

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI



Научный вестник Бухарского государственного университета
Scientific reports of Bukhara State University

8/2025

E-ISSN 2181-1466



9 772181 146004

ISSN 2181-6875



9 772181 687004



@buxdu_uz



@buxdu1



@buxdu1



www.buxdu.uz

8/2025

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI
SCIENTIFIC REPORTS OF BUKHARA STATE UNIVERSITY
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК БУХАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ilmiy-nazariy jurnal
2025, № 8, avgust

Jurnal 2003-yildan boshlab **filologiya** fanlari bo'yicha, 2015-yildan boshlab **fizika-matematika** fanlari bo'yicha, 2018-yildan boshlab **siyosiy** fanlar bo'yicha, **tarix** fanlari bo'yicha 2023-yil 29-avgustdan boshlab O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zaruriy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal 2000-yilda tashkil etilgan.

Jurnal 1 yilda 12 marta chiqadi.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyat matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2020-yil 24-avgust № 1103-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan.

Muassis: Buxoro davlat universiteti

Tahririyat manzili: 200117, O'zbekiston Respublikasi, Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy.

Elektron manzil: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

TAHRIR HAY'ATI:

Bosh muharrir: Xamidov Obidjon Xafizovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bosh muharrir o'rinbosari: Rasulov To'liqin Husenovich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor

Mas'ul kotib: Shirinova Mexrigiyo Shokirovna, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Kuzmichev Nikolay Dmitriyevich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor (N.P. Ogaryov nomidagi Mordova milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya)

Danova M., filologiya fanlari doktori, professor (Bolgariya)

Margianti S.E., iqtisodiyot fanlari doktori, professor (Indoneziya)

Minin V.V., kimyo fanlari doktori (Rossiya)

Tashqarayev R.A., texnika fanlari doktori (Qozog'iston)

Mo'minov M.E., fizika-matematika fanlari nomzodi (Malayziya)

Mengliyev Baxtiyor Rajabovich, filologiya fanlari doktori, professor

Adizov Baxtiyor Rahmonovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Abuzalova Mexriniso Kadirovna, filologiya fanlari doktori, professor

Amonov Muxtor Raxmatovich, texnika fanlari doktori, professor

Barotov Sharif Ramazonovich, psixologiya fanlari doktori, professor, xalqaro psixologiya fanlari akademiyasining haqiqiy a'zosi (akademigi)

Baqoyeva Muhabbat Qayumovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bo'riyev Sulaymon Bo'riyevich, biologiya fanlari doktori, professor

Jumayev Rustam G'aniyevich, siyosiy fanlar nomzodi, dotsent

Djurayev Davron Raxmonovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Durdiyev Durdimurod Qalandarovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Olimov Shirinboy Sharofovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Qahhorov Siddiq Qahhorovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Umarov Baqo Bafoyevich, kimyo fanlari doktori, professor

Murodov G'ayrat Nekovich, filologiya fanlari doktori, professor

O'rayeva Darmonoy Saidjonovna, filologiya fanlari doktori, professor

Navro'z-zoda Baxtiyor Nigmatovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Hayitov Shodmon Ahmadovich, tarix fanlari doktori, professor

To'rayev Halim Hojiyevich, tarix fanlari doktori, professor

Rasulov Baxtiyor Mamajonovich, tarix fanlari doktori, professor

Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Quvvatova Dilrabo Habibovna, filologiya fanlari doktori, professor

Axmedova Shoira Nematovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bekova Nazora Jo'rayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor

Amonova Zilola Qodirovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Hamroyeva Shahlo Mirjonovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Nigmatova Lola Xamidovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Boboyev Feruz Sayfullayevich, tarix fanlari doktori

Jo'rayev Narzulla Qosimovich, siyosiy fanlar doktori, professor

Xolliyev Askar Ergashovich, biologiya fanlari doktori, professor

Artikova Hafiza To'ymurodovna, biologiya fanlari doktori, professor

Hayitov Shavkat Ahmadovich, filologiya fanlari doktori, professor

Qurbonova Gulnoz Negmatovna, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor

Ixtiyarova Gulnora Akmalovna, kimyo fanlari doktori, professor

Rasulov Zubaydullo Izomovich, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich, texnika fanlari doktori, professor

Samiyev Kamoliddin A'zamovich, texnika fanlari doktori, dotsent

Esanov Husniddin Qurbonovich, biologiya fanlari doktori, dotsent

Zaripov Gulmurot Toxirovich, texnika fanlari nomzodi, professor

Jumayev Jura, fizika-matematika fanlari nomzodi, professor

Klichev Qybek Abdurasulovich, tarix fanlari doktori, dotsent

G'aybulayeva Nafisa Izattullayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

SERIYA: ANIQ VA ...TABIIY FANLAR. ...TILSHUNOSLIK

MUNDARIJA *** СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS		
MATEMATIKA *** MATHEMATICS *** МАТЕМАТИКА		
Do'sanova U.X., Axmadova N.M.	Gerasimov-kaputo kasr hosilasiga ega aralash turdagi tenglamalar uchun o'ng tomonni aniqlashga oid teskari masalalar	4
Qo'shaqov X.Sh., Toxirjonova Sh.D.	Sonlar ketma-ketligi limitiga doir ayrim olimpiada masalalari	12
Hoitmetov U.A., Sobirov Sh.K.	Integration of the non-stationary extended fifth-order modified korteweg-de vries equation in the class of rapidly decreasing functions	18
Subhonova Z.A.	A cauchy problem of for a fractional integro-differential diffusion-wave equation	27
Azimzoda A.A.	Monomial ideals and gröbner bases	36
Khasanov A.B.	Two-fermion hamiltonian on the three dimensional lattice with first nearest-neighbor interaction	45
To'rayev J.N.	Issiqlik tarqalish masalasini sonli yechish sxemasi	55
Akhmatov A.A.	Stabilization of the rotational motion of a manipulator's end-effector	68
FIZIKA *** PHYSICS *** ФИЗИКА		
Nishonov I.E., Nurmaxammadov U.O., Tolibjanov T.X., Buriyev S.B.	Particle dynamics and collisions in nonlinear electrodynamics (ned) black hole geometries	73
Boliyev O.I.	Organik molekulalarning yuqori samarali termoemitterlar sirtida ionlanish mexanizmlarining qo'llanilish tahlili	77
Maxmanov U.K., Aslonov B.A., Chuliyev T.A., Tursunqulov E.A.	Uglerodli nanoquvur eritmalarining optik xossalariga o'lcham va issiqlik ta'siri	83
Очилов О., Маликов К.Х., Қулматова Г.А.	Вычисление удельного вклада мкд в эффект фарадея на критических длинах волн	89
Равшанов Ш.А., Хамдамов М.М.,	Численное исследование влияния внешних факторов на тепловой поток и потери давления в трубах	95

Жумаев Ж.		
BIOLOGIYA *** BIOLOGY *** БИОЛОГИЯ		
Ashurov M.M., Raximov A.X., Kurbanbaev N.A.	Jelatinni atr-ftir spektroskopiyasi yordamida farqlash va aralash jelatinni aniqlashdagi muammolarni yechish	107
KIMYO *** CHEMISTRY *** ХИМИЯ		
Hoshimov F.X., Butanov Kh.T., Mamatkulov Sh.I., Ruzimuradov O.N.	Suvni parchalash uchun cofeni/NF asosidagi ikki funksiyali elektrokatalizatorlar	112
Jo‘raboyev T.E., Xalilov U.B.	Kapton poliimid sirtini lazer yordamida grafenlash: md tahlili	119
INFORMATIKA *** INFORMATICS *** ИНФОРМАТИКА		
Umarov Sh.A., Umarova M.I.	Sun’iy immun tizimi asosida anomaliyalarni aniqlash tizimini loyihalashtirish	125
Nizomiddinova G.S.	Ikki komponentali muhitlarda divergent kross-diffuziya masalalarini sonli modellash	129
TILSHUNOSLIK *** LINGUISTICS *** ЯЗЫКОЗНАНИЕ		
Нигматова Л.Х.	Типология и основные составляющие лингвистических корпусов	134
Mavlonov Sh.Sh., Asadov T.H.	Shodmon Sulaymon she’riyatidagi ayrim turg‘un va erkin o‘xshatishlar tadqiqi	138
Shokirova D.A.	Bola nutqida genderga xos leksik-semantik farqlar va ularning ingliz hamda o‘zbek tillaridagi aks etishi	142
Asadova Sh.A.	Frazema va frazemalararo ma’noviy munosabat	147
Bozorova G.Z.	Tibbiy terminologiya – mustaqil leksik qatlam sifatida	153
Jo‘rayeva L.J.	Realiza-neologizm, realiza-arxaizm va realiza-tarixizmlar	159
Kozimova Z.I.	Tasviriy san’at asarlarining tahlilida terminlarning o‘rni va ahamiyati	163
Kubayeva N.A.	Zamonaviy ingliz va o‘zbek adabiyotida frazeologik birliklarning tasnifi, xususiyatlari va lingvokulturologik ahamiyati	167
Nurmatova G.X.	Kollokatsiyalar va kollokatsiyalanish: nazariy-amaliy aspekt	171
Qobilova N.S.	So‘zlashuv nutqining til o‘zgarishlariga ta’siri	177

Qodirova N.A.	Komponentli tahlil metodi	181
Quvondiqova M.Z.	“Sahihul Buxoriy” asaridagi diniy terminlarning semantik tahlili	186
Vaxidova F.S., Sadullayeva U.Sh.	Ingliz va o‘zbek tillarida ziyoratgoh nomlarining leksikografik tahlili va lug‘atlardagi aks etishi	190
Umarova F.M.	Ingliz va o‘zbek maqollarining lingua- madaniy tahlili	196
Xasanov R.S.	Perfekt shaklining semantik tafsilotlari va tarjimaviy ekvivalentlik muammolari	200
Yuldasheva S.B.	O‘zbek tilida ba’zi fe’llarning kontekstdagi ma’nolari tahlili	205
Yusupova D.Y.	Qimmatbaho tosh nomlari badiiy tasvir vositasi sifatida	210
Авезов С.С.	Парсинг интернет-текстов и формирование электронного корпуса узбекского языка	214
Зиядуллаев И.О.	Особые способы словообразования глагольных неологизмов в немецком языке	218
Комилова Н.А.	Прагматические аспекты гендерного феномена: как средство социальной идентификации в речевой деятельности	224
Муротова Н.М.	Культурная обусловленность телесных метафор: сравнительно-лингвистический аспект	228
Ochilova M.R.	San’at sohasida qo‘llaniladigan terminlarning elektron axborot bazasini yaratish	233
Алиева Г.Х.	Гендер и язык: язык женщин как социальная и лингвистическая категория	238
Салахидинова З.О.	Лексико-грамматический состав фразеологизмов в текстах художественных произведений (на материале произведений Д. Рубиной)	243
Sulaymonova M.Sh.	Ilmiy nutqda metaforaning estetik va ta’sirchanlik imkoniyatlari	248

GERASIMOV-KAPUTO KASR HOSILASIGA EGA ARALASH TURDAGI
TENGLAMALAR UCHUN O'NG TOMONNI ANIQLASHGA OID TESKARI MASALALAR

Do'sanova Umida Xomid qizi,

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi

V.I. Romanovskiy nomidagi Matematika instituti tayanch doktoranti

umidakhon8996@gmail.com

Axmadova Nigora Murodullo qizi,

Samarqand shahar 1-son ixtisoslashtirilgan maktab internati o'qituvchisi

ahmatovanigora235@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada aralash turdagi tenglamalarda o'ng tomonni aniqlashga oid to'g'ri va teskari masalalar ko'rib chiqiladi. Soha bir qismida qarayotgan tenglama $\rho \in (0,1]$ tartibli Gerasimov–Caputo ma'nosidagi kasr hosilani o'z ichiga olgan subdiffuziya tenglamasi, boshqa qismida esa klassik hosilali to'liq tenglamasidir. Tenglamalarning o'ng tomoni $f(x)g(t)$ ko'rinishiga ega. Tenglama tomonlarida manba hadining har ikkala omili noma'lum bo'lganligi sababli, uning vaqtga bog'liq qismini aniqlashga oid teskari masala shakllantiriladi va o'rganiladi. Boshlang'ich-chegara shartlari bilan berilgan to'g'ri masalaning yechimi ifodasi asosida, teskari masala yuklangan integral tenglamalarning yechiluvchanligiga ekvivalent shaklda keltirib chiqariladi.

Kalit so'zlar: Gerasimov-Kaputo kasr hosilasi, to'g'ri va teskari masalalar, aralash turdagi tenglamalar, subdiffuziya tenglamasi, to'liq tenglamasi, yuklangan integral tenglamalar.

ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРАВОЙ ЧАСТИ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ
СМЕШАННОГО ТИПА С ДРОБНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ В СМЫСЛЕ ГЕРАСИМОВА-КАПУТО

Аннотация. В данной статье рассматриваются прямые и обратные задачи определения правой части в уравнениях смешанного типа. В одной части области исследуемое уравнение является уравнением субдиффузии с дробной производной в смысле Гerasимова-Капуто порядка $\rho \in (0,1]$, а в другой части - уравнением волны с классической производной. Правая часть уравнения имеет вид $f(x)g(t)$. Так как множители в правой части уравнения являются неизвестными, формулируется и исследуется обратная задача по определению зависящего от времени множителя. Используя представление решения соответствующей прямой начально-краевой задачи, решение обратной задачи эквивалентно сводится к вопросу разрешимости нагруженных интегральных уравнений.

Ключевые слова: Дробная производная Гerasимова-Капуто, прямая и обратная задачи, уравнения смешанного типа, уравнение субдиффузии, волновое уравнение, нагруженные интегральные уравнения.

INVERSE PROBLEMS OF THE DETERMINING RIGHT-HAND SIDE FOR MIXED TYPE
EQUATIONS WITH THE GERASIMOV-CAPUTO FRACTIONAL DERIVATIVE

Abstract. In this paper the forward and inverse problems of determining the right-hand side in mixed-type equations are considered. In one part of the domain, the considered equation is the subdiffusion equation with a fractional derivative in the sense of Gerasimov–Caputo of the order $\rho \in (0,1]$ and in the other part—a wave equation with a classical derivative. The right-hand side of the equations has the form $f(x)g(t)$. The inverse problem of finding time-dependent factors on the right-hand side is formulated and investigated, since the factors on both sides of the equation are unknown. Using the representation of solution to the forward initial boundary problem, the solution of inverse problem is equivalently reduced to the solvability of loaded integral equations.

Key words: Gerasimov-Caputo fractional derivative, forward and inverse problems, mixed-type equations, subdiffusion equation, wave equation, loaded integral equations.

Kirish. So‘nggi o‘n yilliklarda kasr hosilali differensial tenglamalar nazariyasi ko‘plab fan va texnologiya sohalaridagi keng qo‘llanilishiga ko‘ra katta mashhurlik va ahamiyat kasb etdi (masalan, [1]).

Quyidagi aralash turdagi tenglama ρ parametri $0 < \rho \leq 1$ bo‘lgan holda to‘rtburchak $D = \{(x, t) | 0 < x < 1, -\alpha < t < \beta\}$ sohada ko‘rib chiqiladi:

$$Lu = F(x, t), \quad (1)$$

bu yerda

$$Lu = \begin{cases} D_{0t}^\rho u - u_{xx}, & 0 < t < \beta, \\ u_{tt} - u_{xx}, & -\alpha < t < 0, \end{cases} \quad F(x, t) = \begin{cases} f_1(x, t), & 0 < t < \beta, \\ f_2(x, t), & -\alpha < t < 0. \end{cases}$$

Chegaraviy shart sifatida Dirixle sharti olinadi:

$$u(0, t) = u(1, t) = 0, \quad -\alpha \leq t \leq \beta. \quad (2)$$

Ulash shartlari quyidagicha:

$$u(x, +0) = u(x, -0), \quad \lim_{t \rightarrow +0} D_{0t}^\rho u(x, t) = u_t(x, -0), \quad 0 < x < 1. \quad (3)$$

Boshlang‘ich shart quyidagi ko‘rinishda olinadi:

$$u(x, -\alpha) = \varphi(x), \quad 0 < x < 1, \quad (4)$$

bu yerda $\varphi(x)$ va $F(x, t)$ yetarlicha silliq berilgan funksiyalar, $\alpha > 0$, $\beta > 0$ -berilgan haqiqiy sonlar.

(1)–(4) masala to‘g‘ri masala deb ataladi.

Quyidagicha belgilashlar kiritamiz: $D_+ = (0, 1) \times (0, \beta)$, $D_- = (0, 1) \times (-\alpha, 0)$.

1-ta’rif. Agar $u(x, t) \in C(\bar{D})$, $u(x, t) \in AC([0, 1] \times [0, \beta])$ funksiya $u(x, t) \in C_{x,t}^2(D_-)$, $D_t^\rho u(x, t) \in C(\bar{D}_+)$, $u(x, t) \in C_x^2(D_+)$, $u(x, t) \in C_t^1(\bar{D}_-)$ xossalarga ega bo‘lib, (1)–(4) ning barcha shartlarini qanoatlantirsa, u holda bu funksiyaga (1)–(4) to‘g‘ri masalaning **yechimi** deyiladi.

Teskari masala. Aytaylik $F(x, t)$ quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lsin

$$F(x, t) = \begin{cases} f_1(x)\phi_1(t), & 0 < t < \beta, \\ f_2(x)\phi_2(t), & -\alpha < t < 0. \end{cases} \quad (5)$$

U holda $\{u(x, t), \phi_1(t), \phi_2(t)\}$ funksiyalar juftligini toping, bu yerda $u(x, t)$ - to‘g‘ri masalaning yechimi, $\phi_1(t) \in C[0, \beta]$, $\phi_2(t) \in C[-\alpha, 0]$ va ular (1) tenglamani, shuningdek, (2)–(4) shartlarni va quyidagi

$$u(x_0, t) = h_1(t), \quad 0 \leq t \leq \beta, \quad u(x_0, t) = h_2(t), \quad -\alpha \leq t \leq 0. \quad (6)$$

qo‘shimcha shartlarni qanoatlantiradi, bu yerda $f_1(x)$, $f_2(x)$ -funksiyalar yetarlicha silliq berilgan funksiyalar, $x_0 \in (0, 1)$ -berilgan nuqta.

Turli tenglamalarning o‘ng tomonini (issiqlik manbai zichligini) aniqlashga oid teskari masalalar ko‘plab mualliflar tomonidan o‘rganilgan (masalan, [2]–[10] adabiyotlarga qarang). Shulardan ayrimlarini alohida ta’kidlab o‘tamiz. Masalan, [2] maqola mualliflari Gerasimov–Caputo hosilasini o‘z ichiga olgan subdiffuziya tenglamasining o‘ng tomonini aniqlashga oid teskari masalani o‘rganishgan, bu yerda elliptik qism Laplas operatoridan iborat. Ushbu ishda tenglamaning o‘ng tomoni $f(x)\phi(t)$ ko‘rinishida bo‘lib, noma’lum funksiya $f(x)$ hisoblanadi. Shunga o‘xshash teskari masala $\rho = 1$ holida K. Sabitov [5] va S. Sidorov [6] tomonidan o‘rganilgan. Shuni ta’kidlash lozimki, [6] ishida klassik Fourier usuli asosida masalalar yechilgan, elliptik qism sifatida $u_{xx} + bu$ operatori ko‘rilgan. [6] ishida esa degeneratsiyalangan giperbolik qismga ega aralash parabolik-giperbolik tenglama tekislikda o‘rganilgan. O.Abdullayev va T.Yuldashevning [7] ishlarda yuklangan parabolik-giperbolik tenglama uchun kasr tartibli Riemann–Liouville operatorlari ishtirokida, chiziqli bo‘lmagan ulash sharti bilan berilgan teskari masalalar ko‘rib chiqilgan. Bunda o‘ng taraf $t > 0$ uchun $f(x)\phi_1(t)$, $t < 0$ uchun esa $f(x)\phi_2(t)$ ko‘rinishida, noma’lum funksiya esa $f(x)$ hisoblanadi. D. K. Durdiev [8] ishida aralash turdagi (1) tenglamaning elliptik qismi

Laplas operatori bo‘lgan hol uchun boshlang‘ich–chegaraviy masalaning yechimini topishga oid to‘g‘ri va teskari masala o‘rganilgan. Shuningdek, slindrsimon sohada ushbu tenglamaning noma‘lum o‘ng tomoni aniqlanadi.

Ushbu maqolada teskari masalani o‘rganishda [5] ishidagi ayrim original g‘oyalardan foydalanilgan.

To‘g‘ri masala. Biz (1)-(4) masalaning yechimini quyidagi qator ko‘rinishni qidiramiz:

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} T_k(t) \sin \sqrt{\lambda_k} x. \quad (7)$$

$f_1(x, t)$ va $f_2(x, t)$ funksiyalarni $\{v_k(x)\} = \{\sin(\pi k x)\}$, $k = 1, 2, \dots$ sistemasi bo‘yicha Furye qatorlariga yoyamiz. (7) ifodani (1) ga qo‘ysak, quyidagi differensial tenglamalar hosil bo‘ladi:

$$D_t^\rho T_k(t) + \lambda_k T_k(t) = f_{1k}(t), \quad t > 0, \quad (8)$$

$$T_k''(t) + \lambda_k T_k(t) = f_{2k}(t), \quad t < 0, \quad \lambda_k = (\pi k)^2, \quad (9)$$

bu yerda $f_{1k}(t)$ va $f_{2k}(t)$ mos ravishda $f_1(x, t)$ va $f_2(x, t)$ funksiyalarining quyidagi ko‘rinishda

$$f_{ik}(t) = 2 \int_0^1 f_i(x, t) \sin \sqrt{\lambda_k} x dx, \quad i = 1, 2.$$

aniqlanadigan Furye koefitsiyentlari.

(8), (9) differensial tenglamalarning yechimlari quyidagicha ifodalanadi ([10] ga qarang):

$$T_k(t) = \begin{cases} c_k E_{\rho,1}(-\lambda_k t^\rho) + F_1(\sqrt{\lambda_k}, t), & 0 < t < \beta, \\ a_k \cos \sqrt{\lambda_k} t + b_k \sin \sqrt{\lambda_k} t + \frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} F_2(\sqrt{\lambda_k}, t), & -\alpha < t < 0, \end{cases} \quad (10)$$

bu yerda $E_{\rho,1}(z)$ -ikki parametrli Mittag-Leffler funksiyasi ([10], 12-betga qarang), c_k , a_k , b_k - ixtiyoriy konstantalar va

$$F_1(\sqrt{\lambda_k}, t) = \int_0^t \tau^{\rho-1} E_{\rho,\rho}(-\lambda_k \tau^\rho) f_{1k}(t-\tau) d\tau, \quad F_2(\sqrt{\lambda_k}, t) = \int_0^t f_{2k}(\tau) \sin \sqrt{\lambda_k} (t-\tau) d\tau.$$

(3) ulash shartlari ostida quyidagilarni olimiz:

$$a_k = b_k, \quad c_k = \frac{f_{1k}(0+0) - \sqrt{\lambda_k} a_k}{\sqrt{\lambda_k}}.$$

a_k noma‘lum konstantalarni topish uchun (4) nolakal shartdan foydalanamiz va quyidagicha tenglamani hosil qilamiz:

$$a_k \Delta_\alpha(k) = \omega_k. \quad (11)$$

Aytaylik, barcha $k \in \mathbb{N}$ uchun

$$\Delta_\alpha(k) = \cos(\sqrt{\lambda_k} \alpha) + \sqrt{\lambda_k} \sin(\sqrt{\lambda_k} \alpha) = \sqrt{1 + \lambda_k} \sin(\sqrt{\lambda_k} \alpha + \theta_k) \neq 0, \quad (12)$$

bo‘lsin, bu yerda $k \rightarrow \infty$ da $\theta_k = \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{1 + \lambda_k}}\right) \rightarrow 0$.

Keyinchalik, topilgan qiymatlarni (10) ga qo‘yib, quyidagilarni hosil qilamiz:

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{\omega_k}{\Delta_\alpha(k)} E_{\rho,1}(-\lambda_k t^\rho) + F_1(\sqrt{\lambda_k}, t) \right) \sin \sqrt{\lambda_k} x, \quad t > 0, \quad (13)$$

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{\omega_k}{\Delta_\alpha(k)} (\cos \sqrt{\lambda_k} t - \pi k \sin \sqrt{\lambda_k} t) + \frac{f_{1k}(0+0)}{\sqrt{\lambda_k}} \sin \sqrt{\lambda_k} t \right) \sin \sqrt{\lambda_k} x + \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} \int_0^t f_{2k}(\tau) \sin(\sqrt{\lambda_k} (t-\tau)) d\tau \right) \sin \sqrt{\lambda_k} x, \quad t < 0, \quad (14)$$

bu yerda

$$\omega_k = \varphi_k + \frac{f_{1k}(0+0)\sin\sqrt{\lambda_k}\alpha}{\sqrt{\lambda_k}} - \frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} \int_{-\alpha}^0 f_{2k}(\tau)\sin\sqrt{\lambda_k}(\alpha+\tau)d\tau.$$

Aytaylik, $\square = K \cup K_0$ bo'lsin. Bu yerda $\square$ barcha natural sonlar to'plami, K va K_0 esa quyidagicha aniqlangan to'plamlardir:

- 1) Agar $\Delta_\alpha(k) \neq 0$ bo'lsa, u holda $k \in K$,
- 2) Aks holda, ya'ni agar $\Delta_\alpha(k) = 0$ bo'lsa, u holda $k \in K_0$.

Demak, agar barcha k lar uchun $\Delta_\alpha(k) \neq 0$ bo'lsa, unda noma'lum a_k koeffitsiyentlar bir qiymatli aniqlanadi va (1)-(4) masala ham yagona yechimga ega bo'ladi.

Agar ba'zi k lar uchun $\Delta_\alpha(k) = 0$ bo'lsa, u holda (11) tenglama faqatgina o'ng tomoni nolga teng bo'lgandagina yechimga ega bo'ladi: $\omega_k = 0$. Albatta, bu holda a_k koeffitsiyentlar ixtiyoriy tanlanishi mumkin. Demak, (1)-(4) masalaning yechimi yagona bo'lmaydi. Shunday qilib, (1)-(4) masalaning yagona yechimga ega bo'lishi uchun quyidagi mezon (kriteriy)ga ega bo'lamiz:

1-teorema. Agar (1)-(4) masalaning yechimi mavjud bo'lsa, u holda bu yechim faqat va faqat barcha $k \in \square$ uchun (12) shartlar bajarilsagina yagona bo'ladi.

Endi (12) tengsizlik bajariladigan holatlarni ko'rib chiqamiz.

1-lemma. Agar α ixtiyoriy natural son bo'lsa, unda barcha $k \in \mathbb{N}$ uchun shunday C_0 o'zgarmas son mavjudki, quyidagi baho o'rinli

$$|\Delta_\alpha(k)| \geq C_0 = 1.$$

2-lemma. Agar α ixtiyoriy ratsional son bo'lsa, unda shunday $C_0 > 0$ o'zgarmas son va $k_0 \in \mathbb{N}$ nomer mavjudki, barcha $k > k_0$ uchun quyidagi baho o'rinli:

$$|\Delta_\alpha(k)| \geq C_0 > 0.$$

1-lemma va 2-lemmalarning isbotlari [10] adabiyotda keltirilgan.

3-lemma. Quyidagi ko'rinishdagi darajasi ikki bo'lgan irratsional algebraik sonlar $\alpha > 0$ dan iborat cheksiz M to'plam mavjud:

$$M = \{\alpha \mid \alpha = \sqrt{d} + p, \quad p \in \mathbb{Z}, \quad \sqrt{d} > -p, \quad d = 2, 3, 5, 6, 7, 8\},$$

ular uchun quyidagi tengsizlik bajariladi

$$|\Delta_\alpha(k)| = |\sqrt{1+\pi k} \cdot |\sin(\pi k\alpha + \theta_k)|| > C_0, \quad \forall k \in \mathbb{N},$$

bu yerda $C_0 > 0$ α ga bog'liq o'zgarmas son.

3-lemmaning isboti [11] adabiyotda berilgan.

(12) shart bajarilganda, topilgan yechimlar (13) va (14) qatorlarining tekis yaqinlashuvini ko'rsatamiz. Avvalo, $t < 0$ holatni tekshirishdan boshlaymiz.

Agar $f_1(x, t)$ va $f_2(x, t)$ funksiyalar $\bar{D}$ yopiq sohada uzluksiz bo'lib, x bo'yicha uch marta uzluksiz differensiallanuvchi bo'lsa hamda har bir $t \in [-\alpha, 0]$ oraliqda, quyidagi shartlar $f_1(0, t) = f_1(1, t) = 0$, $f_1''(0, t) = f_1''(1, t) = 0$, $f_2(0, t) = f_2(1, t) = 0$, $f_2''(0, t) = f_2''(1, t) = 0$ bajarilsa va $\varphi(x)$ funksiyasi $[0, 1]$ da uzluksiz hamda to'rt marta uzluksiz differensiallanuvchi bo'lib, $\varphi(0) = \varphi(1) = 0$, $\varphi'''(0) = \varphi'''(1) = 0$ shartlar bajarilgan bo'lsa, unda ushbu funksiyalarning Furrye koeffitsiyentlarini bo'laklab integrallash orqali mos ravishda quyidagicha topish mumkin bo'ladi:

$$f_{ik}(t) = -\frac{2}{(k\pi)^3} \int_0^1 f_i'''(x, t) \cos \pi kx dx = -\frac{f_{ik}'''(t)}{(k\pi)^3}, \quad \varphi_k = \frac{2}{(k\pi)^4} \int_0^1 \varphi^{(IV)}(x) \sin \pi kx dx = \frac{\varphi_k^{(IV)}}{(k\pi)^4}, \quad i=1, 2.$$

Bessel tengsizligiga binoan $L_2[0, 1]$ fazoda, $\varphi_k^{(IV)}$, $f_{1k}'''(t)$ va $f_{2k}'''(t)$ koeffitsiyentlarining kvadratlardan tashkil topgan sonli qatorlar uchun quyidagilar o'rinlidir:

$$\sum_{k=1}^{\infty} |\varphi_k^{(IV)}|^2 \leq \|\varphi^{(IV)}\|_{L_2}^2, \quad \sum_{k=1}^{\infty} |f_{ik}'''(t)|^2 \leq \|f_i'''(x, t)\|_{L_2}^2, \quad i=1, 2.$$

Shunday qilib, quyidagi baholarni olamiz:

$$|u(x, t)| \leq C \|\varphi^{(IV)}\|_{L_2} + C \|f_1'''(x, t)\|_{L_2} + C \max_{-\alpha \leq t \leq 0} \|f_2'''(x, t)\|_{L_2}, \quad t \leq 0, \quad (15)$$

$$|u(x,t)| \leq C \|\varphi^{(IV)}\|_{L_2} + C \|f_1'''(x,t)\|_{L_2} + C \max_{-\alpha \leq t \leq 0} \|f_2'''(x,t)\|_{L_2} + C \max_{0 \leq t \leq \beta} \|f_1'''(x,t)\|_{L_2}, \quad t \geq 0. \quad (16)$$

Shunday qilib, (13) va (14) qatorlar Veyersstrass mezoniga ko'ra mos ravishda $\bar{D}_+$ va $\bar{D}_-$ sohalarida absolyut va tekis yaqinlashuvchi bo'ladi.

Endi (13) va (14) qatorlardan x o'zgaruvchiga nisbatan ikkinchi tartibli hosilalarni tekshiramiz. Yuqoridagiga o'xshash hisob-kitoblarni takrorlab, quyidagi baholarni olamiz:

$$|u_{xx}(x,t)| \leq C \|\varphi^{(IV)}\|_{L_2} + C \|f_1'''(x,t)\|_{L_2} + C \max_{-\alpha \leq t \leq 0} \|f_2'''(x,t)\|_{L_2}, \quad t < 0, \quad (17)$$

$$|u_{xx}(x,t)| \leq C \|\varphi^{(IV)}\|_{L_2} + C \|f_1'''(x,t)\|_{L_2} + C \max_{-\alpha \leq t \leq 0} \|f_2'''(x,t)\|_{L_2} + C \max_{0 \leq t \leq \beta} \|f_1'''(x,t)\|_{L_2}, \quad t > 0. \quad (18)$$

Agar $\varphi^{(IV)}(x)$, $f_1'''(x,t)$, $f_2'''(x,t) \in L_2[0,1]$ bo'lsa, u holda $u_{xx}(x,t)$ qatori istalgan $[\varepsilon, \beta]$, $0 < \varepsilon < s < \beta$ oraliqda tekis yaqinlashadi va, demak, bu qatorning har bir hadi $(0, \beta)$ oraliqda uzluksizdir. Shunday qilib, (17) va (18) qatorlar $D_+ = C((0,1) \times (0, \beta))$, $D_- = C((0,1) \times (-\alpha, 0))$ sohalarida absolyut va tekis yaqinlashadi. Shunda, (1) tenglama asosida, quyidagiga ega bo'lamiz: $D_t^\rho u(x,t) \in C(D_+)$, $u_t(x,t) \in C(D_-)$.

(3) ulash shartini ta'minlash uchun $D_t^\rho u(x,t) \in C(\bar{D}_+)$, $u(x,t) \in C_t^1(\bar{D}_-)$ funksiyalarning uzluksizligini ko'rsatish zarur. [13, 98, 231-bet] dagi 2.23-lemma va 4.9-misoldan foydalanib, quyidagi bahoni olamiz:

$$|D_t^\rho u(x,t)| \leq C \|\varphi^{(IV)}\|_{L_2} + C \|f_1'''(x,t)\|_{L_2} + C \max_{-\alpha \leq t \leq 0} \|f_2'''(x,t)\|_{L_2} + C \max_{0 \leq t \leq \beta} \|f_1'''(x,t)\|_{L_2}, \quad t \geq 0. \quad (19)$$

$u_t(x,t)$ ifodasi uchun esa quyidagi bahoni olamiz:

$$|u_t(x,t)| \leq C \|\varphi^{(IV)}\|_{L_2} + C \|f_1'''(x,t)\|_{L_2} + C \max_{-\alpha \leq t \leq 0} \|f_2'''(x,t)\|_{L_2}, \quad t \leq 0. \quad (20)$$

Shunday qilib, quyidagi lemmalar isbotlandi:

4-lemma. Agar 1-lemma yoki 3-lemmaning shartlari bajarilsa, unda barcha $k \in \mathbb{N}$ uchun (15)-(20) baholar bajariladi.

5-lemma. Agar 2-lemmaning shartlari bajarilsa, unda barcha $k > k_0$ uchun (15)-(20) baholar bajariladi.

Natijada, quyidagi teorema isbotlandi

2-teorema. Aytaylik quyidagi shartlar bajarilsin

$$f_1(x,t) \in C(\bar{D}_+) \cap C_{x,t}^{3,0}(\bar{D}_+), \quad f_1(0,t) = f_1(1,t) = 0, \quad f_1'''(0,t) = f_1'''(1,t) = 0, \quad 0 \leq t \leq \beta,$$

$$f_2(x,t) \in C(\bar{D}_-) \cap C_{x,t}^{3,0}(\bar{D}_-), \quad f_2(0,t) = f_2(1,t) = 0, \quad f_2''(0,t) = f_2''(1,t) = 0, \quad -\alpha \leq t \leq 0,$$

$$\varphi(x) \in C^4[0,1], \quad \varphi(0) = \varphi(1) = \varphi'''(0) = \varphi'''(1) = 0,$$

va 1-lemma yoki 3-lemma shartlari bajarilsa, unda (1)-(4) masalaning yagona yechimi mavjud bo'ladi va bu yechim (7) qator ko'rinishida ifodalanadi.

Endi, 2-lemma holida quyidagi natija o'rinli bo'ladi:

3-teorema. Agar $\varphi(x)$ va $f_1(x,t)$, $f_2(x,t)$ funksiyalar 2-teoremaning shartlarini qanoatlantirsa, va bundan tashqari $k \in K$ bo'lsa hamda α musbat ratsional son bo'lsa, u holda agar K_0 to'plam bo'sh bo'lsa, unda (1)-(4) masalaning yagona yechimi mavjud bo'ladi va bu yechim (7) qator ko'rinishida ifodalanadi. Agar K_0 bo'sh bo'lmasa, unda to'g'ri masalaning yechimi mavjud bo'lishi uchun zarur va yetarli shart quyidagicha bo'ladi:

$$\varphi_k = \frac{1}{\pi k} \int_{-\alpha}^0 f_{2k}(\tau) \sin \pi k(\alpha + \tau) d\tau - \frac{f_{1k}(0+0) \sin \pi k \alpha}{\pi k}, \quad k \in K_0.$$

Bu holda (1)-(4) masalaning yechimi mavjud bo'ladi, lekin yagona bo'lmaydi:

$$u(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} T_k(t) \sin \sqrt{\lambda_k} x + \sum_{k \in K_0} a_k E_{\rho,1}(-\lambda_k t^\rho) \sin \sqrt{\lambda_k} x, \quad t > 0,$$

$$u(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} T_k(t) \sin \sqrt{\lambda_k} x + \sum_{k \in K_0} a_k (\cos \sqrt{\lambda_k} t - \sqrt{\lambda_k} \sin \sqrt{\lambda_k} t) \sin \sqrt{\lambda_k} x, \quad t < 0,$$

bu yerda a_k , $k \in K_0$ - ixtiyoriy haqiqiy sonlar.

Teskari masalani tatbiq qilish. Teskari masalaning formal yechimini topish uchun, (1)-(4) to'g'ri masalaning yechimidan foydalanamiz. Bu yechim quyidagi qator orqali berilgan:

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} T_k(t) v_k(x) = \sum_{k=1}^{\infty} T_k(t) \sin \sqrt{\lambda_k} x, \quad (21)$$

bu yerda (1) tenglamaning o'ng tomoni (5) ko'rinishida bo'lganligi sababli $T_k(t)$ quyidagicha:

$$T_k(t) = \begin{cases} \frac{\omega_{1k}}{\Delta_{\alpha}(k)} E_{\rho,1}(-\lambda_k t^{\rho}) + f_{1k} \int_0^t (t-\tau)^{\rho-1} E_{\rho,\rho}(-\lambda_k (t-\tau)^{\rho}) \phi_1(\tau) d\tau, & t > 0, \\ \frac{\omega_{1k}}{\Delta_{\alpha}(k)} \left(\cos \sqrt{\lambda_k} t - \sqrt{\lambda_k} \sin \sqrt{\lambda_k} t \right) + \frac{f_{1k} \phi_1(0) \sin \sqrt{\lambda_k} t}{\sqrt{\lambda_k}} \\ + \frac{f_{2k}}{\sqrt{\lambda_k}} \int_0^t \phi_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_k} (t-\tau) d\tau, & t < 0, \end{cases}$$

$$\omega_{1k} = \varphi_k + \frac{f_{1k} \phi_1(0) \sin \sqrt{\lambda_k} \alpha}{\sqrt{\lambda_k}} - \frac{f_{2k}}{\sqrt{\lambda_k}} \int_{-\alpha}^0 \phi_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_k} (\alpha + \tau) d\tau.$$

(21) yechimga (6) va (7) qo'shimcha shartlarini qo'llasak, quyidagi yuklangan hadli integral tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$\int_0^t \phi_1(\tau) K_1(\tau, t) d\tau - \int_{-\alpha}^0 \phi_2(\tau) \bar{K}_1(\tau, t) d\tau = h_1(t) - \phi_1(0) S_1(t) - S_2(t) = \bar{h}_1(t), \quad (22)$$

$$-\int_t^0 \phi_2(\tau) K_2(\tau, t) d\tau - \int_{-\alpha}^0 \phi_2(\tau) K_3(\tau, t) d\tau = h_2(t) - \phi_1(0) S_4(t) - S_5(t) - \phi_1(0) S_6(t) = \bar{h}_2(t), \quad (23)$$

bu yerda

$$K_1(\tau, t) = \sum_{k=1}^{\infty} f_{1k} (t-\tau)^{\rho-1} E_{\rho,\rho}(-\lambda_k (t-\tau)^{\rho}) v_k(x_0), \quad K_2(\tau, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_{2k}}{\sqrt{\lambda_k}} \sin \sqrt{\lambda_k} (t-\tau) v_k(x_0),$$

$$S_1(t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_{1k} \sin \sqrt{\lambda_k} \alpha E_{\rho,1}(-\lambda_k t^{\rho})}{\sqrt{\lambda_k} \Delta_{\alpha}(k)} v_k(x_0), \quad S_2(t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\varphi_k E_{\rho,1}(-\lambda_k t^{\rho})}{\Delta_{\alpha}(k)} v_k(x_0),$$

$$K_3(\tau, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_{2k} \sin \sqrt{\lambda_k} (\alpha + \tau)}{\sqrt{\lambda_k} \Delta_{\alpha}(k)} \left(\cos \sqrt{\lambda_k} t - \sqrt{\lambda_k} \sin \sqrt{\lambda_k} t \right) v_k(x_0),$$

$$S_5(t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\varphi_k \left(\cos \sqrt{\lambda_k} t - \sqrt{\lambda_k} \sin \sqrt{\lambda_k} t \right)}{\Delta_{\alpha}(k)} v_k(x_0),$$

$$\bar{K}_1(\tau, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_{2k} \sin \sqrt{\lambda_k} (\alpha + \tau) E_{\rho,1}(-\lambda_k t^{\rho})}{\sqrt{\lambda_k} \Delta_{\alpha}(k)} v_k(x_0),$$

$$S_4(t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_{1k} \sin \sqrt{\lambda_k} t}{\sqrt{\lambda_k}} v_k(x_0), \quad S_6(t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_{1k} \sin \sqrt{\lambda_k} \alpha}{\sqrt{\lambda_k} \Delta_{\alpha}(k)} \left(\cos \sqrt{\lambda_k} t - \sqrt{\lambda_k} \sin \sqrt{\lambda_k} t \right) v_k(x_0).$$

(22) tenglamaga t bo'yicha ρ tartibli differensial operator D_t^{ρ} qo'llaymiz va (23) tenglamani t bo'yicha ikki marta differensiallaymiz, natijada quyidagini hosil qilamiz

$$\phi_1(t) f_1(x_0) - \int_0^t \phi_1(s) \bar{K}_1(s, t) ds - \int_{-\alpha}^0 \phi_2(s) D_t^{\rho} \bar{K}_1(s, t) ds = D_t^{\rho} \bar{h}_1(t), \quad (24)$$

$$\phi_2(t) f_2(x_0) - \int_t^0 \phi_2(\tau) \frac{\partial^2 K_2(\tau, t)}{\partial t^2} d\tau - \int_{-\alpha}^0 \phi_2(\tau) \frac{\partial^2 K_3(\tau, t)}{\partial t^2} d\tau = \bar{h}_2''(t). \quad (25)$$

Agar $t = 0$ deb olsak, (24) va (25) dan quyidagilarni olamiz:

$$\begin{aligned} \phi_1(0)f_1(x_0) + \int_{-\alpha}^0 \phi_2(s) D_t^\rho \bar{K}_1(s, t) \Big|_{t=0} ds &= D_t^\rho (h_1(0) - \phi_1(0)S_1(0) - S_2(0)), \\ \phi_2(0)f_2(x_0) - \int_{-\alpha}^0 \phi_2(\tau) \frac{\partial^2 K_3(\tau, t)}{\partial t^2} d\tau &= h_2''(0) - \phi_1(0)S_4''(0) - S_5''(0) - \phi_1(0)S_6''(0). \end{aligned} \quad (26)$$

(26) ga ko'ra quyidagiga egamiz

$$\phi_1(0) = \left(f_1(x_0) + D_t^\rho S_1(0) \right)^{-1} \left(D_t^\rho (h_1(0) - S_2(0)) - \int_{-\alpha}^0 \phi_2(\tau) D_t^\rho \bar{K}_1(\tau, t) \Big|_{t=0} d\tau \right),$$

agar $f_1(x_0) + D_t^\rho S_1(0) \neq 0$ shart bajarilsa, u holda $\phi_1(0)$ qiymati yuqoridagi formula orqali aniqlanadi va bu natijani (25) dagi ifodaning o'ng tomoniga qo'yamiz. Shuningdek, $f_2(x_0) \neq 0$ sharti bajarilsa, u holda (25) tenglamadan quyidagi integral tenglama kelib chiqadi:

$$\phi_2(t) - \lambda \int_{-\alpha}^0 \phi_2(s) K(\tau, t) dt = v(t), \quad (27)$$

bu yerda yadroning ifodasi quyidagicha aniqlanadi:

$$K(\tau, t) = \begin{cases} \frac{\partial^2 K_3(\tau, t)}{\partial t^2} + \frac{(S_4''(0) + S_6''(0)) D_t^\rho \bar{K}_1(\tau, t) \Big|_{t=0}}{f_1(x_0) + D_t^\rho S_1(0)}, & -\alpha \leq \tau \leq t, \\ \frac{\partial^2 K_2(\tau, t)}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 K_3(\tau, t)}{\partial t^2} + \frac{(S_4''(0) + S_6''(0)) D_t^\rho \bar{K}_1(\tau, t) \Big|_{t=0}}{f_1(x_0) + D_t^\rho S_1(0)}, & t \leq \tau \leq 0, \end{cases}$$

$$\lambda = \frac{1}{f_2(x_0)}, \quad v(t) = \frac{\bar{h}_2''(t)}{f_2(x_0)} - \frac{(S_4''(0) + S_6''(0)) D_t^\rho (h_1(0) - S_2(0))}{f_2(x_0) (f_1(x_0) + D_t^\rho S_1(0))} - \frac{S_5(t)}{f_2(x_0)}.$$

Shunday qilib, (27) integral tenglama yadro va o'ng tomonida uzluksiz funksiyalar mavjud bo'lgan ikkinchi turdagi Fredgolm integral tenglamasi bo'lib, unga Fredgolm nazariyasini qo'llash mumkin [13].

Agar (27) formulaga muvofiq $\phi_2(t)$ funksiyasi aniqlansa, u holda (24) tenglama orqali $\phi_1(t)$ funksiyasini topish mumkin bo'ladi. Bu yerda $\phi(t)$ funksiyasi uzluksiz yadroga va uzluksiz o'ng tomonga ega bo'lgan ikkinchi turdagi Volterra integral tenglamaning yechimi sifatida qaraladi. Bunda $f_1(x_0) \neq 0$ shart va quyidagi shart bajarilgan bo'lishi talab qilinadi:

$$f_1(x_0) + D_t^\rho S_1(0) = \sum_{k=1}^{\infty} f_{1k} \left[1 - \frac{\sqrt{\lambda_k} \sin \sqrt{\lambda_k} \alpha}{\Delta_\alpha(k)} \right] v_k(x_0) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_{1k} \cos \sqrt{\lambda_k} \alpha}{\Delta_\alpha(k)} v_k(x_0) \neq 0. \quad (28)$$

Umuman olganda, (28) shart har doim bajarilishini darhol aytib bo'lmaydi. Shu sababli, agar chap tomondagi birinchi had nolga teng emasligi ma'lum bo'lsa, u holda ifoda nolga teng emasligini isbotlash uchun ikkinchi hadning nolga teng emasligini ko'rsatishning o'zi kifoya qiladi. Ayniqsa, $\alpha \in \mathbb{R}$ bo'lsa, (28) shart har doim bajariladi.

Shunday qilib, yuqorida keltirilgan mulohazalarga asoslanib, teskari masala uchun quyidagi teorema kelamiz.

4-teorema. Faraz qilaylik

$$D_t^\rho h_1(t) \in C[0, \beta], \quad h_2(t) \in C^2[-\alpha, 0], \quad f_1(x_0) \neq 0, \quad f_2(x_0) \neq 0,$$

bo'lsin. Aytaylik, 1-lemma yoki 3-lemmaning shartlari bajarilsin, hamda $f_1(x)$, $f_2(x)$ va $\varphi(x)$ funksiyalari 2-teorema shartlarini qanoatlantirsin va [5] ishidagi 6-teoremaning 1) yoki 2) farazlaridan biri bajarilsin. U holda, agar $\phi_1(0) = 0$ yoki $\phi_2(0) = 0$ bo'lsa, (24) va (25) integral tenglamalar sistemasi yagona yechimga ega bo'ladi, ya'ni $\phi_2(t) \in C[-\alpha, 0]$ va $\phi_1(t) \in C[0, \beta]$. Shundan so'ng, $u(x, t)$ funksiyasini (21) formuladan

topish mumkin. Endi $f_1(x_0) \neq 0$ va $f_2(x_0) \neq 0$ shartlari teskari masalaning yagona yechimga ega bo'lishi uchun muhimligini ko'rsatamiz. Darhaqiqat, $f_1(x) = f_2(x) = \sin \sqrt{\lambda_m} x$, ko'rinishdagi funksiyalar mavjud, bu yerda m - ixtiyoriy natural son, x_0 esa shunday tanlanganki, $f_1(x_0) = f_2(x_0) = \sin \sqrt{\lambda_m} x_0 = 0$.

Shunda, $f_1(x) = f_2(x) = \sin \sqrt{\lambda_m} x$ bo'lganda va ixtiyoriy $\phi_1(t) \in C[0, \beta]$, $\phi_2(t) \in C[-\alpha, 0]$ uchun $h_1(t) \equiv 0$, $h_2(t) \equiv 0$ hollarda teskari masalaning quyidagi nol bo'lmagan yechimi mavjud:

$$u_{1m}(x, t) = T_{1m}(t) \sin \sqrt{\lambda_m} x, \quad (29)$$

bu yerda

$$T_{1m}(t) = \begin{cases} \frac{\omega_{1m}}{\Delta_\alpha(m)} E_{\rho,1}(-\lambda_m t^\rho) + f_{1m} \int_0^t (t-\tau)^{\rho-1} E_{\rho,\rho}(-\lambda_m (t-\tau)^\rho) \phi_1(\tau) d\tau, & t > 0, \\ \frac{\omega_{1m}}{\Delta_\alpha(m)} \left(\cos \sqrt{\lambda_m} t - \sqrt{\lambda_m} \sin \sqrt{\lambda_m} t \right) + \frac{f_{1m} \phi_1(0) \sin \sqrt{\lambda_m} t}{\sqrt{\lambda_m}} \\ + \frac{f_{2m}}{\sqrt{\lambda_m}} \int_0^t \phi_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_m} (t-\tau) d\tau, & t < 0, \end{cases}$$

va

$$\omega_{1m} = \varphi_m + \frac{f_{1m} \phi_1(0) \sin \sqrt{\lambda_m} \alpha}{\sqrt{\lambda_m}} - \frac{f_{2m}}{\sqrt{\lambda_m}} \int_{-\alpha}^0 \phi_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_m} (\alpha + \tau) d\tau.$$

ADABIYOTLAR:

1. Machado J.A. *Handbook of Fractional Calculus with Application*. – Berlin: De Gruyter, 2019.
2. Ashurov R.R., Shakarova M.D. Inverse problem for the subdiffusion equation with fractional Caputo derivative // *Ufa Mathematical Journal*. – 2024. № 1. – pp. 111–126.
3. Karimov E.T., Pengbin F. Inverse source problems for time-fractional mixed parabolic-hyperbolic-type equations // *De Gruyter*. – 2015. № 4. – pp. 339–353.
4. Salakhitdinov M.S., Karimov E.T. Uniqueness of inverse source nonlocal problem for fractional order mixed type equation // *Eurasian Mathematical Journal*. – 2016. № 4. – pp. 74–83.
5. Sabitov K.B. Initial boundary and inverse problems for the inhomogeneous equation of a mixed parabolic-hyperbolic equation // *Mathematical Notes*. – 2017. № 3. – pp. 378–395.
6. Sidorov S.N. Inverse problems for a degenerate mixed parabolic-hyperbolic equation on finding time-depending factors in right-hand sides // *Ufa Mathematical Journal*. – 2019. № 1. – pp. 75–89.
7. Abdullaev O.Kh., Yuldashev T.K. Inverse problems for the loaded parabolic-hyperbolic equation involves Riemann-Liouville operator // *Lobachevskii Journal of Mathematics*. – 2023. № 3. – pp. 1080–1090.
8. Durdiev D.K. Inverse source problem for an equation of mixed parabolic-hyperbolic type with the time fractional derivative in a cylindrical domain // *Vestn. Sam. Gos. Tekhn. Univ., Ser. Phys. Math. Sci.* – 2022. № 26. – pp. 355–367.
9. Pskhu A.V. *Partial Differential Equations of Fractional Order*. – Moscow: Nauka, 2005. [in Russian]
10. Sabitov K.B. Nonlocal problem for a parabolic-hyperbolic equation in rectangular domain // *Mathematical Notes*. – 2011. № 4. – pp. 596–602.
11. Sabitov K.B., Safin E.M. The inverse problem for an equation of mixed parabolic-hyperbolic type // *Mathematical Notes*. – 2010. № 6. – pp. 880–889.
12. Kilbas A.A., Srivastava H.M., Trujillo J.J. *Theory and Applications of Fractional Differential Equations*. – Amsterdam: Elsevier Science, 2006.
13. Sabitov K.B. *Functional, Differential and Integral Equations*. – Moscow: Vysshaya Shkola, 2005. [in Russian]

SONLAR KETMA-KETLIGI LIMITIGA DOIR AYRIM OLIMPIADA MASALALARI

Qo‘shaqov Xolmurodjon Shermamatovich,
Andijon davlat universiteti dotsenti
xolmurodjonqoshaqov737@gmail.com
Toxirjonova Shoxsanam Dilmurod qizi,
Andijon davlat universiteti talabasi
kobilovd139@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada matematika fani bo‘yicha oliy ta‘lim muassasalari talabalari o‘rtasida o‘tkaziladigan xalqaro va respublika fan olimpiadalarida ko‘p uchraydigan sonlar ketma-ketligi va ularning limitiga oid masalalar ko‘rib chiqiladi. Sonlar ketma-ketligi va uning limiti tushunchasi matematik analizning muhim tushunchalaridan biri bo‘lib, matematika yo‘nalishi talabalariga dastlabki bosqichlardanoq chuqur o‘rgatiladi. Limit tushunchasining mohiyati, ketma-ketliklarning xossalari, ularning tahlil usullari va turli yechim strategiyalari misollar asosida yoritiladi. Maqola orqali talabalarining mantiqiy fikrlashi va matematik tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantirish ko‘zda tutilgan. Maqola matematika fani bo‘yicha chuqur bilimga ega bo‘lishni istagan talabalar, o‘qituvchilar va olimpiada ishtirokchilari uchun foydali manba bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: ketma-ketlik limiti, fundamental ketma-ketlik, Shtols-Chezaro teoremasi, Lopital teoremasi, Stirling formulasi.

SOME OLYMPIAD PROBLEMS ON THE LIMIT OF NUMBER SEQUENCES

Abstract. This article examines problems related to number sequences and their limits, which are frequently encountered in international and republican subject olympiads among students of higher educational institutions in mathematics. The concept of a number sequence and its limit is one of the important concepts in mathematical analysis and is taught to students of mathematics from the initial stages. The essence of the concept of a limit, the properties of sequences, their analysis methods, and various solution strategies are illustrated with examples. The article aims to develop students' logical thinking and mathematical analysis skills. The article serves as a useful resource for students, teachers, and olympiad participants who wish to gain a deeper understanding of mathematics.

Keywords: Limit of a sequence, fundamental sequence, Stolz-Cesaro theorem, L'Hopital's theorem, Stirling's formula.

НЕКОТОРЫЕ ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ НА ПРЕДЕЛ ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Аннотация. В данной статье рассматриваются задачи, связанные с числовыми последовательностями и их пределами, которые часто встречаются на международных и республиканских предметных олимпиадах по математике среди студентов высших учебных заведений. Понятие числовой последовательности и ее предела является одним из важных понятий математического анализа и преподается студентам математических специальностей с начальных этапов. Сущность понятия предела, свойства последовательностей, методы их анализа и различные стратегии решения освещаются на примерах. Статья направлена на развитие у студентов логического мышления и навыков математического анализа. Данный материал служит полезным источником для студентов, преподавателей и участников олимпиад, желающих углубить свои знания в области математики.

Ключевые слова: Предел последовательности, фундаментальная последовательность, теорема Штольца-Чезаро, правило Лопиталья, формула Стирлинга.

Kirish. Matematikaning asosiy bo‘limlaridan biri bo‘lgan analizda sonlar ketma-ketligi va ularning limitlari muhim tushunchalardan hisoblanadi. Matematika yo‘nalishi talabalari o‘rtasida o‘tkaziladigan

xalqaro va respublika fan olimpiadalari matematikasida esa bu tushunchalar nafaqat to'g'ridan-to'g'ri, balki bilvosita, boshqa bo'limlar bilan integratsiyalashgan holatda uchraydi. Shu boisdan, sonlar ketma-ketligining limitiga oid masalalarni to'g'ri tahlil qilish va samarali yechish strategiyalarini o'zlashtirish muhim ahamiyatga ega.

Dastlab asosiy tushunchalarning ta'riflarini keltirib olamiz.

Bizga biror

$$x_n : x_1, x_2, x_3, K, x_n, K, \dots \quad (1)$$

ketma-ketlik hamda $a \in R$ son berilgan bo'lsin.

1-ta'rif. Agar $\forall \varepsilon > 0$ olinganida ham natural son $n_0 \in N$ mavjud bo'lsaki, $n > n_0$ tengsizlikni qanoatlantiruvchi barcha natural sonlar uchun

$$|x_n - a| < \varepsilon \quad (2)$$

tengsizlik bajarilsa, a son x_n ketma-ketlikning limiti deb ataladi.

2-ta'rif. Agar $\forall \varepsilon > 0$ olinganda ham shunday $n_0 \in N$ son mavjud bo'lsaki, barcha $n > n_0$ va barcha $m > n_0$ lar uchun

$$|x_n - x_m| < \varepsilon \quad (3)$$

tengsizlik bajarilsa, x_n fundamental (Koshi ketma-ketligi) ketma-ketlik deb ataladi.

Asosiy qism. Ushbu Shtols-Chezaro teoremasi limitga doir olimpiada masalalarini yechishda ko'p qo'llaniladi. Undan foydalanish talabaning mahoratiga bog'liq.

1-teorema (Shtols-Chezaro teoremasi). Agar $\{a_n\}$ va $\{b_n\}$ ketma-ketliklar quyidagi shartlarni qanoatlantirsa

1. $\{b_n\}$ ketma-ketlik monoton va uning limiti cheksiz

$$2. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1} - a_n}{b_{n+1} - b_n} = L;$$

u holda

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_n}{b_n} = L.$$

Endi xalqaro va respublika fan olimpiadalarida ko'p uchraydigan sonlar ketma-ketligi va ularning limitiga oid masalalar va ularning yechimlaridan namunalar keltiramiz:

1-misol. Hisoblang:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} |\sin(\pi\sqrt{n^2 + n + 1})|$$

Yechim: $|\sin x|$ funksiyasi davri π ga teng bo'lgan davriy funksiya. Shuning uchun

$$\lim_{n \rightarrow \infty} |\sin(\pi\sqrt{n^2 + n + 1})| = \lim_{n \rightarrow \infty} |\sin(\pi\sqrt{n^2 + n + 1} - n)|$$

bo'ladi. Lekin

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (\sqrt{n^2 + n + 1} - n) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2 + n + 1 - n^2}{\sqrt{n^2 + n + 1} + n} = \frac{1}{2}.$$

Bundan limitning $|\sin \frac{\pi}{2}|$ ga ya'ni 1 ga teng ekanligi kelib chiqadi, ya'ni

$$\lim_{n \rightarrow \infty} |\sin(\pi\sqrt{n^2 + n + 1})| = 1.$$

2-misol. Aytaylik a va b sonlari $a \cdot 2^n + b$ barcha natural sonlarda to'la kvadrat bo'ladigan butun sonlar bo'lsin. $a = 0$ ekanini isbotlang.

Yechim: Faraz qilaylik $a \neq 0$ bo'lsin. Demak $a > 0$ yoki ifoda oxiri manfiy bo'lib qoladi. Aytaylik

$$x_n = \sqrt{a \cdot 2^n + b}$$

bo'lsin. U holda

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} (2x_n - x_{n+2}) &= \lim_{n \rightarrow \infty} (\sqrt{a \cdot 2^{n+2} + 4b} - \sqrt{a \cdot 2^{n+2} + b}) = \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3b}{\sqrt{a \cdot 2^{n+2} + 4b} + \sqrt{a \cdot 2^{n+2} + b}} = 0 \end{aligned}$$

Bu butun sonlardan iborat ketma-ketlikdir, shuning uchun shunday bir N soni mavjudki, har bir $n \geq N$ uchun $2x_n = x_{n+2}$ tenglik bajariladi. Lekin $2x_n = x_{n+2}$ tengligi $b = 0$ bo'lishiga ekvivalent. Shunda a va $2a$ bir vaqtning o'zida kvadrat sonlar bo'ladi. Bu esa mumkin emas. Demak $a = 0$ bo'lishi kerak ekan.

(Polish Team Selection Test for the International Mathematical Olimpiad)

3-misol. Isbotlang:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n^2 \int_0^{\frac{1}{n}} x^{x+1} dx = \frac{1}{2}.$$

Yechim: Bizga ma'limki,

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} x^x = 1$$

Buning isboti Lopital teoremasi orqali bo'ladi:

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} x^x = \lim_{x \rightarrow 0^+} e^{x \ln x} = e^{\lim_{x \rightarrow 0^+} x \ln x} = e^{\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\ln x}{\frac{1}{x}}} = e^{\lim_{x \rightarrow 0^+} (-x)} = 1$$

Masalaga qaytsak, $\varepsilon > 0$ uchun, shunday $\delta > 0$ tanlash mumkinki, shunday $0 < x < \delta$ uchun,

$$|x^x - 1| < \varepsilon$$

$n \geq \frac{1}{\delta}$ uchun bizda bor:

$$|n^2 \int_0^{\frac{1}{n}} (x^{x+1} - x) dx| \leq n^2 \int_0^{\frac{1}{n}} |x^{x+1} - x| dx =$$

$$= n^2 \int_0^{\frac{1}{n}} x |x^{x+1} - x| dx < \varepsilon n^2 \int_0^{\frac{1}{n}} x dx = \frac{\varepsilon}{2}.$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^{\frac{1}{n}} (x^{x+1} - x) dx = 0$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n^2 \int_0^{\frac{1}{n}} x^{x+1} dx = \lim_{n \rightarrow \infty} n^2 \int_0^{\frac{1}{n}} x dx = \frac{1}{2}.$$

4-misol. Aytaylik $\{a_n\}$ quyidagi rekurent munosabat bilan aniqlangan haqiqiy sonlar ketma-ketligi bo'lsin:

$$\forall n \geq 1 \text{ lar uchun } a_{n+1} = \sqrt{a_n^2 + a_n - 1}.$$

U holda $a_1 \notin (-2, 1)$ ekanligini isbotlang.

Yechim: Avvalo, kvadrat ildiz ostidagi ifodani tekshiramiz. Uning nolga teng bo'ladigan nuqtalari bu:

$$\frac{-1 \pm \sqrt{5}}{2}$$

Shunday qilib, barcha $n \geq 2$ uchun $a_n \geq 0$ bo'ladi, chunki u butun sonning kvadrat ildizi. Bu shartga ko'ra barcha $n \geq 2$ uchun

$$a_n \geq \frac{-1 + \sqrt{5}}{2}, \quad r = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2}$$

kabi belgilash kiritamiz.

Teskarisidan faraz qilaylik, $a_1 \in (-2, 1)$. Bunda

$$a_2^2 = a_1^2 + a_1 - 1 = \left(a_1 + \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{5}{4} < \left(\frac{3}{2}\right)^2 - \frac{5}{4} = 1,$$

shunday qilib $a_2 \in [r, 1)$. U holda:

$$a_{n+1}^2 = a_n^2 + a_n - 1 < a_n^2 < 1,$$

bunda

$$a_n \in [r, 1) \text{ va } a_{n+1} < a_n.$$

Bundan esa ketma-ketlikning chegaralangan hamda qat'iy kamayuvchi ekanligi kelib chiqadi. Demak, u limitga ega, deylik bu limit L bo'lsin. Bu limit $[r, 1)$ oraligida joylashgan bo'lishi kerak.

Rekurent tenglamadan:

$$L = \sqrt{L^2 + L - 1} \Rightarrow L = 1$$

Ammo bu yechim oraliqqa mos kelmaydi. Demak, farazimiz noto'g'ri ekan.

Bundan $a_1 \notin (-2, 1)$ ekanligi kelib chiqadi.

(Bulgarian Mathematical Olimpiad, 2002)

5-misol. Aytaylik a_0, b_0, c_0 haqiqiy sonlar bo'lsin. $(a_n)_n, (b_n)_n, (c_n)_n$ ketma-ketliklar quyidagi rekurent munosabatlar bilan aniqlangan bo'lsin:

$$a_{n+1} = \frac{a_n + b_n}{2}, \quad b_{n+1} = \frac{b_n + c_n}{2}, \quad c_{n+1} = \frac{a_n + c_n}{2}, \quad n \geq 0.$$

Ketma-ketliklar yaqinlashuvchi ekanligini isbotlang va ularning limitini toping.

Yechim: Uchta (x, y, z) uchun quyidagicha ta'riflaymiz:

$$\Delta(x, y, z) = \max(|x - y|, |x - z|, |y - z|)$$

Aytaylik $\Delta(a_0, b_0, c_0) = \delta$ bo'lsin. Rekurent munosabatdan bizda quyidagi tenglik mavjud:

$$\Delta(a_{n+1}, b_{n+1}, c_{n+1}) = \frac{1}{2} \Delta(a_n, b_n, c_n), \quad n \geq 0$$

Induksiya farazidan

$$\Delta(a_n, b_n, c_n) = \frac{1}{2^n} \delta.$$

Shuningdek,

$$\begin{aligned} \max(|a_{n+1} - a_n|, |b_{n+1} - b_n|, |c_{n+1} - c_n|) &= \frac{1}{2} \Delta(a_n, b_n, c_n). \\ |a_{n+1} - a_n|, |b_{n+1} - b_n|, |c_{n+1} - c_n| \text{ barchasi } &\leq \frac{1}{2^{n+1}} \delta. \end{aligned}$$

Demak,

$$n > m \geq 1, |a_n - a_m|, |b_n - b_m|, |c_n - c_m|$$

quyidagidan kichik bo'ladi:

$$\left(\frac{1}{2^m} + \frac{1}{2^{m+1}} + \dots + \frac{1}{2^n}\right) \delta < \frac{\delta}{2^m}$$

Bu ketma-ketliklar Koshi ketma-ketliklari ekanini isbotlaydi, shuning uchun ular yaqinlashuvchi. Chunki $n \rightarrow \infty$ da $(a_n, b_n, c_n) \rightarrow 0$. Uchala ketma-ketlik ham bir xil L limitga intiladi.

Oxirida har qanday n uchun

$$a_n + b_n + c_n = a_0 + b_0 + c_0$$

tenglik o'rinli bo'lgani sababli, shunday xulosa qilamizki:

$$a_0 + b_0 + c_0 = 3L \Rightarrow L = \frac{a_0 + b_0 + c_0}{3}.$$

6-misol. Quyidagi ko'rinishdagi ko'phad berilgan bo'lsin:

$$P(x) = a_m x^m + a_{m-1} x^{m-1} + \dots + a_0, \quad a_i > 0, \quad i = 0, 1, \dots, m.$$

A_n va G_n esa $P(1), P(2), \dots, P(n)$ sonlarining mos ravishda o'rta arifmetik va o'rta geometrik qiymati bo'lsin. U holda isbotlang:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{A_n}{G_n} = \frac{e^m}{m+1}$$

Yechim: Aytaylik, barcha $x = 1, 2, \dots, n$ uchun $P(x) > 0$ bo'lsin. Bu holatda o'rta geometrik to'liq aniqlangan bo'ladi. Biz ikki xil ketma-ketlikni alohida tahlil qilamiz. Quyidagicha belgilash kiritamiz,

$$S_{n,k} = 1 + 2^k + 3^k + \dots + n^k.$$

Chunki

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S_{n+1,k} - S_{n,k}}{(n+1)^{k+1} - n^{k+1}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n+1)^k}{C_{k+1}^1 n^k + C_{k+1}^2 n^{k-1} + \dots + 1} = \frac{1}{k+1},$$

Shtols-Chezaro teoremasiga ko'ra

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S_{n,k}}{n^{k+1}} = \frac{1}{k+1}$$

$$A_n = \frac{P(1) + P(2) + \dots + P(n)}{n} = a_m \frac{S_{n,m}}{n} + a_{m-1} \frac{S_{n,m-1}}{n} + \dots + a_0$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{A_n}{n^m} = \frac{a_m}{m+1}.$$

Endi o'rtacha geometrikni ko'rib chiqamiz. Shtols-Chezarov teoremasini quyidagi ketma-ketliklarga qo'llaymiz:

$$u_n = \ln \frac{P(1)}{1^m} + \ln \frac{P(2)}{2^m} + \dots + \ln \frac{P(n)}{n^m}$$

va $v_n = n$, $n \geq 1$. U holda

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{u_n}{v_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \ln \frac{G_n}{(n!)^{m/n}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \ln \frac{P(n)}{n^m} = \ln a_m$$

Demak,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{A_n}{G_n} \left(\frac{\sqrt[n]{n!}}{n} \right)^m = \frac{1}{m+1}.$$

Endi Stirling formulasini eslatib o'tamiz:

$$n! \approx n^n e^{-n} \sqrt{2\pi n}.$$

Yoki quyidagicha mantiqan yondashish mumkin:

Aytaylik,

$$u_n = \frac{n!}{n^n}.$$

Agar Shtols-Chezarov teoremasini $\ln u_n$ ga qo'llaymiz va $v_n = n$ deymiz.

Agar

$$\frac{u_{n+1}}{u_n} \rightarrow L$$

bo'lsa, u holda $\sqrt[n]{u_n} \rightarrow L$, ya'ni o'sha limitga intiladi. Chunki:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{u_{n+1}}{u_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n}{n+1} \right)^n = \frac{1}{e}.$$

Shundan,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[n]{n!}}{n} = \frac{1}{e}$$

Demak,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{A_n}{G_n} = \frac{e^m}{m+1}$$

to'g'ri ekan.

(Gazeta Matematika (Mathematics Gazette, Bucharest), 1937)

Xulosa. Sonlar ketma-ketligi va ularning limitlariga doir masalalar matematika fani bo'yicha Oliy ta'lim muassasalari talabarlari o'rtasida o'tkaziladigan xalqaro va respublika fan olimpiadalarida ko'p uchraydigan va chuqur tahlilni talab qiluvchi yo'nalishlaridan biridir. Bunday masalalar orqali talabalar faqatgina texnik yechimlar emas, balki mantiqiy fikrlash, umumlashtirish, va noaniqlikni aniqlik bilan ifodalash ko'nikmalarini rivojlantiradi. Muvaffaqiyatli tayyorlanish uchun nazariy bilimlar bilan bir qatorda, ko'plab amaliy mashqlar va turli darajadagi masalalarni yechish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR:

1. «Математика в школе» (Россия), «Квант» (Россия), «Соровский образовательный журнал» (Россия) журналлари.
2. Mathematical Olympiads, Problems and solutions from around the world, 1998-1999. Edited by T.Andreescu and Z.Feng, Washington: 2000.
3. Berman G.N. Сборник задач по математическому анализу. — Москва: Наука, 1981. — 400 с.
4. Demidovich B.P. Problems in Mathematical Analysis. — Moscow: Mir Publishers, 1976. — 462 p.

5. Kaczor W.J., Nowak M.T. *Problems in Mathematical Analysis I: Real Numbers, Sequences and Series*. — New York: Birkhäuser, 2000. — 433 p.
6. Gelca R., Andreescu, T. *Putnam and Beyond*. — New York: Springer, 2007. — 798 p.
7. Teodoru, M., Weir, A.J. *Problems in Real Analysis: Advanced Calculus on the Real Axis*. — Boca Raton: CRC Press, 2003. — 432 p.
8. Хинчин А.Я. *Сборник задач и упражнений по математическому анализу*. — Москва: Наука, 1978. — 256 с.
9. Бухштабер А.Ф., Винберг, Е.Б. *Задачи и упражнения по математическому анализу*. — Москва: МЦНМО, 2001. — 352 с.
10. Andreescu T., Dospinescu V. *Mathematical Olympiad Treasures*. — New York: Birkhäuser, 2004. — 306 p.
11. *International Mathematical Olympiads (IMO). IMO Compendium: A Collection of Problems Suggested for the International Mathematical Olympiads: 1959–2009*. — Springer, 2011. — 824 p.
12. *Art of Problem Solving (AoPS)* <https://artofproblemsolving.com> — Olimpiada darajasidagi matematik masalalar uchun interaktiv platforma.

INTEGRATION OF THE NON-STATIONARY EXTENDED FIFTH-ORDER MODIFIED KORTEWEG-DE VRIES EQUATION IN THE CLASS OF RAPIDLY DECREASING FUNCTIONS

Hoitmetov Umid Azadovich,

*Преподаватель Urgench State University named after Abu Rayhan Biruni,
Associate Professor, Department of Applied Mathematics and
Mathematical Physics, D.Sc. (Phys.-Math.)
x.umid@urdu.uz*

Sobirov Shekhzod Kuchkarbay ugli,

*Преподаватель Urgench State University named after Abu Rayhan Biruni,
Assistant, Department of Applied Mathematics and Mathematical Physics
shexzod@urdu.uz*

Abstract. This work investigates the Cauchy problem for a fifth-order modified Korteweg-de Vries equation with time-dependent coefficients and an additional term in the class of rapidly decreasing functions. We examine the evolution of scattering data for the associated non-self-adjoint Dirac operator emerging during integration of the fifth-order modified Korteweg-de Vries equation. Particular focus is given to the well-posedness of the Cauchy problem for this equation under rapidly decaying initial conditions. An efficient solution algorithm is developed using the inverse scattering transform method, specifically adapted for this nonlinear model. The theoretical results are demonstrated through a concrete example, contributing to integrable systems theory and expanding the class of solvable nonlinear equations with variable coefficients.

Keywords: fifth-order modified Korteweg-de Vries equation, Dirac operator, Jost solutions, scattering data, Gelfand-Levitan-Marchenko integral equation, solitons, evolution of scattering data, Cauchy problem.

ИНТЕГРИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО РАСШИРЕННОГО МОДИФИЦИРОВАННОГО УРАВНЕНИЯ КОРТЕВЕГА-ДЕ ФРИЗА ПЯТОГО ПОРЯДКА В КЛАССЕ БЫСТРО УБЫВАЮЩИХ ФУНКЦИЙ

Аннотация. В данной работе изучается задача Коши для модифицированного уравнения Кортевега-де Фриза пятого порядка с зависящими от времени коэффициентами и дополнительным членом в классе быстро убывающих функций. Исследуется эволюция данных рассеяния для связанного несамосопряженного оператора Дирака, возникающего при интегрировании данного уравнения. Особое внимание уделено корректности постановки задачи Коши в случае быстро убывающих начальных условий. Разработан эффективный алгоритм решения на основе метода обратной задачи рассеяния, адаптированный для рассматриваемой нелинейной модели. Теоретические результаты проиллюстрированы конкретным примером, что способствует развитию теории интегрируемых систем и расширению класса разрешимых нелинейных уравнений с переменными коэффициентами.

Ключевые слова: модифицированное уравнение Кортевега-де Фриза пятого порядка, оператор Дирака, решения Йоста, данные рассеяния, интегральное уравнение Гельфанда-Левитана-Марченко, солитоны, эволюция данных рассеяния, задача Коши.

NOSTATIONARY KENYAYIRILGAN BESHINCHI TARTIBLI O'ZGARTILGAN KORTEWEG-DE VRIES TENGLAMASining TEZ KAMAYTIRGAN FUNKSIYALAR SINFIDA INTEGRA

Annotatsiya. Ushbu ishda vaqtga bog'liq koeffitsiyentlar va qo'shimcha hadga ega beshinchi tartibli modifitsirlangan Kortevag-de Friz tenglamasi uchun Koshi masalasi tez kamayuvchi funksiyalar sinfida o'rganiladi. Tenglamani integrallash jarayonida paydo bo'ladigan o'z-o'ziga qo'shma bo'lmagan Dirak operatori uchun sohilish nazariyasi berilganlarining evolyutsiyasi tadqiq etiladi. Tez kamayuvchi boshlang'ich shartlar ostida Koshi masalasining to'g'ri qo'yilganligiga alohida e'tibor berilgan. Sohilish

nazariyasining teskari masalalari usuliga asoslangan va ushbu model uchun moslashtirilgan samarali yechish algoritmi ishlab chiqilgan. Nazariy natijalar aniq misol bilan tasdiqlanib, bu integrallanadigan sistemalar nazariyasi va o'zgaruvchan koeffitsiyentli yechiladigan noxiziqli tenglamalar sinfini kengaytirishga hissa qo'shadi.

Kalit so'zlar: beshinchi tartibli modifitsirlangan Korteveg-de Friz tenglamasi, Dirak operatori, Yost yechimlari, sochilish nazariyasining berilganlari, Gelfand-Levitan-Marchenko integral tenglamasi, solitonlar, sochilish nazariyasi berilganlarining evolyutsiyasi, Koshi masalasi.

Introduction. Nonlinear evolution equations, which occupy a central role in the theory of partial differential equations, serve as the analytical backbone for describing the dynamics of multi-component physical systems. In these systems, nonlinear interactions are paramount, and the explicit time-dependence of the equations enables the modeling of spontaneous emergence of ordered structures during evolution. These equations are extensively used to study phenomena where self-organization, soliton formation, turbulence, and other nonlinear effects are decisive – greatly surpassing the relevance of linear models. Among the most studied examples are the Korteweg-de Vries (KdV) equation [3], which characterizes shallow water wave propagation; the modified Korteweg-de Vries (mKdV) equation [14], pertinent to two-layer media; the sine-Gordon equation [1], which models topological defects; along with their numerous variants [7, 11] that account for additional physical factors.

Equations of the mKdV type, enriched by the inclusion of additional terms, are extensively employed to analyze a wide range of physical phenomena. For instance, in [6] these equations are used to model boundary waves in two-layer fluids with variable depth, where the inhomogeneity of the medium significantly affects the dispersive characteristics. In plasma physics, as demonstrated in [4], the mKdV equation captures the dynamics of Alfvén waves in regimes where particle collision frequencies are negligible—a condition typical of high-temperature, rarefied plasmas. Another example is found in the study of ion-acoustic solitons in homogeneous plasma [10], where the equation helps to identify the stability conditions of these quasi-particle excitations. Moreover, mKdV equations are applied in optics, such as in the analysis of ultrashort light pulse propagation in fiber systems where nonlinear self-focusing effects play a crucial role [5]. In the field of biomechanics, they serve to model pulse waves in elastic arterial walls subjected to deformations caused by blood flow [13], thereby offering new avenues for the diagnosis of cardiovascular diseases.

In many cases, mathematical models are augmented with higher-order nonlinear terms that capture advanced self-interaction effects, as well as dissipative components responsible for energy loss. As demonstrated in [8, 9], these modifications enable a more precise representation of complex wave interaction scenarios in non-conservative systems. For instance, when modeling ultrashort laser pulse propagation, incorporating fifth-order nonlinearity and dissipation proves essential for simulating the formation of stable light structures, while in hydrodynamics, it facilitates the description of soliton attenuation in viscous media. Such extended equations act as a crucial bridge between theoretical research and practical applications, ensuring that mathematical predictions closely match experimental observations.

In the context of investigating small-amplitude surface waves in channels with gradually varying geometrical parameters and nonzero vorticity, the study in [12] examines a generalized fifth-order mKdV equation of the form

$$u_t + 30u^4u_x + 10u_x^3 + 40uu_xu_{xx} + 10u_x^2u_{xxx} + u_{xxxxx} + h(t)u_x = 0,$$

A significant result of this study is the demonstration of the integrability of the equation in the sense of the Painlevé condition, as well as the construction of a family of multisoliton solutions using a modified version of the Hirota method [12].

Formulation of the problem. This study examines a fifth-order extended mKdV equation with time-dependent coefficients and an additional nonlinear term. Specifically, the following equation is analyzed:

$$u_t + p(t)(6u_x^2u + u_{xxx}) + q(t)(30u^4u_x + 10u_x^3 + 40uu_xu_{xx} + 10u_x^2u_{xxx} + u_{xxxxx}) + s(t)u_x = 0 \quad (1)$$

where $p(t)$, $q(t)$, and $s(t)$ are continuously differentiable prescribed functions.

Equation (1) is investigated under the initial condition

$$u(x, 0) = u_f(x) \quad (2)$$

where the function $u_f(x)$ ($-\infty < x < \infty$) satisfies the following criteria:

$$1. \quad |\nu_\zeta(x)| e^{2\varepsilon|x|} \leq \frac{\sigma}{(1+|x|)^{1+\zeta}}, \quad (3)$$

for positive constants $\varepsilon > 0$, $\zeta > 0$, and $\sigma > 0$.

$$2. \text{ The Dirac-type operator } L(0) = i \begin{pmatrix} \frac{d}{dx} & -\nu_\zeta(x) \\ -\nu_\zeta(x) & -\frac{d}{dx} \end{pmatrix} \text{ possesses exactly } N \text{ simple eigenvalues}$$

$c_1(0), c_2(0), \dots, c_N(0)$ in the upper half-plane and lacks spectral singularities.

The solution $\nu_\zeta(x, t)$ is assumed to exhibit sufficient smoothness and sufficiently rapid decay as $x \rightarrow \pm\infty$, quantified by the condition:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{2\varepsilon|x|} \left(\sum_{k=0}^5 \left| \frac{\partial^k \nu_\zeta(x, t)}{\partial x^k} \right| \right) dx < \infty. \quad (4)$$

The central aim of this work is to derive explicit representations for the solution $u(x, t)$ of the problem (1)-(4) using the inverse scattering transform (IST) framework applied to the time-dependent Dirac operator

$$L(t) = i \begin{pmatrix} \frac{d}{dx} & -\nu_\zeta(x, t) \\ -\nu_\zeta(x, t) & -\frac{d}{dx} \end{pmatrix}.$$

i.

Preliminaries

Consider the Dirac system of equations:

$$\begin{cases} v_{1x} + ic v_1 = \nu_\zeta(x) v_2, \\ v_{2x} - ic v_2 = -\nu_\zeta(x) v_1, \end{cases} \quad (5)$$

with the potential $\nu_\zeta(x)$ satisfying condition (3).

System (27) admits Jost solutions with the following asymptotic behavior:

$$\begin{aligned} \Phi(x, c) : \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{-icx} \Bigg\}, \quad \text{Im } c = 0, \quad x \rightarrow -\infty; & \quad \Psi(x, c) : \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} e^{icx} \Bigg\}, \quad \text{Im } c = 0, \quad x \rightarrow \infty. \\ \bar{\Phi}(x, c) : \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix} e^{icx} \Bigg\}, & \quad \bar{\Psi}(x, c) : \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{-icx} \Bigg\}, \end{aligned} \quad (6)$$

For real c , the pairs $\{\Phi, \bar{\Phi}\}$ and $\{\Psi, \bar{\Psi}\}$ form linearly independent solution sets for (5). Consequently, the following scattering relations hold:

$$\begin{cases} \Phi = \alpha(c) \bar{\Psi} + \beta(c) \Psi \\ \bar{\Phi} = -\bar{\alpha}(c) \Psi + \bar{\beta}(c) \bar{\Psi} \end{cases}, \quad \begin{cases} \Psi = -\alpha(c) \bar{\Phi} + \bar{\beta}(c) \Phi \\ \bar{\Psi} = \bar{\alpha}(c) \Phi + \beta(c) \bar{\Phi} \end{cases} \quad (7)$$

where $\alpha(c) = W\{\Phi, \Psi\}$ and $\beta(c) = W\{\bar{\Psi}, \Phi\}$ (Wronskians). The coefficients satisfy:

$$|\alpha(c)|^2 + |\beta(c)|^2 = 1, \quad \bar{\alpha}(c) = \alpha(-c), \quad \bar{\beta}(c) = \beta(-c). \quad (8)$$

The coefficients $\alpha(c)$ and $\beta(c)$ are continuous for $\text{Im } c = 0$ and satisfy the asymptotic equalities:

$$\alpha(c) = 1 + O\left(\frac{1}{|c|}\right), \quad \beta(c) = O\left(\frac{1}{|c|}\right), \quad |c| \rightarrow \infty.$$

The Jost solution $\Psi(x, c)$ admits the integral representation (see [15, p. 33]):

$$\Psi(x, c) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} e^{icx} + \int_x^\infty K(x, s) e^{ics} ds, \quad (9)$$

where $K(x, s) = \begin{pmatrix} K_1(x, s) \\ K_2(x, s) \end{pmatrix}$. The kernel $K(x, s)$ is independent of c , and the potential $\nu_\zeta(x)$ is

reconstructed via:

$$\mathcal{U}(x) = -2c_1(x, x). \quad (10)$$

The function $\mathcal{A}(c)$ (and its counterpart $\bar{\mathcal{A}}(c)$) admits analytic continuation into the upper (lower) half-plane, where it possesses a finite number of zeros c_k ($\bar{c}_k$). These zeros correspond to the eigenvalues of the operator $L(0)$, satisfying the relations:

$$\Phi(x, c_k) = \mathcal{C}_k \Psi(x, c_k), \quad \bar{\Phi}(x, \bar{c}_k) = \bar{\mathcal{C}}_k \bar{\Psi}(x, \bar{c}_k), \quad k = \overline{1, N}.$$

Definition 1. The scattering data for the operator $L(0)$ comprises the set:

$$\left\{ r^+(c) \equiv \frac{\mathcal{B}(c)}{\mathcal{A}(c)}, (c \in \mathbb{R}); c_k, \operatorname{Im} c_k > 0; \mathcal{C}_k, k = \overline{1, N} \right\},$$

where $r^+(c)$ is the reflection coefficient, c_k are discrete eigenvalues, and $\mathcal{C}_k$ are normalization constants.

The components $\mathcal{K}_1(x, s)$ and $\mathcal{K}_2(x, s)$ of the kernel $K(x, y)$ in representation (9) solve the Gelfand-Levitan-Marchenko integral equation for $y > x$:

$$\begin{cases} \mathcal{K}_2(x, y) + \int_x^\infty \mathcal{K}_1(x, s) F(s+y) ds = 0, \\ F(x+y) - \mathcal{K}_1(x, y) + \int_x^\infty \mathcal{K}_2(x, s) F(s+y) ds = 0 \end{cases} \quad (11)$$

where the kernel $F(x)$ is defined as:

$$F(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^\infty r^+(c) e^{icx} dc - i \sum_{j=1}^N \mathcal{C}_j e^{ic_j x}.$$

Remark 1. The vector functions

$$h_n(x) = \frac{\frac{d}{dc}(\Phi - \mathcal{C}_n \Psi)|_{c=c_n}}{\dot{\mathcal{A}}(c_n)}, \quad n = \overline{1, N}, \quad (12)$$

satisfy the eigenvalue equation $L(0)h_n = c_n h_n$. Their asymptotic behavior is given by:

$$h_n(x): \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} e^{ic_n x} \quad x \rightarrow -\infty, \quad h_n(x): \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{-ic_n x}, \quad x \rightarrow \infty. \quad (13)$$

From the asymptotic behavior (13), the Wronskian of Φ_n and h_n satisfies:

$$W\{\Phi_n, h_n\} \equiv \Phi_{n1} h_{n2} - \Phi_{n2} h_{n1} = -\mathcal{C}_n, \quad n = \overline{1, N}. \quad (14)$$

Theorem 1. For the set

$$\left\{ r^+(c) \equiv \frac{\mathcal{B}(c)}{\mathcal{A}(c)}, (c \in \mathbb{R}); c_k, \operatorname{Im} c_k > 0; \mathcal{C}_k, k = \overline{1, N} \right\},$$

to constitute the scattering data of the Dirac operator L , the following conditions are necessary and sufficient:

A) $\mathcal{A}(c)$ and $\mathcal{B}(c)$ are continuous on $\mathbb{R}$ and satisfy the asymptotic relations:

$$\mathcal{A}(c) = 1 + O\left(\frac{1}{|c|}\right), \quad \mathcal{B}(c) = O\left(\frac{1}{|c|}\right), \quad |c| \rightarrow +\infty.$$

B) $\mathcal{A}(c)$ analytically extends to the upper half-plane ($\operatorname{Im} c > 0$) and has finitely many simple zeros at $c_k (k = \overline{1, N})$. In this case, the function $\mathcal{A}(c)$ has no zeros on the real axis, i.e. $\mathcal{A}(c) \neq 0, \forall c \in \mathbb{R}$ and satisfies the asymptotic relation:

$$\mathcal{A}(c) = 1 + O(|c|^{-1}), \quad \operatorname{Im} c \geq 0, \quad |c| \rightarrow +\infty.$$

C) $\mathcal{A}(c)$ is given by the factorization formula ($\operatorname{Im} c > 0$):

$$\mathcal{A}(c) = \exp \left\{ -\frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\ln(1 + r^+(z))}{z - c} dz \right\} \prod_{j=1}^N \frac{c - c_j}{c + c_j},$$

where $r^+(z) = \frac{b(z)}{a(z)}$ for $z \in \mathbb{R}$.

D) The homogeneous matrix integral equation

$$K(x, y) + \int_x^{+\infty} K(x, s)F(s + y)ds = 0$$

admits only the trivial solution $K(x, y) \equiv 0$ for $y > x$. Here,

$$K(x, y) = \begin{pmatrix} \bar{K}_1(x, y) & K_1(x, y) \\ \bar{K}_2(x, y) & K_2(x, y) \end{pmatrix}, \quad F(x) = \begin{pmatrix} 0 & -\bar{F}(x) \\ F(x) & 0 \end{pmatrix},$$

with $\bar{K}_1(x, y) = K_2(x, y)$, $\bar{K}_2(x, y) = -K_1(x, y)$, and

$$F(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} r^+(c) e^{icx} dc - i \sum_{k=1}^N C_k e^{ic_k x}, \quad \bar{F}(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} r^+(-c) e^{-icx} dc + i \sum_{k=1}^N C_k e^{-ic_k x}.$$

E) The functions $f_1(x)$ and $f_2(x)$, defined as

$$f_1(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} r^+(c) e^{icx} dc, \quad f_2(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} r^+(-c) e^{-icx} dc,$$

satisfy the exponential decay estimates:

$$f_1(x) \leq \sigma_1 e^{-2\varepsilon|x|}, \quad f_2(x) \leq \sigma_2 e^{-2\varepsilon|x|}, \quad \sigma_1, \sigma_2 = \text{const.}$$

Theorem 2 (see [2, § 6.2, p. 353]). The scattering data of the operator L uniquely determine L .

Evolution of scattering data

Let the potential $u(x, t)$ in the system of equations

$$\begin{cases} v'_{1x}(x, c, t) + ic v_1(x, c, t) = u(x, t) v_2(x, c, t) \\ v'_{2x}(x, c, t) - ic v_2(x, c, t) = -u(x, t) v_1(x, c, t) \end{cases} \quad (15)$$

is a solution of the equation

$$u_t + \rho(t)(6u^2 u_x + u_{xxx}) + q(t)(30u^4 u_x + 10u^3 u_{xx} + 40u u_x u_{xx} + 10u^2 u_{xxx} + u_{xxxx}) = G(x, t), \quad (16)$$

where $G(x, t) = -s(t)u_x(x, t)$.

Using the operators

$$L(t) = i \begin{pmatrix} \frac{d}{dx} & -u(x, t) \\ -u(x, t) & -\frac{d}{dx} \end{pmatrix} \text{ and } A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}, \quad (17)$$

where

$$\begin{aligned} a_{11} &= q(t)(16ic^5 - 8ic^3 u^2 + 6ic u^4 + 4ic u u_{xx} - 2ic u_x^2) - \rho(t)(4ic^3 - 2ic u^2), \\ a_{12} &= q(t)(-16c^4 u - 8ic^3 u_x + 8c^2 u^3 + 4c^2 u_{xx} + 12ic u^2 u_x + \\ &\quad + 2ic u_{xxx} - 6u^5 - 10u^2 u_{xx} - 10u u_x^2 - u_{xxxx}) + \rho(t)(4u^2 + 2ic u_x - 2u^3 - u_{xx}), \\ a_{21} &= q(t)(16c^4 u - 8ic^3 u_x - 8c^2 u^3 - 4c^2 u_{xx} + 12ic u^2 u_x + \\ &\quad + 2ic u_{xxx} + 6u^5 + 10u^2 u_{xx} + 10u u_x^2 + u_{xxxx}) + \rho(t)(-4u^2 + 2ic u_x + 2u^3 + u_{xx}), \\ a_{22} &= q(t)(-16ic^5 + 8ic^3 u^2 - 6ic u^4 - 4ic u u_{xx} + 2ic u_x^2) + \rho(t)(4ic^3 - 2ic u^2), \end{aligned}$$

equation (17) can be rewritten in the form

$$L_t + [L, A] = iR. \quad (18)$$

$$\text{Here } R = \begin{pmatrix} 0 & -G \\ -G & 0 \end{pmatrix}.$$

Differentiating the equation $L\Phi = c\Phi$, with respect to t , we derive $L_t\Phi + L\Phi_t = c\Phi_t$. Using equation (18), this can be rewritten as

$$(L - c)(\Phi_t - A\Phi) = -iR\Phi. \quad (19)$$

Applying the variation of constants method, we express

$$\Phi_t - A\Phi = B(x)\Psi + D(x)\Phi. \quad (20)$$

To determine $B(x)$ and $D(x)$, the equation

$$M B_x \Psi + M D_x \Phi = -R \Phi, \quad (21)$$

is obtained, where $M = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$. Introducing the notations $\hat{\Phi} = (\Phi_2, \Phi_1)^T$ and $\hat{\Psi} = (\Psi_2, \Psi_1)^T$, and

leveraging the Wronskian properties:

$$\hat{\Psi}^T M \Phi = -\hat{\Phi}^T M \Psi = \alpha(c, t), \quad \hat{\Psi}^T M \Psi = \hat{\Phi}^T M \Phi = 0,$$

we multiply (21) by $\hat{\Phi}^T$ and $\hat{\Psi}^T$ to derive

$$B_x = \frac{\hat{\Phi}^T R \Phi}{\alpha(c, t)}, \quad D_x = -\frac{\hat{\Psi}^T R \Phi}{\alpha(c, t)}. \quad (22)$$

As $x \rightarrow -\infty$, equation (17) implies

$$\Phi_t - A\Phi \rightarrow \begin{pmatrix} -16ic^5 q(t) + 4ic^3 r(t) \\ 0 \end{pmatrix} e^{-icx}.$$

From (20), it follows that

$$D(x) \rightarrow -16ic^5 q(t) + 4ic^3 r(t); \quad B(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow -\infty.$$

Hence, from (22), we can define

$$D(x) = -\frac{1}{\alpha(c, t)} \int_{-\infty}^x \hat{\Psi}^T R \Phi dx + 4ic^3 r(t) - 16ic^5 q(t), \quad B(x) = \frac{1}{\alpha(c, t)} \int_{-\infty}^x \hat{\Phi}^T R \Phi dx.$$

Thus, equation (20) takes the form

$$\Phi_t - A\Phi = \frac{\int_{-\infty}^x \hat{\Phi}^T R \Phi dx}{\alpha(c, t)} \cdot \Psi - \left(\frac{\int_{-\infty}^x \hat{\Psi}^T R \Phi dx}{\alpha(c, t)} - 4ic^3 r(t) + 16ic^5 q(t) \right) \Phi. \quad (23)$$

Following (7), equation (23) can be rewritten as

$$\begin{aligned} \alpha(c, t)_t \bar{\Psi} + \beta(c, t)_t \Psi - A(\alpha(c, t) \bar{\Psi} + \beta(c, t) \Psi) &= \frac{1}{\alpha(c, t)} \int_{-\infty}^x \hat{\Phi}^T R \Phi dx \cdot \Psi - \\ &- \left(\frac{1}{\alpha(c, t)} \int_{-\infty}^x \hat{\Psi}^T R \Phi dx - 4ic^3 r(t) + 16ic^5 q(t) \right) (\alpha(c, t) \bar{\Psi} + \beta(c, t) \Psi). \end{aligned}$$

Taking the limit as $x \rightarrow +\infty$ in the final equation and using (6) and (17), we derive

$$\alpha_t(c, t) = -\int_{-\infty}^{\infty} \hat{\Psi}^T R \Phi dx, \quad \beta_t(c, t) = \frac{1}{\alpha(c, t)} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{\Phi}^T R \Phi dx - \frac{\beta(c, t)}{\alpha(c, t)} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{\Psi}^T R \Phi dx - (32ic^5 q(t) - 8ic^3 r(t)) \beta(c, t). \quad (24)$$

Therefore, for $\text{Im} c = 0$, we have

$$\frac{dr^+(c, t)}{dt} = (-32ic^5 q(t) + 8ic^3 r(t)) r^+(c, t) - \frac{1}{\alpha^2(t)} \int_{-\infty}^{\infty} G(\Phi_1^2 + \Phi_2^2) dx. \quad (25)$$

Lemma 2. If the vector functions $\Phi(x, c, t) = \begin{pmatrix} \Phi_1(x, c, t) \\ \Phi_2(x, c, t) \end{pmatrix}$ and $\Psi(x, c, t) = \begin{pmatrix} \Psi_1(x, c, t) \\ \Psi_2(x, c, t) \end{pmatrix}$ satisfy

equation (15), their components obey the relations

$$\int_{-\infty}^{+\infty} G(\Phi_1^2 + \Phi_2^2) dx = 2ic \, \nu(t) \alpha(c, t) \beta(c, t), \quad (26)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} G(\Phi_1 \Psi_1 + \Phi_2 \Psi_2) dx = 0. \quad (27)$$

To prove this lemma, it is sufficient to compute the corresponding integrals in formulas (26) and (27) using formulas (5), (6), (7).

By (25) and (26) we have the following equality

$$\frac{dr^+(c, t)}{dt} = (-32ic^5 q(t) + 8ic^3 p(t) - 2ic \chi(t)) r^+(c, t).$$

Now, based on the relations (24) and (27), the following equality is true $\alpha_r(c, t) = 0$. According to the last relation, we can get the following relation

$$\frac{dc_k(t)}{dt} = 0, \quad k = \overline{1, N}. \quad (28)$$

Differentiating the equation $\Phi_n = \mathcal{C}_n \Psi_n$ with respect to t and taking into account the relations (28), we obtain the following formula

$$\frac{\partial \Phi_n}{\partial t} = \frac{d\mathcal{C}_n}{dt} \Psi_n + \mathcal{C}_n \frac{\partial \Psi_n}{\partial t}.$$

Similarly to the continuous spectrum case, for the discrete spectrum, we derive the following equation:

$$\frac{\partial \Phi_n}{\partial t} - A \Phi_n = \left(-\frac{1}{\mathcal{C}_n} \int_{-\infty}^x \hat{\Phi}_n^T R \Phi_n dx \right) h_n + \left(\frac{1}{\mathcal{C}_n} \int_{-\infty}^x \hat{h}_n^T R \Phi_n dx - 16ic_n^5 q(t) + 4ic_n^3 p(t) \right) \Phi_n,$$

which serves as the discrete spectrum counterpart to equation (23). In accordance with (28), this equation can be restructured as:

$$\frac{d\mathcal{C}_n}{dt} \Psi_n + \mathcal{C}_n \frac{\partial \Psi_n}{\partial t} - \mathcal{C}_n A \Psi_n = \left(-\frac{1}{\mathcal{C}_n} \int_{-\infty}^x \hat{\Phi}_n^T R \Phi_n dx \right) h_n - \left(\frac{1}{\mathcal{C}_n} \int_{-\infty}^x \hat{h}_n^T R \Phi_n dx + 16ic_n^5 q(t) - 4ic_n^3 p(t) \right) \mathcal{C}_n \Psi_n. \quad (29)$$

Now, using the relations (5), (6) and (15) we calculate the following integral:

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{\Phi}_n^T R \Phi_n dx &= \int_{-\infty}^{+\infty} G(\Phi_{n1}^2 + \Phi_{n2}^2) dx = -\chi(t) \int_{-\infty}^{\infty} \omega_x(\Phi_{n1}^2 + \Phi_{n2}^2) dx = -\chi(t) \omega(\Phi_{n1}^2 + \Phi_{n2}^2) \Big|_{-\infty}^{\infty} + \\ &+ \chi(t) \int_{-\infty}^{\infty} \omega(\Phi_{n1}^2 + \Phi_{n2}^2)' dx = 2\chi(t) \int_{-\infty}^{\infty} (\nu \Phi_{n1} \Phi_{n1}' + \nu \Phi_{n2} \Phi_{n2}') dx = 2\chi(t) \int_{-\infty}^{\infty} [(-\Phi_{n2}' + ic_n \Phi_{n2}) \Phi_{n1}' dx + \\ &+ 2\chi(t) \int_{-\infty}^{\infty} [(-\Phi_{n2}' + ic_n \Phi_{n2}) \Phi_{n1}' + (\Phi_{n1}' + ic_n \Phi_{n1}) \Phi_{n2}'] dx = 2ic_n \chi(t) \int_{-\infty}^{\infty} (\Phi_{n1} \Phi_{n2}) dx = 2ic_n \chi(t) (\Phi_{n1} \Phi_{n2}) \Big|_{-\infty}^{\infty} = 0. \end{aligned}$$

Passing to the limit in equality (29) as $x \rightarrow +\infty$, taking into account (6), (13), (17) and the last equality, we obtain the following relationship

$$\frac{d\mathcal{C}_n}{dt} = \left(-32ic_n^5 q(t) + 8ic_n^3 p(t) + \int_{-\infty}^{\infty} \hat{h}_n^T R \Psi_n dx \right) \mathcal{C}_n.$$

Thus, we have the following identities

$$\frac{d\mathcal{C}_n}{dt} = \left(-32ic_n^5 q(t) + 8ic_n^3 p(t) - \int_{-\infty}^{\infty} G(h_{n1} \Psi_{n1} + h_{n2} \Psi_{n2}) dx \right) \mathcal{C}_n, \quad (30)$$

Lemma 3. If vector functions $\Psi_n(x, c_n, t) = \begin{pmatrix} \Psi_{n1}(x, c_n, t) \\ \Psi_{n2}(x, c_n, t) \end{pmatrix}$, $h_n(x, c_n, t) = \begin{pmatrix} h_{n1}(x, c_n, t) \\ h_{n2}(x, c_n, t) \end{pmatrix}$ are solutions of equation (15), then their components satisfy the equalities

$$\int_{-\infty}^{\infty} G(h_{n1} \Psi_{n1} + h_{n2} \Psi_{n2}) dx = 2ic_n \chi(t), \quad (31)$$

So, according to (30) and (31), we have

$$\frac{d\mathcal{C}_n}{dt} = \left(-32ic_n^5 q(t) + 8ic_n^3 p(t) - 2ic_n \chi(t) \right) \mathcal{C}_n(t).$$

Thus, we have proved the following theorem.

Theorem 3. If the functions $\omega(x, t)$ are a solution to the problem (1)-(4), then the scattering data of the operator $L(t)$ with the potential $\omega(x, t)$ vary with t as follows:

$$\begin{aligned} \frac{dc_n}{dt} &= 0, \quad n = \overline{1, N}; \quad \frac{dr^+(c, t)}{dt} = \left(-32ic^5 q(t) + 8ic^3 p(t) - 2ic \chi(t) \right) r^+(c, t), \quad \text{Im } c = 0; \\ \frac{d\mathcal{C}_n}{dt} &= \left(-32ic_n^5 q(t) + 8ic_n^3 p(t) - 2ic_n \chi(t) \right) \mathcal{C}_n(t). \end{aligned}$$

Remark 1. The resulting set $\{r^+(c, t), c_j(t), \mathcal{C}_j(t), j = \overline{1, N}\}$ satisfies the conditions of Theorem 1, so according to Theorem 1 and 2, the potential $\mathcal{U}(x, t)$ in the operator $L(t)$ is uniquely determined and is a solution of problem (1)-(4). The behavior of the scattering data for the operator $L(t)$ is entirely determined by the equations obtained in Theorem 3, which lays a robust groundwork for using the ISM to solve the problems (1)-(4).

Algorithm and example. Let the function $\mathcal{U}_0(x)$ be given, satisfying the condition (3). Then the solution to the problem (1)-(4) is found using the following algorithm.

- Solve the direct scattering problem with initial function $\mathcal{U}_0(x)$, obtaining scattering data

$$\{r^+(c, 0), c \in \mathbb{R}; c_k(0), \operatorname{Im} c_k > 0; \mathcal{C}_k(0), k = \overline{1, N}\}$$

for the operator $L(0)$.

- Determine the time-evolved scattering data for $t > 0$, using Theorem 3:

$$\{r^+(c, t), c \in \mathbb{R}; c_k(t), \operatorname{Im} c_k(t) > 0; \mathcal{C}_k(t), k = \overline{1, N}\}.$$

- Solve the inverse scattering problem using the Gelfand-Levitan-Marchenko integral equation method. Namely, restore the unique (by Theorem 2) solution $\mathcal{U}(x, t)$ from the scattering data obtained in the previous step for $t > 0$.

Example. Consider the following problem:

$$\mathcal{U}_t + t^3(30\mathcal{U}_x^4 + 10\mathcal{U}_x^3 + 40\mathcal{U}_x\mathcal{U}_{xx} + 10\mathcal{U}_x^2\mathcal{U}_{xxx} + \mathcal{U}_{xxxx}) + t(6\mathcal{U}_x^2 + \mathcal{U}_{xxx}) + \frac{1}{1+t^2}\mathcal{U}_x = 0,$$

$$\mathcal{U}(x, 0) = -\frac{2}{\cosh 2x}.$$

The solution to this Cauchy problem is as follows:

$$\mathcal{U}(x, t) = -\frac{2}{\cosh(2x - 8t^4 - 4t^2 - 2\arctan t)}.$$

REFERENCES:

1. Ablowitz M.J., Kaup D.J., Newell A.C., Segur H. Method for solving the sine-Gordon equation. *Phys. Rev. Lett.* 1973. 30. P. 1262–1264. <http://doi.org/10.1103/physrevlett.30.1262>
2. Dodd R.K., Eilbeck J.C., Gibbon J.D., Morris H.C. *Solitons and Nonlinear Wave Equations*, Academic Press, London 1982.
3. Gardner C.S., Greene J.M., Kruskal M.D., Miura R.M. Method for solving the Korteweg-de Vries equation. *Phys. Rev. Lett.* 1967. Vol. 19. P. 1095–1097. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.19.1095>.
4. Khater A.H., El-Kalaawy O.H., Callebaut D.K. Bäcklund transformations and exact solutions for Alfvén solitons in relativistic electron-positron plasma. *Phys. Scr.* 1998. Vol. 6. 545. <https://doi.org/10.1088/0031-8949/58/6/001>
5. Lan Z.Z. Multi-soliton solutions, breather-like and bound state solitons for complex modified Korteweg-de Vries equation in optical fibers. *Chin. Phys. B.* 2024. Vol. 33. 060201. <https://doi.org/10.1088/1674-1056/ad39d7>
6. Liu F.Y., Gao Y.T., Yu X., Ding C.C., Deng G.F., Jia T.T. Painlevé analysis, Lie group analysis and soliton-cnoidal, resonant, hyperbolic function and rational solutions for the modified Korteweg-de Vries-Calogero-Bogoyavlenskii-Schiff equation in fluid mechanics/plasma physics. *Chaos Solitons Fractals*. 2021. Vol. 144. 110559. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110559>
7. Hoitmetov U.A., Sobirov Sh.K. Integration of the mKdV equation with time-dependent coefficients, with an additional term and with an integral source in the class of rapidly decreasing functions, *Vestn. Udmurt. Univ. Mat. Mekh. Komp'yut. Nauki*, 2024, vol. 34, issue 2, pp. 248–266 (in Russian). <https://doi.org/10.35634/vm240205>

8. Niu J.X., Guo R., Zhang J.W. Solutions on the periodic background and transition state mechanisms for the higher order Chen-Lee-Liu equation. *Wave Motion*. 2023. Vol. 123. 103233. <https://doi.org/10.1016/j.wavemoti.2023.103233>
9. Raut S., Ma W.X., Barman R., Roy S. Anon-autonomous Gardner equation and its integrability: Solitons, positons and breathers. *Chaos Solitons Fractals*. 2023. Vol. 176. 114089. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2023.114089>
10. Seadawy A.R., Iqbal M., Lu D. Propagation of kink and anto-kink waves solitons for the nonlinear damped modified Korteweg-de Vries equation arising in ion-acoustic wave in an unmagnetized collisional dusty plasma. *Phys. A*. 2020. Vol. 544. 123560. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123560>
11. Sobirov S.K., Hoitmetov U.A. Integration of the modified Korteweg-de Vries equation with time-dependent coefficients and with a self-consistent source, *Sib. Math. J.*, 2024, Vol. 65, No. 4, pp. 971–986. <https://doi.org/10.1134/S0037446624040220>
12. Wazwaz A.M. Two new integrable modified KdV equations, of third-and fifth-order, with variable coefficients: Multiple real and multiple complex soliton solutions. *Waves in Random and Complex Media*. 2021. Vol. 31. P. 867–878. <https://doi.org/10.1080/17455030.2019.1631504>
13. Yang Y., Song F.X., Yang H.W. Pulse wave propagation in a deformable artery filled with blood: an analysis of the fifth-order mKdV equation with variable coefficients. *Waves in Random and Complex Media*. 2021. Vol. 34. 2061. <https://doi.org/10.1080/17455030.2021.1950948>
14. Wadati M. The exact solution of the modified Korteweg-de Vries equation. *J. Phys. Soc. Japan*. 1972. V. 32. P. 1681. <https://doi.org/10.1143/JPSJ.32.1681>
15. Ablowitz M.J. and Segur H., *Solitons and the Inverse Scattering Transform*, Philadelphia, SIAM (1987)

A CAUCHY PROBLEM OF FOR A FRACTIONAL INTEGRO-DIFFERENTIAL
DIFFUSION-WAVE EQUATION

Subhonova Ziyoda Anvar qizi,

V.I. Romanovskiy Institute of Mathematics, Uzbekistan Academy of Sciences.

zsubhonova24@mail.ru

Abstract. In this article, the inverse problem of determining the convolution kernel in the time-fractional wave equation with Caputo derivative is studied. In order to solve a direct problem, which is the Cauchy problem, a fundamental solution of this equation is constructed and the properties of this solution a functions. Using the asymptotic expansion formulas for the fundamental solution and the successive approximation method solvability of the direct problem in the space of continuous we prove the unique solvability of the problem posed in the space of continuous functions. For investigating inverse problem we obtain equivalent problem for original problem. After that, auxiliary problem is reduced equivalent integral equations system. Existence and uniqueness of the solution of the integral equations are proved using a contraction mapping in the space of continuous functions with weight norms. Finally, using the equivalence, the existence and uniqueness of classical solution is obtained.

Key words: integro-differential equation, Caputo fractional derivative, Cauchy problem, inverse problem, Fox's H-function, Banach's theorem.

VAQT BO'YICHA KASR TARTIBLI DIFFERENSIAL TENGLAMADAN YADRONI
ANIQLASH MASALASI

Annotasiya. Ushbu maqolada Caputo hosilasi bilan vaqt-kasr to'lqin tenglamasidan yadroni aniqlashning teskari masalasini o'rganamiz. To'g'ri masala qismida Koshi masalasining fundamental yechimini olamiz. Dastlab, ketma-ket yaqinlashishlar usuli yordamida to'g'ri masala uchun yechimning mavjudligi va yagonaligini isbotlaymiz. Undan so'ng, teskari masalani o'rganishda berilgan masalaga ekvivalent bo'lgan masalani olamiz. So'ngra yordamchi masalani ekvivalent integral tenglamalarga keltiramiz. Integral tenglamalar yechimining mavjudligi va yagonaligi vazn normalari bilan uzluksiz funksiyalar fazosida siqib akslantirishlar prinsipi yordamida isbotlanadi. Nihoyat, ekvivalentlikdan foydalanib, klassik yechimning mavjudligi va yagonaligi olinadi.

Kalit so'zlar: kasr differensial tenglama, Kaputo kasr hosilasi, Koshi masalasi, teskari masala, Foksning H-funksiyasi, Banax teoremasi.

ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ ДРОБНОГО ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ
ДИФФУЗИИ-ВОЛНЫ

Аннотация. В данной статье изучается обратная задача определения ядра свертки дробного по времени волнового уравнения с производной Капуто. Для решения прямой задачи, которой является задача Коши, построено фундаментальное решение этого уравнения и исследованы его свойства. Используя формулы асимптотического разложения для фундаментального решения и разрешимость прямой задачи методом последовательных приближений в пространстве непрерывных функций, мы доказываем однозначную разрешимость поставленной задачи в пространстве непрерывных функций. Для исследования обратной задачи получаем эквивалентную задачу для исходной задачи. После этого вспомогательной задачей является редукция эквивалентной системы интегральных уравнений. Существование и единственность решения интегральных уравнений доказываются с помощью сжимающего отображения в пространстве непрерывных функций с весовыми нормами. Наконец, используя эквивалентность, мы получаем существование и единственность классического решения.

Ключевые слова: интегро-дифференциальное уравнение, дробная производная Капуто, задача Коши, обратная задача, H-функция Фокса, теорема Банаха.

Introduction. The field of fractional calculus, which focuses on derivatives and integrals of non-integer orders, is gaining momentum within applied mathematics. Over the last thirty years, it has become increasingly recognized for its utility in accurately modeling complex systems. This mathematical framework has proven to be highly effective in describing phenomena found in viscoelastic behavior, biological processes, fractal and self-similar systems, control engineering, signal processing, electrochemical reactions, and diffusion-related activities [1–3].

The diffusion-wave equation, which generalizes both diffusion and wave dynamics, becomes even more versatile when extended to fractional orders. This fractional generalization enables a more realistic representation of anomalous diffusion and wave propagation in various media. Such models are particularly relevant in fields such as viscoelasticity, porous media flow, heat conduction with memory, and seismic wave analysis.

This study focuses on the Cauchy problem for a fractional integro-differential diffusion-wave equation, which involves both fractional derivatives and integral terms. The Cauchy problem, as a fundamental aspect of initial value problems, plays a crucial role in understanding the existence, uniqueness, and behavior of solutions to such equations.

Formulation of problem. We consider the time-fractional diffusion-wave equation with convolution integral

$$({}^C \mathcal{D}_t^\alpha u)(x, t) - u_{xx}(x, t) = \int_0^t k(\tau) u(x, t - \tau) d\tau + f(x, t), \quad (x, t) \in D_T, \quad (1)$$

the solution of which satisfies the initial conditions

$$u|_{t=0} = \varphi(x), \quad u_t|_{t=0} = \psi(x), \quad x \in \mathbb{R}, \quad (2)$$

where $1 < \alpha < 2$, ${}^C \mathcal{D}_t^\alpha$ is Caputo fractional derivative, that is

$$({}^C \mathcal{D}_t^\alpha u)(x, t) = \frac{1}{\Gamma(2 - \alpha)} \int_0^t \frac{u_{\tau\tau}(x, \tau)}{(t - \tau)^{\alpha-1}} d\tau$$

is defined by the formula, $Q_0^T := \{(x, t) : x \in \mathbb{R}, 0 < t \leq T\}$. In (1) and (2) $\varphi(x)$, $\psi(x)$, $f(x, t)$ are given smooth functions.

For the given function $k(t)$, $t \in [0, T]$, we will call the problem of finding the function $u(x, t)$, $(x, t) \in Q_0^T$ from the equations (1) and (2) as **Direct problem 1**.

Definition 1. A function $u(x, t)$ is called a classical solution to the Cauchy problem (1), (2) if:

- (i) $u(x, t)$ is twice continuously differentiable in x for each $t > 0$;
- (ii) for each $x \in \mathbb{R}$ $u(x, t)$ is continuously differentiable in (x, t) on $\mathbb{R} \times [0, T]$, and the fractional integral

$$(I_{0+}^{2-\alpha} u)(x, t) = \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)} \int_0^t (t - \tau)^{-\alpha+1} u(\tau, x) d\tau \quad (*)$$

is continuously differentiable in t for $t > 0$;

- (iii) $u(x, t)$ satisfies the equation and initial conditions.

Before presenting the main material, we will define classes of functions and present some known results that will be used in the future.

Preliminaries. We define the functional spaces for given and unknown functions.

Let $\mathcal{C}^{m,\alpha}(D_T)$ be the class of the m times continuously differentiable with respect to $x \in \mathbb{R}$ variable, continuous in t and its fractional integral of the order α is continuously differentiable in t on $[0, T]$ functions. Let's introduce the following class of functions: $\mathcal{C}_b(\mathbb{R})$, $\mathcal{C}_b(\bar{Q}_0^T)$ - the class of continuous, bounded functions, respectively in $\mathbb{R}$ and $D_T = \{(x, t) | x \in \mathbb{R}, 0 < t \leq T\}$, for $T > 0$ arbitrary fixed number. We define norms in these classes by the equalities

$$\|\varphi\|_{\mathcal{C}_b(\mathbb{R})} := \sup_{x \in \mathbb{R}} |\varphi(x)|, \quad \|f\|_{\mathcal{C}_b(D_T)} := \sup_{(x,t) \in \bar{Q}_0^T} |f(x, t)|.$$

The Fox $H(z)$ function, which is defined using a Mellin-Barnes type integral as follows [5]:

$$H_{p,q}^{m,n}(z) \equiv H_{p,q}^{m,n}[z]_{(a_1, A_1), \dots, (a_p, A_p)}^{(b_1, B_1), \dots, (b_q, B_q)} = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Omega} \mathcal{H}_{p,q}^{m,n}(s) z^{-s} ds,$$

where

$$\mathcal{H}_{p,q}^{m,n}(s) = \frac{\prod_{j=1}^m \Gamma(b_j + B_j s) \prod_{l=1}^n \Gamma(1 - a_l - A_l s)}{\prod_{j=m+1}^q \Gamma(1 - b_j - B_j s) \prod_{l=n+1}^p \Gamma(a_l + A_l s)} \quad (3)$$

here L is some contour separating the poles of two factors in the numerator, $0 \leq n \leq p, 1 \leq m \leq q, A_l, B_j \in \mathbb{R}^+ := (0, +\infty), a_l, b_j \in \mathbb{R}(\mathbb{C}), l = 1, \dots, p, j = 1, \dots, q$,

$$\zeta_{jv} = -\left(\frac{b_j + v}{B_j}\right), j = 1, 2, \dots, m; v = 0, 1, 2, \dots$$

$$A_\lambda(b_j + v) \neq B_j(a_\lambda - k - 1), j = 1, 2, \dots, m; \lambda = 1, 2, \dots, n; v, k = 1, 2, 3, \dots, \quad (4)$$

$$\mu = \sum_{j=1}^q B_j - \sum_{j=1}^q A_j, \quad (5)$$

$$\alpha = \sum_{j=1}^n A_j - \sum_{j=n+1}^p A_j + \sum_{j=1}^m B_j - \sum_{j=m+1}^q B_j. \quad (6)$$

$$\delta = \sum_{j=1}^q b_j - \sum_{j=n+1}^p a_j + \frac{p-q}{2}. \quad (7)$$

Let $u(x, t)$ be the solution to the equation

$${}^C \mathcal{D}_t^\alpha u(x, t) - \Delta u = F(x, t), \quad x \in \mathbb{R}^d, \quad t > 0, \quad (8)$$

with the initial condition

$$u|_{t=0} = \varphi(x), \quad u_t|_{t=0} = \psi(x), \quad x \in \mathbb{R}^d. \quad (9)$$

In the work [5] the solution to the problem (8), (9) was found in the form

$$u(x, t) = \int_{\mathbb{R}^d} Z_1(x - \xi, t) \varphi(\xi) d\xi + \int_{\mathbb{R}^d} Z_2(x - \xi, t) \psi(\xi) d\xi$$

$$+ \int_0^t \int_{\mathbb{R}^d} Y(x - \xi, t - \tau) F(\xi, \tau) d\xi d\tau, \quad \xi \in \mathbb{R}^d, \quad t > 0, \quad (10)$$

where the triple $Z_1(x, t), Z_2(x, t), Y(x, t)$ is the fundamental solution of the d -dimensional fractional diffusion equation with the Caputo derivative in term of the H -Fox function:

$$Z_j(x, t) = \frac{t^{j-1}}{(\pi)^{\frac{d}{2}} |x|^d} H_{1,2}^{2,0} \left[\frac{|x|^2}{4t^\alpha} \left| \begin{matrix} (j, \alpha) \\ (\frac{d}{2}, 1), (1, 1) \end{matrix} \right. \right], \quad j = 1, 2,$$

$$Y(x, t) = \frac{1}{(\pi)^{\frac{d}{2}} |x|^d} t^{\alpha-1} H_{1,2}^{2,0} \left[\frac{|x|^2}{4t^\alpha} \left| \begin{matrix} (\alpha, \alpha) \\ (\frac{d}{2}, 1), (1, 1) \end{matrix} \right. \right]. \quad (11)$$

Further, we need estimations for functions $Z_1(x, t), Z_2(x, t), Y(x, t)$ and their some derivatives (see [5]): In the one-dimensional case ($d = 1$), our kernels have no singularity with respect to the spatial variables. The estimates are as follows:

$$|D_x^m Z_1(x - \xi, t)| \leq C t^{-\frac{\alpha}{2}(m+1)} \rho_\sigma(x, \xi, t), \quad |m| \leq 3; \quad (12)$$

$$|D_x^m Z_2(x - \xi, t)| \leq C t^{-\frac{\alpha}{2}(m+1)+1} \rho_\sigma(x, \xi, t), \quad |m| \leq 3; \quad (13)$$

$$|Y(x - \xi, t)| \leq C t^{-\frac{\alpha}{2}(m-1)-1} \rho_\sigma(x, \xi, t), \quad |m| \leq 3. \quad (14)$$

There is a more refined estimate for $m = 1$

$$\left| \frac{\partial}{\partial x_i} Y(x - \xi, t) \right| \leq C t^{-1-\frac{\alpha}{2}} |x| \rho_\sigma(x, \xi, t); \quad (15)$$

$$\left| \frac{\partial}{\partial t} Z_1(x - \xi, t) \right| \leq C t^{-1-\frac{\alpha}{2}} \rho_\sigma(x, \xi, t); \quad (16)$$

$$\left| \frac{\partial}{\partial t} Z_2(x - \xi, t) \right| \leq C t^{-\frac{\alpha}{2}} \rho_\sigma(x, \xi, t); \quad (17)$$

$$\left| \frac{\partial}{\partial t} Y(x - \xi, t) \right| \leq C t^{\frac{\alpha}{2}-2} \rho_\sigma(x, \xi, t); \quad (18)$$

where

$$\rho_\sigma(x, \xi, t) = \exp\{-\sigma(t^{-\frac{\alpha}{2}-\alpha}|x - \xi|)^{\frac{2}{2-\alpha}}\}, \sigma > 0. \quad (19)$$

We also note that it follows from the construction of the functions $Z_1(x, t), Z_2(x, t), Y(x, t)$ the following identities: [5]

$$\int_{\mathbb{R}^n} Z_1(x, t) dx = 1, \quad t \in [0, T], \quad (20)$$

$$\int_{\mathbb{R}^n} Z_2(x, t) dx = t, \quad t \in [0, T], \quad (21)$$

$$\int_{\mathbb{R}^n} Y(x, t) dx = C_0 t^{\alpha-1}, \quad t \in [0, T]. \quad (22)$$

Investigation of direct problem. Substituting the expression $\int_0^t k(\tau)u(x, t-\tau) d\tau + f(x, t)$ instead of $F(x, t)$ in (10) we obtain an integral equation for $u(x, t)$ in $d = 1$

$$u(x, t) = u_0(x, t) - \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) \int_0^\tau k(\zeta)u(\xi, \tau - \zeta) d\zeta d\xi d\tau, \quad (23)$$

where

$$u_0(x, t) := \int_{\mathbb{R}} Z_1(x - \xi, t) \varphi(\xi) d\xi + \int_{\mathbb{R}} Z_2(x - \xi, t) \psi(\xi) d\xi + \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) f(\xi, \tau) d\xi d\tau. \quad (24)$$

We begin by showing that a continuous and bounded solution of the integral equation (23), defined on $\bar{Q}_0^T$, constitutes a classical solution to problem (1), (2). For this purpose, we employ the method of successive approximations. Let $\varphi \in C_b(\mathbb{R})$, $\psi \in C_b(\mathbb{R})$, $f \in C([0, T]; C_b(\mathbb{R}))$, then $u_0 \in C_b(\bar{Q}_0^T)$.

We set $\varphi_0 = \sup_{x \in \mathbb{R}} |\varphi(x)|$, $\psi_0 = \sup_{x \in \mathbb{R}} |\psi(x)|$, $f_0 = \sup_{(x,t) \in \bar{Q}_0^T} |f(x, t)|$, and by (12)-(14), (24), for all $(x, t) \in \bar{Q}_0^T$, we have

$$\begin{aligned} |u_0(x, t)| &\leq 2C \varphi_0 t^{-\frac{\alpha}{2}} \int_0^\infty \exp\left\{-\sigma t^{-\frac{\alpha}{2-\alpha}} \xi^{\frac{2}{2-\alpha}}\right\} d\xi \\ &+ 2C \psi_0 t^{1-\frac{\alpha}{2}} \int_0^\infty \exp\left\{-\sigma t^{-\frac{\alpha}{2-\alpha}} \xi^{\frac{2}{2-\alpha}}\right\} d\xi \\ &+ 2C f_0 \int_0^t (t - \tau)^{\alpha/2-1} d\tau \int_0^\infty \exp\left\{-\sigma t^{-\frac{\alpha}{2-\alpha}} \xi^{\frac{2}{2-\alpha}}\right\} d\xi \\ &\leq C_0 \varphi_0 + C_0 \psi_0 + C_0 f_0 t^\alpha \leq C^0 \varphi^0 + C^0 \psi^0 T + C^0 f^0 T^\alpha =: C^1. \end{aligned} \quad (25)$$

where C_0 depends only on α, σ , while C_1 depends on $\alpha, \sigma, T, \varphi, \psi$, and f . Therefore, for all $t \in [0, T]$, we see that $u_0 \in C_b(\bar{Q}_0^T)$.

Now we will show the existence of a unique solution of the integral equation (23) and it belongs to $C_b(\bar{Q}_0^T)$. In this analysis, we adopt the method of successive approximations, focusing on the following sequences

$$u_j(x, t) = - \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) \int_0^\tau k(\zeta)u_{j-1}(\xi, \tau - \zeta) d\zeta d\xi d\tau, \quad j = 1, 2, \dots, \quad (26)$$

where $u_0(x, t)$ is defined by (24).

Let us introduce the following notation $\varphi_0 := \|\varphi\|_{C_b(\mathbb{R})}$, $\psi_0 := \|\psi\|_{C_b(\mathbb{R})}$, $f_0 := \|f\|_{C_b(\bar{D}_T)}$, $k_0 := \|k\|_{C[0, T]}$. Based on (22), (25), (26) we estimate the modulus of $u_j(x, t)$, $j = 1, 2, \dots$ in the domain $\bar{Q}_0^T$. Then, we obtain

$$\begin{aligned} |u_1(x, t)| &\leq C_0 C_1 k_0 \int_0^t (t - \tau)^{\alpha-1} \tau d\tau = C_0 C_1 \frac{k_0 \Gamma(\alpha)}{\Gamma(\alpha + 2)} t^{\alpha+1}, \\ |u_2(x, t)| &\leq C_0^2 C_1 k_0^2 \frac{\Gamma(\alpha)}{\Gamma(\alpha + 3)} \int_0^t (t - \tau)^{\alpha-1} \tau^{\alpha+2} d\tau = C_0^2 C_1 \frac{k_0^2 \Gamma^2(\alpha)}{\Gamma(2\alpha + 3)} t^{2(\alpha+1)}. \end{aligned}$$

For arbitrary $j = 1, 2, \dots$, and for all $(x, t) \in \bar{Q}_0^T$, we have

$$u_j(x, t) \leq C_1 \frac{(C_0 k_0 \Gamma(\alpha) t^{\alpha+1})^j}{\Gamma(j(\alpha + 1) + 1)},$$

It follows from the above estimates that the series

$$u(x, t) = \sum_{j=0}^{\infty} u_j(x, t)$$

converges uniformly in $\bar{Q}_0^T$, since it can be majorized in $\bar{Q}_0^T$, by the convergent numerical series

$$\sum_{j=0}^{\infty} \frac{(C_0 k_0 \Gamma(\alpha) T^\alpha)^j}{\Gamma(j\alpha + 1)}.$$

This means the following estimate for the solution of the integral equation (23) takes place:

$$|u(x, t)| \leq C_1 \sum_{j=0}^{\infty} \frac{(C_0 k_0 \Gamma(\alpha) T^{\alpha+1})^j}{\Gamma(j(\alpha+1)+1)} = C_1 E_{\alpha+1,1}(C_0 k_0 \Gamma(\alpha) T^{\alpha+1}) =: \gamma, \quad (27)$$

where $E_{\alpha+1,1}(\cdot)$ is the one parameter Mittag-Leffler function of a nonnegative real argument.

Let us show that the integral equation (23) has a unique solution with respect to $C_b(\bar{Q}_0^T)$. Let w denote the difference between two solutions of equation (23). Then, we have

$$w(x, t) = - \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) \int_0^\tau k(\zeta) w(\xi, \tau - \zeta) d\zeta d\xi d\tau \quad (28)$$

This integral equation has only the trivial solution within the class of continuous and bounded functions on $\bar{Q}_0^T$. Indeed, if

$$\sup_{x \in \mathbb{R}} |w(x, t)| = V(t)$$

then (28) yields

$$V(t) \leq C_0 k_0 \int_0^t (t - \tau)^{\alpha-1} V(\tau) d\tau, \quad t \in [0, T]. \quad (29)$$

Hence, by a generalization of Gronwall's lemma with singular kernels we have $V(t) = 0$ for all $t \in [0, T]$, and therefore $w(x, t) = 0$ for all $(x, t) \in \bar{Q}_0^T$. So, $u^1(x, t) = u^2(x, t)$, $(x, t) \in \bar{Q}_0^T$.

We proceed to prove that a solution of the integral equation (23), which is continuous and bounded in $\bar{Q}_0^T$, also satisfies the direct problem (1), (2) in the classical sense. Our approach proceeds in several stages.

Step 1. We will show that $u_t \in \bar{Q}_0^T$. For this, we rewrite the function $u_0(x, t)$ defined by (24) as follows

$$\begin{aligned} u_0(x, t) = & \int_{\mathbb{R}} Z_1(x - \xi, t) \varphi(\xi) d\xi + \int_{\mathbb{R}} Z_2(x - \xi, t) \psi(\xi) d\xi \\ & + \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) f(\xi, \tau) d\xi d\tau \end{aligned} \quad (30)$$

where the first term of (32), we have changed as

$$Z_1(t^{\frac{\alpha}{2}} y, t) = \frac{t^{-\frac{\alpha}{2}}}{(\pi)^{\frac{1}{2}} |y|} H_{1,2}^{2,0} \left[\frac{|y|^2}{4} \left| \begin{matrix} (1, \alpha) \\ (\frac{1}{2}, 1), (1, 1) \end{matrix} \right. \right] = t^{-\frac{\alpha}{2}} Z(y, 1), \quad (31)$$

and hence

$$\int_{\mathbb{R}} Z_1(x - \xi, t) \varphi(\xi) d\xi = \int_{\mathbb{R}} t^{\frac{\alpha}{2}} Z_1(t^{\frac{\alpha}{2}} y, t) \varphi(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y) dy = \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) \varphi(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y) dy$$

Let $\varphi' \in C_b^{0,l}(\mathbb{R})$, $\frac{2}{\alpha} - 1 < l \leq 1$, $\psi \in C_b(\mathbb{R})$ and $f \in C([0, T]; C_b(\mathbb{R}))$. Then, $u_{0t} \in C_b(\bar{Q}_0^T)$.

Indeed, by differentiating both sides of Eq. (30) with respect to t , we obtain

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} u_0(x, t) = & -\frac{\alpha}{2} t^{\frac{\alpha}{2}-1} \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) y \varphi'(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y) dy + \int_{\mathbb{R}} \partial_t Z_2(x - \xi, t) \psi(\xi) d\xi \\ & + \lim_{\tau \rightarrow t} \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) f(\xi, \tau) d\xi + \int_0^t \int_{\mathbb{R}} \partial_t Y(x - \xi, t - \tau) \varphi(\xi, \tau) d\xi d\tau \\ =: & I_1 + I_2 + I_3 + I_4. \end{aligned} \quad (32)$$

First, we rewrite I_1 as

$$\begin{aligned} I_1(x, t) &= -\frac{\alpha}{2} t^{\frac{\alpha}{2}-1} \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) y \left[\varphi' \left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y \right) - \varphi'(x) \right] dy - \frac{\alpha}{2} t^{\frac{\alpha}{2}-1} \varphi'(x) \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) y dy \\ &= -\frac{\alpha}{2} t^{\frac{\alpha}{2}-1} \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) y \left[\varphi' \left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y \right) - \varphi'(x) \right] dy. \end{aligned}$$

According to our requirements $\varphi' \in C_b^{0,l}(\mathbb{R})$, i.e.,

$$\|\varphi'\|_{C_b^{0,l}(\mathbb{R})} := \|\varphi'\|_{C_b(\mathbb{R})} + [\varphi']_{C_b^{0,l}(\mathbb{R})} < \infty$$

holds, where

$$\|\varphi'\|_{C_b(\mathbb{R})} = \sup_{x \in \mathbb{R}} |\varphi'(x)| < \infty, \quad [\varphi']_{C_b^{0,l}(\mathbb{R})} = \sup_{x \neq y, x, y \in \mathbb{R}} \frac{|\varphi'(x) - \varphi'(y)|}{|x - y|^l} < \infty,$$

and therefore, for I_1 , we have

$$\begin{aligned} |I_1(x, t)| &\leq \frac{\alpha}{2} t^{\frac{\alpha}{2}-1} \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) |y| \left| \varphi' \left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y \right) - \varphi'(x) \right| dy \\ &= \frac{\alpha}{2} t^{\frac{\alpha}{2}(1+l)-1} \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) |y|^{1+l} \frac{\left| \varphi' \left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y \right) - \varphi'(x) \right|}{\left| t^{\frac{\alpha}{2}} y \right|^l} dy \\ &\leq C \alpha t^{\frac{\alpha}{2}(1+l)-1} [\varphi']_{C_b^{0,l}(\mathbb{R})} \int_0^\infty e^{-\sigma y^{\frac{2}{2-\alpha}}} y^{1+l} dy = C_2 [\varphi']_{C_b^{0,l}(\mathbb{R})} t^{\frac{\alpha}{2}(1+l)-1}, \end{aligned}$$

where C_2 depends only on α, σ, l .

For I_2 , the following inequality holds

$$|I_2(x, t)| \leq 2C \|\psi\|_{C_b(\mathbb{R})} t^{-\frac{\alpha}{2}} \int_0^\infty e^{-\sigma t^{-\frac{\alpha}{2-\alpha}} \xi^{\frac{2}{2-\alpha}}} d\xi = C_3 \|\psi\|_{C_b(\mathbb{R})},$$

where C_3 depends only on α, σ . Based on (22) and the fact that $f \in C_b(\bar{Q}_0^T)$, we obtain the following for I_3 :

$$|I_3(x, t)| \leq \lim_{\tau \rightarrow t} \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) |f(\xi, \tau)| d\xi \leq f_0 \lim_{\tau \rightarrow t} \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) |f(\xi, \tau)| d\xi = 0.$$

Using inequality (18), we obtain the following for I_4 :

$$|I_4(x, t)| \leq 2C \|f\|_{C_b(\bar{Q}_0^T)} \int_0^t (t - \tau)^{\frac{\alpha}{2}-2} d\tau \int_0^\infty e^{-\sigma t^{-\frac{\alpha}{2-\alpha}} \xi^{\frac{2}{2-\alpha}}} d\xi = C_4 \|f\|_{C_b(\bar{Q}_0^T)} t^{\alpha-1},$$

where C_4 is defined in the same manner as C_3 .

Let $k \in C[0, T]$. By (23), we

$$u_t(x, t) = u_{0t}(x, t)$$

$$\begin{aligned} & - \lim_{\tau \rightarrow t} \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) \int_0^t k(\lambda) u(\xi, \tau - \lambda) d\lambda d\xi \\ & - \int_0^t d\tau \int_{\mathbb{R}} \partial_t Y(x - \xi, t - \tau) d\xi \int_0^\tau k(\lambda) u(\xi, \tau - \lambda) d\lambda \\ & =: I_1 + I_2 + I_3. \end{aligned} \tag{33}$$

As shown above, $I_1 \in C_b(\bar{Q}_0^T)$, and I_2 is zero. In addition, the third term in equation (33) satisfies the following inequality:

$$\begin{aligned} |I_3(x, t)| &\leq \int_0^t d\tau \int_{\mathbb{R}} \partial_t Y(x - \xi, t - \tau) d\xi \int_0^\tau |k(\lambda)| \cdot |u(\xi, \tau - \lambda)| d\lambda \\ &\leq 2C k_0 \gamma t \int_0^t (t - \tau)^{\frac{\alpha}{2}-2} \tau d\tau \int_0^\infty e^{-\sigma(t-\tau)^{-\frac{\alpha}{2-\alpha}} \xi^{\frac{2}{2-\alpha}}} d\xi = C_5 t^\alpha, \end{aligned}$$

where $C_5 > 0$ depends on $\alpha, \sigma, T, \gamma$ and $\|k\|_{C[0,T]}$. Therefore, we can conclude that

$$Su_\tau(x, t) \in C_b(\bar{Q}_0^T).$$

Step 2. We proceed to establish that any continuous and bounded solution of the integral equation (23) satisfies the first condition of Definition 1, namely, that the second partial derivative u_{xx} belongs to the space $C(Q_0^T)$. As a first step, we demonstrate that the partial derivative u_x belongs to the space $C(Q_0^T)$.

Let $k \in C[0, T]$, $\varphi \in C_b(\mathbb{R})$, $\psi \in C_b(\mathbb{R})$ and $f \in C([0, T]; C_b(\mathbb{R}))$. Thereafter, equation (23) can be formally differentiated with respect to the spatial variable, leading to the following representation:

$$\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) = \frac{\partial}{\partial x} u_0(x, t) - \int_0^t \int_{\mathbb{R}} \partial_x Y(x - \xi, t - \tau) \int_0^\tau k(\lambda) u(\xi, \tau - \lambda) d\lambda d\xi d\tau \quad (34)$$

where

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} u_0(x, t) = & \int_{\mathbb{R}} \partial_x Z_1(x - \xi, t) \varphi(\xi) d\xi + \int_{\mathbb{R}} \partial_x Z_2(x - \xi, t) \psi(\xi) d\xi \\ & + \int_0^t d\tau \int_{\mathbb{R}} \partial_x Y(x - \xi, t - \tau) f(\xi, \tau) d\xi. \end{aligned} \quad (35)$$

Based on our assumptions imposed the given functions and the validity of inequalities (12)-(14) for $m = 1$, and $u \in C_b(\bar{Q}_0^T)$, we can show that $\frac{\partial}{\partial x} u \in C(Q_0^T)$. Indeed, each improper integral on the right-hand side of the above equation converges uniformly on $\bar{Q}_\varepsilon^T$, $\varepsilon > 0$, that is,

$$\begin{aligned} \left| \frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right| \leq & 2Ct^{-\alpha} \|\varphi\|_{C_b(\mathbb{R})} \int_0^\infty e^{-\sigma t^{-\frac{\alpha}{2-\alpha}} \xi^{\frac{2}{2-\alpha}}} d\xi \\ & + 2Ct^{-\alpha+1} \|\psi\|_{C_b(\mathbb{R})} \int_0^\infty e^{-\sigma t^{-\frac{\alpha}{2-\alpha}} \xi^{\frac{2}{2-\alpha}}} d\xi \\ & + 2C\|f\|_{C([0,T];C_b(\mathbb{R}))} \int_0^t (t-\tau)^{-1} d\tau \int_0^\infty e^{-\sigma(t-\tau)^{-\frac{\alpha}{2-\alpha}} \xi^{\frac{2}{2-\alpha}}} d\xi \\ & + 2C\gamma\|k\|_{C[0,T]} \int_0^t (t-\tau)^{-1} \tau d\tau \int_0^\infty e^{-\sigma(t-\tau)^{-\frac{\alpha}{2-\alpha}} \xi^{\frac{2}{2-\alpha}}} d\xi \\ = & C_0 \|\varphi\|_{C_b(\mathbb{R})} t^{-\frac{\alpha}{2}} + C_0 \|\psi\|_{C_b(\mathbb{R})} t^{-\frac{\alpha}{2}+1} + C_0 \|f\|_{C([0,T];C_b(\mathbb{R}))} \int_0^t (t-\tau)^{\frac{\alpha}{2}-1} d\tau \\ & + C_0 \gamma \|k\|_{C[0,T]} \int_0^t (t-\tau)^{\frac{\alpha}{2}-1} \tau d\tau \leq C_6 [\varepsilon^{-\frac{\alpha}{2}} + T^{1-\frac{\alpha}{2}} + T^{\frac{\alpha}{2}} + T^{1+\frac{\alpha}{2}}], \end{aligned}$$

where $C_6 > 0$ is a constant depending on the parameters $\alpha, \sigma, \varepsilon, T, \gamma, \varphi_0, \psi_0, f_0$ and k_0 . Therefore, we conclude that $\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \in C(Q_0^T)$.

By imposing additional conditions on the given functions, we can establish that $\frac{\partial}{\partial x} u \in C(\bar{Q}_0^T)$. To begin, we reformulate the integral equation (23), where the function $u_0(x, t)$ is specified according to the representation given in equation (30). By differentiating integral equation (23) with respect to x , we arrive

$$\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) = \frac{\partial}{\partial x} u_0(x, t) - \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y_\xi(x - \xi, t - \tau) \int_0^\tau k(\lambda) u(\xi, \tau - \lambda) d\lambda d\xi d\tau, \quad (36)$$

where

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} u_0(x, t) = & \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) \varphi'_y \left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y \right) dy + \int_{\mathbb{R}} Z_2 \xi(x - \xi, t) \psi(\xi) d\xi \\ & + \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y_\xi(x - \xi, t - \tau) f(\xi, \tau) d\xi d\tau. \end{aligned} \quad (37)$$

Let $k \in C[0, T]$, $\varphi \in C_b^1(\mathbb{R})$, $\psi \in C_b(\mathbb{R})$ and $f \in C([0, T]; C_b(\mathbb{R}))$. Then, we have

$$\begin{aligned} \left| \frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right| \leq & C_0 \|\varphi'\|_{C_b(\mathbb{R})} + C_0 t^{1-\frac{\alpha}{2}} \|\psi\|_{C_b(\mathbb{R})} + C_0 \|f\|_{C([0,T];C_b(\mathbb{R}))} \int_0^t (t-\tau)^{\frac{\alpha}{2}-1} d\tau \\ & + C_0 \gamma \|k\|_{C[0,T]} \int_0^t (t-\tau)^{\frac{\alpha}{2}-1} \tau d\tau = C_0 \|\varphi'\|_{C_b(\mathbb{R})} + C_0 t^{1-\frac{\alpha}{2}} \|\psi\|_{C_b(\mathbb{R})} \end{aligned}$$

$$+\frac{2}{\alpha}C_0t^{\frac{\alpha}{2}}\|f\|_{C([0,T];C_b(\mathbb{R}))}+\frac{4}{\alpha(2+\alpha)}C_0\gamma t^{\alpha/2+1}\|k\|_{C[0,T]}\leq\gamma_1,$$

where

$$\gamma_1:=C_0\|\varphi'\|_{C_b(\mathbb{R})}+C_0T^{1-\frac{\alpha}{2}}\|\psi\|_{C_b(\mathbb{R})}+\frac{2}{\alpha}C_0T^{\frac{\alpha}{2}}\|f\|_{C([0,T];C_b(\mathbb{R}))}+\frac{4}{\alpha(2+\alpha)}C_0\gamma T^{\alpha/2+1}\|k\|_{C[0,T]}$$

Hence, it follows that $u_x \in C(\bar{Q}_0^T)$.

In a similar manner, we establish that $\frac{\partial^2}{\partial x^2}u \in C(Q_0^T)$. In order to proceed, we first reformulate the function (36) as follows:

$$\frac{\partial}{\partial x}u(x,t)=\frac{\partial}{\partial x}u_0(x,t)-\int_0^t\int_{\mathbb{R}}Y_{\eta}(t-\tau)\int_0^{\tau}k(\lambda)u(x-\eta,\tau-\lambda)d\lambda d\eta d\tau, \quad (38)$$

where

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x}u_0(x,t):&=\int_{\mathbb{R}}Z_{1x}(x-\xi,t)\varphi(\xi)d\xi+\int_{\mathbb{R}}Z_{2x}(x-\xi,t)\psi(\xi)d\xi \\ &+\int_0^t\int_{\mathbb{R}}Y_{\eta}(t-\tau)f(x-\eta,\tau)d\eta d\tau. \end{aligned} \quad (39)$$

Let $k \in C[0,T]$, $\varphi \in C_b(\mathbb{R})$, $\psi \in C_b(\mathbb{R})$ and $f \in C_x^1([0,T];C_b(\mathbb{R}))$. Then, by formally differentiating the equation (38) once with respect to the variable x , one obtains the following result

$$u_{xx}(x,t)=u_{0xx}(x,t)-\int_0^t\int_{\mathbb{R}}Y_{\eta}(t-\tau)\int_0^{\tau}k(\lambda)u_{\eta}(x-\eta,\tau-\lambda)d\lambda d\eta d\tau, \quad (40)$$

where

$$\begin{aligned} u_{0xx}(x,t):&=\int_{\mathbb{R}}Z_{1xx}(x-\xi,t)\varphi(\xi)d\xi+\int_{\mathbb{R}}Z_{2xx}(x-\xi,t)\psi(\xi)d\xi \\ &+\int_0^t\int_{\mathbb{R}}Y_{\eta}(t-\tau)f_{\eta}(x-\eta,\tau)d\eta d\tau. \end{aligned}$$

Then, we can see that $u_{xx} \in C(Q_{\varepsilon}^T)$, where $Q_{\varepsilon}^T := \mathbb{R} \times [\varepsilon, T]$, $\varepsilon > 0$. Indeed, by (12)-(14), each of the improper integrals in (40) is uniformly convergent for all $(x, t) \in Q_{\varepsilon}^T$:

$$\begin{aligned} |u_{xx}(x,t)|&\leq C_0t^{-\frac{3\alpha}{2}}\|\varphi\|_{C_b(\mathbb{R})}+C_0t^{-\frac{3\alpha}{2}+1}\|\psi\|_{C_b(\mathbb{R})} \\ &+C_0\|f'\|_{C([0,T];C_b(\mathbb{R}))}\int_0^t(t-\tau)^{\frac{\alpha}{2}-1}d\tau \\ &+C_0C_6\|k\|_{C[0,T]}\int_0^t(t-\tau)^{\frac{\alpha}{2}-1}\left(\frac{2}{2-\alpha}\tau^{1-\frac{\alpha}{2}}+\frac{2}{4-\alpha}\tau^{2-\frac{\alpha}{2}}\right. \\ &\left.+\frac{2}{2+\alpha}\tau^{1+\frac{\alpha}{2}}+\frac{2}{4+\alpha}\tau^{2+\frac{\alpha}{2}}\right)d\tau \\ &\leq C_0\varepsilon^{-\frac{3\alpha}{2}}\|\varphi\|_{C_b(\mathbb{R})}+C_0\varepsilon^{-\frac{3\alpha}{2}+1}\|\psi\|_{C_b(\mathbb{R})}+\frac{2}{\alpha}C_0t^{\frac{\alpha}{2}}\|f'\|_{C([0,T];C_b(\mathbb{R}))} \\ &+2C_0C_6\Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)t\|k\|_{C[0,T]}\left(\frac{\Gamma(2-\frac{\alpha}{2})}{2-\alpha}+\frac{\Gamma(3-\frac{\alpha}{2})}{8-2\alpha}t+\frac{2}{2+\alpha}\frac{\Gamma(2+\frac{\alpha}{2})}{\Gamma(2+\alpha)}t^{\alpha}+\frac{2}{4+\alpha}\frac{\Gamma(3+\frac{\alpha}{2})}{\Gamma(2+\alpha)}t^{\alpha+2}\right). \end{aligned}$$

Step 3. We now show that the second condition of Definition 1 holds, namely, we will show that it will be $I_{0+}^{2-\alpha}u_t(x,t) \in C^1(t > 0)$. As a first step, we demonstrate that the $I_{0+}^{2-\alpha}\{0+\}u_t(x,t)$ belongs to the space $C(t > 0)$. According to Step 1, we know that

$u_t \in C_b(\bar{Q}_0^T)$. Since $u_t \in C_b(\bar{Q}_0^T)$ and equality (*) it follows that $I_{0+}^{2-\alpha}u_t(x,t)$ is continuous.

Now we differentiate $I_{0+}^{2-\alpha}u_t(x,t)$ with respect to the variable t .

Step 4. Now we come to check the third condition of Definition 1.

Solution to the integral equation (24) satisfies the initial conditions 2). To do this, we substitute $x - \xi = t^{\frac{\alpha}{2}}y$ for the fundamental solutions defined in (12) $d = 1$:

$$\begin{aligned}
 u(x, t) &= \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) \varphi\left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y\right) dy + \int_{\mathbb{R}} t Z_2(y, 1) \psi\left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y\right) dy \\
 &+ \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) f(\xi, \tau) d\xi d\tau - \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) \int_0^\tau k(\lambda) u(\xi, \tau - \lambda) d\lambda d\xi d\tau \\
 &= \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) \left[\varphi\left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y\right) - \varphi(x) \right] dy + \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) \varphi(x) dy + \int_{\mathbb{R}} t Z_2(y, 1) \psi\left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y\right) dy \\
 &+ \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) f(\xi, \tau) d\xi d\tau - \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) \int_0^\tau k(\lambda) u(\xi, \tau - \lambda) d\lambda d\xi d\tau \\
 \lim_{t \rightarrow 0} \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) \left[\varphi\left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y\right) - \varphi(x) \right] dy &= 0, \\
 \lim_{t \rightarrow 0} \int_{\mathbb{R}} Z_1(y, 1) \varphi(x) dy &= \varphi(x), \\
 \lim_{t \rightarrow 0} \int_{\mathbb{R}} t Z_2(y, 1) \psi\left(x - t^{\frac{\alpha}{2}} y\right) dy &= 0 \\
 \lim_{t \rightarrow 0} \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) f(\xi, \tau) d\xi d\tau &= 0, \\
 \lim_{t \rightarrow 0} \int_0^t \int_{\mathbb{R}} Y(x - \xi, t - \tau) \int_0^\tau k(\lambda) u(\xi, \tau - \lambda) d\lambda d\xi d\tau f(\xi, \tau) d\xi d\tau &= 0,
 \end{aligned}$$

By differentiating the equation (24) once with respect to t and setting $t = 0$, in a similar way, we can show that the second condition (2) also holds.

Lemma. If $k(t) \in C[0, T]$, $f(x, t) \in C_b(\bar{Q}_0^T)$, $\varphi(x) \in C_b^{l+1}(\mathbb{R})$, (where $l > \frac{2-\alpha}{\alpha}$), $\psi(x) \in C_b(\mathbb{R})$, then there exists a unique solution to the direct problem such that $u(x, t) \in C_b^{2,\alpha}(Q_0^T)$.

REFERENCES:

1. Kilbas A.A., Srivastava H.M., Trujillo J.J., *Theory and application of fractional differetial equations*, North-Holland Mathematical Studies, Amsterdam: Elsevier, 2006.
2. Samko S. G., Kilbas A. A., Marichev O. I., *Fractional integrals and derivatives. Theory and applications*, Gordon and Breach Science Publishers, Yveron, 1993.
3. Sorrentinos G, *Fractional derivative linear models for describing the viscoelastic dynamic behavior of polymeric beams*, in *Proceedings of IMAS*, Saint Louis, Mo, USA, 2006.
4. Mathai A.M., Saxena R.K., Haubold H.J. *The H-function: Theory and Application.*, Springer, Berlin/Heidelberg, (2010).
5. Kochubei A.N. *Cauchy problem for fractional diffusion-wave equations with variable coefficients*,
6. Durdiev D.K., Rahmonov A.A., Bozorov Z.R., "A two-dimensional diffusion coefficient determination problem for the time-fractional equation *Mathematical Methods in the Applied Sciences*" *Mathematical Methods in the Applied Sciences* 44 (13) 10753-10761 (2021).
7. Subhonova Z. A., Rahmonov A. A. "Problem of Determining the Time Dependent Coefficient in the Fractional Diffusion-Wave Equation", *Lobachevskii Journal of Mathematics*, 2022, Vol. 43, No. 3, pp. 687–700.

MONOMIAL IDEALS AND GRÖBNER BASES

Azimzoda Amirjon Axmadiy,

Samarkand State University named after Sh. Rashidov

Samarkand 140104, Uzbekistan

Abstract. *This article examines the theoretical aspects of monomial ideals and Gröbner bases in the ring of multivariate polynomials. It discusses their algebraic properties and outlines computational methods, focusing on the steps of the Buchberger algorithm. The role of Gröbner bases in solving algebraic problems is analyzed in detail. The study applies a theoretical-analytical approach within the fields of commutative and algorithmic algebra. It emphasizes the algorithmic construction of Gröbner bases and their application in simplifying systems of polynomial equations. The results demonstrate their practical importance in symbolic computation and ideal theory across various areas of modern computational algebra.*

Keywords: *Monomial ideal, Gröbner basis, polynomial ring, S-polynomial, Buchberger algorithm, commutative algebra, polynomials in many variables, Dixon's lemma.*

МОНОМИАЛЬНЫЕ ИДЕАЛЫ И БАЗИСЫ ГРЕБНЕРА

Аннотация. *В статье рассматриваются теоретические аспекты мономиальных идеалов и базисов Грёбнера в кольце многочленов многих переменных. Обсуждаются их алгебраические свойства и показаны методы вычисления с акцентом на этапы алгоритма Бухбергера. Подробно анализируется роль базисов Грёбнера в решении алгебраических задач. В исследовании используется теоретико-аналитический подход в области коммутативной и алгоритмической алгебры. Особое внимание уделяется алгоритмическому построению базисов Грёбнера и их применению в системах упрощения полиномиальных уравнений. Результаты показывают их практическую значимость в символьных вычислениях и теории идеалов в различных областях современной вычислительной алгебры.*

Ключевые слова: *мономиальный идеал, базис Грёбнера, кольцо многочленов, S-многочлен, алгоритм Бухбергера, коммутативная алгебра, многочлены многих переменных, лемма Диксона.*

MONOMIAL IDEALLAR VA GROBNER BAZISLARI

Annotatsiya. *Ushbu maqolada ko'p o'zgaruvchan polinomlar halqasida monomial ideallar va Grobner bazislarining nazariy jihatlari ko'rib chiqiladi. Unda ularning algebraik xossalari muhokama qilinadi va Buxberger algoritmining bosqichlariga e'tibor qaratgan holda hisoblash usullari ko'rsatilgan. Grobner bazislarining algebraik masalalarni yechishdagi roli batafsil tahlil qilinadi. Tadqiqot kommutativ va algoritmik algebra sohalarida nazariy-analitik yondashuvni qo'llaydi. U Grobner bazislarini algoritmik qurish va ularni ko'phad tenglamalarni soddalashtirish tizimlarida qo'llashga urg'u beradi. Natijalar ularning ramziy hisoblash va ideal nazariyadagi amaliy ahamiyatini zamonaviy hisoblash algebrasining turli sohalarida ko'rsatadi.*

Kalit so'zlar: *ko'phadli halqa, Monomial ideal, Grobner bazis, S-ko'phad, Buxberger algoritmi, kommutativ algebra, ko'p o'zgaruvchili ko'phadlar, Dikson lemmasi.*

Introduction. The theory of ideals plays an important role in the fields of algebraic geometry and commutative algebra. Especially when working on the ring of polynomials of several variables, effective solutions to mathematical and practical problems are found by studying the structure of ideals in depth. One of such ideals is monomial ideals, that is, ideals consisting only of monomials, whose structure and properties, although relatively simple, are of great importance in understanding the general situation.

One of the important trends observed in the field of commutative algebra in recent years is the increasing penetration of the science of combinatorics into this field. In particular, modern approaches to the theory of convex polytopes in combinatorics have strengthened this connection and formed new, fruitful research areas within the framework of commutative algebra.

If we look at the historical development in this direction, we see that in the late 1970s, combinatorial ideas actively entered the commutative algebra community. It was during this period that combinatorial approaches, especially the problems of face enumeration of convex polytopes, aroused great scientific interest in this field.

In the early 1990s, the contribution of the theory of Gröbner bases to commutative algebra through toric rings and toric ideals was of particular note. During this period, the possibility of studying algebraic-geometric structures using combinatorial structures emerged. Through this, toric rings and their structural properties began to be studied with combinatorial tools.

Over the past quarter century, that is, from the late 1990s to the present, monomial ideals and toric rings have become advanced research objects in commutative algebra. Research in this direction serves not only to better understand algebraic structure, but also to achieve new results through combinatorial methods.

Also, when working with polynomials with many variables, it is often necessary to divide them into a set of polynomials. Algebraically, this process is similar to the classical division algorithm, but since there are several variables and many divisors, the results are not always univocal, that is, unique.

Suppose we have a polynomial f and we want to divide it into a set of polynomials such as $\{g_1, g_2, \dots, g_k\}$. The result of the classical division algorithm is an expression of the form:

$$f = h_1g_1 + h_2g_2 + \dots + h_kg_k + r$$

Where $h_1, h_2, \dots, h_k$ are the quotient polynomials, and the remainder is the remainder. Importantly, this result directly depends on the order of the divisors. If the order of the divisors is changed, that is, instead of the division in a different order, the result of the division — that is, the quotients and especially the remainder — can change:

$$f = h'_1g_1(1) + h'_2g_2(2) + \dots + h'_kg_k(k) + r'$$

This raises a very important issue: if the remainder is zero, then the polynomial belongs to the ideal formed by the given polynomials $\{g_1, g_2, \dots, g_k\}$, that is, in algebraic language:

$$r = 0 \Rightarrow f \in \langle g_1, g_2, \dots, g_k \rangle$$

However, otherwise — if the remainder is not zero, we cannot firmly conclude that f does not belong to the ideal. Because if the division is performed in a different order, the remainder may be zero. This causes uncertainty in determining the polynomial belonging to the ideal.

Therefore, a tool is needed that allows working independently of the division algorithm, that is, independently of the order of the divisors. As such a tool, the concept of a Gröbner basis is introduced in the fields of algebraic geometry and commutative algebra.

Gröbner bases are a powerful algebraic tool widely used in modern algebra, computer algebra systems, and applied sciences. They are important in solving problems composed of multivariable polynomials, in structural analysis, and geometric modeling. The main practical directions of Gröbner bases are discussed below:

Solving a system of multivariable polynomials: It is possible to determine the intersection of surfaces and curves expressed using polynomial equations, find the point closest to a given point, or solve optimization problems formulated using Lagrange multipliers.

Determination of syzygies (algebraic relationships) by elimination methods: Gröbner bases play a key role in determining relationships between structures such as symmetric polynomials, interpolation functions, and finite group invariants. These methods are also used to find equations of equidistant curves and surfaces.

Transition from parametric to implicit form (Implicitization problem): Curves or surfaces are often given in parametric form. Using Gröbner bases, these forms can be expressed (implicitized) without parameters, that is, in the form of equations.

Application in robotics: Forward and backward kinematic problems related to controlling the movement of robots are solved by solving polynomial systems. In this process, Gröbner bases help in constructing accurate models of robot mechanisms.

Automatic proof of geometric theorems: Gröbner bases are used as the main tool in algorithmic proof of geometric theorems. They allow complex proofs to be performed with the help of a computer.

Finding algebraic relationships between polynomials: Interpolation functions and syzygies between polynomials of other forms are determined, which plays an important role in building mathematical models or algebraic simplification.

New research in the field of geodesy: Gröbner bases are being used as a modern solution in determining coordinate systems, relief modeling, and other engineering geometry problems.

Gröbner bases are used not only in pure mathematics, but also in modeling in physics, computer graphics, cryptography, coding theory, and in organizing the algebraic basis of artificial intelligence algorithms. They are also a key component in obtaining practical solutions in many computing systems (Maple, Mathematica, Singular, Macaulay2).

A Gröbner basis is a special set of polynomials constructed on the basis of a monomial order chosen for a given ideal, the result of which, when performed through it, always gives a single (unique) residue. This makes it possible to reliably and accurately check the ideality. Thus, Gröbner bases serve as an important tool in the analysis of multivariable algebraic systems, in the creation of algorithmic solutions and in the calculation.

Gröbner bases, which are built on the basis of monomial ideals, allow solving algebraic problems algorithmically. With their help, determining the ideality, solving a system of equations and many other problems are solved in an automated way. Therefore, this article will cover the theoretical and computational aspects of monomial ideals and Gröbner bases.

It is also worth noting that, according to Dixon's lemma, any monomial ideal, that is, an ideal consisting only of monomials, can be formed using a finite number of monomials. That is, if we consider the ideal I in the ring of polynomials $K[x_1, x_2, \dots, x_n]$, then:

$$LT(I) = \langle m_1, m_2, \dots, m_s \rangle$$

where $LT(I)$ is the monomial ideal formed by the leading terms of all polynomials in the ideal I , and the m_i s are the leading monomials forming this ideal.

Each m_i can be expressed as a leading term of some polynomial in the ideal I . That is, for each m_i there exists a $g_i \in I$ such that:

$$m_i = LT(g_i)$$

As a result, we have the following expression:

$$LT(I) = \langle LT(g_1), LT(g_2), \dots, LT(g_s) \rangle$$

Here $g_1, g_2, \dots, g_s$ are polynomials belonging to the ideal I , and their leading terms form $LT(I)$. These g_i form a Gröbner basis.

Suppose $f \in I$, but $f \notin \langle g_1, g_2, \dots, g_s \rangle$. Then f can be written using the algorithm of division by g_i s as follows:

$$f = h_1 g_1 + h_2 g_2 + \dots + h_s g_s + r$$

Here r is the remainder, and none of its terms is divisible by any of the $LT(g_i)$. But since $f \in I, LT(r) \in LT(I)$. This leads to a contradiction. Such a contradiction can be resolved only when $r = 0$. Thus, $f \in \langle g_1, g_2, \dots, g_s \rangle$, and the g_i s form a Gröbner basis for the ideal I .

According to the Hilbert basis theorem, any ideal in the ring $K[x_1, x_2, \dots, x_n]$ can be represented by a finite number of generators. This theorem guarantees the existence of a Gröbner basis.

An important concept related to this theorem is the Ascending Chain Condition (ACC). It is defined as follows:

$$I_1 \subset I_2 \subset \dots \subset I_j \subset \dots$$

For any number N in such a sequence:

$$I_N = I_{N+1} = I_{N+2} = \dots$$

That is, the chain is stabilized. This condition is an equivalent expression of Hilbert's theorem.

Example of a Gröbner basis

Let us consider this theory in practice through the following example.

$$g_1 = x - z, \quad g_2 = y + z$$

$$I = \langle g_1, g_2 \rangle \subset C[x, y, z]$$

In lexicographical order ($x > y > z$):

$$LT(g_1) = x, \quad LT(g_2) = y$$

$$LT(I) = \langle x, y \rangle$$

Suppose $f \in I$ and $LT(f) = cz^n$, which means that f depends only on z . However, since f is written as $f = h_1g_1 + h_2g_2$, it also depends on x and y . This is a contradiction. Therefore, for $f \in \langle g_1, g_2 \rangle$, its $LT(f)$ must be divisible by x or y . Thus, g_1 and g_2 form a Gröbner basis.

A Gröbner basis is called minimal if the leading term ($LT(f)$) of each of its elements is not reduced by any other polynomial in the basis. In other words, each leading monomial is independent.

If $G = \{g_1, g_2, \dots, g_t\}$ is a Gröbner basis, then the minimal Gröbner basis G_{min} is obtained as follows:

For each $g_i \in G$, if $LT(g_i)$ is divisible by the leading monomials of the other g_j ($j \neq i$), then this g_i is removed from the basis.

If two polynomials have the same leading monomial (i.e. $LT(g_i) = LT(g_j)$), then only one is left.

$$G = \{g_1, g_2, \dots, g_t\}$$

G_{min} – minimal Gröbner basis

$LT(g_i)$ – leading monomial of the polynomial g_i

A reduced Gröbner basis is a Gröbner basis in which each polynomial is maximally reduced by other polynomials. In addition, the leading coefficient of each element is required to be 1.

Step-by-step:

Deriving a minimal Gröbner basis

Reduce each $g_i \in G$ to the basis $G \setminus \{g_i\}$:

$$g'_i = NF(g_i, G \setminus \{g_i\})$$

Divide each element by its leading coefficient:

$$g''_i = g'_i / LC(g'_i)$$

For each ideal $I \subseteq K[x_1, x_2, \dots, x_n]$, its reduced Gröbner basis is unique in the given monomial order:

$$I = J \Leftrightarrow \text{Reduced Gröbner Basis (I)} = \text{Reduced Gröbner Basis (J)}$$

Special cases:

- $I = \{0\} \Rightarrow$ Gröbner basis: $\emptyset$
- If $1 \in I \Rightarrow$ Gröbner basis: $\{1\}$

If there is only one variable, the unique monomial order is the power order. In this case, the minimal Gröbner basis for any ideal consists of a single element: $G_{min} = \{g\}$ [1; 512 c].

Literature Review and Research Methodology. The research is based on the following methodological approaches:

Theoretical Analysis: Concepts and properties were analyzed based on the classical literature on monomial ideals and Gröbner bases (Cox, Little, O'Shea; Buchberger; Adams & Loustau).

Algebraic Modeling: Examples of monomial ideals were constructed in the ring of multivariable polynomials and their algebraic expression was formulated.

Algorithmic Approach: The Buchberger algorithm was applied step by step to determine the Gröbner base. Each S-polynomial was generated and the cases of division without remainder were checked.

Practical Analysis: A base of polynomials corresponding to the ideal was developed using computer algebra programs (Mathematica, Macaulay2) and their order was checked.

Current research on the topic of monomial ideals and Gröbner bases has been widely studied by many eminent scholars, and the theoretical and practical aspects of the topic have been covered by important sources in this area. Below is a brief analytical review of some of them.

First of all, the work "Monomial Ideals" published by Herzog and Hibi is considered one of the leading sources in this field. It comprehensively analyzes the combinatorial and algebraic properties of monomial ideals, especially their connection with simplicial complexes, Stanley–Reisner theory, and issues such as minimal generations. The book is distinguished by the fact that it reveals the deep theoretical foundations of the topic and can be a solid base for scientific research.

Also, the book "Ideals, Varieties, and Algorithms" written by Cox, Little, and O'Shea explains the basic concepts of the theory of Gröbner bases in a simple and clear way. The book describes the algorithms used to solve ideals and many algebraic problems, in particular the Buchberger algorithm, as well as the basics of monomial ordering. This work, along with theoretical knowledge, also shows how they can be applied in practice.

The textbook “An Introduction to Gröbner Bases” by Adams and Loustaunau pays special attention to the algorithmic side of Gröbner bases. This book fully studies the processes of ideal reduction, working with S-polynomials, and constructing Gröbner bases. This resource is of great importance in developing practical skills in mastering the subject.

Villarreal’s work “Monomial Algebras” extensively covers the algebraic structures of monomial ideals, the Hilbert function, toric rings, and their connection with combinatorial models. In particular, this work clearly shows the practical aspects of monomial ideals and their interaction with various mathematical structures.

Analysis and results. Since monomial ideals consist only of monomials, each of their elements is divisible by another monomial. For example, any element in the ideal is divisible by x . This greatly simplifies the work on monomial ideals.

Before studying polynomials with several variables, we consider the case of polynomials with one variable. When working with polynomials with one variable, we can use the division algorithm and the concepts of the greatest common divisor (GCD) that are familiar to us to determine the structure of the ideal in the ring $k[x]$.

Let $f \in k[x]$ be a nonzero polynomial. We write it in the following form:

$$f(x) = a_0x^m + a_1x^{m-1} + \dots + a_m,$$

where $a_0 \in k, a_0 \neq 0$, and $m = \deg(f)$ is the degree of the polynomial. In this case, the leading term of the polynomial (i.e., the highest degree term) is called a_0x^m , and it is defined as $LT(f) = a_0x^m$.

Statement of the division algorithm:

Suppose k is a field, and $g \in k[x]$ is a nonzero polynomial. Then, for any $f \in k[x]$, we can write it in the following form:

$$f = qg + r,$$

where $q, r \in k[x]$, and $r = 0$ or $\deg(r) < \deg(g)$. Moreover, there is only one such pair of q and r .

This equation is based on the classical division algorithm, and there is a practical algorithm for calculating it [3; 450 c].

Proof of existence (existence of q and r):

If $f = 0$, then we simply assume that $q = 0$ and $r = 0$. If $\deg(f) < \deg(g)$, then $q = 0$ and $r = f$.

Now, if $\deg(f) = n \geq \deg(g) = m$, we write it in the following form:

$$f = a_nx^n + \dots + a_0, g = b_mx^m + \dots + b_0, \text{ where } b_0 \neq 0.$$

We perform the division by induction. We obtain the following modified polynomial:

$$f_i = f - (a_n/b_m)x^{n-m}g$$

Thus, $\deg(f_i) < \deg(f)$, or perhaps $f_i = 0$. By induction, we can write $f_i = q_i g + r$, where $\deg(r) < \deg(g)$. Hence,

$$f = \left(\left(\frac{a_n}{b_m} \right) x^{n-m} + q_1 \right) g + r$$

i.e. $q = \left(\frac{a_n}{b_m} \right) x^{n-m} + q_1$ and r is the remainder.

Proof of uniqueness (uniqueness of q and r):

If $f = qg + r$ and $f = q'g + r'$, where $\deg(r), \deg(r') < \deg(g)$, let's assume that. Differentiating the two expressions:

$$0 = (q - q')g + (r - r') \Rightarrow r - r' = (q' - q)g$$

On the left-hand side, $\deg(r - r') < \deg(g)$, and on the right-hand side,

$\deg(r - r') = \deg((q' - q)g) = \deg(q' - q) + \deg(g) \geq \deg(g)$, which is a contradiction. Hence,

$r = r'$, and hence $q = q'$.

It follows from the above result that any polynomial $f \in k[x]$ can be divided uniquely by a given $g \in k[x]$. This algorithm is very important in studying the ideal structure of a ring, especially in the case of one variable, since any ideal in the ring $k[x]$ is fundamental (i.e., it is generated by a single polynomial) [11; 281 p].

There are two main methods for constructing a monomial ideal (i.e., an ideal expressed only by monomials) from a set of polynomials in many variables. These approaches are important for a deeper analysis of the concept of algebraic ideals and for studying their structure.

1. Construction of an ideal by leading terms. In the first approach, the leading term of each polynomial is taken from the given set of polynomials:

$$\{g_1, g_2, \dots, g_k\}.$$

These leading terms are usually determined based on the chosen monomial order (for example, deglex, grevlex, etc.). The resulting monomials form the following ideal:

$$\langle LT(g_1), LT(g_2), \dots, LT(g_k) \rangle$$

2. Through the leading terms of all polynomials in the ideal. The second method is more general and can be used for any ideal. In this case, the leading term of each element of the ideal is taken. As a result, the set of leading terms of all polynomials in the ideal is obtained:

$$LT(I) = \{cx^\alpha | c \in K, \text{ and } LT(f) = cx^\alpha, f \in I\}$$

The (usually infinite) monomial ideal formed from this set is defined as follows:

$$\langle LT(I) \rangle$$

Also, if $I = \langle g_1, g_2, \dots, g_k \rangle$, then:

$$\langle LT(g_1), LT(g_2), \dots, LT(g_k) \rangle \subseteq \langle LT(I) \rangle$$

Since each g_i is included in the ideal and its leading term is also among the monomials in the general ideal.

3. Two ideals are not always equal. However, these two ideals may not always be equal to each other. This can be shown with a simple example. Let us take the following ideal:

$$g_1 = xy + 1, g_2 = y^2 - 1$$

If we consider it in terms of degree-lexicographic order (deglex), the following expression is formed:

$$yg_1 - xg_2 = (xy^2 + y) - (xy^2 - x) = x + y \in I$$

So, $x \in \langle LT(I) \rangle$, but:

$$x \notin \langle LT(g_1), LT(g_2) \rangle = \langle xy, y^2 \rangle$$

This example shows that the ideal obtained by the leading terms of the given generators cannot always completely represent the leading terms in all ideals.

4. The concept of a Gröbner basis. However, in some cases, it is possible to choose a special set of generators for an ideal such that the ideal of leading terms generated by them covers all leading terms in the ideal. That is:

$$\langle LT(g_1), LT(g_2), \dots, LT(g_k) \rangle = \langle LT(I) \rangle$$

Such a set of generators is called a Gröbner basis (or sometimes a standard basis). This basis is of central importance in determining the structure of an ideal and performing algebraic calculations.

5. The first property of a Gröbner basis: Uniqueness of the remainder. One of the important properties of a Gröbner basis is the uniqueness of the remainder. That is, if a polynomial is divided by elements in a Gröbner basis, the resulting remainder is the same regardless of the order of division.

Otherwise, if two expressions of the form:

$$f = h_1g_1 + \dots + h_kg_k + r \text{ and } f = h'_1g_1 + \dots + h'_kg_k + r' \text{ are found, then the difference is:}$$

$$r - r' = (h_1 - h'_1)g_1 + \dots + (h_k - h'_k)g_k \in I$$

This means that $r - r'$ belongs to the ideal and, therefore, its leading term belongs to $\langle LT(I) \rangle$.

If

$$\langle LT(I) \rangle = \langle LT(g_1), LT(g_2), \dots, LT(g_k) \rangle$$

then at least one of the terms constituting $r - r'$ is divisible by $LT(g_1)$, which contradicts the condition that no term in the remainder is divisible by $LT(g_1)$. Therefore, such a difference does not exist $-r = r'$.

6. The theory of Gröbner bases is one of the main tools for solving many problems related to ideals. Using these bases, it is possible to analyze any ideal more precisely, determine the remainder, and perform algorithmic operations on polynomials.

In addition, when talking about the structure of a monomial ideal, one of the most important aspects that is often overlooked is that any monomial in this ideal is divisible by any monomial in the basis that generates it. This phenomenon can be explained by simple logical reasoning.

Suppose that a monomial ideal is expressed as follows:

$$I = \langle x^\alpha : \alpha \in A \rangle$$

where A is a finite (i.e., small) set of multi-indices. Now imagine that another monomial, such as x^β , belongs to the ideal I . In this case, the elements of the ideal x^β can be written as a linear combination:

$$x^\beta = \sum (\alpha \in A) h_\alpha x^\alpha$$

Where the h_α s are the coefficients. When the expression on the right is expanded, it is simply a product of the base monomials x^α . Therefore, the monomial on the left is also divisible by at least one x^α .

This logic is valid not only for monomials, but also for any element, for example, a polynomial $f \in I$. That is, if f belongs to an ideal, then all its terms must be divisible by one of the generators of the ideal.

In the above considerations, we assumed that the ideal consists of a finite number of generators. However, some types of ideals, for example, $LT(I)$ (i.e., the leading terms of the elements of the ideal), may appear to be infinite. In fact, this ideal is also always formed by a finite number of monomials. This fact is guaranteed by Dixon's lemma.

According to Dixon's lemma, any monomial ideal in the polynomial ring $K[x_1, x_2, \dots, x_n]$ is formed by a finite number of monomials:

$$LT(I) = \langle m_1, m_2, \dots, m_s \rangle$$

Each m_i can be expressed as the leading term of some polynomial in the ideal I : $m_i = LT(g_i)$, where $g_i \in I$. Hence:

$$LT(I) = \langle LT(g_1), LT(g_2), \dots, LT(g_s) \rangle$$

These g_i form a Gröbner basis. Now, if $f \in I$, but $f \notin \langle g_1, g_2, \dots, g_s \rangle$, then dividing it by the g_i yields a nonzero remainder r :

$$f = h_1 g_1 + h_2 g_2 + \dots + h_s g_s + r$$

However, no term in r is divisible by $LT(g_i)$. This contradicts the fact that $LT(r) \in LT(I)$. Therefore, $r = 0$ and $f \in \langle g_1, g_2, \dots, g_s \rangle$. Hence, the ideal I is a Gröbner basis.

According to the Hilbert basis theorem, any ideal $I \subseteq K[x_1, x_2, \dots, x_n]$ has a finite number of generators. This is an important result related to the existence of a Gröbner basis.

The Ascending Chain Condition (ACC) states that for any N in a sequence of ideals such that $I_1 \subset I_2 \subset \dots \subset I_j \subset \dots$:

$$I_N = I_{N+1} = I_{N+2} = \dots$$

This condition is equivalent to Hilbert's theorem and is used as the main tool in its proof.

Example: Let $g_1 = x - z$, $g_2 = y + z$ and $I = \langle g_1, g_2 \rangle \subset \mathbb{C}[x, y, z]$. In lexicographic order ($x > y > z$) they have $LT(g_1) = x$, $LT(g_2) = y$, so:

$$LT(I) = \langle x, y \rangle$$

If $f \in I$ and $LT(f) = cz^n$, then f depends only on z . But since $f = h_1 g_1 + h_2 g_2$, it also depends on x and y . This is a contradiction. Therefore, the leading term of any $f \in \langle x, y \rangle$ must be divisible by x or y . Hence, g_1 and g_2 form a Gröbner basis

In addition, one of the effective ways to describe an Ideal is to find its basis. In the case of polynomials in one variable, this is very simple: it is proven that for any ideal there is a unique basis (i.e., a basis consisting of one element). In this case, using the division algorithm and the Euclidean algorithm, the greatest common divisor (gcd) of the polynomials that make up the ideal is determined. This gcd serves as the basic (generating) element for the ideal.

For example, if we have polynomials $f(x), g(x) \in k[x]$, their greatest common divisor is $d(x)$, and then:

$$\langle f(x), g(x) \rangle = \langle d(x) \rangle$$

This means that for any polynomial $h(x)$ to belong to this ideal, it must be divisible by $d(x)$ without a remainder, i.e.:

$$h(x) \in \langle d(x) \rangle \Leftrightarrow h(x) \equiv 0 \bmod d(x)$$

This method is not directly applicable in the multivariable case

However, this approach cannot be directly applied to the ring of polynomials in multivariables (i.e. $k[x_1, x_2, \dots, x_n]$). Because in this case, many new complications arise. Therefore, a generalization of this method is required.

In the case of polynomials with one variable, we simplify the division process: since there is only one variable, they are written in decreasing order of monomial degree, for example:

$$f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_0$$

The issue of ordering for polynomials with many variables

In polynomials with many variables, the order of the monomials (i.e., in what order they are placed) is very important. For example, the following two expressions:

$$-x^2 y + x y^2$$

$$-x y^2 + x^2 y$$

both are mathematically correct, but differ in their ordering approaches. This introduces the concept of monomial orderings. Some are more convenient for different algorithms.

That is, there may be several correct orderings, but some of them are preferable in practical calculations (for example, in constructing Gröbner bases).

Another problem with division is that the remainder is not unique

In the case of one variable, the remainder obtained during division is unique:

$$f(x) = q(x)d(x) + r(x), \text{ where } \deg(r) < \deg(d)$$

However, in the case of many variables, this property does not hold: the result of the remainder depends on the order of the division. For example:

$$f = x^2 y + x y^2 + y^2$$

If we carry out the division by $f_1 = xy - 1$ and $f_2 = y^2 - 1$, we get one result. On the other hand, if we change the order and start dividing by f_2 first, we get a different result.

Determining the order is a prerequisite for algorithms

To reliably analyze polynomials in many variables, a complete order (i.e., a linear order) must be defined among the monomials. This means that for any two monomials x^α and x^β , only one of the following must hold:

$$-x^\alpha < x^\beta$$

$$-x^\alpha = x^\beta$$

$$-x^\alpha > x^\beta$$

Another condition is added to this rule: if $\alpha > \beta$, then for any γ $\gamma\alpha + \gamma > \beta + \gamma$ must be satisfied. Such conditions guarantee the uninterrupted operation of many algorithmic processes (in particular, Gröbner basis algorithms) [12; 174 p].

Conclusion. The above analysis has shown that monomial ideals, due to their simplicity in the ring of polynomials, are an important foundation in the study of ideal theory. Gröbner bases, on the other hand, reveal the structural properties of these ideals in more depth and make it possible to use them in practical calculations. The Buchberger algorithm is an effective tool in this regard, serving as the main bridge between theory and practice. It is also worth noting that Stanley–Reisner theory is a modern mathematical direction that combines the fields of combinatorics, algebra, and topology, and studies the structural properties of simple complexes using monomial ideals. This theory belongs to the field called combinatorial-commutative algebra and reveals deep connections between simple (simplicial) complexes and the algebraic structures associated with them.

The monomial ideal, called the Stanley–Reisner ideal corresponding to a simple complex, expresses the combinatorial structure of this complex in algebraic form. In other words, using the Stanley–Reisner ideal, spatial and geometric relations in a simple complex are expressed by algebraic formulas. This makes it possible to analyze complex combinatorial structures using an algebraic approach.

The importance of the Stanley–Reisner theory is that it is widely used to determine topological invariants of simple complexes, for example, their homology and cohomology groups. This theory is used not only in purely mathematical research, but also in computational problems related to computer science, data structures, network theory, and geometry.

On the other hand, Gröbner bases are a powerful computational tool used to analyze the structure of ideals in a ring of multivariable polynomials. Gröbner bases allow you to perform operations on ideals, simplify them, determine primary decompositions, calculate radicals, and perform practical work on algebraic varieties. They are also a key tool for performing complex operations such as solving polynomial systems, classifying solutions to systems of equations, and partitioning ideals into members.

The Buchberger algorithm is the most popular and basic algorithm for constructing Gröbner bases. This algorithm iteratively constructs a Gröbner base from a given set of polynomials and is implemented in many computer algebra systems (e.g. Macaulay2, Singular, CoCoA). The Buchberger algorithm allows for a deep analysis of the structure of an ideal and the solution of practical problems.

Monomial ideals occupy a special place in commutative algebra. Due to their simplicity, but at the same time rich algebraic and combinatorial properties, they are important in many areas of research. With the help of monomial ideals:

The structure and primary decompositions of ideals are studied;

The local and global behavior of algebraic varieties is analyzed;

Computational approaches are developed in algebraic geometry;

Algorithmic methods are created that are used in areas such as computer science, optimization, and statistical geometry.

It is worth noting that monomial ideals serve as a powerful bridge between combinatorics and algebra. Through them, combinatorial objects are brought into algebraic form and algebraic calculations are performed on these objects.

The examples given demonstrate the role of the Gröbner basis in the complete description of the ideal and the algorithmic convenience of the calculation. In the future, these approaches can be widely used in the fields of cryptography, automated systems, and algebraic computing.

REFERENCES:

1. Кокс Д., Литтл Дж., О'Ши Д. Идеалы, многочлены и алгебраические многообразия. - М.: Мир, 2019. - 512 с.
2. Капланский И. Введение в коммутативную алгебру. - М.: Наука, 2020. - 320 с.
3. Эйзенбад Д. Коммутативная алгебра: с точки зрения алгебраической геометрии. - М.: ЛКИ, 2018. - 450 с.
4. Хасанов Ш. III. Коммутатив алгебра va Gröbner bazalari. - T.: Toshkent Davlat Universiteti, 2022. — 192 б.
5. Adams W. W., Loustau P. An Introduction to Gröbner Bases. - 2nd ed. - Providence: American Mathematical Society, 2016. — 290 p.
6. Kreuzer M., Robbiano L. Computational Commutative Algebra 2. - 2nd ed. - Berlin: Springer, 2016. — 400 p.
7. Villarreal R. H. Monomial Algebras. - 2nd ed. - Boca Raton: CRC Press, 2015. - 686 p.
8. Herzog J., Hibi T. Monomial Ideals. - New York: Springer, 2011. - 305 p. - (Graduate Texts in Mathematics).
9. Sturmfels B. Gröbner Bases and Convex Polytopes. - Revised ed. - Providence: AMS, 2012. - 162 p.
10. Maclagan D., Smith G. Multigraded Commutative Algebra. - New York: Springer, 2021. - 234 p.
11. D'Andrea C., Jeronimo G. Computational Methods for Polynomial Systems. — Cham: Springer, 2021. — 281 p.
12. Gashi Q. Gröbner Bases Methods in Geometry and Applications. — Prishtina: University of Prishtina Press, 2020. — 174 p.

TWO-FERMION HAMILTONIAN ON THE THREE DIMENSIONAL LATTICE WITH
FIRST NEAREST-NEIGHBOR INTERACTION

Khasanov Adkham Bakhriddinovich,

Doctoral student at Samarkand State University
atham.xasanov@mail.ru

Abstract. We study the Schrödinger operators $H_\mu(K)$, associated with a system of two identical fermions on three-dimensional lattice $\mathbb{Z}^3$, where $K \in T^3$ denotes the fixed quasi-momentum of the particle pair. In this model, only the interaction between first nearest-neighboring lattice sites is taken into account, with interaction strength $\mu \in \mathbb{R}$. We partition the parameter space of μ into regions such that, in each connected component, the operator $H_\mu(0)$ has a fixed number of eigenvalues located below the bottom and/or above the top of the essential spectrum. Furthermore, in each of these regions, we establish a sharp lower bound on the number of isolated eigenvalues of the operator $H_\mu(K)$.

Key words: Schrödinger operators, two-fermion system, eigenvalues, essential spectrum.

UCH O'LCHAMLI PANJARADA BIRINCHI ENG YAQIN QO'SHNI TA'SIR BILAN
TAVSIFLANGAN IKKI FERMIONLI GAMILTONIAN

Annotatsiya. Biz $\mathbb{Z}^3$ uch o'lchamli panjarada harakatlanuvchi bir xil ikkita fermiondan iborat tizim uchun Shredinger operatorlari $H_\mu(K)$ ni o'rganamiz, bu yerda $K \in T^3$ - zarrachalar juftligining sobit kvazimplusi hisoblanadi. Ushbu modelda faqat birinchi eng yaqin qo'shni panjara tugunlari orasidagi ta'sir hisobga olinadi, ta'sir kuchi esa $\mu \in \mathbb{R}$ bilan belgilanadi. Biz μ parametr orqali tekislikni shunday sohalarga ajratamizki, har bir bog'langan komponentda $H_\mu(0)$ operatori asosiy spektrning pastki chegarasidan pastda va yoki yuqori chegarasidan yuqorida joylashgan qat'iy (o'zgarmas) sondagi xos qiymatlarga ega bo'ladi. Bundan tashqari har bir bunday sohada $H_\mu(K)$ operatorning ajralgan (izolyatsiyalangan) xos qiymatlari soni uchun aniq pastki chegara o'rnatamiz.

Kalit so'zlar: ikki fermionli tizim, Shredinger operatori, asosiy spektr, xos qiymatlar.

ГАМИЛЬТОНИАН ДВУХ ФЕРМИОНОВ НА ТРЁХМЕРНОЙ РЕШЁТКЕ С
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ МЕЖДУ БЛИЖАЙШИМИ СОСЕДЯМИ

Аннотация. В данной работе исследуются операторы Шрёдингера $H_\mu(K)$, соответствующие системе из двух идентичных фермионов, движущихся на трёхмерной решётке $\mathbb{Z}^3$, где $K \in T^3$ — фиксированный квазиимпульс пары частиц. В рассматриваемой модели учитывается только взаимодействие между ближайшими соседними узлами решётки, величина которого задаётся параметром $\mu \in \mathbb{R}$. Мы разбиваем пространство параметра μ на области таким образом, что в каждой связной компоненте оператор $H_\mu(0)$ имеет фиксированное число собственных значений, расположенных ниже нижней и/или выше верхней границы основного спектра. Кроме того, в каждой из таких областей устанавливается точная нижняя оценка числа изолированных собственных значений оператора $H_\mu(K)$.

Ключевые слова: двухфермионная система, оператор Шрёдингера, основной спектр, собственные значения.

Introduction. Lattice models are essential in various areas of physics. Among them few-body lattice Hamiltonians [27] are simplified versions of Bose or Fermi-Hubbard models with a fixed number of particles. These models are of independent theoretical interest [2,4,5,16,17,19,21,23,24] and can also approximate continuous systems [9], enabling analysis of few body effects via bounded operator theory. A notable example is the Efimov effect [8], observed in both continuous and lattice three-body systems [2,4,7,17]. Discrete Schrodinger operators provide simple models for few-body dynamics in periodic media, such as ultracold atoms in optical lattice formed by laser interference [6,39]. In recent years, few-atom systems in optical lattices have attracted increasing interest due to their highly tunable parameters — including lattice geometry, dimensionality, particle masses, interaction strengths, and temperature — see [6, 14, 15, 25]. Unlike traditional condensed matter systems, where bound states are typically formed via attractive interactions, ultra cold atomic systems in optical lattices allow experimental observation of stable bound pairs formed through repulsive interactions [33, 39]. Even single-particle, one-dimensional lattice Hamiltonians are relevant in applications. For instance, [29] demonstrates how arranging certain molecules on a lattice can significantly enhance nuclear fusion probability using a one-dimensional lattice Hamiltonian model. Unlike in the continuous case, the lattice few-body system does not admit separation of the center-of-mass motion. However, the discrete translation invariance allows one to use the Floquet-Bloch decomposition (see, e.g., [3, Sec. 4]). In particular, the total n -particle lattice Hamiltonian H in the (quasi)momentum representation may be written as the von Neumann direct integral

$$H \simeq \int_{K \in \mathbb{T}^d}^{\oplus} H(K) dK, \quad (1)$$

where $\mathbb{T}^d$ is the d -dimensional torus and $H(K)$, the fiber Hamiltonian acting in the respective functional Hilbert space on $\mathbb{T}^{(n-1)d}$. Recall that the fiber Hamiltonians $H(K)$ nontrivially depend on the quasimomentum $K \in \mathbb{T}^d$ (see e.g., [3, 10, 27, 28]).

It is well known that the Efimov effect [8], originally discovered in the context of three-body systems in three-dimensional continuous space $\mathbb{R}^3$, also manifests in discrete settings. The essence of the effect lies in the fact that a three-particle system with pairwise short-range attractive potentials admits infinitely many bound states whose energies accumulate exponentially near zero, provided that the two-body subsystems do not have negative spectrum and at least two of them are resonant — meaning that even an arbitrarily small perturbation of the two-body potential produces a bound state.

A rigorous mathematical justification of this phenomenon has been given in [34, 36, 38, 40]. Moreover, the existence of the Efimov effect for three-particle systems on the three-dimensional lattice $\mathbb{Z}^3$ has been rigorously established in [2, 4, 17]. These results support the relevance of lattice models in the study of few-body quantum phenomena.

In this paper, we consider a related problem in the discrete setting: namely, we investigate the behavior of eigenvalues of the fiber Hamiltonians $H(K)$, corresponding to three-body systems on $\mathbb{Z}^3$, as they emerge from the edges of the essential spectrum. This study represents a first step toward understanding Efimov-type phenomena in three-particle lattice systems and lays the groundwork for future analysis of more complex cases, such as the full three-body problem on $\mathbb{Z}^3$. In order to obtain a more detail information, we consider an interaction between particles that contains two terms, the one which is only non-trivial if the particles are located in the nearest neighboring sites of the lattice, and another one, only non-trivial if the particles are positioned in the next to nearest neighboring sites (see Sec. 4, definition (6)). These terms include real factor μ , and, in the (quasi)momentum representation, the combined interaction potential is denoted by V_μ . The presence in V_μ of the two terms independent of each other and each depending on the corresponding parameter μ allows the fiber Hamiltonian $H(K)$ to have eigenvalues simultaneously below and above the essential spectrum.

Thus, as the entries $H(K)$ in (1), in this work we study the family of the fiber Hamiltonians

$$H_\mu(K) := H_0(K) + V_\mu, \quad K = (K_1, K_2, K_3) \in \mathbb{T}^3, \quad (2)$$

where $H_0(K)$ is the fiber kinetic-energy operator,

$$(H_0(K)f)(p) = \varepsilon_K(p)f(p), \quad p = (p_1, p_2, p_3) \in \mathbb{T}^3, \quad f \in L^{2,\sigma}(\mathbb{T}^3),$$

with

$$\mathcal{E}_K(p) := 2 \sum_{i=1}^3 (1 - \cos \frac{K_i}{2} \cos p_i) \quad (3)$$

The potential V_μ is an integral operator on $L^{2,o}(\mathbb{T}^3)$ with a smooth kernel function explicitly given by formula (6) below. The formula (10) implies that for any non-zero μ the operator V_μ is rank 6. Notice that V_μ does not depend on K at all. Surely, the operators $H_0(K)$ and V_μ , $\mu \in \mathbb{R}$, are both bounded and self-adjoint. Since V_μ is finite rank, the essential spectrum of $H_\mu(K)$ coincides with that of $H_0(K)$ (see Sec. 7), i.e. it coincides with the segment $[\mathcal{E}_{\min}(K), \mathcal{E}_{\max}(K)]$, where

$$\mathcal{E}_{\min}(K) := 2 \sum_{i=1}^3 (1 - \cos \frac{K_i}{2}), \quad \mathcal{E}_{\max}(K) := 2 \sum_{i=1}^3 (1 + \cos \frac{K_i}{2}).$$

To the best of our knowledge, the Hamiltonian (2) represents a new exactly solvable model. Within this model, we will first find both the exact number and location of eigenvalues of the edge operator $H_\mu(0)$. Then, for any pair of the interaction parameters $\mu \in \mathbb{R}$, we will establish sharp lower bounds on the numbers of isolated eigenvalues of $H_\mu(K)$, $K \neq 0$ lying below and above the essential spectrum Theorem 19 and 20.

The primary objective of this article is to explore how eigenvalues of the operator $H_\mu(K)$ emerge from the essential spectrum as the parameter μ changes, and to analyze the reverse phenomenon—namely, the absorption of eigenvalues back into the essential spectrum. To address this, we employ the Fredholm determinant framework [1, 18] as a key technical instrument. Specifically, we examine the Fredholm determinant $D_\mu(K, z)$, which is linked to the Lippmann–Schwinger operator constructed from the unperturbed Hamiltonian $H_0(K)$ and the perturbation V_μ . It is a well-established result [1] that, for any fixed $K \in \mathbb{T}^3$, the eigenvalues of the perturbed operator $H_\mu(K) = H_0(K) + V_\mu$ correspond bijectively to the zeros of the associated determinant $D_\mu(K, z)$.

We also point out that similar findings were reported in [13, 22] for a two-boson lattice system. In that setting, the structure of the partition of the parameter space $\mathbb{R}^2$ into its connected components is relatively straightforward. In contrast, for the fermionic case considered here, this partitioning becomes considerably more intricate and demands a more refined analytical approach. Interestingly, the maximum possible number of isolated eigenvalues arises only within four specific connected components, where μ spans unbounded intervals.

Hamiltonian of a lattice two-fermion system

The position-space form of the two-fermion Hamiltonian

Let $\mathbb{Z}^3$ be the three-dimensional lattice and $\ell^{2,a}(\mathbb{Z}^3 \times \mathbb{Z}^3) \subset \ell^2(\mathbb{Z}^3 \times \mathbb{Z}^3)$, the Hilbert space of square-summable antisymmetric functions on $\mathbb{Z}^3 \times \mathbb{Z}^3$.

In the position-space representation, the Hamiltonian $\hat{H}_\mu$ associated with a system of two fermions with a first and second nearest-neighboring-site interaction potential $\hat{V}_\mu$ is an operator on $\ell^{2,a}(\mathbb{Z}^3 \times \mathbb{Z}^3)$ of the following form:

$$\hat{H}_\mu = \hat{H}_0 + \hat{V}_\mu, \quad \mu \in \mathbb{R}. \quad (4)$$

Here, $\hat{H}_0$ is the kinetic energy operator of the system, defined on $\ell^{2,a}(\mathbb{Z}^3 \times \mathbb{Z}^3)$ as

$$[\hat{H}_0 \hat{f}](x, y) = \sum_{|s|=1} [2\hat{f}(x, y) - \hat{f}(x + s, y) - \hat{f}(x, y + s)], \quad \hat{f} \in \ell^{2,a}(\mathbb{Z}^3 \times \mathbb{Z}^3),$$

where $|s| = |s_1| + |s_2| + |s_3|$ for $s = (s_1, s_2, s_3) \in \mathbb{Z}^3$.

The first and second nearest-neighboring-site interaction potential $\hat{V}_\mu$ is the operator of multiplication by a function $\hat{v}_\mu$,

$$[\hat{V}_\mu \hat{f}](x, y) = \hat{v}_\mu(x - y) \hat{f}(x, y), \quad \hat{f} \in \ell^{2,a}(\mathbb{Z}^3 \times \mathbb{Z}^3), \quad (5)$$

where

$$\hat{v}_\mu(x) = \begin{cases} \mu, & |x| = 1, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Obviously, all the three operators $\hat{\mathbb{H}}_0, \hat{\mathbb{V}}_\mu$, and $\hat{\mathbb{H}}_\mu$ (for $\mu \in \mathbb{R}$) are bounded and self-adjoint.

The two-fermion Hamiltonian in the quasimomentum representation. Let $\mathbb{T}^3$ be the three-dimensional torus, $\mathbb{T}^3 = (\mathbb{R}/2\pi\mathbb{Z})^3 \equiv (-\pi, \pi]^3$. The torus $\mathbb{T}^3$ represents the Pontryagin dual group of $\mathbb{Z}^3$, equipped with the Haar measure $d\mathbf{p}$. Let $L^{2,a}(\mathbb{T}^3 \times \mathbb{T}^3)$ be the Hilbert space of square-integrable antisymmetric functions on $\mathbb{T}^3 \times \mathbb{T}^3$.

The quasimomentum-space version of the Hamiltonian (2.1) reads as

$$\mathbb{H}_\mu := (\mathcal{F} \otimes \mathcal{F}) \hat{\mathbb{H}}_\mu (\mathcal{F} \otimes \mathcal{F})^*,$$

where $\mathcal{F} \otimes \mathcal{F}$ denotes the Fourier transform. The operator $\mathbb{H}_\mu$ acts on $L^{2,a}(\mathbb{T}^3 \times \mathbb{T}^3)$ and has the form

$\mathbb{H}_\mu = \mathbb{H}_0 + \mathbb{V}_\mu$, where $\mathbb{H}_0 = (\mathcal{F} \otimes \mathcal{F}) \hat{\mathbb{H}}_0 (\mathcal{F} \otimes \mathcal{F})^*$ is the multiplication operator:

$$[\mathbb{H}_0 f](p, q) = [\varepsilon(p) + \varepsilon(q)] f(p, q),$$

with

$$\varepsilon(p) := 2 \sum_{i=1}^3 (1 - \cos p_i), \quad p = (p_1, p_2, p_3) \in \mathbb{T}^3,$$

the dispersion relation of a single fermion. The interaction $\mathbb{V}_\mu = (\mathcal{F} \otimes \mathcal{F}) \hat{\mathbb{V}}_\mu (\mathcal{F} \otimes \mathcal{F})^*$ is the integral operator

$$[\mathbb{V}_\mu f](p, q) = \frac{1}{4\pi^3} \int_{\mathbb{T}^3} v_\mu(p - u) f(u, p + q - u) du$$

with the kernel function

$$v_\mu(p) = \mu \sum_{i=1}^3 \cos p_i, \quad p = (p_1, p_2, p_3) \in \mathbb{T}^3. \quad (6)$$

The Floquet-Bloch decomposition of $\mathbb{H}_\mu$ and discrete Schrödinger operators

Since $\hat{\mathbb{H}}_\mu$ commutes with the representation of the discrete group $\mathbb{Z}^3$ by shift operators on the lattice, the space $L^{2,a}(\mathbb{T}^3 \times \mathbb{T}^3)$ and $\mathbb{H}_\mu$ can be decomposed into the von Neumann direct integral as (see, e.g., [3])

$$L^{2,a}(\mathbb{T}^3 \times \mathbb{T}^3) \simeq \int_{K \in \mathbb{T}^3}^{\oplus} L^{2,o}(\mathbb{T}^3) dK \quad (7)$$

and

$$\mathbb{H}_\mu \simeq \int_{K \in \mathbb{T}^3}^{\oplus} H_\mu(K) dK, \quad (8)$$

where $L^{2,o}(\mathbb{T}^3)$ is the Hilbert space of odd functions on $\mathbb{T}^3$. The fiber operator $H_\mu(K)$, $K \in \mathbb{T}^3$, in (8) acting on $L^{2,o}(\mathbb{T}^3)$ is of the form

$$H_\mu(K) := H_0(K) + V_\mu, \quad (9)$$

where the (unperturbed) operator $H_0(K)$ is the multiplication operator by the function (3) and the perturbation operator V_μ is given by

$$[V_\mu f](p) = \frac{\mu}{4\pi^3} \sum_{i=1}^3 \sin p_i \int_{\mathbb{T}^3} \sin q_i f(q) dq \quad (10)$$

Obviously, both the operators $H_0(K)$ and V_μ are bounded and self-adjoint. In the literature, the parameter $K \in \mathbb{T}^3$ is called the *two-particle quasimomentum* and the entry $H_\mu(K)$ is called the *discrete Schrödinger operator* associated to the two-particle Hamiltonian $\hat{\mathbb{H}}_\mu$.

The essential spectrum of discrete Schrödinger operators. Depending on $\mu \in \mathbb{R}$, the rank of V_μ varies but never exceeds six. Hence, by Weyl's theorem, for any $K \in \mathbb{T}^3$ the essential spectrum $\sigma_{\text{ess}}(H_\mu(K))$ of $H_\mu(K)$ coincides with the spectrum of $H_0(K)$, i.e.,

$$\sigma_{\text{ess}}(H_\mu(K)) = \sigma(H_0(K)) = [\mathcal{E}_{\min}(K), \mathcal{E}_{\max}(K)], \quad (11)$$

with

$$\mathcal{E}_{\min}(K) := \min_{p \in \mathbb{T}^3} \mathcal{E}_K(p) = 4 \sum_{i=1}^3 (1 - \cos \frac{K_i}{2}) \geq \mathcal{E}_{\min}(0) = 0,$$

$$\mathcal{E}_{\max}(K) := \max_{p \in \mathbb{T}^3} \mathcal{E}_K(p) = 4 \sum_{i=1}^3 (1 + \cos \frac{K_i}{2}) \leq \mathcal{E}_{\max}(0) = 24,$$

where

$$\mathcal{E}_K(p) := 4 \sum_{i=1}^3 (1 - \cos \frac{K_i}{2} \cos p_i). \quad (12)$$

Auxiliary statements. Let $L^{2,\theta}(\mathbb{T}^3) \subset L^{2,o}(\mathbb{T}^3)$ for each $\theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}$ be the subspaces of odd functions defined as

$$L^{2,\mathbf{o}_1}(\mathbb{T}^3) = \{f \in L^{2,o}(\mathbb{T}^3) : f(p_1, p_2, p_3) = f(-p_1, p_2, p_3) = f(p_1, -p_2, p_3)\}$$

$$L^{2,\mathbf{o}_2}(\mathbb{T}^3) = \{f \in L^{2,o}(\mathbb{T}^3) : f(p_1, p_2, p_3) = f(-p_1, p_2, p_3) = f(p_1, p_2, -p_3)\}$$

$$L^{2,\mathbf{o}_3}(\mathbb{T}^3) = \{f \in L^{2,o}(\mathbb{T}^3) : f(p_1, p_2, p_3) = f(p_1, -p_2, p_3) = f(p_1, p_2, -p_3)\}$$

$$L^{2,\mathbf{ooo}}(\mathbb{T}^3) = \{f \in L^{2,o}(\mathbb{T}^3) : f(p_1, p_2, p_3) = -f(-p_1, p_2, p_3) = -f(p_1, -p_2, p_3) = -f(p_1, p_2, -p_3)\} \text{ for a.e. } (p_1, p_2, p_3) \in \mathbb{T}^3.$$

Here by $\mathbf{o}_i$ we mean an odd function with respect to the i -th coordinate.

Lemma 3.1 *The equality*

$$L^{2,o}(\mathbb{T}^3) = L^{2,\mathbf{o}_1}(\mathbb{T}^3) \oplus L^{2,\mathbf{o}_2}(\mathbb{T}^3) \oplus L^{2,\mathbf{o}_3}(\mathbb{T}^3) \oplus L^{2,\mathbf{ooo}}(\mathbb{T}^3) \quad (13)$$

holds true.

Proof. The proof follows from the fact that each element of $L^{2,o}(\mathbb{T}^3)$ may be represented as the sum of the functions in $L^{2,\theta}(\mathbb{T}^3)$ for each $\theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}$.

The operator $H_0(0)$ is the multiplication operator by the symmetric and even function $\mathcal{E}_0(p) = 4\varepsilon(p) = 4\varepsilon(p_1, p_2, p_3)$, which is even in each variable, in $L^{2,\mathbf{eee}}(\mathbb{T}^3)$. Hence, for each $\theta \in \{\mathbf{eeo}, \mathbf{eoe}, \mathbf{oeo}, \mathbf{ooo}\}$ the subspace $L^{2,\theta}(\mathbb{T}^3)$ is invariant with respect to $H_0(0)$. Now recall that the interaction operator V_μ has the form (10) and, thus, it reads as

$$[V_\mu f](p) = \frac{\mu}{4\pi^3} \int_{\mathbb{T}^3} (\sin p_1 \sin q_1 + \sin p_2 \sin q_2 + \sin p_3 \sin q_3) f(q) dq$$

and denoting by $V_{\lambda\mu}^\theta, \theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}$ in the reducing subspaces $L^{2,\theta}(\mathbb{T}^3), \theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}$, we arrive at the expressions

$$[V_\mu^{\mathbf{o}_i} f](p) = \frac{\mu}{4\pi^3} \sin p_i \int_{\mathbb{T}^3} \sin q_i f(q) dq, i = 1, 2, 3,$$

$$[V_\mu^{\mathbf{ooo}} f](p) = 0.$$

It follows from the above expressions that

$$H_\mu(0)|_{L^{2,\theta}(\mathbb{T}^3)} = H_\mu^\theta(0) := H_0 + V_\mu^\theta \text{ for } \theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}.$$

Therefore,

$$\sigma(H_\mu(0)) = \bigcup_{\theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}} \sigma(H_\mu^\theta(0)), \quad (14)$$

where $A|_{\mathcal{H}}$ is the restriction of a self-adjoint operator A on a reducing subspace $\mathcal{H}$. Thus, the study of the discrete spectrum of $H_\mu(0)$ reduces to that for the restrictions of $H_\mu(0)$ onto each subspaces $L^{2,\theta}(\mathbb{T}^3)$, $\theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}$.

3.1 The Lippmann–Schwinger operator

Let $\{\alpha_i^\theta, i = 1, 2, 3\}$ be a systems of vectors in $L^{2,\theta}(\mathbb{T}^3)$, $\theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}$, with

$$\alpha_1^{\mathbf{o}_1}(p) = \frac{\sin p_1}{2\pi^{3/2}}, \quad \alpha_1^{\mathbf{o}_2}(p) = \frac{\sin p_2}{2\pi^{3/2}}, \quad \alpha_1^{\mathbf{o}_3}(p) = \frac{\sin p_3}{2\pi^{3/2}} \quad (15)$$

One easily verifies by inspection that the vectors (15) are orthonormal in $L^{2,\theta}(\mathbb{T}^3)$. By using the orthonormal systems (15) one obtains

$$V_\mu^\theta f = \mu(f, \alpha_1^\theta) \alpha_1^\theta \quad (16)$$

where $(\cdot, \cdot)$ is the inner products in $L^{2,\theta}(\mathbb{T}^3)$. For any $z \in \mathbb{C} \setminus [0, 24]$ we define (the transpose of) the Lippmann-Schwinger operator (see., e.g., [26]) as

$$B_\mu^\theta(0, z) = -V_\mu^\theta R_0(0, z), \quad \theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}$$

where $R_0(0, z) := [H_0(0) - zI]^{-1}$, $z \in \mathbb{C} \setminus [0, 24]$, is the resolvent of the operator $H_0(0)$.

Lemma 3.3 *For each $\mu \in \mathbb{R}$ the number $z \in \mathbb{C} \setminus [0, 24]$ is an eigenvalue of the operator $H_\mu^\theta(0)$ if and only if the number 1 is an eigenvalue for $B_\mu^\theta(0, z)$.*

The proof of this lemma is quite standard (see., e.g., [1]) and, thus, we omit it.

The representation (16) yields the equivalence of the Lippmann-Schwinger equation

$$B_\mu^\theta(0, z)\varphi = \varphi, \quad \varphi \in L^{2,\theta}(\mathbb{T}^3)$$

to the following algebraic linear system in $x_i := (\varphi, \alpha_i^\theta)$, $i = 1, 2, 3$:

$$(1 + \mu a^\theta(z))x = 0 \quad (17)$$

where

$$a^\theta(z) = \frac{1}{4\pi^3} \int_{\mathbb{T}^3} \frac{\sin^2 p_i dp}{\mathcal{E}_0(p) - z}. \quad (18)$$

Taking into account that the function $\mathcal{E}_0(p) = 4\varepsilon(p) = 4\varepsilon(p_1, p_2, p_3)$ is symmetric, it is easy to check that the functions $a^\theta(z)$ do not depend on the symbol θ . Thus, we skip the symbol superscripts and denote these functions simply by $a(z)$.

The reasoning similar to the one we used in the case of the functions (18) allows us to conclude that the determinant of the operator $I - B_\mu^\theta(0, z)$ does not depend on θ , too. Thus we write

$$\Delta_\mu(z) = \det[I - B_\mu^\theta(0, z)], \quad z \in \mathbb{C} \setminus [0, 24], \theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\},$$

where

$$\Delta_\mu(z) = 1 + \mu a(z) \quad (19)$$

Lemma 3.4 *A number $z \in \mathbb{C} \setminus [0, 24]$ is an eigenvalue of the operator $H_\mu(0)$ if and only if*

$$\Delta_\mu(z) = 0. \quad (20)$$

If z is such an eigenvalue then necessarily it has multiplicity three.

The proof of this lemma for each $\theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}$ is quite standard (cf., e.g., [22, 20])

Remark 3.5 Notice that for each $\theta \in \{\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_2, \mathbf{o}_3, \mathbf{ooo}\}$ any eigenvalue $z \in \mathbb{C} \setminus [0, 24]$ of $H_\mu^\theta(0)$ are simple. Since

$$H_\mu(0) = \bigoplus_{\theta} H_\mu^\theta(0)$$

the same z is an eigenvalue of multiplicity three for $H_\mu(0)$.

Lemma 3.6 The functions $\Delta_\mu(z)$ and $a(z)$ defined in $\mathbb{R} \setminus [0, 24]$ are real-valued and, moreover, $a(z)$ strictly increasing and positive in $(-\infty, 0)$, $a(z)$ strictly increasing and negative in $(24, +\infty)$ and have following asymptotics:

$$\lim_{z \rightarrow 0^-} a(z) = a(0), \quad \lim_{z \rightarrow 24^+} a(z) = -a(0), \quad \lim_{z \rightarrow \pm\infty} a(z) = 0 \quad (21)$$

$$\lim_{z \rightarrow 0^-} \Delta_\mu(z) = 1 + a(0)\mu, \quad \lim_{z \rightarrow 24^+} \Delta_\mu(z) = 1 - a(0)\mu, \quad \lim_{z \rightarrow \pm\infty} \Delta_\mu(z) = 1 \quad (22)$$

Proof. In view of Lemmas 18, the proof can be obtained through a simple calculation.

Theorem 3.7 For any $\mu \in \mathbb{R}$, the number and multiplicities of eigenvalues of $H_\mu^\theta(0)$ outside the set $\sigma_{ess}(H_\mu^\theta(0))$ are described in the following statements.

- (i) For any $\mu \in \left[-\frac{1}{a(0)}, \frac{1}{a(0)}\right]$ the operator $H_\mu^\theta(0)$ has no eigenvalues outside the essential spectrum.
- (ii) For any $\mu > \frac{1}{a(0)}$ the operator $H_\mu^\theta(0)$ has unique simple eigenvalues $z(\mu; 0) > 0$ in $(24, \infty)$ and no eigenvalue in $(-\infty, 0)$.
- (iii) For any $\mu < -\frac{1}{a(0)}$ the operator $H_\mu^\theta(0)$ has unique simple eigenvalues $z(\mu; 0) < 0$ in $(-\infty, 0)$ and no eigenvalue in $(24, \infty)$.

Theorem 3.8 $K \in \mathbb{T}^3$ and $\mu \in \mathbb{R}$.

- (i) If $\mu < -\frac{1}{a(0)}$ the operator $H_\mu(K)$ has least one eigenvalue lying below the essential spectrum.
- (ii) If $\mu > \frac{1}{a(0)}$ the operator $H_\mu(K)$ has least one eigenvalue lying above the essential spectrum.

Prof of the main results. Our main results are Theorem 19 and Teorem 20, then we first prof the Theorem 20 It is known that essential spectrum of the Hamiltonian $H_\mu^\theta(0)$ coincides with the interval $[0, 24]$. The following lemma is important for proving Theorem 19.

Lemma 4.1 Let $\mu \in \mathbb{R}$. Then:

- (i) For any $\mu < -\frac{1}{a(0)}$ the function Δ_μ has unique root $\xi_1(\mu)$ in $(-\infty, 0)$.
- (ii) For any $\mu \in \left[-\frac{1}{a(0)}, \frac{1}{a(0)}\right]$ the functions Δ_μ has no roots,
- (iii) For any $\mu > \frac{1}{a(0)}$ the functions Δ_μ have unique roots $\xi_2(\mu)$ in $(24, +\infty)$.

Proof. Let us prove the item (i). If $\mu < -\frac{1}{a(0)}$, then according to Lemma 18

$$\lim_{z \nearrow 0} \Delta_\mu(z) < 0$$

and

$$\lim_{z \rightarrow -\infty} \Delta_\mu(z) < 1.$$

Hence there exists one number $\xi_1(\mu)$ in $(-\infty, 0)$, such that

$$\Delta_\mu(\xi_1(\mu)) = 0.$$

Since the rank of the operator $[V_\mu^\theta f](p)$ is equal to one, there exists unique root.

If $\mu \in \left[-\frac{1}{a(0)}, \frac{1}{a(0)}\right]$, then according to Lemma 18, the inequalities

$$\lim_{z \nearrow 0} \Delta_\mu(z) > 0, \quad \lim_{z \searrow 24} \Delta_\mu(z) > 0$$

always hold. Since

$$\lim_{z \rightarrow \pm\infty} \Delta_\mu(z) = 1,$$

the function $\Delta_\mu(\cdot)$ has no roots.

Finally, if $\mu > \frac{1}{a(0)}$, then according to Lemma 3.6,

$$\lim_{z \searrow 24} \Delta_\mu(z) < 0$$

and

$$\lim_{z \rightarrow +\infty} \Delta_\mu(z) = 1.$$

Hence there exists one number $\xi_2(\mu)$ in $(24, +\infty)$, such that

$$\Delta_\mu(\xi_2(\mu)) = 0.$$

Since the rank of the operator $[V_\mu^\theta f](p)$ is equal to one, there exists unique root.

Proof of Theorem 19 follows from Lemma 16 and 4.1.

4.1 The discrete spectrum of $H_\mu(K)$. For every $n \geq 1$ define

$$e_n(K; \mu) := \sup_{\phi_1, \dots, \phi_{n-1} \in L^{2,o}(T^3)} \inf_{\psi \in [\phi_1, \dots, \phi_{n-1}]^\perp, \|\psi\|=1} (H_\mu(K)\psi, \psi) \quad (23)$$

and

$$E_n(K; \mu) := \inf_{\phi_1, \dots, \phi_{n-1} \in L^{2,o}(T^3)} \sup_{\psi \in [\phi_1, \dots, \phi_{n-1}]^\perp, \|\psi\|=1} (H_\mu(K)\psi, \psi). \quad (24)$$

By the minimax principle, $e_n(K; \mu) \leq \varepsilon_{\min}(K)$ and $E_n(K; \mu) \geq \varepsilon_{\max}(K)$. Since the rank of V_μ does not exceed six, by choosing suitable elements $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_6$ from range of V_μ one concludes that $e_n(K; \mu) = \varepsilon_{\min}(K)$ and $E_n(K; \mu) = \varepsilon_{\max}(K)$ for all $n \geq 7$.

Lemma 4.2 Let $n \geq 1$ and $i \in \{1, 2, 3\}$. For every fixed $K_j \in \mathbb{T}, j \neq i$, the map

$$K_j \in \mathbb{T} \mapsto \varepsilon_{\min}((K_1, K_2, K_3)) - e_n((K_1, K_2, K_3); \mu)$$

is non-increasing in $(-\pi, 0]$ and non-decreasing in $[0, \pi]$. Similarly, for every fixed $K_j \in \mathbb{T}, j \neq i$, the map

$$K_j \in \mathbb{T} \mapsto E_n((K_1, K_2, K_3); \mu) - \varepsilon_{\max}((K_1, K_2, K_3))$$

is non-increasing in $(-\pi, 0]$ and non-decreasing in $[0, \pi]$.

Proof. Without loss of generality we assume that $i = 1$. Given $\psi \in L^{2,o}(T^3)$ consider

$$((H_0(K) - \varepsilon_{\min}(K))\psi, \psi) = \int_{T^3} \sum_{i=1}^3 \cos \frac{K_i}{3} (1 - \cos q_i) |\psi(q)|^2 dq, \quad K := (K_1, K_2, K_3).$$

Clearly, the map $K_1 \in \mathbb{T} \mapsto ((H_0(K) - \varepsilon_{\min}(K))\psi, \psi)$ is non-decreasing in $(-\pi, 0]$ and non-decreasing in $[0, \pi]$. Since V_μ is independent of K , by the definition of $e_n(K; \mu)$ the map $K_1 \in \mathbb{T} \mapsto \varepsilon_{\min}((K_1, K_2, K_3)) - e_n((K_1, K_2, K_3); \mu)$ is non-decreasing in $(-\pi, 0]$ and non-decreasing in $[0, \pi]$.

The case $K_j \in \mathbb{T} \mapsto E_n((K_1, K_2, K_3); \mu) - \varepsilon_{\max}((K_1, K_2, K_3))$ is similar.

Theorem 4.3 Suppose that $H_\mu(0)$ has n eigenvalues below (resp. above) the essential spectrum for some $\mu \in \mathbb{R}$. Then for each $K \in \mathbb{T}^3$ the operator $H_\mu(K)$ has at least n eigenvalues below (resp. above) its essential spectrum.

Proof. By Lemma 20 for any $K \in \mathbb{T}^3$ and $m \geq 1$ we have

$$0 \leq \varepsilon_{\min}(0) - e_n(0; \mu) \leq \varepsilon_{\min}(K) - e_n(K; \mu) \quad (25)$$

and

$$E_n(K; \mu) - \varepsilon_{\max}(K) \geq E_n(0; \mu) - \varepsilon_{\max}(0) \geq 0.$$

By the assumption, $e_n(0; \mu)$ the discrete eigenvalue of $H_\mu(0)$ for some $\mu \in \mathbb{R}$. Thus, $\varepsilon_{\min}(0) - e_n(0; \mu) > 0$, and hence, by (25) and (11) $e_n(K; \mu)$ is a discrete eigenvalue of $H_\mu(K)$ for any $K \in \mathbb{T}^3$. Since $e_1(K; \mu) \leq \dots \leq e_n(K; \mu) < \varepsilon_{\min}(K)$, it follows that $H_\mu(K)$ has at least n eigenvalue below its essential spectrum. The case of $E_n(K; \mu)$ is similar.

Proof of Theorem 20 can be obtained by combining Theorem 25 with Theorem 19.

REFERENCES:

1. Albeverio S., Gesztesy F., Khoegh-Kron R., and Holden H.: *Solvable Models in Quantum Mechanics*, Springer, New York (1988).
2. Albeverio S., Lakaev S. N., Muminov Z. I.: *Schrödinger operators on lattices. The Efimov effect and discrete spectrum asymptotics*, *Ann. Henri Poincaré*. 5 (2004), 743-772.
3. Albeverio S., Lakaev S. N., Makarov K. A., Muminov Z. I.: *The Threshold Effects for the Two-particle Hamiltonians on Lattices*, *Comm. Math. Phys.* <http://dx.doi.org/10.1007/s00220-005-1454-y> 262

(2006), 91–115.

4. Albeverio S., Lakaev S. N., Khalkhujayev A. M.: Number of Eigenvalues of the Three-Particle Schrödinger Operators on Lattices, *Markov Process. Relat. Fields.* 18 (2012), 387–420.
5. Bach V., de Siqueira Pedra W., Lakaev S.N.: Bounds on the discrete spectrum of lattice Schrödinger operators. *J. Math. Phys.* 59:2 (2017), 022109.
6. Bloch I.: Ultracold quantum gases in optical lattices, *Nat. Phys.* 1 (2005), 23–30.
7. Dell’Antonio G., Muminov Z.I., Shermatova Y.M.: On the number of eigenvalues of a model operator related to a system of three particles on lattices. *J. Phys. A* 44 (2011), 315302.
8. Efimov V.N., *Yad. Fiz.* 12, 1080 (1970) [*Sov. J. Nucl. Phys.* 12, 589 (1970)].
9. Faddeev L.D., Merkuriev S.P., *Quantum Scattering Theory for Several Particle Systems* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993).
10. Faria Da Veiga P.A., Ioriatti L., O’Carroll M.: <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.66.016130> Energy-momentum spectrum of some two-particle lattice Schrödinger Hamiltonians. *Phys. Rev. E* 66 (2002), 016130.
11. Fassari S. and Klaus M.: Coupling constant thresholds of perturbed periodic Hamiltonians, *Journal of Mathematical Physics* 39 (1998), 4369–4416.
12. Gridnev D.K.: <https://doi.org/10.1088/1751-8113/47/50/505204> Three resonating fermions in flatland: Proof of the super Efimov effect and the exact discrete spectrum asymptotics, *J. Phys. A: Math. Theor.* 47:50 (2014), 505204.
13. Hiroshima F., Muminov Z., Kuljanov U.: <https://doi.org/10.1080/03081087.2020.1750547> Threshold of discrete Schrödinger operators with delta-potentials on $\mathbb{N}$ -dimensional lattice. *Linear and Multilinear Algebra* (2020).
14. Jaksch D., Bruder C., Cirac J., Gardiner C.W., Zoller P.: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.81.3108> Cold bosonic atoms in optical lattices. *Phys. Rev. Lett.* 81 (1998), 3108–3111.
15. Jaksch D., Zoller P.: <https://doi.org/10.1016/j.aop.2004.09.010> The cold atom Hubbard toolbox. *Ann. Phys.* 315 (2005), 52–79.
16. Kholmatov Sh.Yu., Lakaev S.N., Almuratov F.: <https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2021.125280> Bound states of discrete Schrödinger operators on one and two dimensional lattices, *J. Math. Anal. Appl.* 503:1 (2021), 125280.
17. Lakaev S.N.: The Efimov’s effect of the three identical quantum particle on a lattice. *Funct. Anal. Appl.* 27 (1993), 15–28
18. Lakaev S.N.: Some spectral properties of the generalized Friedrichs model, *Journal of Soviet Mathematics*, 45(6) (1989), 1540–1563.
19. Lakaev S.N., Abdukhakimov S.Kh.: Threshold effects in a two-fermion system on an optical lattice. *Theoret. and Math. Phys.* 203:2 (2020), 251–268
20. Lakaev S.N., Bozorov I.N.: <https://doi.org/10.1007/s11232-009-0030-6> The number of bound states of a one-particle Hamiltonian on a three-dimensional lattice. *Theoret. and Math. Phys.* 158 (2009), 360–376.
21. Lakaev S. N., Dell’Antonio G., Khalkhuzhaev A.: Existence of an isolated band in a system of three particles in an optical lattice, *J. Phys. A: Math. Theor.* 49 (2016), 52 [15 pages].
22. Lakaev S.N., Kholmatov Sh.Yu., Khamidov Sh.I.: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1751-8121/abfcf4> Bose-Hubbard model with on-site and nearest-neighbor interactions; exactly solvable case. *J. Phys. A: Math. Theor.* 54 (2021), 245201 [22 pages].
23. Lakaev S.N., Lakaev Sh.S.: The existence of bound states in a system of three particles in an optical lattice. *J. Phys. A: Math. Theor.* 50 (2017) 335202 [17 pages].
24. Lakaev S.N., Özdemir E.: <https://doi.org/10.15672/HJMS.20164515685> The existence and location of eigenvalues of the one particle Hamiltonians on lattices. *Hacettepe J. Math. Stat.* 45 (2016), 1693–1703.
25. Lewenstein M., Sanpera A., Ahufinger V.: <https://doi.org/10.1080/00107514.2013.800135> Ultracold Atoms in Optical Lattices: Simulating Quantum Many-body Systems. Oxford University Press, Oxford, 2012.
26. Lippmann B. A., Schwinger J.: Variational principles for scattering processes. I. *Phys. Rev.* 79, 469 (1950), 361–379.

27. Mattis D.: <https://doi.org/1103/RevModPhys.58.361>The few-body problem on a lattice. *Rev. Mod. Phys.* 58 (1986), 361–379.
28. Mogilner A.: *Hamiltonians in solid-state physics as multiparticle discrete Schrödinger operators: Problems and results.* *Advances in Societ Math.* 5 (1991), 139–194.
29. Motovilov A. K., Sandhas W., and Belyaev V. B.: <http://dx.doi.org/10.1063/1.1371264>Perturbation of a lattice spectral band by a nearby resonance, *J. Math. Phys.* 42 (2001), 2490–2506.
30. Nishida Y.: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.118.230601>Semisuper Efimov effect of two-dimensional bosons at a three-body resonance, *Phys. Rev. Lett.* 118, 230601 (2017).
31. Nishida Y., Moroz S., and Son D.T.: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.110.235301>Super Efimov effect of resonantly interacting fermions in two dimensions, *Phys. Rev. Lett.* 110, 235301 (2013).
32. Nishida Y. and Son D.T.: <https://doi.org/10.1103/physreva.82.043606>Universal four-component fermi gas in one dimension, *Phys. Rev. A* 82:4, 043606 (2010).
33. Ospelkaus C., Ospelkaus S., Humbert L., Ernst P., Sengstock K., Bongs K.: <https://doi.org/10.1103/PHYSREVLETT.97.120402>Ultracold heteronuclear molecules in a 3d optical lattice. *Phys.Rev. Lett.* 97, 2006.
34. Ovchinnikov Y.N., Sigal I.N.: [https://doi.org/10.1016/0003-4916\(79\)90339-7](https://doi.org/10.1016/0003-4916(79)90339-7)Number of bound states of three-body systems and Efimov's effect. *Ann. Phys.* 123:2 (1979), 274–295.
35. Simon B.: [https://doi.org/10.1016/0003-4916\(76\)90038-5](https://doi.org/10.1016/0003-4916(76)90038-5)The bound state of weakly coupled Schrödinger operators in one and two dimensions. *Ann. Phys.* 97 (1976), 279–288.
36. Sobolev A.V.: <https://doi.org/10.1007/bf02096734>The Efimov effect. *Discrete spectrum asymptotics*, *Commun. Math. Phys.* 156:1, 101–126 (1993).
37. Tamura H.: <https://doi.org/10.1142/s0129055x19500314>Asymptotic distribution of negative eigenvalues for three-body systems in two dimensions: Efimov effect in the antisymmetric space, *Rev. Math. Phys.* 31:9 (2019), 1950031.
38. Tamura H.: [https://doi.org/10.1016/0022-1236\(91\)90038-7](https://doi.org/10.1016/0022-1236(91)90038-7)The Efimov effect of three-body Schrödinger operators. *J. Funct. Anal.* 95:2 (1991), 433–459.
39. Winkler K., Thalhammer G., Lang F., Grimm R., Hecker J. Denschlag, A.J. Daley, A. Kantian, H.P. Büchler, P. Zoller: <https://doi.org/10.1038/nature04918>Repulsively bound atom pairs in an optical lattice. *Nature* 441, 853–856, 2006.
40. Yafaev D.R.: On the theory of the discrete spectrum of the three-particle Schrödinger operator, *Mat. Sb.* 94(136), 567–593, 655–656 (1974).

ISSIQLIK TARQALISH MASALASINI SONLI YECHISH SXEMASI

To'rayev Jo'rabek Nurbek o'g'li,

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, matematika kafedrası o'qituvchisi

0511jurabek@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada buziluvchi turdagi chiziqli issiqlik tarqalish tenglamasi uchun ayirmali sonli yechim usuli ishlab chiqilgan. Noma'lum koeffitsiyentlar usulida noma'lum to'rt funksiyalarining chiziqli kombinatsiyasi shaklida ayirmali sxemalar tuzilgan. Ayirmali sxema yuqori darajadagi approksimatsiyani ta'minlash uchun Teylor qatori yordamida aniqlangan. Chiziqli tenglamalar sistemasi uchun iteratsion usullar (Pikar, maxsus va Nyuton usullari) taklif qilinib, ularning algoritmlari Visual Studio 2012 muhiti (C# dasturlash tili)da dasturlashtirilgan. Progonka usuli yordamida ayirmali sistemaning sonli yechimi topilgan va hisoblash eksperimentlari natijalari orqali usulning samaradorligi tasdiqlangan. Shuningdek, sonli yechimlarning grafigi va animatsion ko'rinishi MATLAB grafik modullari yordamida tasvirlangan. Tadqiqot chiziqli differensial tenglamalarni sonli yechish, ularning xossalari tahlil qilish va vizualizatsiya qilishda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: koeffitsiyentlar usuli, to'rt funksiya, ayirmali sxema, differensial tenglama, approksimatsiya, Koshi masalasi

ЧИСЛЕННАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Аннотация. В данной статье разработан численный метод решения нелинейного уравнения теплопроводности вырожденного типа с использованием разностной схемы. С помощью метода неизвестных коэффициентов построены разностные схемы в виде линейной комбинации значений сеточной функции. Для обеспечения высокой точности аппроксимации разностной схемы применён ряд Тейлора. Для решения нелинейной системы уравнений предложены итерационные методы (методы Пикара, специальный метод и метод Ньютона), алгоритмы которых реализованы в среде Visual Studio 2012 с использованием языка программирования C#. Решение разностной системы получено с помощью метода прогонки, и результаты вычислительных экспериментов подтвердили эффективность предложенного подхода. Кроме того, численные решения визуализированы в виде графиков и анимации с использованием графических модулей MATLAB. Исследование представляет практическую ценность для численного анализа и визуализации свойств нелинейных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: метод коэффициентов, сеточная функция, разностная схема, дифференциальное уравнение, аппроксимация, задача Коши.

NUMERICAL SCHEME FOR SOLVING THE HEAT CONDUCTION PROBLEM

Abstract. This paper presents a numerical solution method for a degenerate nonlinear heat conduction equation using a finite difference scheme. The difference scheme is constructed as a linear combination of unknown grid function values via the method of undetermined coefficients. To achieve high-order approximation, Taylor series expansion is applied. Iterative methods (Picard, special method, and Newton's method) are proposed for solving the nonlinear system, and their algorithms are implemented in Visual Studio 2012 using the C# programming language. The numerical solution of the finite difference system is obtained using the Thomas algorithm (tridiagonal matrix algorithm), and the effectiveness of the method is confirmed through computational experiments. Furthermore, the numerical solutions are visualized with plots and animations using MATLAB graphical modules. This research holds significant practical value for numerically solving and analyzing nonlinear differential equations and their visualization.

Keywords: method of coefficients, grid function, finite difference scheme, differential equation, approximation, Cauchy problem.

Kirish. Noma'lum koeffitsiyentlar usulida ayirmali sxema sifatida noma'lum to'r funksiyani shablonni tashkil qiluvchi tugun nuqtalardagi qiymatlarining chiziqli kombinatsiyasi olinadi. Ushbu chiziqli kombinatsiyaning koeffitsiyentlari ayirmali sxema berilgan differensial tenglamani to'r qatlamlari bo'yicha iloji boricha yuqori tartibda approksimatsiya qilish shartidan topiladi [2].

Masalan,

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

tenglama uchun

$$U(x, t) = \left\{ (x_{i-1}, t_j); (x_i, t_j); (x_{i+1}, t_j); (x_i, t_{j+1}); \right\}$$

shablonda ayirmali sxema qurish talab etilgan bo'lsin. Demak, ayirmali sxema

$$\alpha u_{i-1}^j + \beta u_i^j + \gamma u_{i+1}^j + \mu u_i^{j+1} = 0. \quad (1)$$

ko'rinishda ekan. u_{i-1}^j , u_{i+1}^j va u_i^{j+1} to'r funksiyalarni (x_i, t_j) nuqta atrofida Teylor qatoriga yoyib, (1) tenglamaga qo'yamiz.

$$\begin{aligned} & \alpha u_{i-1}^j + \beta u_i^j + \gamma u_{i+1}^j + \mu u_i^{j+1} = \\ & \alpha \left(u_i^j - h \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial x} + \frac{h^2}{2} \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial x^2} + \frac{h^3}{6} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial x^3} + \dots \right) + \\ & + \beta \left(u_i^j + \gamma (u_i^j + h \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial x} + \frac{h^2}{2} \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial x^2} + \frac{h^3}{6} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial x^3} + \dots) \right) + \\ & + \mu \left(u_i^j + \tau \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial t} + \frac{\tau^2}{2} \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial t^2} + \frac{h^3}{6} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial t^3} + \dots \right) = \\ & (\alpha + \beta + \gamma + \mu) u_i^j + (\gamma - \alpha) h \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial x} + \frac{h^2}{2} (\alpha + \gamma) \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial x^2} \\ & + \mu \tau \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial t} + O(h^3 + \tau^2). \end{aligned} \quad (2)$$

(2) tenglikdan $\alpha u_{i-1}^j + \beta u_i^j + \gamma u_{i+1}^j + \mu u_i^{j+1} = \left(\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)_{(x_i, t_j)} + O(h^3 + \tau^2)$ bo'lishi

uchun α, β, γ va μ koeffitsiyentlar quyidagi tenglamalar sistemasini qanoatlantirishi kerak.

$$\begin{cases} \alpha + \beta + \gamma + \mu = 0 \\ \gamma - \alpha = 0 \\ \alpha + \gamma = -\frac{2}{h^2} \\ \mu \tau = 1 \end{cases}. \quad (3)$$

(3) tenglamalar sistemasini yechib, $\alpha = \gamma = -\frac{1}{h^2}$, $\mu = \frac{1}{\tau}$ va $\beta = \frac{2}{h^2} = -\frac{1}{\tau}$ ekanligini aniqlaymiz. Koeffitsiyentlarni bu qiymatlariniga qo'yamiz:

$$-\frac{u_{i-1}^j}{h^2} + \frac{2u_i^j}{h^2} - \frac{u_i^j}{\tau} - \frac{u_{i+1}^j}{h^2} + \frac{u_i^{j+1}}{\tau} = 0 \quad \text{yoki}$$

$$\frac{u_i^{j+1} - u_i^j}{\tau} - \frac{u_{i-1}^j - 2u_i^j + u_{i+1}^j}{h^2} = 0 \quad (4)$$

Demak,

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

differensial tenglamani $U(x_i, t_i) = \{(x_{i-1}, t_j); (x_i, t_j); (x_{i+1}, t_j); (x_i, t_{j+1});\}$ shablonda approksimatsiya qiluvchi ayirmali sxema quyidagi ko'rinishga ega ekan:

$$\frac{u_i^{j+1} - u_i^j}{\tau} = \frac{u_{i-1}^j - 2u_i^j + u_{i+1}^j}{h^2}.$$

Endi $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ differensial tenglamani

$$U(x_i, t_i) = \{(x_{i-1}, t_j); (x_i, t_j); (x_{i+1}, t_j); (x_i, t_{j+1});\}$$

shablonda approksimatsiya qiluvchi ayirmali tenglamani topamiz. Bu holda ayirmali sxema

$$\alpha u_i^j + \beta u_{i-1}^{j+1} + \gamma u_i^{j+1} + \mu u_{i+1}^{j+1} = 0. \quad (5)$$

ko'rinishda bo'ladi. (5) da u_{i-1}^{j+1} , u_i^{j+1} , u_{i+1}^{j+1} to'r funksiyalarni (x_i, t_j) nuqta atrofida Teylor qatoriga yoyamiz:

$$u_i^{j+1} = u_i^j + \tau \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial t} + \frac{\tau^2}{2} \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial t^2} + \frac{\tau^3}{6} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial t^3} + \frac{\tau^4}{24} \frac{\partial^4 u(x_i, t_j)}{\partial t^4} + \dots$$

$$u_{i-1}^{j+1} = u_i^j - h \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial x} + \tau \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial t} + \frac{h^2}{2} \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial x^2} + \frac{\tau^2}{2} \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial t^2} -$$

$$- h\tau \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial x \partial t} - \frac{h^3}{6} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial x^3} + \frac{\tau^3}{6} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial t^3} + \frac{h^2 \tau}{2} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial x^2 \partial t} - \frac{h \tau^2}{2} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial x \partial t^2} + \dots$$

$$u_{i+1}^{j+1} = u_i^j + h \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial x} + \tau \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial t} + \frac{h^2}{2} \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial x^2} + \frac{\tau^2}{2} \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial t^2} +$$

$$+ h\tau \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial x \partial t} + \frac{h^3}{6} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial x^3} + \frac{\tau^3}{6} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial t^3} + \frac{h^2 \tau}{2} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial x^2 \partial t} + \frac{h \tau^2}{2} \frac{\partial^3 u(x_i, t_j)}{\partial x \partial t^2} + \dots$$

U holda

$$\alpha u_i^j + \beta u_{i-1}^{j+1} + \gamma u_i^{j+1} + \mu u_{i+1}^{j+1} = \alpha u(x_i, t_j) + \beta [u(x_i, t_j) - hu'_x(x_i, t_j) + u'_t(x_i, t_j) +$$

$$+ 0,5h^2 u''_{xx}(x_i, t_j) + 0,5\tau^2 u''_{tt}(x_i, t_j) - h\tau u''_{xt}(x_i, t_j) - \frac{h^3}{6} u'''_{xxx}(x_i, t_j) + \frac{\tau^3}{6} u'''_{ttt}(x_i, t_j) +$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{h^2\tau}{2} u'''_{xxt}(x_i, t_j) - \frac{h\tau^2}{2} u'''_{xtt}(x_i, t_j) + \frac{h^4}{24} u''''_{xxxx}(x_i, t_j) - \frac{h^3\tau}{6} u''''_{xxxt}(x_i, t_j) + \\
 & + \frac{h^2\tau^2}{4} u''''_{xxtt}(x_i, t_j) - \frac{h\tau^3}{6} u''''_{xttt}(x_i, t_j) + \frac{\tau^4}{24} u''''_{tttt}(x_i, t_j) + \dots \Bigg] + \\
 & + \gamma \left[u(x_i, t_j) + \tau u'_t(x_i, t_j) + 0,5\tau^2 u''_{tt}(x_i, t_j) + \frac{\tau^3}{6} u'''_{ttt}(x_i, t_j) + \frac{\tau^4}{24} u''''_{tttt}(x_i, t_j) + \dots \right] + \\
 & + \mu \left[u(x_i, t_j) + h u'_x(x_i, t_j) + u'_t(x_i, t_j) + \right. \\
 & + 0,5h^2 u''_{xx}(x_i, t_j) + 0,5\tau^2 u''_{tt}(x_i, t_j) + h\tau u''_{xt}(x_i, t_j) + \frac{h^3}{6} u'''_{xxx}(x_i, t_j) + \frac{\tau^3}{6} u'''_{ttt}(x_i, t_j) + \\
 & + \frac{h^2\tau}{2} u'''_{xxt}(x_i, t_j) + \frac{h\tau^2}{2} u'''_{xtt}(x_i, t_j) + \frac{h^4}{24} u''''_{xxxx}(x_i, t_j) + \frac{h^3\tau}{6} u''''_{xxxt}(x_i, t_j) + \\
 & \left. + \frac{h^2\tau^2}{4} u''''_{xxtt}(x_i, t_j) + \frac{h\tau^3}{6} u''''_{xttt}(x_i, t_j) + \frac{\tau^4}{24} u''''_{tttt}(x_i, t_j) + \dots \right]
 \end{aligned}$$

O'xshash hadlarni ixchamlab, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned}
 \alpha u_i^j + \beta u_{i-1}^{j+1} + \gamma u_i^{j+1} + \mu u_{i+1}^{j+1} = & [\alpha + \beta + \gamma + \mu] u(x_i, t_j) + h(\mu - \beta) u'_x(x_i, t_j) + \\
 & + \tau(\beta + \gamma + \mu) u'_t(x_i, t_j) + 0,5h^2(\beta + \mu) u''_{xx}(x_i, t_j) + 0,5\tau^2(\beta + \gamma + \mu) u''_{tt}(x_i, t_j) + \\
 & + h\tau(\mu - \beta) u''_{xt}(x_i, t_j) + \frac{h^3}{6}(\mu - \beta) u'''_{xxx}(x_i, t_j) + \frac{\tau^3}{6}(\beta + \gamma + \mu) u'''_{ttt}(x_i, t_j) + \\
 & + 0,5h^2\tau(\beta + \mu) u''''_{xxt}(x_i, t_j) + 0,5h^2\tau(\mu - \beta) u''''_{xtt}(x_i, t_j) + \frac{h^4}{24}(\beta + \mu) u''''_{xxxx} + \\
 & + \frac{h^3\tau}{6}(\mu - \beta) u''''_{xxxt}(x_i, t_j) + \frac{h^2\tau^2}{4}(\beta + \mu) u''''_{xxtt}(x_i, t_j) + \frac{h\tau^3}{6}(\mu - \beta) u''''_{xttt}(x_i, t_j) + \\
 & + \frac{h\tau^3}{6}(\mu - \beta) u''''_{xttt}(x_i, t_j) + \frac{\tau^4}{24}(\beta + \mu) u''''_{tttt}(x_i, t_j) + \dots
 \end{aligned}$$

Oxirgi tenglikda quyidagilarni bajarilishini talab qilamiz:

$$\begin{cases} \alpha + \beta + \gamma + \mu = 0 \\ \beta + \gamma + \mu = \frac{1}{\tau} \\ \beta + \mu = -\frac{2}{h^2} \\ \mu - \beta = 0 \end{cases}$$

Bu tenglamalar sistemasini yechib, noma'lum $\alpha, \beta, \gamma, \mu$ parametrlarni qiymatlarini aniqlaymiz:

$$\alpha = -\frac{1}{\tau}, \quad \beta = \mu = -\frac{1}{h^2}, \quad \gamma = \frac{1}{\tau} + \frac{1}{h^2}.$$

Parametrlarning ushbu qiymatlarida

$$\begin{aligned} \alpha u_i^j + \beta u_{i-1}^{j+1} + \gamma u_i^{j+1} + \mu u_{i+1}^{j+1} = & \left(\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)_{(x_i, t_j)} - 0,5 \tau u''_{tt}(x_i, t_j) + \frac{\tau^2}{6} u'''_{ttt}(x_i, t_j) - \\ & - \frac{h^2}{12} u''''_{xxxx}(x_i, t_j) - \frac{\tau^2}{2} u''''_{xxxx}(x_i, t_j) + \frac{h^2 \tau^4}{12} u''''_{tttt}(x_i, t_j) + \dots \end{aligned} \quad (6)$$

$\alpha, \beta, \gamma, \mu$ parametrlarning topilgan qiymatlarini (3.13) tenglamaga qo'ysak, biz qurgan ayirmali sxemaning ko'rinishi kelib chiqadi:

$$\frac{u_i^{j+1} - u_i^j}{\tau} - \frac{u_{i-1}^{j+1} - 2u_i^{j+1} + u_{i+1}^{j+1}}{h^2} = \frac{\partial u(x_i, t_j)}{\partial t} - \frac{\partial^2 u(x_i, t_j)}{\partial t^2} + O(\tau, h^2).$$

Demak, $U(x_i, t_i) = \{(x_{i-1}, t_j); (x_i, t_j); (x_{i+1}, t_j); (x_i, t_{j+1});\}$ shablonda qurilgan ayirmali

sxema oshkormas bo'lib, berilgan differensial masalani τ bo'yicha birinchi tartib bilan va h bo'yicha ikkinchi tartib bilan approksimatsiya qilar ekan.

Quyidagi

$$Lu \equiv -u_t + \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K(u) \frac{\partial u}{\partial x} \right) + Q(u) = 0, \quad x \in R^N, \quad (7)$$

tenglamani $\Omega = \{(t, x): 0 < t < T, 0 < x < b\}$ sohada boshlang'ich va chegaraviy shartlari

$$u(0, x) = \psi(x) \geq 0, \quad 0 \leq x \leq b, \quad (8)$$

$$\begin{cases} u(t, 0) = \phi_1(t) > 0, \\ u(t, b) = \phi_2(t) = 0, \quad t \in [0, T] \\ - \left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|^{p-2} \frac{\partial u}{\partial x} (0, t) = u^q(0, t) \end{cases} \quad (9)$$

bo'lgan holini ko'rib chiqamiz. Bu tenglama buziluvchi ($p > 2$) holi finit boshlang'ich funksiyali $u_0(x) \geq 0, |x| \geq l > 0$ Koshi masalasiga ekvivalentdir.

$$\text{Bu yerda } K(u) = m^{p-1} u^{(p-1)(m-1)} \left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|^{p-2}, \quad Q(u) = u^\beta - \text{yetarlicha silliq funksiyalar, } m \neq 0,$$

$$0 < \gamma(t, x) \in C(0, +\infty) \times R^N.$$

$\bar{\Omega}$ da fazoviy koordinata bo'yicha h qadam bilan $\bar{\omega}_h$

$$\bar{\omega}_h = \{x_i = ih, \quad h > 0, \quad i = 0, 1, \dots, n, \quad hn = b\},$$

va vaqt bo'yicha

$$\bar{\omega}_\tau = \{t_j = j\tau, \quad \tau > 0, \quad j = 0, 1, \dots, m, \quad \tau m = T\}, \quad T > 0$$

to'rlar qurib olamiz.

Balans usulini qo'llagan holda (7)-(9) masalani oshkormas ayirmali sxema bilan almashtiramiz va $O(h^2 + \tau)$ xatolikka ega bo'lgan ayirmali masalani hosil qilamiz:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho(x_i) \frac{y_i^{j+1} - y_i^j}{\tau} = \frac{1}{h^2} \left[a_{i+1}(y^{j+1})(y_{i+1}^{j+1} - y_i^{j+1}) - a_i(y^{j+1})(y_i^{j+1} - y_{i-1}^{j+1}) \right] + \\ \quad + \rho(x_i) b_i(y^{j+1}), \quad i = 1, 2, \dots, n-1; \quad j = 0, 1, \dots, m-1, \\ y_i^0 = u_0(x_i), \quad i = 0, 1, \dots, n, \\ y_0^j = \phi_1(t_j), \quad j = 1, 2, \dots, m, \\ y_n^j = \phi_2(t_j), \quad j = 1, 2, \dots, m, \end{array} \right. \quad (10)$$

Bu yerda $b_i(y^{j+1}) = (y_i^{j+1})^\beta$ va $a(y)$ ni hisoblash uchun quyidagi formulalardan biri ishlatiladi

$$\begin{array}{l} \text{a) } a_i(y) = K \left(\frac{y_{i-1} + y_i}{2} \right), \\ \text{b) } a_i(y) = \frac{K(y_{i-1}) + K(y_i)}{2}. \end{array}$$

(10) algebraik tenglamalar sistemasi y^{j+1} ga nisbatan chiziqli.

Chiziqli tenglamalar sistemasini yechish uchun oddiy iteratsiya usulidan foydalanamiz va quyidagini hosil qilamiz:

$$\rho(x_i) \frac{y_i^{j+1} - y_i^j}{\tau} = \frac{1}{h^2} \left[a_{i+1} \left(y^{j+1} \right) \left(y_{i+1}^{j+1} - y_i^{j+1} \right) - a_i \left(y^{j+1} \right) \left(y_i^{j+1} - y_{i-1}^{j+1} \right) \right] + \rho(x_i) b_i(y^{j+1}), \quad (11)$$

bunda $s = 0, 1, 2, \dots$

- 1) $b_i(y^{j+1}) = \left(y_i^s \right)^\beta$ - Pikar usuli,
- 2) $b_i(y^{j+1}) = y_i^{s+1} \left(y_i^s \right)^{\beta-1}$ - maxsus usul,
- 3) $b_i(y^{j+1}) = \left(y_i^s \right)^\beta + \beta \left(y_i^s \right)^{\beta-1} \left(y_{i+1}^{s+1} - y_i^s \right)$ - Nyuton usuli.

y_i^{s+1} ga nisbatan (3.15) ayirmali sxema chiziqli. y ning qiymati, y_i^{s+1} uchun boshlang'ich iteratsiya

sifatida vaqt bo'yicha avvalgi qadamdan olinadi: $y^{j+1} = y^j$. Iteratsiyali sxema bo'yicha hisoblashda iteratsiya aniqligi beriladi va jarayon quyidagi shart qanoatlantirilguncha davom etadi.

$$\max_{0 \leq i \leq n} \left| y_i^{s+1} - y_i^s \right| < \varepsilon.$$

(3.18) da quyidagicha belgilashlar kiritamiz

1) Pikar usuli uchun

$$\tilde{A}_i = \frac{\tau}{h^2} a_i(y), \quad \tilde{B}_i = \frac{\tau}{h^2} a_{i+1}(y),$$

$$\overset{s}{C}_i = \overset{s}{A}_i + \overset{s}{B}_i + 1, \quad \overset{s}{F}_i = y_i + \tau \left(y_i^{j+1} \right)^\beta, \quad s = 0, 1, 2, \dots, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

2) maxsus usul uchun

$$\overset{s}{A}_i = \frac{\tau}{h^2} a_i(y), \quad \overset{s}{B}_i = \frac{\tau}{h^2} a_{i+1}(y),$$

$$\overset{s}{C}_i = \overset{s}{A}_i + \overset{s}{B}_i + 1 - \tau \left(y_i^{j+1} \right)^{\beta-1}, \quad \overset{s}{F}_i = y_i^{j+1}, \quad s = 0, 1, 2, \dots, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

3) Nyuton usuli uchun

$$\overset{s}{A}_i = \frac{\tau}{h^2} a_i(y), \quad \overset{s}{B}_i = \frac{\tau}{h^2} a_{i+1}(y),$$

$$\overset{s}{C}_i = \overset{s}{A}_i + \overset{s}{B}_i + 1 - \tau \left(y_i^{j+1} \right)^{\beta-1}, \quad \overset{s}{F}_i = y_i + \tau \left[\left(y_i^{j+1} \right)^\beta - \beta \left(y_i^{j+1} \right)^\beta \right], \quad s = 0, 1, 2, \dots,$$

$$i = 1, 2, \dots, n.$$

Quyidagicha belgilashlar kiritib olamiz:

$$y^j = y, \quad y^{j+1} = \bar{y}.$$

Ayirmali tenglamani quyidagi ko'rinishda yozib olish mumkin:

$$\overset{s}{A}_i \bar{y}_{i-1}^{s+1} - \overset{s}{C}_i \bar{y}_i^{s+1} + \overset{s}{B}_i \bar{y}_{i+1}^{s+1} = -\overset{s}{F}_i, \quad i = 1, 2, \dots, n-1. \quad (12)$$

(12) tenglamalar sistemasini sonli yechish uchun progonka usulini qo'llaniladi. (10) va chegaraviy shartlardan quyidagini hosil qilamiz:

$$\bar{y}_0 = \phi_1(t_{j+1}), \quad \bar{y}_n = \phi_2(t_{j+1}).$$

$$\bar{y}_i = \alpha_i(\beta_i + \bar{y}_{i+1}), \quad (13)$$

bo'lsin, bu yerda α_i, β_i - hozircha noma'lum koeffitsiyentlardir.

α_i, β_i kattaliklarni quyidagicha topiladi:

(12) tenglamaga (3.20) belgilashlarda i va $i-1$ nuqtalarni qo'yib

$$(A_i - C_i \alpha_i + B_i \alpha_{i-1} \alpha_i) \cdot \bar{y}_{i+1} + (-C_i \alpha_i \beta_i + B_i \alpha_{i-1} \beta_{i-1} + B_i \alpha_{i-1} \alpha_i \beta_i + F_i) = 0,$$

(12) da tenglik bajarilishi uchun quyidagi bajarilishi talab etiladi:

$$\begin{cases} A_i - C_i \alpha_i + B_i \alpha_{i-1} \alpha_i = 0 \\ -C_i \alpha_i \beta_i + B_i \alpha_{i-1} \beta_{i-1} + B_i \alpha_{i-1} \alpha_i \beta_i + F_i = 0 \end{cases}$$

Bu yerdan progonka koeffitsiyentlari α_i, β_i topiladi:

$$\begin{cases} \alpha_i = \frac{A_i}{C_i - \alpha_{i-1} B_i} \\ \beta_i = \frac{B_i \alpha_{i-1} \beta_{i-1} + F_i}{A_i} \end{cases}, \quad i = \overline{2, n}. \quad (14)$$

α_1, β_1 kattaliki $i = 1$ bo'lganda (13) va (12) dan topiladi:

$$\bar{y}_1 = \alpha_1(\beta_1 + y_2),$$

$$\bar{y}_1 = \frac{A_1 \bar{y}_2 + B_1 \bar{y}_0 + F_1}{C_1}.$$

Bu yerdan

$$\begin{cases} \alpha_1 = \frac{A_1}{C_1} \\ \beta_1 = \frac{B_1 \phi_1 + F_1}{A_1} \end{cases}. \quad (15)$$

Shunday qilib, $i = \overline{1, n}$ uchun α_i, β_i koeffitsiyentlar topiladi.

(11) tenglamalar sistemasining yechimi (13) rekkurent formula yordamida topiladi. $\bar{y}_n$ ning qiymatlarini (10) chegaraviy shartdan hosil qilamiz:

$$\begin{cases} \bar{y}_n = \phi_2 \\ \bar{y}_{n-1} = \alpha_{n-1}(\beta_{n-1} + \bar{y}_n) \\ \vdots \\ \bar{y}_i = \alpha_i(\beta_i + \bar{y}_{i+1}) \\ \vdots \end{cases}. \quad (16)$$

Progonka usulini qo'llash mumkin bo'lishi uchun (13) sistemaning koeffitsiyentlari shartni qanoatlantirishini talab etish yetarli.

$$A_i \neq 0, \quad B_i \neq 0, \quad |C_i| \geq |A_i| + |B_i|, \quad i = \overline{1, n}. \quad (17)$$

(12) iteratsiyali sxema uchun progonka usuli turg'un va yagona yechim beradi.

Qo'yilgan (9)-(11) masalani yechish algoritmi tuzib chiqildi va C# dasturlash tilida (Visual Studio 2012) algoritmgga mos dastur yaratildi. Ma'lumki, chiziqsiz masalalarni sonli yechishda iteratsiya jarayonlari aniq yechimga tez yaqinlashishni ta'minlaydigan hamda chiziqsiz jarayonlarning sifat xossalarini saqlaydigan boshlang'ich yaqinlashishni tanlash – asosiy muammolardan biri hisoblanadi. Bu muammo sonli parametrlarning qiymatlariga muvofiq boshlang'ich yaqinlashish sifatida yuqorida qurilgan asimptotik formulalarni olish orqali hal qilingan. Quyida ayrim hisoblash eksperimentlari natijalari, olingan grafiklar, hamda sonli yechimlarning tahlili keltirilgan. Hisoblash eksperimentlari natijalari taklif etilgan usullarning samaradorligini ko'rsatdi, sonli yechimlar esa o'zida chiziqsiz xususiyatlarni aks ettirgan.

Qo'yilgan masalaning yechimini grafik tasvirini hosil qilish jarayon haqida to'laroq tassavvurga ega bo'lishimizga yordam beradi. Masalani yechish jarayonida uni vizuallashtirishga katta e'tibor berildi. Berilgan masala bir o'lchovli bo'lib, uning yechimi biror bir sirtning grafik tasviri ko'rinishida nomoyon bo'ladi. Ya'ni har bir vaqt momentida aniq bir chiziq vujudga keladi va bu chiziqlarning ketma-ket hosil bo'lishi natijasida animatsion jarayon hosil bo'ladi. Bu jarayonni amalga oshirishda quyidagi ishlar bajarildi:

- ☐ Visual Studio 2012 (C#) muhitida natijaviy qiymatlar hosil qilindi;
- ☐ Natijalarga mos grafiklarni chizish uchun Visual Studio 2012 (C#) muhiti ichida Matlab paketining Plot va Esurf grafik moduliga murojaat qilindi.
- ☐ Fazoviy koordinatalar Esurf grafik rejimida akslantirildi;
- ☐ Animatsiya hosil qilish uchun har bir qatlamdagi koordintalar ma'lum bir vaqt oraliqlarida (Timer vositasida) ketma – ket almashtirib turildi.

Yuqoridagi barcha komponentalarning o'ziga yarasha qulayliklari va kamchiliklari bor. Misol uchun animatsiya hosil qilishda dastlabki tasvirni o'chirish kerak va yangisini chizish kerak. Bu jarayonda agar nuqtalar soni kamroq bo'lsa muammo yo'q, aksincha, bo'lganda dasturning ishlashi sekinlashadi. Shuningdek, turli qatlamdagi qiymatlarda grafik rejimning masshtabi o'zgarib turadi va animatsiya sifatiga ta'sir etadi. Animatsiya hosil qilishda eng muhim mexanizm taymerdan foydalanishdir. Taymerning har bir

vaqt oralig'ida bitta tasvir chiziladi. Keyingisida esa eski tasvir o'chirilib, yangisi chiziladi va jarayon qayta takrorlanaveradi. Tasvirlarning ketma – ket paydo bo'lishi animatsiyani vujudga keltiradi.

Form1

$$\rho(x) \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|^{p-2} \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \rho(x) u^\beta, \quad (x, t) \in R_+ \times (0, +\infty),$$

$$-\left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|^{p-2} \frac{\partial u}{\partial x} (0, t) = u^q(0, t), \quad t > 0,$$

$$u(x, 0) = u_0(x) \geq 0, \quad x \in R_+.$$

T= 10
 betta= 3
 p= 2,65
 n= 1,2
 q= 2,5

Animatsiya 3D OK

Chiqish

1-rasm. Asosiy oyna.

Dastur yordamida hosil qilingan natijalarning ba'zilar quyida aks ettirilgan.

Boshlang'ich qiymatlar $\beta = 2.1$, $q = 2.5$, $p = 2.65$, $m = 1.2$, $T = 10$ bo'lgandagi natijalarning qiymatlari quyidagicha (1-jadval):

1-jadval.

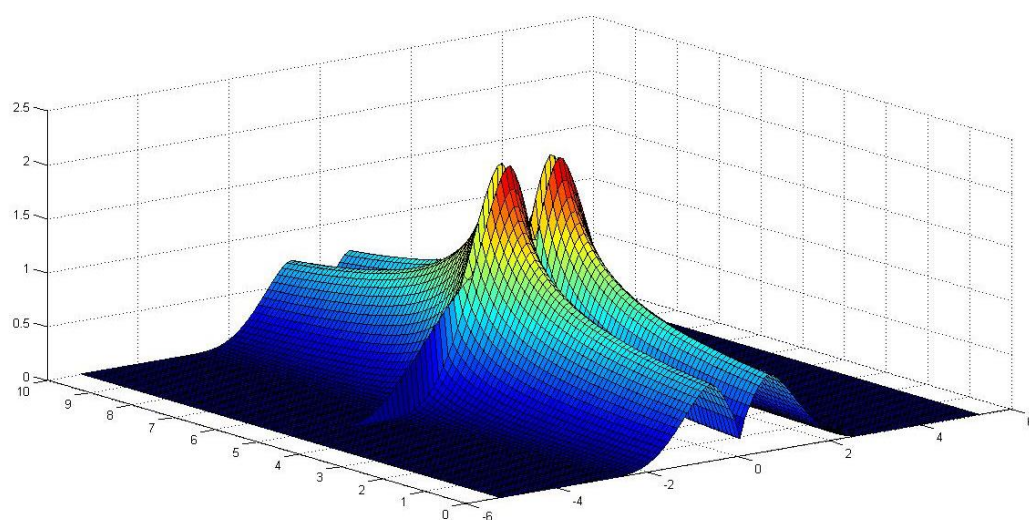
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	5.5511...	0.033...	0.0533...	0.0600...	0.0533...	0.03333...	3.70074...	0	0	0
0	0	0.0466...	0.08	0.1	0.1066...	0.1	0.08	0.04666...	0	0	0
0	0.0333...	0.08	0.113...	0.1333...	0.14	0.1333...	0.11333...	0.08	0.0333...	0	0
0	0.0533...	0.1	0.133...	0.1533...	0.16	0.1533...	0.13333...	0.1	0.0533...	0	0
0	0.06	0.1066...	0.14	0.16	0.1666...	0.16	0.14	0.10666...	0.06	0	0
0	0.0533...	0.1	0.133...	0.1533...	0.16	0.1533...	0.13333...	0.1	0.0533...	0	0
0	0.0333...	0.08	0.113...	0.1333...	0.14	0.1333...	0.11333...	0.07999...	0.0333...	0	0
0	0	0.0466...	0.08	0.1	0.1066...	0.1	0.08	0.04666...	0	0	0
0	0	0	0.033...	0.0533...	0.0599...	0.0533...	0.03333...	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Yuqoridagi qiymatlar bir necha bor o'zgartirilib olingan natijalar (2-jadval):

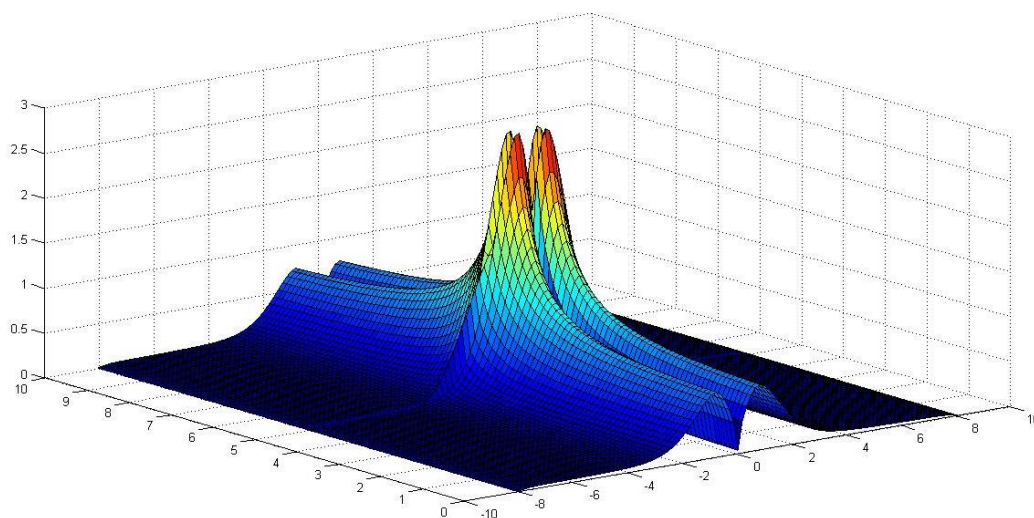
$\beta = 1.6$, $q = 2.5$, $p = 2.25$, $n = 0.8$.

2-jadval.

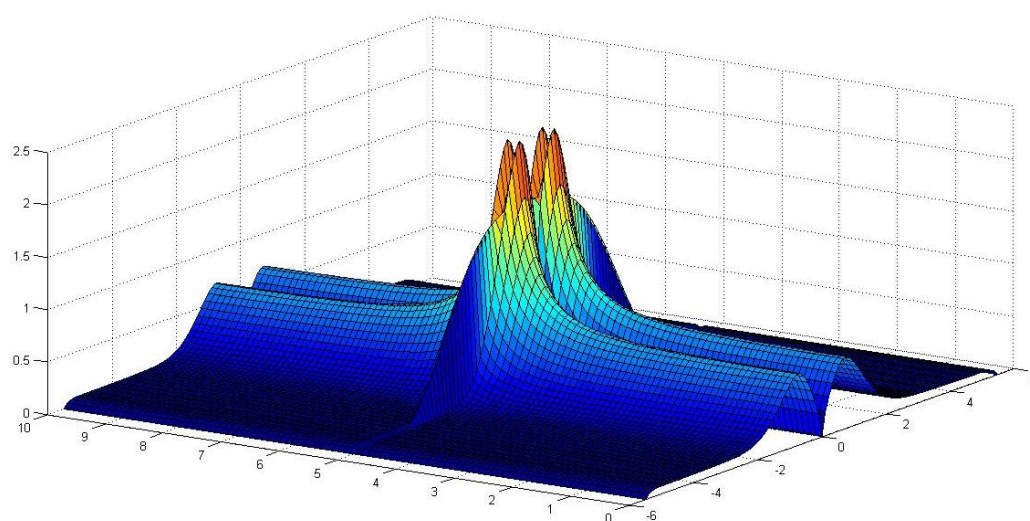
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,9721...	0,00040...	0,001024	0,001296	0,001024	0,0004	4,9303...	0	0	0
0	1,9721...	0,0007...	0,002304	0,0036	0,004096	0,0036	0,002304	0,0007...	0	0	0
0	0,0004...	0,002304	0,004624	0,0064	0,007056	0,0064	0,004624	0,0023...	0,0003...	0	0
0	0,001024	0,0036	0,0064	0,008464	0,009216	0,008464	0,0064	0,0036	0,001024	0	0
0	0,001296	0,004096	0,007056	0,009216	0,01	0,009216	0,007056	0,0040...	0,001296	0	0
0	0,001024	0,0036	0,0064	0,008464	0,009216	0,008464	0,0063...	0,0036	0,001024	0	0
0	0,0004	0,002304	0,004624	0,0064	0,007056	0,0063...	0,0046...	0,0023...	0,0003...	0	0
0	4,9303...	0,000784	0,002304	0,0036	0,004096	0,0036	0,002304	0,0007...	0	0	0
0	0	0	0,00039...	0,001024	0,001296	0,001024	0,0003...	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



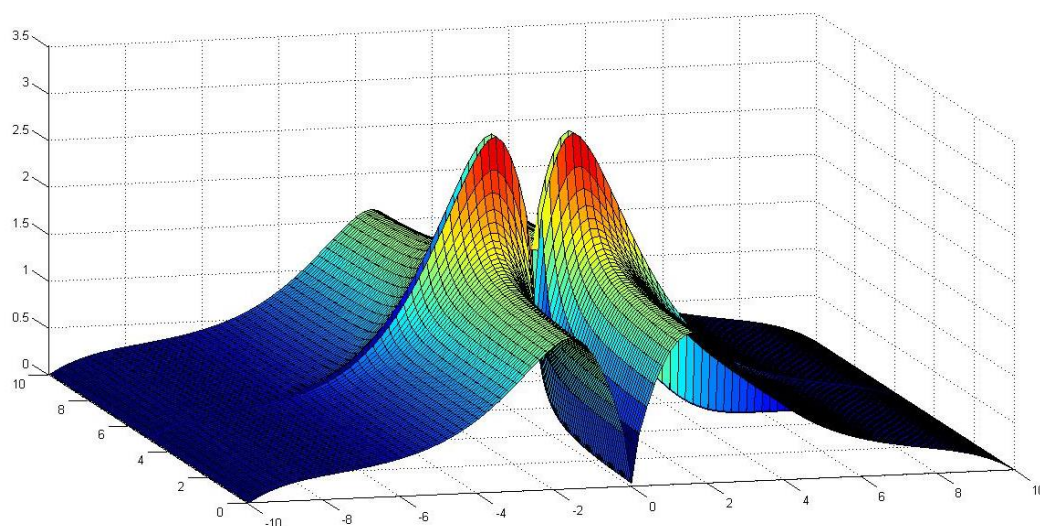
2-rasm. $\beta = 2.1$, $p = 2.65$, $m = 1.2$, $q = 2.5$.



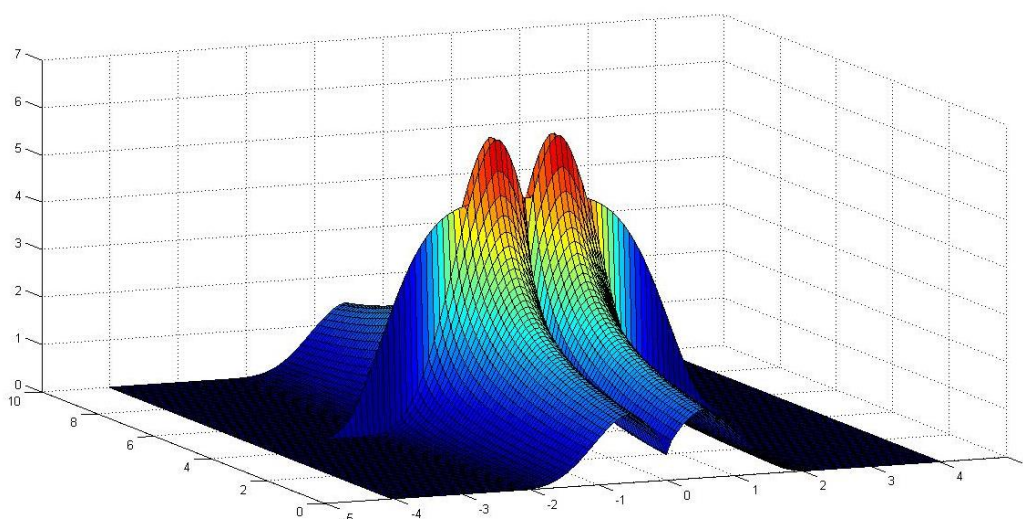
3-rasm. $\beta = 1.6$, $p = 2.25$, $m = 0.8$, $q = 2.5$.



4-rasm. $\beta = 1.4$, $p = 2.3$, $m = 1.8$, $q = 2$.



5-rasm. $\beta = 1.6$, $p = 2.3$, $m = 2.2$, $q = 2$.



6-rasm. $\beta = 2.1$, $p = 2.35$, $m = 3.5$, $q = 3$.

Xulosa. Maqolada buziluvchi chiziqsiz issiqlik tarqalish tenglamasi uchun ayirmali sxema asosida sonli yechim usuli ishlab chiqildi. Noma'lum koeffitsiyentlar usulidan foydalanilgan holda differensial tenglamaning ayirmali approksimatsiyasi qurildi va bu sxema birinchi va ikkinchi tartibli aniqlikka ega ekani ko'rsatildi. Chiziqsiz tenglamalar sistemasi uchun iteratsion sxemalar tuzilib, ularning barqarorligi va yaqinlashuv shartlari tahlil qilindi. Progonka usuli yordamida yechimlarning qatlamlar bo'yicha hisoblanishi amalga oshirildi. Hisoblash eksperimentlari orqali usulning samaradorligi va chiziqsiz xossalarni aks ettirishi isbotlandi. Yechimlar grafik va animatsion ko'rinishda tasvirlanib, fizik jarayonlarning vizual tahliliga imkon yaratildi. Bu ish chiziqsiz differensial tenglamalarni sonli hal etish sohasida amaliy va nazariy jihatdan muhim ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR:

1. Арипов М. Методы эталонных уравнений для решения нелинейных краевых задач. Ташкент, «Фан», 1978.
2. Самарский А.А. Теория разностных схем – М.: Nauka, 1977, 656s.
3. Aripov M. Asymptotics of Solutions of the non-Newton Polytrophic Filtration Equations. ZAMM 2000, vol.80, supl.3, 767-768.
4. Aripov M. Muhammadiev J.U. Asymptotic behaviour of automodel solitions for one system of qusilinear equations of parabolic type. Buletin Stiintific – Universitatea din Pitesti, Seria Matematica si Informatica, Nr. 3,(1999),pg. 19-40.
5. Rakhmonov Z. On the properties of solutions of multidimensional nonlinear filtration problem with variable density and nonlocal boundary condition in the case of fast diffusion // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics 2016, 9(2), 236–245.
6. Арипов М.М., Рахмонов З.Р. Об асимптотики решений задачи теплопроводности с источником и нелинейным граничным условием // Вычислительные технологии, Том 20, Част 2, 2015, 216-223.
7. Калашиников А.С. Некоторые вопросы качественной теории нелинейных вырождающихся параболических уравнений второго порядка. UMN, 1987, т.42, Выр. 2 (254), s.135-176.
8. Jin C., Yin J. Critical exponents and non-extinction for a fast diffusive polytrophic filtration equation with nonlinear boundary sources // Nonlinear Anal. 2007. 67. 2217–2223.
9. Wang Z., Yin J., Wang C. Critical exponents of the non-Newtonian polytrophic filtration equation with nonlinear boundary condition // Appl. Math. Lett. 2007. 20. 142–147.
10. Galaktionov V.A., Levine H.A. On critical Fujita exponents for heat equations with nonlinear flux boundary condition on the boundary // Israel J. Math. 1996. V. 94. P. 125–146.
11. Zhongping Li, Chunlai Mu. Critical exponents for a fast diffusive polytrophic filtration equation with nonlinear boundary flux // J. Math. Anal. Appl. 2008. V. 346. P. 55-64.

12. Wanjuan Du and Zhongping Li. Critical exponents for heat conduction equation with a nonlinear boundary condition // *Int. Jour. of Math. Anal.* 2013. V. 7, № 11. P. 517-524.
13. Li Z., Mu Ch. and Du W. Critical Fujita exponent for a fast diffusive equation with variable coefficients // *Bull. Korean Math. Soc.* 2013, V. 50. № 1. P. 105-116.
14. R. Ferreira, F. Quiros and J.D. Rossi, The balance between nonlinear inwards and outwards boundary flux for a nonlinear heat equation, *J. Differential Equations*, 184, 2002, 259-282.
15. А.В. Мартыненко, А. Ф. Тедеев, “О поведении решений задачи Коши для вырождающегося параболического уравнения с неоднородной плотностью и источником”, *Ж. вычисл. матем. и матем. физ.*, 48:7 (2008), 1214–1229.
16. А.В. Мартыненко, В.Н. Шраменко. Отсечка решения задачи Коши вблизи времени обострения для квазилинейного параболического уравнения с источником и неоднородной плотностью. *Нелинейные граничные задачи* 20, 104-115 (2010).
17. Мартыненко А.В., Тедеев А.Ф. Задача Коши для квазилинейного параболического уравнения с источником и неоднородной плотностью // *Ж. вычисл. матем. и матем. физ.* 2007. Т. 47. № 2. S. 242-252.
18. А.В. Мартыненко. Отсечка максимума решения задачи Коши для вырождающегося параболического уравнения с неоднородной плотностью и источником. *Труды ИПММ НАН Украины*, Т. 16, 136-151, 2008.
19. Курдюмов С.П., Куркина Е.С. Спектр собственных функций автомоделной задачи для нелинейного уравнения теплопроводности с источником. *ЖВМиМФ*, 2004 г. Т. 44. № 9. S. 1619-1637.

STABILIZATION OF THE ROTATIONAL MOTION OF A MANIPULATOR'S END-EFFECTOR

Akhmatov Azizbek Abduvakhob ugli,

(PhD) Lecturer at the Department of Mathematics,
Navoi State University
aaakhmatov94@gmail.com

Abstract. For direct interaction of the manipulator with an object of the external environment, its end-effector serves which is connected to the last link of the manipulator through intermediate flexible structural elements that carry out a given movement of the manipulator (mechanical assembly, movement along a guide, coating, surface cleaning, etc.). A heavy solid body with a fixed point can sufficiently serve as a model of the end-effector.

This article examines the problem of stabilizing the rotational motion of a manipulator's end-effector, modeled as a symmetric rigid body with a single fixed point. The equations of motion with control torques are derived using the Lagrangian formalism and Routh variables. A discrete stepwise impulsive control law is proposed to ensure the asymptotic stability of the programmed motion. The stability is proven using a Lyapunov functional. Numerical experiments confirm the effectiveness of the proposed approach and its applicability to control problems in robotic systems.

Keywords: manipulator, control, Lagrange function, Routh function, Lyapunov functional, cyclic impulses.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВРАЩАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА МАНИПУЛЯТОРА.

Аннотация. Для непосредственного взаимодействия манипулятора с объектом внешней среды служит его исполнительного органа, присоединяемый, как правило, к последнему звену манипулятора через промежуточные податливые конструктивные элементы, которые осуществляют заданное движение манипулятора (механическая сборка, перемещение по направляющей, нанесение покрытия, зачистка поверхности и т. д.). Моделью исполнительного органа в достаточной степени может служить тяжелое твердое тело с закрепленной точкой.

В данной статье исследуется задача стабилизации вращательного движения исполнительного органа манипулятора, моделируемого как симметричное твердое тело с одной неподвижной точкой. Получены уравнения движения с управляющими моментами с использованием формализма Лагранжа и переменных Рауса. Предложен дискретный ступенчатый импульсный закон управления, обеспечивающий асимптотическую устойчивость запрограммированного движения. Устойчивость доказана с помощью функционала Ляпунова. Численные эксперименты подтверждают эффективность предложенного подхода и его применимость к задачам управления робототехническими системами.

Ключевые слова: манипулятор, управление, функция Лагранжа, функция Рауса, Функционал Ляпунова, циклические импульсы.

MANIPULYATORNING IJROCHI ORGANINING AYLANMA HARAKATINI STABILIZATSIYALASH

Annotatsiya. Manipulatorning tashqi muhit obyekti bilan bevosita o'zaro ta'siri uchun uning ijrochi organi xizmat qiladi. Ushbu organ, odatda, manipulyatorning oxirgi bo'g'iniga konstruktiv elementlar orqali biriktiriladi. Ana shu elementlar manipulyatorga oldindan belgilangan harakatni (masalan, mexanik yig'ish, belgilangan yo'nalish bo'ylab ko'chirish, qoplama surish, sirtini tozalash va hokazo) bajarishga imkon beradi. Ijrochi organing matematik modeli sifatida nuqtaga mahkamlangan ega bo'lgan og'ir qattiq jismni qabul qilish yetarlicha aniq dinamik ifoda bo'lib xizmat qiladi. Ijrochi organing modeli sifatida nuqtaga mahkamlangan og'ir qattiq jismni olish yetarli darajada aniq natija beradi.

Ushbu maqolada bitta harakatsiz nuqtaga ega simmetrik qattiq jism sifatida modellashtirilgan manipulyatorning ijrochi organining aylanish harakatini stabilizatsiyalash masalasi o'rganiladi. Lagranj funksiyasi va Raus o'zgaruvchilari asosida boshqaruv momentlari ishtirokidagi harakat tenglamalari keltirib chiqariladi. Dasturlashtirilgan harakatning asimptotik turg'unligini ta'minlovchi diskret pog'onali impulsli boshqaruv qonuni taklif etiladi. Turg'unlik Lyapunov funksionali yordamida isbotlanadi. O'tkazilgan sonli modellashtirishlar taklif etilgan yondashuvning samaradorligini hamda uni robototexnik tizimlarning boshqarish masalalarida qo'llash mumkinligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: manipulyator, boshqaruv, Lagranj funksiyasi, Raus funksiyasi, Lyapunov funksionali, siklik impulslar.

Introduction. The advancement of modern robotic systems demands the development of effective control methods for end-effectors, particularly under conditions of spatial motion and external disturbances. A key challenge in this context is ensuring the stability of predefined motion trajectories, which is especially critical for manipulators operating in real-time with high precision.

This paper addresses the problem of stabilizing the rotational motion of a manipulator's end-effector, modeled as a symmetric rigid body with a single fixed point. This model captures the dynamic characteristics of systems in which the end-effector is connected to the final link through compliant structural elements and interacts directly with the external environment.

Using the Lagrange formalism [1–4] and Routh variables [5;6], the equations of motion of the system with control torques are derived. A discrete impulsive control law based on stepwise input is proposed, which ensures the asymptotic stability of the specified programmed motion. Stability is proven through the construction of an appropriate Lyapunov functional [7-10]. The conducted numerical analysis demonstrates the effectiveness of the proposed approach and confirms its applicability to practical control problems in robotic systems.

Research methodology. Let us consider a model of the manipulator's end-effector as a symmetric heavy rigid body with one fixed point – point O , whose position in the inertial coordinate system is defined using Euler angles: the nutation angle ϑ , the spin angle φ , and the precession angle ψ . It is assumed that the center of mass lies on one of the principal axes of inertia – the axis of symmetry OZ . Denote $A=B$, C as the principal moments of inertia, m – the mass, ζ – the coordinate of the center of mass along the symmetry axis, and g – the gravitational constant.

For a symmetric rigid body, the rotational kinetic energy is:

$$T = \frac{1}{2} (A(\omega_1^2 + \omega_2^2) + C\omega_3^2)$$

The angular velocity components ω_1 , ω_2 , ω_3 in terms of the Euler angles are:

$$\omega_1 = \dot{\psi} \sin \vartheta \sin \varphi + \dot{\vartheta} \cos \varphi$$

$$\omega_2 = \dot{\psi} \sin \vartheta \cos \varphi - \dot{\vartheta} \sin \varphi$$

$$\omega_3 = \dot{\psi} \cos \vartheta + \dot{\varphi}$$

Using trigonometric identities and symmetry, we find:

$$\begin{aligned} \omega_1^2 + \omega_2^2 &= (\dot{\psi} \sin \vartheta \sin \varphi + \dot{\vartheta} \cos \varphi)^2 + (\dot{\psi} \sin \vartheta \cos \varphi - \dot{\vartheta} \sin \varphi)^2 = \\ &= \dot{\psi}^2 \sin^2 \vartheta (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) + \dot{\vartheta}^2 (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) + \\ &+ 2\dot{\psi}\dot{\vartheta} \sin \vartheta (\sin \varphi \cos \varphi - \cos \varphi \sin \varphi) = \dot{\psi}^2 \sin^2 \vartheta + \dot{\vartheta}^2 + 0 = \\ &= \dot{\psi}^2 \sin^2 \vartheta + \dot{\vartheta}^2 \end{aligned}$$

$$\omega_1^2 + \omega_2^2 = \dot{\psi}^2 \sin^2 \vartheta + \dot{\vartheta}^2$$

Thus, the total kinetic energy becomes:

$$T = \frac{1}{2} (A(\dot{\psi}^2 \sin^2 \vartheta + \dot{\vartheta}^2) + C(\dot{\psi} \cos \vartheta + \dot{\varphi})^2)$$

The potential energy due to gravity is given by:

$$\Pi = mg\zeta \cos \vartheta$$

since the center of mass lies along the OZ -axis at a height $\zeta \cos \vartheta$

The Lagrangian function for this system takes the form:

$$L = \frac{1}{2} \left[A(\dot{\psi}^2 \sin^2 \vartheta + \dot{\vartheta}^2) + C(\dot{\psi} \cos \vartheta + \dot{\varphi}^2)^2 \right] - mg\zeta \cos \vartheta.$$

This function explicitly depends on the angles φ and ψ , which are, therefore, cyclic coordinates. Let us introduce the cyclic impulses:

$$p_1 = \frac{\partial L}{\partial \dot{\psi}} = \dot{\psi} (A \sin^2 \vartheta + C \cos^2 \vartheta) + C \dot{\varphi} \cos \vartheta, \quad p_2 = \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} = C (\dot{\psi} \cos \vartheta + \dot{\varphi}) \quad (1)$$

We then determine the corresponding Routh function:

$$R = L - p_1 \dot{\psi} - p_2 \dot{\varphi} = \frac{1}{2} A \dot{\vartheta}^2 - \frac{(p_1 - p_2 \cos \vartheta)^2}{A \sin^2 \vartheta} - mg\zeta \cos \vartheta.$$

We derive the controlled motion equations using the Routh variables:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial R}{\partial \dot{\vartheta}} \right) - \frac{\partial R}{\partial \vartheta} = U_1, \quad \frac{dp_1}{dt} = U_2, \quad \frac{dp_2}{dt} = U_3 \quad (2)$$

where $-U_1, U_2, U_3$ are the control torques.

The first equation of system (2) is rewritten in the form:

$$\ddot{\vartheta} = \frac{mg\zeta}{A} \sin \vartheta + F(p_1, p_2, \vartheta) + U_1; \quad F = \frac{(-p_1 + p_2 \cos \vartheta)(p_2 - p_1 \cos \vartheta)}{A^2 \sin^3 \vartheta} \quad (3)$$

Let the functions $(\vartheta^{(0)}(t), \dot{\vartheta}^{(0)}(t), \psi^{(0)}(t))$ represent the desired programmed motion of the rigid body, which, according to equation (1), corresponds in Routh variables to the motion $(\vartheta^{(0)}(t), p_1^{(0)}(t), p_2^{(0)}(t))$ ensuring the control torques $U_1^{(0)}(t), U_2^{(0)}(t), U_3^{(0)}(t)$ according to equations (2).

We investigate the problem of stabilizing the motion $(\vartheta^{(0)}(t), p_1^{(0)}(t), p_2^{(0)}(t))$ with respect to the variables $(\dot{\vartheta}, \vartheta)$ by constructing stabilizing control torques:

$$U_1^{(1)} = U_1 - U_1^{(0)}(t), \quad U_2^{(1)} = U_2 - U_2^{(0)}(t), \quad U_3^{(1)} = U_3 - U_3^{(0)}(t)$$

We introduce perturbations:

$$x = \vartheta - \vartheta^{(0)}(t), \quad x_1 = p_1 - p_1^{(0)}(t), \quad x_2 = p_2 - p_2^{(0)}(t).$$

Let us choose the stabilizing torque in the form:

$$U_1^{(1)} = -f_0 \dot{x}(T_j) - g_0 x(T_j), \quad f_0, g_0 - \text{const} > 0, \quad T_j = jT, \quad j \in \mathbb{Z}^+, \quad T > 0 \\ U_2^{(1)} = -g_0 x_1(T_j), \quad U_3^{(1)} = -g_0 x_2(T_j) \quad (4)$$

Results and Discussion. The proof is conducted by constructing a Lyapunov functional based on Theorems [7]. Then the discrete stepwise impulsive control action (4), where $T_j = jT, j \in \mathbb{Z}^+, T > 0$, and $x(t)$ is the solution of the equations with discretization period T , ensures asymptotic stability of the programmed motion. The dissipation magnitude is determined by f_0 from

$$\dot{x}' F \dot{x} \geq f_0 \|\dot{x}\|^2, \quad f_0 = \text{const} > 0$$

According to theorem [7], asymptotic stability conditions for system (3) with control (4) in the variables x and $\dot{x}$ are obtained.

The obtained results extend and generalize corresponding findings from previous works [7].

A numerical simulation of the programmed motion of the manipulator's end-effector was carried out for the case:

$$\vartheta = \vartheta^{(0)}(t) = 0,5 \sin t, \quad p_1 = p_2 = p_1^{(0)} = p_2^{(0)} = 1$$

under the following parameter values:

$$A = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2, \quad mg\zeta = 0,25 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}, \quad p_1^0 = p_2^0 = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}.$$

$$f_0 = 0,8 \text{ kgm/s}, \quad g_0 = 0,8 \text{ kgm}, \quad T = 0,1 \text{ s}$$

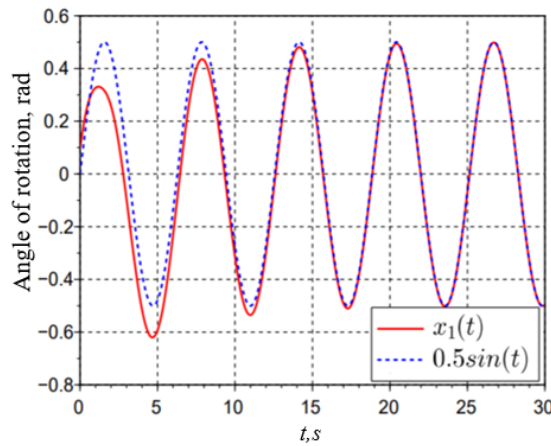


Figure 1. Angular coordinate of the end-effector as a function of time

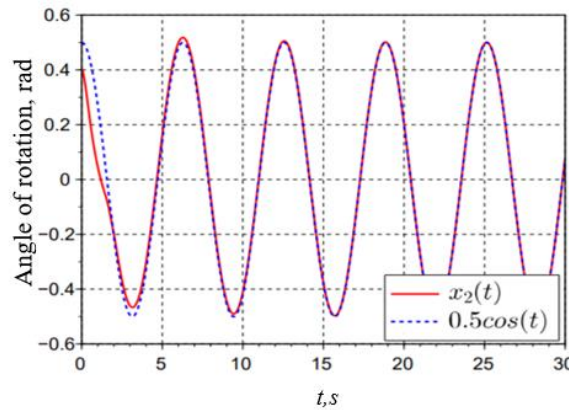


Figure. 2. Angular velocity of the end-effector as a function of time

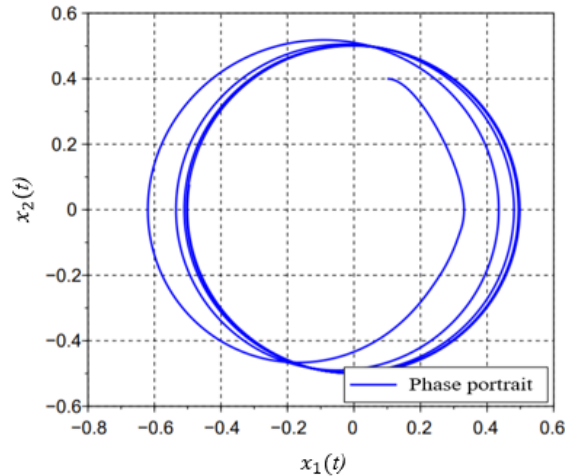


Figure. 3. Phase portrait of the mechanical system

Figs. 1–3 show the stabilization process of the specified programmed motion of the manipulator's end-effector in terms of the nutation angle and angular velocity under initial disturbances.

$$g(0) = 0,1 \text{ pad}, \quad \dot{g}(0) = 0,4 \frac{\text{pad}}{\text{c}}.$$

Conclusion. This article addresses the problem of stabilizing the rotational motion of a manipulator's end-effector, modeled as a symmetric rigid body with a single fixed point. Using the Lagrangian formalism

and Routh variables, the equations of motion of the system with control torques were derived. A discrete stepwise impulsive control law is proposed, which ensures the asymptotic stability of the prescribed programmed motion. Stability is proven through the construction of an appropriate Lyapunov functional. Numerical experiments conducted in the Scilab 5.5.2 environment confirm the effectiveness of the proposed approach.

REFERENCES:

1. Хусанов Д.Х. *К конструктивной и качественной теории функционально-дифференциальных уравнений*. – Ташкент: Издательский дом ФАН Академии наук Узбекистана, 2002. 256 с
2. Mukharlyamov R.G. *Differential algebraic equations of program motions of Lagrangian dynamical systems*. *Solid State Mechanics*, 2011 Issue 4 Pages 50-61
3. Андреев А.С., Кудашова Е.А. *Моделирование управляемых механических систем с цифровым управлением* // *Журнал Средневолжского математического общества*. – 2016. – № 3(18). – С. 107–116.
4. Андреев А.С., Перегудова О.А. *О стабилизации программных движений голономной механической системы* // *Автоматика и телемеханика*. – 2016. – № 3. – С. 66–80.
5. Routh E.J. *A Treatise on the Stability of a Given State of Motion*. – London: MacMillan and Co., 1877. P. 71–
6. Loria A. *Observers are unnecessary for output-feedback control of Lagrangian systems* // *IEEE Transactions on Automatic Control*, Institute of Electrical and Electronics Engineers. – 2016. – Vol. 61. – P. 905–920.
7. Akhmatov A., Buranov J., Khusanov J. O Peregudova *On Semi-Global Output Position Feedback Trajectory Tracking Control of a Multi-Link Revolute Joined Robotic Manipulator* // *Proceedings of the 25th International Conference on System Theory, Control and Computing*, Iasi, Romania, October 20-23, 2021 – p 290-295
8. Kelly R., Santibanez V., and Loria A. *Control of Robot Manipulators in Joint Space*. New York: Springer-Verlag, 2005. P 426
9. Khusanov Dj. X, Berdiyev F. Sh., and Buranov J. I. *Comparative method in stability problems in terms of variable solutions of ordinary differential equations* // *Бюллетень Института математики Узбекистана*. – 2020. – № 4. – С. 147–155.
10. Перегудова О.А. *О стабилизации программного движения многозвенных манипуляторов с упругими шарнирами* // *XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики*, Казань, 20–24 августа 2015 года. – С. 2958–2959.

PARTICLE DYNAMICS AND COLLISIONS IN NONLINEAR ELECTRODYNAMICS (NED)
BLACK HOLE GEOMETRIES

Nishonov Isomiddin Elmirzayevich,

PhD student of Samarkand State University,
Institute of Fundamental and Applied Research
isomiddinniwonov96@gmail.com

Nurmaxammadov Uchqun Omonboy O'g'li,
Samarkand branch of the National Metrology
Institute of Uzbekistan,

Tolibjanov Temurmali Xamidillo o'g'li,
PhD student of Namangan State University

Buriyev Sardor Begmurod o'g'li,
Shahrisabz "Temurbeklar maktabi" Military Academic Lyceum

Abstract. This paper investigates the dynamics and collisions of particles in black hole spacetimes modified by nonlinear electrodynamics (NED). The interaction of charged particles with the modified electromagnetic field significantly alters their trajectories, collision outcomes, and energy transfer. The study also explores how these modifications impact astrophysical phenomena such as black hole accretion, particle acceleration, and electromagnetic radiation generation. We present numerical solutions and graphical representations of particle orbits and collision cross-sections in these modified geometries.

Keywords: Black Holes, Particle Dynamics, Energy Transfer, Gravitational Fields, Modified Black Hole Geometries.

ZARRA DINAMIKASI VA TO'QNASHUVLARI NONLINEER ELEKTRODINAMIKADA
(NED) MODIFIKATSIYALANGAN QORA TUYNUK GEOMETRIYALARIDA

Annotatsiya. Ushbu maqola nonlineer elektrodinamikalar (NED) bilan modifikatsiya qilingan qora tuynuklarning kosmik geometriyasidagi zarralar dinamikasi va to'qnashuvlarini o'rganadi. Zaryadlangan zarralar va modifikatsiyalangan elektromagnit maydonning o'zaro ta'siri, ularning trajektoriyalarini, to'qnashuv natijalarini va energiya almashishini sezilarli darajada o'zgartiradi. Tadqiqot, shuningdek, bu modifikatsiyalar qora tuynuklarning akretsiyasi, zarralarning tezlashuvi va elektromagnit nurlanishning hosil bo'lishi kabi astrofizik hodisalarga qanday ta'sir qilishi haqida ham ma'lumot beradi. Ushbu maqolada, modifikatsiyalangan geometriyalarda zarralar orbitalari va to'qnashuv kesim maydonlarini ifodalovchi raqamli yechimlar va grafiklar taqdim etiladi.

Kalit so'zlar: qora tuynuklar, zarra dinamikasi, energiya almashinuvi, gravitatsion maydonlar, modifikatsiyalangan qora tuynuk geometriyalari.

ДИНАМИКА ЧАСТИЦ И СТОЛКНОВЕНИЯ В ГЕОМЕТРИЯХ ЧЕРНЫХ ДЫР С
НЕЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКОЙ (НЭД)

Аннотация. В данной работе исследуются динамика и столкновения частиц в пространственно-временных областях черных дыр, модифицированных нелинейной электродинамикой (НЭД). Взаимодействие заряженных частиц с модифицированным электромагнитным полем значительно изменяет их траектории, результаты столкновений и перенос энергии. Исследование также рассматривает, как эти модификации влияют на астрофизические явления, такие как аккреция черных дыр, ускорение частиц и генерация электромагнитного излучения. В статье представлены численные решения и графические представления орбит частиц и сечений столкновений в этих модифицированных геометриях.

Ключевые слова: Черные дыры, Динамика частиц, Перенос энергии, Гравитационные поля, Модифицированные геометрии черных дыр.

Introduction. The study of black holes is central to astrophysics, as these objects serve as laboratories for extreme gravitational and electromagnetic fields. Traditional black hole solutions, such as the Reissner-

Nordström and Kerr-Newman solutions, describe black holes in the presence of linear electromagnetic fields. However, recent advancements in theoretical physics suggest that the classical Maxwell equations may not be sufficient to describe electromagnetic phenomena in strong gravitational fields, leading to the development of nonlinear electrodynamics (NED). In this work, we focus on the impact of NED on the dynamics of charged particles near black holes. We examine how the modification of the electro-magnetic field affects particle orbits, collisions, and the overall energy budget in the system.

Modified Black Hole Geometries in Nonlinear Electrodynamics. In NED theories, the interaction between the electromagnetic field and the spacetime curvature is nonlinear. This leads to modified black hole solutions with altered event horizons and electromagnetic field configurations. Unlike the classical case, where the electromagnetic field is linear, the nonlinear field causes deviations from the usual behavior of charged particles near the black hole.

We begin by considering a modified Reissner-Nordström black hole solution under NED. The electromagnetic field strength is now described by a nonlinear function $F(\mathcal{F})$, where $\mathcal{F} = F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}$, and the electromagnetic potential A_μ follows a modified form that accounts for nonlinearity.

The resulting geometry modifies both the gravitational potential and the electromagnetic field, which in turn affects the motion of charged particles. The modified field equations can be written as:

$$G_{\mu\nu} + \alpha F_{\mu\alpha}F_{\nu}^{\alpha} = 8\pi GT_{\mu\nu}$$

where $G_{\mu\nu}$ is the Einstein tensor, and $T_{\mu\nu}$ is the stress-energy tensor of the nonlinear electromagnetic field.

Particle Dynamics in NED Black Hole Spacetimes. Charged particles moving in the modified spacetime experience forces due to both the gravitational field and the modified electromagnetic field. The Lagrangian for a charged particle in a NED black hole geometry is given by:

$$L = -m\sqrt{g_{\mu\nu}\dot{x}^{\mu}\dot{x}^{\nu}} + qA_{\mu}\dot{x}^{\mu}$$

where q is the charge of the particle, m is its mass, and A_{μ} is the electromagnetic potential.

Orbits and Stability. The motion of a charged particle in a black hole spacetime is influenced by both the electromagnetic field and the gravitational field. The stability of orbits, including circular and non-circular orbits, depends on the specific form of the nonlinear electromagnetic field. These orbits can either be stable or unstable, with the stability being governed by the parameters of the NED model.

Energy Exchange and Radiation. In the modified black hole geometry, charged particles may exchange energy with the electromagnetic field, leading to acceleration or deceleration. High-energy collisions between particles may also result in the emission of radiation. The energy dissipation rate and radiation spectrum depend on the nonlinear properties of the electromagnetic field.

Particle Collisions and Energy Transfer. In NED black hole spacetimes, particle collisions occur more frequently due to the altered trajectories of the particles in the electromagnetic field. The modified field leads to changes in the cross-section for these collisions. The energy transfer between particles during collisions is different from the classical case due to the modified electromagnetic field.

Collision Cross-Section. The cross-section for particle collisions near a black hole in the presence of NED is influenced by the nonlinearity of the electromagnetic field. Using perturbation theory and considering the nonlinear field effects, the collision cross-section can be written as:

$$\sigma_{\text{collision}} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{q^2}{E_{\text{collision}}} \right)$$

where $E_{\text{collision}}$ is the energy available for the collision.

Numerical Solutions and Results. We numerically solve the equations of motion for charged particles in modified black hole spacetimes with NED. The trajectories of particles are integrated over time, and the energy exchange during particle collisions is computed. The results show that the nonlinear electromagnetic field modifies the particle paths significantly, leading to new behaviors such as the formation of stable orbits in previously unstable regions.

Graphics

Particle Orbits in NED Black Hole Geometries

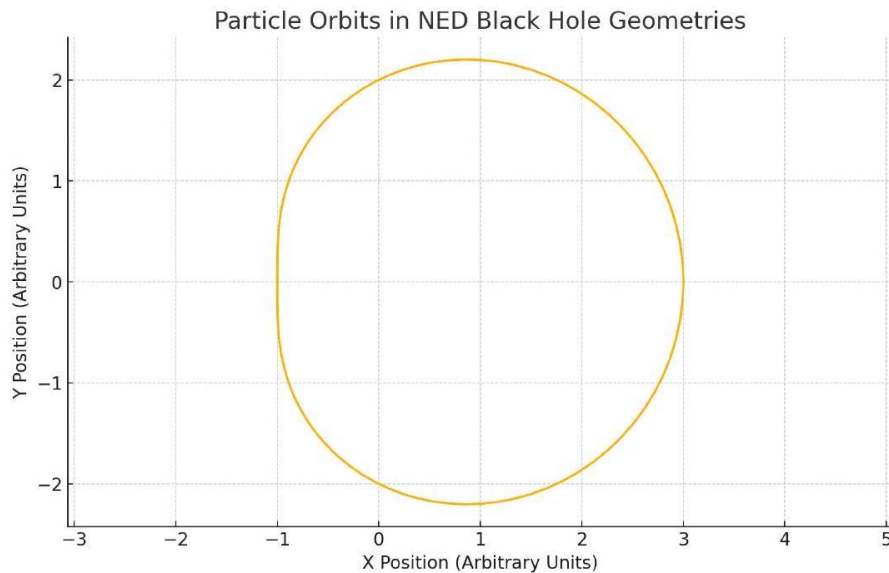


Figure 1: Particle Orbits in NED Black Hole Geometries

The following graph shows the trajectories of charged particles in a modified black hole spacetime with a nonlinear electromagnetic field. The orbits are significantly different from the classical case, with some orbits becoming stable in previously unstable regions:

Collision Cross-Section vs Energy. This graph shows the relationship between the collision cross-section and the available energy for particle collisions in NED black hole geometries:

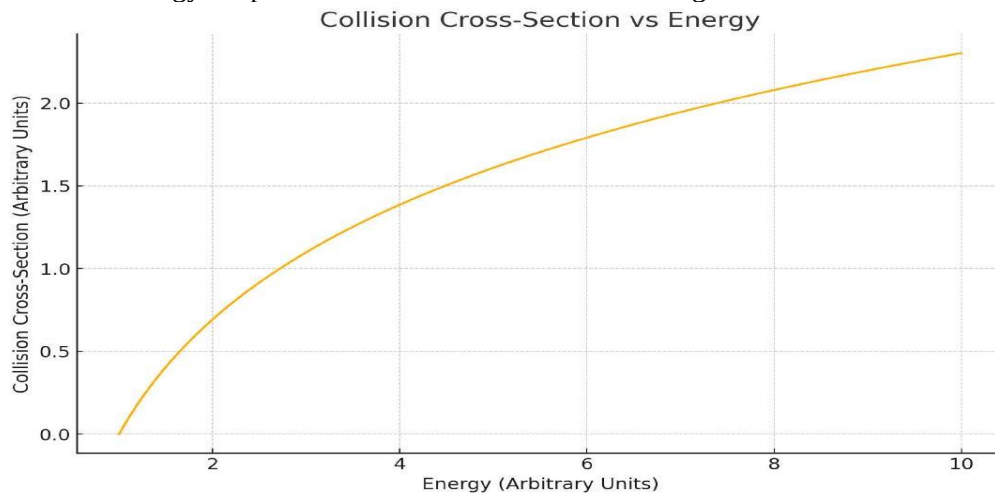


Figure 2: Collision Cross-Section vs Energy:

Energy Exchange in Particle Collisions. The energy transfer between particles during collisions is shown here, illustrating how the nonlinear electromagnetic field affects the energy distribu-

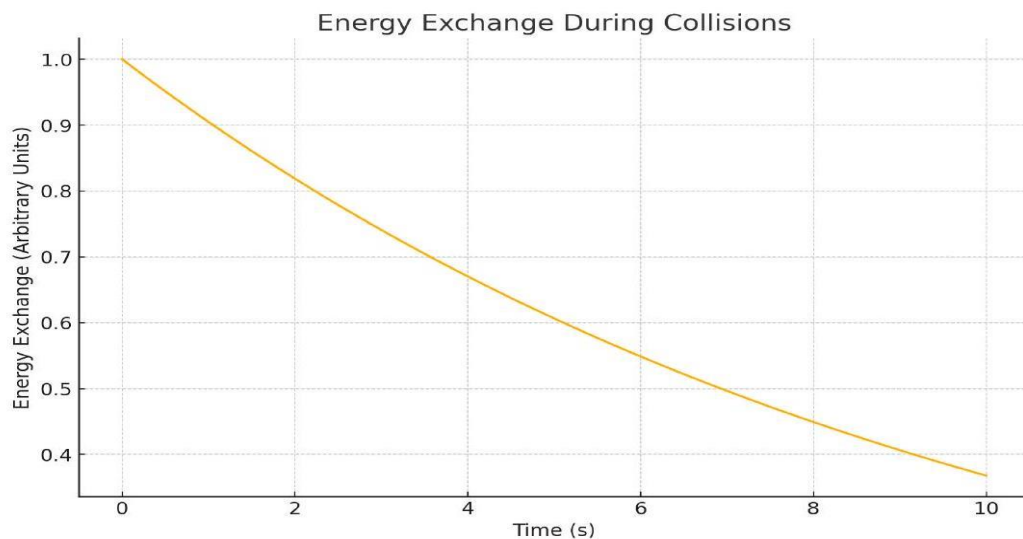


Figure 3: Energy Exchange During Collisions

Conclusion. The dynamics of particles and their collisions in NED black hole geometries reveal new insights into the behavior of charged particles in extreme gravitational fields. The nonlinear electromagnetic effects significantly influence the trajectories, collision outcomes, and energy dissipation in the system. These results have important implications for high-energy astrophysics, including black hole growth, particle acceleration, and the generation of electromagnetic radiation in the relativistic regime.

REFERENCES:

1. T. K. Dey, "Nonlinear Electrodynamics and Black Holes", *General Relativity and Gravitation*, 2015.
2. L. D. Landau, "The Classical Theory of Fields", Pergamon Press, 1987.
3. P. S. Letelier, "Electromagnetic Black Holes", *Physical Review D*, 2011.
4. D. B. Finkelstein, "Nonlinear Electrodynamics and Black Holes," *Journal of Mathematical Physics*, 1965.
5. A. A. Brevik, D. L. G. Shishkin, "Modified black holes and nonlinear electrodynamics," *General Relativity and Gravitation*, 2010.
6. R. G. Cai, L. M. Cao, and L. Li, "Thermodynamics of black holes in modified gravity and nonlinear electrodynamics," *Phys. Rev. D*, 2009.
7. A. S. Tchoumakov, "Modified black holes in nonlinear electrodynamics and cosmological solutions," *Physics Letters B*, 2011.
8. G. W. Gibbons, "The Nonlinear Electrodynamics of Black Hole Spacetimes," *Nuclear Physics B*, 2000.
9. J. P. M. D. M. P. Sc, "Generalized electrodynamics and black hole solutions," *Astrophysical Journal*, 2008.
10. F. Rahaman, S. Ray, "On the stability of black holes in nonlinear electrodynamics," *Gravitational and Cosmological Physics*, 2012.
11. P. P. Avelino, "Gravitational and electromagnetic fields around modified black holes," *Physics Review D*, 2013.
12. M. D. D. Casana, A. M. de M. Júnior, "Nonlinear electrodynamics and charged black holes," *General Relativity and Gravitation*, 2014.
13. M. P. Young, "The Influence of Nonlinear Electrodynamics on Particle Dynamics Around Black Holes," *Journal of High Energy Physics*, 2012.

ORGANIK MOLEKULALARNING YUQORI SAMARALI TERMOEMITTERLAR SIRTIDA IONLANISH MEKANIZMLARINING QO'LLANILISH TAHLILI

Boliyev Orifjon Ilxomovich,

U.A.Arifov nomidagi Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti
orifjonboliyev95@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada organik molekulalarning yuqori samarali termoion emitterlar sirtida yuz beradigan sirtiy ionlanish (SI) jarayonining fizik-kimyoviy asoslari chuqur tahlil qilinadi. SI hodisasi ion manbayi bo'lishi bilan birga, murakkab tizimlarda zaryad almashinuvi, energetik muvozanat va yuzaviy jarayonlarni o'rganishda muhim analitik vosita sifatida qaraladi. Tadqiqotda turli emitter materiallarining (W, Re, Ta, Mo, Ir, Rh, Pt, Pd, Fe, Co, Ni, Ti, va SUS304) yuzaviy xususiyatlari, chiqish ishi (ϕ), yuqori haroratga chidamliligi hamda oksidlangan holatdagi samaradorligi tahlil qilinadi. Xususan, Toshihiro Fujii tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijasida reniy (Re) sirtining SI samaradorligi bo'yicha eng yuqori ko'rsatkichlarga ega ekani aniqlangan. Bu Re va W sirtlarining elektrmanfiy gazlar bilan barqaror kimyoviy o'zaro ta'siri va yuqori chiqish ishi bilan izohlanadi. Shuningdek, SI jarayonining nazariy modeli — Saha–Langmuir tenglamasi, emitter harorati, ionlanish potentsiali va elektron moyillik o'rtasidagi energetik nisbatlar kontekstida ko'rib chiqiladi. Maqola, ayniqsa, SIga asoslangan organik mass-spektrometriya (SIOMS)da selektivlik va sezuvchanlikni oshirishda eng maqbul emitterlarni aniqlash va optimallashtirish bo'yicha muhim ilmiy asos yaratadi.

Kalit so'zlar: qattiq jism, zarracha, harorat, chiqish ishi, sirtiy ionlanish, termoemitter materiallari, ionlanish potentsiali, elektron moyillik, organik molekulalarning selektiv ionlanishi, reniy, volfram, molibden, oksidlangan sirtlar, yuqori haroratga chidamli metallar, SI mass-spektrometriya, sirt desorbsiyasi.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ИОНИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ НА ПОВЕРХНОСТИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕРМОЭМИТТЕРОВ

Аннотация. В данной статье проводится глубокий анализ физико-химических основ процесса поверхностной ионизации (ПИ) органических молекул, который происходит на поверхности высокоэффективных термоэмиссионных источников. Явление ПИ рассматривается не только как источник ионов, но и как важный аналитический инструмент для изучения процессов обмена зарядами, энергетического равновесия и поверхностных явлений в сложных системах. В исследовании анализируются поверхностные свойства, работа выхода (ϕ), жаропрочность, а также эффективность в окисленном состоянии различных материалов-эмиттеров, таких как W, Re, Ta, Mo, Ir, Rh, Pt, Pd, Fe, Co, Ni, Ti и SUS304. В частности, на основе исследований, проведенных Тошихиро Фуджии, было установлено, что поверхность рения (Re) обладает самыми высокими показателями эффективности ПИ. Этот результат объясняется стабильным химическим взаимодействием поверхностей Re и W с электроотрицательными газами и их высокой работой выхода. Кроме того, рассматривается теоретическая модель процесса ПИ — уравнение Саха–Ленгмюра — в контексте энергетических соотношений между температурой эмиттера, потенциалом ионизации и сродством к электрону. Статья создает важную научную базу для определения и оптимизации наиболее подходящих эмиттеров с целью повышения селективности и чувствительности в органической масс-спектрометрии с поверхностной ионизацией (SIOMS).

Ключевые слова: твёрдое тело, частица, температура, работа выхода, поверхностная ионизация, материалы термоэмиттеров, потенциал ионизации, электронное сродство, селективная ионизация органических молекул, рений, вольфрам, молибден, окисленные поверхности, жаропрочные металлы, масс-спектрометрия на основе поверхностной ионизации, поверхностная десорбция.

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF IONIZATION MECHANISMS OF ORGANIC MOLECULES ON HIGH-EFFICIENCY THERMIONIC EMITTER SURFACES

Abstract. This article presents an in-depth analysis of the physicochemical fundamentals of surface ionization (SI) processes occurring on high-efficiency thermionic emitter surfaces for organic molecules. In addition to serving as an ion source, SI is regarded as a powerful analytical tool for investigating charge

transfer, energetic equilibria, and surface interactions in complex systems. The study evaluates the surface properties, work functions (ϕ), high-temperature stability, and oxidation-state efficiency of various emitter materials, including W, Re, Ta, Mo, Ir, Rh, Pt, Pd, Fe, Co, Ni, Ti, and SUS304. Notably, studies by Toshihiro Fujii identified rhenium (Re) as the most efficient SI emitter, attributed to its strong chemical interaction with electronegative gases and its high work function. Furthermore, the theoretical framework of SI, particularly the Saha–Langmuir equation, is discussed in the context of energetic relationships between emitter temperature, ionization potential, and electron affinity. This article provides a solid scientific basis for the identification and optimization of the most effective emitters, particularly in surface ionization organic mass spectrometry (SIOMS), to enhance selectivity and sensitivity.

Keywords: solid surface, particle, temperature, work function, surface ionization, thermionic emitter materials, ionization potential, electron affinity, selective ionization of organic molecules, rhenium, tungsten, molybdenum, oxidized surfaces, high-temperature-resistant metals, SI mass spectrometry, surface desorption.

Kirish. Hozirgi kunda sirti ionlanish (SI) hodisasi nafaqat ion manbayi sifatida, balki murakkab fiziko-kimyoviy tizimlarni o'rganishda ham muhim analitik vosita sifatida keng qo'llanilmoqda. SI texnologiyasining tatbiq doirasini kengaytirish — bu, avvalo, maxsus fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan yangi emitter materiallarini ishlab chiqishga bevosita bog'liqdir. Bunday emitterlar yuqori haroratlarga termal barqaror, vakuum sharoitida uzoq muddatli ishlashga yaroqli va kimyoviy inertlik darajasi yuqori bo'lishi talab etiladi. SI texnologiyasi uchun yuqori samarali emitter materiallarini aniqlash va ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini chuqur o'rganish SI ning qo'llanilish sohalarini sezilarli darajada kengaytirishga xizmat qiladi. Bu holat SI emitterlarining selektivligi, issiqlikka chidamliligi va kimyoviy barqarorligi kabi muhim parametrlarini optimallashtirish imkonini beradi[1]. Ushbu maqolaning asosiy maqsadi — amaliyotda eng samarali deb topilgan emitter materiallari asosida SI jarayonining fizik-kimyoviy asoslarini yanada chuqurroq o'rganish, hamda sirt ionlanishga asoslangan organik mass-spektrometriya (— SIOMS) yo'nalishida kelgusidagi tadqiqotlar uchun nazariy va amaliy asos yaratishdir. Organik birikmalarning sirt ionlanishi mexanizmi shundan iboratki, organik molekulalar qizdirilgan emitter sirtiga adsorbsiyalanganidan so'ng bir necha bosqichli kimyoviy o'zgarishlarga uchraydi. Bu jarayonda molekula fragmentlanishi, radikal hosil bo'lishi yoki intermediatlar shakllanishi mumkin. Natijada, hosil bo'lgan mahsulotlarning bir qismi musbat ion shaklida sirtni tark etadi (desorbsiyalanadi). Bu hodisa, odatda, termodinamik va kinetik parametrlar, shuningdek emitter sirtining tuzilmasi va harorati bilan belgilanadi[2].

Mazkur maqolada organik molekulalarning termoion emitterlar sirtida yuz beruvchi ionlanish jarayonlari chuqur nazariy tahlil qilinadi. Shuningdek, yuqori haroratli va oksidlangan sirtlarga ega emitter materiallari orqali amalga oshirilgan eksperimental tadqiqotlar natijalari asosida SI samaradorligini oshirish yo'llari yoritiladi.

Sirti ionlanishning nazariy asoslari. Atom va molekulalar uchun ko'plab ionlanish usullari, jumladan elektron ionlanishi, fotoionlashish, kimyoviy ionlanish, atmosfera bosimli kimyoviy ionlanish, korona razryadli ionlanish, tribo-ionlanish, elektropray ionlanish, matritsa yordamida lazer desorbsiya/ionlanish, maydon ionlanish va sirt ionlanish (SI) ishlab chiqilgan. Ushbu usullar orasida (SI) o'zining noyob selektivligi bilan ajralib turadi, bundan tashqari moddalarning ionlashuvi qizdirilgan qattiq jism sirtida (emitterda) sodir bo'ladi [3]. SI hodisasi — bu qattiq jism yuzasidan zarrachalarning termal desorbsiyasi jarayonida musbat va manfiy ionlarning hosil bo'lishidir [4]. Zarrachalar sirtni musbat ion, manfiy ion yoki neytral holatda tark etishi mumkin. SI emissiyasi termodinamik muvozanat sharoitida sodir bo'ladi. Bu shuni anglatadiki, emitter yuzasidan bug'lanayotgan zarrachalar — neytral molekulalar va ionlar — qattiq jism harorati T ga mos energiya taqsimotiga ega bo'ladi. Bu taqsimot klassik statistik fizika qonunlariga, xususan Boltsman taqsimotiga bo'ysunadi [5]. SI hodisasi qattiq jism sirtidan termik bug'lanayotgan zarrachalarning ion holatida desorbsiyalanishi bilan bog'liq bo'lib, bu jarayonning fizik-kimyoviy mohiyati bir necha bosqichda amalga oshadi. E'tiborlisi shundaki, zarrachalarning emitter sirtiga qanday yo'l bilan yetib kelganligidan qat'i nazar, SI mexanizmining asosiy xususiyatlari ularning sirt bilan termodinamik va kvant-mexanik muvozanatga kirishi va sirtni tark etish jarayoni bilan belgilanadi. Zarrachalarning yakuniy zaryad holati aynan sirtni tark etish bosqichida aniqlanadi. SI hodisasi uchta ketma-ket bosqichni o'z ichiga oladi:

1. Zarrachalarning sirtga adsorbsiyalanishi.
2. Qattiq jism va adsorbsiyalangan zarrachalar (shu jumladan adsorbsiyalangan qatlamdagi kimyoviy reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan ikkilamchi zarrachalar) o'rtasida issiqlik va zaryad muvozanatining o'rnatilishi.
3. Zarrachalarning sirtni tark etishi, bu jarayonda ularning zaryad holati o'rnatiladi.

Uchinchi bosqich – ya’ni zarracha sirtni tark etayotganda, sirtida sodir bo’lgan jarayonlar va sirt xossalari haqida ma’lumot beradi. Dastlab yagona kvant-mexanik sistema bo’lgan “qattiq jism – zarracha” juftligi zarracha sirtidan kritik masofa X_{kr} (atom o’lchamlariga teng) ga uzoqlashganda ikkita alohida sistema – ya’ni qattiq jism va zarrachaga bo’linadi. Shu vaqtda zarracha izolyatsiyalangan holga o’tadi va uning yakuniy zaryad holati o’rnatilgan bo’ladi. Bu yopiq sistemalar o’rtasida izoenergetik elektron almashinuvi ehtimoliga bog’liq bo’ladi (X_{kr} atom o’lchami tartibiga ega) [6;1-b].

SI jarayonining elektron darajalar bilan bog’liq mexanizmi zarracha (molekula yoki atom) va qattiq jism (emitter) o’rtasidagi energetik o’zaro ta’sirga asoslanadi. Agar zarracha o’zining valent elektronini emitter sirtida mavjud bo’sh holatga o’tkaza olsa, u musbat ion holatiga o’tadi. Aksincha, agar emitterdan elektron zarrachaning bo’sh orbitasiga o’tsa, manfiy ion hosil bo’ladi.

SI samaradorligi zarrachaning ionlanish potentsiali (V) yoki elektron moyilligi (S) bilan emitterning chiqish ishi (ϕ) o’rtasidagi farq orqali belgilanadi. Agar $V < \phi$ bo’lsa, zarracha valent elektronini emitterga o’tkazib, musbat ion hosil qilish ehtimoli ortadi. Aksincha, $S > \phi$ bo’lsa, emitterdan elektron o’tishi osonlashadi va manfiy ionlanish ehtimoli oshadi. Bu energetik muvozanat SI jarayonida sodir bo’ladigan zaryad almashinuvining asosiy mexanizmini tashkil etadi va zarrachaning yakuniy ion holatini belgilaydi. Harorat (T) esa bu jarayonga kuchli ta’sir ko’rsatadi, chunki u elektronlarning Fermi-Dirak taqsimoti bo’yicha energiyaviy holatlar bo’yicha taqsimlanishiga ta’sir etadi. Natijada, emitter haroratining o’zgarishi ϕ , V va S o’rtasidagi energetik nisbatlar orqali ionlanish ehtimolini va hosil bo’ladigan ion tokining zichligini belgilaydi. Bu bog’liqlik Saha–Langmuir tenglamasi bilan nazariy asoslangan bo’lib, eksperimental kuzatuvlar bilan tasdiqlangan.[7;4-8-b].

SI ning asosiy miqdoriy xossasi – bu ionlanish darajasi α bo’lib, u quyidagi tarzda ifodalanadi:

$$\alpha_+ = \frac{\nu^+}{\nu^0} = A \exp \left[\frac{e(\phi - V)}{kT} \right] \quad (1.1)$$

bu yerda:

ν^+ – zaryadlangan (ion holatidagi) zarrachalar oqimi; ν^0 – neytral zarrachalar oqimi; A – musbat ionlar va neytral atomlarning statistik og’irliklarining nisbati; e – elektron zaryadi; ϕ – qattiq jism sirtidan elektronlarning chiqish ishi; V – ionlanayotgan atomlarning ionlanish potentsiali; k – Bolsman doimiysi; T – emitter harorati.

Manfiy ionlar hosil bo’lishi holati uchun ionlanish darajasi quyidagicha yoziladi:

$$\alpha_- = \frac{\nu^-}{\nu^0} = A \exp \left[\frac{e(S - \phi)}{kT} \right] \quad (1.2)$$

Bu yerda S — zarracha elektronlarni qabul qilish qobiliyatini ifodalovchi **elektron affinitet** (ya’ni elektronga moyillik) bo’lib, u zarrachalarning manfiy ion hosil qilish ehtimolini belgilaydi.

Agar emitterga tashqi elektr maydoni qo’llanilsa, SI jarayonining samaradorligi sezilarli darajada ortadi. Xususan, elektr maydonining kuchlanganligi 10^7 V/sm gacha oshirilganda, sirt ionlanish darajasi ushbu jarayonning asosiy parametrlarini tavsiflovchi matematik ifodalar bilan aniqlanadi. Bunday sharoitda kuchli maydon ta’sirida sirt va zarracha o’rtasidagi potensial to’siq pasayadi, bu esa elektron almashinuvi ehtimolini oshiradi hamda ionlanish samaradorligini maksimal darajaga yetkazadi[8;9;10].

Sirti ionlanishda emitter materiallarining nazariy asoslari. Emitter materiali sifatida tanlangan moddaning fizik-kimyoviy xususiyatlari SI jarayonining samaradorligini belgilovchi muhim parametr hisoblanadi. Ayniqsa, yuqori chiqish ishiga (ϕ) ega materiallardan foydalanish ionlanish jarayonining energiyaviy selektivligini oshiradi va tanlab ionlanish uchun qulay termodinamik sharoitlar yaratadi. Masalan, reniy (Re), molibden (Mo) va volfram (W) kabi metallar yuqori haroratda barqarorlik, kimyoviy inertlik va optimal chiqish ishi qiymatlari bilan ajralib turadi. Bunday emitterlar sirti va molekularlarning ionlanish potentsiali (V) o’rtasidagi energiya muvozanatini ta’minlab, ion hosil bo’lish ehtimolini maksimal darajaga yetkazishga imkon beradi[11].

Emitterlar bo’yicha dastlabki kuzatuvlar XIX asr oxirlariga to’g’ri keladi. 1889-yilda Elster va Geitel [12], undan ko’p o’tmay Beattie [13] qizdirilgan metall Emitterlaridan musbat ionlarning chiqishini qayd etganlar. Ushbu kashfiyotlardan so’ng, ko’plab tadqiqotchilar ion emissiyasi jarayonlarini hamda zaryad tashuvchilarning tabiatini chuqur o’rganishga kirishdilar [14]. 1908-yilda esa J.J. Thomson [15] va S. Richardson [16,17] toza platina va uglerod Emitterlaridan chiqarilgan musbat ionlarning massa-spektral tahlilini o’tkazib, ularning asosan Na^+ va K^+ ionlaridan iborat ekanligini aniqlashdi. 1910-yilda Richardson [18,19] platina lentasiga joylashtirilgan ishqoriy metall birikmalaridan chiqqan musbat ionlarning massasini ularning atom og’irligiga mos ekanini ko’rsatdi. Keyinchalik, Langmuir, Zandberg va Ionov rahbarligidagi guruhlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijasida SI hodisasi nazariy va amaliy jihatdan chuqur tadqiq

etiladi [20–30]. SI hodisasi 1923-yildan beri volfram sirtlaridagi ishqoriy metallar bo'yicha o'rganib kelinmoqda. Ionov va Zandberg [31] ushbu sohadagi asosiy tajribalarning shu davrdagi bilimlari nuqtai nazaridan tanqidiy tahlillarini o'z ichiga olgan batafsil sharhni taqdim etishgan. Kaminskiy [32] esa SI bo'yicha eksperimental ishlarning foydali xulosasini yozgan.

Organik moddalarga nisbatan yuqori samarali emitter materiallarini aniqlash bo'yicha dastlabki tadqiqotlar Zandberg boshchiligidagi ilmiy guruh tomonidan olib borilgan. Ushbu eksperimentlarda kislorod bilan oldindan oksidlangan volfram simidan emitter sifatida foydalanilgan bo'lib, hosil bo'lgan sirtning chiqish ishi taxminan 6,5 eV ga baholangan. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, bunday oksidlangan emitterlar tarkibida azot atomini o'z ichiga olgan turli organik birikmalarni sezgir va selektiv tarzda aniqlash imkonini beradi. Volfram sirtida hosil bo'lgan oksid qatlami nafaqat yuqori chiqish ishini ta'minlaydi, balki ayniqsa azotli funksional guruhlar bilan kuchli sirt o'zaro ta'siri orqali ionlanish samaradorligini ham oshiradi [33]. Shunga o'xshash yondashuv boshqa tadqiqot ishlarida ham davom ettirilib [34], detektorlar uchun optimal emitter materiallarini aniqlash maqsadida iridiy (Ir), volfram (W), molibden (Mo), nikel (Ni) hamda oksid qatlami bilan qoplangan nixrom sirtlarida bir qator aminlar va gidrazinlarning sirtiy ionlanish xususiyatlari, shuningdek hosil bo'lgan ion oqimlarining vaqt bo'yicha barqarorligi tizimli tarzda o'rganilgan. Bu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki: Ionlanish samaradorligi oksidlangan W, Mo, Ni va nixrom qatorida ketma-ket kamayib boradi. Vakuum sharoitida yoki inert gaz atmosferasida azot tarkibli moddalarni detektsiyalash uchun eng maqsadga muvofiq emitter oksidlangan volfram (W) hisoblanishi, atmosfera bosimidagi havo muhitida ishlovchi detektorlar uchun esa eng samarali emitter materiali oksidlangan molibden (Mo) ekanligi aniqlangan [34]. Shunga qaramay, bunday oksidlangan emitterlarning amaliy qo'llanilishi muayyan cheklavlarga ega. Jumladan, oksidlangan volfram emitteri 1600 K va undan yuqori harorat ta'sirida termal barqarorlikni yo'qotadi hamda bug'lanib ketadi. Bu esa emitter yuzasining morfologik tuzilmasini o'zgartirib, uning ishchi parametrlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Natijada, SI jarayonining samaradorligi keskin kamayadi va yuqori haroratli sharoitda organik moddalarning aniqlanish sezuvchanligi sezilarli darajada pasayadi [33]. Volframga nisbatan yuqori chiqish ishini namoyon etuvchi ba'zi yuqori haroratga chidamli materiallar — xususan, reniy [35;36] va iridiy [37], shuningdek, kremniy [38] kabi yarimo'tkazgichlar o'rganilgan. Devis [39] tomonidan keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, taxminan 10^{-5} torr bosimdagi kislorod ishtirokida 730 °C haroratda Re emitterining chiqish ishi taxminan 7,2 eV gacha oshadi. Ushbu natijalar Re-O₂ tizimining elektron emissiya samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatadi. Greaves va Stickney [40] o'z tadqiqotlarida, yuqori chiqish ishiga erishish zarur bo'lgan holatlarda Re-O₂ kombinatsiyasi W-O₂ yoki Mo-O₂ tizimlariga nisbatan ustunroq bo'lishi mumkinligini taklif qilishgan. Chiqish ishini oshirishga qaratilgan boshqa strategiyalar turli halogen gazlarini (masalan, xlor yoki xloridlar) turli metall yuzalarida adsorbsiyalash orqali amalga oshirilgan. Bu yondashuvlar yuqori chiqish ishiga ega emitterlarni aniqlashda muhim eksperimental asos bo'lib xizmat qilgan. Xlor va xlorid gazlari bilan olib borilgan bir qator tadqiqotlar [41, 42] bu gazlarning ta'siri kislorodnikiga o'xshash tarzda chiqish ishini o'zgartirishi mumkinligini ko'rsatilgan.

Vakuum sharoitida sirtiy ionlashuv (VSI) va atmosfera bosimi sharoitida sirtiy ionlashuv (ABSI) jarayonlarida samaradorligi yuqori bo'lgan emitterlar.

Keyinchalik Fujii boshchiligidagi tadqiqotda yuqoridagi mulohazalarni hisobga olgan holda, eng yaxshi VSI emitter materialini tanlash bo'yicha quyidagicha tadqiqot o'tkazilgan [43]: Bu maqsadda erish harorati 1450 °C dan yuqori bo'lgan 11 ta yuqori temperaturaga chidamli metall (W, Re, Ta, Mo, Ir, Rh, Pt, Pd, Fe, Co va Ni) tanlab o'rganilgan. Tajribaning birinchi bosqichida ushbu emitterlarda siklogeksendan hosil bo'lgan SI ion toklarining o'lchovi elektrmanfiy gazlar (O₂, F₂, Cl₂) ishtirokida amalga oshirilgan. Bu gazlar metall sirtlarida adsorbsiyalanishi mumkin bo'lib, SI jarayonida ularning ta'sirini baholash muhim hisoblanadi. Ikkinchi bosqichda ion toklarining vaqt davomida barqarorligi va emitter haroratiga bog'liqligi o'rganilgan. Natijalarga ko'ra, kislorod bilan ishlov berilgach, ion oqimi taxminan 15 daqiqada doimiy holatga yetadi, bu esa emitter yuzasining tez barqarorlashuvini ko'rsatadi. Eng muhim kuzatuv shuki: Pd, Ni, Fe, Ir, Ta va Co emitterlar har qanday haroratda va gaz muhitida umuman ion hosil qilmagan. Bu ularning SI jarayonida nafaolligini bildiradi. Aksincha, Re, W, Pt va Mo metallar sezilarli ion toklarini hosil qilgan, ya'ni faol emitterlar sifatida baholangan. Xususan, kislorod muhitida SI samaradorligi quyidagi tartibda kamaygan: Re > W > Pt > Mo. Bu ketma-ketlik Re va W sirtlarining yuqori chiqish ishi va kislorod bilan barqaror reaksiyaga kirishishi hisobiga organik molekulalarning samarali ionlanishini ta'minlashini ko'rsatadi. Shu sababli, reniy (Re) eng samarali SI emitter materiali sifatida ajralib turishini aniqlashgan [43]. 2024–2025 yillarda Hiraoka, Usmanov va hamkasblari tomonidan olib borilgan tadqiqotda turli emitter materiallarining (Pd, Re, W, Mo, Ti, SUS304) sirt xossalari va ionlanish samaradorligiga ta'siri tizimli tarzda o'rganildi. Tajriba natijalari emitter materiali analit molekulalarining ion turini, fragmentatsiya darajasini,

fon ionlar spektrini va umumiy signal intensivligini sezilarli darajada belgilab berishini ko'rsatdi. Pd va Re emitterlari yuqori protonatsiya qobiliyati va kuchli kislotalik sirt xususiyatlari bilan ajralib turdi. Ayniqsa, Pd emitterida harorat oshishi bilan $[M+H]^+$ ionlarining signal intensivligi eksponentsial tarzda ortdi. Re emitterida esa protonlangan ionlar bilan bir qatorda $[M-CH_3]^+$ va $[DEA-CH_3]^+$ kabi fragment ionlar ham hosil bo'ldi. Bu Re sirtining kuchli adsorbsiyalovchi va katalitik faol modda ekanligidan dalolat beradi. Boshqa tomondan, W, Mo va SUS304 emitterlari yuzasida karbaril, papaverin, kokain va morfin uchun $[M+H]^+$ ionlari umuman aniqlanmadi. Bu holat emitter yuzasining metanol bug'i bilan zaharlanishi, xususan, grafit qatlamining hosil bo'lishi natijasida sirtning proton donorlik xossasi yo'qolganligi bilan izohlanadi. SUS304 emitterida esa Cr asosli fon ionlar (masalan, $HNa_2CrO_4^+$) yuqori intensivlikda aniqlanib, analit ionlariga nisbatan spektral ustunlikni egalladi. Bu fon ionlarning manbayi emitterning o'zi ekanligi aniqlandi. Ti emitteri esa ionlanish samaradorligi eng past bo'lgan materiallardan biri bo'lib, na protonlangan, na fragmentlangan ionlarni sezilarli darajada hosil qila olmadi. Bu Ti sirtining past kislotalik darajasi va ion almashinuvi jarayonlaridagi inertsias bilan bog'liq bo'lishi mumkin. ABSI sharoitida aniqlangan Re asosidagi klaster ionlar ($NaReO_4Na^+$, $KReO_4K^+$) va SUS304 asosidagi Cr-tarkibli fon ionlar ko'rsatadiki, bu ionlar sirt orqali emas, balki gaz fazasida, uchinchi zarracha ishtirokida klasterlashish orqali hosil bo'lgan bo'lishi mumkin. Bu holat ABSI mexanizmidagi uchinchi zarracha (masalan, N_2 , O_2) bilan to'qnashuvlarning hal qiluvchi rolini tasdiqlaydi. Umuman olganda, emitter materiali tanlovi analitlarning ionlanish turini, sezuvchanligini va fragmentatsiya profilini belgilovchi asosiy parametr hisoblanadi. Yuqori haroratda barqaror bo'lgan, kuchli kislotalik sirtga ega Pd va Re emitterlari ABSI uchun eng samarali materiallar sifatida tavsiya etiladi. W, Mo, SUS304 va Ti emitterlari esa, zaharlanishga chidamlilik va sirt regeneratsiyasi imkoniyatlari doirasida ehtiyotkorlik bilan tanlanishi lozimligini aniqlashgan [44].

Xulosa. Ushbu tadqiqotda yuqori haroratga chidamli emitter materiallarining VSI va ABSI sharoitidagi ionlanish faolligi tizimli tahlil qilindi. Eksperimental natijalar shuni ko'rsatadiki, inert gaz yoki vakuum muhitida azotli organik birikmalarni detektsiyalash uchun eng samarali emitterlar — oksidlangan volfram (W) va reniy (Re) hisoblanadi. Atmosfera bosimidagi havo sharoitida esa maksimal sezuvchanlik oksidlangan molibden (Mo) va Palladiy (Pd) sirtida kuzatildi. Shuningdek, Pd va Re emitterlarining yuqori proton donorlik xossalari, sirt kislotaligi va ion hosil qilish samaradorligi ularni VSI/ABSI texnologiyalari uchun afzal materiallarga aylantiradi. Ayniqsa, Re yuzasida $[M+H]^+$ va fragmentlangan ionlarning shakllanishi bu sirtning kuchli adsorbsiyalovchi va katalitik faolligini tasdiqlaydi. Tahlillar emitter materialining ionlanish samaradorligi, analit signalining fragmentatsiya darajasi hamda selektivligini aniqlovchi asosiy omil ekanini ko'rsatadi. Umuman olganda, VSI va ABSI tizimlarida yuqori sezuvchanlik va ishonchlilikka erishish uchun Re va Pd asosidagi emitterlar eng maqbul tanlov sifatida tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR:

1. Зандберг Э. Я., Расулев У. Х., Халиков Ш. М. ЖТФ, 1976, 46, 832
2. Fujii, Toshihiro, Haruhiko Suzuki, and Masahiro Obuchi. "Surface ionization of some basic organics on an oxidized rhenium emitter. Thermionic emission in a protonated form." *The Journal of Physical Chemistry* 89.22 (1985): 4687-4690.
3. Awad, Hanan, Mona M. Khamis, and Anas El-Aneel. "Mass spectrometry, review of the basics: ionization." *Applied spectroscopy reviews* 50.2 (2015): 158-175.
4. Zandberg E. Y., Ionov I. N. Surface ionization (Poverkhnostnaya ionizatsiya) //(No Title). – 1971.
5. Rasulev U. K., Khasanov U., Palitsin V. V. Surface-ionization methods and devices of indication and identification of nitrogen-containing base molecules // *Journal of Chromatography A*. – 2000. – T. 896. – №. 1-2. – С. 3-18. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00458-1](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00458-1)
6. Э.Я. Зандберг, У.Х. Расулев. Поверхностная ионизация органических соединений, *Успехи Химии*, LI(9), 1425–1436, (1982). DOI: 10.1070/RC1982v051n09ABEH002920
7. U.K. Rasulev, E.Y. Zandberg. Surface ionization of organic compounds and its applications // *Progress in surface science* 1988. Vol. 28. №. 3-4. pp. 181-412. [https://doi.org/10.1016/0079-6816\(88\)90003-2](https://doi.org/10.1016/0079-6816(88)90003-2)
8. Langmuir I., Kingdon K. H. Thermionic effects caused by vapours of alkali metals // *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character*. – 1925. – T. 107. – №. 741. – С. 61-79. <https://doi.org/10.1098/rspa.1925.0005>
9. Н.Д. Потехина. К теории поверхностной ионизации // ЖТФ 1964. Т. 34. с. 1086-1092
10. Л.Н. Добрецов, М.В. Гомоюнова. Эмиссионная электроника. М.: Наука. 1966. с. 546.

11. Manzolaro, M., et al. "The SPES surface ionization source." *Review of Scientific Instruments* 88.9 (2017).
12. J. Elster and H. Geitel, *Ann. Phys. Chem.*, 37 (1889) 315.
13. J.C. Beattie, *Philos. Mag.*, 48 (1899) 97.
14. C.J. Davisson, *Philos. Mag.*, 23 (1912) 121.
15. J.J. Thomson, *Proc. Cambridge Philos. Soc.*, 15 (I 908) 64.
16. O.W. Richardson, *Philos. Mag.*, 16 (1908) 740.
17. O.W. Richardson and E.R. Hulbirt, *Philos. Mag.*, 20 (1910) 545.
18. O.W. Richardson, *Philos. Mag.*, 20 (1910) 981.
19. O.W. Richardson, *Philos. Mag.*, 20 (1910) 999. 30
20. O.W. Richardson, *Emission of Electricity from Hot Bodies*, 2nd edn., Longmans, London, 1921.
21. J.J. Thomson and G.P. Thomson, *Conduction of Electricity through Gases*, Vol. I, 3rd edn., Cambridge University Press, Cambridge, 1928, p. 338.
22. U.A. Arifov and G.N. Shuppe, *Tr. Fiz.-Tekh. Inst., Akad. Nauk Uzbek. SSR*, 2 (1948) 19.
23. E.Ya. Zandberg and N.I. Ionov, *Sov. Phys., Usp.*, 2 (1959) 255.
24. D.D. Mueller, *The theory of surface ionisation and its application to ion propulsion*, MS. Thesis, Air University (U.S. Air Force), Wright-Patterson, OH, 1961.
25. A.H. Tumbull, *Surface ionization techniques in mass spectrometry*, U.K.At. Energy Authority, Res. Group Rep. AERE-R 4295 (1963).
26. M. Kaminsky, *Atomic and Ionic Impact Phenomena on Metal Surfaces*, Springer, Berlin, 1965, p. 98.
27. J.B. Moreau, *Rev. Phys. Appl.*, 3 (1968) 286.
28. E. Ya. Zandberg and N.I. Ionov, *Surface Ionization*, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1971
29. N.I. Ionov, *Surface ionization and its applications*, *Prog. Surf. Sci.*, 1 (1972) 237.
30. E. Ya. Zandberg, *Sov. Phys. Tech. Phys.*, 19 (1975) 1133.
31. E. Ya. Zandberg, and N. I. Ionov, *Usp. Fiz. Nauk* 57, 581 (1959)
32. Kaminsky, Manfred. "Surface effects in controlled thermonuclear fusion." *Critical Reviews in Solid State and Material Sciences* 6.4 (1976): 433-457.
33. Zandberg, E. Ya, and U. Kh. "Rasulev and SbM. Khalikov, *Sot.*" *Phys. Tech. Phys* 21 (1976): 483.
34. Зандберг, Э. Я., У. Х. Расулев, and Ш. М. Халиков. "Эмиттеры для поверхностно-ионизационных детекторов органических соединений." *ЖТФ* 46.4 (1976): 832.
35. Rasser, B., D. I. C. Pearson, and M. Remy. "Surface ionization source for heavy ions." *Review of Scientific Instruments* 51.4 (1980): 474-477.
36. Зандберг, Э. Я. "Назаров ЭГ, Расулев УХ Термоэммиттеры положительных ионов из окисленных ренийевых проволок." (1981): 1242-1247.
37. Wilson, R. G. "Surface ionization of indium and aluminum on iridium." *Journal of Applied Physics* 44.5 (1973): 2130-2132.
38. Pelletier, J., D. Gervais, and C. Pomot. "Application of wide-gap semiconductors to surface ionization: Work functions of AlN and SiC single crystals." *Journal of applied physics* 55.4 (1984): 994-1002.
39. Davis, William D. "Continuous mass spectrometric analysis of particulates by use of surface ionization." *Environmental Science & Technology* 11.6 (1977): 587-592.
40. Greaves, W., and R. E. Stickney. "Adsorption studies based on thermionic emission measurements: III, oxygen on polycrystalline W, Mo, Ta, and Re." *Surface Science* 11.3 (1968): 395-410.
41. Shaw, Marion L., and N. P. Carleton. "Chemisorption of Electronegative Gases on Refractory Metals." *The Journal of Chemical Physics* 44.9 (1966): 3387-3392.
42. Fehrs, D. L., and R. E. Stickney. "Contact-potential measurements of the adsorption of I₂, Br₂, and Cl₂ on bare and cesiated W (100)." *Surface Science* 17.2 (1969): 298-315.
43. Fujii Toshihiro. "Efficient emitters for surface ionization organic mass spectrometry." *International journal of mass spectrometry and ion processes* 87.1 (1989): 51-59.
44. Hiraoka K., Usmanov D. T., Akhmedov S. M., Rankin-Turner S., & Ninomiya S. (2025). *Surface Ionization of Carbaryl, Papaverine, Cocaine, Morphine, and Triethylamine by Heated Surface-Oxidized Metal Filaments of W, Re, Pd, Mo, Ti, and SUS304 Under Atmospheric Pressure: Ionization Mechanism*. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 39(12), e10029.

UGLERODLI NANOQUVUR ERITMALARINING OPTIK XOSSALARIGA O'LCHAM VA ISSIQLIK TA'SIRI

Maxmanov Urol Kudratovich,

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi,
Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti
"Optika va spektroskopiya" laboratoriyasi mudiri,
fizika-matematika fanlari doktori, professor,
urolmakh@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7185-2812>

Aslonov Bobirjon Ashurovich,

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi,
Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti tayanch doktoranti,
aslonovbobir@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3694-3700>

Chuliyev Tohirjon Abdulloyevich,

Guliston davlat universiteti tayanch doktoranti,
chuliyevtohirjon@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-2938-0955>

Tursunqulov Elyor Abil o'g'li,

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi,
Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti stajyor tadqiqotchisi
elyortursunqulov1@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-7260-7897>

Annotatsiya. Uglerod nanoquvurlari (UNQ) eritmalarining erigan modda parametrlari va tashqi ta'sir ostida optik xususiyatlaridagi o'zgarishlarni aniqlash ularni amaliy ilovalarda maqsadli foydalanish uchun tanlashda muhim hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda UNQning diametri kamayishi bilan optik yutilish intensivligi ortib borishi va xarakterli yutilish cho'qqilari to'liq uzunligining kamayishi tomonga siljishi aniqlandi. UNQ kolloid eritmasi tashqi issiqlik ta'siri (60 °C haroratda 4 soat ultratovushli ta'sir) ostida UNQlarning uzunligi va diametrini kamaytirishi, bu ham fotonlarning ko'proq yutilishi va yutilish cho'qqilari qiymatining kamayishiga olib kelishi aniqlandi. Tashqi muhit ta'sirida UNQ devorlaridagi grafen qatlamini tashkil etuvchi uglerod atomlarida kombinatsion sochilishining paydo bo'lishi uchun zarur energiya ortib, ularning tebranishlari qisqaroq elektromagnit to'liqlar tomon siljishi aniqlandi.

Kalit so'zlar: ko'p devorli uglerod nanoquvurlar, optik yutilish, Raman spektr, fotonlar ta'siri, issiqlik ta'sir.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Аннотация. Определение изменений оптических свойств растворов углеродных нанотрубок (УНТ) в зависимости от параметров растворенного вещества и под внешним воздействием важно для их выбора для целевого использования в практических приложениях. В данном исследовании установлено, что с уменьшением диаметра УНТ интенсивность оптического поглощения увеличивается, а характерные пики поглощения смещаются в сторону более коротких длин волн. Установлено, что коллоидный раствор УНТ под влиянием внешней обработки (воздействие ультразвуком при температуре 60 °C в течение 4 часов) уменьшает длину и диаметр УНТ, что приводит к большему поглощению фотонов и уменьшению величины пиков поглощения. Выявлено, что под воздействием внешней среды увеличивается энергия, необходимая для возникновения комбинационного рассеяния света в атомах углерода, образующих графеновый слой на стенках УНТ, а их колебания смещаются в сторону более коротких электромагнитных волн.

Ключевые слова: многослойная углеродная нанотрубка, оптическое поглощение, спектр комбинационного рассеяния, взаимодействие фотонов, тепловое взаимодействие.

THE EFFECT OF SIZE AND TEMPERATURE ON THE OPTICAL PROPERTIES OF

Abstract. *Determination of changes in the optical properties of carbon nanotube (CNT) solutions depending on the parameters of the dissolved substance and under external influence is important for their selection for targeted use in practical applications. In this study, it was found that with a decrease in the diameter of CNTs, the intensity of optical absorption increases and the characteristic absorption peaks shift toward shorter wavelengths. It was found that a colloidal solution of CNTs under the influence of external treatment (ultrasound exposure at a temperature of 60 °C for 4 hours) reduces the length and diameter of CNTs, which leads to greater absorption of photons and a decrease in the magnitude of absorption peaks. It was found that under the influence of the external environment, the energy required for the occurrence of Raman scattering in carbon atoms forming a graphene layer on the walls of CNTs increases, and their oscillations shift toward shorter electromagnetic waves.*

Keywords: *multi-walled carbon nanotube, optical absorption, Raman spectrum, photon interaction, thermal interaction.*

Kirish. Uglerodli nanoquvurlarning (UNQ) o'ziga xos elektr, optik, mexanik va issiqlik xossalari ulardan zamonaviy ishlab chiqarish, xususan, elektronika, energetika va tibbiyotning turli sohalarida foydalanish imkoniyatlarini beradi [1-2]. UNQlar va boshqa birikmalar o'rtasida kimyoviy reaksiya sodir bo'lganda UNQlarning optik xususiyatlari o'zgarishi ulardan selektiv kimyoviy sensorlar sifatida foydalanish imkonini beradi [3-4]. Ushbu sensorlarning optik javobidagi o'zgarish ularning elektron tuzilishining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lib, elektromagnit to'lqinlar bilan UNQlarning o'zaro ta'sirining tabiatini o'zgartirishga olib keladi. UNQ asosidagi sensor qurilmalar omborxonalar yoki issiqxonalardagi havoning gaz tarkibini kuzatish orqali mahsulot sifatini aniqlashda foydali bo'lishi mumkin. Tibbiyotda UNQlar o'smalarni termik davolashda elektromagnit nurlanish bilan faollashtirilgan mahalliy issiqlik manbalari sifatida ishlatiladi [5]. Bu jarayon UNQlarda elektromagnit to'lqinlarning chastotasi ulardagi sirt plazmonlarining chastotasiga to'g'ri kelganda, sirdagi plazmonlarning qo'zg'alishi UNQlarda bo'ylama elektr tebranishlari paytida ohmik yo'qotishlar natijasida Joule issiqligining chiqishi bilan bog'liq. Undan tashqari, UNQlar tibbiyotda turli boshqa sohalarida, jumladan, dori vositalarini yetkazib berish, kasalliklar diagnostikasi, to'qimalar muhandisligi va immunoterapiyada qo'llaniladi [6-7]. UNQlarning yuqori elektr o'tkazuvchanligi va kichik diametri ularni nano o'lchamdagi elektron qurilmalarda foydalanish uchun ideal material sifatida namoyon qiladi [8-9]. UNQga asoslangan tranzistorlar an'anaviy kremniyga asoslangan tranzistorlarga qaraganda yuqori o'tkazuvchanlik xususiyati va tezroq qo'shilishi sababli ajralib turadi. Bunda yuqori sirt maydoni, mexanik moslashuvchanligi va yaxshi elektr o'tkazuvchanligi bois ularni moslashuvchan displeylarda, kichik o'lchamli elektron qurilmalarda, batareyalar va superkondensatorlarda foydalanishda samarali qiladi [10-11].

UNQlar yuqqa plyonkali quyosh batareyalarini yaratishda fotogeneratsiya joylari va zaryadlarni yig'ish hamda tashish uchun qatlam vazifasida ishlatiladi [12]. Undan tashqari, UNQdan shaffof elektrod sifatida foydalanishda elektronlarni yig'uvchi elektrod yuzasiga tashishda yordam berish uchun ular ko'pincha qo'llab-quvvatlash sifatida ishlatiladi [13]. An'anaviy fotovoltaiik hujayralarning samaradorligini oshirishda UNQlar oddiy texnologiyalar yordamida yaratilishi mumkinligi, yaxshi elektr xususiyatlari, boshqa elektrodga nisbatan silliq sirt va yuqori mexanik moslashuvchanligi, vakuum bo'lmagan muhitda qatlam olish imkoniyati, quyosh nurlarining samarali singishi va fototashuvchilarning generatsiyalanishi, polimerlar bilan geterobirikmalar hosil qilish imkoniyati, elektron va teshiklarning samarali uzatilishi va nihoyat nisbatan past narxda bo'lishi kabi omillar ahamiyat katta kasb etadi.

UNQ tuzilishi, qayta ishlash yoki boshqa materiallar bilan o'zaro ta'siriga qarab optik xususiyatlarini o'zgartirishi mumkin [14]. Ushbu o'zgarishlar ularning atom va elektron tuzilishining xususiyatlari, shuningdek, kirishmalar (masalan, fullerenlar) yoki kimyoviy ishlov berish ta'siri bilan bog'liq. Shu jihatdan, ikki devorli UNQdan fotoluminesens xossalari uni olish usuliga bog'liq [15], masalan, UNQ kimyoviy bo'g' yordamida o'stirilganda ichki va tashqi qobiqlardan nurlanish namoyon etsa, fullerenlarni bir devorli UNQ ga inkapsulalangan va issiqlik ta'siri yordamida olingan UNQlar faqat tashqi qobiqlarda nur chiqarishi aniqlangan. [16] ishda turli elementlar bilan UNQlarning modifikatsiyasi ularning optik xususiyatlarining o'zgarishiga olib kelishi, elementlarning atomlari bilan metall qoplanishi dipol momentlarining o'zgarishiga va qutblanishiga olib kelishi aniqlangan. UNQlarning optik xususiyatlari murakkab hisoblanib, [17] ishda ko'p devorli UNQning suvdagi kolloid suspenziyada erigan modda konsentratsiyasining oshishi bilan kolloid suspenziyaning optik yutilishi ortishi aniqlangan. Boshqa tomondan, UNQlarning optik javobi antenna nazariyasi bilan bog'liq [18], ya'ni ularning turli to'lqin uzunlikdagi yorug'lik bilan o'zaro ta'siri uning fazoviy orientatsiyasi va uzunligiga bog'liq bo'ladi. Elektromagnit to'lqinlar UNQ o'qiga parallel ravishda qutblanish

holatida ularning optik yutilishi elektromagnit to'liqlar UNQ o'qiga perpendikulyar ravishda qutblangandagi optik yutilishidan kattaroq bo'lishi o'rganilgan [19]. UNQlarning elektromagnit to'liqlar bilan o'zaro ta'siriga baho beruvchi barcha omillarni hisobga olish kerak. UNQ eritmalarini saqlash sharoiti hamda issiqlik ta'siri ham nafaqat UNQ ning qayta taqsimlanishiga, balki uning boshqa fizik xususiyatlariga ham ta'sir qiladi.

Ushbu ishda ko'p devorli UNQ o'lchamlarining va issiqlik ta'sirining eritma optik xususiyatlariga ta'siriga doir tadqiqot natijalari bayon etiladi.

Material va metodlar. Tajribalarda turli geometrik o'lchamlarda saralangan UNQ kristal kukunlari (≥ 98.9 soflikda) Sigma Aldrich (AQSh) ishlab chiqaruvchi tomonidan yetkazib berilgan. Erituvchi sifatida ikki marta distillangan suvdan foydalanilgan. Suvda UNQlarning yaxshi erishi uchun sirt faol moddasi sifatida polivinilpirolidon (PVP) ishlatilgan.

UNQ eritmalarini tayyorlashda uzunliklari $\sim 1,5 \div 2$ mkm bo'lgan UNQlar ishlatildi. Maqola matnida o'rtacha ichki diametri $\sim 10 \div 18$ nm, tashqi diametri $\sim 20 \div 35$ nm bo'lgan UNQ eritmasini – 1-namuna; o'rtacha ichki diametri $\sim 4 \div 10$ nm, tashqi diametri $\sim 8 \div 20$ nm bo'lgan UNQ eritmasini esa – 2-namuna sifatida nomlangan. Eritmada UNQ konsentratsiyasi fiksirlangan va $\sim 0,015$ mg/ml.

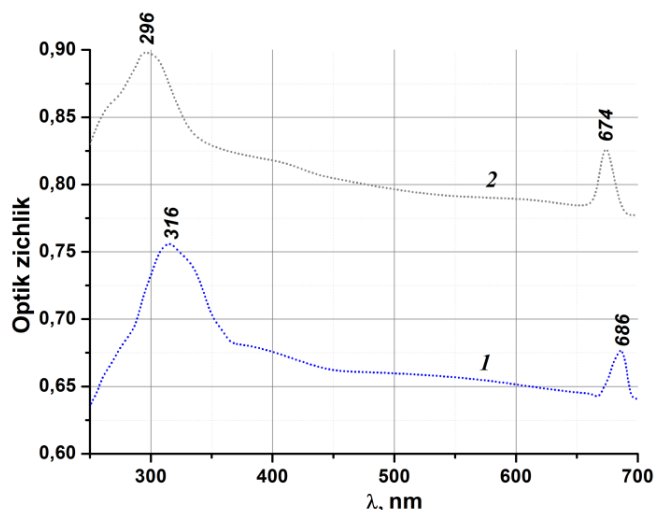
Kolloid suspenziyalarni tayyorlash uchun avval shisha idishga UNQ kukuni solinib, so'ngra 0.95:0.05 hajmiy ulushdagi distillangan suv va PVP qo'shiladi. Shundan so'ng, aralashmalar 10 daqiqa davomida 1000 rpm tezlikda mexanik aralashtirgich yordamida aralashtiriladi. Keyin aralashmalarga ultratovushli generator yordamida ultratovushli ishlov berish amalga oshiriladi. So'ngra sovuq suvli banyada 40 daqiqa davomida sonikatsiyalanadi va eritma tayyor bo'ladi.

Har xil turdagi UNQlarning kolloid suspenziya namunalarining optik yutilish spektrlari Shimadzu UV-5100 spektrofotometri (Shimadzu, Yaponiya) yordamida qayd qilingan.

UNQ eritmalarining Raman spektrlari **InVia Raman** spektrometri (Renishaw, Buyuk Britaniya) yordamida o'lchandi. Energiya manbai sifatida **532 nm to'liq uzunligiga ega Cobolt CW 532 nm DPSS lazeri** ishlatildi.

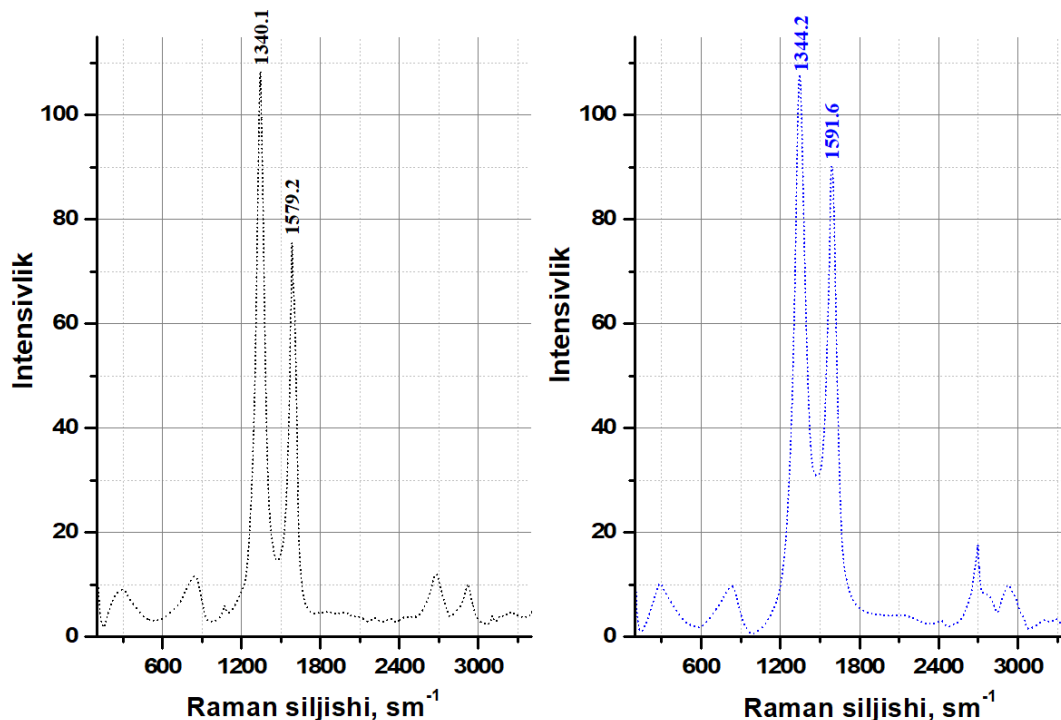
Olingan natijalar va ularning tahlili. Namunalarning optik yutilishini o'lchash shuni ko'rsatdiki, bir-xil konsentratsiyali ($\sim 0,015$ mg/ml) va o'rtacha uzunliklari deyarli o'zgaras (≥ 1.5 mkm) bo'lgan UNQ o'rtacha diametrining kichrayishi bilan optik yutilishning ortishi kuzatildi (1-rasm). Bu bir tomondan, UNQlarning bir xil massa konsentratsiyasida birlik hajmli kolloidal suspenziyadagi UNQlar sonining kichik diametrlilik holatda katta diametrlilikdan ko'proq bo'lishiga, bu esa fotonlar bilan ta'sirlashuvchi sirtning va to'ldirish omilining oshishiga olib keladi. O'z navbatida esa bunday tarkibli suyuqlikdan o'tadigan fotonlarning yutilish ehtimolini oshiradi. Boshqa tomondan, UNQlar antennalar sifatida elektromagnit to'liqlar bilan o'zaro ta'sirlashishida ularning miqdoriy konsentratsiyasining oshishi bilan, ushbu elektromagnit to'liqlarni yutadigan tegishli uzunlikdagi UNQlar sonining ko'payishi tufayli suyuqlikdan o'tadigan yorug'lik to'liqlarini yutish ehtimoli ortadi.

Undan tashqari, UNQ o'rtacha diametrining pasayishi bilan ularning sirt plazmonlarini qo'zg'atishga mos keladigan yutilish cho'qqilarida "ko'k siljish" ($316 \text{ nm} \rightarrow 296 \text{ nm}$, $686 \text{ nm} \rightarrow 674 \text{ nm}$) kuzatildi (1-rasm). Bu jarayon UNQ diametrining kamayishi kvant chegaralanish effektining kuchayishiga olib kelishi natijasida ulardagi plazmonlarni qo'zg'atish uchun zarur bo'lgan elektromagnit to'liqlarning energiyasi ortishi bilan izohlanadi.



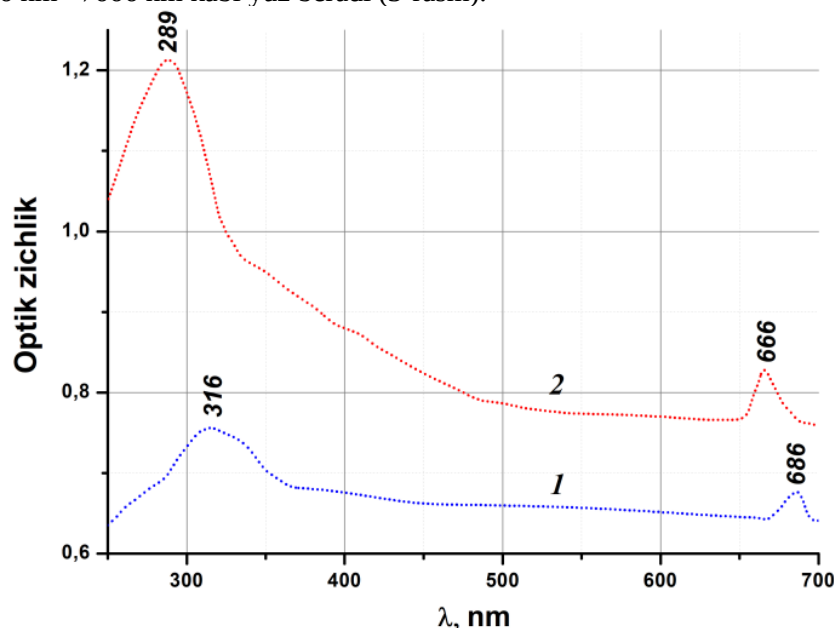
1-rasm. Yangi tayyorlangan UNQ/suv eritmalarining optik yutilish spektrlari: 1-egri chiziq: 1-namuna, 2-egri chiziq: 2-namuna. Eritma konsentrasiyasi ~0,015 mg/ml

UNQlarning o'rtacha diametrining pasayishi bilan eritmalar Raman spektroskopiyasi natijalari (2-rasm) G (~1599.2 cm^{-1}) va D (~1340.1 cm^{-1}) cho'qqilarida "ko'k siljish" kuzatildi. Uning qiymatlari mos holda ~12.4 cm^{-1} va ~4.1 cm^{-1} ga teng bo'ldi. Shuni ham ta'kidlash joizki, 2-namunada (o'rtacha diametri kichik UNQ eritmasida) G cho'qqisida Raman sochilish intensivligi 1-namunaga (o'rtacha diametri katta UNQ eritmasiga) qaraganda yuqori bo'ldi.



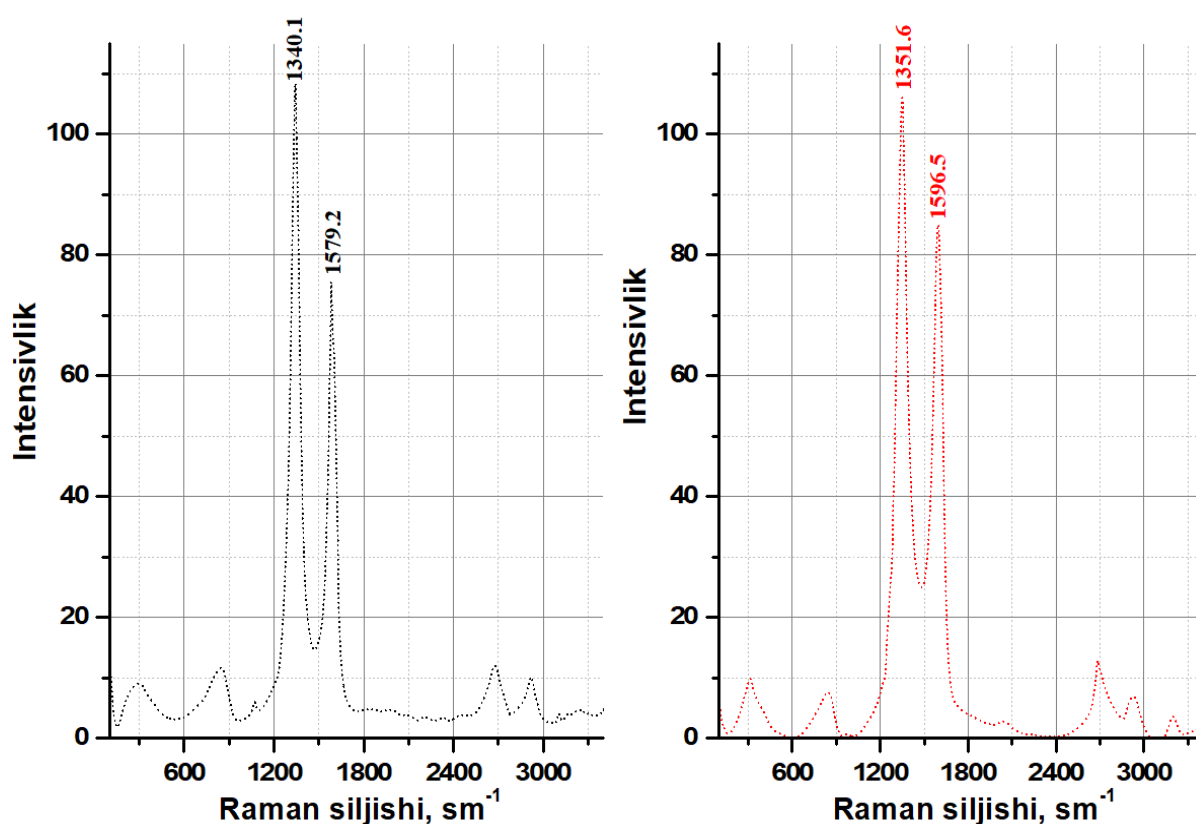
2-rasm. Yangi tayyorlangan UNQ/suv eritmalarining Raman spektrlari: chapda: 1-namuna, o'ngda: 2-namuna. Eritma konsentrasiyasi ~0,015 mg/ml

3-rasmda 1-namunani 60°C haroratda yorug' xonada 4 soat ultratovushli ta'sir qildirilganda uning optik yutilish spektridagi o'zgarishlar natijasi keltirilgan. Shuni ta'kidlash kerakki, ushbu haroratda ta'sir jarayoni kolloid eritmadagi UNQlarning uzunligi va qalinligini qisqartiradi, bu esa yangi UNQ eritmalariga nisbatan optik yutilish intensivligining oshishiga va yutilish cho'qqilarining "ko'k siljishi"ga olib keladi, bu 316 nm → 289 nm, 686 nm → 666 nm kabi yuz beradi (3-rasm).



3-rasm. UNQ eritmasi optik yutilish spektrida harorat va vaqtga bog'liq o'zgarish. 1-egri chiziq: 1-namuna, 2-egri chiziq: 1-namunani 60°C haroratda yorug' xonada 4 soat ultratovushli ta'sir qildirilgandan so'ng

4-rasmda UNQ eritmasi Raman spektrida harorat va vaqtga bog'liq o'zgarishlar keltirilgan. Bu holda 1-namunani 60°C haroratda yorug' xonada 4 soat davomida ultratovushli ta'sir qildirilgandan so'ng o'zgarishlar qayd etilgan. Tashqi muhit ta'sirida UNQ diametrining pasayishi va kvant chegaralanish effektining kuchayishi tufayli grafen qatlamini tashkil etuvchi uglerod atomlarida Stokes-Raman sochilishining paydo bo'lishi uchun zarur bo'lgan energiya ortadi. Chunki ko'p devorli UNQdagi grafen qatlamlari orasidagi Van-der-Vaals kuchi ushbu qatlamlarning kollektiv tebranishlariga ta'sir qiladi. UNQ diametrining kamayishi bilan uglerod nanonaychalari devorini tashkil etuvchi grafen qatlamlarining tebranishlari qisqaroq elektromagnit to'lqinlar tomon siljiydi. Bu siljish $1340.1\text{ sm}^{-1} \rightarrow 1351.6\text{ sm}^{-1}$, $1579.2\text{ sm}^{-1} \rightarrow 1596.5\text{ sm}^{-1}$ kabi yuz beradi. Yuqorida qayd etilganidek, tashqi ta'sir natijasida UNQ grafen qatlamlarda nuqsonlarning ko'payishi ham sodir bo'lishi mumkin, bu UNQ qatlamlarining kamayishiga olib keladi, o'z navbatida Raman spektridagi cho'qqilarning holati o'zgaradi.



4-rasm. UNQ eritmasi Raman spektrida harorat va vaqtga bog'liq o'zgarishlar. chapda: 1-namuna, o'ngda: 1-namunani 60°C haroratda yorug' xonada 4 soat ultratovushli ta'sir qildirilgandan so'ng

Xulosa. Ko'p devorli UNQ kolloid suspenziyalarning optik xususiyatlari ularning turlicha geometrik o'lchamlariga (diametriga) va issiqlik ta'siriga bog'liq holda o'rganilgan. UNQ o'lchamlari kamayishi bilan optik yutilish ortadi va optik yutilish cho'qqilarining "ko'k siljishi" sodir bo'ladi. Birlik hajmli kolloidal suspenziyada UNQlar sonining kichik diametrli holatda katta diametrlidan ko'proq bo'ladi, bu esa fotonlar bilan ta'sirlashuvchi sirtini va to'ldirish omilini oshiradi. Bunday tarkibli UNQ eritmasidan o'tadigan fotonlarning yutilish ehtimoli oshadi. Undan tashqari, UNQ o'rtacha diametrining kamayishi kvant chegaralanish effektining kuchayishiga olib keladi. Natijada ulardagi plazmonlarni qo'zg'atish uchun zarur bo'lgan elektromagnit to'lqinlarning energiyasi (chastotasi) ortadi. UNQ eritmasini 60°C haroratda yorug' xonada 4 soat ultratovushli ta'sir qildirilganda UNQlarning uzunligi va qalinligini qisqartiradi, bu esa optik yutilish intensivligining oshishiga va yutilish cho'qqilarining "ko'k siljishi"ga olib keladi.

Tashqi muhit ta'sirida UNQ diametrining kamayishi va kvant chegaralanish effektining kuchayishi tufayli devorlardagi grafen qatlamini tashkil etuvchi uglerod atomlarida Stokes-Raman sochilishining paydo bo'lishi uchun zarur bo'lgan energiya ortadi. Natijada ularning tebranishlari qisqaroq elektromagnit to'lqinlar tomon siljiydi.

Ushbu ish O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi tomonidan belgilab berilgan ilmiy-tadqiqotlar doirasida amalga oshirilgan.

ADABIYOTLAR:

1. Khalid Saeed Ibrahim. Carbon nanotubes—properties and applications: a review // *Carbon Letters*, 14, (3), 131-144 (2013)
2. N Gupta, SM Gupta, SK Sharma. Carbon nanotubes: synthesis, properties and engineering applications // *Carbon Letters*, 29, 419–447 (2019).
3. V Schroeder, S Savagatrup, M He, S Lin, imothy M. Swager. Carbon Nanotube Chemical Sensors // *Chem. Rev.* 119 (1), 599–663 (2019).
4. Horacio J. Salavagione, Ana M. Diez-Pascual, Eduardo Lázaro, Soledad Verab, Marián A. Gómez-Fatou. Chemical sensors based on polymer composites with carbon nanotubes and graphene: the role of the polymer // *J. Mater. Chem.* 2, 14289-14328 (2014).
5. D. Suzuki, Y. Takida, Y. Kawano, H Minamide, N Terasaki. Carbon nanotube-based, serially connected terahertz sensor with enhanced thermal and optical efficiencies // *Science and Technology of Advanced Materials*. 23, (1), 424–433 (2022).
6. S.A. Afanas'ev, AA Fotiadi, AS Kadochkin, EP Kitsyuk, SG Moiseev, DG Sannikov, VV Svetukhin, YP Shaman, IO Zolotovskii. Terahertz Generation through Coherent Excitation of Slow Surface Waves in an Array of Carbon Nanotubes // *Photonics*, 10(12), 1317 (2023).
7. A.N. Basmaci. Behaviors of Electromagnetic Wave Propagation in Double-Walled Carbon Nanotubes // *Materials*. 14(15), 4069 (2021)
8. S. Zhang, N. Nguyen, B. Leonhardt, C. Jolowsky, A. Hao, J.G. Park, R. Liang. Carbon-Nanotube-Based Electrical Conductors: Fabrication, Optimization, and Applications // *Advanced Electronic Materials*. 5, 6 (2019)
9. C Soldano, S Talapatra, S Kar. Carbon Nanotubes and Graphene Nanoribbons: Potentials for Nanoscale Electrical Interconnects // *Electronics*, 2(3), 280-314 (2013)
10. Z. Z Zhang, N Zhang, Z Zhang. High-Performance Carbon Nanotube Electronic Devices: Progress and Challenges // *Micromachines*, 16(5), 554; (2025).
11. L. Zhao, Q. Dong, R. Yi, H. Shao, Y. Shen, L. Chen. Organic Mixed Ionic-Electronic Conductors for Solid-State Batteries // *CCS Chem*, 7, 22–43 (2025).
12. A Tejas, Shastry, Mark C. Hersam. Carbon Nanotubes in Thin-Film Solar Cells // *Ad. En. Mat.* 7(10) (2017).
13. J Ouyang. Applications of carbon nanotubes and graphene for third-generation solar cells and fuel cells // *Nano Materials Science*. 1(2), 77-90 (2019).
14. R. Saito, M.S. Dresselhaus. Optical Properties of Carbon Nanotubes // *Carbon Nanotubes and Graphene*. 77-98 (2014).
15. T. Shiraki, Y. Miyauchi, K. Matsuda, N. Nakashima. Carbon Nanotube Photoluminescence Modulation by Local Chemical and Supramolecular Chemical Functionalization // *Acc. Chem. Res.* 53(9), 1846–1859 (2020).
16. K Fujisawa, HJ Kim, S.H Go, H Muramatsu, T Hayashi, M Endo, TC Hirschmann, MS Dresselhaus, YA Kim, PT Araujo. A Review of Double-Walled and Triple-Walled Carbon Nanotube Synthesis and Applications // *Applied Sciences*. 6(4), 109 (2016).
17. I. Muz, M. Kurban. A comprehensive study on electronic structure and optical properties of carbon nanotubes with doped B, Al, Ga, Si, Ge, N, P and As and different diameters // *Journal of Alloys and Compounds*. 802, 25-35 (2019).
18. A.H. Khalid, M.A. Abdulsattar, Z.T. Hussain, A.A. Jabor. The effect of different multiwall carbon nanotubes concentration on morphology, optical, and electrical properties used as flexible anode // *J. Phys.: Conf. Ser.* 1660, 012054 (2020).
19. Y.S. Itas, A.B. Suleiman, C.E. Ndikilar, A. Lawal, R. Razali, I.I. Idowu, M.U. Khandaker, A.M. Danmadami, P. Ahmad, T.B. Emran, M.R.I. Faruque. First-Principle Studies of the Structural, Electronic, and Optical Properties of Double-Walled Carbon Boron Nitride Nanostructures Heterosystem under Various Interwall Distances // *Journal of Chemistry*. 4, 12 (2023).

ВЫЧИСЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВКЛАДА МКД В ЭФФЕКТ ФАРАДЕЯ НА КРИТИЧЕСКИХ ДЛИНАХ ВОЛН

Очилов Одил,

Центра развития нанотехнологий в Национальном университете Узбекистана

Маликов Комильжон Хомид ўғли,

Центра развития нанотехнологий в Национальном университете Узбекистана

Кулматова Гулзода Абдуравауп қизи,

Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова

Аннотация. В статье представлена методика расчета удельного вклада магнитного кругового дихроизма (МКД) в эффект Фарадея (ЭФ) при критических длинах волн. На основе исследований поликристаллических плёнок на основе гранатов YIG и манганитов с использованием соотношений Крамерса–Кронинга разработан специальный алгоритм на языке Python. Полученные результаты показывают, что вклад отдельных полос МКД в ЭФ зависит от длины волны, особенно в области прозрачности, где расчёты требуют повышенной точности. Предложенный подход позволяет глубже понять магнитооптические свойства наноматериалов и способствует их применению в современных фотонных и спинтронных устройствах.

Ключевые слова: Магнитооптические материалы, эффект Фарадея, магнитный круговой дихроизм, критические длины волн, Крамерс–Кронинг, $Y_3Fe_5O_{12}$, манганиты, спектральный анализ, наноструктуры, спинтроника.

CALCULATION OF THE SPECIFIC CONTRIBUTION OF MCD TO THE FARADAY EFFECT AT CRITICAL WAVELENGTHS

Abstract. The article presents a method for calculating the specific contribution of magnetic circular dichroism (MCD) to the Faraday effect at critical wavelengths. Based on studies of polycrystalline films based on YIG garnets and manganites using Kramers–Kroning ratios, a special algorithm in Python has been developed. The results show that the contribution of individual MCD bands to the EF depends on the wavelength, especially in the field of transparency, where calculations require increased accuracy. The proposed approach allows for a deeper understanding of the magneto-optical properties of nanomaterials and promotes their application in modern photonic and spintronic devices.

Keywords: Magneto-optical materials, Faraday effect, magnetic circular dichroism, critical wavelengths, Kramers-Kroning, Yfeo, manganites, spectral analysis, nanostructures, spintronics.

MCD NING FARADEY TA'SIRIDAGI KRITIY TO'LQIN UZUNLIKLARINING XUSUSIY HISSINI HISOBLASH

Annotatsiya. Maqolada kritik to'lqin uzunliklarida magnit dumaloq dikroizmning (MCD) Faraday effektiga (FE) o'ziga xos hissasini hisoblash usuli keltirilgan. Kramers-Kroning munosabatlaridan foydalangan holda YIG granatalari va manganitlari asosidagi polikristal plyonkalarni o'rganish asosida Pythonda maxsus algoritm ishlab chiqilgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, individual MCD diapazonlarining FEga qo'shgan hissasi to'lqin uzunligiga bog'liq, ayniqsa, hisob-kitoblar aniqlikni talab qiladigan shaffoflik holatida bo'ladi. Taklif etilayotgan yondashuv nanomateriallarning magnit-optik xususiyatlarini chuqurroq tushunish imkonini beradi va ulardan zamonaviy fotonik va spintronik qurilmalarda foydalanishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: Magneto-optik materiallar, Faraday effekti, magnit doiraviy dikroizm, kritik to'lqin uzunliklari, Kramers-Kroning, $Y_3Fe_5O_{12}$, manganitlar, spektral tahlil, nanostrukturalar, spintronika.

Введения. В настоящее время магнитные и магнитооптические свойства магнитных наноматериалов являются предметом пристального внимания научного сообщества во всем мире. Одним из важнейших аспектов этих исследований является изучение эффекта Фарадея (ЭФ) как ключевой характеристики, чувствительной к составу материала, типу ионов (включая диамагнитные),

размеру элементарной ячейки, структуре кристалла и внешним условиям, таким как магнитное поле и температура.

Особый интерес представляют наноструктурированные материалы, например, магнитооптические гранаты, диэлектрики и полупроводники с модифицированной кристаллической структурой, которые демонстрируют уникальные особенности взаимодействия света с магнитным порядком. Несмотря на значительный прогресс в области спектроскопии и теоретического моделирования, природа влияния различных факторов на интенсивности и энергетические положения электронных переходов, а также на величину и спектральное распределение ЭФ, до сих пор остается недостаточно изученной.

Одним из подходов к углублённому пониманию механизма формирования ЭФ является исследование связи между эффектом Фарадея и магнитным круговым дихроизмом (МКД). При этом особое внимание уделяется определению удельного вклада отдельных полос МКД в величину ЭФ при критических длинах волн, особенно в области прозрачности материала, вдали от интенсивных полос поглощения.

В настоящей работе рассматривается методика вычисления удельного вклада МКД в эффект Фарадея для широкого диапазона длин волн вплоть до $42\,500\text{ см}^{-1}$). Такой подход позволяет глубже понять механизмы формирования магнитооптических эффектов и оптимизировать свойства наноматериалов для практического применения в современных фотонных и спинтронных устройствах.

Методы исследования.

Магнитооптические эффекты первого порядка.

Комплексный показатель преломления N_+ и N_- соответственно для право – и лево – поляризованного света связаны с ϵ_{xx} и ϵ_{xy} следующим образом:

$$N_{\pm}^2 = \epsilon_{xx} \pm \epsilon_{xy} \quad (1)$$

где $N_{\pm} = n_{\pm} + iK_{\pm}$, $\epsilon_{xx} = \epsilon'_{xx} + i\epsilon''_{xx}$, $\epsilon_{xy} = \epsilon'_{xy} + i\epsilon''_{xy}$ и $n_{\pm}$ и $K_{\pm}$ – коэффициенты преломления и поглощения соответственно право-и лево-поляризованного света. При рассмотрении немагнитных сред, допускающих исследования на пропускание, целесообразно упростить задачу, заметив [1], что в этом случае показатели преломления для двух циркулярно-поляризованных компонент $n_{\pm}$ близки друг к другу: $n_+ \approx n_- \approx n_0$, где n_0 – показатель преломления среды в отсутствие магнитного поля и кроме того, $n_+^2 - n_-^2 \gg K_+^2 - K_-^2$; тогда

$$n_+^2 - n_-^2 = 2\epsilon''_{xy} \quad (2)$$

$$n_0 (K_+ - K_-) = -\epsilon'_{xy}$$

где ϵ''_{xy} и ϵ'_{xy} вещественная и мнимая части компоненты тензора ϵ_{xy} ($\epsilon_{xy} = \epsilon'_{xy} + i\epsilon''_{xy}$)

В этом приближении фадеевский угол поворота $\alpha_F(\nu)$ и эллиптичность $\theta(\nu)$ запишутся в виде

$$\alpha_F(\nu) = \frac{\nu}{2c} (n_+ - n_-) = \frac{\nu}{2n_0 c} \epsilon''_{xy} \quad (3)$$

$$\theta(\nu) = \frac{\nu}{2c} (K_+ - K_-) = -\frac{\nu}{2n_0 c} \epsilon'_{xy} \quad (4)$$

Используя теперь хорошо известные соотношения между вещественной и мнимой частями тензора диэлектрической проницаемости, можно получить дисперсионные соотношения, связывающие $\alpha_F(\nu)$ и $\theta(\nu)$ [1]

$$\alpha_F(\nu) = -\frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \nu'^2 \theta(\nu') [(v^2 - (\nu')^2)\nu']^{-1} d\nu' \quad (5)$$

$$\theta(\nu) = -\frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \nu'^2 \alpha_F(\nu') [(v^2 - (\nu')^2)\nu']^{-1} d\nu' \quad (6)$$

Соотношение типа (1.5a) было использовано при расчетах ЭФ в ряд материалах например, $Y_{3-x}Bi_xFe_5O_{12}$ и $Tb_3Fe_5O_{12}$ ферритах-гранатах, поликристаллические манганита $Pr_{0.6}Sr_{0.4}MnO_3$ и $Pt_{0.8}Sr_{0.2}MnO_3$ на трех длинах волн.

Компоненте диэлектрического тензора являются функциями матричных элементов оптических переходов и спин-орбитального расщепления возбужденных состояний. Соотношения, связывающие компоненты тензора диэлектрической проницаемости, и величины, характеризующие микроскопические свойства оптических переходов, приведены в работе Кана и др. [3].

Следует отметить, что для вычисления удельных вкладов МКД в фарадеевского вращения в различных длинах волн, нами было разработана программное обеспечение на программном языке Python [2] с использованием формулы Крамерса - Кронинга (6). Для приведения размерность величину МКД в формуле умножена на коэффициент $180/\pi$

Результаты. Мы использовали соотношение (6) для расчета ЭФ на трех длинах волн: 4.5 мкм ($0=2222 \text{ см}^{-1}$), 1.15 мкм (8695 см^{-1}) и 0.6328 мкм ($15\ 803 \text{ см}^{-1}$). Для примера приведены расчеты, полученные на основе собственных результатов по МКД для иттриевого феррита-граната $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$, при комнатной температуре в частотном интервале от 16 000 до 27 000 см^{-1} , а также на литературных данных [3, 4]. Величины МКД в зависимости от длины волны были получены из литературы [3, 4] при помощи программного обеспечение «Origin2024». На рисунке 1 приведён вид подынтегральной функции при комнатной температуре для длины волны 0,63 мкм в качестве примера для вещества $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$.

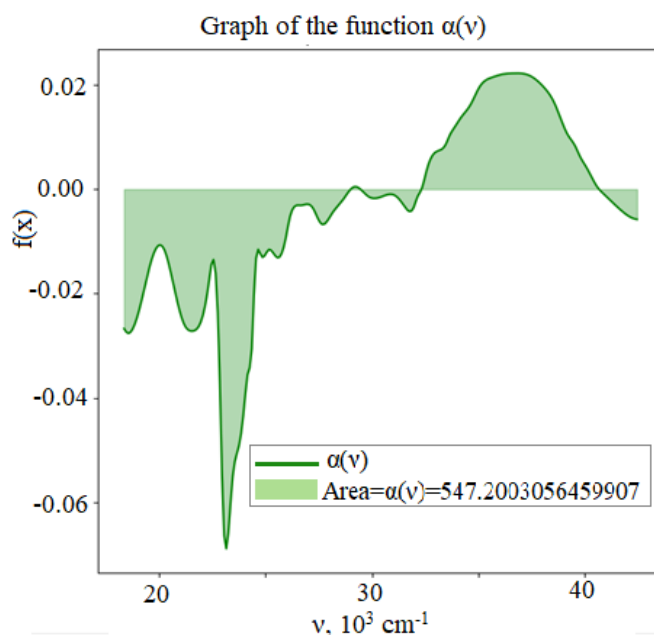


Рис.1. Вид подынтегральной функции ЖИГ на длине волны 15803 см^{-1}

Результаты для трёх длин волн — 4,5 мкм, 1,15 мкм и 0,63 мкм — приведены в таблице 1.

Табличка 1.

$\nu, \text{см}^{-1}$	18300- 22600	22600- 32400	22600- 32400	Результаты расчётов	Данные из литературы
2222	12,07	-11,17	0,6	1.5	8
8695	244,3	-180,7	19,5	83	150
15803	1207	-695	35	527	530
Рост вклада МКД в эффект Фарадея (ЭФ) в различных спектральных областях, в процентном выражении	100	62	58	-	-

Как видно из таблицы, полученные результаты хорошо согласуются с данными, приведёнными в литературе. В настоящее время исследователи уделяют большое внимание изучению многослойных и поликристаллических наноматериалов, поскольку именно в таких структурах ожидается проявление новых оптических и магнитооптических эффектов, перспективных для применения в спинтронных и вероятностных устройствах искусственного интеллекта (ИИ).

В данной работе рассматривается взаимосвязь эффекта Фарадея (ЭФ) в области прозрачности (вдали от интенсивного поглощения) с отдельными полосами магнитного кругового дихроизма (МКД) в поликристаллических пленках манганитов $\text{Pr}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ и $\text{Pr}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$.

На основе полученных экспериментальных данных выполнен расчёт удельных вкладов отдельных полос МКД в величину эффекта Фарадея для указанных плёнок. На рисунках 2–4 представлены спектральные зависимости МКД при комнатной температуре для образцов $\text{Pr}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ и $\text{Pr}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$ [5], а также подынтегральные функции для трёх выбранных длин волн: 4,5 мкм и 1,15 мкм.

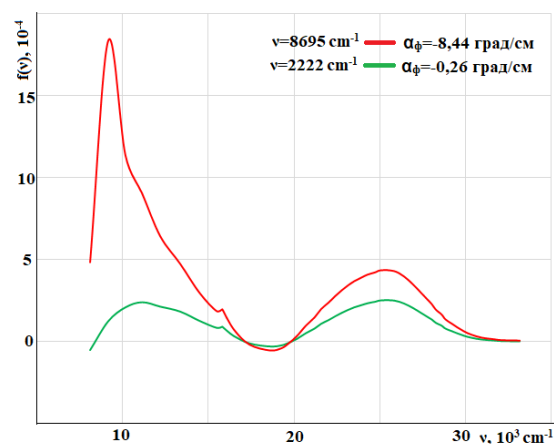
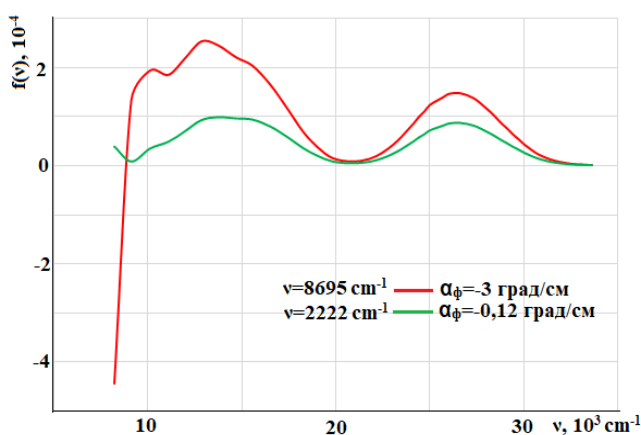
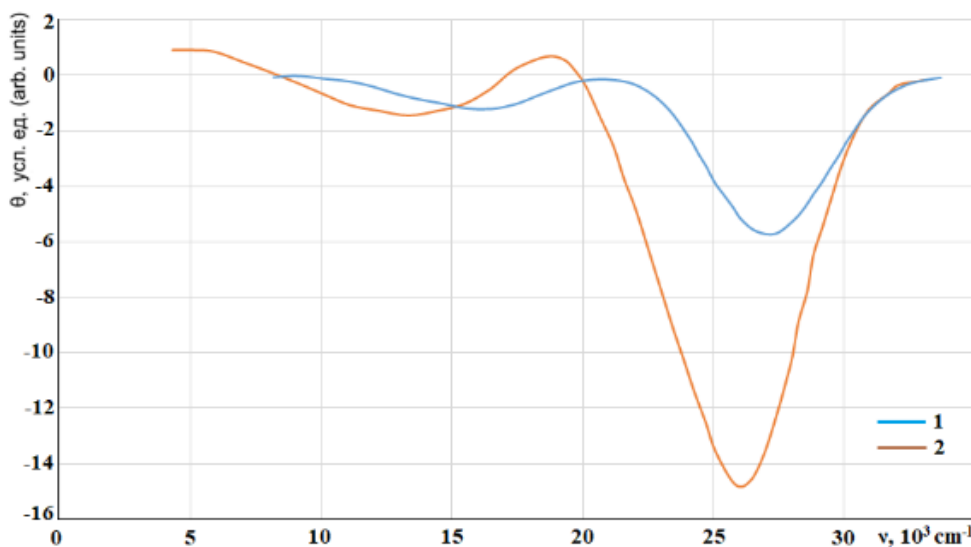


Рис. 3. Интегральные подынтегральные функции для $\text{Pr}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$ при 2222 и 8695 см^{-1}

Рис.4. Интегральные подынтегральные функции для $\text{Pr}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ при 2222 и 8695 см^{-1}

Рис. 2. Спектральные зависимости магнитного кругового дихроизма:
1 – $\text{Pr}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$; 2 – $\text{Pr}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$

Расчетные данные приведено на таблице 2

Для $\text{Pr}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$			Таблица 2.
$\nu, \text{см}^{-1}$	8000-15800 см^{-1}	15806-33200 см^{-1}	Результаты расчётов α_f , град/см
2222	-0,046	-0,067	-0,12
8695	-1,71	-1,21	-3
15803	12,96	-14,95	-1,99

Для $\text{Pr}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$		
$\nu, \text{см}^{-1}$	8000-15800 см^{-1}	15806-33200 см^{-1}
2222	-0,12	-0,15
8695	-5,91	-2,68

15803	18,13	-21,3	-3,17
-------	-------	-------	-------

Следует отметить, что при расчёте удельных вкладов МКД в эффект Фарадея с использованием соотношений Крамерса – Кронига (см. формулу (6)) необходимо учитывать следующие моменты:

- Если исследуемая длина волны находится далеко за пределами области прозрачности материала (например, 4,5 и 1,15 мкм), формула работает корректно. В этом случае можно с уверенностью утверждать, что полученные результаты надёжны и нет необходимости подробно анализировать отдельные полосы спектра подынтегральной функции.

- Если же исследуемая длина волны расположена в области прозрачности материала (например, 0,630 мкм), формула становится крайне чувствительной к правильному выбору диапазона интегрирования. В этом случае необходимо тщательно исследовать отдельные полосы спектра подынтегральной функции, так как числитель и знаменатель выражения могут обращаться в ноль, что приводит к появлению существенных погрешностей.

- Для корректного расчёта в таких случаях рекомендуется использовать метод приближения к критической точке с одинаковой скоростью с обеих сторон спектральной области.

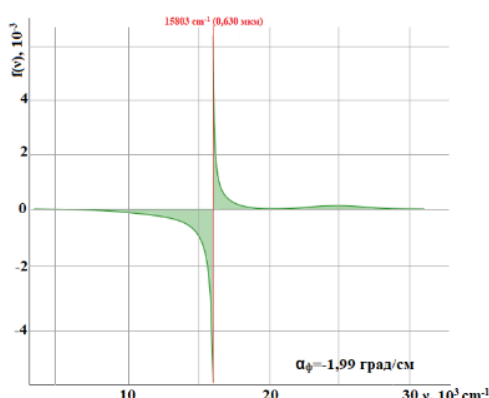
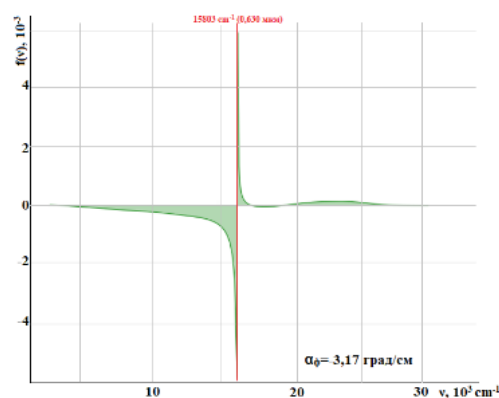


Рис. 5.



Интегральные подынтегральные функции для $\text{Pr}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$ при 15803 см^{-1}

Рис.6. Интегральные подынтегральные функции для $\text{Pr}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ при 15803 см^{-1}

На рисунках 5 и 6 представлены графики подынтегральной функции для двух образцов в случае, когда исследуемая длина волны попадает в область прозрачности. В таком случае удельный вклад на длине волны 0,63 мкм (15803 см^{-1}) приводит к величине фарадеевского вращения, равной – 372 град/см. Как видно из рисунков, при приближении к критической длине волны с одинаковой скоростью с обеих сторон значение подынтегральной функции изменяется от $+\infty$ к $-\infty$. Это позволяет компенсировать удельный вклад на данной длине волны.

Полученные результаты с применением данного метода приведены в таблице 2 для двух исследованных образцов. Таким образом, использование метода приближения к критической точке с одинаковой скоростью с обеих сторон спектральной области позволяет устранить артефакты расчёта и получить корректное значение фарадеевского вращения.

Следует подчеркнуть, что данный подход позволяет, измеряя один из магнитооптических эффектов (например, в данном случае МКД), с высокой степенью вероятности оценить величину фарадеевского вращения. И наоборот, используя формулы (6), можно с повышенной точностью определить величину магнитного кругового дихроизма.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Балбаш А. М. о в, Червоненкис А. Я. Магнитные материалы для микроэлектроники. Энергия, М., 1979.
2. Очилов Одил; Маликов Комилжон Хомид ўғли; Қўлматова Гулзода Абдурауф Қизи. Магнит материалларда Фарадей бурилиш бурчагини магнит доиравий дихроизмнинг солиштирма ҳиссасини аниқлаш. Талабнома рақами: DT 202502800, № DGU 49582 Ўзбекистон Республикасининг дастурий маҳсулотлар давлат реестрида 14.04.2025 й.

3. Wittekoek S., Popma T.J.A., Robertson J.M., Bongers P. F. *Phys. Rev.*, B12, 2777, 1975. 2777-2788-b.
4. Visnovsky S., Prosser V., Krishnan R., Parizek V., Nitsch K., Svobodova L. *Magneto-optical Polar Kerr Effect in Ferrimagnetic Garnets and Spinel* // *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. MAG-17, No. 6, pp. 3205–3210, November 1981.
5. Самошкина Ю.Э., Черниченко А.В. *Магнитный круговой дихроизм оксидных плёнок: изучение электронных, магнитных и зарядовых состояний. Приборы и методы измерений. 2024. Т. 15. № 3. С. 240–247/*

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ТЕПЛОВОЙ ПОТОК И ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБАХ

Равшанов Шохжахон Акмалжонович,

Институт механики и сейсмостойкости сооружений
имени М.Т.Уразбаева АН РУз, Ташкент, Узбекистан

shohjaxonravshanov22@gmail.com

Хамдамов Музаффар Мухиддинович,

Институт механики и сейсмостойкости сооружений
имени М.Т.Уразбаева АН РУз, Ташкент, Узбекистан

mmhamdamov@mail.ru

Жумаев Жура,

Бухарский государственный университет, Бухара, Узбекистан
j.jumaev@buxdu.uz

Аннотация. В данной работе представлен комплексный численный анализ гидравлических и тепловых характеристик движения сжимаемой жидкости в замкнутых трубопроводах с рельефной геометрией. Основное внимание уделено исследованию влияния ключевых факторов, таких как изменение диаметра трубопровода, шероховатость внутренней поверхности, угол наклона трассы, теплопроводность материала, температура окружающей среды и воздействие силы тяжести. Моделирование выполнено в программной среде COMSOL Multiphysics, что позволило подробно оценить распределение давления и температуры при различных граничных и эксплуатационных условиях. Полученные результаты продемонстрировали высокую точность предложенной модели по сравнению с широко применяемой моделью SST (Shear Stress Transport). Графический анализ показал, что наибольшее влияние на потери давления и тепла оказывают следующие параметры: диаметр трубопровода, скорость потока, температурный градиент и пространственная ориентация трассы. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации конструктивных параметров трубопроводных систем, разработки энергосберегающих решений, а также для повышения надёжности систем теплоснабжения, водоснабжения и промышленной транспортировки жидкостей.

Ключевые слова: гидравлические потери, тепловые потери, трубопровод, численное моделирование, теплообмен, COMSOL Multiphysics, градиент давления, шероховатость поверхности, изменение диаметра, наклон трубы, энергетическая эффективность, течение жидкости.

TASHQI OMILLARNING QUVURLARDAGI ISSIQLIK OQIMI VA BOSIM YO‘QOTISHLARIGA TA’SIRINI SONLI TADQIQ QILISH

Annotatsiya. Ushbu ishda relyefli geometriyaga ega yopiq quvurlarda siqiluvchi suyuqlik oqimining gidravlik va issiqlik xususiyatlari kompleks sonli tahlil asosida o‘rganilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi - quvur diametrining o‘zgarishi, ichki sirtning qo‘pol tuzilishi, quvur yo‘nalishining qiyalik burchagi, materialning issiqlik o‘tkazuvchanligi, atrof-muhit harorati va og‘irlik kuchi kabi omillarning oqim parametrlariga ta’sirini baholashdan iborat. Hisoblashlar COMSOL Multiphysics dasturiy muhitida amalga oshirildi. Bu usul turli chegara shartlari va ish sharoitlarida bosim va harorat taqsimotlarini tahlil qilish imkonini berdi. Tadqiqot natijalari taklif etilgan modelning keng qo‘llaniladigan SST (Shear Stress Transport) modeliga nisbatan yuqori aniqlikka ega ekanini ko‘rsatdi. Grafik tahlil shuni ko‘rsatadiki, bosim va issiqlik yo‘qotishlariga eng katta ta’sir ko‘rsatuvchi omillar - bu quvur diametri, oqim tezligi, harorat gradiyenti va quvur yo‘nalishining fazoviy holatidir. Olingan natijalar quvurlarni loyihalashda, issiqlik va suv ta’minoti tizimlarini optimallashtirishda, shuningdek, energiya tejamkor va ishonchli suyuqlik transporti tizimlarini ishlab chiqishda amaliy ahamiyatga ega bo‘lishi mumkin.

Kalit so‘zlar: gidravlik yo‘qotishlar, issiqlik yo‘qotishlar, quvur liniyasi, sonli modellashtirish, issiqlik almashinuvi, COMSOL Multiphysics, bosim gradiyenti, sirt qo‘polligi, diametr o‘zgarishi, quvur nishabi, energiya samaradorligi, suyuqlik oqimi.

NUMERICAL STUDY OF THE INFLUENCE OF EXTERNAL FACTORS ON HEAT FLOW AND PRESSURE LOSSES IN PIPES

Abstract. *This study presents a comprehensive numerical analysis of the hydraulic and thermal characteristics of compressible fluid flow in closed pipelines with a relief (non-uniform) geometry. The main focus is on evaluating the influence of key factors such as variable pipe diameter, internal surface roughness, inclination angle, thermal conductivity of the material, ambient temperature, and gravitational effects. The numerical modeling was carried out using COMSOL Multiphysics, enabling detailed assessment of pressure and temperature distributions under various boundary and operating conditions. The results demonstrated that the proposed model achieves higher accuracy compared to the commonly used SST (Shear Stress Transport) model. Graphical analysis revealed that pressure and heat losses are most significantly affected by pipe diameter, flow velocity, temperature gradient, and spatial orientation of the pipeline. The findings can be applied to optimize pipeline design, develop energy-efficient solutions, and improve the reliability of heat and water supply systems, as well as industrial liquid transport infrastructure.*

Keywords: *hydraulic losses, heat losses, pipeline, numerical modeling, heat transfer, COMSOL Multiphysics, pressure gradient, surface roughness, diameter variation, pipe inclination, energy efficiency, fluid flow.*

Введение. В настоящее время одной из важнейших задач на глобальном уровне является повышение энергетической эффективности, снижение тепловых и гидравлических потерь, а также обеспечение безопасности технологических процессов. Особенно актуально это в отраслях промышленности, энергетики и коммунального хозяйства, где широко используются системы транспортировки жидкостей по замкнутым трубопроводам. Надёжная и экономичная работа таких систем требует их глубокого научного анализа. Эффективное управление данными системами во многом зависит от корректного математического моделирования процессов течения жидкости с учётом влияющих факторов, таких как внутреннее трение, гравитационная сила, геометрия трубопровода и теплообмен с окружающей средой. Учет таких параметров, как изменение диаметра труб, шероховатость внутренней поверхности, угол наклона трубопровода и теплообмен с внешней средой, позволяет проводить моделирование, приближенное к реальным условиям эксплуатации.

Применение современных программных средств численного моделирования, таких как COMSOL Multiphysics, ANSYS, MATLAB и других, позволяет проводить подробный анализ процессов течения и теплопередачи, предварительно выявлять потенциально опасные режимы, а также разрабатывать безопасные и энергоэффективные режимы работы систем. Это особенно важно для прогнозирования аварийных ситуаций, оптимизации систем управления и разработки новых технологических решений.

Значительный вклад в развитие математического моделирования газотранспортных процессов внесли такие учёные, как И. А. Чарный, С. К. Годунов, О. Ф. Васильев, А. Ф. Воеводин, Э. А. Бондарев, М. А. Каниболотский и другие. До настоящего времени в данной области проведено значительное количество научных исследований, на некоторых из которых мы кратко остановимся.

В статье [1] рассматривается теплообмен на поверхности надземных трубопроводов в условиях отрицательных температур. Проведён сравнительный анализ влияния свободной и вынужденной конвекции на температуру транспортируемой среды. Установлено, что при наличии теплоизоляции преобладает вынужденный теплообмен, а разность температур между трубой и наружным воздухом незначительна. Это позволяет использовать упрощённое граничное условие в виде равенства температур, что упрощает и повышает точность математического моделирования работы трубопровода в холодное время года.

В работе [2] представлена математическая модель для оценки теплофизических свойств изоляционных материалов трубопроводов. Предлагается новый тип теплоизоляции с ячеистой структурой, заполненной воздухом. Расчёты, выполненные по разработанной модели, подтверждают высокую эффективность такой конструкции для применения в тепловых сетях.

Путём численного интегрирования двумерных уравнений Навье–Стокса в кодах программы в Ansys Fluent изучены особенности течения в первой резонансной частоте [3]. Для трубы с фланцем бесконечной протяжённости и острой кромкой проанализировано влияние амплитуды смещения поршня на газорасход. Определены фазы входа и выхода газа в течение одного цикла колебания.

В статье [4] рассматривается математическая модель течения углеводородной газовой смеси по морским трубопроводам на шельфе северных морей с учётом реальных условий эксплуатации. В отличие от упрощённых моделей, здесь учитываются сжимаемость и не идеальность газа,

шероховатость стенок труб, влияние силы тяжести и сложный теплообмен через многослойные стенки. Представлен эффективный численный метод решения, позволяющий моделировать реальные режимы течения в сложных инженерных системах.

В работе [5] проведены анализ термодинамических моделей газовых потоков и сравнение различных математических моделей транспортировки газа. Показано, что чрезмерные упрощения в модели могут привести к некорректной оценке термодинамических характеристик потока. Сделан акцент на важности выбора адекватного уровня детализации модели для достоверного прогноза поведения газотранспортных систем.

В работе [6] описана квазиодномерная модель установившегося неизотермического течения неидеальной многокомпонентной газовой смеси в морских газопроводах сверхвысокого давления. Модель учитывает профиль скорости, рельеф морского дна, конструкцию стенок и возможность оледенения. Её эффективность подтверждена при расчётах для Штокмановского месторождения и Северо-Европейского газопровода. Результаты частично представлены в книге «Модели морских газопроводов».

В [7] представлено обобщение модели стационарного течения на нестационарные процессы, включая задачу перехода газопровода на новый режим при изменении интенсивности отбора газа. Отмечено, что вопросам моделирования транспортировки газа по магистральным трубопроводам посвящено значительное число отечественных и зарубежных исследований, что подчёркивает актуальность и сложность данной темы.

Одна из наиболее универсальных моделей и соответствующие численные алгоритмы были представлены в монографии О. Ф. Васильева и соавт., где изложена так называемая модель ВБВК [8]. Эта модель до сих пор служит основой для решения широкого круга задач в области транспортировки газа.

В работе [9] предложена новая стохастическая модель для описания транспортировки и распределения газа в газотранспортных системах. Модель учитывает изменение температуры и статистическую неопределённость параметров оборудования и окружающей среды. Это позволяет более точно описывать реальные режимы работы системы.

В работе [10] исследуется переходной режима течения в трубопроводе. На входе задаётся давление, а на выходе установлена воздушная камера (гаситель) определённого объёма. Распространение ударной волны сжатия моделируется на основе линеаризованной квазиодномерной модели Е.Н. Жуковского, а гаситель описывается моделью И.А. Чарного. Задача решается методом разделения переменных. Установлено, что увеличение объёма гасителя снижает амплитуду и частоту возмущений за счёт демпфирования переходного процесса.

Несмотря на большое количество научных исследований, выполненных ранее, задачи, связанные с изучением процессов в трубопроводах с переменным диаметром, остаются актуальными. Особенно важно проводить дальнейшие исследования по определению параметров потока нефти, газа и теплоносителей в таких условиях и внедрению полученных результатов в практику. Это представляет собой одну из ключевых задач современной трубопроводной транспортировки.

Постановка задач и математическая модель: Рассматривается задача о состоянии элементарного рельефного участка трубопровода, когда на входе задан закон изменения давления по времени, а на выходе – закон изменения массового расхода жидкости. Граничное условие для внутренней энергии жидкости можно задавать на входе в участок или на выходе из него.

Заданы начальные распределения скорости, давления и внутренней энергии жидкости на линейном участке трубопровода, который определен со своим переменным диаметром $D(x)$, длиной l , коэффициентом сопротивления $\lambda(x)$, переменной нивелирной высотой оси трубопровода $y(x)$.

При этом уклон трассы участка определяется в виде $\sin \alpha = \frac{dy(x)}{dx}$.

Требуется разработать численный метод решения стационарной задачи с заданным массовым расходом жидкости.

Неизотермическое состояние жидкости в трубопроводе описывается квазиодномерными уравнениями сохранения массы, импульса и внутренней энергии с учетом локальных, конвективных и остальных составляющих [11-13]:

$$\begin{cases} \frac{\partial(f\rho)}{\partial t} + \frac{\partial(f\rho u)}{\partial x} = 0, \\ \frac{\partial(f\rho u)}{\partial t} + \frac{\partial(f\rho u^2)}{\partial x} + \frac{\partial(pf)}{\partial x} + \frac{\lambda}{2D} f\rho u|u| + f\rho g \sin \alpha = 0, \\ \frac{\partial(f\rho \varepsilon)}{\partial t} + \frac{\partial(f\rho u \varepsilon)}{\partial x} = \frac{\lambda}{2D} f\rho |u|^3 - k_{cp} \bar{f}_{op} (T - T_{oc}). \end{cases} \quad (1)$$

Здесь и далее $\rho(x,t)$, $u(x,t)$, $p(x,t)$, $T(x,t)$ – средние значения плотности, скорости, давления и абсолютная температура жидкости в сечении X в момент времени t ($\text{кг}/\text{м}^3$, $\text{м}/\text{с}$, Па , К); $f(x) = \pi D^2(x)/4$ – площадь поперечного сечения трубопровода (м^2); $g = 9.80665 \text{ м}/\text{с}^2$ – ускорение силы гравитации; $\varepsilon = c_B T$ – внутренняя энергия жидкости ($\text{Дж}/\text{кг}$); $c_B = (a + bT + c'T^2)/\mu$ – удельная теплоемкость жидкости ($\text{Дж}/\text{кг}/\text{К}$); $\mu = 0.018 \text{ кг}/\text{моль}$ – молярная масса воды; k_{cp} – коэффициент теплоотдачи от жидкости в окружающую среду через стенки трубопровода и изоляции с учетом естественной конвекции [$\text{Дж}/(\text{м}^2 \text{ с К})$]; $\bar{f}_{op}(x) = \frac{\pi(D + 2\delta)^2}{4}$ – площадь наружной поверхности трубопровода, соответствующий на 1 погонный метр (м); δ – толщина трубопровода (м), $T_{oc}(x)$ – температура окружающей среды (К).

Первое уравнение представляет закон сохранения массы: изменение массы жидкости в сечении трубопровода происходит за счет разности выходящего и входящего расходов жидкости по массе. Второе уравнение представляет закон сохранения импульса: изменение инерции жидкости обусловлено перепадом силы давления, силой трения (согласно формуле Дарси-Вейсбаха) и силой гравитации. Третье уравнение гласит, что локальный и конвективный перенос внутренней энергии жидкости обусловлены диссипацией механической энергии (в соответствии квадратичному закону сопротивления) и теплоотдачей жидкости в окружающую среду через наружную поверхность трубопровода единичной длины.

$$p - p_* = k \frac{\rho - \rho_*}{\rho_*}. \quad (2)$$

Взаимосвязь между давлением и плотности, при известных их характерных значениях p , ρ , выражается через модуль упругости k жидкости [14-17]:

В частности, для воды можно принять $p_* = 101325 \text{ Па}$, $\rho_* = 998.23 \text{ кг}/\text{м}^3$ и $k = 2120 \text{ МПа}$, определенные для температуры $T_* = 293.15 \text{ К}$ [14]. Исходя из данной модели, в дальнейшем скорость распространения малых возмущений давления принимается согласно зависимости

$$c = \sqrt{k/\rho_0}.$$

В расчетах коэффициент сопротивления трения принимаем согласно формуле Блазиуса

$$\lambda = 0.11 \left(\frac{k}{D(x)} \right)^{0.25}$$

Рассматривается стационарное состояние покоя жидкости ($u(x,0) = 0$) в участке, либо участок работает в стационарном режиме с постоянным массовым расходом

$$M(x) = f(x)\rho(x)u(x) = M^0 = \text{const}. \quad (3)$$

Метод решения задачи. В рамках данной работы уравнения (1) решаются численно для определения распределения давления для действующего трубопровода, обращаемся к уравнению сохранения импульса в стационарной форме:

$$\frac{d(f\rho^0 u^{02})}{dx} + \frac{d(p^0 f)}{dx} + \frac{\lambda}{2D} f\rho^0 u^0 |u^0| + f\rho^0 g \sin \alpha = 0. \quad (4)$$

Преобразование (4) с привлечением зависимостей

$$\rho^0 = \frac{p^0 - p_\Delta}{c^2}, \quad u^0 = \frac{M^0 c^2}{f(p^0 - p_\Delta)},$$

$$\frac{du^0}{dx} = -\frac{M^0 c^2}{f^2(p^0 - p_\Delta)^2} \left(f \frac{dp^0}{dx} + (p^0 - p_\Delta) \frac{df}{dx} \right)$$

при $p_\Delta = p_* - k$ приводит к уравнению:

Отсюда получим обыкновенное дифференциальное уравнение для определения распределения давления по длине стационарно действующего трубопровода:

$$\frac{dp^0}{dx} = \frac{\left[\frac{(M^0)^2 c^2}{f^2(p^0 - p_\Delta)} - p^0 \right] \frac{df}{dx} - \frac{\lambda}{2D} \frac{M^0 c^2}{f(p^0 - p_\Delta)} |M^0| - f \frac{p^0 - p_\Delta}{c^2} g \sin \alpha}{f \left[1 - \frac{(M^0)^2 c^2}{f^2(p^0 - p_\Delta)^2} \right]}. \quad (5)$$

Для интегрирования уравнения, в связи со сложностью правой его части, применена явная схема аппроксимации и найдены значения p_{i+1}^0 , где в качестве граничного условия использовали $p_0^0 = p(0)$ – значение давления на входе в начале рассматриваемого процесса.

При $\sin \alpha = \text{const}$ и $f = \text{const}$ аналитическое решение аналогичного (5) уравнения для магистрального газопровода приведено в работе [15]. Кроме того, при дополнительном условии $M^0 = 0$ стационарное уравнение сохранения импульса приобретает более простой вид:

$$\frac{dp^0}{dx} = -\rho^0 g \sin \alpha,$$

которое дает своеобразное барометрическое распределение давления в покоящемся участке согласно объемному сжатию жидкости под давлением верхних ее слоев:

$$p^0(x) = p_\Delta + (p_0^0 - p_\Delta) e^{\frac{-g}{c^2}[y(x)-y(0)]}.$$

Апробация численного способа интегрирования с шагом 1 м для общей длины участка 1000 м дала хороший результат. Сравнение давления с результатами приведенных выше частных случаев дало отклонение не более 0.1 Па (относительная ошибка не превышает 10^{-6}).

При известном начальном распределении давления $p^0(x)$ начальное распределение плотности жидкости определяли по формуле:

$$\rho^0(x) = \rho(x) = \frac{p^0(x) - p_\Delta}{c^2}, \quad (6)$$

а скорости жидкости – по формуле

$$u^0(x) = u(x) = \frac{M^0}{f\rho(x)}. \quad (7)$$

Другие варианты задания начальных условий легко адаптируются к данной постановке задачи по исходному распределению массового расхода и давления.

Начальное распределение внутренней энергии транспортируемой жидкости определяется путем решения стационарного уравнения:

$$\frac{d(f\rho u \varepsilon)}{dx} = \frac{\lambda}{2D} f\rho |u|^3 - k_{cp} \bar{f}_{op} (T - T_{oc}). \quad (8)$$

Преобразуем уравнение следующим образом:

$$M^0 \frac{d\varepsilon^0}{dx} = \frac{\lambda}{2D} |M^0| \frac{(M^0)^2 c^4}{f^2 (p^0 - p_\Delta)^2} - k_{cp} \bar{f}_{op} (T^0 - T_{oc}).$$

Или

$$\frac{d\varepsilon^0}{dx} = \frac{\lambda}{2D} \frac{(M^0)^2 c^4}{f^2 (p^0 - p_\Delta)^2} \text{sign}(M^0) - \frac{k_{cp} \bar{f}_{op}}{M^0} (T^0 - T_{oc}). \quad (9)$$

При заданном значении входной температуры жидкости $T(0) = T_0^0$ граничным условием уравнения будет служить $\varepsilon(0) = \varepsilon_0^0 = c_B(T_0^0)T_0^0 / \mu$. В расчетах для воды использовали формулу [17-24]:

$$c_B(T) = 39.02 + 0.07664T + 1196000 / T^2 \quad [\text{Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}] \quad (10)$$

$$\mu = 0.018 \text{ кг / моль}.$$

Для аппроксимации уравнения (9) использовали явную схему:

$$\varepsilon_i^0 = \varepsilon_{i-1}^0 + \frac{\lambda}{2D} \frac{(M^0)^2 c^4}{f^2 (p^0 - p_\Delta)^2} \text{sign}(M^0) \Delta x - \frac{k_{cp} \bar{f}_{op}}{M^0} (T_{i-1}^0 - T_{oc}) \Delta x.$$

Здесь значения λ , D , f , $\bar{f}_{op}$, p^0 берутся для $i-1$ -го узла.

Обратный переход к температуре T_i^0 из ε_i^0 осуществляется решением кубического уравнения относительно температуры:

$$\left(39.02 + 0.07664T_i^0 + 1196000 / (T_i^0)^2 \right) T_i^0 - \mu \varepsilon_i^0 = 0$$

методом деления отрезка пополам (в программе обеспечено выполнение строгого условия с точностью 10^{-10}). Полученное значение для следующего узла используется как T_{i-1}^0 .

Представленный численный метод решения задачи позволяет провести факторный анализ стационарного процесса тепломассопереноса на элементарном рельефном участке с переменными внутренним и наружными диаметрами.

Особенностью предложенной математической модели является игнорирование изменения плотности воды в зависимости от температуры. В самом деле, в интервале $30^0 - 80^0 \text{ C}$ абсолютное изменение плотности составляет около 2%, т.е. если за среднюю плотность воды в этом интервале температуры принимаем 983.2 кг / м^3 , то абсолютная ошибка в аппроксимации составляет порядка 1%. В тоже время удельная теплоемкость воды в зависимости от температуры меняется в большом интервале. Поэтому внутренняя энергия воды принимали с переменной удельной теплоемкостью.

Обсуждения результатов.

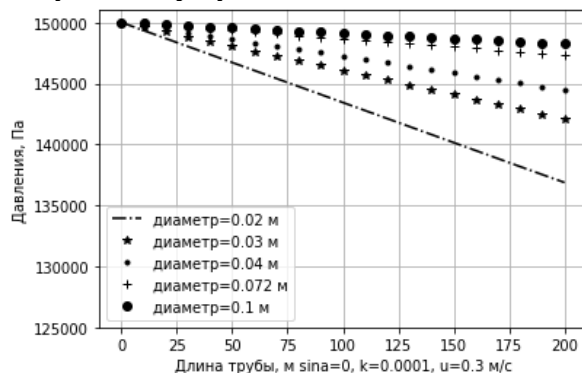


Рис. 1. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = 0$, $k = 0.0001 \text{ м}$, $u = 0.3 \text{ м / с}$

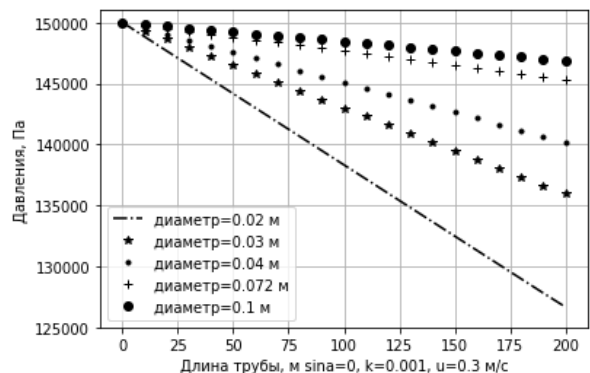


Рис. 2. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = 0$, $k = 0.001 \text{ м}$, $u = 0.3 \text{ м / с}$

Полученные ниже результаты относятся течениям в условиях естественной конвекции, когда скорость потока достаточно малая. Согласно [15], квадратичный режим сопротивления трения, по которому проведены расчеты, характеризуется выходом шероховатости из толщины вязкого подслоя потока.

На рис. 1 приводится график изменения давления при течении жидкости в горизонтальном потоке трубопроводе ($\sin \alpha = 0$) с гладкой внутренней поверхностью, где коэффициент шероховатости составляет $k = 0.0001$ м. Согласно [18] такой шероховатостью обладают новые без шовные стальные и полиэтиленовые трубы. В случае горизонтального трубопровода основной причиной потери давления является гидравлическое сопротивление, обусловленное трением между стенкой трубы и жидкостью. Как видно из графика, при наименьшем диаметре трубопровода давление убывает практически линейно, что указывает на равномерный характер потери давления вдоль направления потока. В этом случае потеря давления обратно пропорциональна 5.25-й степени диаметра трубы. По мере увеличения диаметра трубопровода гидравлическое сопротивление заметно уменьшается, и путевое снижение давления становится менее выраженное. Этим объясняется тенденция перехода к большим диаметрам магистральных трубопроводов.

Увеличение коэффициента шероховатости приводит к значительному возрастанию силы трения между стенкой трубы и жидкостью (рис. 2). Особенно сильно это проявляется в трубах малого диаметра. Эквивалентная шероховатость $k = 0.001$ м наблюдается в долго эксплуатируемых без шовных стальных и чугунных трубах. В сильно корродированных трубах со значительными отложениями эквивалентная гидроховатость достигает до 0.003 м. При увеличении диаметра трубопровода потери давления снижаются, но по сравнению с первым случаем они остаются гораздо выше. Эти данные указывают на то, что шероховатость стенок оказывает существенное влияние на энергетические потери в потоке и снижает общую гидравлическую эффективность системы.

По предложенной модели реальной жидкости путевое изменение давления обусловлено тремя факторами: сила трения, сила гравитации и локальная составляющая силы инерции транспортируемой по трубопроводу среды. Взаимодействие трех этих силовых факторов определяет энергетический режим объекта. Как показали наши расчеты, в определенных интервалах показателей роль третьего силового фактора незначительная, что объясняется незначительным изменением плотности жидкости при постоянном массовом расходе жидкости ($f \rho u = \text{const}$). Поэтому основное внимание уделено на различных вариантах уклона трассы, к скорости потока и эквивалентной шероховатости трубопровода.

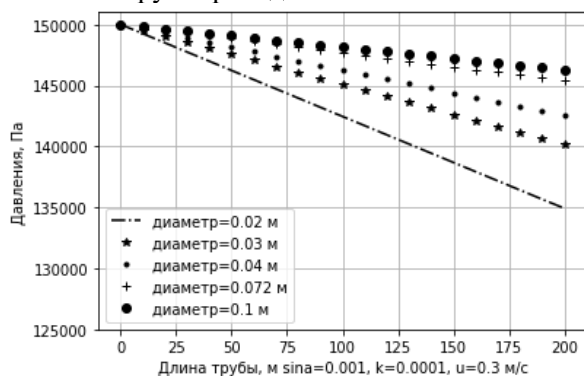


Рис. 3. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = 0.001$, $k = 0.0001$ м, $u = 0.3$ м / с

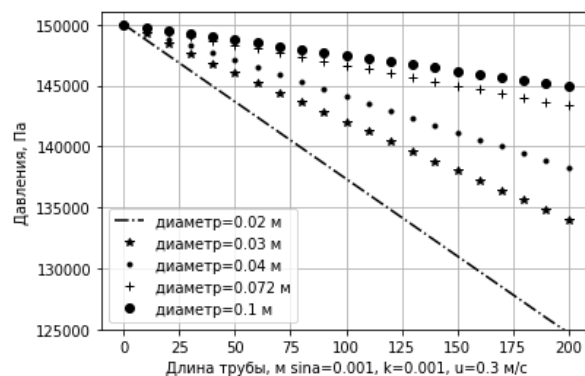


Рис. 4. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = 0.001$, $k = 0.001$ м, $u = 0.3$ м / с

В результатах расчета горизонтального трубопровода фактор силы гравитации не учитывается и за счет силы трения наблюдается практически линейное убывание давления (рис. 1 и 2). При положительном уклоне трассы ($\sin \alpha > 0$) сила гравитации и сила трения направлены против направления потока. В связи с этим в восходящих потоках, относительно горизонтальной трассы увеличивается потеря напора (рис. 3 и 4). С возрастанием угла уклона и эквивалентной шероховатости наблюдается возрастание потери напора (рис. 5 и 6). Это возрастание ощутимо особенно при малых диаметрах трубопровода.

С уменьшением отрицательного уклона трассы увеличивается влияние силы гравитации в формировании градиента давления и это выражается возрастанием градиента давления dp^0/dx . При этом градиент давления может достигать нулевого и положительного значения ($dp^0/dx \geq 0$).

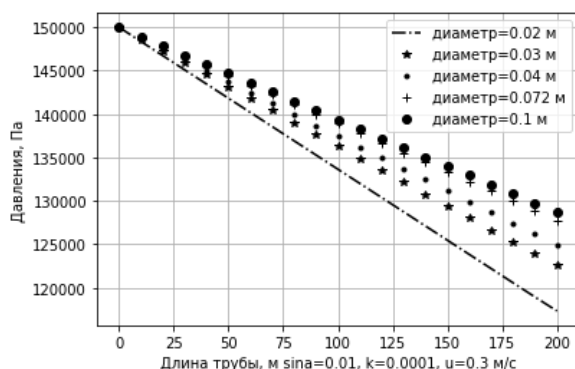


Рис. 5. График изменения давления при разных диаметрах
 $\sin \alpha = 0.01$ $k = 0.0001$ м, $u = 0.3$ м/с

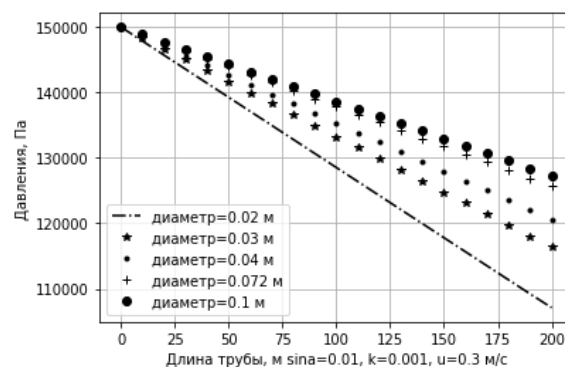


Рис. 6. График изменения давления при разных диаметрах
 $\sin \alpha = 0.01$ $k = 0.001$ м, $u = 0.3$ м/с

При игнорировании локальной составляющей силы инерции жидкости и изменения площади поперечного сечения из уравнений можно составить зависимость $\sin \alpha_{кр} = -\frac{\lambda}{2D} u^2$, который соответствует случаю компенсации силы трения силой гравитации. Этот случай называется критическим уклоном, после которого при уменьшении уклона наступает постперевальный режим течения-своеобразный энергетический режим. Постперевальный режим жидкости широко обсуждается в литературах по трубопроводному транспорту жидкостей [22]. В работе [23] обсуждено образование постперевального режима в магистральных газопроводах, когда имеет место большие давление и плотность газа.

Явление постперевального режима можно разьяснять следующим образом.

Возрастающие графики давления на рис. 7-10 описывают постперевальный режим течения. Из рисунков следует, что при больших диаметрах трубопровода и меньших значениях эквивалентной шероховатости происходит интенсивное путевое возрастание давления. Это соответствует природе трубопроводной транспортировки реальной жидкости, т.к. при таких условиях сила трения уменьшается и легко компенсируется силой гравитации.

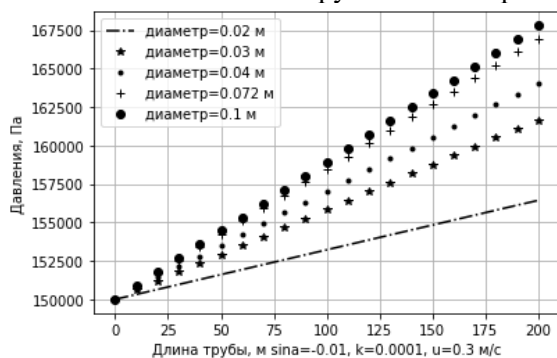


Рис. 7. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = -0.01$ $k = 0.0001$ м, $u = 0.3$ м/с

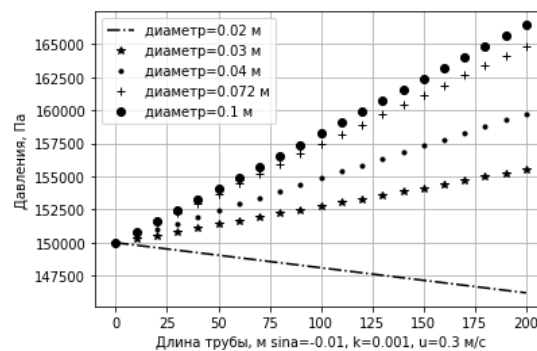


Рис. 8. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = -0.01$ $k = 0.001$ м, $u = 0.3$ м/с

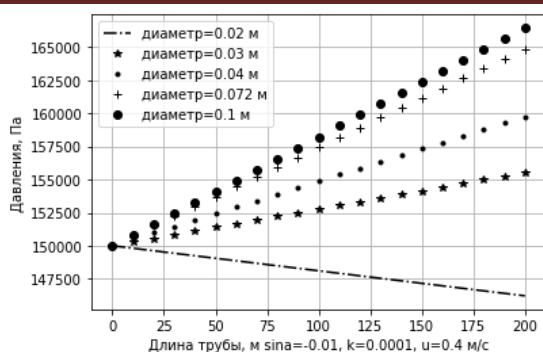


Рис. 9. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = -0.01, k = 0.0001 \text{ м}, u = 0.4 \text{ м/с}$

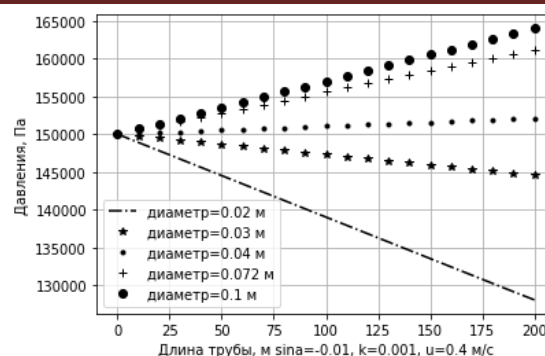


Рис. 10. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = -0.01, k = 0.001 \text{ м}, u = 0.4 \text{ м/с}$

На рис. 7-10 рассматриваются случаи с большим отрицательным уклоном трубопровода. В таких условиях гравитационная составляющая действует в направлении потока и способствует ускорению жидкости, что может привести к увеличению давления вдоль трубопровода или, по крайней мере, к заметному снижению гидравлических потерь.

Из рис. 7 и 9 видно, что при большом диаметре трубы давление вдоль длины может слегка возрастать. Это объясняется тем, что гравитационная энергия частично компенсирует потери, обусловленные трением, особенно в условиях, когда поверхность трубопровода гладкая, а поток приближается к ламинарному режиму. Однако на рис. 8 и 10, где диаметр трубы существенно меньше, давление продолжает уменьшаться по длине, несмотря на наличие значительного уклона вниз. Это связано с тем, что при малом диаметре сопротивление трения о внутренние стенки трубы резко возрастает, и вся гравитационная энергия рассеивается на преодоление этих потерь. Таким образом, гравитационное воздействие неспособно компенсировать увеличение удельных потерь, и давление продолжает падать. Такое поведение указывает на существование критической взаимосвязи между диаметром трубы и углом наклона. Если диаметр меньше некоторого критического значения, даже сильный уклон трассы не может обеспечить рост давления из-за доминирующих потерь на трение и турбулентность.

При больших отрицательных углах наклона (труба направлена вниз), увеличение давления возможно только при достаточно больших диаметрах труб, когда гравитационная энергия преобладает над потерями трения. В трубах малого диаметра этого не происходит, поскольку внутренние гидравлические потери нивелируют положительное влияние уклона. Следовательно, при проектировании трубопроводных систем необходимо учитывать критическую границу между углом наклона и диаметром, чтобы обеспечить оптимальные условия для транспортировки жидкости с минимальными энергетическими затратами.

При транспортировке жидкой среды по спускающимся трассам постперевальный режим является значительным фактором, который требует принятия по решению скорости потока путем создания искусственных местных сопротивлений. В каналах это обеспечивается установлением больших неровностей в области течения. В трубопроводах это достигается установлением дросселей, диафрагм и других приспособлений.

На рис. 11 и 12 представлены графики путевого изменения давления в предельных случаях уклона. Они показывают доминирующую роль силу тяжести при $\sin \alpha = 1$ (рис. 11) и при $\sin \alpha = -1$ (рис. 12). Иными словами, при вертикальном восходящем потоке основная энергия тратится на преодоление силы гравитации, а при нисходящих потоках также роль силы трения в балансе энергии незначительна. Т.е в предельных уклонах трассы имеет место оценка $\rho g \gg \frac{\lambda}{2D} \rho u^2$.

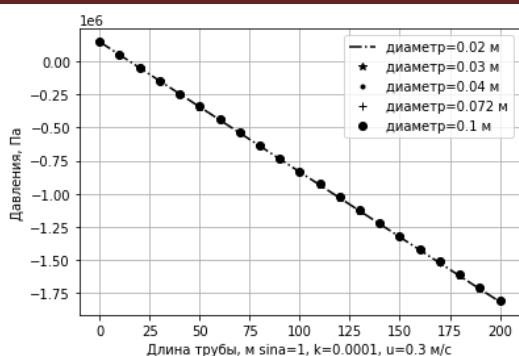


Рис. 11. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = 1$, $k = 0.0001 \text{ м}$, $u = 0.3 \text{ м/с}$

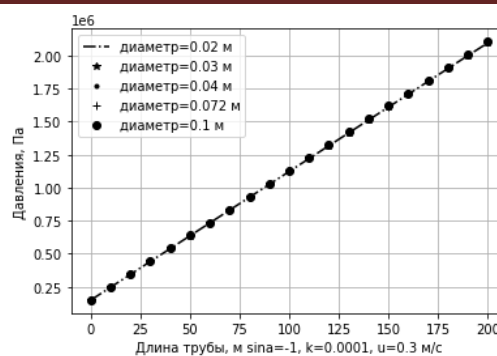


Рис. 12. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = -1$, $k = 0.0001 \text{ м}$, $u = 0.3 \text{ м/с}$

Т.о. в процессе проектирования и расчета наклонных трубопроводов, особенно трубопроводов с большим диаметрами, следует учитывать возможность образования постперевального течения и принять меры для его предотвращения. Удачный выбор уклона участков трубопровода позволяет достичь минимального энергетического вмешательства при обеспечении вынужденной и свободной конвекции в закрытых и открытых системах водяного отопления.

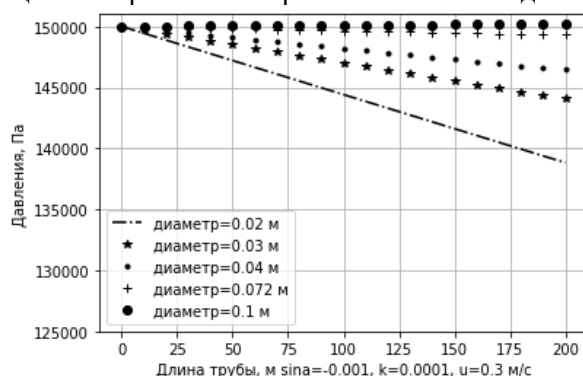


Рис. 13. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = -0.001$, $k = 0.0001 \text{ м}$, $u = 0.3 \text{ м/с}$

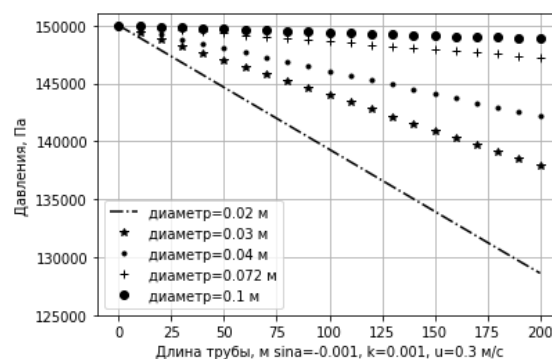


Рис. 14. Графики изменения давления при разных диаметрах.
 $\sin \alpha = -0.001$, $k = 0.0001 \text{ м}$, $u = 0.3 \text{ м/с}$

На графиках рис. 13 и 14 представлены случаи, когда угол наклона трубопровода составляет $\sin \alpha = -0.001$, то есть рассмотрены нисходящие потоки. В этом случае проекция силы тяжести совпадает с направлением движения потока жидкости. В тоже время сила трения всегда направлена против потока. При малых отрицательных уклонах снижение давления вдоль трубопровода уменьшается по сравнению с случаями без наклона или с наклоном против потока (рис. 13 и 14). Такой характер изменения давления объясняется тем, что потенциальная энергия гравитации жидкости преобразуется в кинетическую энергию. Это подтверждается уравнением Бернулли, представленном с учётом гравитационного члена. Особенно ярко этот эффект проявляется в трубах с малой шероховатостью, где сопротивление трению малое. Кроме того, в трубопроводах большого диаметра влияние трения об стенки относительно невелико, а гравитационное ускорение оказывает более выраженное положительное влияние. Следовательно, при малых $\sin \alpha < 0$ (отрицательный угол наклона) потеря давления снижается, что способствует увеличению гидравлической эффективности всей системы. Это может привести к снижению энергозатрат насосного оборудования.

Для проверки адекватности полученных результатов было использовано программное обеспечение COMSOL Multiphysics.

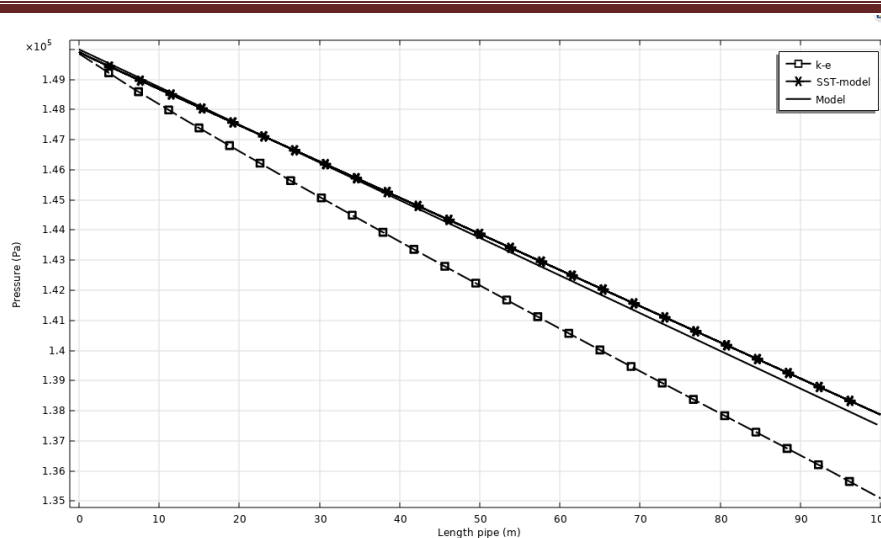


Рис. 15. $\sin \alpha = 0$, $D = 0.03 \text{ м}$, $u = 0.4 \text{ м/с}$, $k = 0.001 \text{ м}$

На рис. 15 представлены сравнительные результаты, полученные с использованием классической модели $k - \varepsilon$, модели Shear Stress Transport (SST) для описания трехмерных течений, а также предлагаемой нами новой квазиодномерной модели. Результаты получены для данных $\sin \alpha = 0$, $D = 0.03 \text{ м}$, $u = 0.4 \text{ м/с}$, $k = 0.001 \text{ м}$.

Из графика видно, что расчётные кривые для SST модели и нашей модели практически совпадают, что свидетельствует о высокой степени согласованности результатов. Если учитывать, что модель турбулентности SST более адекватно описывает процессы переноса при наличии твердых стенок, а классическая $k - \varepsilon$ модель – при изучении струйных течений, такой результат сравнения становится очевидным.

Закключение. Предложена математическая модель стационарных задач тепломассопереноса в системе водяного отопления. Закон сохранения импульса при постоянном расходе массы был сформулирован в квазиодномерной форме с учетом сил тяжести и трения. Разработано уравнение внутренней энергии жидкости, учитывающее рассеяние переменной кинетической энергии и теплообмен с внешней средой.

Нелинейные уравнения относительно давления и температуры решались численно достаточно малыми шагами с использованием прозрачной схемы. Для решения полученного кубического уравнения относительно температуры при новом значении внутренней энергии был использован метод деления поперечного сечения на равные половины.

Численные результаты были получены для различных значений угла отклонения и для труб со сложной геометрией. Для проверки адекватности полученных результатов они были сопоставлены с моделями SST и $k - \varepsilon$ с использованием программного обеспечения COMSOL Multiphysics. Таким образом, полученные результаты позволяют более точно моделировать движение жидкости в трубопроводных системах и могут быть использованы при разработке эффективных энергосберегающих решений, оптимизации технологических процессов и обеспечении надёжной работы систем теплоснабжения, водоснабжения и промышленного транспорта жидкостей.

Исследования выполнены по бюджетному финансированию Института механики и сейсмостойкости сооружений имени М.Т.Уразбаева АН РУз.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лапшин В. Ф. Анализ процессов теплообмена на поверхности надземного трубопровода с теплоизоляцией // Бюллетень результатов научных исследований. - 2023. - Вып. 3. - С. 147–156. DOI: 10.20295/2223-9987-2023-3-147-156
2. Шариков Ю.В., Маркус А.А. Математическое моделирование тепловых потоков в трубопроводах и трубчатых объектах. Записки Горного института, 2013, ISSN 0135-3500, – С.233-238.
3. Булович С.В. Математическое моделирование течения газа в окрестности открытого торца трубы при колебаниях поршня на другом конце трубы по гармоническому закону на

- резонансной частоте. Журнал технической физики, 2017, том 87, вып. 11, DOI: 10.21883/JTF.2017.11.45121.2086
4. Курбатова Г. И., Филиппов Б. В., Филиппов В. Б. Неизотермическое турбулентное течение сжимаемого газа // Математическое моделирование. 2003. Т. 15, № 3. С. 92–108. <https://www.mathnet.ru/rus/mm483>
5. Ермолаева Н.Н., Курбатова Г.И., Анализ подходов к моделированию термодинамических процессов в газах при высоких давлениях, Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. Прикл. матем. Информ. Проц. упр., 2013, выпуск 2, С. 36–45 <https://www.mathnet.ru/vspui119>
6. Курбатова Г. И., Попова Е. А., Филиппов Б. В. и др. Модели морских газопроводов. СПб.: С.-Петербург. гос. ун-т, 2005. 156 с.
7. Груничева Е. В., Курбатова Г. И., Попова Е. А. Нестационарное неизотермическое течение смеси газов по морским газопроводам // Матем. моделирование. 2011. Т. 23, № 4. С. 141–153.
8. Васильев О. Ф., Бондарев Э. А., Воеводин А. Ф., Каниболотский М. А. Неизотермическое течение газа в трубах. Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1978. 128 с
9. Тевяшев А. Д., Смирнова В. С. Метод приближенного решения задачи Коши для системы уравнений стационарного течения газа в трубопроводе // Радиоэлектроника и информатика. 2009. № 1. С. 81–87.
10. Khujaev I., Bozorov J., Akhmadjonov S. Investigation of the propagation of waves of sudden change in mass flow rate of fluid and gas in a “short” pipeline approach // 2019 IEEE Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics). 05-07 Nov 2019 (Omsk, Russia)
11. Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. Изд. 2-е. – М.: Недра, 1975. – 296 с.
12. Грачев В.В., Щербаков С.Г., Яковлев Е.И. Динамика трубопроводных систем. – М.: Наука, 1987. – 438 с.
13. Khuzhaev I.K., Mamadaliev Kh.A., Kukanova M.A. Analytical solution of the problem of the propagation of a compaction wave in an inclined pipeline caused by the deceleration of a fluid // Problems of computational and applied mathematics, Tashkent, 2015, №2, p.65-79.
14. Khuzhaev I. K., Akhmadjonov S. S., and Mahkamov M. K. Modeling the Stages of Verification of the Suitability of a Short Section of a Gas Pipeline for Operation // Mathematical Models and Computer Simulations, 2022, Vol. 14, No. 6, pp. 972–983.
15. Зайцев А.В., Пеленко Ф.В. Моделирование течения вязкой жидкости в трубе // Научный журнал СПбГУНиПТ. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств (электронный журнал) / СПбГУНиПТ. – № 1. – Март. 2012.
16. Зайцев А.В. Разработка алгоритма решения уравнений Навье-Стокса для течения криогенной жидкости в трубе. / Вестник МАХ – СПб.: МАХ, 2011, № 3. – С. 37–42.
17. Бозоров О.Ш., Маматкулов М.М. Аналитические исследования нелинейных гидродинамических явлений в средах с медленно меняющимися параметрами. – Ташкент, ТИТЛП, 2015. – 96 с.
18. Shijun Chu, Elena Marensi. Modelling the Transition from Shear-Driven Turbulence to Convective Turbulence in a Vertical Heated Pipe. Mathematics 2025, 13(2), 293; <https://doi.org/10.3390/math13020293>
19. Chu, S.; Willis, A.P.; Marensi, E. The minimal seed for transition to convective turbulence in heated pipe flow. J. Fluid Mech. 2024, 997, A46.
20. Wibisono, A.F.; Addad, Y.; Lee, J.I. Numerical investigation on water deteriorated turbulent heat transfer regime in vertical upward heated flow in circular tube. Int. J. Heat Mass Transf. 2015, 83, 173–186.
21. Khujaev I., Shirinov Z., Ravshanov Sh.; Mathematical Model and Calculation Algorithm Modern Heat Exchanger Connected to a Two-Pipe Heating Network. International Conference: “Ensuring Seismic Safety and Seismic Stability of Buildings and Structures, Applied Problems of Mechanics” AIP Conf. Proc. 3265, 060007-1–060007-10; <https://doi.org/10.1063/5.0265131>
22. Ravshanov Sh., Aminov Kh., Rahmonova N.; Simulation of Flow Dynamics in a Gas Network Pipe. International Conference: “Ensuring Seismic Safety and Seismic Stability of Buildings and Structures, Applied Problems of Mechanics” AIP Conf. Proc. 3265, 060007-1–060007-10; <https://doi.org/10.1063/5.0265131>
23. Шлихтинг А. Теория пограничного слоя. – М., Наука, 1974. – 712 с.
24. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М: Машиностроение, 1975. – 559 с.

JELATINNI ATR-FTIR SPEKTROSKOPIYASI YORDAMIDA FARQLASH VA ARALASH JELATINNI ANIQLASHDAGI MUAMMOLARNI YECHISH

Ashurov Mirshod Muysin o'g'li,

*Qarshi davlat texnika universiteti o'qituvchisi
mirshodbekkimtex@gmail.com*

Raximov Alisher Xudoyberdi o'g'li,

*Qarshi davlat texnika universiteti o'qituvchisi
alisherrakhimov35@gmail.com*

Kurbanbaev Nursultan Aybekovich,

*Surhan Gas chemical operating company
Nursultan.kurbanbev@gmail.com*

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda aminokislotalar ketma-ketligi oqsillarning qatlamlanishi va fazoviy tuzilishini belgilashda muhim ahamiyatga ega ekanligi ta'kidlanadi. Sanoat va biomeditsinada jelatin manbasini aniq autentifikatsiya qilish zarurati mavjud. Tadqiqotda UPLC-QTOF va ATR-FTIR spektroskopiyasi yordamida qoramol va cho'chqa go'shti jelatinining farqlanishi va miqdorini aniqlash o'rganilgan. UPLC-QTOF metodi sof sigir jelatini va cho'chqa jelatini uchun alohida ionlarni aniqlagan. Biroq, peptid ionlari profillarining o'zgarishi oqsil-oqsil o'zaro ta'siri tufayli muammolarni keltirib chiqargan. ATR-FTIR usuli esa etanolning jelatinning amid bantlariga ta'sirini o'rganib, ifloslanishni aniqlashda samarali bo'lgan. Bu usul 0,85 mg/100 mg dan 2,85 mg/100 mg gacha aniqlash chegaralarini ko'rsatgan va halol konfetlarda cho'chqa go'shti jelatinini aniqlashda 50,05% dan 103,69% gacha tiklanish darajasini ta'minlagan. Natijalar jelatinni aniq tahlil qilish imkoniyatlarini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: jelatin autentifikatsiyasi, etanol va jelatinning o'zaro ta'siri, ATR-FTIR spektroskopiyasi, amid guruhlari, protein tuzilishi, UPLC-QTOF, proteomik.

SOLVING THE PROBLEMS OF DISTINGUISHING GELATIN FROM BEEF AND PORK USING ATR-FTIR SPECTROSCOPY AND IDENTIFYING MIXED GELATIN

Abstract. This study emphasizes that the sequence of amino acids is important in determining the folding and spatial structure of proteins. In industry and biomedicine, there is a need to clearly authenticate the source of gelatin. The study investigated the differentiation and quantification of beef and pork gelatin using UPLC-QTOF and ATR-FTIR spectroscopy. The UPLC-QTOF method detected separate ions for pure bovine gelatin and porcine gelatin. However, changes in peptide ion profiles caused problems due to protein-protein interactions. The ATR-FTIR method was effective in detecting contamination by studying the effect of ethanol on the amide bands of gelatin. This method showed detection limits of 0.85 mg/100 mg to 2.85 mg/100 mg and provided recoveries of 50.05% to 103.69% for the determination of pork gelatin in halal candies. The results show the possibilities of precise analysis of gelatin.

Keywords: Gelatin authentication, ethanol-gelatin interaction, ATR-FTIR spectroscopy, amide groups, protein structure, UPLC-QTOF, proteomics.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ РАЗЛИЧИЯ ЖЕЛАТИНА ИЗ ГОВЯДИНЫ И СВИНИНЫ С ПОМОЩЬЮ ATR-FTIR СПЕКТРОСКОПИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕШАННОГО ЖЕЛАТИНА

Аннотация. В данном исследовании подчеркивается важность последовательности аминокислот для определения сворачивания и пространственной структуры белков. Существует необходимость в точной аутентификации источника желатина в промышленности и биомедицине. В исследовании изучены различия и количественное определение желатина из говядины и свинины с помощью UPLC-QTOF и ATR-FTIR спектроскопии. Метод UPLC-QTOF позволил выявить отдельные ионы для чистого говяжьего желатина и свиного желатина. Однако изменения в профилях пептидных ионов вызвали проблемы из-за взаимодействия белок-белок. Метод ATR-FTIR, изучая влияние этанола на амидные полосы желатина, оказался эффективным для обнаружения загрязнений. Этот метод показал пределы обнаружения от 0,85 мг/100 мг до 2,85 мг/100 мг и

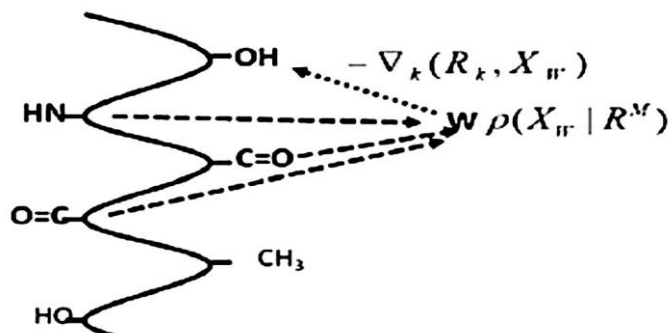
обеспечил уровень восстановления от 50,05% до 103,69% при определении свиного желатина в халляльных конфетах. Результаты демонстрируют возможности точного анализа желатина.

Ключевые слова: Аутентификация желатина, взаимодействие этанола и желатина, спектроскопия ATR-FTIR, амидные группы, структура белка, UPLC-QTOF, протеомика.

Kirish. 2023-yilda global jelatin bozori 4,92 milliard USD atrofida baholangan bo'lib, 2024-2030-yillarda yillik o'sish sur'ati 6,5% ga yetishi kutilmoqda. Bu o'sish, jelatinning funksional oziq-ovqatlardagi turli qo'llanmalari bilan bog'liqdir; u oziq-ovqat sifatini va oziqlantiruvchi qiymatini oshiradi, shuningdek, salomatlik uchun potensial foydalar taqdim etadi. Jelatin asosan qassobxonalardan olinadi va cho'chqa terisi, qoramol terilari va suyaklaridan foydalaniladi. An'anaviy jelatin mahsulotlari ko'pincha cho'chqa jelatinidan tayyorlanadi, bu esa axloqiy va parhez muammolarini keltirib chiqaradi. Jelatin autentifikatsiyasi parhez cheklovlari sababli muhim ahamiyatga ega. Vegetarianlar barcha hayvonlardan olingan jelatindan qochishsa, musulmonlar va yahudiylar halal yoki kosher usulida tayyorlanmagan jelatindan saqlanishadi. Hindular esa qoramoldan olingan jelatindan qochishadi. Yevropada bovin spongiform ensefalopatiya (BSE) tarqalishi qoramol jelatini bo'yicha qattiq tartib-qoidalarining kuchayishiga olib keldi. Shuningdek, jelatin allergiyasi bo'lgan shaxslar qoramol yoki cho'chqa jelatinini iste'mol qilishda ehtiyot bo'lishlari kerak. Oziq-ovqat sohasida ko'pincha noto'g'ri belgilashlar mavjudligi sababli, cho'chqa yoki qoramol jelatini haqiqiylikini tasdiqlash juda muhimdir. Bu oziq-ovqat komponentlarining haqiqiylikini ta'minlaydi va ifloslanishlarni aniqlashni osonlashtiradi. Bir qator tadqiqotlar qoramol va cho'chqa jelatinlarini farqlashga qaratilgan bo'lib, FTIR spektroskopiyasi kabi analitik usullarni taklif etadi. Biroq, bu usullar aralash jelatinlarni farqlashda qiyinchiliklarga duch keladi [1]. Ushbu maqolada jelatin manbalarini farqlashda qo'llaniladigan turli usullar va ularning samaradorligi tahlil qilinadi. Oziq-ovqat sanoatida jelatinning qayerdan kelishini aniqlash uchun ishonchli va samarali metodologiyalar zarur, bu esa iste'molchilar va ishlab chiqaruvchilar uchun muhim ahamiyatga ega.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Materiallar: Chumoli kislotasi LC-MS darajasi 405,823 (Karlo Erba, Milano, Italiya), tripsin T-4799, sigir jelatini 68,391, akrilamid A-3553, etanol 24,103 (Sigma-Aldrich Corp., Sent-Luis, Mo., AQSh) ko'rsatkichlarga ega. Cho'chqa go'shti jelatini (BDH 1-rasm) esa bilvosita yoki OH guruhi orqali erituvchi ta'sir ko'rsatadi. Bu ta'sir ikki omilga bog'liq: birinchidan, suv molekulasini W (nuqtali o'q) tufayli to'g'ridan-to'g'ri kuch, ikkinchidan, suv molekularining mahalliy zichligi, bu esa yaqin atrofdagi boshqa gidrofil guruhlarga bog'liq (chiziqli o'q). Kimyoviy moddalar, mahsulot kodi 44045, DL-Dithiothreitol (DTT) 43,819 (Fluka AG, Buchs, Shveysariya), leytsin enkefalin 186,006,013 (Waters, Manchester, Buyuk Britaniya), giperatsetrili 1.00029.2500 (Sigma-Aldrich) bo'yicha LC-MS va LC-MS sinfidagi suv Milli-Q SQ2 Series suvni tozalash tizimlari (Merck, Darmstadt, Germaniya) yordamida tozalandi.

ATR-FTIR namunasini tayyorlash va analitik shartlar. 250 mg jelatin namunalari 30 ml iliq Milli-Q suvda eritilib, 20 daqiqa davomida gidroliz uchun qoldirildi. Xona haroratiga sovitilgandan so'ng, alohida Eppendorf naychalariga 100 μ l va 400 μ l etanol qo'shilib, har bir namuna uchun blankalar tayyorlandi. Olingan namunalar tahlil qilishdan oldin 20 daqiqa kutishga qoldirildi. Namuna tahlili Lityum Tantalat (LiTaO₃) detektori bilan jihozlangan Spectrum Two UATR-FTIR spektrometrida (PerkinElmer, Inc., Buyuk Britaniya) amalga oshirildi. Spektrlar tahlil qilish uchun 10 μ l jelatin namunalari kristall hujayraga joylashtirildi. Avtomatik signal kuchaytirish yordamida 400–4000 cm^{-1} diapazonidagi spektrlar 4 cm^{-1} o'lchamdagi 16 ta skanerda to'plandi va 25 $^{\circ}\text{C}$ da toza bo'sh hujayradan yozib olingan fon spektriga nisbatan tahlil qilindi.



1-rasm. OH guruhiga ta'sir ko'rsatadigan bilvosita, ya'ni erituvchi tomonidan keltirilgan kuch ikki omilga ega: birinchidan, suv molekulasini W (nuqtali o'q) orqali keltirilgan to'g'ridan to'g'ri kuch,

ikkinchidan, yaqin atrofdagi boshqa gidrofil guruhlar tufayli suv molekulalarining mahalliy zichligi (chiziqli o'q).

Ma'lumotlarni tahlil qilish va vizualizatsiya qilish. Jelatin-etanol kompleksidagi o'zaro ta'sirlar BIOVIA Discovery Studio Visualizer 2021 dasturi (Biovia, San-Diego, CA, AQSh) yordamida tahlil qilindi. Sigir va cho'chqa go'shti jelatinining aminokislotalar ketma-ketligi onlayn qidiruv orqali UniProt ma'lumotlar bazasidan olingan bo'lib, sigir va cho'chqa jelatinining birlamchi kirish raqami mos ravishda P52176 va A0A4X1U8B7 hisoblanadi.

ATR-FTIR: Namuna olish texnikasi. Biomolekulyar tizimlarni samarali o'rganish uchun suv muhitida tajriba o'tkazish ideal hisoblanadi. Biroq, suvning mavjudligi infraqizil (IR) spektroskopiya uchun qiyinchiliklar tug'diradi, chunki suv kuchli yutilish xususiyatlariga ega. Xususan, suvning asosiy o'tishlari biomolekulalarning yutilish zonalarini, masalan, N-H va C-O cho'zilgan tebranishlari bilan sezilarli darajada mos keladi. Bu o'zaro bog'liqlik signal-shovqin nisbati (S/N) pasayishiga olib kelishi mumkin, bu esa tahlil jarayonini murakkablashtiradi. Ushbu shovqinlarni yumshatish uchun asboblarni ehtiyotkorlik bilan tekislash zarur, shunda ma'lumotlarda muhim artefaktlar yo'qligini ta'minlash mumkin. Tahlil protokoli namunani kiritishdan oldin hal qiluvchi asosiy skanerlashni o'z ichiga oladi. Keyinchalik, erituvchi bilan birgalikda namuna tahlil qilinadi. Yakuniy uzatish (TR) egri chiziqlari biomolekulyar signallarni to'g'ri baholash imkonini beruvchi asosiy spektrni namuna spektridan ajratish orqali hosil qilinadi.

ATR-FTIR tomonidan tahlil qilingan jelatin amid bantlariga etanolning ta'siri. Etanolning amid tasmasi tuzilishiga ta'sirini o'rganish uchun alohida Eppendorf naychalarida 100 μ l jelatin eritmasiga (10 mg/ml) turli hajmdagi etanol (100, 200, 300 va 400 μ l) qo'shildi. Namunalar ATR-FTIR spektroskopiyasi yordamida tahlil qilishdan oldin xona haroratida 15 daqiqa davomida inkubatsiya qilindi. ATR-FTIR spektrlari etanolning cho'chqa go'shti jelatinining amid tasmasi singishiga sezilarli darajada ta'sir qilishini ko'rsatadi, ammo sigir jelatiniga ozgina ta'sir qiladi. Ushbu farq etanol va oqsil tuzilmalari o'rtasidagi o'ziga xos o'zaro ta'sirga bog'liq bo'lib, bu o'zaro ta'sir aminokislotalar ketma-ketligi va oqsillarning atrof-muhit sharoitlariga qarab o'zgaradi [2]. Bu tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, etanolning cho'chqa jelatinining ikkilamchi tuzilishiga o'ziga xos ta'siri uning aminokislotalar bilan o'zaro ta'siriga bog'liq. Etanolning jelatin tuzilmalariga barqarorlashtiruvchi yoki beqarorlashtiruvchi ta'siri cho'chqa go'shtini sigir jelatinidan ajratishda uning potentsial foydaliligini ta'kidlaydi.

Cho'chqa jelatin konsentratsiyasining ATR-FTIR o'lchoviga ta'siri: Aniqlik. Cho'chqa jelatin konsentratsiyasining o'lchov aniqligiga ta'sirini o'rganish maqsadida turli konsentratsiyalarda (0,1, 0,5, 1,0, 2,5, 5,0 va 10,0 mg/ml) 100 ml cho'chqa jelatin namunalari 400 μ l etanol qo'shildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, cho'chqa go'shti jelatin konsentratsiyasi ortishi bilan etanolning amid tasmasi so'rilishiga ta'siri yanada aniqroq bo'ladi. Ushbu kuzatuv etanol bilan o'zaro ta'sir qiluvchi protein tarkibining yuqoriligi bilan bog'liq bo'lib, bu ATR-FTIR orqali aniqlanishi mumkin bo'lgan protein strukturasida sezilarli o'zgarishlarga olib keladi. Biroq, jelatin konsentratsiyasini 10 mg/ml dan ortiq oshirish jellesme effekti tufayli amaliy qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi, bu esa ishlov berish va tahlil qilishni murakkablashtiradi. Jellani effekti namunaning yaxlitligi va o'lchov aniqligini buzmasdan samarali o'rganish mumkin bo'lgan konsentratsiya oralig'ini cheklaydi.

Sigir jelatinining cho'chqa go'shti jelatin bilan ifloslanishining miqdoriy tahlili. Cho'chqa jelatinining sigir jelatin bilan ifloslanish darajasini baholash maqsadida 10 mg/ml sigir jelatin eritmasiga turli foizlarda cho'chqa jelatin qo'shib kalibrlash standartlari tayyorlandi. Baholangan ifloslanish darajalari 0,0%, 3,125%, 6,25%, 12,5%, 25,0%, 50,0% va 100,0% edi. Har bir ifloslanish darajasi uchun 100 μ l namunaga 400 μ l etanol qo'shildi. Har bir namuna uchun 1654 cm^{-1} da transmissiya diapazoni qayd etildi, bo'sh namuna esa asosiy tuzatish uchun tayyorlandi. Etanol bilan ishlov berilgan namunalar va blanka o'rtasidagi so'rilishdagi farq 3-rasmda ko'rsatilganidek, ifloslanish foiziga qarshi chizilgan. Grafik cho'chqa jelatin konsentratsiyasi (kontaminatsiya foizida) va amid tasmasini uzatish o'rtasida aniq chiziqli munosabatni ko'rsatadi. Quyidagi tenglama eng yaxshi moslik chizig'ini tavsiflaydi:

$$y = 0,195 + 0,9212x.$$

R^2 qiymati 0,9994 bo'lib, jelatin konsentratsiyasi va so'rilish o'rtasidagi kuchli korrelyatsiyani ko'rsatadi, bu so'rilish o'tishlaridagi o'zgaruvchanlikning taxminan 99,94% ni tushuntiradi. Ba'zi o'zgaruvchanlik mavjud bo'lsa-da, umumiy tendentsiya chiziqli modelga mos keladi. Umuman olganda, grafik cho'chqa jelatin konsentratsiyasi va so'rilish o'rtasida mustahkam ijobiy chiziqli korrelyatsiyani ko'rsatadi, bu esa assimilyatsiya o'lchovlari sinovdan o'tgan diapazonda cho'chqa jelatin konsentratsiyasini aniqlash uchun ishonchli ishlatilishi mumkinligini ko'rsatadi. Ushbu grafikdan hisoblangan aniqlash chegarasi (LOD) va miqdor chegarasi (LOQ) mos ravishda 0,85 va 2,85 mg/100 mg ifloslanishdir.

Qo'llanilishi va selektivligi: Ushbu tadqiqotda belgilangan usulning qo'llanilishini tekshirish uchun Birlashgan Arab Amirliklarining mahalliy bozorlaridan halol deb belgilangan yumshoq konfet mahsulotlari olingan. Tijorat jelatin namunalari odatda 80 °C dan past haroratlarda issiqlik bilan ishlov beriladi. Bu haroratda jelatinning sezilarli agregatsiyasi sodir bo'lmaydi, bu esa oqsilning eruvchanligini va tahlil qilish uchun zarur bo'lgan xususiyatlarini ta'minlaydi. Ushbu boshqariladigan issiqlik bilan ishlov berish, namunalardagi jelatin miqdorini aniqlash va tavsiflashga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan agregatlarning shakllanishiga yo'l qo'ymaslik uchun zarurdir [3]. Namunalar tasodifiy cho'chqa jelatini 0% dan 100% gacha bo'lgan konsentratsiyalarda (w/w) qo'shish orqali tayyorlandi. Naqshli va tiklanmagan namunalar tadqiqotning noto'g'riligiga yo'l qo'ymaslik uchun ehtiyotkorlik bilan tahlil qilindi. Barcha namunalar 40 °C da 20 mg/ml konsentratsiyaga qadar iliq suvda eritildi va 15 daqiqa davomida o'tirishga ruxsat berildi. Keyinchalik, 100 ml eritilgan namunaga 400 µl etanol qo'shildi. Shuningdek, 100 µl suv va 400 µl etanoldan iborat bo'sh namuna ham tahlil qilindi. Namunalarning olingan spektrlari bo'sh ATR-FTIR spektridan chiqarildi. Bizning o'lchash texnikamizning to'g'riligini baholash uchun turli xil tikilgan va qo'shilmagan konfet namunalari, shuningdek, sof jelatin namunalari tiklanish tezligi aniqlanadi. Har bir namuna uchun o'lchangan foizlar va tiklanish stavkalari umimlashtiriladi. 1-jadval.

1-jadval. Cho'chqa go'shti jelatinining turli konsentratsiyasi bilan to'ldirilgan yumshoq sigir jelatinli konfet namunalari miqdoriy natijalari

Namuna turi	Jelatinning miqdori	O'lchangan %	Haqiqiy %	Tiklanish %
Qo'shilmagan konfet namuna 1	0.71	-1.14	0	-
Qo'shilmagan konfet namuna 2	0.11	-4.25	0	-
Qo'shilmagan konfet namuna 3	0.26	-3.45	0	-
Qo'shilmagan konfet namuna 4	0.5	-2.16	0	-
Qo'shilmagan konfet namuna 5	1.22	1.54	0	-
Qo'shilgan konfet namuna 1	16.72	80.96	80	101.22
Qo'shilgan konfet namuna 2	0.97	0.26	0.5	50.04
Qo'shilgan konfet namuna 3	1.67	3.85	4	96.61
Qo'shilgan konfet namuna 4	3.83	14.82	15	98.72
Qo'shilgan konfet namuna 5	2.89	10.12	10	100.86
Qo'shilmagan konfet namuna 6	0.66	-1.36	0	-
Qo'shilgan konfet namuna 6	1.705	4.02	4	100.28
Sof qoramol jelatini	0.98	0.32	0	60.33
Qo'shilgan konfet namuna 7	1.73	4.14	4	103.65
Qo'shilgan konfet namuna 8	1.51	3.01	3	100.63
Qo'shilmagan konfet namuna 7	0.37	-2.84	0	-
Qo'shilgan konfet namuna 8	1.9	5.05	5	100.4
Sof qoramol jelatini	0.99	0.36	0	-
Qo'shilgan konfet namuna 9	1.09	0.87	1	86.55
Sof cho'chqa jelatini	20.02	97.9	100	97.88

Barcha to'qilgan konfet namunalari salbiy o'lchangan foizlarni ko'rsatdi, bu usul bu namunalarda hech qanday tahliliy moddani aniqlamaganligini tasdiqladi. Bu natijalar aniqlanmagan namunalar 0% ga yaqin ko'rsatkichlarni berishi kerakligi haqidagi taxminlarga mos keladi, bu esa asosiy o'lchovning to'g'ri ishlayotganini ko'rsatadi. Tiklangan namunalar uchun tiklanish stavkalari 50,05% dan 103,69% gacha bo'lib, bu usul qo'shilgan analitni aniqlashda yaxshi natijalar berishini ko'rsatadi. Shunisi e'tiborga loyiqki, konsentratsiyasi 3% dan yuqori bo'lgan namunalar uchun 100% dan yuqori tiklanish tezligi o'lchashning aniqligini ko'rsatadi. Aksincha, konsentratsiyasi 1% dan past bo'lgan tiklangan namuna uchun 50,05% past tiklanish darajasi usul sezgirligi yoki matritsa effektlari bilan bog'liq potensial muammolarni ko'rsatadi. Ushbu nomuvofiqlik aniqlashning pastki chegarasiga yaqinlashadigan namunalar uchun qo'shimcha optimallashtirish zarurligini ta'kidlaydi. Bundan tashqari, o'lchangan foiz 97,89% va sof cho'chqa jelatini uchun mos ravishda 97,89% tiklanish ushbu matritsada usulning ajoyib ishlashini ko'rsatadi. Biroq, bu usul qoramol jelatinining tozaligini baholash uchun qo'llanilishi mumkin bo'lsa-da, sigir jelatinining miqdorini aniq aniqlash uchun mos emas.

Cho'chqa va sigir jelatinidagi van der Waals o'zaro ta'sirlari. Cho'chqa jelatini bir nechta qoldiqlar, jumladan Thr376, Tyr377, Gln343, Gly344, Tyr345, Ser346 va Leu349 bilan van der Waals o'zaro ta'sirini hosil qilgani kuzatildi. Bunga nisbatan, sigir jelatini Gly176, Phe170 va Gln169 da etanol bilan van der Waals bog'larini hosil qiladi. Van der Waals o'zaro ta'siri oqsil tuzilmalarini barqarorlashtirishga yordam beradi, strukturaviy yaxlitlikni oshiradi va potentsial ravishda aniqlangan ikkilamchi tuzilishga olib keladi. Bu barqarorlikning oshishi konformatsion moslashuvchanlikning pasayishi tufayli I va II amid chiziqlarining keskinroq va kuchliroq bo'lishiga olib kelishi mumkin. Cho'chqa jelatinidagi van der Waals o'zaro ta'siri (Thr376, Tyr377, Gln343, Gly344, Tyr345, Ser346 va Leu349) van der Waals o'zaro ta'sirini va vodorod bog'lanishini osonlashtiradigan ko'plab qutbli va hidrofobik qoldiqlarning mavjudligi tufayli umuman samaraliroqdir. Bu ko'proq o'zaro ta'sir joylari umumiy barqarorlikni oshiradi va sigir jelatinidagi cheklangan o'zaro ta'sir joylari bilan solishtirganda konformatsion moslashuvchanlikni pasaytiradi [4]. Jelatinning ikkala turi ham uglerod-vodorod aloqalarini hosil qiladi. Xususan, cho'chqa jelatinida Tyr375 va Gly166, sigir jelatinida esa Val172 va Gly171 o'rin oladi. Ushbu bog'lanishlar mahalliy vodorod bog'lanish tarmoqlarini mustahkamlashi mumkin, shu bilan amid guruhlarining tebranish chastotalariga ta'sir qiladi va amid I bandining intensivligini oshirishi mumkin. Bundan tashqari, cho'chqa jelatinidagi Tyr375 bilan pi-alkil o'zaro ta'siri aniqlandi. Ushbu pi-alkil aloqasi tirozinning aromatik yon zanjirini o'z ichiga oladi, bu uning yo'nalishini barqarorlashtirishi va o'zaro ta'sirlar tarmog'i orqali yaqin atrofdagi amid guruhlariga ta'sir qilishi mumkin. Bunday o'zaro ta'sirlar oqsilning ikkilamchi strukturasi barqarorlashtirishga yordam beradi va amid tasmalarining intensivligini yanada oshiradi [5]. Shu bilan birga, sigir jelatinida histidin bilan noqulay o'zaro ta'sirlar, shu jumladan kislorod, vodorod va uglerod bilan bog'lanish kuzatildi. Ushbu noqulay o'zaro ta'sirlar amid bog'lanishlarining mahalliy muhitida strukturaviy zo'riqish yoki beqarorlikni keltirib chiqarishi mumkin, bu esa amid guruhlariga yaqinida moslashuvchanlikni yoki tartibsizlikni oshiradi [6]. Van der Waals o'zaro ta'siri va uglerod-vodorod aloqalarining kombinatsiyasi amid I va II diapazonlarining intensivligini oshirishi kutilsa-da, noqulay histidin o'zaro ta'sirining beqarorlashtiruvchi ta'siri bu ta'sirga qarshi turishi mumkin. Natijada, bu holat kutilganidan pastroq intensivlikka olib kelishi mumkin.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda qoramol va cho'chqadan olingan jelatinnin farqlanishi va miqdorini aniqlashda UPLC-QTOF va ATR-FTIR spektroskopiyalarining samaradorligi o'rganildi. Aminokislotalar ketma-ketligining oqsil strukturasi o'zaro ta'sir aniqlandi, bu esa jelatin manbalarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. UPLC-QTOF metodi yordamida har bir jelatin turi uchun alohida ionlar aniqlangan bo'lsa, ATR-FTIR usuli etanolning jelatin amid bantlariga ta'sirini o'rganish orqali ifloslanishlarni aniqlashda muvaffaqiyatli bo'ldi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, ATR-FTIR usuli 0.85 mg/100 mg dan 2.85 mg/100 mg gacha aniqlash chegaralarini taqdim etdi va halal mahsulotlarda cho'chqa jelatinini aniqlashda 50.05% dan 103.69% gacha tiklanish darajasini ta'minladi. Ushbu tadqiqotlar, shuningdek, jeli tuzilishi va uning etanol bilan o'zaro ta'siri haqidagi yangi ma'lumotlarni taqdim etadi, bu esa jelatin autentifikatsiyasida yanada samarali metodologiyalarni ishlab chiqishga yordam beradi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari jelatinni aniq va ishonchli tahlil qilish imkoniyatlarini ko'rsatadi, bu esa oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va iste'molchilar uchun muhim ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR:

1. Ben-Naim, A. (2023). *Solvent-induced interactions and forces in protein folding*. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-31871-9>
2. Tolmachev, D. A., Malkam'aki, M., Linder, M. B., & Sammalkorpi, M. (2023). *Spidroins under the influence of alcohol: Effect of ethanol on secondary structure and molecular level solvation of silk-like proteins*. *Biomacromolecules*, 24(12), 5638–5653. <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.3c00637>
3. Sha, X.-M., Hu, Z.-Z., Ye, Y.-H., Xu, H., & Tu, Z.-C. (2019). *Effect of extraction temperature on the gelling properties and identification of porcine gelatin*. *Food Hydrocolloids*, 92, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.059>
4. Barth, A., & Zscherp, C. (2002). *What vibrations tell about proteins*. *Quarterly Reviews of Biophysics*, 35(4), 369–430. <https://doi.org/10.1017/S0033583502003815>
5. Myshakina, N. S., Ahmed, Z., & Asher, S. A. (2008). *Dependence of amide vibrations on hydrogen bonding*. *The Journal of Physical Chemistry B*, 112(38), 11873–11877. <https://doi.org/10.1021/jp8057355>
6. Pace, C. N., Fu, H., Fryar, K. L., Landua, J., Trevino, S. R., Shirley, B. A., ... Grimsley, G. R. (2011). *Contribution of hydrophobic interactions to protein stability*. *Journal of Molecular Biology*, 408(3), 514–528. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2011.02.053>

SUVNI PARCHALASH UCHUN CoFeNi/NF ASOSIDAGI IKKI FUNKSIYALI
ELEKTROKATALIZATORLAR*Hoshimov Farhodjon Xasanboy o'g'li,**O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Materialshunoslik instituti
Energetika vazirligi huzuridagi Qayta tiklanuvchi energiya manbalari milliy tadqiqot instituti**Butanov Khakimjan Turamuradovich,**O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Materialshunoslik instituti**Mamatkulov Shavkat Ismoilovich,**O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Materialshunoslik instituti**Ruzimuradov Olim Norbekovich,**O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Materialshunoslik instituti**Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti**farhod2702@gmail.com*

Annotatsiya. Suvni elektroliz orqali parchalash ekologik toza va barqaror vodorod ishlab chiqarishning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Biroq, bu jarayonda vodorod va kislorod ajralish reaksiyalari uchun samarali, barqaror va arzon elektrokatalizatorlarni ishlab chiqish dolzarb masala bo'lib qolmoqda. Ushbu tadqiqotda ikki funktsiyali elektrokatalizator sifatida CoFeNi asosidagi nanokompozitlar nikel ko'pik substratida gidrotermal usulda sintez qilindi. CoFeNi/NF materiali yuqori sirt faol maydoniga, yaxshi elektr o'tkazuvchanlik va substrat bilan mustahkam bog'langan nanogranulalarga ega. 1 M KOH ishqoriy eritmasida o'tkazilgan elektrokimyoviy tahlillar natijasida CoFeNi/NF materialining kislorod ajralish reaksiyasi uchun 310 mV, vodorod ajralish reaksiyasi uchun esa 284 mV ortiqcha kuchlanish ko'rsatgani aniqlandi. Natijalar CoFeNi/NF nanokompozitining elektrokatalitik suv parchalanishida istiqbolli ikki funktsiyali elektrokatalizator sifatidagi salohiyatini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar. Suvni elektroliz qilish, ikki funktsiyali elektrokatalizator, CoFeNi/NF nanokompozit, vodorod ajralish reaksiyasi, kislorod ajralish reaksiyasi, gidrotermal sintez.

ДВУХФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ CoFeNi/NF
ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ВОДЫ

Аннотация. Электролитическое разложение воды является одним из ключевых направлений производства экологически чистого и устойчивого водорода. Однако разработка эффективных, стабильных и недорогих электрокатализаторов для реакций выделения водорода и кислорода в этом процессе остается актуальной задачей. В данном исследовании наноконкомпозиты на основе CoFeNi были синтезированы гидротермальным методом на подложке из никелевой пены и использованы в качестве бифункционального электрокатализатора. Материал CoFeNi/NF обладает высокой удельной поверхностью, хорошей электропроводностью и наногранулами, прочно связанными с подложкой. Электрохимические исследования, проведенные в 1 М щелочном растворе KOH, показали, что материал CoFeNi/NF демонстрирует перенапряжение 310 мВ при реакции выделения кислорода и 284 мВ при реакции выделения водорода. Полученные результаты подтверждают высокий потенциал наноконкомпозита CoFeNi/NF в качестве перспективного бифункционального электрокатализатора для электролитического разложения воды.

Ключевые слова. Электролиз воды, Двухфункциональный электрокатализатор, наноконкомпозит CoFeNi/NF, реакция выделения водорода, реакция выделения кислорода, гидротермальный синтез.

TWO-FUNCTION ELECTROCATALYZERS BASED ON COFeNi/NF FOR WATER
SPLITTING

Abstract. The electrolytic water splitting is one of the key approaches to produce clean and sustainable hydrogen. However, the development of efficient, stable and economical electrocatalysts for hydrogen and oxygen evolution reactions remains a critical issue. In this study, CoFeNi-based nanocomposites were synthesized by a hydrothermal method on a nickel foam support and used as bifunctional electrocatalysts. The CoFeNi/NF material has a high specific surface area, good electrical conductivity and strong adhesion of

nanograins to the substrate. Electrochemical analyses conducted in 1 M KOH solution showed that the CoFeNi/NF material exhibits an overpotential of 310 mV for oxygen evolution reaction and 284 mV for hydrogen evolution reaction. These results confirm the potential of the CoFeNi/NF nanocomposite as a promising bifunctional electrocatalyst for water splitting.

Keywords. *Electrolysis of water, Two-functional electrocatalyst, CoFeNi/NF nanocomposite, hydrogen evolution reaction, oxygen evolution reaction, hydrothermal synthesis.*

Kirish. Bugungi kunda energetik xavfsizlik, iqlim o'zgarishi va atrof-muhit ifloslanishi kabi global muammolar fonida barqaror, toza va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga bo'lgan ehtiyoj keskin ortib bormoqda. An'anaviy energiya manbalari – neft, gaz va ko'mir zahiralari cheklangan bo'lishi bilan birga, ko'p miqdorda karbonat angidrid (CO_2) va boshqa zararli gazlar chiqishiga sabab bo'ladi. Shu sababli, xalqaro miqyosda energiya konversiyasi va ishlab chiqarish texnologiyalarini diversifikatsiya qilish, ayniqsa yashil energiya manbalariga o'tish strategik ustuvor yo'nalish hisoblanadi [1,3]. Vodorod energiyasi so'nggi yillarda "kelajak yoqilg'isi" deb e'tirof etilmoqda, chunki vodorod yuqori energiya zichligiga ega (120 MJ/kg), yonish jarayonida atrof-muhitga zararli gazlar chiqarmaydi va turli sanoat, transport va energiya uzatish tizimlarida keng qo'llanilishi mumkin [4,6]. Vodorodni olishning ko'plab usullari mavjud – tabiiy gazni bug' bilan qayta ishlash (SMR), ko'mirni gazlantirish, biogazni parchalash, fotokatalitik, termo-kimyoviy va elektrokimyoviy usullar. Shulardan eng ekologik toza va barqaror yo'li – bu suvni elektroliz orqali vodorod va kislorodga ajratish hisoblanadi [7]. Suv elektrolizi jarayonida ikkita asosiy yarim-reaksiya amalga oshadi: katodda vodorod ajralish reaksiyasi (HER) va anodda kislorod ajralish reaksiyasi (OER). Bu ikki jarayon termodinamik jihatdan yuqori quvvat talab qiladi va kinetik jihatdan sekin kechadi, ayniqsa OER jarayoni yuqori aktivlanish energiyasi sababli katalitik qo'llab-quvvatlovchisiz samarali kechmaydi [8,9]. Shuning uchun ushbu yarim-reaksiyalarni tezlashtiruvchi va samaradorligini oshiruvchi elektrokatalizatorlarga ehtiyoj mavjud. Hozirda eng samarali HER va OER katalizatorlari sifatida qimmatbaho metallar – platina (Pt), iridiy oksidi (IrO_2) va ruteniya oksidi (RuO_2) ishlatilmoqda. Ular yuqori katalitik faollikka ega bo'lishiga qaramay, bozordagi yuqori narxi, cheklangan zahirasi va uzoq muddatli barqarorlik muammolari ularni keng miqyosda amaliyotga joriy etishni cheklaydi [10,12]. Shu sababli, so'nggi yillarda ko'plab tadqiqotchilar arzon va samarali muqobil katalizatorlar — ayniqsa o'tish guruhiga mansub metall oksidlar, fosfidlar, sulfidlar, karbidlar hamda ularning nanokompozit shakllarini ishlab chiqishga e'tibor qaratmoqda [13,15]. Ushbu muqobil materiallar orasida nikel (Ni), temir (Fe) va kobalt (Co) singari arzon va boy elementlar asosidagi materiallar yuqori katalitik faollik, sirt maydoni, elektr o'tkazuvchanlik va sinergetik effektlar tufayli ajralib turadi. Ayniqsa, bu metallarni bimetall yoki trimetall kompozitsiya shaklida birlashtirish ularning elektron strukturasi sozlash, d-elektron zichligini optimallashtirish va faol markazlarning ko'pligini ta'minlash imkonini beradi [16,18]. Bunday yondashuv materialning HER va OER reaksiyalariga nisbatan bifunksional (ikki funksiyali) faolligini oshirishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi. Trimetallik nanokompozitlar, xususan, CoFeNi asosidagi materiallar ko'plab tadqiqotlarda yuqori elektrokimyoviy faollik, barqarorlik va zaharli bo'lmaganligi bilan ajralib turmoqda [19,20]. Ular elektronik tuzilish va valentlik holatlarini o'zaro bog'laydigan murakkab fazalar hosil qilganligi sababli, kislorod va vodorod ajralish reaksiyalarini bir material asosida samarali bajarish imkonini beradi. Bundan tashqari, CoFeNi komponentlarining sinergetik o'zaro ta'siri tufayli elektron uzatish jarayonlari tezlashadi, sirtqi oksid/gidroksid fazalar esa reaksiya faol markazlar sifatida qatnashadi [21, 22]. Bunday nanokompozitlarni yuqori sirt faol maydoniga ega substratga biriktirish orqali elektrokimyoviy samaradorlikni yanada oshirish mumkin. Nikel ko'pik (Ni foam, NF) substrati bu borada juda qulay platforma bo'lib, u o'zining ko'p g'ovakli tuzilmasi, elektr o'tkazuvchanligi va mexanik barqarorligi tufayli katalizator fazalarining samarali taqsimlanishiga xizmat qiladi [23,24]. Ayniqsa, gidrotermal sintez usuli yordamida NF substratida trimetallik CoFeNi fazasini o'stirish orqali yaxshi kristallanish, mustahkam bog'lanish va faol fazalarning barqaror joylashuvi ta'minlanadi [25,26]. Ushbu tadqiqotda biz trimetallik CoFeNi nanokompozitini nikel ko'pik substratida gidrotermal usulda sintez qilib, uning ishqoriy muhitda (1 M KOH eritmasida) HER va OER reaksiyalariga nisbatan bifunksional elektrokimyoviy faolligini o'rgandik. Sintez qilingan CoFeNi/NF elektrod namunasi $10 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ tok zichligida HER uchun 284 mV ortiqcha kuchlanish va 240.08 mV/dec Tafel gradiyentiga ega bo'ldi. OER reaksiyasi bo'yicha esa mos ravishda 310 mV ortiqcha kuchlanish va 81.69 mV/dec Tafel qiymati kuzatildi. Ushbu natijalar CoFeNi/NF elektrokatalizatorining suvni parchalash uchun ikki funksiyali, yuqori samarali va amaliyotga tatbiq etilishi mumkin bo'lgan istiqbolli material ekanligini tasdiqlaydi.

Materiallar va usullar.

1. Reaktivlar va substrat tayyorlash Sintez uchun quyidagi kimyoviy moddalar ishlatildi: temir(III) nitrat nonagidrat ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, Sigma-Aldrich, 99.9%), nikel(II) nitrat gemigidrat ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$,

99.9%), kobalt(II) nitrat gemigidrat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 99.9%), ammoniy fluorid (NH_4F) va mochevina ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). Barcha reaktivlar analitik tozalikka ega bo'lib, to'g'ridan-to'g'ri ishlatildi. Substrat sifatida $3 \times 3 \text{ sm}^2$ o'lchamdagi nikel ko'pik (Ni foam, NF) ishlatildi. Uni tayyorlash uchun NF 1 M HCl eritmasida ultratovushli vannada 15 daqiqa davomida tozalandi. Bu jarayon NF yuzasidagi oksid qatlamlarini olib tashlash va sirt faol maydonini oshirish maqsadida amalga oshirildi. Keyin substrat distillangan suv bilan yaxshilab yuvildi va 60°C da quritildi.

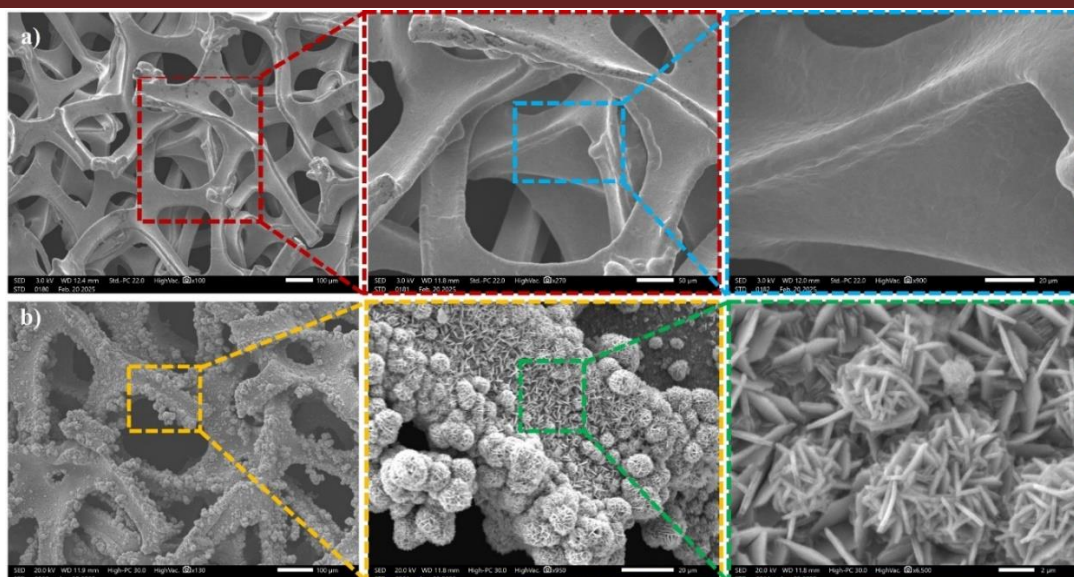
2. CoFeNi/NF elektrodining gidrotermal sintezi. CoFeNi trimetall nanokompozitining sintezi gidrotermal usulda amalga oshirildi. Buning uchun 0.45 mmol $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, 0.9 mmol $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0.45 mmol $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 3 mmol NH_4F va 6 mmol mochevina 80 ml ionsizlantirilgan suvda aralashtirilib, magnit aralashtirgichda 30 daqiqa davomida bir hil eritma hosil qilindi. Tayyor eritma va ilgari tayyorlangan $3 \times 3 \text{ sm}^2$ NF substrat 100 ml hajmga ega teflon qoplamali avtoklav idishiga joylashtirildi. Avtoklav 140°C haroratda 6 soat davomida ushlab turildi. Reaksiya yakunlangach, tizim xona haroratigacha tabiiy sovitildi. Hosil bo'lgan namunalar etanol va distillangan suv bilan bir necha marta yuvilib, 70°C da 4 soat davomida quritildi. Quritilgan namunalar atmosfera sharoitida 350°C da 2 soat davomida kuydirildi (annealing) – bu bosqichda materialning kristallik darajasi yaxshilandi va fazalar barqarorlashdi.

3. Elektrokimyoviy o'lchovlar. Sintez qilingan CoFeNi/NF elektrodining elektrokimyoviy xossalari ishqoriy muhitda (1 M KOH eritmasida) baholandi. O'lchovlar Corrtest CS310X potensiometri yordamida uch elektrodli elektrokimyoviy xujayrada amalga oshirildi. Ishchi elektrod sifatida CoFeNi/NF, yordamchi elektrod sifatida platina, va ma'lumot elektrod sifatida Ag/AgCl (3 M KCl) ishlatildi. HER va OER reaksiyalarining faolligini baholash uchun chiziqli skan voltammetriya (LSV) o'lchovlari 5 mV/s tezlikda olib borildi. Tafel gradiyenti LSV grafigidan $\log(j)$ ga nisbatan ortiqcha kuchlanishning differensial qiymati orqali aniqlandi. Barcha potensial qiymatlar Ag/AgCl elektrodiga nisbatan qayd qilindi va kerakli hollarda RHE (reversible hydrogen electrode) ga konvertatsiya qilindi:

$$E_{(\text{RHE})} = E_{(\text{Ag/AgCl})} + 0.059 \times \text{pH} + E^0_{(\text{Ag/AgCl})}$$

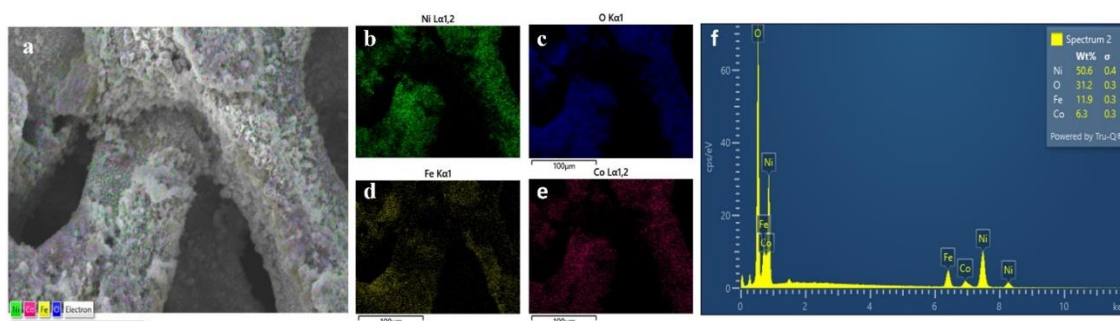
Bu yerda $E^0_{(\text{Ag/AgCl})} = 0.197 \text{ V}$ (25°C da) va 1 M KOH uchun $\text{pH} \approx 13.6$ deb qabul qilindi.

Natija va muhokamalar. Skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida Ni ko'pikli substrat (NF) va uning asosida sintez qilingan CoFeNi/NF nanokompozitlarining sirt morfologiyasi tahlil qilindi. Quyidagi 1-rasmda (a-b) NF va CoFeNi/NF namunaning SEM tasvirlari keltirilgan. 1-rasm (a) dan ko'rinib turibdiki, ko'pikli nikel (NF) ning yuzasi silliq va to'rsimon tuzilishga ega. Ushbu taglik yuqori mexanik barqarorlikka ega va elektrod materiali sifatida keng qo'llaniladi. 1 (b) -rasmda CoFeNi metall oksidi nanokompozitining NF yuzasida bir tekis taqsimlanishi va zich o'sgan o'tkir uchli nanoqatlamli nanostrukturalarning hosil bo'lishi ko'rsatilgan. Ushbu nanoqatlamlar yuqori sirt yuzasiga ega, bu esa katalitik faol markazlar sonini oshiradi. Bu plastinkalar bir necha yo'nalishda o'sib, bir-biri bilan to'rt hosil qilgan va umumiy yuzasini ancha kattalashtirgan. Ushbu morfologik o'zgarishlar katalitik faol markazlar sonining ortishi bilan bir qatorda elektron va ion o'tkazuvchanligini oshiradi. Bundan tashqari, bunday tuzilish katalitik reaksiya davomida gaz ajralib chiqishini osonlashtiradi va ta'sir etuvchi moddaning elektrodga yopishishini kuchaytiradi, bu esa uning barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. Shunday qilib, SEM tahlili CoFeNi nanokompozitining NF substratiga muvaffaqiyatli birikishini aniq tasdiqlaydi, natijada yuqori sirt maydoniga ega, strukturali sirt hosil bo'ladi. Natijada OER/HER uchun nanokompozitning elektrokatalitik samaradorligiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi kutilmoqda.



Rasm 1. a) Nikel ko‘pigining (NF) SEM tasviri. b) Sintez qilingan CoFeNi/NF ning SEM tasviri

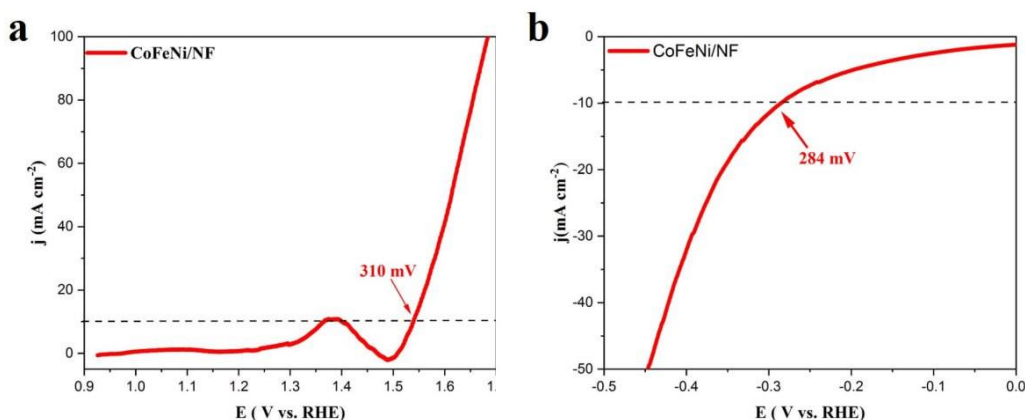
CoFeNi/NF namunasi uchun EDS xaritalash natijalari (2a-e-rasm) hamda CoFeNi/NF namuna uchun mos spektrlari (2f-rasm) o‘rganildi. Xaritalash natijalari namunada kislorod (O), temir (Fe), nikel (Ni) va kobalt (Co) elementlarining bir tekis va keng tarqalganini ko‘rsatmoqda. Ayniqsa, Ni (c) va Fe (b) elementlari yuqori intensivlikda namoyon bo‘lib, ularning asosiy tarkibiy qismlar ekanligini tasdiqlaydi. O (a) va Co (d) elementlari ham aniq ifodalangan bo‘lib, bu komponentlarning birikmaga muvaffaqiyatli kiritilganidan dalolat beradi. EDS spektral tahlili yordamida namunalardagi elementlarning og‘irlik foizlari (Wt%) aniqlandi. CoFeNi/NF namunasi uchun asosiy elementlar sifatida Ni (63.2%), Fe (8.6%) va Co (8.6%) aniqlandi. Bu esa metallarning nisbatan muvozanatli tarkibda mavjudligini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, kislorod miqdorining 19.6% ekanligi metallarning oksid shaklida mavjudligini tasdiqlaydi. Ushbu natijalar CoFeNi asosidagi metall oksidlari komponentlarining birikmaga samarali kiritilganini, shuningdek, elektrokimyoviy faol markazlar vazifasini bajaruvchi elementlarning yaxshi tarqalganini tasdiqlaydi. Ushbu natijalar keyingi elektrokimyoviy faollikni oshirishda muhim ahamiyatga ega.



Rasm 2. a-e) CoFeNi/NF namunasi uchun EDS xaritalash natijalari f) CoFeNi/NF ning EDS spektri

Sintez qilingan CoFeNi/NF elektrokatalizatorining HER va OER reaksiyalariga nisbatan elektrokimyoviy faolligi 1 M KOH ishqoriy eritmasida chiziqli skan voltammetriya (LSV) tahlillari orqali baholandi. LSV natijalariga ko‘ra, CoFeNi/NF elektrodining HER uchun $10 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ tok zichligida ortiqcha kuchlanishi 284 mV ni tashkil etdi (3b-rasm). Bu qiymat katalitik faol markazlarning yuqori zichligi va ularning reaksiya yuzasida qulay joylashganligini ko‘rsatadi. OER bo‘yicha esa CoFeNi/NF elektrokatalizatori 310 mV ortiqcha kuchlanish bilan yuqori samaradorlikni namoyon etdi (3a-rasm). Bunday past ortiqcha kuchlanish qiymatlari CoFeNi uch komponentli tizimdagi metall atomlarining sinergetik ta‘siri bilan izohlanadi. Ayniqsa, Fe va Co komponentlari kislorodning adsorbsiyasi va desorbsiyasi uchun optimal energiya darajalarini ta‘minlab, OER kinetikasini tezlashtiradi. Bu qiymat boshqa turdagi trimetall katalizatorlarga nisbatan raqobatbardosh yoki ustun natijadir [1,2]. Olingan natijalar CoFeNi komponentlarining o‘zaro ta‘siri orqali yuzaga keladigan elektron tuzilishdagi o‘zgarishlar, shuningdek, nikel

ko'pik substratining yuqori elektr o'tkazuvchanligi va g'ovakli tuzilmasi bilan birgalikda materialning umumiy faol maydonini kengaytirganini tasdiqlaydi. NF substrat katalizator fazasining samarali tarqalishiga imkon berib, elektrod-elektrolit interfeysini yaxshilaydi va ion difuziyasini tezlashtiradi. Ushbu ko'rsatkichlar asosida CoFeNi/NF elektrokatalizatori mavjud adabiyotlarda keltirilgan ba'zi metallarga asoslangan katalizatorlar bilan raqobatlasha oladi. CoFeNi/NF esa nisbatan arzon materiallardan iborat bo'lib, yuqori katalitik faollik va mexanik barqarorlikni saqlab qoladi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, CoFeNi trimetall tizimi elektrokimyoviy sintez uchun qulay bo'lishi bilan birga, HER va OER reaksiyalari uchun bifunksional elektrokatalizator sifatida istiqbolli nomzod bo'lib xizmat qiladi. Bundan tashqari, CoFeNi/NF strukturasi keyingi bosqichda karbon materiallar bilan birlashtirish yoki magnit suyuqliklar bilan integratsiyalash orqali yanada samaradorligini oshirish mumkin.



Rasm 3. CoFeNi/NF elektrokatalizatorining LSV qutblanish egri chiziqlari a) Vodorod ajralish reaksiyasi b) Kislorod ajralish reaksiyasi

Xulosa. Ushbu tadqiqotda trimetallik CoFeNi nanokompoziti nikel ko'pik (NF) substratida gidrotermal usulida muvaffaqiyatli sintez qilindi va suvni elektroliz qilish jarayonida kislorod (OER) hamda vodorod (HER) ajralish reaksiyalariga nisbatan elektrokimyoviy faolligi baholandi. Morfologik tahlillar CoFeNi/NF elektrodining sirtida bir tekis taqsimlangan, yuqori sirt maydoniga ega nanoqatlamli strukturalarning hosil bo'lganini ko'rsatdi. EDS xaritalash va spektral tahlillar orqali material tarkibida Ni, Fe va Co elementlari optimal nisbatda mavjudligi, shuningdek, oksid fazalarning faol ishtiroki tasdiqlandi. Elektrokimyoviy o'lovlar natijasida CoFeNi/NF materiali HER uchun 284 mV va OER uchun 310 mV ortiqcha kuchlanish qiymatlari bilan yuqori bifunksional katalitik faollikni namoyon etdi. Ushbu past ortiqcha kuchlanish ko'rsatkichlari material tarkibidagi metall komponentlarning sinergetik o'zaro ta'siri, yuqori elektr o'tkazuvchanligi, keng faol sirt maydoni va NF substratining g'ovakli tuzilmasi bilan bog'liqdir. Tadqiqot natijalari CoFeNi/NF nanokompozitining arzon, barqaror va yuqori samarali ikki funksiyali elektrokatalizator sifatida kelajakda amaliy suv elektrolizi tizimlarida qo'llanilishi mumkin bo'lgan istiqbolli material ekanini tasdiqladi. Kelgusida ushbu material strukturasi karbon nanomateriallar yoki magnit suyuqliklar bilan modifikatsiya qilish orqali uning katalitik xususiyatlarini yanada oshirish mumkin.

ADABIYOTLAR:

1. Zhang H. et al. *Recent Advances and Perspectives on Coupled Water Electrolysis for Energy-Saving Hydrogen Production*. *Advanced Science*. 12, 22011964 (2025). <https://doi.org/10.1002/advs.202411964>
2. Amin M.; Shah H.H.; Bashir B.; Iqbal M.A.; Shah U.H.; Ali M.U. *Environmental Assessment of Hydrogen Utilization in Various Applications and Alternative Renewable Sources for Hydrogen Production: A Review*. *Energies* 2023, 16, 4348. <https://doi.org/10.3390/en16114348>
3. C. Gunathilake, I. Soliman, D. Panthi, P. Tandler, O. Fatani, N. A. Ghulamullah, D. Marasinghe, M. Farhath, T. Madhujith, K. Conrad, Y. Du and M. A comprehensive review on hydrogen production, storage, and applications. *Jaroniec, Chem. Soc. Rev.*, 2024, 53, 10900. <https://doi.org/10.1039/D3CS00731F>
4. Somtochukwu Godfrey Nnabuifea, Abdulhammed K. Hamzatb, James Whidbornec, Boyu Kuangd., Karl W. Jenkinsd. *Integration of Renewable Energy Sources in Tandem with Electrolysis for*

- Green Hydrogen Production. International Journal of Hydrogen Energy.* 49, 19874–19890 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.cles.2024.100168>
5. Ilham Sebbani, Mohammed Karim Ettouhami,, Mouaad Boulakhbar. *Fuel Cells: A Technical, Environmental, and Economic Outlook. Cleaner Energy Systems* 10 (2025) 100168. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.100062>
 6. Tuluhong A.; Chang Q.; Xie L.; Xu Z.; Song T. Current Status of Green Hydrogen Production Technology: A Review. *Sustainability* 2024, 16, 9070. <https://doi.org/10.3390/su16209070>
 7. Marouani I.; Guesmi T.; Alshammari B.M.; Alqunun K.; Alzamil A.; Alturki M.; Hadj Abdallah H. Integration of Renewable-Energy-Based Green Hydrogen into the Energy Future. *Processes* 2023, 11, 2685. <https://doi.org/10.3390/pr11092685>
 8. Seddiq Sebbahi, Abdelmajid Assila, Amine Alaoui Belghiti, Said Laasri, Savaş Kaya, El Kebir Hlil, Samir Rachidi, Abdelowahed Hajjaji. A Comprehensive Review of Recent Advances in Alkaline Water Electrolysis for Hydrogen Production. *International Journal of Hydrogen Energy.* 82, 583-599 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.07.428>
 9. Stambouli A. B. (2011). Fuel cells: The expectations for an environmental-friendly and sustainable source of energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4507-4520. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.100>
 10. Gao Y.; Wang X.; Meng X. Advanced Rectifier Technologies for Electrolysis-Based Hydrogen Production: A Comparative Study and Real-World Applications. *Energies* 2025, 18, 48. <https://doi.org/10.3390/en18010048>
 11. Zhang Y.; Zhang Y.; Li, Z.; Yu, E.; Ye, H.; Li, Z.; Guo, X.; Zhou, D.; Wang, C.; Sha, Q.; et al. A Review of Hydrogen Production via Seawater Electrolysis: Current Status and Challenges. *Catalysts* 2024, 14, 691. <https://doi.org/10.3390/catal14100691>
 12. Ahmed I. Osman, Neha Mehta, Ahmed M. Elgarahy, Mahmoud Hefny, Amer Al-Hinai, Ala'a H. Al-Muhtaseb, David W. Rooney. Hydrogen production, storage, utilisation and environmental impacts: a review. *Environmental Chemistry Letters* (2022) 20:153–188. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01322-8>
 13. Muhammad Abdul Qadeer, Xiaoxue Zhang, Muhammad Asim Farid, M. Tanveer, Yichang Yan, Shangfeng Du, Zhen-Feng Huang, Muhammad Tahir. A review on fundamentals for designing hydrogen evolution electrocatalyst. *Journal of Power Sources* 613 (2024) 234856. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2024.234856>
 14. Muhammad Nazim Lakhani, Abdul Hanan, Altaf Hussain, Irfan Ali Soomro, Yuan Wang, Mukhtiar Ahmed, Umair Aftab, Hongyu Sun and Hamidreza Arandiyani. Transition metal-based electrocatalysts for alkaline overall water splitting: advancements, challenges, and perspectives. *Chemical Communications.* 2024, 60, 5104-5135. <https://doi.org/10.1039/D3CC06015B>
 15. Hoppe, A.C.; Minke, C. Reducing Environmental Impacts of Water Electrolysis Systems by Reuse and Recycling: Life Cycle Assessment of a 5 MW Alkaline Water Electrolysis Plant. *Energies* 2025, 18, 796. <https://doi.org/10.3390/en18040796>
 16. Lai F, Shang H, Jiao Y, Chen X, Zhang T, Liu X. Recent progress and perspective on electrocatalysis in neutral media: mechanisms, materials, and advanced characterizations. *Interdiscip Mater.* 2024; 3: 492-529. <https://doi.org/10.1002/idm2.12172>
 17. Humayun Irshad, Misbah Zia, Rashid Al-Hajri, Zafar A.K. Khattak, Mohammed Al-Abri, Nazir Ahmad, Hussein A. Younus, Electrocatalysts for hydrogen and oxygen evolution reactions under neutral/near-neutral conditions: Summary and challenges, *International Journal of Hydrogen Energy*, 2025, ISSN 0360-3199, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.02.246>.
 18. Tran D.T., Tran P.K.L., Malhotra, D. et al. Current status of developed electrocatalysts for water splitting technologies: from experimental to industrial perspective. *Nano Convergence* 12, 9 (2025). <https://doi.org/10.1186/s40580-024-00468-9>
 19. Liu Y.; Li, P.; Wang, Z.; Gao, L. Shape-Preserved CoFeNi –MOF/NF Exhibiting Superior Performance for Overall Water Splitting across Alkaline and Neutral Conditions. *Materials* 2024, 17, 2195. <https://doi.org/10.3390/ma17102195>
 20. Zihan Li, Zunhang Lv, Xin Liu, Guixue Wang, Yusheng Lin, Guangwen Xie, Luhua Jiang, Magnetic-field guided synthesis of highly active Ni–S–CoFe₂O₄ electrocatalysts for oxygen evolution reaction, *Renewable Energy*, Volume 165, Part 1, 2021, Pages 612-618, ISSN 0960-1481, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.11.083>.

21. Fankai Zhu, Yuqing Wang, Yuanlong Chen, Muyao Wu, and Wei Jiang. *Magnetic Field-Assisted Electrodeposition of Fe₃O₄ Nanoparticles on Ni as Bifunctional Electrocatalyst for Overall Water Splitting.* *ACS Applied Nano Materials* 2023 6 (21), 19837-19847. <https://doi.org/10.1021/acsanm.3c03630>
22. Ren, X., Wu, T., Sun, Y. et al. *Spin-polarized oxygen evolution reaction under magnetic field.* *Nat Commun* 12, 2608 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22865-y>

KAPTON POLIIMID SIRTINI LAZER YORDAMIDA GRAFENLASH: MD TAHLILI

Jo'raboyev Tursunpo'lat Erkin o'g'li,

*O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi,
Ion-plazma va lazer texnologiyalari Instituti tayanch doktoranti
juraboevtursunpulat24@gmail.com*

Xalilov Umedjon Boymamatovich,

*O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi,
Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti bosh ilmiy xodimi,
fizika-matematika fanlari doktori*

Annotatsiya. Lazer-induktsiyalangan grafen (LIG) shakllanishining atomistik mexanizmlari uning nukleatsiya jarayonidagi noaniqliklar sababli hanuzgacha to'liq o'rganilmagan. Ushbu tadqiqotda Kapton poliimid asosida LIG hosil bo'lishi reaktiv molekulyar dinamika (MD) usuli yordamida modellashirildi. Simulyatsiya natijalari jarayonning ikki asosiy bosqichdan iborat ekanligini ko'rsatdi: qizdirish bosqichida g'ovakli struktura hosil bo'lishiga olib keluvchi CO, H₂ va C₂H₂ gazlarining intensiv desorbsiyasi, hamda sovutish bosqichida uglerod atomlarining sp²-gibridlangan halqalarga (geksagon, pentagon, heptagon) o'z-o'zidan yig'ilishi kuzatildi. Radial taqsimot funksiyasi (RTF) tahlili grafenga xos C-C bog' uzunligi (1,4 Å) va ~3,8 Å interqatlam masofasini tasdiqlashi esa ko'p qatlamli grafen fazasining shakllanganidan dalolat beradi. Ushbu natijalar LIG sintezini optimallashtirish uchun muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Lazer-induktsiyalangan grafen (LIG), Kapton, grafen, grafit, qizidirish, sovitish, geksagon, pentagon, heptagon.

LASER-INDUCED GRAPHENIZATION OF KAPTON POLYIMIDE SURFACE: MD ANALYSIS

Abstract. The atomistic mechanisms of Laser-Induced Graphene (LIG) formation remain insufficiently understood due to uncertainties in its nucleation process. In this study, the formation of LIG on Kapton polyimide was simulated using the reactive molecular dynamics (MD) method. Simulation results revealed a two-stage process: an intensive desorption of CO, H₂, and C₂H₂ gases during the heating stage, leading to the formation of a porous structure, followed by the self-assembly of carbon atoms into sp²-hybridized rings (hexagons, pentagons, and heptagons) during the cooling phase. The analysis of the Radial Distribution Function (RDF) confirmed the formation of a multilayer graphene phase, revealing a characteristic C–C bond length of 1.4 Å and an interlayer distance of approximately 3.8 Å. These results provide an important scientific basis for optimizing the synthesis of LIG.

Keywords: Laser-Induced Graphene (LIG), Kapton, graphene, graphite, heating, cooling, hexagon, pentagon, heptagon.

ЛАЗЕРНАЯ ГРАФЕНИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ КАПТОН-ПОЛИИМИДА: MD АНАЛИЗ

Аннотация. Атомистические механизмы формирования лазерно-индуцированного графена (LIG) остаются недостаточно изученными из-за неопределенностей в процессе его нуклеации. В данном исследовании процесс образования LIG на основе каптон-полиимида моделировался с использованием метода реактивной молекулярной динамики (MD). Результаты моделирования показали, что процесс состоит из двух основных этапов: на стадии нагрева происходит интенсивная десорбция газов CO, H₂ и C₂H₂, что приводит к формированию пористой структуры, а в фазе охлаждения наблюдается самосборка атомов углерода в sp²-гибридизованные кольца (гексагоны, пентагоны и гептагоны). Анализ функции радиального распределения (ФРР) подтверждает формирование многослойной графеновой фазы, показывая характерную для графена длину связи C–C (1,4 Å) и межслоевое расстояние около 3,8 Å. Данные результаты служат важной научной основой для оптимизации синтеза LIG.

Ключевые слова: Лазер-индуцированный графен (LIG), Каптон, графен, графит, нагрев, охлаждение, гексагон, пентагон, гептагон.

Kirish. Grafen ilk bor yuqoridan-pastga yondashuv asosida grafit kristallining qatlamlarini mexanik ajratish yo'li bilan olingan [1]. Bu usul orqali grafitdan grafenga o'tish jarayoni keng o'rganilgan bo'lib, ayniqsa, grafit qatlamlarini fizik kuchlar yordamida mexanik eksfoliatsiya yoki lazer nurlanishi orqali atomik darajada ajratish texnologiyalari shakllangan bo'lib [2], ushbu usullar grafen strukturasi va uning fizik-kimyoviy xossalarini chuqur o'rganishda muhim rol o'ynaydi [3]. Biroq bu yondashuvlar yuqori aniqlikdagi texnologik asbob-uskunalarini talab qilishi, jarayonning past samaradorligi va yirik miqyosda ishlab chiqarishdagi cheklovlar tufayli amaliy jihatdan cheklanganicha qolmoqda.

So'nggi yillarda grafen olish uchun alternativ manbalardan biri polimerlar asosida, iqtisodiy jihatdan samarali texnologiyalarni ishlab chiqishga katta e'tibor qaratilmoqda [4]. Jumladan, polimerlarni piroliz qilish orqali elektr o'tkazuvchan uglerod materiallarini olish mumkinligi aniqlangan bo'lib [5], ushbu yo'nalishda Kapton poliimid (KPI) asosida argon yoki CO₂ lazerlari yordamida elektr o'tkazuvchi uglerod strukturalarini sintez qilish bo'yicha istiqbolli yondashuvlar taklif qilingan. Xususan, 2014 yilda Lin va hamkasblari CO₂ infraqizil lazer yordamida oddiy atmosfera sharoitida poliamid plyonkalardan uch o'lchamli g'ovakli grafen strukturalarini olishga muvaffaq bo'lib [6], ushbu materialni Lazer bilan induksiya qilingan grafen (LIG) deb nomlashdi. Keyingi yillarda LIG texnologiyasi o'zining soddaligi, yuqori moslashuvchanligi, ko'p funksiyaliligi va past xarajatliligi sababli ilmiy hamjamiyat e'tiborini tortmoqda [7]. Ayniqsa, LIG materiallari biosensorlar [6], mikrosuyuqlik qurilmalar [8], elektrokimyoviy tizimlar, mikro-superkondensatorlar [8] hamda egiluvchan elektron qurilmalarda [9] keng tadbiiq etilmoqda.

Shunga qaramay, LIG hosil bo'lish jarayonining molekulyar darajadagi mexanizmlari hali to'liq o'rganilmagan. Bunga asosiy sabab eksperimental qurilmalar aniqligidagi chegaralar bo'lib, oxirgi yillarda bu muammolarni jarayonni modellashtirish yo'li bilan o'rganish orqali sezilarli yechishga erishilmoqda [9,10]. Shunga qaramay, CO₂ lazer nurlanishi ostida Kapton polimerining C–N, C–O, C=O va C–H bog'larining uzilishi, sp³ gibridlanishdan sp² holatga o'tish jarayoni, oraliq bosqichlardagi amorf uglerod strukturasi va muhit prekursorlari desorbsiyasi kabi jarayonlar hozircha mavjud kuch potentsiallari asosida yetarlicha aniq modellashtirilmagan [11]. Xususan, ba'zi kuch maydonlari asosida olib borilgan hisoblashlarda CO va N₂ gazlari noto'g'ri shaklda, ya'ni asl sharoitdagidan farqli holatda paydo bo'lib, bu natijada hosil bo'lgan uglerodli strukturalarning ishonchliligini kamaytirgan [5,12]. Bu esa LIG strukturasi shakllanishini nazorat qilish va yuqori sifatli grafen olish haqida bilimlarga ega bo'lish imkoniyatlarimizni sezilarli chegaralab, LIG ning hosil bo'lish mexanizmlarini chuqurroq tushunishimizga to'sqinlik qolmoqda.

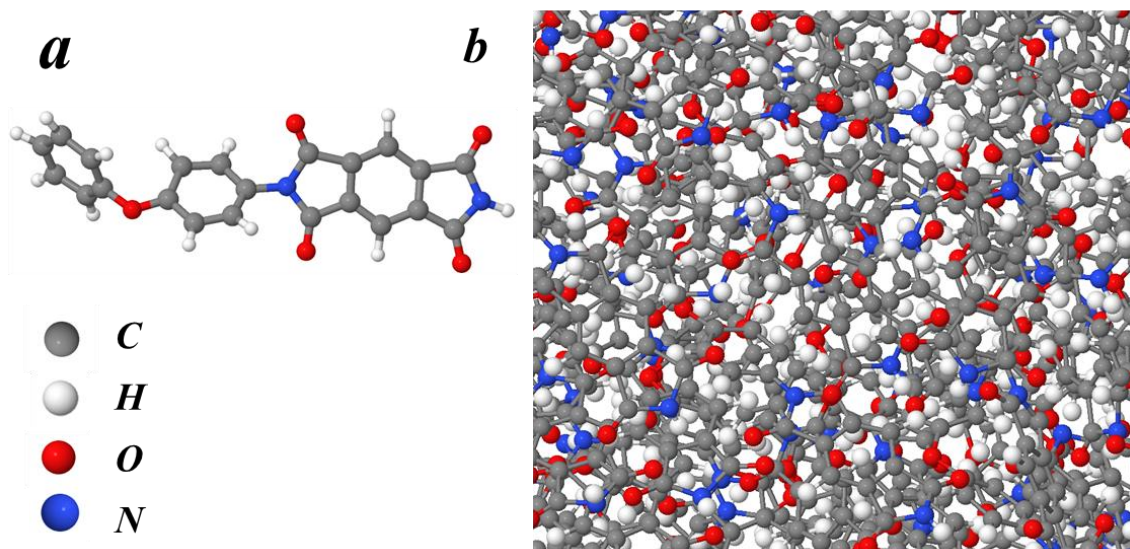
Buni inobatga olgan holda ushbu tadqiqotda C/H/O/N parametrlar to'plami asosida kengaytirilgan ReaxFF kuch maydonlari yordamida KPI asosidagi LIG hosil bo'lishi mexanizmlari reaktiv molekulyar dinamika (MD) asosida molekulyar darajada modellashtirish orqalo o'rganildi.

Modellashtirish usuli va tafsilotlari. Ushbu tadqiqotda KPI asosida LIG ning hosil bo'lish mexanizmlari reaktiv MD [13] usuliga asoslangan LAMMPS dasturiy paketi [14] yordamida modellashtirildi. Modellashtirish jarayonida tizimdagi uglerod (C), vodorod (H), kislorod (O) va azot (N) atomlari o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni ifodalash uchun Kovalik va hamkasblari tomonidan ishlab chiqilgan ReaxFF potentsialining C/H/O/N parametrlar to'plami qo'llanildi [15].

Model tizimda umumiy hisobda 90 ta Kapton (C₂₂H₁₀O₅N₂) molekullari (1a-rasm) orqali $x = 37 \text{ \AA}$, $y = 38 \text{ \AA}$, $z = 60 \text{ \AA}$ o'lchamdagi fazoda yaxlit polimer struktura yaratildi. x va y yo'nalishlarda davriy chegara shartlari joriy etilganligi sababli, struktura bu yo'nalishlarda cheksiz takrorlanuvchi shaklga ega bo'ladi. Bu esa real polimer muhitini modellashtirish imkonini beradi. Natijada, hosil bo'lgan model (1b-rasm) strukturaning zichligi 1.18 g/cm³ ni tashkil etdi, bu esa eksperimental KPI zichligiga (1.42 g/cm³) yaqin qiymatdir [16].

Hisoblashlarda vaqt qadami sifatida 0,25 femtosekund (fs) tanlab olindi. Dastlab, tizimning termodinamik energiyasi keskin tushish va birlashgan gradientlar usullari asosidagi energiyani minimallashtirish algoritmlari yordamida kamaytirildi. Keyinchalik, NPT ansambli va termostat yordamida tizim 300 K haroratgacha 1 K/ps tezlik bilan qizdirildi. So'nggi bosqichda esa Nose–Hoover [17] termostatidan foydalanilib, tizim NVT ansamblida 50 K/ps tezlik bilan 6000 K haroratgacha qizdirildi. Shundan so'ng, qizigan tizim 2 ns davomida 4 K/ps tezlik bilan sovitildi.

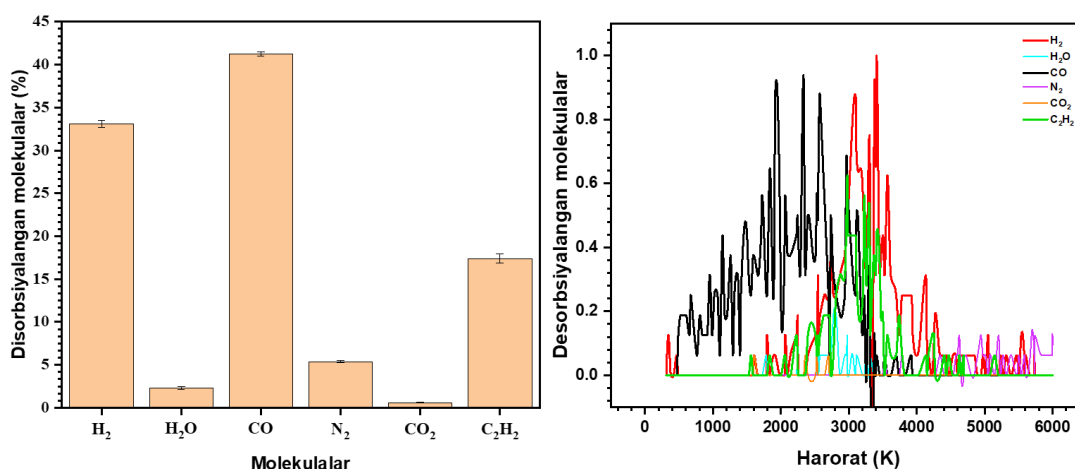
Natijalarning takrorlanuvchanligini va ishonchliligini ta'minlash maqsadida barcha hisoblashlar har bir holat uchun besh martadan bajarildi.



1-rasm. a) Kapton poliimid molekulası b) Kapton poliimid polimer strukturasi

Natijalar va ularning muhokamasi. Tizim dastlab xona haroratidan (300 K) boshlab 6000 K gacha qizdirildi. Harorat oshishi bilan, struktura komponentlarining termal energiyasi ortib, kimyoviy bog‘lar izchil ravishda uzilishi natijasida tizimdan turli gaz molekulari navbatma-navbat ajralib chiqdi (2a-rasm). Umuman olganda, qizdirish natijasida tizimdan, asosan, olti xil gaz molekulari desorbsiyalandi: vodorod (H_2), is gazi (CO), atsetilen (C_2H_2), suv bug‘i (H_2O), azot (N_2) va karbonat angidrid (CO_2) (2a-rasm). Desorbsiyalangan gazlar miqdorining tahlili shuni ko‘rsatadiki, eng ko‘p uchraydigan molekularlar — is gazi (CO) 41,27%, vodorod (H_2) 33,11% va atsetilen (C_2H_2) 17,39% molekuladan iborat bo‘lgan. Aksincha, kamroq miqdorda desorbsiyalangan gazlar qatoriga azot (N_2) 5,37%, suv bug‘i (H_2O) 2,29% va karbonat angidrid (CO_2) 0,6% kiradi (2b-rasm). Gazlarning desorbsiyalanish miqdoridagi farqlar ularning boshlang‘ich struktura tarkibidagi atomlar nisbati va reaktivligiga bog‘liq.

Ushbu natijalar yuqori haroratda LIG hosil bo‘lish jarayonida tizimdan kichik molekularning, ayniqsa CO va H_2 kabi gaz fazasidagi moddalarning faol desorbsiyalanishini yaqqol tasdiqlaydi. Qizdirish jarayonining dastlabki bosqichlarida, ~500 K atrofida, birinchi navbatda H_2 va CO molekularining ajralib chiqishi kuzatildi. Bu hodisa KPI tarkibida ushbu elementlarning C - ~56, H - ~26 va O - ~13% yuqori konsentratsiyasi mavjudligi bilan izohlanadi.



2-rasm. Tizim harorati 6000 K ga qizdirish jarayonida a) desorbsiyalangan molekular miqdori (%) b) molekularning turli haroratlarda desorbsiyalanishining o‘zgarish dinamikasi

Ayniqsa, CO molekulalarining katta miqdorda hosil bo'lishi KPI strukturasida C va O atomlarining yuqori konsentratsiyasi mos ravishda 56,96 va 13,25 nm⁻³ bilan bevosita bog'liq. Shuningdek, KPI ning termal parchalanishi davomida CO molekulalarining parchalanish energiyasi nisbatan yuqori bo'lgani (~11.2 eV) [18] sababli, ular tizimda saqlanmasdan to'g'ridan-to'g'ri desorbsiyalanadi. Bu holat eksperimental tadqiqotlar orqali ham tasdiqlangan bo'lib, qizdirish davomida aynan CO molekulalarining eng yuqori darajada desorbsiyalanishi qayd etilgan [19]. Qizdrish jarayonida H₂ va CO molekulalarining intensiv hosil bo'lishi LIG strukturasining ko'pikli (foam-like) shaklga ega bo'lishida hal qiluvchi omil bo'lganligi aniqlangan [20].

Bu jarayonni kinetik jihatdan tahlil qilganda, CO₂ va CO molekulalarining parchalanish energiyasi orasidagi farq muhim rol o'ynaydi. CO₂ → CO + O reaksiyasi uchun zarur energiya to'sig'i ~5,5 eV [21] ni tashkil etib, bu reaksiya ~1600 K dan yuqori haroratlarda nisbatan tezroq amalga oshadi. CO → C + O reaksiyasi uchun zarur bo'lgan energiya to'sig'i esa ikki baravar yuqoriroq qiymat 11,15 eV [22] ni tashkil etib, yuqori haroratli sharoitlarda ham CO ning parchalanishi nisbatan sekinroq kechadi. Natijada, jarayon davomida tizimda CO molekulalarining miqdori sezilarli darajada saqlanib qoladi.

C₂H₂ molekulalarining faol hosil bo'lishi grafenning sp²-gibridlangan halqalarini shakllantirishda oraliq bosqich sifatida ishtirok etib, LIG morfologiyasining shakllanishida muhim rol o'ynaydigan hodisalardan biridir [23]. Shuningdek, ~3000 K da Kapton polimerlarining termal parchalanishi natijasida murakkab tuzilishga ega uglevodorodlar (CH₂N, C₂HN, C₂H₂N, C₄H₃N₂, C₂HN, C₃H₃ON, C₅H₃N, C₅H₂N₂ va C₁₁H₆N₂ molekulalari) ham oraliq strukturalar sifatida kuzatildi. Ushbu molekulalar KPIga o'xshash Polibenzimidazol polimerida ham kuzatilgan [23].

Tizimda KPI strukturasini qizdirish va hosil bo'lgan plazma muhitini sovutish jarayonlari davomida C halqalarining hosil bo'lish evolyutsiyasi hamda ularning strukturaviy o'zgarish dinamikasi ham tahlil qilindi. Qizdirishning dastlabki bosqichda tizim harorati ~2400 K ga yetgach, strukturada mahalliy buzilishlar kuzatila boshlashi natijasida geksagon C halqalaridan tashqari pentagon hamda heptagon halqalarning hosil bo'lishi ham kuzatiladi. Bu hodisa, tizimda vodorod va kislorod atomlarining desorbsiyalanishi hamda C-C bog'larining uzilishi uchun zarur bo'lgan energiya (~3,5 – 4,9 eV) darajasiga yetilganligi bilan bog'liq. 2500 K dan yuqori haroratda tizimda C halqalari sonining kamayishi va 2900 K da butunlay parchalanishi – bu grafen strukturalarining termal barqarorlik chegarasidan oshib ketganini, ya'ni grafen morfologiyasining termal degradatsiyasi sodir bo'layotganini bildiradi.

Simulyatsiyaning ikkinchi bosqichida, hosil bo'lgan 6000 K haroratdagi plazma muhiti sekin sovutilganida (4 K/ps), ~3600 K dan boshlab C halqalari yana qayta shakllana boshlaydi. Sovutish bosqichida qizdirishdan farqli ravishda, tizimdagi kislorod, vodorod va azot atomlari o'zaro birikib barqaror gaz molekulalari shaklida desorbsiyalanadi. Ushbu gazlarning ajrab chiqishi tizimda uglerod atomlarining nisbiy konsentratsiyasini sezilarli darajada oshiradi. Natijada tizimda qolgan C atomlari bir-biri o'zaro kimyoviy bog'lar hosil qilib, dastlab uglerod zanjirlari va halqali strukturalarni hosil qiladi.

~3600 K haroratdan boshlab tizimda LIG nukleatsiyasining dastlabki bosqichlari boshlanadi. Xususan, ushbu haroratdan boshlab uglerod halqalari, xususan geksagonlarning konsentratsiyasi keskin ortgani kuzatildi. Sovutish jarayonining davomida (~2000 K dan boshlab xona haroratigacha) ushbu halqalarning miqdori deyarli o'zgarmagan holatda saqlanib qolib, geksagon, pentagon va heptagon halqalar konsentratsiyalari mor ravishda ~ 2,4×10²⁸m⁻³, ~ 1×10²⁸m⁻³ va ~ 0,8×10²⁸m⁻³ tashkil etdi. Halqalarning shakllanishi, asosan, tizimdagi uglerod atomlari zichligining (konsentratsiyasining) ortishi hamda harorat pasayib borishi bilan birgalikda tizimning umumiy energiyasining kamayishi bilan bog'liq ekanligi aniqlandi.

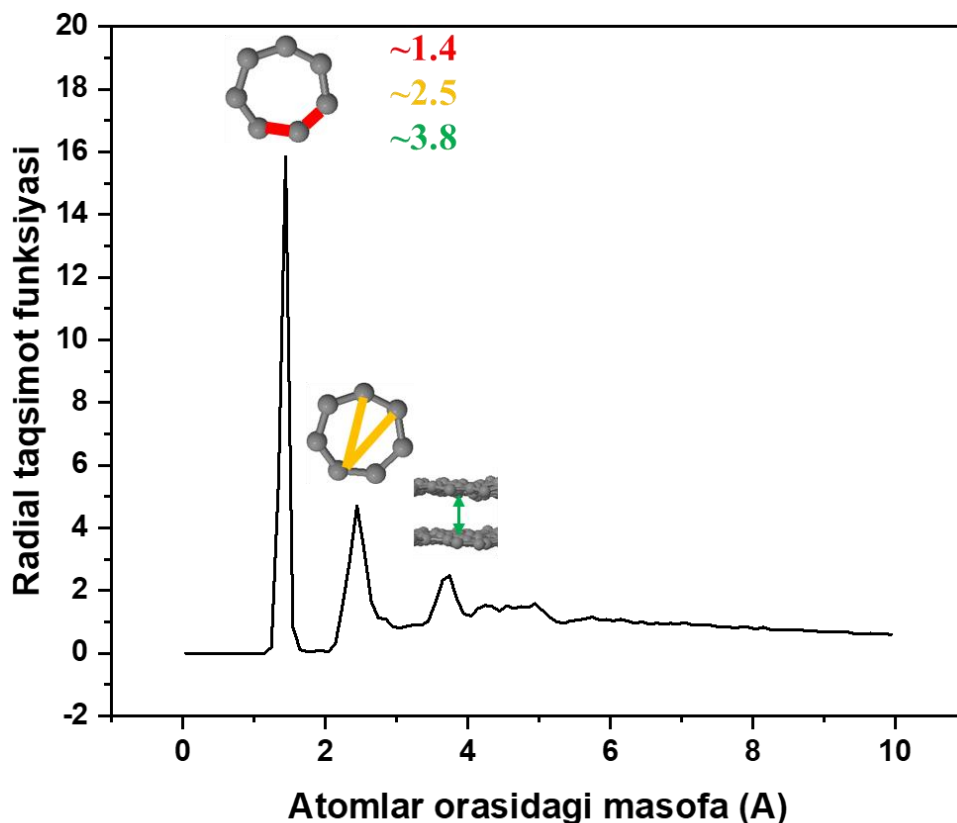
Natijalar shuni ko'rsatdiki, sovutish jarayonida atomlarning harakatchanligi sezilarli darajada kamayib, atomlar termodinamik jihatdan qulay konfiguratsiyalarda joylashishga intiladi. Buning natijasida, ilgari hosil bo'lgan uglerod zanjirlari o'zaro birikib halqalarga, halqalar esa bir-biri bilan ulanib, grafenga o'xshash halqali strukturalarni shakllantiradi. Ayniqsa, geksagon halqalarning ustunligi strukturaning grafenga o'xshash tartibli fazaga yaqinlashayotganini bildiradi.

Grafen strukturasini morfologik baholashda nafaqat geksagon halqalarning mavjudligi, balki pentagon va heptagon kabi boshqa halqalarining ham aniqlanishi muhim ahamiyatga ega bo'lib, ular strukturadagi topologik nuqsonlarni ifodalaydi. Bu holat, ayniqsa, plazma yoki yuqori haroratli kimyoviy parchalash sharoitida uglerod asosli materiallar sintezi jarayonida qanday struktura hosil bo'lishi va uning sifati haqida muhim ma'lumot beradi. Shuningdek, bu natijalar yuqori haroratda degradatsiyaga uchragan strukturalarning sovutish orqali yana tartibli holatga qayta tiklanish imkonini ham ko'rsatadi.

Strukturaning shakllanish darajasi va tartiblilikini baholash esa radial taqsimot funksiyasi (RTF) orqali amalga oshirildi (3-rasm). Bu usul yordamida atomlararo masofalarning taqsimoti aniqlanadi va piklarning aniq chiqishi hamda takrorlanuvchanligi asosida strukturaning tartiblilik darajasi baholanadi.

Shakllangan LIG strukturasi RTF (radial taqsimot funksiyasi) tahlili natijasida uchta asosiy cho‘qqi (atomlararo masofa) aniqlangan bo‘lib, birinchi maksimum cho‘qqi $\sim 1,4$ Å atrofida kuzatildi. Ushbu cho‘qqining $1,2\text{--}1,6$ Å oralig‘ida tarqalganligi, tizimda $sp^2\text{--}sp^2$ C–C bog‘lari ustunlik qilayotganini bildiradi. Aynan $\sim 1,4$ Å qiymati grafen strukturasi eng yaqin uglerod atomlari orasidagi tipik kovalent bog‘ uzunligiga mos keladi va u ilgari eksperimental hamda modellashtrish tadqiqotlari natijalari bilan muvofiqdir [24,25].

Ikkinchi cho‘qqi $2,3\text{--}2,8$ Å diapazonida aniqlanib, bu masofa uglerod halqasidagi peri-joylashuvdagi yaqin (ya'ni to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘lanmagan, ammo halqa ichida yaqin joylashgan) atomlar o‘rtasidagi masofani ifodalaydi. Ushbu masofa LIG tarkibida sp^2 -gibridlangan C halqalari mavjudligini ko‘rsatadi. Umuman olganda, RTF tahlili LIG strukturasi $sp^2\text{--}sp^2$ C–C kovalent bog‘lanishlari, lokal uglerod halqalari hamda qatlamli grafitga o‘xshash fazalarning mavjudligini aniqlab, ushbu materialning grafen yoki grafitga xos tartibli holatga yaqinlashayotganidan dalolat beradi.



3-rasm. Strukturani radial taqsimot funksiyasi

Shuningdek, kuzatilgan RTF natijalaridagi farqlar turli polimerlardan hosil bo‘lgan LIG strukturalarining ichki tartib darajasi va grafen qatlamlarining rivojlanish darajasiga bog‘liq ekanligini ko‘rsatadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda reaktiv molekulyar dinamika (MD) usuli orqali Kapton poliimidning (KPI) lazer-induktsiyalangan grafenga (LIG) aylanishining atomistik mexanizmlari muvaffaqiyatli modellashtrildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, qizdirish bosqichida polimerning termal parchalanishi CO, H₂ va C₂H₂ kabi gazlarning intensiv desorbsiyasiga olib keladi. Bu jarayon materialda g‘ovakli uglerod strukturasi shakllanishida hal qiluvchi omil hisoblanadi. Keyingi sovutish jarayonida esa tizimda qolgan uglerod atomlari o‘z-o‘zidan sp^2 -gibridlangan halqalarga yig‘ilib, LIG uchun xos bo‘lgan geksagonal tuzilmalar bilan bir qatorda pentagon va heptagon kabi topologik nuqsonlarni ham shakllantirdi. Hosil bo‘lgan fazaning tartibli, ko‘p qatlamli grafenga o‘xshash ekanligi radial taqsimot funksiyasi (RTF) tahlili bilan tasdiqlanib, grafenga xos C–C bog‘ uzunligi (1.4 Å) va qatlamlararo masofa (~ 3.8 Å) aniqlandi. Ushbu natijalar LIG shakllanishining fundamental bosqichlarini tushunish uchun muhim ilmiy asos bo‘lib, yuqori sifatli uglerodli materiallar sintezining texnologik parametrlarini optimallashtirishga imkon beradi.

ADABIYOTLAR:

1. Novoselov K. S., Geim A. K., Morozov S. V., Jiang D., Zhang Y., Dubonos S. V., Grigorieva I. V., and Firsov A. A., *Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films*, *Science* **306**, 666 (2004).
2. Javvaji B., Vasireddi R., Zhuang X., Mahapatra D. R., and Rabczuk T., *Laser Exfoliation of Graphene from Graphite*, *Molecular Simulation* **47**, 1540 (2021).
3. Lahcen N. A. B., *Graphene – Structure, and Synthesis Techniques: A Comprehensive*.
4. Hussain A., Mehdi S. M., Abbas N., Hussain M., and Naqvi R. A., *Synthesis of graphene from solid carbon sources: A focused review*, *Materials Chemistry and Physics* **248**, 122924 (2020).
5. Kumar R., *Conducting Polymers: Synthesis, Properties and Applications*, *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology* **2**, 110 (2015).
6. Lin J., Peng Z., Liu Y., Ruiz-Zepeda F., Ye R., Samuel E. L. G., Yacaman M. J., Yakobson B. I., and Tour J. M., *Laser-induced porous graphene films from commercial polymers*, *Nat Commun* **5**, 5714 (2014).
7. Movaghgharnezhad S. and Kang P., *Laser-induced graphene: synthesis advances, structural tailoring, enhanced properties, and sensing applications*, *J. Mater. Chem. C* **12**, 6718 (2024).
8. Khan M. A., Hristovski I., Marinaro G., and Kosel J., *Magnetic Composite Hydrodynamic Pump With Laser-Induced Graphene Electrodes*, *IEEE Transactions on Magnetics* **PP**, 1 (2017).
9. R. Ye, D. K. James, and J. M. Tour, *Laser-Induced Graphene: From Discovery to Translation*, *Advanced Materials* **31**, 1803621 (2019).
10. Chyan Y., Ye R., Li Y., Singh S. P., Arnusch C. J., and Tour J. M., *Laser-Induced Graphene by Multiple Lasing: Toward Electronics on Cloth, Paper, and Food*, *ACS Nano* **12**, 2176 (2018).
11. Vivaldi F. M., Dallinger A., Bonini A., Poma N., Sembranti L., Biagini D., Salvo P., Greco F., and Francesco F. Di, *Three-Dimensional (3D) Laser-Induced Graphene: Structure, Properties, and Application to Chemical Sensing*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **13**, 30245 (2021).
12. Chenoweth K., A. C. T. van Duin, and W. A. Goddard, *ReaxFF Reactive Force Field for Molecular Dynamics Simulations of Hydrocarbon Oxidation*, *J. Phys. Chem. A* **112**, 1040 (2008).
13. Q. Mao, M. Feng, X. Z. Jiang, Y. Ren, K. H. Luo, and A. C. T. van Duin, *Classical and reactive molecular dynamics: Principles and applications in combustion and energy systems*, *Progress in Energy and Combustion Science* **97**, 101084 (2023).
14. A. P. Thompson et al., *LAMMPS - a flexible simulation tool for particle-based materials modeling at the atomic, meso, and continuum scales*, *Computer Physics Communications* **271**, 108171 (2022).
15. M. Kowalik, C. Ashraf, B. Damirchi, D. Akbarian, S. Rajabpour, and A. C. T. van Duin, *Atomistic Scale Analysis of the Carbonization Process for C/H/O/N-Based Polymers with the ReaxFF Reactive Force Field*, *J Phys Chem B* **123**, 5357 (2019).
16. M. R. Reddy, N. Srinivasamurthy, and B. L. Agrawal, *Atomic oxygen protective coatings for Kapton film: a review*, *Surface and Coatings Technology* **58**, 1 (1993).
17. The Nose–Hoover Thermostat, <https://www.bohrium.com/paper-details/the-nose-hoover-thermostat/812782565415976960-3427>.
18. B. deB Darwent, *Bond Dissociation Energies in Simple Molecules* (University of California Libraries, n.d.).
19. J. J. Shea, *Handbook of Bond Dissociation Energies in Organic Compounds*, *Electrical Insulation Magazine*, *IEEE* **20**, 45 (2004).
20. Y. Xu, Q. Fei, M. Page, G. Zhao, Y. Ling, D. Chen, and Z. Yan, *Laser-induced graphene for bioelectronics and soft actuators*, *Nano Res* **14**, 3033 (2021).
21. C. Verheyen, K. van 't Veer, R. Snyders, and A. Bogaerts, *Atomic oxygen assisted CO2 conversion: A theoretical analysis*, *Journal of CO2 Utilization* **67**, 102347 (2023).
22. S. Gong, P. Wang, and Y. Mo, *Bond Dissociation Energy of CO2 with Spectroscopic Accuracy Using State-to-State Resolved Threshold Fragment Yield Spectra*, *J. Phys. Chem. Lett.* **15**, 10842 (2024).
23. A. Vashisth, M. Kowalik, J. C. Geringer, C. Ashraf, A. C. T. van Duin, and M. J. Green, *ReaxFF Simulations of Laser-Induced Graphene (LIG) Formation for Multifunctional Polymer Nanocomposites*, *ACS Appl. Nano Mater.* **3**, 1881 (2020).
24. Chen D.-M., Shenai P., and Zhao Y., *Tight binding description on the band gap opening of pyrene-dispersed graphene*, *Physical Chemistry Chemical Physics : PCCP* **13**, 1515 (2011).
25. Yang J.-W., Yuan Y., and Chen G., *First-principles study of potassium adsorption and diffusion on graphene*, *Molecular Physics* **118**, 1 (2019).

SUN‘IY IMMUN TIZIMI ASOSIDA ANOMALIYALARNI ANIQLASH TIZIMINI LOYIHALASHTIRISH

Umarov Shuxratjon Azizjonovich,

*fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),
Farg‘ona davlat texnika universiteti “Dasturiy
injiniring va kiberxavfsizlik” kafedrası dotsenti
sh.umarov81@mail.ru*

Umarova Munajatxon Ibragimovna,

*Farg‘ona davlat texnika universiteti “Dasturiy
injiniring va kiberxavfsizlik” kafedrası assistenti
m.ibragimovna1984@gmail.com*

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun‘iy immun tizimlarda anomaliyalarni aniqlashning asosiy tamoyillari, jumladan, gen kutubxonasi, pre-detektorlar, Salbiy tanlov algoritmi, detektorlar to‘plami va klonal seleksiya mexanizmlari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, tarmoq va xost xavfsizligi sohasida anomaliyalarni aniqlashda muhim ahamiyatga ega bo‘lgan Lisys, HP, STIDE va CIFD kabi loyihalarning yondashuvlari va ularning anomaliyalarni aniqlashdagi o‘rni tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: sun‘iy immun tizimi, salbiy tanlov algoritmi, anomaliya, kiberxavfsizlik, detektor, monitoring, gen kutubxonasi.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные принципы обнаружения аномалий в системах искусственного иммунитета, включая библиотеки генов, преддетекторы, алгоритм отрицательного отбора, пулы детекторов и механизмы клонального отбора. Также анализируются подходы таких проектов, как Lisys, HP, STIDE и CIFD, которые играют важную роль в обнаружении аномалий в области безопасности сетей и хостов, и их роль в этом процессе.

Ключевые слова: искусственная иммунная система, алгоритм отрицательного отбора, аномалия, кибербезопасность, детектор, мониторинг, библиотека генов.

DESIGNING AN ANOMALIES DETECTION SYSTEM BASED ON AN ARTIFICIAL IMMUNE SYSTEM

Abstract. This article reviews the basic principles of anomaly detection in artificial immune systems, including gene libraries, pre-detectors, Negative Selection Algorithm, detector pools, and clonal selection mechanisms. It also analyzes the approaches of projects such as Lisys, HP, STIDE, and CIFD, which are important in anomaly detection in the field of network and host security, and their role in anomaly detection.

Keywords: artificial immune system, negative selection algorithm, anomaly, cybersecurity, detector, monitoring, gene library.

Kirish. Anomaliya bu ma‘lum bir tizimda, jarayonda yoki ma‘lumotlarda standartdan chetga chiqqan holati yoki kutilmagan o‘zgarishdir. Ya‘ni, tizimda odatiy, normal holatdan farq qiluvchi signal, harakat yoki ma‘lumot anomaliya deb qaraladi. Axborot xavfsizligi sohasida anomaliya deganda tizimda yoki tarmoqda odatda kuzatilmaydigan, shubhali faoliyat, harakat yoki o‘zgarishlar tushuniladi. Masalan, yuqori internet trafik oqimi, foydalanuvchi loginidan noodatiy vaqtda kirish, qattiq diskda kutilmagan fayl o‘zgarishlari yoki ko‘pdan foydalanilmagan faylga murojaat, operatsion tizimda ruxsatsiz protsesslar yoki portlarning ochilishi, o‘z-o‘zidan IP-manzillardan tizimga murojaatlar anomaliya deb ataladi. Anomaliyalar orqali viruslar, zararli dasturlar, xaker hujumlari kabi xavf-xatarlarni avvaldan aniqlash mumkin. Anomaliya aniqlansa, u haqida zudlik bilan ogohlantirish orqali hujum tarqalishining oldi olinadi. Agar tizimda anomaliyalar doimiy uchrasa, bu ichki nosozlik yoki muammolar belgisi bo‘lishi mumkin [1].

Zamonaviy axborot texnologiyalari jadal rivojlanayotgan bir paytda, kiberxavfsizlik masalalari ham shunchalik muhim ahamiyat kasb etmoqda. Har kuni yangi turdagi zararli dasturlar, tarmoq hujumlari va

ma'lumotlar o'g'rilashga urinishlar aniqlanmoqda. Bu xavflardan samarali himoya qilish uchun an'anaviy anomaliyalarni aniqlash usullari yetarli emasligi ayon bo'lmoqda. Shu nuqtai nazardan, biologik immunitet tizimining tamoyillariga asoslangan sun'iy immun tizimidan anomal faoliyatlarni aniqlashda innovatsion va moslashuvchan yondashuv sifatida foydalanish maqsadga muvofiqdir [2]. Sun'iy immun tizimi organizmdagi "begona elementlari"ni aniqlash mexanizmiga o'xshash ravishda, tarmoq yoki tizimdagi shubhali faoliyatlarni "o'ziniki" va "begona" deb aniqlash imkonini beradi. Shuningdek, sun'iy immun tizimida o'rganish, adaptatsiya va o'z-o'zini qayta tuzish kiberhimoya sohasida muhim xususiyatlardan biridir. Sun'iy immun tizimlarining asosiy ustunligi - o'qitish jarayonidan yangi, noma'lum tahdidlarga javob qaytarish qobiliyati hisoblanadi. Biologik immunitet kabi sun'iy immun tizimi ham "o'ziniki" va "begonani" farqlashga asoslangan. Salbiy tanlov algoritmi normal faoliyatni "o'ziniki" deb qabul qilsa, "begona" faoliyatlarni aniqlash va bloklash uchun maxsus detektorlar yaratiladi [4].

Materiallar va usullar. Anomaliyalarni aniqlashga mo'ljallangan sun'iy immun tizimi modeli quyidagilarga asoslanishi kerak [5]:

- Gen kutubxonasi;
- Pre-detektorlar;
- Salbiy tanlov;
- Detektorlar to'plami;
- Klonal seleksiya.

Gen kutubxonasi sun'iy immun tizimi modellarida antigen yoki antidenelarni yaratish va mutatsiyalash uchun asos bo'ladigan algoritmik shablonlar to'plamidir. U tabiiy immun tizimdagi genetikka o'xshash tarzda, turli xil "immun elementlar"ni tahlil qilishga xizmat qiladi. Sun'iy immun tizimida gen kutubxonasi tizimning moslashuvchan va intellektual qismi hisoblanadi, u detektorlarning turli holatlarga tez moslashuvini ta'minlaydi. Axborot xavfsizligida, xususan anomaliyalarni aniqlashda, bu usul inson organizmidagi immunitetga o'xshash ravishda murakkab va yangi tahdidlarga javob qaytarish qobiliyatini hisoblanadi.

Pre-detektorlar bu sun'iy immun tizimida ishlatiladigan boshlang'ich, dastlabki shakldagi detektor elementlaridir, ya'ni ular hali to'liq funksional "antidene" sifatida ishlatishga tayyor emas, ammo muayyan ma'lumotlarga moslashtirish va o'rganish uchun tayyor holda bo'ladi (1-jadval).

1-jadval.

Pre-detektorlarning faoliyat jarayoni

Bosqich	Jarayon
1. Generatsiya	Gen kutubxonasidagi ma'lumotlar asosida turli pre-detektorlar yaratiladi
2. Solishtirish	Ular har biri ma'lumotlar bilan solishtiriladi
3. Tanlab olish	Kerakli va samarali pre-detektorlar tanlab olinadi
4. Mutatsiya	Kerak bo'lsa, ular mutatsiyaga uchratilgan holda qayta ishlanadi
5. Faollashtirish	Eng moslari "faol detektor"ga aylantiriladi va anomaliyani aniqlashda foydalaniladi

Demak, pre-detektorlar anomaliyalarni aniqlash uchun ishlatiladigan boshlang'ich detektorlar bo'lib, ular keyinchalik filtratsiya, mutatsiya va moslashuv jarayonlari orqali haqiqiy anomaliya detektorlariga aylantiriladi. Ushbu mexanizm tizimning o'zgaruvchan muhitga moslashuvchanligini va avtomatik tahlil imkoniyatlarini ta'minlaydi.

Salbiy tanlov algoritmi (Negative Selection Algorithm - NSA) - bu sun'iy immun tizimida foydalaniladigan asosiy algoritmardan biri bo'lib, "o'ziniki" va "begona" ma'lumotlarni farqlash uchun ishlatiladi. Algoritm inson immun tizimining T-hujayralarni tanlab olish mexanizmiga asoslanadi. Biologik immunitetda, T-hujayralar tanasiga tegishli (self) hujayralarni tanimasa, ular yo'q qilinadi. Xuddi shu prinsip sun'iy immun tizimida ham amalga oshiriladi.

Ushbu algoritmda jarayon quyidagicha amalga oshiriladi: avvalo, tizimdagi normal ma'lumotlar to'planadi va tahlil qilinadi hamda "o'ziniki" deb qabul qilinadi. Navbatda ko'plab tasodifiy detektorlar (antidene)lar yaratiladi va ular "o'ziniki" bilan solishtiriladi. Agar detektor "o'ziniki" ma'lumotiga juda yaqin kelsa, u yo'q qilinadi, aks holda detektorlar saqlanadi. Saqlangan detektorlar yordamida yangi kiruvchi ma'lumot tahlil qilinadi. Agar u "o'ziniki" ma'lumotga mos kelmasa, demak u anomal deb qabul qilinadi.

Sun'iy immun tizimlarida anomaliyalarni aniqlash uchun Detektorlar to'plami markaziy rol o'ynaydi. Detektorlar immun tizimidagi T-hujayralar yoki V-hujayralarga o'xshash funksiyani bajaradi, ya'ni "o'ziniki" va "begona"ni ajratishga harakat qiladi. Tizimga yangi ma'lumotlar kirib kelganda, Detektorlar to'plamidagi detektorlar yangi kiruvchi ma'lumotlarni doimiy ravishda tekshirib boradi. Salbiy tanlov algoritmidagi

jarayondan keyin "o'ziniki" bilan moslashmagan, aksincha "begona" ma'lumotlarni aniqlashga qodir bo'lgan detektorlarga Detektorlar to'plamida qoladi.

Klonal seleksiya biologik immun tizimining asosiy tamoyillaridan biri bo'lib, tanada mavjud bo'lgan himoya hujayralari - V-hujayralar yoki T-hujayra antitanachalardan faqatgina anomaliya bilan eng yaxshi moslashadiganlari tanlanadi va ularning soni ko'paytiriladi, ya'ni klonlashtiriladi. Shu orqali anomaliyaga qarshi kurashish qobiliyati kuchaytiriladi. Bu moslashish darajasi fitnes yoki affinity deb ataladi. Klonlashtirilgan detektorlar mutatsiyaga uchratiladi, ya'ni detektorlarning xususiyatlariga kichik, tasodifiy o'zgarishlar kiritiladi. Bundan maqsadi esa detektorlarning xilma-xilligini oshirish va anomaliyani yanada yaxshiroq taniy oladigan variantlarni ishlab chiqish hisoblanadi. Biologik immun tizimida bu jarayon antitanachalarning antigenga yanada kuchliroq bog'lanishiga olib keladi. Eng yaxshi moslashgan (fitnesi eng yuqori) mutant klonlar keyingi avlodga o'tadi, qolganlari esa yo'q qilinadi. Bu jarayon affinity maturation deb ataladi.

Muhokama va natijalar. Yuqoridagi model asosida turli amaliy loyihalarda anomaliyalarni aniqlashda foydalanilgan. Lysis, HP, STIDE va CIRD tizimlari shu kabi loyihalarga misol bo'ladi [6].

Lysis (Lymphatic System) - limfatik tizim asosida yaratilgan bo'lib, tarmoqqa suqilib kirishlarni aniqlash tizimidir (NIDS). U tarmoqning normal holatini "o'ziniki" deb qabul qiladi, tarmoq trafigini kuzatib, detektorlar yaratadi. Salbiy tanlov algoritmi orqali faqat "begona" namunalarni aniqlashga moslashgan detektorlarga saqlanib qoladi. Tizim yangi trafikni ushbu detektorlar bilan solishtirib, normal profildan har qanday chetga chiqishni anomaliya sifatida aniqlaydi [7].

HP (Host-based Protection/Policing) - himoya va nazorat yondashuvi asosida anomaliyalarni aniqlashga muvofiqlashtirilgan. Bunda foydalanuvchi yoki jarayonning normal profili yaratiladi. Ular fayl tizimiga kirish, jarayonlarning borio'i yoki tarmoq faoliyatidagi harakatlarni kuzatadi. Agar kuzatilgan ma'lumotlar normal profildan sezilarli darajada farq qilsa, bu anomaliya sifatida belgilanadi. Bu turdagi tizimlar ruxsatsiz kirish, zararli dasturlar yoki imtiyozlarni oshirishga urinishlarni aniqlashda foydalidir [8].

STIDE (State Transition-based Intrusion Detection) tizimda sodir bo'ladigan hodisalarning ketma-ketligini tahlil qiladi. STIDE tizimning normal faoliyati davomida dasturlarning ishlash ketma-ketligi, fayl operatsiyalari o'rganiladi va ularni holatlar grafi yoki ketma-ketligi modellashtiradi. Kuzatilayotgan hodisalar normal holat o'tishlariga mos kelmasa, u anomaliya sifatida qabul qilinadi. STIDE oldindan ma'lum bo'lmagan, yangi turdagi hujumlarni aniqlashda samarali hisoblanadi [9].

CIRD (Clustering-based Intrusion and Fraud Detection) klasterlashga asoslangan kirib kelish va firibgarlikni aniqlash tizimi hisoblanadi. U katta hajmdagi ma'lumotlar ichidagi o'xshash namunalarni guruhlash uchun mashinali o'qitish (Machine Learning)ning klasterlash usullaridan foydalanadi. CIRD ma'lumotlarni xususiyatlariga ko'ra klasterlarga ajratadi. Normal harakatlar odatda zich va katta klasterlarni tashkil etadi. Klasterlardan uzoqda joylashgan, hech qaysi klasterga aniq tegishli bo'lmagan ma'lumot nuqtalari anomaliya sifatida aniqlanadi [10].

2-jadval.

Lysis, HP, STIDE va CIRD tizimlarining solishtirma tahlili

Loyiha nomi	Asosiy yondashuv	Afzalliklari (kuchli tomonlari)	Kamchiliklari (zaif tomonlari)
Lysis	Salbiy tanlov algoritimga asoslangan	- Zero-day attacks aniqlashga qodir; - Dinamik moslashuvchanlik.	- Xatolik darajasi (False Positives); - O'rgatish vaqti; - Resurslarga yuqori talab.
HP (Host-based Protection/Policing)	Xostda profillashga asoslangan himoya tizimi	- Mayda tafsilotlarga e'tibor; - Ichki tahdidlarni aniqlash; - Aniqlik.	- Avvaldan profillash imkonsiz; - O'ta yuqori ma'muriy yuklama; - Keng qamrovli emas.
STIDE (State Transition-based Intrusion Detection)	Holat o'tishlarini tahlil qilishga asoslangan	- Zero-day attacks aniqlashga qodir; - Logik hujumlarni aniqlash; - Ma'noga ega anomaliyalar.	- Holatlarning murakkabligi; - Hisoblash yuklamasi; - Boshlang'ich o'rgatish.
CIRD (Clustering-based Intrusion and Fraud Detection)	Klasterlashga asoslangan	- Nazoratsiz o'rganish; - Yashirin namunalarni oppish. - Keng qo'llanish sohasi	- Optimal klaster soni; - Klasterlash algoritmi; - Tafsir qilish qiyinchiligi.

Xulosa. Sun'iy immun tizimlari anomaliyalarni aniqlash sohasida juda istiqbolli yondashuvlarni taklif etadi. Detektorlar to'plami va Klonal seleksiya kabi biologik ilhomlangan mexanizmlar tizimlarga noma'lum tahdidlarni aniqlash, moslashuvchanlik va o'zini-o'zi takomillashtirish imkoniyatini beradi. Lisys, HP, STIDE va CIFD kabi loyihalar bu nazariy yondashuvlarning amaliy qo'llanilishiga yorqin misol bo'lib, har biri anomaliyalarni aniqlash uchun o'ziga xos afzalliklarga ega. Kelgusida SITlarning boshqa mashinaviy o'rganish va sun'iy intellekt usullari bilan integratsiyasi anomaliyalarni aniqlash tizimlarining samaradorligini yanada oshirishi kutilmoqda. Detektorlar soni va xotira optimallashtirilsa, noto'g'ri signallar kamayadi. Aniqlik 95% gacha yetib boradi.

ADABIYOTLAR:

1. Azizjonovich, U. S., & Azizovich, U. B. (2024). Bioidentifikatsiya tizimlarini intellektuallashtirish mohiyati. *Science and innovation*, 3(Special Issue 50), 205-209.
2. Dostonbek, T., & Jamshid, M. (2023). Use of artificial intelligence opportunities for early detection of threats to information systems. *Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science*, 4(4), 93-98.
3. Хусанова, М. К., & Абдулхамидова, Н. К. (2024). Проблемы, Связанные С Аномалиями В Сетевом Трафике. *Miasto Przyszłości*, 55, 190-194.
4. Azizjonovich U. S. Kriptobardoshli kriptografik tizimlar va ularning klassifikatsiyasi //Al-Farg'oniy avlodlari. – 2023. – T. I. – №. 4. – C. 15-21.
5. Sadirova, X. X. (2025). IDS orqali tarmoqda bo'ladigan hujumlarni aqinlash usullari va tahlili. *Miasto Przyszłości*, 56, 298-302.
6. Azizjonovich, U. S., & Abdulhay, A. (2024). Axborot xavfsizligi tizimlarini intellektuallashtirish masalalari. *Al-Farg'oniy avlodlari*, 1(1), 4-10.
7. Liu, C. M., Zhang, Y., Hu, Z., & Xie, C. (2024). Artificial Immune Detection for Network Intrusion Data Based on Quantitative Matching Method. *Computers, Materials & Continua*, 78(2).
8. Liu, X., Yang, G., Wang, L., Fu, J., & Wang, Q. (2024). A novel immune detector training method for network anomaly detection. *Applied Intelligence*, 54(2), 2009-2030.
9. Umarov S. Study of necessary conditions of perfectly stable encryption algorithms //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2024. – T. 3147. – №. 1. – C. 030007.
10. Torquato, M., Maciel, P., & Vieira, M. (2025). Evaluation of time-based virtual machine migration as moving target defense against host-based attacks. *Journal of Systems and Software*, 219, 112222.
11. Barsha, N. K., & Hubballi, N. (2024). Anomaly detection in scada systems: A state transition modeling. *IEEE Transactions on Network and Service Management*.
12. Khan, A. Q., El Jaouhari, S., Tamani, N., & Mroueh, L. (2024). Knowledge-based anomaly detection: Survey, challenges, and future directions. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 136, 108996.
13. Umarov S. A. et al. The need and importance of using antiviral defense systems based on artificial immune systems //Miasto Przyszłości. – 2025. – T. 61. – C. 543-548.

IKKI KOMPONENTALI MUHITLARDA DIVERGENT KROSS-DIFFUZIYA
MASALALARINI SONLI MODELLASHTIRISH

Nizomiddinova Guli Sadriddin qizi,

Qarshi davlat universiteti, Matematika va kompyuter ilmlari fakulteti,
Amaliy matematika (sohalar bo'yicha) yo'nalishi magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada ikki komponentali muhitlarda kuzatiladigan divergent shakldagi kross-diffuziya jarayonlari matematik modellashtirish asosida tahlil qilingan. Bunday tizimlar komponentlar orasidagi o'zaro bog'liqlikni nolinear differensial tenglamalar orqali ifodalaydi. Modellashtirish jarayonida sonli usullar, jumladan, markaziy farqlar va chegaralangan hajmlar metodikasi asosida yechimlar ishlab chiqilgan. Sxemalarning barqarorligi, yaqinlashuv darajasi va fizik qonunlarga mosligi sinovdan o'tkazilgan. Kompyuterda o'tkazilgan simulyatsiyalar orqali komponentlarning harakati, konsentratsiyaning fazoviy-taqsimlanishi hamda diffuzion oqimlar evolyutsiyasi modellashtirilgan. Tadqiqot davomida to'liqlikni strukturaviy naqshlar va chegaraviy shartlarga sezuvchanlik kabi xususiyatlar aniqlangan. Olingan natijalar real muhitdagi diffuziya jarayonlarini, xususan, ekologik, biologik va kimyoviy tizimlarni o'rganishda qo'llash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: divergent diffuziya, kross-diffuziya, sonli modellashtirish, ikki komponentali muhit, differensial tenglamalar, finite volume usuli, markaziy farqlar metodi, barqarorlik tahlili, simulyatsiya natijalari, fizikaviy modellar.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ДИВЕРГЕНТНОЙ КРОСС-ДИФФУЗИИ В
ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СРЕДАХ

Аннотация. В данной статье на основе математического моделирования анализируются дивергентные кросс-диффузионные процессы, наблюдаемые в двухкомпонентных средах. Такие системы описывают взаимосвязь компонентов посредством нелинейных дифференциальных уравнений. В процессе моделирования были разработаны решения на основе численных методов, включая метод центральных разностей и метод конечных объемов. Были проверены устойчивость схем, степень сходимости и соответствие физическим законам. Движение компонентов, пространственное распределение концентрации и эволюция диффузионных потоков моделировались с помощью компьютерного моделирования. В ходе исследования были выявлены такие особенности, как волнообразные структурные структуры и чувствительность к граничным условиям. Полученные результаты позволяют изучать диффузионные процессы в реальных средах, в частности, в экологических, биологических и химических системах.

Ключевые слова: Дивергентная диффузия, кросс-диффузия, численное моделирование, двухкомпонентная среда, дифференциальные уравнения, метод конечных объемов, метод центральных разностей, анализ устойчивости, результаты моделирования, физические модели.

NUMERICAL MODELING OF DIVERGENT CROSS-DIFFUSION PROBLEMS IN TWO-
COMPONENT MEDIA

Abstract. In this article, divergent cross-diffusion processes observed in two-component media are analyzed based on mathematical modeling. Such systems represent the interrelationship between components through nonlinear differential equations. During the modeling process, solutions were developed based on numerical methods, including the central difference and finite volume methods. The stability of the schemes, the degree of convergence, and compliance with physical laws were tested. The motion of components, the spatial distribution of concentration, and the evolution of diffusion flows were modeled through computer simulations. During the study, features such as wave-like structural patterns and sensitivity to boundary conditions were identified. The results obtained allow for the study of diffusion processes in real environments, in particular, ecological, biological, and chemical systems.

Keywords: Divergent diffusion, cross-diffusion, numerical modeling, two-component medium, differential equations, finite volume method, central difference method, stability analysis, simulation results, physical models.

Kirish. Zamonaviy ilm-fan va texnologiyalarda diffuziya jarayonlarining modellashtirilishi muhim ahamiyat kasb etmoqda, ayniqsa, ikki yoki undan ortiq komponentali muhitlarda. Kimyo, biologiya, ekologiya, neft-gaz sanoatida ko'p komponentali tizimlarda modda almashinuvi — kross-diffuziya — jarayonlari ko'plab murakkab holatlarni keltirib chiqaradi. Ayniqsa, divergent shakldagi kross-diffuziya modeli an'anaviy diffuziya tenglamalaridan farq qiladi, chunki bu holatda har bir komponentning diffuziyasi faqat o'zining gradientiga emas, balki boshqa komponentlarning gradientiga ham bog'liq bo'ladi.

Bundan tashqari, mamlakatimizda ilm-fan rivojiga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ayniqsa, fundamental fanlarning – matematika, fizika, kimyo, biologiya kabi sohalarning chuqur o'rganilishi va ularning real hayotdagi amaliy masalalarni yechishga xizmat qiladigan yo'nalishlari dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Xususan, biofizik, kimyoviy, biologik va seysmologik jarayonlarning chuqur mohiyatini tushunish va ularni matematik modellashtirish orqali tahlil etish, hamda ushbu jarayonlarga oid noxiziqli matematik modellarning sonli va analitik yechimlarini ishlab chiqish ustuvor ilmiy yo'nalishlardan biri sifatida ko'zga tashlanmoqda [1; 759–792-b].

Shuningdek, to'liqlar tarqalishi, suyuqliklarning filtratsiyasi, biologik populyatsiyalarning o'zgarishi va issiqlik o'tkazuvchanlik kabi murakkab fizik-biologik hodisalarni matematik vositalar orqali modellashtirish hamda bunday modellarga asoslangan yechimlar ustida sonli va analitik tadqiqotlar olib borish keng ko'lamda amalga oshirilmoqda. Bu borada erishilgan ilmiy natijalar nafaqat nazariy jihatdan ahamiyatli, balki amaliyotda qo'llanilishi orqali ham dolzarbligini namoyon etmoqda.

Ayni vaqtda Respublikamizda “Matematik fizika, amaliy matematika va matematik modellashtirish” kabi fan yo'nalishlari bo'yicha xalqaro ilmiy mezonlarga mos tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu tadqiqotlarning asosiy vazifasi – nazariy modellarni yaratish va ularni amaliy muhitda qo'llash imkoniyatlarini kengaytirish, shuningdek, yuqori aniqlikdagi sonli algoritmlar yordamida real jarayonlarni modellashtirishga yo'naltirilgan ilmiy faoliyatni shakllantirishdan iborat. Shuni alohida ta'kidlash lozimki, yuqoridagi yo'nalishlar bo'yicha olib borilayotgan ishlar nafaqat Respublika miqyosida, balki xalqaro ilmiy hamjamiyatda ham katta qiziqish uyg'otmoqda. Bu esa O'zbekiston ilm-fan sohasining global maydondagi nufuzini oshirishga xizmat qilmoqda.

Jumladan, Prezidentimiz tomonidan 2017-yil 7-fevraldagi PQ-4947-son "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi Qaror qabul qilingan davlat hayotining barcha jabhalarida, xususan, fan, ta'lim, innovatsiya va axborot texnologiyalari sohasini zamon talablari asosida takomillashtirishni nazarda tutadi. Mazkur strategik hujjat, ayniqsa, ilg'or ilmiy yondashuvlarni joriy etish, zamonaviy texnologiyalarga asoslangan ilmiy-tadqiqot ishlarini rivojlantirishga keng yo'l ochdi.

Shu bilan birga, 2017-yil 17-fevraldagi PQ-2789-son “Fanlar akademiyasi faoliyati, ilmiy-tadqiqot ishlarini tashkil etish, boshqarish va moliyalashtirishni yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi Qaror orqali Fanlar akademiyasi faoliyatini modernizatsiya qilish, ilmiy-tadqiqotlarni boshqarish va moliyalashtirish mexanizmlarini takomillashtirish ustuvor vazifa etib belgilangan. Bu esa ilmiy izlanishlarning sifatli va natijador bo'lishiga turtki berdi.

Oliy ta'lim tizimining islohotlarini belgilovchi yana bir muhim hujjat — 2017-yil 20-apreldagi PQ-2909-son “Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi Qaror bo'lib, unda oliy ta'limda innovatsion ta'lim texnologiyalarini joriy etish, ilm-fan va ishlab chiqarish integratsiyasini chuqurlashtirish borasida amaliy choralar nazarda tutilgan. Ushbu hujjatlar doirasida yuqori malakali kadrlar tayyorlash hamda ularning ilmiy salohiyatini oshirish maqsad qilingan. Shuningdek, 2018-yil 27-apreldagi PQ-3682-son “Innovatsion g'oyalar, texnologiyalar va loyihalarni amaliy joriy qilish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi Qaror orqali innovatsion loyihalarni ishlab chiqish va ularni amaliyotga joriy qilish tizimi takomillashtirilgan bo'lib, bu qaror ham tadqiqotimiz mazmuniga to'g'ridan-to'g'ri taalluqlidir.

Matematika fanining davlat siyosatidagi o'rni va ahamiyati 2020-yil 7-maydagi PQ-4708-son “Matematika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy-tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi Qarorda alohida ko'rsatib o'tilgan. Unda matematika sohasida ta'lim sifati va ilmiy-tadqiqotlar samaradorligini oshirish bo'yicha kompleks chora-tadbirlar belgilangani, biz olib borayotgan matematik modellashtirishga doir izlanishlar uchun muhim me'yoriy asosdir.

Bundan tashqari, 2020-yil 6-oktabrdagi PQ-4851-son “Axborot texnologiyalari sohasida ta'lim tizimini yanada takomillashtirish, ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish va ularni IT-industriya bilan integratsiya qilish chora-tadbirlari to'g'risida”gi Qarorda axborot texnologiyalari sohasida ta'lim tizimini takomillashtirish, IT sohasini ilmiy tadqiqotlar bilan integratsiya qilish, zamonaviy raqamli innovatsiyalarni rivojlantirish asosiy vazifalardan biri sifatida qayd etilgan.

Yuqorida tilga olingan barcha normativ-huquqiy hujjatlar va dasturlar mazkur ilmiy maqolada ko'tarilgan mavzuning dolzarbligini oshiribgina qolmay, uni amalga oshirishda nazariy va amaliy jihatdan tayanch bo'lib xizmat qiladi.

Ushbu maqolada divergent kross-diffuziya tenglamalarini ikki komponentali muhitda sonli modellashirish usullari ko'rib chiqiladi. Masalaning matematik modeli, yechimni aniqlashda foydalanilgan differensial sxemalar, ularning barqarorligi, shuningdek, kompyuterda tajriba natijalari tahlil qilinadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot quyidagi metodologiyalar asosida olib borildi:

Matematik model: Divergent kross-diffuziya quyidagi PDE (qisqartirilgan) tizimi orqali ifodalanadi:

$$\begin{aligned}\partial u / \partial t &= \nabla \cdot (D11(u, v) \nabla u + D12(u, v) \nabla v) + f(u, v), \\ \partial v / \partial t &= \nabla \cdot (D21(u, v) \nabla u + D22(u, v) \nabla v) + g(u, v)\end{aligned}$$

bu yerda $u(x, t)$ va $v(x, t)$ — komponent konsentratsiyalari, — diffuziya koeffitsiyentlari.

Sonli usul: Masalani sonli yechishda sonli to'r qurildi. Vaqt bo'yicha Euler yoki Crank-Nicolson sxemasi, fazo bo'yicha Markaziy differensial sxemalar tanlandi.

Barqarorlik tahlili: Von Neumann usuli orqali sxemaning barqarorligi va yaqinlashuv sharti tekshirildi.

Python/Matlab dasturiy vositalarida simulyatsiya: Ilmiy hisoblashlar uchun kod yozilib, natijalar grafik va jadval shaklida chiqarildi [3; 1201–1227-b].

Shuni ham aytish joizki, gaz aralashmalaridagi har bir komponentning tarqalishi yoki diffuziyasi bir nechta omillar, xususan binar diffuziya koeffitsiyentlari orqali belgilanadi. Ushbu koeffitsiyentlar har bir ikki komponent orasidagi molekulyar o'zaro ta'sirni, ya'ni ularning bir-biriga qarshilik ko'rsatishini (drag kuchi) aks ettiradi. O'rta bosim ostidagi gaz aralashmalarida bu koeffitsiyentlar odatda aralashmaning tarkibidan mustaqil bo'ladi. Shuning uchun ular tizimdagi komponentlar o'zaro qanday harakatlanishini aniqlashda muhim rol o'ynaydi.

Bu boradagi mashhur tajribalardan biri 1962-yilda Duncan va Toor tomonidan o'tkazilgan. Ular vodorod (H_2), azot (N_2) va karbonat angidrid (CO_2) dan iborat ideal uch komponentli gaz aralashmasida komponentlarning tarqalishini o'rganganlar. Ushbu tajribada gazlar yopiq sistemada joylashtirilgan bo'lib, har bir komponent juftlikdagi boshqa gaz bilan turlicha diffuzivlikka ega ekani aniqlangan. Aniq raqamlar quyidagicha:

$$\begin{aligned}H_2-N_2 \text{ uchun: } D_{12} &= 83.3 \text{ mm}^2/\text{s} \\ H_2-CO_2 \text{ uchun: } D_{13} &= 68.0 \text{ mm}^2/\text{s} \\ N_2-CO_2 \text{ uchun: } D_{23} &= 16.8 \text{ mm}^2/\text{s}\end{aligned}$$

Ko'rinib turibdiki, karbonat angidrid va azot o'rtasidagi diffuziya eng sust kechadi, ya'ni ular orasidagi molekulyar qarshilik (friksion kuch) kuchliroq.

Tajribada azotning dastlabki konsentratsiyasi butun qurilma bo'ylab bir xil holatda saqlanadi, ammo vodorod va karbonat angidrid gazlari keskin konsentratsiya farqlari bilan joylashtirilgan. Bu katta gradientlar sababli, aynan H_2 va CO_2 tez harakatlanadi va kuchli diffuziya oqimlarini yuzaga keltiradi. E'tiborlisi shundaki, karbonat angidrid o'zining kuchli molekulyar qarshiligi sababli, deyarli harakatsiz turgan azotni o'zi bilan tortib ketadi. Bu hodisa "tepaga yo'nalgan diffuziya" deb nomlanadi — ya'ni gaz konsentratsiyasi kam bo'lgan hududdan ko'p bo'lgan hududga qarab harakat qiladi, bu esa klassik Fik qonuniga zid. Tepaga yo'nalgan diffuziya natijasida azot o'zining konsentratsiyasi doimiy bo'lishiga qaramasdan, CO_2 bilan birga oqib boradi. Vaqt o'tishi bilan bu oqimlar susayadi va tizim "diffuziya to'sig'i" deb ataluvchi holatga yetadi. Bu holatda azotning konsentratsiya gradienti va uni tortib ketayotgan CO_2 oqimi muvozanatga keladi.

Diffuziya to'sig'idan o'tgach, yana odatiy diffuziya hukmron bo'la boshlaydi: gazlar yuqori konsentratsiyali joydan past konsentratsiyali tomonga qarab harakat qiladi. Natijada, aralashma asta-sekin muvozanat holatiga yaqinlashadi.

Mazkur tajriba shuni ko'rsatadiki, klassik Fik qonuni barcha holatlarda to'g'ri natija bermaydi, ayniqsa ko'p komponentli aralashmalarda. Chunki u har bir komponentning harakatiga ta'sir qiluvchi friksion kuchlarni hisobga olmaydi. Shu sababli, bunday sistemalarni to'g'ri modellashirish uchun komponentlar orasidagi molekulyar o'zaro ta'sirni, ya'ni bir-birini tortishish xususiyatlarini e'tiborga olish talab etiladi.

Adabiyotlar tahlili. So'nggi yillarda ilmiy adabiyotlarda kross-diffuziya tizimlarini matematik modellashirishga oid izlanishlar ancha faollashgan. Xususan, ikki yoki undan ortiq komponentli muhitlardagi modda almashinuvi va ularning o'zaro ta'sirini ifodalovchi noan'anaviy differensial tenglamalar tizimlarini aniqlash va sonli jihatdan yechish muhim masalaga aylangan. Ayniqsa, divergent tuzilishdagi diffuziya modellarining aniqligi va barqarorligini ta'minlaydigan matematik yondashuvlar dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.

Masalan, Jünger, Portisch va Zurek tomonidan taqdim etilgan ilmiy ishda ko'p komponentli biologik tizimlarda kuzatiladigan noan'anaviy diffuziya harakatlarini tasvirlash uchun nolokal kross-diffuziya tizimi

taklif etilgan. Ushbu modelga asoslangan finite-volume (chegaralangan hajmlar) yondashuvi yordamida ularning yechimi sonli jihatdan tahlil qilingan. Bu usulning afzalligi shundaki, u massani saqlash, yechimni cheklash va fizik realizm tamoyillarini buzmasdan, yaqinlashuv kafolatini beradi. Bu holat maqolamizda ishlab chiqilgan differensial sxemalarning asoslanishini mustahkamlaydi.

Boshqa bir qiziqarli yondashuv Cancès va uning hamkorlari tomonidan ilgari surilgan bo'lib, ular harakatlanuvchi interfeyslar bilan bog'langan kross-diffuziya sistemalarini ko'rib chiqishgan. Ushbu yondashuv, ayniqsa, fazoviy chegaralari vaqt bo'yicha o'zgarib boruvchi muhitlarda komponentlarning o'zaro tarqalishini aniq modellashtirishga imkon beradi. Bu yondashuv bizning ishimizda ko'zda tutilgan chegaraviy shartlar va real muhitdagi fizik chegaralarni inobatga olishda muhim ahamiyatga ega bo'lishi mumkin.

Shuningdek, Dabaghi va Ehrlacher tomonidan taklif etilgan strukturani saqlovchi kamaytirilgan model (structure-preserving ROM) esa parametrik kross-diffuziya tizimlarida hisoblash samaradorligi va aniqligini uyg'unlashtirishga qaratilgan. Ular taklif qilgan metodika an'anaviy to'liq modellar bilan solishtirganda tezroq va resurs tejankor hisoblash imkonini beradi. Bu yondashuv maqolamizda ilgari surilgan differensial tenglamalarning amaliy ilovalarda real vaqtda modellashtirilishi uchun foydali asos bo'la oladi.

Yana bir dolzarb manba —Acta Applicandae Mathematicae jurnalidagi maqola bo'lib, unda eko-gidrologik muhitlarda kross-diffuziya jarayonlarining matematik asoslari va ularni numerik tahlil qilish usullari keng yoritilgan. Ushbu tadqiqot biologik va gidrologik tizimlar modellarining murakkab tuzilmalarini ifodalash imkonini beruvchi yondashuvlarni o'z ichiga olgan. Bu esa maqolamiz mavzusiga yaqin bo'lgan biologik populyatsiyalar, modda oqimi va ekologik tenglik bilan bog'liq tizimlarga ham tatbiq qilish imkonini beradi.

Umuman olganda, ushbu tahlil qilingan adabiyotlar divergent kross-diffuziya modellarining matematik shakllanishi, yechim topish algoritmlari, fizik interpretatsiyasi va kompyuter orqali realizatsiyasi borasida maqolamizga mustahkam nazariy va amaliy asos yaratadi. Bu yondashuvlar maqolada taqdim etilgan modellashtirish sxemalarining dolzarbligini yanada kuchaytiradi va ularni xalqaro metodologiyalar bilan uyg'unlashtiradi.

Muhokama va natijalar. Sonli simulyatsiya orqali quyidagi asosiy kuzatishlar aniqlandi:

Komponentlar o'zaro ta'siri natijasida diffuziya yo'nalishlari o'zgaradi, bu esa an'anaviy diffuziya modellarida ko'rinmaydigan murakkab strukturaviy naqshlarni hosil qiladi.

Dastlabki va chegara shartlariga juda sezuvchan bo'lib, ba'zi hollarda noaniq to'liq shakllari paydo bo'ladi.

Sonli sxema barqarorligi uchun Courant–Friedrichs–Lewy (CFL) sharti bajarilishi lozim:

$$\Delta t \leq h^2 / (2 \cdot \max(D_{ij}))$$

Ya'ni ikki komponentali muhitlardagi divergent shakldagi kross-diffuziya jarayonlarini matematik modellashtirish orqali ularning murakkab xatti-harakatlarini chuqur tahlil qilish imkonini berdi. O'rganilgan model komponentlar orasida yuzaga keluvchi o'zaro ta'sirlar va ularning fazodagi tarqalish dinamikasini ifodalovchi differensial tenglamalar tizimiga asoslangan. An'anaviy diffuziya modellaridan farqli o'laroq, bu yondashuv kross-diffuziya effekti sababli yuzaga keladigan nooddiy naqshlar va beqaror strukturaviy holatlarni ham qamrab oldi [9; 679–696-b].

Sonli hisoblashlar uchun tanlangan metodik yondashuvlar – xususan, markaziy farqlar va finite volume sxemalari – modelning yechimlarini aniq va barqaror olishda muhim rol o'ynadi. Ushbu usullarning tahlili natijasida sxemalarning barqarorligi Courant–Friedrichs–Lewy (CFL) sharti asosida sinovdan o'tkazildi va talab etilgan parametrlar oraliqlarida matematik jihatdan barqaror va fizikaviy moslikka ega bo'lishi isbotlandi.

Simulyatsiya natijalariga ko'ra, komponentlar orasida kross-ta'sir kuchaygan sari ularning konsentratsiya maydonida beqarorliklar, o'zgaruvchan strukturalar va fazoviy ajralishlar kuzatildi. Bu esa real tizimlarda, ayniqsa, biologik populyatsiyalar yoki kimyoviy reaksiyalarda kuzatiladigan holatlarga o'xshash model xatti-harakatlarini tasdiqlaydi. Grafik ko'rinishdagi natijalar komponentlarning vaqt davomida qanday tarqalishini, konsentratsiya gradientlari qanday shakllanishini va ular qanday to'liqlik naqshlar hosil qilishini aniq tasvirlab berdi. Tadqiqot davomida shuningdek, dastlabki va chegara shartlarning o'zgartirilishi modellashtirilayotgan tizim xatti-harakatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlashtirildi. Masalan, chegara shartlar asimmetrik berilganda komponentlar fazoda turlicha harakatlanib, tizimda o'ziga xos yo'nalishli oqimlar yuzaga keldi. Bu esa bunday modelda parametrlar tanlovi va fizik shartlarni to'g'ri belgilash zarurligini yana bir bor ko'rsatdi.

Umumlashtirilganda, divergent shakldagi kross-diffuziya modellarini sonli usullar asosida tahlil qilish komponentlar o'zaro ta'sirining murakkab tabiati haqida chuqurroq tasavvur hosil qilishga yordam berdi. Ushbu model va usullar ekologik muhitlar, reaksiya-diffuziya tizimlari va boshqa ko'p komponentali fizik

jarayonlarda keng qo'llanishi mumkin. Tadqiqot natijalari bu modellarni real amaliyotda qo'llash uchun puxta nazariy asos va sonli algoritmik yechimlar berishini ko'rsatdi [10; 1108–1117-b].

Xulosa. Ikki komponentali muhitlarda divergent shakldagi kross-diffuziya jarayonlarini modellashtirish masalasi ko'plab real hayotiy hodisalarni tushunishda kalit bo'la oladi. Tadqiqot natijalaridan quyidagi xulosalarga kelindi:

Divergent kross-diffuziya tizimlari oddiy diffuziya modellariga qaraganda ko'proq nolinear xatti-harakatlarga ega. Sonli metodlar yordamida bunday modellarni barqaror va aniq modellashtirish mumkin, lekin parametrlarning mos tanlanishi katta ahamiyatga ega.

Shuningdek, ikki komponentali muhitlarda sodir bo'ladigan divergent kross-diffuziya jarayonlarini modellashtirish nafaqat nazariy matematik qiziqish, balki amaliy muammolarning samarali yechimidir. Ushbu modellar yordamida komponentlar orasidagi murakkab o'zaro ta'sirlar, ularning fazoviy va vaqtinchalik tarqalish xususiyatlari aniq va chuqur tahlil etildi. Kross-diffuziya effektining mavjudligi komponentlar harakatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi, bu esa bir komponentning tarqalishi boshqa komponentning konsentratsiya gradientiga bog'liqligini isbotlaydi.

Tadqiqotda qo'llangan sonli metodlar — markaziy farqlar va chegaralangan hajmlar yondashuvi — modelning matematik barqarorligi, hisoblash aniqligi va fizik haqiqiylikni ta'minladi. Hisoblash natijalari orqali komponentlar o'rtasidagi kuchli kross-ta'sirlar natijasida yuzaga keladigan murakkab naqshlar, zonaviy taqsimotlar va konsentratsiya to'liqlari ochib berildi. Bu kabi holatlar real hayotdagi ko'plab tizimlarda, masalan, biologik to'qimalar, ekologik muhitlar, kimyoviy reaksiyalar yoki hatto iqtisodiy model tizimlarida uchrashi mumkin. Dastlabki va chegara shartlarning tizim xatti-harakatiga ta'siri alohida o'rganildi. Bu shartlarning ozgina o'zgarishi ham umumiy modellashtirish natijasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkinligi isbotlandi. Shu jihatdan, parametrlarni to'g'ri tanlash va ular ustida sezuvchanlik tahlilini olib borish modellashtirishning muhim bosqichidir.

Tadqiqotning natijalari va yondashuvlari kelgusida ko'p komponentali, nolinear va stoxastik tizimlarni chuqur o'rganish uchun tayanch vazifasini bajaradi. Bu esa nafaqat fundamental ilm-fan rivojiga, balki real muammolarni hal qilishga qaratilgan yechimlarni ishlab chiqishga xizmat qiladi. Bu model ekologiya, biotexnologiya va boshqa sohalarida qo'llanish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Kelgusi tadqiqotlarda ushbu modellarni ko'p o'lchovli holatga umumlashtirish, shuningdek, noaniqlik ostida modellashtirish (stoxastik diffuziya) yo'nalishlarida ishlash rejalashtirilmoqda.

ADABIYOTLAR:

1. Jünger A., Portisch S., Zurek A. *A convergent finite-volume scheme for nonlocal cross-diffusion systems for multi-species populations* // *ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, Vol. 58, No. 2, 2024. – B. 759–792. DOI: 10.1051/m2an/2024016
2. Cancès C., Cauvin-Vila J., Chainais-Hillairet C., Ehrlacher V. *Cross-diffusion systems coupled via a moving interface* // *arXiv*, submitted July 22, 2024. – 25 b. arXiv:2407.15457
3. Dabaghi J., Ehrlacher V. *Structure-preserving reduced order model for parametric cross-diffusion systems* // *ESAIM: M2AN*, Vol. 58, No. 3, 2024. – B. 1201–1227. DOI: 10.1051/m2an/2024026
4. Röhrig-Zöllner M., Zurek A. *On a Cross-Diffusion Model in Ecohydrology: Theory and Numerics* // *Acta Applicandae Mathematicae*, 2025. – 21 b. DOI: 10.1007/s10440-025-00708-y
5. Murillo J., García-Navarro P. *Robust and accurate modeling of two-component systems using advanced finite volume techniques* // *Journal of Computational Physics*, Vol. 442, 2021. – B. 110481. DOI: 10.1016/j.jcp.2021.110481
6. Liu Y., Sun H. *Stability and convergence of numerical schemes for strongly coupled cross-diffusion systems* // *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 393, 2021. – B. 125734. DOI: 10.1016/j.amc.2020.125734
7. Wu M., Xie B. *Numerical analysis of nonlinear cross-diffusion models using splitting techniques* // *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 197, 2022. – B. 489–504. DOI: 10.1016/j.matcom.2022.01.004
8. Chen L., Jünger A. *Analysis of cross-diffusion systems with entropy structure* // *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, Vol. 62, 2021. – B. 103384. DOI: 10.1016/j.nonrwa.2021.103384
9. Zhang Y., Li X. *Coupled reaction–cross-diffusion modeling in multiphase flow problems* // *Computational Geosciences*, Vol. 25, No. 3, 2021. – B. 679–696. DOI: 10.1007/s10596-020-10016-w
10. Ivanova N., Kuznetsov D. *Parallel computation of multicomponent diffusion problems using finite element methods* // *Procedia Computer Science*, Vol. 207, 2022. – B. 1108–1117. DOI: 10.1016/j.procs.2022.09.184

ТИПОЛОГИЯ И ОСНОВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ КОРПУСОВ

Нигматова Лолахон Хамидовна,

DSc, профессор кафедры русского языка и литературы

Бухарский государственный университет

nigmatovalolaxon@gmail.com

Аннотация. В статье представлено всестороннее рассмотрение современных лингвистических корпусов, их разновидностей и ключевых компонентов. Описаны исторические предпосылки появления корпусной лингвистики как самостоятельного направления, а также ее связь с прикладной и вычислительной лингвистикой. Предлагается классификация корпусов по различным критериям (формат данных, языковая охватность, функциональное назначение, временной аспект, разметка и др.), основанная на работах авторитетных исследователей. Особое внимание уделяется составляющим корпуса, таким как репрезентативность, сбалансированность, метаданные и лингвистическая разметка, которые обеспечивают научную ценность и достоверность результатов при анализе корпуса.

Ключевые слова: корпусная лингвистика, лингвистический корпус, типология корпусов, репрезентативность, сбалансированность, аннотация (разметка), метаданные, корпусные технологии, прикладная лингвистика.

TILSHUNOSLIK KORPUSLARINING TIPOLOGIYASI VA ASOSIY TARKIBIY QISMLARI

Annotatsiya. Maqolada zamonaviy lingvistik korpuslar, ularning turlari va asosiy tarkibiy qismlari atroflicha tahlil qilingan. Korpus tilshunosligining mustaqil yo'nalish sifatida paydo bo'lishining tarixiy shart-sharoitlari, shuningdek, uning amaliy va hisoblash tilshunosligi bilan aloqasi yoritib berilgan. Nufuzli tadqiqotchilarning ishlariga asosanib, korpuslarni turli mezonlar (ma'lumotlar formati, qamrab olingan tillar, funksional maqsadi, vaqt jihati, belgilash va boshqalar) bo'yicha tasniflash taklif etiladi. Korpusning reprezentativlik, muvozanatlilik, metama'lumotlar va lingvistik belgilash kabi tarkibiy qismlariga alohida e'tibor qaratilgan, chunki ular korpus tahlilida natijalarning ilmiy qiymati va ishonchliligini ta'minlaydi.

Kalit so'zlar: korpus tilshunosligi, lingvistik korpus, korpuslar tipologiyasi, reprezentativlik, muvozanatlilik, izohlash (belgilash), metama'lumotlar, korpus texnologiyalari, amaliy tilshunoslik.

TYPOLOGY AND MAIN COMPONENTS OF LINGUISTIC CORPORA

Abstract. The article presents a comprehensive examination of modern linguistic corpora, their varieties, and key components. It describes the historical prerequisites for the emergence of corpus linguistics as an independent field, as well as its connection with applied and computational linguistics. A classification of corpora based on various criteria (data format, language coverage, functional purpose, temporal aspect, annotation, etc.) is proposed, drawing on the works of authoritative researchers. Special attention is paid to corpus components such as representativeness, balance, metadata, and linguistic annotation, which ensure the scientific value and reliability of results in corpus analysis.

Keywords: corpus linguistics, linguistic corpus, corpus typology, representativeness, balance, annotation (markup), metadata, corpus technologies, applied linguistics.

Введение. «В последние десятилетия корпусная лингвистика сформировалась как динамично развивающаяся область прикладного языкознания, фокусирующаяся на изучении языковых закономерностей на основе больших массивов текстов» [1:198]. Несмотря на относительную молодость данной дисциплины, корпусный подход уже доказал свою эффективность в самых разных сферах: от теоретических исследований до практического обучения языкам. Ещё в 1990-е годы шло активное осмысление того, является ли корпусная лингвистика самостоятельной отраслью или частью вычислительной лингвистики. Как отмечает Т.В.Толстова, «термин «корпусная лингвистика» часто упоминается наряду с понятиями «прикладная лингвистика», «компьютерная (вычислительная) лингвистика», «инженерная лингвистика» и др.» [2:65], что подчёркивает междисциплинарный характер нового направления. Толстова акцентирует практическую ориентированность корпусной

лингвистики на решение конкретных задач, например, в преподавании делового английского языка, что сближает её с прикладным языкознанием. Аналогично А.С.Сырчина видит главную задачу корпусной лингвистики в «разработке общих принципов создания и структурирования корпусов текстов для их практического использования» [3:722].

Возникновение корпусной лингвистики связано с глобальной информатизацией: О.В.Нагель и А.В.Гуслякова отмечают, что «понятие «информационное общество», появившееся в 1960-х гг. в Японии и популяризированное у нас лекциями С.Гринбаума, подготовило почву для корпусных методов» [4:12]. К концу XX в. стало очевидно, что традиционные интуитивные подходы и работа с единичными примерами ограничены. Корпусная лингвистика предложила эмпирическое обследование больших массивов реальных текстов. Как подчеркивал Дж.Синклер, «корпус - это искусственно собранная исследователем совокупность зафиксированных речевых произведений множества людей, позволяющая объективно выявлять типичные языковые закономерности» [5: 61].

Методы и источники исследования. Исследование основано на систематическом анализе русско-, англо- и узбекоязычных работ по корпусной и компьютерной лингвистике, использованы сравнительно-типологический, индуктивный и описательно-аналитический методы, а динамика роста корпусов представлена графически. Теоретическую базу формируют труды В.П.Захарова, Н.В.Козловой, Г.Кеннеди, М.Солнышкиной, К.В.Копотева, Д.В.Сичинавы и др., эмпирическую - проекты Brown Corpus, LOB, Британский национальный корпус, Google Books Ngram. Источники включают учебники (Захаров; Kennedy).

Результаты исследования. Корпус - «собрание текстов одного или нескольких языков, связанных между собой определёнными параметрами» [6:82]. «Он хранится только в электронном виде, отбирается по правилам репрезентативности, снабжается унифицированной аннотацией и управляется программным менеджером» [7:73]. Его структура включает текстовый массив, метаданные, разметку и инструменты анализа.

Классификации опираются на ряд пересекающихся критериев В.П.Захарова, К.В.Копотева, Д.В.Сичинавы. По типу данных различают письменные и устные корпуса. Смешанный BNC содержит ≈ 90% письменных и 10% устных текстов. По языковой базе: монолингвальные (Национальный корпус русского языка), многоязычные и параллельные, такие как Parallel English-Russian Corpus. По жанру: референсные, специализированные (корпус юридических текстов), обучающий корпус, диахронические. По размеру: от 1 млн слов (Brown Corpus, LOB) через мега-корпусы второго поколения в 100 млн (BNC, Bank of English) к гига-корпусам третьего поколения в миллиарды слов (iWeb ≈ 14 млрд; NOW > 16 млрд). По доступности: открытые (Sketch Engine версии РНК), частично открытые (BNC), закрытые коммерческие. По аннотации: неразмеченные и размеченные; стандарты TEI обеспечивают единообразный XML-код.



Рис. 1. Рост объёма корпусов (в миллионах слов, логарифмическая шкала)

Динамика объёма демонстрирует экспоненциальный рост: от Brown Corpus (1961, 1 млн) к BNC (1994, 100 млн) и далее к iWeb/NOW, что, по Г.Кеннеди, отметило «переход ко второму поколению исследований» [8:112], а М.И.Солнышкина и Г.М.Гатиятуллина выделяют «нынешнее «третье»

поколение гига-корпусов» [9:136]. При этом специализированные средние по объёму проекты остаются востребованными, если обеспечивают высокое качество разметки и сбалансированность.

Обсуждение. Корпусная лингвистика переворачивает традиционный порядок «от теории к фактам». По В.В.Рыкову «она изучает язык не как систему, а в реальных реализациях; количественные методы подтверждают интуиции, а большие данные раскрывают скрытые коллокации» [7:27] - то, что, по словам Дж.Синклера, «ускользает» от отдельного читателя.

Репрезентативность и баланс критичны: корпус - уменьшённая копия языка. Потому Brown Corpus (1 млн слов) быстро уступил место BNC (100 млн) и гига-корпусам вроде NOW. Жанры распределяют пропорционально, а для анализа молодёжного сленга предпочтительнее специальный корпус твитов, нежели НКРЯ.

Ключевое отличие корпуса от простой коллекции - ТЕI-ориентированные метаданные и лингвистическая разметка (морфологическая, синтаксическая, семантическая и др.), позволяющие, мгновенно извлекать «говором» как сущ. тв.п. и тем самым обеспечивать воспроизводимость исследований.

Следует подчеркнуть, что разработчики придерживаются общих принципов маркировки, стремясь к совместимости меток разных корпусов. Первые инициативы стандартизации восходят к проекту ТЕI (с 1987 г.), объединившему специалистов по электронному представлению текстов. Благодаря этому сегодня корпусные форматы достаточно унифицированы. Широко используются стандартные теги <doc>, <head>, <p> для структуры, единая кодировка символов (Unicode), универсальные наборы частеречных тегов (UPOS для разных языков). Это позволяет использовать единые инструменты для разных корпусов. Впрочем, идеального единства нет, каждая команда создаёт разметку исходя из целей, но ведётся работа по согласованию стандартов (инициатива Universal Dependencies для синтаксиса и др.).

«На рубеже XX–XXI вв. наблюдается настоящий «корпусный бум» в лингвистике: во многих странах созданы национальные корпуса (британский, американский, российский, чешский, украинский и др.), специализированные корпуса профессиональных дискурсов, параллельные корпуса для переводов» [10:39]. В цифровую эпоху возникла идея использовать в качестве корпуса сам Интернет («web as corpus»). С одной стороны, сеть действительно предоставляет колоссальный объём текстов по запросу; с другой - как отмечают исследователи, нерегулируемое веб-пространство не обеспечивает воспроизводимости и точности лингвистических запросов. Поэтому сегодня подход трансформируется в концепцию «корпус как сеть», когда интернет-данные привлекаются, но проходят фильтрацию и структурирование, становясь частью корпуса. Разработаны инструменты вроде BootCaT - программного комплекса для автоматического сбора текстов из веб-поиска по заданным ключевым словам. Так можно быстро создать специализированный мини-корпус текстов по определённой тематике. Существуют и онлайн-конкордансеры, напрямую работающие с интернетом (WebCorp, Google Books Ngram Viewer и др.), позволяющие получать частотные данные из всего индекса сети. Однако из-за шумности веб-материалов (наличие опечаток, дублирования, нерабочих ссылок) такие методы требуют осторожности. Тем не менее, интеграция веб-технологий с корпусными постепенно углубляется.

Другой важный тренд, гуманизация интерфейса корпусных ресурсов. Если раньше корпуса были инструментом узких специалистов и имели аскетичные интерфейсы, то теперь разрабатываются удобные веб-платформы с визуализацией данных. Платформа Sketch Engine предлагает пользователям гибкие настройки отображения результатов: разные цвета для частей речи, опции форматирования вывода, экспорт графиков и таблиц частот. Такие функции делают работу с корпусом интуитивно понятной и привлекательной для широкой аудитории. Более того, корпуса выходят на мобильные устройства, отмечены успешные примеры мобильных приложений, основанных на корпусных данных, для изучения языков («Learn English Grammar» от Британского Совета и др.). По наблюдениям К.Джонса и Д.Валлера, «использование корпусов в формате MALU (Mobile-Assisted Language Use) открывает новые возможности самостоятельного обучения, позволяя учащимся прямо со смартфона обращаться к языковым примерам и статистике из корпусов» [11:41]. Всё это свидетельствует о том, что корпуса становятся всё более ориентированными на человека в плане удобства и пользы.

Наконец, отметим развитие корпусной лингвистики в Узбекистане. Если мировые языки давно обзавелись национальными корпусами, то Национальный корпус узбекского языка пока находится в стадии становления. Тем не менее, ведутся активные работы: создан опытный авторский корпус узбекской литературы, разрабатываются программы автоматического морфологического анализа узбекских текстов. В 2020 году запущен проект по конструированию узбекского национального корпуса (сайт uzbekcorpora.uz), где уже реализованы алгоритмы токенизации, лемматизации и части

речи. Ожидается, что полноценный узбекский корпус станет важным ресурсом для лингвистов и облегчит создание словарей и учебных материалов на национальном языке.

Закключение. Корпусная лингвистика стала признанным инструментом современных исследований. Компьютеры позволили перейти от единичных примеров к анализу больших электронных корпусов, отражающих реальное речевое использование. Разнообразие корпусов удовлетворяет как академические, так и прикладные нужды, от грамматики до машинного перевода. Ключевые компоненты - сбалансированные тексты, метаданные и лингвистическая разметка - обеспечивают репрезентативность и точность анализа. Корпусные методы дополняют традиционные, повышая объективность выводов и открывая новые языковые явления. С ростом объёмов данных и упрощением доступа корпусный подход будет распространяться ещё шире, укрепляя эмпирическую и количественную основу языкознания.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Чилингарян К. П. *Корпусная лингвистика: теория vs методология* //Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Теория языка. Семиотика. Семантика. – 2021. – Т. 12. – №. 1. – С. 196-218.
2. Толстова Т. В. *Корпусная лингвистика в обучении английскому языку делового общения* //Вопросы прикладной лингвистики: сборник научных трудов.–М.: Российский университет дружбы народов. – 2009. – С. 63-67.
3. Сырчина А. С. *Возможности использования методов корпусной лингвистики при переводе* //Экономика и социум. – 2016. – №. 4-2 (23). – С. 720-724.
4. Гусякова А. *Информационные технологии и лингвистика XXI века.* – Litres, 2017.
5. Sinclair J. *Corpus, concordance, collocation* //(No Title). – 1991.
6. Козлова Н. В. *Лингвистические корпуса: определение основных понятий и типология* //Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2013. – Т. 11. – №. 1. – С. 79-89.
7. Рыков В. В. *Корпус текстов как новый тип словесного единства* //Труды Международного семинара Диалог-2003.–М.: Наука. – 2003.
8. Kennedy G. *An introduction to corpus linguistics.* – Routledge, 2014.
9. Солнышкина М. И., Гатиятуллина Г. М. *История развития корпусной лингвистики (на примере англоязычных корпусов)* //Вестник Томского государственного университета. Филология. – 2020. – №. 63. – С. 132-160.
10. Solnyshkina M. I., Gatiyatullina G. M. *The history of corpus linguistics (on the example of the english language corpora)* //SCOPUS19986645-2020-63-SID85087067769. – 2020.
11. Jones C., Waller D. *Corpus linguistics for grammar: A guide for research.* – Routledge, 2015.

SHODMON SULAYMON SHE‘RIYATIDAGI AYRIM TURG‘UN VA ERKIN
O‘XSHATISHLAR TADQIQI

Mavlonov Shavkat Shuhratovich,

Buxoro davlat universiteti

O‘zbek tilshunosligi va jurnalistika kafedrası

mustaqil tadqiqotchisi,

Asadov To‘lqin Hamroyevich,

Buxoro davlat universiteti

O‘zbek tilshunosligi va jurnalistika kafedrası dotsenti, f.f.n.

Annotatsiya. Mazkur maqolada buxorolik iste‘dodli shoir Shodmon Sulaymon ijodidagi bir qancha turg‘un hamda erkin o‘xshatishlar tahlilga tortilgan. Dastlab o‘xshatish hodisasining jahon hamda o‘zbek tilshunosligidagi tadqiqi haqida qarashlar bayon etilgan. So‘ngra o‘xsahtish hodisasining turlari va uning o‘ziga xos xususiyatlari nazariy jihatdan ochib berilgan. Shuningdek, Shodmon Sulaymon she‘riyatidagi o‘xshatishlar va ularning yigirmaga yaqin mavzuiy guruhlar tuzib chiqilgan, har bir guruh yetarli misollar bilan dalillangan, asosli xulosalar chiqarilgan.

Kalit so‘zlar: o‘xshatish, badiiy tasvir vositasi, tashbeh, turg‘un o‘xshatish, erkin o‘xshatish, o‘xshatish subyekti, o‘xshatish asosi, o‘xshatish etaloni, o‘xshatish vositasi.

A STUDY OF SOME STATISTICAL AND FREE SIMILITIES IN THE POETRY OF
SHADMON SULAIMON

Abstract. This article analyzes a number of stable and free similes in the work of the talented Bukhara poet Shodmon Sulaymon. First, views on the study of the phenomenon of simile in world and Uzbek linguistics are presented. Then, the types of the phenomenon of simile and its specific features are theoretically revealed. Also, similes in the poetry of Shodmon Sulaymon and their about twenty thematic groups are compiled, each group is substantiated with sufficient examples, and reasonable conclusions are drawn.

Keywords: simile, means of artistic depiction, allegory, stable simile, free simile, subject of simile, basis of simile, standard of simile, means of simile.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СВОБОДНЫХ ПОДОБИЙ В
ПОЭЗИИ ШАДМОНА СУЛАЙМОНА

Аннотация. В данной статье анализируется ряд устойчивых и свободных сравнений в творчестве талантливого бухарского поэта Шодмона Сулаймона. Вначале излагаются взгляды на изучение феномена сравнения в мировой и узбекской лингвистике. Затем теоретически раскрываются виды феномена сравнения и его особенности. Также выделяются сравнения в поэзии Шодмона Сулаймона и их около двадцати тематических групп, каждая из которых обосновывается достаточным количеством примеров, и делаются обоснованные выводы.

Ключевые слова: сравнение, средства художественного изображения, аллегория, устойчивое сравнение, свободное сравнение, субъект сравнения, основа сравнения, эталон сравнения, средства сравнения.

Kirish. Tilshunoslikda o‘xshatish hodisasi, uning nazariy jihatlari, lingvistik tabiati bir qator olimlar tomonidan atroflicha o‘rganilgan. Mazkur hodisa jahon tilshunosligida V.Vinogradov, D.Ashurova, V.Obrazsova, S.Nevelova, E.Nekrasova [1;11;12;13;15], o‘zbek tilshunosligida esa Atoullloh Husayniy, A.Fitrat, R.Qo‘ng‘urov, A.Hojiahmedov, M.Mukarramov, Y.Is‘hoqov, N.Mahmudov, M.Yoqubbekova kabi olimlar tomonidan tadqiq etilgan [2;3;4;5;7;8;10;14;16]. O‘xsahtish va u bilan bog‘liq ilmiy-amaliy tadqiqotlar bugungi kunda ham faol davom etmoqda. O‘zbek leksikografiyasida o‘xsahtishlar izohli lug‘atining yaratilgani ham mazkur hodisa bilan bog‘liq ishlarning tadrijiy rivojini ko‘rsatuvchi muhim dalil bo‘la oladi [6].

Ikki va undan ortiq narsa yoki tushunchani o‘xshash yoki farqli jihatlarini aniqlash maqsadida foydalanilgan o‘xshatish inson faoliyati, turmushining barcha jabhalarida kuzatiladi, aslida. Bu tarzda

mantiqiy kategoriya tilda ham o'z aksini topadiki, buni tadqiq etish ko'pgina fanlar qatori filologiya fani oldidagi vazifalardan biri sanaladi.

Asosiy qism. O'xshatish hodisasi o'zbek tilida quyidagi yo'llar orqali yuzaga kelishi manbalarda keng izohlanadi: a) o'xshatish vositalarisiz hosil bo'lish; b) morfologik (grammatik) usul bilan hosil bo'lish; d) leksik usul bilan hosil bo'lish; e) sintaktik usul bilan hosil bo'lish. Biz bu o'rinda Shodmon Sulaymon she'riyati misolida o'xshatishning morfologik (grammatik) hamda leksik usul bilan hosil bo'lishiga to'xtalamiz. Agglyutinativ tabiatli o'zbek tilida qo'shimcha shakllar orqali yuzaga kelgan o'xshatishlar sifat va miqdor jihatdan o'ziga xos tabiatga ega. Bunda *-day*, *-dek*, *-dayin*, *-simon*, *-namo*, *-larcha*, *-ona* kabi o'xshatish, qiyoslashni yuzaga keltiruvchi shakllar borki, manbalarda ular "sifatlovchi affiksalar" tarzida baholanadi. Bularning *kabi*, *singari* va boshqa o'xshatish mazmunidagi leksik vositalar bilan sinonimlikka kirisha olishi ham ularni o'xshatishning morfologik vositalari deb xulosa chiqarishimizga asos bo'ladi.

O'xshatishlarni hosil qiluvchi leksik vositalarga *kabi*, *singari*, *misli*, *misoli*, *bamisoli*, *yanglig'*, *sifat*, *shakl* kabi ko'makchilar (sof yoki vazifadosh ko'makchilar); *go'yo*, *go'yoki* bog'lovchilari; *xuddi*, *naq* yuklamalari; o'xshamoq fe'li, *shakl* oti, *teng* sifati ishtirok etadi. Umuman, o'xshatish leksik vositalarining erkin o'xshatish etaloniga munosabati jihatidan ikkiga bo'lib o'rganish mumkin: a) o'xshatish vositasidagi yordamchi leksemalar; b) o'xshatish vositasidagi mustaqil leksemalar. Ayrim o'xshatish vositalari bugungi kunda eskirgan, masalan, *baqyni* so'zi bunga misol bo'la oladi.

O'xshatish tasviriy vosita sifatida ham tilshunoslikda, ham adabiyotshunoslikda keng o'rganilgan bo'lib, mazkur hodisa badiiy va so'zlashuv nutqida bayon qilinayotgan narsa-hodisa haqida tinglovchiga yanada kengroq ma'lumot berish, predmet-hodisa, belgi-xususiyat, harakat-holat ostidagi ma'no va tushunchaning kengroq ko'lamdagi obrazini chizishga xizmat qila olishi bilan xarakterlanadi. Badiiy asarda tashbeh (ya'ni *arabcha* – o'xshatish) uning matndagi mas'uliyati yanada yuqoriroq bo'ladi, bunda o'xshatishlar obraz yaratishga xizmat qiladi. Nutqning ta'sirchanligi, ifodaviyligi, obrazlilikini oshirib, shoir va yozuvchilarning iste'dodi o'z asarlarida o'xshatishlardan sifat va miqdor jihatdan o'rinli foydalanganlik darajasi bilan ham belgilanadi.

Yana bir holat borki, bu o'xshatishlarning ifodaviyligi bilan uyg'un. Obraz yaratish, ifodaviylikka erishish nuqtayi nazaridan an'anaviy, turg'un o'xshatishlar doim ham yuqori mavqega ega bo'lavermaydi, ya'ni yuzni oyga, qizni gulga qiyos qiluvchi doimiy o'xshatishlar borki, ular allaqachon ham emotsionallik, ham baholash qimmatini bir qadar yo'qotgan [14,42]. Bu kabi turg'un, barqaror, an'anaviy o'xshatishlar lisoniy hodisa sifatida lug'atlar qamrovida bo'lib, ideomalashgan birliklar safidan o'rin olgan. Ularning ta'sirchanlik imkoniyati erkin o'xshatishlarga nisbatan susaygan bo'ladi.

Erkin o'xshatishlar bevosita muallif nutqi neologizmlari (individual-uslubiy neologizmlari) ning bir ko'rinishi hisoblanadi. Bilamizki, badiiy matnning lingvopoetik tahlili jarayonida tadqiqotchi oldida ijodkor qalamiga mansub individual jihatlar, ijodkor individual uslubiga xos bo'lgan struktural o'zgarishlar, ijodkorning individual nutq uslubini ochib berish vazifasi ham ko'ndalang turadi. Badiiy asarlarda individual xususiyatlar asarning badiiy qimmatini belgilovchi asosiy o'lchovlardan biridir. Agar asar uslubida individuallik sezilmasa, badiiy asar trafaret, badiiy sayoz asar sifatida tasavvur qilinadi [17,33]. Shu jihatdan qarasak, o'xshatishlarning bir turi sanaladigan muallif o'xshatishlari – erkin o'xshatishlar badiiy asar uchun yuqori mavqe egallaydi. Ular ijodkorning nafaqat shoir va yozuvchi sifatidagi iste'dodini, til bilimlaridan foydalanib asar yaratishdagi mahoratini, balki keng dunyoqarashi, mushohadasini ham ko'rsatib turuvchi omil sanaladi. Aslida, ijodkor uchun til yaratishdan murakkab yumush yo'q. Vaholanki, muallif nutqi neologizmlari sanaladigan yangi-yangi nutqiy yasama so'zlar, iboralar, tasviriy ifodalar, ko'chimlar, troplar, o'xshatishlar o'zining ohorlilik, betakrorligi bilan badiiy asar tili uchun qudratli kuch sanaladi.

Buxoro zaminidan ko'plab iste'dodli shoir va yozuvchilar yetishib chiqqanligini keng izohlashga hojat yo'q. Shunday ijodkorlardan biri Shodmon Sulaymonov bo'lib, u yaratgan badiiy asar namunalari keng kitobxonlarga ma'lum va mashhurdir. Shoir Shodmon Sulaymon adabiyotshunos olim bo'lishi bilan birga, tom ma'noda tilshunos hamda tilsevar ijodkor ham. Uning ijodidan bahramand bo'lgan har bir kitobxon bunga amin bo'lgan hamda bu haqiqatni e'tirof etgan. Biz bu o'rinda shoir qo'llagan o'xshatishlardan ayrimlarini tahlilga tortishni maqsad qildik.

Shodmon Sulaymon she'riyatida ham turg'un, ham erkin (novator) o'xshatishlardan o'rinli foydalanganligiga guvoh bo'lamiz. Ayrim misollarni kuzatamiz: 1. *Sen shoirni tushun, nogahon/ Kulfat uni etganda ta'qib/ Zir yugurib izlasa imkon/ Tish qayrama misoli* raqib. ("Muhammad Yusuf") 2. *Kuzgi yaproq misol titrab turibman/ Jonim, o'zing meni hayotga qaytar.* ("Kuz xayoli") 3. *Sen bahorsan, tillari biyron/ Beg'uborsan, ko'kday bepoyon/ Kexsa tutga suyangan rayhon...* ("Sen va men") 4. *She'riyat misoli* kapalak – *Puflasang, singaydir qanoti.* ("She'riyat") 5. *Sen otamning ko'ksidagi mangu og'riq/ O'g'lim tutgan bayroq kabi* azizdarsan/ *Mangu orzu, mangu matlab, mangu armon/ Yodginangdan aylanayin, Buxorojon.* ("Aylanayin, Buxorojon") 6. *Sen pokiza qaldirg'ochimsan/ Onam taqqan ko'zmunchog'imsan/ Ishqdek* toza

ovunchog'imsan... ("Sen va men") Ko'rinadiki, shoir turg'un, ya'ni an'anaviy o'xshatishlardan o'rinli foydalanish bilan birga, ijodkor sifatida o'zi ham yangi-yangi o'xshatishlar yaratgan. Mazkur 1-,2-,3-misollardagi o'xshatishlar barqaror o'xshatishlar sanalsa, 4-,5-, 6- misolarda esa muallif yaratgan yangicha o'xshatishlarga guvoh bo'lamiz. She'riyatning *kapalakka*, ona zamin – Buxoroning *bayroqqa*, seviklining *ishqqa* qiyosi o'ziga xos yangicha, navator o'xshatish sanaladi. Mazkur qiyoslarning o'xshatishlar lug'atida [6] mavjud emasligi ham ularning nutqiy hosila ekanligidan dalolat beradi. Masalan, 4-,5-parchalarni kuzatadigan bo'lsak, undagi o'xshatish konstruksiyasi quyidagicha: o'xshatish subyekti – *she'riyat*, o'xshatish asosi – *nafislik*, *noziklik*, o'xshatish etaloni – *kapalak*, o'xshatish vositasi – *misoli* ko'makchisi; 5-misolda: o'xshatish subyekti – *Buxoro*, o'xshatish asosi – *azizlik*, *muqaddaslik*, o'xshatish etaloni – *bayroq*, o'xshatish vositasi – *kabi* ko'makchisi. Bir dalil ahamiyatli, 4-misolda qo'llangan o'xshatish konstruksida o'xshatish asosi implitsit, 5-misolda esa eksplitsit (*aziz* so'zi) tarzda ifoda etilgan. Bu holatni shoirning badiiy niyati sifatida baholash mumkin, nazarimizda.

Erkin o'xshatishlar ijodkorlar tomonidan favqulodda yaratilgan nutqiy hosilalar hisoblanib, okkazional xarakterda bo'ladi. Ular vaqt o'tishi bilan umumiste'moldagi o'xshatishlarga aylanishi, lug'atlardan o'rin egallashi mumkin. Aks holatda ma'lum bir asar doirasida qolib ketadi. Mazkur holatni tilning ijtimoiyligi bilan izohlash mumkin. Umuman, erkin o'xshatishlar ijodkor mahoratini ko'rsatuvchi omillardan biri hisoblanadi [9,20]. Ijodkorlikning yuqori mavqeyi sifatida yuzaga chiqadigan erkin o'xshatishlar uslub talabi, lisoniy kontekstda fikr ifodasida ehtiyoj, zarurat mahsuli bo'lib yuzaga chiqadi. Shuningdek, ular nutqning ifodaviyligi, obrazlilikini ta'minlashga qo'l keladi. Bir so'z bilan aytganda, novator o'xshatishlar ko'pincha subyektiv sabablarga ko'ra yuzaga keladi. Nafaqat erkin o'xshatishlar, balki individual nutq neologizmlarining barchasi, asosan, subyektivlik bilan bog'liq.

Sodmon Sulaymon qo'llagan o'xshatishlarning mavzuviy guruhi keng qamrovli bo'lib, bunda qiyos vositasining o'xshatish etaloniga munosabatiga ko'ra quyidagicha tasnifni keltirish mumkin:

1. Tarixiy shaxs nomlariga: *Tur, olg'a bos, el o'g'li, adolat – shioringdur – Temur bobomdek Sohibqironlar sasi kelgay*. ("Kamronlar sasi kelgay") Yozma, gar **Samandar Vohidiy misol** – Gulga burkamasang umr charbog'in. ("Shoirlik")

2. Afsonaviy shaxs va narsa nomlariga: **Havo yanglig'** Odam izlab ko'kka uchgan kabutarim/ Bu savdolar, bu savdolar senga aslo tanishmasmi? ("Maktub") *Hijron toshlar otsa, qalandar/ Armon o'tlar yoqsa, sitamgar/ Nur taratib misli samandar/ Kul ichida yaxshi ko'rasiz*. ("Yaxshi ko'rasiz")

3. O'rin-joy otlariga: *Sarhadlardan shoshib qaytaman/ Daryo misol toshib qaytaman/ Erta Xudoga ham aytaman: Meni juda yaxshi ko'rasiz*. ("Yaxshi ko'rasiz") *Sen bahorsan, tillari biyron/ Beg'uborsan, ko'kday bepoyon/ Keksa tutga suyanagan rayhon...* ("Sen va men")

4. Joy nomlariga: *Navoiy va Bobur. Bobur, Navoiy – Sayqal Samarqand-u zebo Buxoro/ Yanglig' dil ko'kida porlaydi boqiy/ Falak ayvoniga bergancha oro*. ("Navoiy va Bobur") *Dunyo minbaridan dunyoga boqqan/ Qadim Zarafshondek hayqirib oqqan/ ...Ona tilim, baxting muborak bo'lsin*. ("Ifitor")

5. Shaxs otlariga: *Jilmaysam yig'laysiz, yig'lasam kulib...*/ *Bo'lmasmi odamga o'xshab yashasak*. ("Seni do'st deyinmi va yo dushmanim") *Qatra yoshmi yoki shabnam yonog'ingda/ Onangdayin asta o'par qarog'ingdan*. ("O'zbekiyot") *Zir yugurib izlasa imkon/ Tish qayrama misoli raqib*. ("Muhammad Yusuf")

6. Narsa-buyum nomlariga: **Qor misol** beg'ubor, **qor kabi** uyg'oq/ *Yurtim, oq tonglaring buncha munavvar*. ("Yangi yil tilaklari") *Kuzgi yaproq misol titrab turibman/ Jonim, o'zing meni hayotga qaytar*. ("Kuz xayoli")

7. Modda-ma'dan nomlariga: *Ishqing sharobidan aylagandik no'sh/ Dardlari sochildi misoli kumush*. ("Girya") *Xush xabar keldi vatanga, misli gavhar shamchiroq/ Bo'lg'usi dillar nurafshon, kulgusi g'amdin yiroq*. ("Xush xabar keldi")

8. Hayvon nomlariga: *Uzoqlashishni kutar ekan yuragi yomonlog'on otdek tipirchilar edi*. (A.Qodiriy, "O'tkan kunlar")

9. Qush nomlariga: *Shoirlik – baxt, misoli bulbul/ Bog'lar kezib, tanlaysan so'zni*. ("Shoirning armoni") *Biri keldi uzukka nuqra ko'zdek/ Xiromlar ayladi hindiy tovusdek*. ("Buyuk ipak yo'li")

10. O'simlik nomlariga: *Keling, ifor sochgan guldek muattar/ Keling, Siz tufayli totlidir hayot*. ("Izhor")

11. Hasharot nomlariga: *G'imirlaydi xuddi qumursqa/ Toshim olib ketaymi, dunyo!* ("Havolandim yolg'onlaringdan")

12. Yegulik va ichimlik nomlariga: **Sharob kabi** ichdim tomchilab/ *Telba charxning anduhlarini*. ("Motsart. So'nggi sonata")

13. Fazoga aloqador so'zlarga: *Ma'yus-ma'yus termulasan Oy balqigan hovuzlarga/ Og'ushimda Oydek balqi, termulgancha yulduzlarga*. ("Maktub") *Muhabbat qo'shig'in kuylar jo'ravoz/ quyoshdek bag'rikeng yurt insonlari*. ("Bu yurtda tug'ulmoq...")

14. Mavhum ma'noli so'zlariga: Yukunsang, *ko'ngilday bu go'zal chog'larga/ She'r aytsang, oh urib tinglasa kunduzlar.* ("So'nggi parvoz") *Go'yo mudrab yotgan turkona jur'at/ Porladi Alisher yoqqan chiroqda.* ("Ona tilim") *Dalli shoir muallim darsi/ Tuyuladi misoli ertak.* ("Katta tanaffus") *Sen pokiza qaldirg'ochimsan/ Onam taqqan ko'zmunchog'imsan/ Ishqdek toza ovunchog'imsan...* ("Sen va men")

15. Afsonaviy qahramonlarga: *Telba Majnunga qiyos aylar meni ko'rgan kishi/ Og'rinib hol so'rga-yu, ul Laylilar – sog'lar kular.* ("Men agar...")

16. Bayram nomlariga: *Go'zal iforlaring taralsin, ko'klam/ Yurtim, har bir kuning Navro'zdek bo'lsin.* ("Ko'klam quvonchi")

17. Harakat-holat ma'noli so'zlar: *Kecha – tog'ni yiqqudek chog'lar/ Bugun sochda ko'paydi oqlar.* ("Eski xirgoyi")

Kuzatishlar ko'rsatadiki, shoir qo'llagan o'xshatishlarning aksariyati metaforik xarakterga ega. Masalan: 1. *Yosuman misoli sochimni silayman/ Yig'lasam sevinib, sevinam yig'laysan.* ("Araz") 2. *She'riyat misoli kapalak – / Puflasang, singaydir qanoti.* ("She'riyat")

Shoirning *"Men agar so'z so'ylasam ohlar urib, tog'lar kular"* misrasi bilan boshlanuvchi g'azalida o'xshatish vositasining qo'shma shakliga, ya'ni "qiyos aylamoq" ko'rinishiga guvoh bo'lamiz. Mazkur vosita tarixiy mazmunda yozilgan asarlardagina kuzatiladi: *Telba Majnunga qiyos aylar meni ko'rgan kishi/ Og'rinib hol so'rga-yu, ul Laylilar – sog'lar kular.*

Xulosa. Umuman, Shodmon Sulaymon she'riyatidagi o'xshatishlar tahlili quyidagicha xulosalar chiqarishimizga asos bo'la oladi:

- shoir ham an'anaviy, ham erkin o'xshatishlardan o'rinli foydalana olgan. Shodmon Sulaymon ijodidagi muallif nutqi neologizmi sanaladigan erkin o'xshatishlar qo'llanishida hech qanday sun'iylik, zo'r-bazo'rakilik sezilmaydi. Ularning maqsadli qo'llanganligiga guvoh bo'lamiz;

- shoir qo'llagan o'xshatishlar keng mavzuviy doirada bo'lib, ularni yigirmaga yaqin tur ostida tasniflash va tavsiflash mumkin;

- ijodkor qo'llagan erkin o'xshatishlar konstruksiyasida qiyos asosi ba'zida eksplitsit, ba'zida implitsit tarzda kelganligi kuzatildi. Bu holatni shoirning badiiy niyati, ko'zlagan maqsadi bilan bog'lash mumkin.

- shoirning tarixiy mavzuda yozilgan she'rlarida o'xshatish vositalasining tarixiy shakllari ham qo'llanganligi kuzatiladi.

ADABIYOTLAR:

1. Ашурова Д.У. Лингвистическая природа художественного сравнения: Автореф.дис. ...канд.филол.наук. – Москва, 1970. – С. 23.

2. Фитрат. Адабиёт қоидалари. Танланган асарлар. 5 жилдди. (4-жилд). –Т.: Маънавият, 2006. – 187 б.

3. Ҳожиаҳмедов А. Мумтоз бадийят малоҳати. –Т.: Шарқ, 1999. – 240 б.

4. Хусайний А. Бадойиъ ус-санойиъ. –Т.: Адабиёт ва санъат, 1981. – 132 б.

5. Исҳоқов Ё. Таибеҳ. // Ўзбек тили ва адабиёти, 1970, № 4. – Б. 27-33.

6. Маҳмудов Н., Худойберганаева Д, Ўзбек тили ўхшатишларининг изоҳли лугати. –Т.: Маънавият. 2013. – 320 б.

7. Mahmudov N. O'xshatishlarning til va nutqdagi o'rni./ Til tilsimi tadqiqi. –Т.: Mumtoz so'z, 2017. – 120 б.

8. Mahmudov N. O'xshatishlarda milliy mentalitet jozibasi. // Til va adabiyot ta'limi. 2019, № 2. – Б. 5-7.

9. Mardonova S. O'zbek tilida individual-uslubiy neologizmlarning struktur-semantik tadqiqi. (M.Yusuf, U.Azim, F.Afro'z she'riyati misolida): Filol. fan. bo'yicha fals. dokt. (PhD) ...diss. avtoref. – Buxoro: 2025. – B.22.

10. Мукаррамов М. Ўзбек тилида ўхшатишлар. Монография. –Т., 1975. – 115 б.

11. Некрасова Э. Сравнения общезыкового типа в аспекте сопоставительного анализа художественных идиомов. Лингвистика и поэтика. – Москва: Наука, 1979. – 156 с.

12. Невелова С. Вопросы поэтики древнеиндийского эпоса. Эпитет и сравнение. – Москва: Наука, 1979. – 136 б.

13. Образцова В.В. Сравнения в поэзии Сергея Есенина: Автореф. дис. ...канд. филол. наук. – Ленинград, 1971. – С. 23.

14. Қўнғуров Р. Ўзбек тилининг тасвирий воситалари. –Т.: Фан, 1977. – 152 б.

15. Виноградов Н.А. О теории художественной речи. – Москва: Высшая школа, 1989. – 162 с.

16. Ёқуббекова М. Ўзбек халқ қўшиқларида ўхшатиш. Монография. –Т.: Фан, 2005. – 152 б.

17. Шомақсудов А., Расулов И. Ўзбек тили стилистикаси. –Т.: Ўқитувчи, 1983. –176 б.

**BOLA NUTQIDA GENDERGA XOS LEKSIK-SEMANTIK FARQLAR VA ULARNING
INGLIZ HAMDA O‘ZBEK TILLARIDAGI AKS ETISHI**

Shokirova Diloramxon Abduvali qizi,

, Andijon davlat universiteti, Xorijiy tillar kafedrası dotsenti, PhD

diloromhon0099887700@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada bolalar nutqida uchraydigan leksik-semantik birliklar genderga xos xususiyatlar nuqtayi nazaridan o‘rganiladi. O‘zbek va ingliz tillarida o‘g‘il va qiz bolalar tomonidan qo‘llaniladigan so‘zlar semantik maydonlar asosida guruhlanib, ularning madaniy, psixologik va kommunikativ mezonlari tahlil qilinadi. M. Ergasheva, D. Ziyayeva, T. van Dijk kabi olimlarning nazariy qarashlari asosida olib borilgan bu tadqiqot, gender stereotiplarining til orqali qanday shakllanishini va ijtimoiy ongiga qanday singishini yoritadi. Maqola natijalari bola nutqining leksik xususiyatlari faqat biologik yoki kognitiv emas, balki madaniy va ijtimoiy omillar bilan ham bog‘liq ekanini isbotlaydi.

Kalit so‘zlar: gender lingvistikasi, bola nutqi, leksik-semantika, madaniy stereotip, qiyosiy tilshunoslik, semantik maydon.

**ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ГЕНДЕРОМ, В
ДЕТСКОЙ РЕЧИ И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В АНГЛИЙСКОМ И УЗБЕКСКОМ ЯЗЫКАХ**

Аннотация. В данной статье рассматриваются лексико-семантические единицы, встречающиеся в детской речи, с точки зрения гендерной специфики. На основе семантических полей проанализированы слова, используемые мальчиками и девочками в узбекском и английском языках, с учётом культурных, психологических и коммуникативных факторов. Исследование основано на теоретических взглядах таких учёных, как М. Эргашева, Д. Зияева, Т. ван Дейк, и освещает, как гендерные стереотипы формируются через язык и укореняются в общественном сознании. Результаты статьи доказывают, что лексические особенности детской речи связаны не только с биологическими или когнитивными аспектами, но и с культурными и социальными факторами.

Ключевые слова: гендерная лингвистика, детская речь, лексико-семантика, культурные стереотипы, сопоставительное языкознание, семантическое поле.

**LEXICO-SEMANTIC GENDER DIFFERENCES IN CHILDREN’S SPEECH AND THEIR
REFLECTION IN ENGLISH AND UZBEK**

Abstract. This article explores the lexical and semantic units found in children's speech from a gender-specific perspective. Words used by boys and girls in both Uzbek and English are grouped based on semantic fields and analyzed through cultural, psychological, and communicative lenses. Grounded in the theoretical frameworks of scholars such as M. Ergasheva, D. Ziyayeva, and T. van Dijk, this study examines how gender stereotypes are shaped through language and embedded in social consciousness. The findings demonstrate that the lexical features of children's speech are influenced not only by biological or cognitive factors but also by cultural and social dimensions.

Keywords: gender linguistics, child speech, lexico-semantics, cultural stereotype, comparative linguistics, semantic field.

Kirish. Hozirgi zamon tilshunosligining yuksalib borayotgan yo‘nalishlaridan biri sifatida gender tilshunosligi tobora kengroq nazariy va amaliy doiralarni qamrab olmoqda. Til nafaqat kommunikatsiya vositasi, balki shaxsning ijtimoiy va madaniy identifikatsiyasi, o‘zligini anglash, tafakkur shakllanishi, stereotipik tasavvurlarni kodlash va uzatish vositasi sifatida ham har tomonlama tahlil etilmoqda. Ayniqsa, bu jarayon bola nutqi doirasida olib borilgan tadqiqotlarda yanada dolzarb tus olmoqda. Chunki bola til orqali jamiyat qoidalari, ijtimoiy rollar, jinsga oid stereotiplar, axloqiy-madaniy mezonlarni o‘zlashtiradi. Mazkur sotsiolingvistik va lingvokognitiv jarayon esa, birinchi navbatda, leksik-semantik qatlamda yaqqol ifodalanadi.

So‘nggi yillarda o‘zbek va ingliz tilshunosligida gender tilshunosligiga oid olib borilgan ilmiy izlanishlar bola nutqi orqali jamiyatdagi gender ongi va ijtimoiy normalarning qanday shakllanishini ochib berishga qaratilmoqda. Jumladan, D. Ziyayeva (2019) ta’kidlaganidek, “gender differensial til birliklari nafaqat aks ettiruvchi, balki shaxs ijtimoiy identifikatsiyasini shakllantiruvchi vositadir”. Ushbu qarash bola

nutqida jinsiy tafovutlarning til vositasida qanday semantik asosda vujudga kelishini chuqur o'rganish zarurligini ko'rsatadi.

Gender asosidagi semantik tafovutlar maktabgacha va boshlang'ich maktab yoshidagi bolalar nutqida alohida ko'zga tashlanadi. Qiz bolalar nutqida emotsional, estetik va munosabatga oid so'zlar ko'proq ishlatilsa, o'g'il bolalar nutqida harakatga, kuchga, ustunlikka oid birliklar ustunlik qiladi. Bu holatlarni kuzatish orqali lingvistik tizimda aks etgan gender stereotiplarini aniqlash, ularning madaniy ildizlarini tahlil qilish mumkin. Zero, til — bu jamiyat madaniyatining eng barqaror va chuqur kodidir.

Tilshunoslikda bola nutqini o'rganish faqat grammatika, fonetika yoki psixologik rivojlanish doirasida emas, balki ijtimoiy ong va madaniy normalarning lingvistik aks sadosi sifatida ham tahlil etilmoqda. Ayni jihatdan gender differensiasiyasi doirasida leksik-semantik birliklarni tadqiq qilish, bola tafakkurida qaysi semantik maydonlar faol, qaysilari passiv, qanday semalar jinsga ko'ra dominant bo'lishini aniqlash orqali ancha keng ko'lamli ilmiy xulosalarga erishish mumkin.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, bola o'z tilida ishlatadigan har bir birlik — u ongli ravishda tanlaganmi yoki taqlid asosida qo'llanganmi — ma'lum bir gender stereotipini tasdiqlaydi yoki aks ettiradi. Masalan, o'zbek tilida o'g'il bola “uraman”, “o'zimnikiman”, “qochdi”, “urishdi” kabi harakatli va kuchga asoslangan fe'llarni ishlatib, qiz bola “yaxshi ko'raman”, “onajon”, “chiroyli”, “yumshoq” kabi estetik yoki emotsional birliklarga ko'proq murojaat qiladi. Ingliz tilida ham shunga o'xshash holatlar kuzatiladi: boys — kick, fight, win; girls — hug, pretty, lovely. Bunday semantik differensiasiya esa bola nutqida jinsiy identifikatsiyaning boshlang'ich bosqichlarini ko'rsatib beradi.

M. Ergasheva (2020) fikricha, “bola nutqi — bu shunchaki lingvistik hodisa emas, balki genderning ongda shakllanishi jarayonidagi lingvomadaniy aks sado”. Shu nuqtayi nazardan, bolaning til tizimi madaniy kontekst va tarbiya muhitidan mustasno emas. Demak, bolaning nutqiy faolligida gender rollar, stereotiplar, ijtimoiy mezonlar faol ishlaydi va bu, eng avvalo, leksik tanlovda yaqqol ko'zga tashlanadi.

Mazkur maqolaning maqsadi — o'zbek va ingliz tillarida bolalar nutqidagi jinsga oid leksik-semantik birliklarni qiyosiy tahlil qilish, ular orqali madaniyat, stereotip, ijtimoiy rol va kommunikativ ehtiyojlarning bola nutqidagi semantik in'ikosi qanday ifodalanganini ochib berishdan iborat. Shu asosda maqolada gender differensiasiyasi jarayonida bola nutqining qaysi semantik maydonlarga asoslanishi, ularning jinsiy jihatdan qanday ajralib turishi, qaysi birliklar universal, qaysilari esa madaniy xos ekanligi aniqlanadi.

Tadqiqot metodologiyasi: Mazkur tadqiqot bola nutqida genderga oid leksik-semantik birliklarning namoyon bo'lishi va ularning o'zbek hamda ingliz tillarida qanday farqlanishini ilmiy asosda qiyoslashga qaratilgan. Tadqiqot uslubiyati korpus tanlashdan boshlab, tahlil mezonlari va nazariy yondashuvlarga bo'lgan barcha bosqichlarni o'z ichiga oladi.

Tadqiqotda foydalanilgan materiallar har ikki tilda maktabgacha va kichik maktab yoshidagi (4–9 yosh) bolalar nutqiga oid adabiy va og'zaki manbalardan iborat. Jumladan:

Badiiy adabiyotlar: O'zbek tilida – Xudoyberdi To'xtaboyevning “*Sariq devni minib*” asari, ingliz tilida – Edith Nesbitning “*The Railway Children*” va Roald Dahlning “*Matilda*” asarlari. Ushbu badiiy manbalar bolaning dunyoqarashi, til boyligi va gender rollarini obrazlar orqali aks ettiradi.

Og'zaki muloqot transkriptlari: Maktabgacha ta'lim muassasalarida o'tkazilgan suhbat yozuvlari, bolalar o'yinlaridagi dialoglar hamda uy sharoitida ota-ona bilan muloqot jarayonlaridan olingan matnlar asosida tahlil olib borildi.

Didaktik materiallar: Boshlang'ich sinf o'quv darsliklari, nutqni rivojlantirish mashqlari va sinov topshiriqlari orqali bolalarga taqdim etilgan lug'aviy birliklar ajratib olindi.

Ushbu manbalar bola nutqining real, kontekstual va madaniy jihatdan neytral bo'lmagan holatini aks ettiradi. Har bir tanlangan materialda bolalarning jinsiy differensial til tanlovi, emotsional reaksiyalari, harakatga oid fe'llar, nutq etiketi va ijtimoiy muomala elementlari o'rganildi.

Tadqiqotda bir nechta lingvistik tahlil usullaridan kompleks yondashuv asosida foydalanildi:

Deskriptiv tahlil: Ma'lumotlarni tavsiflash, turlarga ajratish va asosiy birliklarni aniqlash uchun qo'llanildi. Har bir til birligi kontekstdan ajratilgan holatda emas, balki matn va diskurs doirasida baholandi.

Qiyosiy tahlil: O'zbek va ingliz tillarida bolalar tomonidan ishlatilgan leksik birliklar o'zaro solishtirilib, jinsiy tafovutlar aniqlandi. Bu analizda semantik yadro, ekspressivlik darajasi, madaniy yuklama va grammatik qurilmalarga alohida e'tibor qaratildi.

Semantik maydon nazariyasi: J. Lyons va D. Crystal ishlari asosida har bir jinsga oid tipik leksik birliklar semantik guruhlariga ajratildi. Masalan:

Estetik obrazlar maydoni (gul, chiroyli, go'zallik);

Harakat va kuch maydoni (urmoq, yugurmoq, jang);

Emotsional munosabat maydoni (yaxshi ko'raman, yig'lamoq, xafa). Ushbu maydonlarning jinsga qarab qanday taqsimlanishi alohida tahlil qilindi.

Kognitiv-pragmatik yondashuv: Bola tilidagi jinsiy xususiyatlar faqat semantik emas, balki kognitiv jihatdan ham asoslangan. Bolaning ongida mavjud bo'lgan gender stereotiplar (masalan: “o'g'il bola yig'lamaydi”, “qiz bola muloyim bo'lishi kerak”) nutqda qanday ko'rinish topayotgani o'rganildi. Bu yondashuv orqali bola nutqining nafaqat aktual, balki ehtimoliy strukturasi ham aniqlanadi.

Diskurs tahlili. T. van Dijk nazariyasi asosida har bir genderga oid leksik birlikning ijtimoiy kontekstdagi o'rni aniqlandi. Ya'ni, bola biror so'z yoki iborani qanday sharoitda, kim bilan va qanday maqsadda qo'llayotganiga qarab, uning pragmatik va ijtimoiy funksiyasi tahlil qilindi.

Tadqiqotda bola nutqida aniqlangan barcha leksik birliklar quyidagi mezonlar asosida tasniflandi:

Jinsiy asoslangan birliklar — aynan erkak yoki ayol obraziga oid so'zlar: *qizcha, o'g'ilcha, amakim, oyijon, dadajon, kuchli, go'zal*.

Madaniy konnotatsiyali birliklar — jamiyatda jinsga oid madaniy stereotiplarni ifodalovchi birliklar: *qiz bola uyda o'tiradi, o'g'il bola pul topadi, qizcha yig'lab yubordi, u yigitdek dadil*.

Ijtimoiy rolg'a oid birliklar — bolalarning o'zini jamiyatdagi o'rniga nisbatan ifodalovchi birliklar: *men akaman, men himoya qilaman, opam g'amxo'r, onam yaxshiroq qiladi*.

Emotsional bo'yoqli birliklar — bola nutqida emotsional-psixologik yuklamaga ega bo'lgan so'zlar: *yaxshi ko'raman, xursandman, qo'rqdim, yig'ladim, quvonch, hasrat*.

Harakat va statik xarakterli birliklar — o'g'il bolalar nutqida ko'proq harakatni bildiruvchi fe'llar, qiz bolalar nutqida esa statik, tasviriy birliklar uchraydi. Masalan: *urmoq, yugurmoq, tutmoq* vs. *yotibdi, jim, kulib turibdi*.

Natijalar. Ushbu tadqiqot davomida o'zbek va ingliz tillarida maktabgacha hamda boshlang'ich maktab yoshidagi bolalar nutqida jinsiy differensial belgilarga ega bo'lgan leksik-semantik birliklar ajratilib, ularning turlari, semantik yo'nalishi, madaniy konnotatsiyasi va nutqiy kontekstdagi funksional yuklamasi chuqur o'rganildi. Olingan natijalar jinsiy tafovutlarning har ikki tilda mavjudligini, ammo ularning ko'lami va xarakteri jamiyatdagi gender sotsializatsiyasi darajasiga bog'liq holda turlicha ifodalanishini ko'rsatdi.

Tahlil natijalariga ko'ra, o'zbek tilida qiz va o'g'il bolalar tomonidan ishlatiladigan leksik birliklar aniq jinsiy tafovutlar bilan ajralib turadi. Qiz bolalar nutqida ko'proq emotsional, estetik va domestik (uyga oid) so'zlar uchraydi. Masalan:

Emotsional leksikalar: sevinch, sevgi, yumshoq, oppoq, ohangrabon. Ushbu birliklar qiz bolaning hissiy kechinmalari va muloyim xulqini til orqali ifodalashga xizmat qiladi.

Estetik va uyga oid so'zlar: soch, gul, tort, onam, kukilar. Bu leksik birliklar orqali qiz bola o'zini go'zallik, parvarish va uy muhiti bilan bog'laydi.

O'g'il bolalar nutqida esa buning aksi tarzida ko'proq harakatga, kuch va ustunlikka oid birliklar dominant bo'ldi:

Harakat va kuchga oid so'zlar: urmoq, yugurmoq, jang, kuchli. Bu birliklar o'g'il bolaning faol, tashabbuskor, kuchga asoslangan xatti-harakatlarini bildiradi.

Hukmronlik bildiruvchi birliklar: o'zimmikiman, sen chiq, men birinchi. Ushbu birliklar orqali o'g'il bola ierarxik ijtimoiy o'rni va ustunligini til orqali mustahkamlashga intiladi.

Ushbu natijalar D. Ziyayeva (2019) va M. Ergasheva (2020) tomonidan ilgari surilgan nazariy qarashlarni — ya'ni, “gender differensial til birliklari jamiyatdagi ijtimoiy rollarning tildagi in'ikosi” degan fikrni tasdiqlaydi. Til jamiyatdagi rollar va stereotiplarning kodlovchisi bo'lib, bola bu birliklarni ongli yoki ongsiz tarzda o'zlashtiradi.

Ingliz tilidagi natijalar ham shunga o'xshash leksik-semantik differensiallikni ko'rsatdi. Biroq bu tafovutlar o'zbek tilidagidek keskin emas, balki nisbatan moslashuvchan va kontekstga qarab o'zgaruvchan tusda namoyon bo'ladi.

Qiz bolalar nutqida uchragan ba'zi leksik birliklar quyidagilardan iborat: *cute, lovely, mommy, pink, best friend, help, flower*. Bu birliklar qiz bolaning estetik, emotsional va ijtimoiy muloqotga moyilligini bildiradi.

O'g'il bolalar nutqida dominant bo'lgan birliklar: *kick, robot, superman, fight, brave, fast, win*. Bu birliklar kuch, texnologiya, g'alaba va raqobat kabi semantik maydonlarni ifodalaydi.

Shuningdek, ingliz tilidagi bolalar nutqida ommaviy madaniyat (media, multfilmlar, video o'yinlar) ta'siri sezilarli darajada ko'zga tashlandi. Masalan, *superman, robot* kabi birliklar gender stereotiplarini global diskurs vositalari orqali mustahkamlash holatini ko'rsatadi. Bu esa anglofon jamiyatlarda ham bola tilida gender rollarning ijtimoiy diskurs orqali kodlanayotganini anglatadi.

Jinsiy leksik tafovutlar: qiyosiy jadval

Semantik yo'nalish	O'zbek (qizlar)	O'zbek (o'g'illar)	Ingliz (girls)	Ingliz (boys)
-----------------------	--------------------	-----------------------	-------------------	------------------

LINGUISTICS

Emotsiya	sevgi, kulgu	g'azab, jahldor	happy, love	angry, win
Estetik	chiroyli, gul	yo'q	pretty, pink	cool
Harakat	yugurish (kam)	urmoq, yugurmoq	jump (kam)	kick, run
Hukmronlik	—	men birinchi	—	my turn, I won

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, o'zbek bolalarining jinsiy leksik differensiasiyasi ingliz bolalariga qaraganda ancha keskin va qat'iy. Buning asosiy sababi sifatida jamiyatdagi gender rollarining qat'iy chegaralanganligi, an'anaviy sotsializatsiya modeli va madaniy stereotiplarning kuchli ta'siri ko'rsatiladi. Ingliz tilida esa bu tafovutlar nisbatan yumshoqroq: ba'zi hollarda qizlar ham kick, win kabi birliklarni ishlatishi, yoki o'g'il bolalar cute, pink kabi so'zlardan foydalanishi mumkin.

Umuman olganda, har ikki tilda bola nutqida jinsiy tafovutlar mavjud bo'lib, ular turli semantik maydonlarda namoyon bo'ladi. Eng asosiy tafovut esa ushbu tafovutlarning darajasi va ijtimoiy sabablari bilan bog'liq. O'zbek tilida bu tafovutlar ancha barqaror va stereotipik asoslangan bo'lsa, ingliz tilida esa nisbiy erkinlik, muqobillik va kontekstdan kelib chiqadigan o'zgaruvchanlik bilan ajralib turadi.

Muhokama. M. Ergashevaning (2020) ta'kidlashicha, "bola nutqi nafaqat ijtimoiy ta'sirni, balki ong osti stereotiplarni ham aks ettiradi". Ushbu fikr bola nutqidagi leksik-semantik birliklarning jinsga oid farqlanishini nafaqat ijtimoiy tizim bilan, balki madaniyat, ta'lim, oilaviy kommunikatsiya va media orqali shakllanadigan chuqur psixolingvistik jarayonlar bilan bog'lashga asos beradi. Tadqiqot natijalari ham shuni ko'rsatdiki, bola yoshligidan boshlab jinsiga mos til birliklarini tanlaydi, ulardan foydalanadi va ularni asta-sekin ong osti darajasida ichkilashtiradi.

O'zbek bolalari nutqida aniqlangan "qiz bola muloyim bo'lishi kerak", "o'g'il bola yig'lamaydi" kabi ijtimoiy stereotiplar faqat axloqiy-etik doirada emas, balki til vositasida ham uzatilmoqda. Bunday stereotipik normalar jamiyat tomonidan bolaga bevosita emas, balki bilvosita – maqollar, matallar, bolalar adabiyoti va oilaviy og'zaki muloqot orqali singdiriladi. Masalan, o'zbek xalq maqollarida uchraydigan "Qiz bola egilsa chiroyli" kabi iboralar nafaqat estetik tasavvurni, balki ijtimoiy bo'ysunuv normasi orqali gender ierarxiasini mustahkamlovchi vosita sifatida xizmat qiladi. Shu tarzda bola o'z nutqida passiv, itoatkor va muvozanatli til birliklarini tanlaydi.

Bundan tashqari, ingliz tilida bolalar ko'proq inklyuziv tilga duch kelishadi. Masalan, Girls can be engineers, Boys can cry too kabi ifodalar nafaqat media va bolalar adabiyotida, balki maktab ta'limida ham faol targ'ib qilinadi. Ushbu yondashuv C. Tannen (1990) tomonidan ilgari surilgan "gender as performance" nazariyasiga hamohang bo'lib, bolalarning jinsiy rollarga bo'lgan yondashuvini shakllantirishda tilning konstruktiv vosita sifatidagi o'rnini tasdiqlaydi.

Til – bu jamiyat tafakkurining ifodasi bo'lib, har bir jamiyatda semantik yuklamalar turlicha shakllanadi. O'zbek tilida jinsga oid leksik birliklar ko'pincha konnotativ, ya'ni ma'noning yuzaki emas, balki chuqur madaniy va emotsional qatlamiga ega bo'ladi. Masalan, gul – nafaqat o'simlik sifatida, balki qiz bolaga nisbatan metaforik yo'sinda qo'llaniladi. Yoki chiq, bu meniki degan oddiy iboralar – ierarxik hukmronlikni bildiruvchi til birliklariga aylanadi.

Ingliz tilida esa ko'plab birliklar denotativ ma'noga ega bo'lib, gender tafovutlari ko'proq kontekstdan kelib chiqadi. Pink, cute, kick, robot kabi birliklar jinsga xos semantik assotsiatsiyalar bilan boyitilgan bo'lsa-da, ular inklyuziv kontekstlarda o'z ma'nosini yo'qotishi mumkin. Bu holat ingliz tilining demokratik va sotsial inklyuzivlikka intiluvchi til siyosati bilan izohlanadi.

Bolalar nutqidagi genderga oid leksik birliklar o'z-o'zidan yuzaga kelmaydi, balki bir nechta ijtimoiy kontekst orqali shakllanadi:

Oila: O'zbek oilalarida ota-ona va katta yoshli qarindoshlar bola bilan muloqotda jinsiy rolga oid til birliklarini bevosita singdiradilar. Masalan, qiz bola jim o'tiradi, o'g'il bola yig'lamaydi kabi gaplar bola nutqining semantik ramkasini belgilaydi.

Ta'lim: Ingliz ta'lim tizimi gender tengligini rag'batlantiradi. Bolalarga har ikki jinsga oid rollarni sinab ko'rish huquqi borligi o'rgatiladi. O'zbek ta'lim tizimida esa bu borada hali yetarli yondashuvlar mavjud emas.

Media: Ingliz tilidagi bolalar uchun mo'ljallangan adabiyot va multfilmlarda inklyuziv g'oyalar yetakchi o'rinni egallaydi (Peppa Pig, Dora the Explorer, Steven Universe va b.). O'zbek muhitida esa an'anaviy rollar targ'ib etilishi davom etmoqda.

Shuni ham ta'kidlash kerakki, bolalar nutqidagi gender differensiallari statik emas. Ijtimoiy muhitdagi o'zgarishlar, ta'lim yondashuvlari, global madaniyatning kirib kelishi bilan bola tilidagi gender kodlar ham

o'zgarib bormoqda. Ayniqsa, urbanizatsiyalashgan hududlardagi o'zbek bolalari nutqida doktor bo'laman, men kuchliman, ammo yig'layman kabi iboralar uchray boshlagan. Bu esa til orqali stereotiplarning asta-sekin yemirila boshlaganini ko'rsatadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqot bola nutqida genderga oid leksik-semantik xususiyatlarning mavjudligini va ularning qanday omillar ta'sirida shakllanishini aniqlashga qaratildi. O'zbek va ingliz tillari misolida o'tkazilgan tahlil shuni ko'rsatdiki, bola tilidagi leksik birliklar shunchaki tasodifiy tanlangan vosita emas, balki ijtimoiy identifikatsiyaning, madaniy kodlashning va jamiyat tomonidan ilgari surilayotgan gender stereotiplarining mahsulidir.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, bola nutqining leksik-semantik tarkibi individual psixologik rivojlanish jarayoni bilan bir qatorda, keng ijtimoiy-madaniy muhit — oila, ta'lim, ommaviy axborot vositalari va umumiy til siyosati bilan chambarchas bog'liq ekanligi isbotlandi. Ayniqsa, ijtimoiy-gender stereotiplari bolaning ong osti darajasida til birliklarini o'zlashtirishiga sabab bo'lmoqda. Bu holat M. Ergasheva (2020) tomonidan ilgari surilgan fikrlarni amaliy jihatdan tasdiqlaydi: bola tilida jamiyatdagi mavjud ierarxiyalar va qadriyatlar aks etadi.

Qiyosiy tahlil shuni ko'rsatdiki, o'zbek tilida jinsiy leksik tafovutlar nisbatan keskin va stereotiplashtirilgan xarakterga ega. Qiz bolalar nutqida emotsional, estetik va uy ishlariga oid so'zlar ustunlik qilgan bo'lsa, o'g'il bolalar nutqida harakat, kuch, hukmronlik kabi semantik maydonlar faolligi ko'zga tashlandi. Bu esa o'zbek jamiyatidagi an'anaviy gender rollarining bolalar nutqiga bevosita ta'sir ko'rsatayotganidan dalolat beradi. Ingliz tilidagi bola nutqida esa bu tafovutlar ancha yumshoq, kontekstual va muqobil shakllarda ifodalangan. Anglofon madaniyatdagi gender tengligi, inklyuziv ta'lim va media orqali targ'ib qilinayotgan neytral yondashuvlar natijasida bola leksikasida ijobiy muqobilliklar yuzaga kelgan.

Kelgusi tadqiqotlar uchun quyidagi yo'nalishlar dolzarb hisoblanadi:

Sun'iy intellekt (AI) va natural language processing (NLP) texnologiyalari yordamida genderga xos leksik modellarni avtomatik ravishda ajratib olish imkoniyatlarini o'rganish;

Media-tekstlar (multifilmlar, reklama, bolalar kitoblari) asosida bola ongiga uzatilayotgan gender rollarini diskursiv tahlil qilish;

Ko'p tillilik asosida boshqa madaniyatlar bilan qiyosiy tahlil olib borish orqali global va lokal stereotiplar farqini aniqlash.

Xulosa qilib aytganda, bola tilida aks etayotgan gender leksikasi tilshunoslik uchun nafaqat til tizimidagi fakt, balki ijtimoiy ongning bir ko'zgusi sifatida muhim obyekt bo'lib xizmat qiladi. Uni chuqurroq o'rganish — kelajakda inklyuziv, genderga nisbatan adolatli til siyosatini shakllantirishga hissa qo'shadi.

ADABIYOTLAR:

1. Ergasheva M. (2020). *Genderga oid til birliklari va ularning ijtimoiy-lingvistik xususiyatlari*. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti.
2. Ziyayeva D. (2019). *Til va gender: ijtimoiy-lingvistik aspektlar*. Samarqand: Ilm ziyo.
3. Crystal D. (2003). *The Cambridge Encyclopedia of the English Language*. Cambridge: Cambridge University Press.
4. Lyons J. (1977). *Semantics (Vol. 1–2)*. Cambridge: Cambridge University Press.
5. Van Dijk T. A. (2008). *Discourse and Power*. Houndmills: Palgrave Macmillan.
6. Tannen D. (1990). *You Just Don't Understand: Women and Men in Conversation*. New York: Ballantine Books.
7. Lakoff R. (1975). *Language and Woman's Place*. New York: Harper & Row.
8. Shokirova D. A. (2025). *Bola nutqida gender xoslanishi (ingliz va o'zbek tillari misolida)*. DSc dissertatsiyasi. Andijon: Andijon davlat universiteti.
9. Vygotsky L. S. (1986). *Thought and Language*. Cambridge: MIT Press.
10. Cameron D. (1992). *Feminism and Linguistic Theory*. London: Macmillan.
11. Nurmonov A. (2010). *Diskurs va kommunikatsiya*. Toshkent: Fan.
12. Aliyeva M. (2021). *Bolalar nutqining lingvosemantik tahlili*. Buxoro: Ilm nuri.
13. Holmes J. (2013). *An Introduction to Sociolinguistics (4th ed.)*. London: Routledge.
14. Kuliev K. (2015). *Gender aspektida tilshunoslik va madaniyat*. Toshkent: Universitet.
15. Bucholtz M. & Hall K. (2005). *Identity and interaction: A sociocultural linguistic approach*. *Discourse Studies*, 7(4-5), 585–614.

FRAZEMA VA FRAZEMALARARO MA’NOVIY MUNOSABAT

Asadova Shahlo Akmal qizi,

Buxoro davlat universiteti tayanch doktoranti

asadova90shakhlo@gmail.com

Annotatsiya. Lison va unga tegishli har bir tushuncha o‘ziga xos serqirralikka ega. Shunga ko‘ra, til tilshunoslik bilan birga qator ijtimoiy fanlar tomonidan ham o‘rganilishini bilamiz. Tilni o‘rganishda ishtirok etadigan har bir fanning tilga nisbatan o‘z munosabati borligi ham ma’lum. Bu munosabat muayyan ijtimoiy fanning tilning qaysi aspektini o‘rganishi bilan xarakterlanadi. Lison deyilganda ma’lum bir jamiyatning barcha a’zolari uchun avvaldan tayyor holga keltirilib qo‘yilgan, hamma uchun umumiy hamda majburiy fikrni ifodalash va boshqa maqsadlar uchun xizmat qiladigan birliklar hamda bu birliklarning o‘zaro birikish qonuniyatlari yig‘indisi tushuniladi. Tilning bunday talqini uning psixofizik hodisa ekanligini, u o‘zida umumiylik, mohiyat, imkoniyat, sabab kabi sifatlarni mujassamlashtirganligini isbotlaydi. Lison bunday xususiyatlarini aniq formalarda – xususiy hodisa va voqeliklar sifatida yuzaga chiqaradi. Frazema va frazemalararo ma’noviy munosabat ham shular jumlasidandir.

Kalit so‘zlar: lison, nutq, umumiylik, xususiylik, frazema, ibora, frazemalararo munosabat.

ФРАЗЕМА И МЕНТАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ФРАЗЕМАМИ

Аннотация. Язык и каждое из его понятий имеют свои специфические нюансы. Поэтому мы знаем, что язык изучается рядом социальных наук, включая лингвистику. Известно также, что каждая дисциплина, изучающая язык, имеет с ним свою собственную связь. Эта связь определяется тем, какой аспект языка изучает та или иная социальная наука. Язык – это совокупность единиц, заранее подготовленных для всех членов данного общества и служащих для выражения общей и обязательной для всех мысли и для других целей, а также законы объединения этих единиц. Такая трактовка языка доказывает, что он представляет собой психофизическое явление, воплощающее в себе такие качества, как общность, сущность, возможность, разум. Язык проявляет эти свойства в конкретных формах – в форме конкретных явлений и событий. К ним относятся фразема и семантические отношения между фраземами.

Ключевые слова: язык, речь, общность, частность, фраза, выражение, межфразовые отношения.

PHRASEME AND MENTAL RELATIONS BETWEEN PHRASEMES

Annotation. Language and each of its concepts have their own specific nuances. Therefore, we know that language is studied by a number of social sciences, including linguistics. It is also known that each discipline that studies language has its own connection with it. This connection is determined by what aspect of language a particular social science studies. Language is a set of units prepared in advance for all members of a given society and serving to express a common and obligatory thought for all and for other purposes, as well as the laws of unification of these units. This interpretation of language proves that it is a psychophysical phenomenon that embodies such qualities as community, essence, possibility, and reason. Language manifests these properties in specific forms – in the form of specific phenomena and events. These include phrasemes and semantic relations between phrasemes.

Key words: language, speech, community, particularity, phrase, expression, interphrase relations

Kirish. Dunyo aholisi foydalanadigan amaldagi har bir til avvaldan tayyor holga keltirilgan, o‘sha tilda so‘zlashuvchilar uchun umumiy hamda majburiy, muayyan fikrni ifodalash va boshqa turli kommunikativ maqsadlar uchun xizmat qiladigan birliklar hamda bu birliklarning o‘zaro birikish qonuniyatlari yig‘indisidir. Lison hamisha nutqiy voqeligi bilan e’tiborga loyiq. Shu nuqtayi nazardan lison va nutqning har biriga xos mustaqil birliklari mavjud. Lisonda birliklar va birikish qonuniyatlari farqlanadi. Lisoniy birlik ikki tomonning bir butunligidan iborat bo‘ladi:

- a) lisoniy birlikning shakli, tashqi tomoni;
- b) lisoniy birlikning ma’lum bir vazifasi, ma’noviy qiymati.

Lisoniy birlik ongda qandaydir tarh, ramz sifatida saqlanadi. Masalan, [kitob] leksemasining tarkibiy xususiyatlari haqida umumlashma tasavvur o'zbek tilida so'zlashuvchi barcha jamiyat a'zolari tilida birdir. Bu [kitob] leksemasining tashqi tomonidir, uning ichki tomonini muayyan bilimlar yoki voqeliklar, fikr-mulohazalar yoki boshqa bitiklar bitilgan, bosma sahifalari tartib bilan terilib, muqovalangan qog'oz buyum (ayni paytda internet sahifalaridan joy olgan word, pdf yoki boshqa shakldagi) nashr namunasi tashkil etadi. Ichki va tashqi tomonni bir-biridan ajratib bo'lmaydi. Sossyur ta'biri bilan aytganda lison (til) sistemalar sistemasidir. Undagi har bir birlik kichik sistemalarni tashkil etadi va ma'lum vazifani bajaradi. Chunonchi, frazemalar ham tilda lisoniy birlik sifatida yashaydi. Demak, frazemalarga ham boshqa lisoniy birliklar – fonema, leksema, morfema yoki qoliplar kabi umumiylik, mohiyat, imkoniyat, sababiyat kabi xususiyatlar xos.

Asosiy qism. Frazeologik birliklar murakkab tarkibli til birligi bo'lib, ularning ifoda plani ikki yoki undan ortiq komponentlarning uyushmasidan iborat. Frazeologik birliklar tilda ko'plab uchraydigan, fikrni keng obrazli, o'tkir ma'noli, keng qamrovli ifodalaydigan til birligi sifatida, hamma vaqt tuzilishiga ko'ra sostavlidir [7, 437]. Frazeologizmlarning struktural xususiyatlarini tashqi strukturasiga ko'ra, ya'ni frazema komponenti sifatida ishtirok etayotgan so'zlarning turkumi va miqdoriga qarab ham tasniflash mumkin. Ularning tashqi strukturasiga qarab guruhlariga ajratishda frazeologik birliklar tarkibidagi so'z (komponent)larning miqdori asos qilib olinadi. Bunday guruhlash natijasida frazeologik graduonimlar tabiatiga ko'ra necha so'z (komponent)dan tarkib topganligi aniqlanadi. O'zbek tilidagi frazeologizmlarni tashqi strukturasiga qarab quyidagicha guruhlariga ajratish mumkin:

1. Ikki komponentli frazeologizmlar.
2. Uch komponentli frazeologizmlar.
3. To'rt va undan ortiq komponentli frazeologik birliklar.

Ikki komponentli frazeologizmlarga quyidagilarni misol keltirish mumkin: *amri mahol* (qiyin, gumon), *anqoning urug'i* (taqchil, kamyob), *aqldan ozmoq* (jinni bo'lmoq) va h.

Uch komponentli frazeologizmlarga quyidagilarni misol keltirish maqsadga muvofiq: *arpasini xom o'rmoq* (nima yomonlik qilmoq), *barmog'ini bigiz qilmoq* (niqtab ko'rsatmoq), *bir cho'qishda qochirmoq* (osonlikcha yengmoq), *chizgan chizig'idan chiqmaydigan* (barcha talablarini to'la-to'kis bajaradigan, ko'rsatmasiga ko'ra ish tutadigan) va h.

To'rt komponentli frazeologizmlarga quyidagilarni misol keltirish o'rinli: *boshini qayoqqa urishini bilmaydigan* (ilojsiz, chorasiz), *fikrlari bir yerdan chiqadigan* (fikir-o'ylari mos, hamfikir), *gapni bir joyga qo'ymoq* (o'zaro kelishmoq) va h.

Frazeologizm ikki yoqlama lisoniy birlik, shakl va mazmunning dialektik birligidan iborat. Frazeologizmning shakliy tomonini so'z (leksema emas) tashkil qiladi. Ularning mazmuniy tomoni frazeologik ma'nodir. Frazeologik ma'no o'ta murakkab tabiatli, leksema bo'lgani kabi ayrimi denotativ tabiatli bo'lsa, boshqalari grammatik ma'noga ega, xolos. Masalan, mustaqil so'z turkumiga kiruvchi frazeologizm: (*burgaga achchiq qilib, ko'rpaga o't qo'ymoq, tarvuzi qo'ltig'idan tushmoq; ko'ngli bo'sh; hash-pash deguncha*) denotativ ma'noga ega bo'lsa, *turgan gap, shunga qaramay* kabi nomustaqil frazeologizmlar faqat grammatik vazifa bajaradi.

Odatda, frazeologizmning ma'nosi bir leksema ma'nosiga teng deyiladi. Biroq ular hech qachon teng emasligi kuzatiladi. Chunki frazeologizm va leksema ma'nosi teng bo'lsa edi, unda frazeologizm ortiqcha bo'lib qolar edi. Misol sifatida *yoqasini ushlamoq* frazeologizmi bilan *hayron bo'lmoq* leksemasining ma'nolarini qiyoslab ko'raylik. Mazkur frazeologizm "kutilmagan, tushunib bo'lmaydigan narsa yoki hodisadan o'ta darajada ta'sirlanib, taajjublanmoq" bo'lsa, *hayron bo'lmoq* leksemasi "kutilmagan, tushunib bo'lmaydigan narsa yoki hodisadan ta'sirlanmoq" sememasiga ega. Har ikkala ma'noda ham kishi ichki ruhiy holati (denotat) aks etgan. Biroq frazeologizm ma'nosida "o'ta darajada" va "so'zlashuv uslubiga xos", "bo'yoqdor" semalariga egaligi bilan "hayron bo'lmoq" leksemasidan farqlanadi. Demak, frazeologizmning ko'pincha, ifoda semalarida obrazlilik, bo'yoqdorlik bo'rtib turadi. Umuman olganda, frazeologik ma'no torroq va muayyanroq, leksema ma'nosi esa, unga nisbatan kengroq va mavhumroq bo'ladi. Masalan, [*hayron bo'lmoq*] leksemasi nutqiy voqelikda qo'llanilishiga ko'ra umumuslubiy va hassiy-ta'siriy jihatiga ko'ra bo'yoqsiz hisoblanadi. Shuning o'ziyoq mazkur leksemani nutqning barcha uslublarida qo'llash imkoniga egaligini va turli "bo'yoqlar" bilan ishlatish mumkinligini ko'rsatadi.

Ko'rinadiki, frazeologizm va leksema bir narsa yoki hodisani atasa-da (atash semelari bir xil bo'lsa ham), ifoda bo'yoqlari bilan keskin farqlanib turadi (ya'ni ifoda semalari turlichadir).

Frazeologizm birdan ortiq mustaqil so'zdan tashkil topadi. Biroq uning ma'nosi tashkil etuvchi ma'nolarining oddiy yig'indisi emas. Masalan, *qo'yniga qo'l solmoq* frazeologizmning ma'nosi *qo'yin, qo'l, solmoq* leksemalari ma'nolari sintezi yoki qo'shiluvchisi emas. Frazeologizmning ma'nosi tashkil etuvchi so'z to'la yoki qisman ko'chma ma'noda ishlatilishi natijasida hosil bo'ladi. Masalan, birovning fikrini bilishga urinish harakati uning qo'ynini titkilab, nimasi borligini bilishga intilish harakatiga o'xshaydi. Natijada,

qo'yniga qo'l solmoq erkin birikmasi o'zidan anglashilgan mazmunga o'xshash bo'lgan boshqa bir mazmunni ifodalashga ixtisoslashadi va qurilma frazeologizmga aylanadi. Yoki kishi qo'ltiqib ketayotgan tarvuzini tushirib yuborsa, qanday ahvolga tushadi? Biror narsadan ruhiy tushkunlikka tushgan odamning holati shunga monand va erkin birikma frazeologizm mohiyatiga ega bo'lgan [9;10]. Bu esa, frazeologik ma'noning mantiqiyligidan dalolat beradi.

Frazeologizm tarkibidagi ayrim so'zning ko'chma ma'noda, boshqalarining o'z ma'nosida qo'llanilishi natijasida ham vujudga kelishi mumkin. Masalan, *aqlini yemoq*, *ko'zini bo'yamoq*, *ko'zi ko'ziga tushmoq*, *og'zi qulog'ida* frazeologizmlarida *aql*, *ko'z*, *og'iz* so'zlari o'z ma'nosida, *yemoq*, *bo'yamoq*, *tushmoq*, *qulog'ida* so'zlari ko'chma ma'noda. Ba'zan harakat-holatning natijasini ifodalovchi qurilma frazeologizmga aylanadi. Masalan, kishi afsuslanishi natijasida barmog'ini tishlab qolishi mumkin. Shuning uchun *barmog'ini tishlab qolmoq* qurilmasi frazeologik qiymat kasb etgan. *Tishni-tishga qo'ymoq*, *tepa sochi tikka bo'lmoq*, *labiga uchug' toshmoq* iborolari ham shular jumlasidandir.

Ayrim frazeologizm turli irim-sirimlar, tushuncha, rivoyat asosida ham shakllanadi: 1. *"Jabrdiyda"ning ham, guvohlarning ham dumi xurjunda* gaplari shunday savollar berilishini talab etardi. (M.Ismoiliy) 2. *Hammani qo'yib, sizning soldat o'g'lingizga tegaman deb ko'zim uchib* turibdimi? (M.Muham.) 3. *Uning eriga mening ko'zim tekkan* emish. (I.Rahim)

Natijalar va muhokama. Nutqda frazeologizmlarning aksariyati birma'noli ekanligini kuzatamiz. Ammo polisemantiklik frazeologizmlarda ham uchrab turadi. Masalan, *aqli yetadi* frazeologizmi "idrok qilmoq", "ishonch hosil qilmoq" ma'nosiga, *bo'yniga qo'ymoq* iborasi 3 ta – "aybni birovga to'nkamoq", "isbotlab bermoq", "muayyan ishni bajarishni bironing zimmasiga yuklamoq" ma'nolariga, *qo'lga olmoq* iborasi esa, 4 ta – "o'z ixtiyoriga o'tkazmoq", "qo'qqisdan hujum qilib bosib olmoq", "qamash maqsadida tutmoq", "biror yo'l bilan o'z xohishiga bo'ysunadigan qilmoq" ma'nolariga ega.

Frazeologik polisemiya barcha ma'no ko'chma bo'lganligi bois, ularni bosh va hosila ma'nolarga ajratish qiyin.

Frazeologizmlarda semantik munosabat. Leksikada bo'lgani kabi frazeologiyada ham lisoniy-semantik munosabat amal qiladi. Bular quyidagilar:

Frazeologik sinonimiya.

Frazeologik graduonumiya.

Frazeologik giponumiya.

Frazeologik partonumiya.

Frazeologik antonimiya.

Frazeologik omonimiya.

Quyida ular xususida biroz to'xtalamiz.

Frazeologik sinonimiya. Til – uzoq tarixiy taraqqiyot mahsuli bo'lib, undagi sinonim so'z va iboralar kishi tafakkuri tadrijiy rivoji bilan bog'liq holda vujudga keladi. Ma'nodosh so'zlar kishilarning so'z ma'nolarini har tomondan to'laroq, mukammalroq ochishga urinishi natijasida vujudga keladi. Masalaga ana shu nuqtayi nazardan qaraganda, har qanday tilning lug'at tarkibidagi asosiy vositalardan birini sinonim so'z va iboralar tashkil etadi.

Sinonimlar til boyligi bo'lib, avvalo, voqea-hodisa, shaxs va predmetlarni ifodalovchi til birliklarining eng nozik ma'no bo'yoqlarini yuzaga chiqaradi. Ikkinchidan, sinonimlar fikr ifodalashda takror va qaytariqqa yo'l qo'ymaydi. So'zlarni takror qo'llash esa, nutqqa putur yetkazib, uslubiy g'alizlikka olib kelishi mumkin.

O'zbek tili o'zining katta, boy ma'nodosh so'zlar va iboralar guruhiga ega bo'lib, ularni nutq jarayonida o'rinli qo'llash har bir so'zlovchidan katta mas'uliyat, milliy til va millat ruhiga hurmat-e'tibor talab qiladi.

Sinonimiya – semantik hodisa sifatida shunday izohlanadi: "Til birliklarining (so'zlar, iboralar va b.) bir xil denotativ ma'noga ega bo'lishiasosida guruhlanishiga sinonimiya (yunoncha – bir xil nomga egalik) deyiladi" [4,88]. Sinonimlarning fikrni aniq, maqsadga muvofiq ifodalash uchun xizmat qilishi ma'nodoshlikning yuzaga kelishiga sabab bo'ladi va tilning lug'aviy birliklaridan tashkil topadigan ma'nodoshlik qatorlari ijtimoiy hayotda bo'layotgan o'zgarishlar asosida to'ldirilib boradi.

Leksemalarda sinonimiya hodisasi ko'proq ot so'z turkumi doirasida kuzatilsa, frazeologizmlardagi sinonimiya esa, asosan, fe'l so'z turkumi, sifat va qisman ravish so'z turkumi doirasidagi frazeologik birliklarda uchraydi:

1) fe'l frazeologik sinonimlar: *jon ato qilmoq* – *jon bag'ishlamoq*;

2) sifat frazeologik sinonimlar: *ko'ngli xira-ta'bi tirriq*- *ta'bi kir*

3) ravish frazeologik sinonimlar: *jon talvasasida* – *jon achchig'ida* kabi.

Shunday qilib, sinonim so'z va frazemalar til lug'at tarkibini boyitish, kengaytirish uchun xizmat qiladi va xilma-xil ko'rinishlarga ega bo'ladi. Shu bilan birga, ular fikrning o'tkir, ta'sirchan va bo'yokdor bo'lishiga,

asar tili va uslubini ko'p qirrali, boy, turli-tuman qilishga, nutqni har xil ko'rinishga, har bir so'z va frazeaning o'z ma'nosini to'g'ri aniqlashga yordam beradi.

Turkiyshunoslikda frazeologik sinonimiya bir qancha turkiy tillar materiallari asosida ma'lum darajada o'rganildi. Turkiy tillarda yaratilgan ilmiy asarlarda ma'nodosh guruhni tashkil qiluvchi so'zlar, frazeologik birikmalarning shakllanishi, tuzilishi, paydo bo'lish yo'llari, uslubiy ahamiyati kabi masalalar ma'lum darajada yoritilgan. Jumladan, A. Bolganboyevning "Qozoq tilida ot sinonimlar", R.R.Yusupovning "Turk tilidagi turg'un fe'l birikmalarning leksik-sintaktik xususiyatlari", V.Meskutovning "Turkman tilida sinonimlar", Sh.X. Xanbekovning "Tatar tilida sinonimlar", Z.G.Uraksinning "Boshqird tilida frazeologik sinonimlar", K. Daibovning "Qumiq tilining frazeologiyasi", K. A. Mamedovning "Ozarbayjon tilida frazeologik sinonimlar" kabi ilmiy tadqiqotlari shular jumlasidandir [8,88].

Mazkur tadqiqotlar ichida Z.G.Uraksinning "Boshqird tilida frazeologik sinonimlar" nomli ishi alohida ahamiyatga ega. Olimning fikricha, frazeologiya tarkibidagi *quloq qoqmoq*, *burni osmonda* kabilar turg'un birikmalar, *barmoq bilan sanarlik* kabilar o'xshatishli birikmalar, *yurak parchasi (farzand haqida)* kabi frazeologik birliklar xalq poetik birikmalari hamda ayrim maqol va matallar asosida paydo bo'lgan. Shuningdek, olim frazeologiyadagi sinonimiya va variatsiya muammolarini ham batafsil o'rgangan. U boshqird tilidagi grammatik variantlarni (*qora yurakli – qora yurak*, *ko'z oldi qorong'lashmoq – ko'z oldi tinmoq* kabi) va struktural variantlarni (*betidan olmoq – yuzidan olmoq*, *o'yga botmoq – o'yga cho'mmoq* kabi) bir-biridan farqlashga intilgan. Bu ishda iboralarining variativ ko'rinishlari sinonimlardir, degan fikrni asoslashga harakat qilinganki, bu muammo hozirgi kunda tilshunoslikda bir qadar M.Vafoyevning "O'zbek tilida frazeologik sinonimlar va uarning struktural-semantik tahlili" nomli nomzodlik ishida o'z yechimini topdi.

O'zbek tilshunosligida sinonimiya hodisasining o'rganilish tarixi S.Isamuhamedova, Ulug' Tursunov, N.Rajabov, A.Doniyorov, Yormat Tojiyev, H.Shamsiddinov, B.Doniyorov singari olimlarning ishlarida keng tahlil qilingan [5;8].

Tilimizda leksik sinonimiya masalalari S.Usmonov, S.Isamuhamedova, I.Qo'chqortoyev kabi olimlar tomonidan o'rganilgan bo'lsa, grammatik sinonimiya masalalari yuzasidan professor M.Asqarova, R.Qo'ng'urov, V.Egamberdiyev, M.Sodiqova, G.Zikrillayevlarning kuzatishlarini, stilistik sinonimiya bo'yicha esa A.Doniyorovning nomzodlik ishini ko'rsatish mumkin.

Nomlari keltirilgan olimlarning ishlarida frazeologik sinonimlar frazeologik variant hamda frazeologik graduonimiya hodisalari bilan aralashtirib yuborilgan.

B.Yo'ldoshev "Frazeologik uslubiyat asoslari" o'quv qo'llanmasida frazeologik sinonimlarning frazeologik variantlardan farqlarini qayd qilib, ularning qo'llanishida frazeologik sinonimlarni ham biri o'rnida ikkinchisini ishlatish bo'ladi, lekin sinonim iboralar uslubiy jihatdan o'zaro mos bo'lsa, adabiy-uslubiy normaga muvofiq kelsagina o'zaro o'rin almashadilar", deb ta'kidlaydi. Ammo makur qo'llanmada ham frazeologik sinonimiya hodisasi frazeologik graduonimiya hodisasidan farqlanmagan.

Sinonim frazeologizmlarni frazeologik variantdan farqlash lozim. Sinonim iboralarida ayni bir so'z bir xil bo'lishi mumkin. Lekin qolgan so'zlar sinonim leksemaning ko'rinishlari bo'lmasligi lozim. *Jonini hovuchlab* va *yuragini hovuchlab* iboralarida bir xil so'z mavjud. Ammo *jon* va *yurak* so'zlari sinonim leksema ko'rinishi emas. *Ko'ngliga tugmoq* va *yuragiga tugmoq* iboralariga frazeologik variant sifatida qarash o'rinli. Shuningdek, *reja tuzmoq* yoki *reja qilmoq* birliklarida ham variantlilik kuzatiladi. *Bu yorug' olamda yashab turgan odam, istiqomat yeridan, sig'inayotgan dinidan qat'i nazar, biron joyga barmoq istasa, aqli yetgan darajada rejalar tuzadi.* (T.Malik); *U Asadbekning qahridan qutilish yo'lini topganday bo'ldi: ertaga tongdayoq qaymoq ko'tarib Asadbeknikiga borishni, nonushtada birgalashib qaymoqxo'rlik qilishni, so'ng "Mahmudni men o'ldirtirdim", deb tan olishni reja qildi.* (T.Malik)

Zero, sinonim frazeologizmlarni frazeologik graduonimiya hodisasidan farqlash ham o'ta muhim bo'lib biz bu xususida alohida to'xtalamiz.

Ma'nodoshlik hodisasi frazeologizmlarda ham mavjud. Faqat shu o'rinda bir narsaga e'tibor qaratish zarur. Ma'nodosh frazeologizmlarning atash semasi bir xil bo'ladi. Masalan, *ipidan ignasiga – miridan sirigacha*, *qilidan quyruq'igacha* kabi iboralarida «butun tafsiloti bilan» atash semasi umumiy. Ammo ular uslubiy xoslanganlik va bo'yoqdorlik darajasini ifodalovchi semalari bilan farqlanganda, leksik ma'no buyog'ida ortish yoki kamayish bo'lganda, albatta, frazeologik graduonimiya yuzaga keladi.

Frazeologik graduonimiya. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, lisoniy sistema boshdan oyoq birinchi bosqichdan eng quyi bosqichlargacha qat'iy sistemaviy qurilish tabiatiga ega. Hatto, alohida bir leksema yoki frazeaning sememalari, ularda semalar tarkibi, sememaning nutqda o'z va ko'chma ma'nolarda voqelanishi, nutqiy leksik-semantik variantlarning leksema sememasiga munosabati E.Begmatov, B.Jo'rayev, Sh.Iskandarova, I.Abdurahmonov, R.Yunusov, I.Qo'chqortoyev, Sh.Rahmatullayev, B.Bafoyev, M.Narziyeva, M.Mirtojiyev, H.Saidov, S.G'iyosov kabi o'nlab tadqiqotchilar ko'rsatib berganlaridek, sistemaviy tabiatga

egadir [1;2;5]. Tabiiyki, til birligi sifatida frazemalar ham lisonda o'ziga xos tizim sifatida yashaydi. Xuddi leksemalarda bo'lgani kabi frazeologizmning graduonimik paradigmasida birliklar ifoda semalari darajasiga ko'ra farqlanadi. Demak, iboralar ham o'ziga xos darajalanish qatorlarini hosil qila oladi. Buni badiiy asarlardan olingan misollarda kuzatish mumkin.

Frazeologik graduonimlarning deyarli barchasi majoziy ma'noda qo'llanuvchi obrazli iboralar bo'lib, ular muallif nutqining rang-barang, ta'sirchan bo'lishini ta'minlashga xizmat qiladi, personaj nutqiga tavsif berishda eng samarali vositalardan biri sanaladi. Masalan, *tirnog'iga arzimasklik – harom tukiga arzimasklik – bosgan iziga arzimasklik– sariq chaqaga arzimasklik* iboralariga e'tibor qarataylik.

Bilib qo'ying! – dedi tahdid bilan. – Siz o'sha akademikning tirnog'iga arzimaysiz. (O'.Hoshimov); *Buxoroda xatmi kutub qilib kelgan bir "olim", aqalli bir mahalla imomatiga xarxashasiz o'tolmasin-da, uning harom tukiga arzimagan bir besavod yetim va badnajat isqirt o'rdadan falon tillo vazifador bo'lsin va shu tufayli Ra'no kabi bir qizni ham o'ziniki qilsin.* (A.Qodiriy); *Ming nomard bir mardning bosgan iziga arzimask* (Dostondan); *Bola qilib yurgan ishlari sariq chaqaga ham arzimaskligini xayoliga keltirmas edi.*

Dastlabki misolda qo'llanilgan *tirnog'iga arzimasklik* iborasida nutq qaratilgan shaxsning boshqa kishidan aqliy yoki ilmiy jihatdan pastligiga ishora ma'nosi bo'lsa, keyingi *harom tukiga arzimasklik* iborasida bu ma'noga ijtimoiy nufuz, mavqe ma'nosi ham qo'shilgan. Bundan tashqari, *bosgan iziga arzimasklik, sariq chaqaga arzimasklik* iboralarida so'zlovchining voqelikni mensimasligi yoki shu voqelikni muhim deb hisoblamasligi sezilib turadi.

Frazeologik graduonimlarning o'ziga xos xususiyati shundaki, ular u yoki bu frazeologik birlikning emotsional-ekspressiv imkoniyatini farqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Frazeologik giponimiya. Fazemalararo semantik munosabatning yana bir turi – leksemalardagi kabi – giponimiya (aniqrog'i, gipo-giperonimiya), ya'ni tur-jins munosabatidir. Giponimik munosabatda *giperonim* (tur) va *giponim* (jins) farqlanadi.

Giperonim jins belgisini bildirgan predmetning nomini ifodalovchi ko'pgina ma'noni semantik jihatdan umumlashtiruvchi mikrosistemaning markaziy leksemasi, dominantasi sifatida namoyon bo'luvchi birlik sanaladi. Giponim esa ma'lum jins turining nomini hamda o'zining semantik tarkibida implisit tarzda jins ma'nosini ham ifodalovchi, semantik jihatdan giperonimga nisbatan boy bo'lgan lug'aviy birlikdir.

Giponim va giperonim orasidagi aloqa mantiqiy asosga ega. Bu esa, obyektiv borliqdagi umumiylik tushunchasi bilan bog'liq.

Masalan, *kulmoq* giperonimi tur ma'nosini ifodalovchi frazema sifatida kulishning barcha turini ifodalovchi iboralarni leksik-semantik munosabat asosida birlashtirib, leksik-semantik guruh hosil qiladi. Shu boisdan *kulmoq* leksemasi giperonim sifatida giponimi bilan leksik-semantik aloqaga kirisha oladi. Masalan, *kulmoq – xandon otmoq/xandon urmoq–qahqaha portlamoq/qahqaha urmoq – tabassum qilmoq/ tabassum qalqimoq –kuydirgan kalladek – ichagi uzilguday bo'lib –ichaklarni uzar darajada* kabi frazeologik birliklar qo'llanilib, ular belgi darajasining kuchli yoki kuchsizligiga ko'ra bir-biridan keskin farq qiladi.

Yana misol, *xandon otmoq/xandon urmoq - qahqaha urmoq/qahqaha portlamoq* frazeologik birliklari qattiq ovoz chiqarib, xaholab kulishni anglatadi; *ichagi uzilguday bo'lib – ichaklarni uzar darajada* frazemalari qotib-qotib kulmoqni, *tabassum qilmoq - kuydirgan kalladek* singari frazeologizmlari jilmayish, iljayish, tirjayish kabi kulimsirash holatini anglatadi: *Boyadan beri angrayib turgan Parcha yo'g'on tizzalarini mushtlab shunaqangi do'rillab kuldiki, quloqni teshib yuboray dedi. Mung'ayib o'tirgan Fotima kelin ham xandon otdi.* (O'.Hoshimov); *Boyadan beri suv qo'ygandek jimjit bo'lib turgan sinfxonada to'satdan qahqaha portladi.* (O'.Hoshimov); *Men ham Eshonoyimning bu quvonchli harakatlarini ko'rib, ichagim uzilguday bo'lib kular edim.* (G'.G'ulom); *Ikkisining bir-biriga qarab o'qishgan laparlari barchani kuldirib ichaklarni uzar darajada...* (A.Qodiriy); *Oyimning yuziga bir zum tabassum qalqidi-yu, keyin dahshat ichida dadamga qaradi.* (O'.Hoshimov); *Kulib qarashi g'ashimni keltirdi. Nega kuydirgan kalladek ishshayadi.* (O'.Hoshimov)

Giponimlar teng huquqli bo'lib, giperonimga munosabati bir xil. O'z navbatida, bu munosabat polisemiya va omonimiya hodisalari bilan ham bog'lanadi.

Giperonimning ma'nosi giponim leksemanikiga nisbatan kengroq va "xiraroq" (noaniqroq), giponim leksemaning ma'nosi esa giperonimnikiga nisbatan torroq va "yorqinroq". Shu boisdan, aytish mumkinki, giperonimning ma'noviy mohiyati barcha giponimining ma'noviy mohiyati yig'indisiga teng.

Frazeologik partonimiya. Partonimiya leksemalararo butun-bo'lak munosabatini ifodalovchi hodisa hisoblanadi. Masalan, *daraxt* (butun) –*shox, ildiz, tana, yaproq, po'stloq* (bo'laklar) kabi. Leksik partonimiya o'zbek tilshunosligida atroflicha o'rganilgan [6,8], ammo tilda frazeologik partonimiya hodisasi ham mavjudmi, degan savolga javob qaytarilmagan. Fikrimizcha, o'zbek tilida frazeologik partonimlar ham uchraydi.

Masalan, *odam* (butun) va uning tana a'zolari (*bosh, yuz, peshona, og'iz, til, burun, quloq, qo'l, oyoq, yelka, bel, yurak, o'pka, jigar, ichak* (bo'lak) deb qaralganda, aynan shu leksemalar bilan shakllangan frazemalarni frazeologik partonimiyaga misol qilib oldik.

Ongli mavjudot, tirik jon (butun) – *yelkasida ko'tarib yurgani* (bosh), *bir qarich ko'tariladigan a'zo* (burun), *sajda ko'rmagan* (peshona), *o'zidan oldin yuradigan* (til), *yaratganning omonati* (jon), *istarasi issiq, istarasi sovuq* (yuzga nisbatan), *nafas bosqon* (o'pka), *kayfiyat tori* (asab), *bir qop go'sht* (tana, gavda)...(bo'lak)

yoki

Daqqi Yunusdan qolgan ko'hna ravoq (dunyo) (butun) – *tirik jon* (odam, hayvon, o'simlik), *tiriklik manbayi* (suv), *tabiat posbonlari* (qushlar)...(bo'lak) va h.

Frazeologik antonimiya. Zid ma'noli antonimlar bir-biriga teskari tushunchani ifodalaydi. Misollar: *ko'ngli joyiga tushdi– yuragiga g'ulg'ula tushdi, qoni qaynadi– og'zi qulog'iga yetdi.*

Antonimiya hodisasi ikki frazema o'rtasidagina emas, leksema bilan frazema o'rtasida ham yuzaga kelishi mumkin: xursand (leksema), siyoh (frazema), landavur (leksema)-yulduzni benarvon uradigan (frazema) kabi. Bular lug'aviy antonimlarning leksik-frazeologik turi sanaladi. Demak, lug'aviy birliklar o'zaro zid ma'no anglatishiga ko'ra leksik antonimlar (so'z bilan so'z o'rtasida), frazeologik antonimlar (frazema bilan frazema o'rtasida) va leksik-frazeologik antonimlar (so'z bilan frazema o'rtasida) kabi mikrosistemalarni hosil qilishlari mumkin.

Frazeologik omonimiya. Frazeologizmlar omonimik munosabatda ham bo'lishi mumkin. Misollar: *so'z bermoq I* («va'da bermoq»), *so'z bermoq II* («gapirishga ruxsat bermoq»), *boshga ko'tarmoq I* («ardoqlamoq»), *boshga ko'tarmoq II* («to'polon qilmoq»), *qo'l ko'tarmoq I* («ovoz bermoq»), *qo'l ko'tarmoq II* («urmoq»).

Xulosa. Frazemada ikki va undan ortin leksema o'z leksik ma'no mustaqilligini yo'qotgan holda bir umumiy ma'no markaziga bo'ysunadi, frazemadan yaxlitligicha anglashiladigan ma'noni gavdalantirish uchun xizmat qiladi. Frazemadan anglashiladigan ma'no uning tarkibidagi leksemalardan anglashiladigan ma'nolarning oddiy (arifmetik) yig'indisi bo'lmay, umumlashma, ustama ma'no, ayni vaqtda ko'chma ma'no sifatida gavdalanadi. Frazeologik ma'noning o'ziga xosligi frazemalar o'rtasidagi ma'noviy munosabatlarning tabiatini belgilab beradi. Frazemalarning leksemalar bilan kechadigan sinonimik, antonimik, darajali munosabatlari frazemalararo munosabatlardan farqlidir. Bunda frazeologik ma'noda leksik ma'nodan farqli o'laroq nominatsiya bilan bir qatorda konnotatsiyaning doimiy mavjudligi, obrazga egalik kabilar ahamiyatlidir. Frazeologizmlar dunyo, obyektiv borliq va jamiyat haqida madaniy ma'lumot tashuvchi lingvomadaniy birlik hisoblanadi. Shuning uchun ham frazeologik birliklar o'zida xalq mentaliteti va madaniyatini saqlovchi “hikmatlar xazinasini” bo'lib, ular avloddan avlodga meros qilib qoldiriladi.

Frazeologizmdagi darajalanish, giponimiya, funksionimiya, iyerarxionimiya kabi semantik munosabatlar o'z tadqiqini kutmoqda.

ADABIYOTLAR:

1. Бегматов Э. Ўзбек адабий тилининг лексик қатламлари. –Т.Фан, 1985. – 200 б.
2. Данияров Б.Х. Проблемы лексической синонимии узбекского языка: коннотативный аспект семантики номинативных единиц. –М., 1994. –С. 15-93.
3. Djurayev B. A. Insufficiently studied problems of language policy and language situation in modern Uzbekistan. –Т.: Мепос, 2001. – S.20-29.
4. Ҳожиёв А. Тилишунослик терминларининг изоҳли лугати. –Тошкент: Ўзбекистон миллий энциклопедияси. – 2002. – Б. 88.
5. Искандарова Ш.М. Ўзбек тили лексикасини мазмуний майдон сифатида ўрганиши (шахс микромайdonи): Филол.фан. док. дисс. автореф. – Т.: ТАИ, 1999. – Б.12.
6. Қиличев Б. Ўзбек тилида партонимия: Филол.фан. номзоди ...дисс. автореф. – Т.: ТАИ, 1997. – Б. 8.
7. Раҳматуллаев Ш. Ҳозирги адабий ўзбек тили. Дарслик. – Тошкент: Университет, 2006. –Б. 437.
8. Вафоева М. Ўзбек тилида фразеологик синонимлар ва уларнинг структурал-семантик таҳлили: Филол. фан. номзоди дисс. – Самарқанд. – 2010. – Б.112.
9. Yuldasheva D.N., Asadova Sh.A. O'zbek tilida frazeologik graduonimiya. Monografiya. – Germaniya: Globe Edit international Publishing Group.– 2021.– 85 p.
10. Yuldasheva D.N., Asadova Sh.A. Graduonimiya hodisasi va uning tadqiqi xususida// Ayniy vorislari, 2024. – Buxoro, 2-son. – 106-110-b.

TIBBIY TERMINOLOGIYA – MUSTAQIL LEKSIK QATLAM SIFATIDA

Bozorova Gulmira Zayniddinovna,*Buxoro davlat universiteti O‘zbek tilshunosligi va jurnalistika**kafedrası dotsenti v.b., f.f.f.d. (PhD)*

0000-0002-6395-1036 ORCID

g.z.bozorova@buxdu.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada o‘zbek tilidagi tibbiy terminlarning leksik-semantik va uslubiy xususiyatlari chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqot jarayonida tibbiy terminologiyaning mustaqil leksik qatlam sifatida shakllanishi, uning xalqaro standartlar bilan uyg‘unlashuvi va milliy til imkoniyatlari doirasida rivojlanish masalalari yoritilgan. Tahlilda terminlarning morfologik tuzilishi, semantik toifalanishi, o‘zlashma va milliy ekvivalentlarning qo‘llanishidagi muvozanat, shuningdek, standartlashtirish zaruriyati alohida e‘tiborga olingan. Maqolada, shuningdek, tibbiy terminlar qo‘llanilishida uchraydigan sinonimiya, polisemiya o‘id holatlar va ularning tibbiy matnlarning aniqligi hamda tushunarligiga ta‘siri yoritiladi. Tadqiqot natijalari tibbiy tilshunoslik, tarjimashunoslik, shuningdek, amaliy tibbiyotda terminlardan samarali foydalanish uchun muhim nazariy va amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: tibbiy terminologiya, leksik qatlam, standartlashtirish, milliy ekvivalent, o‘zlashma, sinonimiya, polisemiya, xalqaro standart, morfologik tuzilish, semantik tahlil.

МЕДИЦИНСКАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ – КАК САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ЛЕКСИЧЕСКИЙ ПЛАСТ

Аннотация. В данной статье подробно анализируются лексико-семантические и стилистические особенности медицинских терминов в узбекском языке. В ходе исследования освещены вопросы формирования медицинской терминологии как самостоятельного лексического пласта, её гармонизации с международными стандартами и развития в рамках возможностей национального языка. Особое внимание уделено морфологической структуре терминов, их семантической классификации, балансу между заимствованными и национальными эквивалентами, а также необходимости стандартизации. В статье также рассматриваются явления синонимии и полисемии в медицинских терминах и их влияние на точность и понятность медицинских текстов. Результаты исследования могут служить важной теоретической и практической основой для медицинской лингвистики, переводоведения, а также для эффективного использования терминов в практической медицине.

Ключевые слова: медицинская терминология, лексический пласт, стандартизация, национальный эквивалент, заимствование, синонимия, полисемия, международный стандарт, морфологическая структура, семантический анализ.

MEDICAL TERMINOLOGY – AS AN INDEPENDENT LEXICAL LAYER

Abstract. This article provides a detailed analysis of the lexical-semantic and stylistic features of medical terminology in the Uzbek language. The study addresses the formation of medical terminology as an independent lexical layer, its harmonization with international standards, and its development within the framework of the national language. Special attention is given to the morphological structure of terms, their semantic classification, the balance between loanwords and national equivalents, as well as the need for standardization. The paper also examines the phenomena of synonymy and polysemy in medical terms and their impact on the accuracy and clarity of medical texts. The results of the study can serve as an important theoretical and practical basis for medical linguistics, translation studies, and the effective use of terminology in practical medicine.

Keywords: medical terminology, lexical layer, standardization, national equivalent, borrowing, synonymy, polysemy, international standard, morphological structure, semantic analysis.

Kirish. Til – insoniyatning eng muhim ijtimoiy-madaniy qadriyatlaridan biri bo‘lib, jamiyat hayotidagi barcha ijtimoiy, iqtisodiy va ilmiy o‘zgarishlarni aks ettiradi. Har bir soha taraqqiyoti bilan bir qatorda, unga

oid maxsus terminologiya tizimi shakllanadi va boyib boradi. Terminologiya nafaqat yangi tushunchalarni nomlash, balki ularni aniq va tizimli tarzda ifodalash vositasi sifatida ham xizmat qiladi.

Shulardan biri – tibbiy terminologiya, ya'ni inson organizmi, kasalliklarni tashxislash, davolash, profilaktika, farmakologiya va boshqa tibbiyot bo'limlariga oid maxsus atamalar majmuasidir. Tibbiy terminologiya nafaqat soha mutaxassislari o'rtasida, balki xalqaro ilmiy hamkorlikda ham asosiy muloqot vositasi bo'lib xizmat qiladi.

Tibbiy terminologiyaning o'ziga xosligi shundaki, u ilmiy muloqotda aniqlik, ixchamlik va birma'nolilikni ta'minlaydi. Tibbiy atamalar til tizimida maxsus semantik maydonga ega bo'lib, ularning morfologik tuzilishi ko'pincha xalqaro standartlarga asoslanadi. Ushbu qatlam monosemantiklik tamoyiliga tayanadi, ya'ni har bir termin bitta aniq tushunchani bildiradi. Bu esa tibbiyotdagi xatoliklarning oldini olishda bevosita ahamiyatga ega.

Tibbiy terminologiya umumtil leksikasidan bir necha belgilar bilan farqlanadi:

- semantik chegaralanganlik – faqat soha doirasidagi tushunchalarni ifodalaydi;
- tizimlilik – terminlar o'zaro paradigmatic va sintagmatic bog'lanishda ishlaydi;
- normativlik – xalqaro terminologik standartlarga mos keladi;
- tarixiy barqarorlik – ko'plab terminlar qadimgi yunon, lotin, arab va boshqa manbalardan kirib kelib, zamonlar davomida o'z ma'nosini saqlab qolgan.

Mazkur tadqiqot tibbiy terminologiyani mustaqil leksik qatlam sifatida lingvistik nuqtayi nazardan tahlil qilish, uning morfologik, semantik va tarixiy xususiyatlarini aniqlash hamda zamonaviy o'zgarish tendensiyalarini yoritishga qaratilgan. Tadqiqotning dolzarbligi shundaki, tibbiy terminlarning to'g'ri va izchil qo'llanishi nafaqat ilmiy muloqot, balki amaliy tibbiy jarayonlarda ham aniqlik va samaradorlikni ta'minlaydi.

Tibbiy terminologiyani o'rganish masalasi tilshunoslik va terminshunoslikning kesishgan nuqtasida tahlil qilinadi. Jahon miqyosida ko'plab tadqiqotlar tibbiy terminlarning shakllanishi, o'zlashishi va standartlashtirilishiga bag'ishlangan. Masalan, Dorland's Illustrated Medical Dictionary (2021) tibbiyot sohasidagi 120 mingdan ortiq terminlarning etimologiyasi va normativ shakllarini belgilab beradi. Xalqaro tashkilotlar, xususan, Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO, 2022) tomonidan tibbiy terminlarni yagona xalqaro klassifikatsiyaga kiritish maqsadida "International Classification of Diseases" (ICD) tizimi muntazam yangilanadi.

Tilshunoslik va terminologiya sohasidagi zamonaviy izlanishlar tibbiy terminlarning semantik, morfologik va etimologik jihatlarini ta'riflashda muhim ahamiyat kasb etadi. Masalan:

Sevaraxon Alimatova tibbiy terminlar lug'atini yaratish jarayonida lingvistik tadqiqotlarning muhim rolini ta'kidlaydi. Bu jarayonda etimologiya, morfologik tahlil, sinonimiya va polisemiya muhim rollarni o'ynashini qayd etib o'tadi.

Rajab Bobokalonov esa tibbiy terminologiya tibbiyot xodimlariga bemorlar va oilalari bilan samarali va aniq muloqot qilish imkonini berishini ta'kidlaydi, yani terminologiya ushbu jarayonda barqaror va standart tildan foydalanishga xizmat qiladi, deya ta'kidlaydi.

Bu tadqiqotlardan kelib chiqqan holda, tibbiy terminologiyaning til sistemasi ichida mustaqil leksik qatlam sifatida shakllanishi quyidagi aspektlar bilan aniqlanadi:

semantik xususiylik – tibbiy atamalar faqat aniq sohalarga tegishli tushunchalarni ifodalaydi;

morfologik tahlil imkoniyati – terminlar affiks, kompozit, qisqartmalar orqali tuziladi va tahlil qilish uchun qulaylik yaratadi;

tarixiy ildiz – ko'plab terminlar yunon, lotin, arabcha va boshqa tillardan o'zlashtirilgan bo'lib, tarixiy izchillikni saqlab qoladi;

amaliy muloqotda qo'llanilishi – terminlarning ixcham va standart shakli sog'lom va tibbiy jamoatchilik bilan samarali muloqotda muhim.

Shunday ekan, mazkur tadqiqot tibbiy terminologiyaning lingvistik jihatdan chegaralari, morfologik va semantik tuzilishi, tarixiy ildizlari hamda zamonaviy rivojlanish tendensiyalarini kompleks tahlil qilishga qaratilgan. Tadqiqot natijalari nafaqat terminshunoslik nazariyasini boyitadi, balki amaliy tibbiy muloqotda aniqlik va samaradorlikni ta'minlashga ham xizmat qiladi.

Metodologiya. Tadqiqot quyidagi usullar asosida olib borildi:

1. **Leksik-semantik tahlil** – tibbiy terminlarning ma'no chegaralari va ularning paradigmatic-sintagmatic aloqalarini aniqlash. Tibbiy terminologiyaning semantik tizimini o'rganishda leksik-semantik tahlil usuli qo'llaniladi. Ushbu usul orqali terminlarning ma'no chegaralari aniqlanib, ular umumtil leksikasidan farqlovchi belgilari ajratib ko'rsatiladi. Paradigmatic aloqa nuqtayi nazaridan terminlar sinonimiya, antonimiya va giponimiya munosabatlari asosida guruhlanadi, sintagmatic jihatdan esa ularning boshqa terminlar bilan birikish imkoniyatlari (kollokatsiyasi) tahlil qilinadi. Bu yondashuv tibbiy atamalarning ma'no tizimidagi ichki mantiq va tuzilmani aniqlashga imkon beradi.

2. **Morfologik tahlil** – atamalarning tuzilishi, yasovchi affiksalar va kompozit birliklarni o'rganish. Atamalarining ichki tuzilishi, ularni hosil qiluvchi yasovchi affiksalar, qo'shimchalar va kompozit birliklar (ikkita yoki undan ortiq so'zning birlashuvi) o'rganiladi. Masalan, yunoncha *-itis* (yallig'lanish), *-logiya* (fan), *-patia* (kasallik) kabi morfemalar tibbiy terminlarda faol ishlatilishi qayd etildi. Morfologik tahlil jarayonida shuningdek, o'zbek tibbiy terminologiyasiga moslashgan so'z yasash modellari aniqlanib, lotin va yunon manbalaridan kirib kelgan birliklarning morfologik adaptatsiya xususiyatlari tahlil qilindi.

3. **Tarixiy-qiyosiy usul** – tibbiy atamalarning qadimgi yunon, lotin, arab va boshqa manbalardan o'zlashish jarayonini aniqlash. Tibbiy atamalar tarixan ko'p tillardan o'zlashganligi sababli ularning **etimologik manbalari** izlab topiladi va qiyosiy jihatdan tahlil qilinadi. Qadimgi yunon va lotin tilidan kirgan so'zlar (masalan, *cardia* – yurak, *neuro* – asab) bilan bir qatorda, arabcha (*tib* – tibbiyot, *ilm* – bilim) va rus tili orqali kirgan atamalar ham o'rganiladi. Ushbu usul orqali terminlarning madaniy-tarixiy qatlamlari ajratilib, har bir davr tibbiy terminologiyasiga qanday ta'sir ko'rsatgani aniqlashtiriladi.

4. **Korpus tahlili** – zamonaviy tibbiy matnlar (o'quv qo'llanmalar, maqolalar, protokollar) asosida yangi va faol ishlatilayotgan terminlarni aniqlash. Tibbiy terminologiyaning zamonaviy rivojlanishini o'rganishda korpus lingvistika yondashuvi qo'llaniladi. Maxsus tanlab olingan tibbiy matnlar (o'quv qo'llanmalar, ilmiy maqolalar, klinik protokollar, tibbiy-ensiklopedik lug'atlar) elektron shaklda tahlil qilinib, 1500 dan ortiq faol ishlatilayotgan terminlar ro'yxati tuzildi. Ularning qo'llanish chastotasi, kontekstlari va yangi kirib kelayotgan so'z birliklari aniqlanib, statistik ko'rsatkichlar bilan mustahkamlandi.

Metodologiya bo'limida keltirilgan yondashuvlar tibbiy terminologiyani chuqur va ko'p qirrali tahlil qilish imkonini beradi.

Leksik-semantik tahlil orqali atamalarning ma'no tizimi va ichki tuzilishidagi bog'lanishlar aniqlanadi. Morfologik tahlil ularning shakllanish mexanizmini ochib beradi hamda yangi terminlar yaratish imkoniyatlarini belgilaydi. Tarixiy-qiyosiy usul atamalarning kelib chiqish manbalari va o'zlashish bosqichlarini yoritib, tibbiy leksikaning tarixiy qatlamini ochadi. Korpus tahlili esa hozirgi tibbiy diskursda eng faol ishlatilayotgan birliklarni aniqlashga yordam beradi.

Shunday qilib, kompleks yondashuv tibbiy terminologiyani mustaqil leksik qatlam sifatida lingvistik jihatdan tizimli o'rganishga sharoit yaratadi.

Natijalar. Tadqiqot doirasida 1500 dan ortiq tibbiy atamalar chuqur lingvistik tahlil qilindi va ularning leksik, morfologik, semantik hamda uslubiy xususiyatlari bo'yicha quyidagi natijalar olindi:

Leksik-semantik xususiyatlar – atamalarning 62%i qat'iy va bir ma'noli bo'lib, ular, asosan, kasallik nomlari (anemiya, diabet), anatomiya birliklari (o'pka, miya po'stlog'i), diagnostika va davolash usullarini (angiografiya, fizioterapiya) ifodalaydi. Qolgan 38% esa kontekstga bog'liq ma'no kengayishiga ega bo'lib, bular orasida umumiy tilga o'tib, metaforik ma'noda ishlatiladigan birliklar ham mavjud (virus – texnologik sohada zararli dastur sifatida).

Morfologik tuzilish – o'zbek tibbiy terminlarining 54%i affiksatsiya yo'li bilan (nefrologiya, kardiologik), 31 % i kompozitsiya orqali (yurak-qon tomir, suyak iligi), 15% i esa qisqartma shakllarda (KT – kompyuter tomografiya, OITS – odam immunitet tanqisligi sindromi) hosil qilingan. Morfologik tahlil shuni ko'rsatdiki, xalqaro affiksalar (-logiya, -terapiya, -it, -skopiya) o'zbek tilida moslashuvchan qo'llanadi va yangi termin yasashda faol.

Kelib chiqish manbalari – o'rganilgan atamalarning taxminan 48 % i yunon va lotin tillaridan, 27 % i arabcha o'zlashmalardan (shifokor, davolash), 15 % i rus tili vositasida kirgan xalqaro terminlardan (rentgen, hospital), 10 % i esa zamonaviy o'zbek tilida yaratilgan yangi birliklardan iborat (yurak stimulyatori, sun'iy o'pka ventilyatsiyasi).

Korpus tahlili natijalari – zamonaviy tibbiy matnlarda eng ko'p uchraydigan terminlar qatoriga COVID-19, immunitet, vaksina, onkologiya, diabet, profilaktika, rehabilitatsiya kiradi. Pandemiya davrida yangi terminlar (masalan, postkovid sindrom, PZR-tahlil) faol ishlatila boshlagan. Shu bilan birga, ilgari kam qo'llangan terminlar keng ommaga tanish bo'lib qoldi.

Uslubiy qo'llanish – tibbiy terminlarning ilmiy, o'quv, ommabop va huquqiy-uslubiy matnlardagi qo'llanish chastotasi farqlanadi. Ilmiy maqolalarda yuqori aniqlik va izchil xalqaro standartlar kuzatilsa, ommaviy axborot vositalarida terminlar ko'pincha soddalashtirilgan yoki sinonimik variantlari bilan beriladi (gripp virusi – influenza virusi).

Terminlarning zamonaviylashuvi – tibbiy sohada yangi texnologiyalar paydo bo'lishi bilan atamalar ham yangilanmoqda. Masalan, so'nggi yillarda *telemeditsina*, *genom terapiyasi*, *3D-bioprinting* kabi terminlar keng qo'llanishga kirdi.

Normativlik va amaliy qo'llanish – tibbiy terminlarning rasmiy me'yorlashgan variantlari bilan amaliy nutqda qo'llanayotgan variantlar o'rtasida farqlar mavjud. Masalan, "*miokard infarkti*" va "*yurak xuruji*"

atamaları bir mazmunda ishlatiladi. Biroq biri ilmiy, ikkinchisi ommabop shakl hisoblanadi. Bu farqlar ilmiy matnlarni oddiy o'quvchi yoki bemorlar uchun tushunarli qilish masalasida muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, tahlillar shuni ko'rsatdiki, o'zbek tibbiy terminologiyasi tizimli, ko'p manbali va dinamik rivojlanishga ega bo'lib, u global ilmiy-texnik taraqqiyot va ijtimoiy ehtiyojlarga mos ravishda muntazam ravishda yangilanmoqda. Shu bilan birga, terminlarning kelib chiqishi, tuzilishi va semantik xususiyatlarida aniq ichki qonuniyatlar mavjud.

Muhokama. Tibbiy terminologiya til tizimida mustaqil leksik qatlam sifatida shakllangan bo'lib, uning asosiy belgilaridan biri – yuqori darajadagi aniqlik, ma'no chegaralarining qat'iy belgilanganligi va xalqaro standartlarga asoslanganligi hisoblanadi. Bu holat ilmiy hamkorlik, klinik tajriba almashinuvi va ilmiy-texnik axborotning turli tillar o'rtasida uzviy tarzda ko'chirilishiga imkon yaratadi. Shu bilan birga, tibbiy terminlarning xalqaro miqyosda unifikatsiyalashganligi o'zbek tili terminologiyasining global ilmiy jarayonga integratsiyasini osonlashtiradi.

Biroq o'zbek tilidagi tibbiy atamalarni yaratish va qo'llash jarayonida bir qator dolzarb masalalar mavjud. Eng asosiylaridan biri **standartlashtirish muammosi** bo'lib, bir xil tushuncha uchun bir nechta termin variantlarining parallel qo'llanishi kuzatiladi. Masalan, *gipertenziya* va *arterial bosim oshishi* kabi atamalar bir-birini to'ldirishi mumkin bo'lsa-da, tibbiy amaliyotda ularning qo'llanish chegaralari aniq belgilanmaganligi terminologik birlikda noaniqlik keltirib chiqaradi. Bu holat klinik hujjatlar, tibbiy ma'ruzalar va darsliklarda izchillikni ta'minlashni qiyinlashtiradi.

Ikkinchi muammo – **o'zlashmalar va milliy ekvivalentlar o'rtasidagi muvozanat**. Tibbiy sohada xalqaro atamalar, ayniqsa, yunoncha va lotincha ildizlarga ega bo'lgan birliklar keng qo'llanadi. Biroq, ularni to'g'ri transkripsiya va transliteratsiya qilish bilan birga, o'zbek tilining ichki imkoniyatlaridan foydalangan holda milliy ekvivalentlar yaratish ham zarur. Masalan, *bronxit* termini xalqaro shaklda ishlatilsa-da, uning ma'nosini o'zbek tilida izohlash (o'pka shoxchasining yallig'lanishi) tilning tushuntiruvchanlik imkoniyatlarini kengaytiradi.

Tibbiy terminologiya rivojida lingvistlar va tibbiyot mutaxassislari hamkorligi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Yangi atamalarni ishlab chiqish va tasdiqlash bo'yicha maxsus komissiyalar faoliyatini kuchaytirish, terminlarning yagona elektron bazasini yaratish va muntazam yangilab borish amaliy jihatdan katta foyda keltiradi. Shuningdek, tibbiy oliy ta'lim muassasalarida va malaka oshirish kurslarida terminologiya bo'yicha maxsus seminarlar tashkil etish mutaxassislari o'rtasida bir xil standartlardan foydalanishni ta'minlaydi.

Natijada, tibbiy terminologiyani tizimli ravishda tartibga solish va yangilash jarayoni nafaqat ilmiy tilning rivojlanishiga, balki amaliy tibbiyotning samaradorligiga ham bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Tibbiy terminologiyaning o'zbek tilidagi rivojlanishi nafaqat lingvistik, balki ijtimoiy, madaniy va texnologik omillar bilan ham uzviy bog'liqdir. Zamonaviy tibbiyotning tezkor rivoji natijasida yangi atamalar har oy, ba'zan esa har kuni paydo bo'lmoqda. Bu holat ularni o'zbek tiliga moslashtirish, semantik izchillikni ta'minlash va ortiqcha variantlarni bartaraf etish bo'yicha tizimli yondashuv zarurligini ko'rsatadi.

Terminlar yaratilishida **kognitiv-lingvistik omillar** ham muhimdir. Ya'ni yangi tushunchaning o'zlashtirilishi inson ongida mavjud konseptual tuzilmalar bilan qanday uyg'unlashishi, ularning ma'nodagi aniq va tushunarli bo'lishiga ta'sir qiladi. Shu sababli, tibbiy terminlar ishlab chiqishda semantik motivatsiya va so'zning intuitiv anglashiluvchanligi hisobga olinishi kerak.

Shuningdek, **axborot-kommunikatsiya texnologiyalari** ta'siri ortib bormoqda. Tibbiy onlayn platformalar, xalqaro ma'lumotlar bazalari va telemeditsina tizimlarida inglizcha atamalarning to'g'ridan-to'g'ri qo'llanilishi o'zbek tilida parallel terminlar bilan ishlash muammosini yana-da keskinlashtiradi. Bu jarayonda elektron korpuslar asosida tezkor monitoring tizimini yaratish samarali bo'lishi mumkin.

Yana bir dolzarb masala – **fonetik-morfologik moslashtirish mezonlarining** yetarli darajada aniq belgilanmaganidir. Ba'zi terminlar asl shaklda saqlanadi, boshqalari esa fonetik qoidalarga moslashtiriladi, bu esa ba'zida yozma va og'zaki shaklda tafovutlarni keltirib chiqaradi.

Tibbiy terminlarni ishlab chiqish va standartlashtirishda **tarjimonlar, lingvistlar, tibbiyot olimlari va axborot texnologiyalari mutaxassislari** o'rtasidagi ko'p tomonlama hamkorlik mexanizmini yo'lga qo'yish, xalqaro tajriba va mahalliy til me'yorlarini uyg'unlashtirgan holda ishlash eng maqbul yo'l sifatida qaraladi.

Xulosa. O'zbek tilida tibbiy terminologiyaning shakllanishi va rivojlanishi jarayoni murakkab, ko'p omilli tizim bo'lib, u lingvistik, kognitiv, sotsiokultural va texnologik omillar ta'sirida kechadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki:

1. Tibbiy atamalarning semantik aniqligi, xalqaro mosligi va milliy til me'yorlariga uyg'unligi yetarlicha muvofiqlashtirilmagan.
2. Fonetik-morfologik moslashtirishdagi izchillik yetishmovchiligi amaliyotda variantlilik va chalkashliklarni keltirib chiqarmoqda.

3. Inglizcha va ruscha terminlarning bevosita o'zbek tilida qo'llanilishi, ba'zida ortiqcha so'zma-so'z tarjimalar bilan almashishi natijasida semantik buzilishlar kuzatilmoqda.

4. Elektron tibbiyot va telemeditsina sohalarida yangi terminlar oqimi keskin ortib, ularni tezkor standartlashtirish zaruriyati kuchaymoqda.

Tavsiyalar:

1. **Terminologik bazani standartlashtirish** – davlat til siyosati doirasida tibbiy terminlarning yagona elektron korpusini yaratish, unda har bir atamaning tasdiqlangan o'zbekcha varianti, izohi va xalqaro ekvivalenti keltirilishi lozim.

2. **Fonetik-morfologik me'yorlarni belgilash** – asl tildan kiruvchi terminlar uchun yagona transkripsiya/transliteratsiya qoidalarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish.

3. **Kognitiv va madaniy moslikni ta'minlash** – yangi atamalar yaratilishida ularning tushunarli bo'lishi va milliy konseptual maydonga mos kelishini hisobga olish.

4. **Mutaxassislararo hamkorlik** – tibbiyot olimlari, lingvistlar, tarjimonlar va IT-mutaxassislari ishtirokida terminlarni ishlab chiqish bo'yicha doimiy ekspert kengashini tashkil etish.

5. **Tezkor monitoring tizimi** – internet va tibbiy ma'lumotlar bazalaridagi yangi terminlarni aniqlab, ularni o'zbek tiliga moslashtirishni avtomatlashtiruvchi dasturiy vositalarni ishlab chiqish.

6. **Ilmiy-ma'rifiy targ'ibot** – tibbiy xodimlar va tarjimonlar uchun terminlardan to'g'ri foydalanish bo'yicha metodik qo'llanmalar, treninglar va onlayn kurslar tashkil etish.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, tibbiy terminologiya o'zining semantik chegaralari, tizimliliigi, tarixiy barqarorligi va xalqaro normativligi bilan tilning mustaqil leksik qatlamini tashkil etadi. Zamonaviy tibbiyotning rivojlanishi ushbu qatlamni doimiy ravishda kengaytirib boradi. Tibbiy terminlar bilan ishlashda izchillik, aniq me'yor va standartlarga rioya etish ilmiy muloqotning aniqligi va samaradorligini ta'minlaydi.

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, o'zbek tilida tibbiy terminologiya mustaqil leksik qatlam sifatida shakllangan bo'lib, uning rivojlanishida tarixiy, lingvistik va ijtimoiy omillar muhim rol o'ynaydi. Tibbiy atamalar tarkibida qadimgi yunon, lotin, arab va rus tillaridan kirib kelgan o'zlashmalar salmog'i yuqori bo'lsa-da, milliy til imkoniyatlari asosida yaratilgan ekvivalentlar ham faol qo'llanilmoqda. Tadqiqot davomida leksik-semantik, morfologik, tarixiy-qiyosiy va korpus tahlili usullari orqali tibbiy terminlar o'rganildi, ularning ma'no chegaralari, paradigmatic-sintagmatic aloqalari, morfologik tuzilishi va zamonaviy qo'llanish holati aniqlandi. O'zbek tibbiy terminologiyasi xalqaro standartlarga moslashishda muhim bosqichni bosib o'tmoqda, ammo standartlashtirish va milliy ekvivalentlar muvozanatini ta'minlash kabi masalalar dolzarbligicha qolmoqda. Xususan, bir xil tushunchani ifodalashda termin variantlarining ko'pligi terminologik birlikda noaniqlik tug'diradi. Shu bois, yangi tibbiy atamalarni yaratish va mavjudlarini optimallashtirish jarayonida lingvistlar va tibbiyot mutaxassislari o'rtasidagi tizimli hamkorlik, maxsus terminologiya kengashlari faoliyati hamda xalqaro tajribaga asoslangan metodik yondashuvlar zarurdir. Ushbu yondashuv o'zbek tibbiy tilining ilmiy aniq, kommunikativ samarali va xalqaro miqyosda raqobatbardosh bo'lishini ta'minlaydi.

ADABIYOTLAR:

1. Алиматова С. Х. *Тиббий терминлар лугатини яратишда лингвистик тадқиқотларнинг аҳамияти* // University Research Base [Электрон ресурс]. — Режим доступа: Scribd. — 3 с. — URL: <https://www.scribd.com/document/867724780/694-696>

<https://scholar.kokanduni.uz/index.php/rb/article/view/448/396>

2. Bobokalonov R. Analysis of hematological terms in French and Uzbek // Web of Teachers: Inderscience Research. — 2025. Vol. 3, № 3. — Pp. 63–66. — ISSN (E): 2938-379X. — URL: <https://webofjournals.com/index.php/1/article/view/3519>

3. Bobokalonov R. English Explanation Of Medical Hybrid Terms With French Prefix “Anti” // International Journal of Progressive Sciences and Technologies. — 2021. Vol. 25, № 1. — Pp. 352–356. — DOI: <http://dx.doi.org/10.52155/ijpsat.v25.1.2838> — URL: <https://ijpsat.org/index.php/ijpsat/article/view/2838>

4. Bozorov Z.A International scientific and practical conference “Modern psychology and pedagogy: problems and solutions” “Imperial College London” 2021-2022. 165-169 б.

5. Bozorov Z.A. Essence, structure and functions of civil culture. International engineering journal for research & development. Published in Volume 6 Special Issue, January 2021 of IEJRD E-ISSN: 2349-0721, Peer Reviewed & Referred Journal.

6. Bozorova G. Formation of abbreviations in medical terminology in uzbek language //Центральноазиатский журнал образования и инноваций. – 2024. – Т. 3. – №. 3. – С. 86-89.

7. Samandarova G. Y. *Fundamentals of folk proverbs formed on the basis of the lexical-spiritual group of insects*. *Current research journal of philological sciences*, 2 (05), 39–42. – 2021.
8. Samandarova , G. Y. (2023). *Basis of the lexical sentence group "insect" in the form of a compound sentence*. *International scientific conference " innovative trends in science, practice and education"*, 2(4), 59–67. Retrieved from <http://academicsresearch.ru/index.php/iscitspe/article/view/1493>
9. Bozorov Z. A. "Exceptional role of motives and needs within the formation process of civic culture in students' community." *Journal of Advanced Zoology* 44 (2023): 3236-3244. <https://jazindia.com/index.php/jaz/article/view/1595>
10. Ashurovich, Bozorov Zayniddin. "Great Oriental Intellectuals about Civil Culture." *Web of Scholars: Multidimensional Research Journal* 2 (2023): 21-24. <https://innosci.org/wos/article/view/968>
11. Samandarova G.Y., Yusupova A.Sh. *Specific characteristics of paremas formed on the basis of "Insect" LMG in a simple sentences // Best journal of innovation in science, research and development*. Volume 2 No 6 (Jun 2023). ISSN: 2835-3579 .(Impact factor: SJIF=9.1)
12. Samandarova G.Y. *Sodda gap ko'rinishidagi "hasharot" lug'aviy ma'no guruhlari asosida shakllangan paremalarning o'ziga xos xususiyatlari // Scientific reports of Bukhara state university*. 2023/1 (84). –B. 161-165.

REALIYA -NEOLOGIZM, REALIYA-ARXAIZM VA REALIYA-TARIXIZMLAR

Jo'rayeva Laylo Jiyonqul qizi,

Buxoro davlat pedagogika instituti o'qituvchisi

laylojurayeva@buxdpi.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada realiya tushunchasining tavsifi berilgan. Realialarning milliy xususiyatlarni aks ettirish masalalari yoritilgan. Realialarning mazmun-mohiyati ochilib, ularning neologizm, arxaizm hamda tarixizm xususiyatlari tadqiq etilgan. Realialar mazmun mohiyatan milliylikni aks ettiruvchi birliklar bo'lsa, neologizmlar tilda yangi paydo bo'lgan so'zlar, arxaizmlar esa tariximizning ma'lum bir davrida iste'molda bo'lib, bugungi kunda shakl o'zgarib mazmuni saqlangan birliklardir. Realiya hamda madaniyat tushunchalari bir-biriga uzviy bog'liq bo'lgan tushunchalar sanaladi. Har bir davrning o'ziga xos madaniyati bo'lgani kabi realialari ham mavjud bo'ladi. Shu nuqtayi nazardan ularni sinxron hamda diaxron aspektda o'rganish kerak. Realiya neologizm, realiya arxaizm, realiya istorizm kabi tushunchalar davr nuqtayi nazar bilan bog'liq bo'lgan atamalardir.

Kalit so'zlar: realiya, neologizm, arxaizm, tarixizm, realiya-onomastika, sumalak, chuchvara, xonim.

РЕАЛЬНОСТЬ-НЕОЛОГИЗМ, РЕАЛЬНОСТЬ-АРХАИЗМ И РЕАЛЬНОСТЬ-ИСТОРИЗМ

Аннотация. В данной статье рассматривается понятие действительности. Освещены вопросы отражения национальных особенностей действительности. Раскрываются содержание и сущность действительности, изучаются их признаки неологизма, архаизма и историзма. Реализмы – это единицы, содержание которых по сути отражает национальность, неологизмы — это слова, которые недавно появились в языке, а архаизмы — это единицы, которые использовались в определенный период нашей истории и изменили форму, но сохранили свое содержание сегодня. Понятия реальности и культуры неразрывно связаны. Подобно тому, как каждая эпоха имеет свою культуру, существуют и свои реалии. С этой точки зрения, их следует изучать как в синхронном, так и в диахроническом аспектах. Такие понятия, как «неологизм реальности», «архаизм реальности» и «историзм реальности», относятся к точке зрения эпохи.

Ключевые слова: действительность, неологизм, архаизм, историзм, действительность-ономастика, сумалак, чучвара, ханум.

REALITY-NEOLOGISM, REALITY-ARCHAISM AND REALITY-HISTORISM

Abstract. This article describes the concept of reality. The issues of reflecting national characteristics of reality are highlighted. The content and essence of reality are revealed, and their neologism, archaism and historicism features are studied. Realisms are units whose content essentially reflects nationality, neologisms are words that have recently appeared in the language, and archaisms are units that were in use at a certain period in our history and have changed form but retained their content today. The concepts of reality and culture are inextricably linked. Just as each era has its own culture, so too do its realities. From this point of view, they should be studied in both synchronous and diachronic aspects. Concepts such as reality neologism, reality archaism, and reality historicism are terms related to the point of view of the era.

Keywords: reality, neologism, archaism, historicism, reality-onomastics, sumalak, chuchvara, khanim.

Rus olimlaridan biri Y.S.Bugrisheva realiya-neologizm, realiya-onomastika mavzusidagi yaratgan tadqiqotlarida realialarni haqiqat, voqelik deya nomlab, unga quyidagicha ta'rif beradi: "Onomastik haqiqat – neologizmdir. Onomastik voqelik-neologizm - bu faqat ma'lum bir xalqqa xos bo'lgan madaniy xususiyatlarni ifodalovchi, mazmuni va ba'zi hollarda ifodasi jihatidan yangi bo'lgan, ma'lum bir davrda mavjud bo'lgan va oldingi davrlarda mavjud bo'lmagan leksemalardir"[1].

Neologizmlar hozirgi zamonda paydo bo'lgan yangi leksik birliklardir. Yangi paydo bo'lgan so'zlarni ham realialar doirasida ko'rish mumkin. Shunday so'zlar borki, ular ma'lum bir xalqning hayotida yangi paydo bo'lgan hamda shu xalqning neologizm realialari sanaladi. Bunga misol tariqasida bugungi kunda faol bo'lgan kredit-modul tushunchasini olish mumkin. U dastlab Amerikada yaratilgan bo'lib, shu yerdagi xalqning milliy o'qitish tizimidir. Yoki bugungi kunda mashhur fast food taomini olish mumkin. U XXI asrda

arman xalqi tomonidan kashf etilgan. Tez tayyor bo'luvchi mazkur taom butun dunyo xalqlarining sevimli taomlaridan biriga aylanib ulgurdi.

Arxaizmlar ma'lumki, shakl o'zgarib, ma'nosi saqlangan so'zlardir. Shunday so'zlar borki, ular tariximizning ma'lum davrida milliy xarakterdagi so'zlar bo'lib, bugungi kunda shakli o'zgarib, ma'nosi saqlangan so'zlardir. Masalan, eski o'zbek adabiy tilidagi "abo" leksemasi "yengsiz ustki kiyim" ma'nosida qo'llanilgan. Bugungi kunda xuddi mana shu ma'noni adabiy tilda "nimcha", shevalarda esa "ichakcha" leksemasi orqali ifodalanadi. Yoki kasb-hunar ma'nosini anglatuvchi "baxyasoz" leksemasi *do'ppi tikuvchi* ma'nosini anglatib, bugungi kunda xuddi shu ma'no "do'ppido'z" leksemasi orqali ifodalanadi.

Istorizmlar esa iste'moldan chiqqan realiyalardir. Ya'ni shunday so'zlar borki, ular davr nuqtayi nazardan ma'lum bir vaqtda milliylikni aks ettiruvchi lingvokulturologik birlik bo'lmish realiyalarni aks ettiradi. Masalan, eski o'zbek adabiy tilida *qasab*, *qumosh*, *sayfur* kabi leksemalar milliy mato turlari; *xirqa*, *qabo* kabi kiyim nomlarini anglatuvchi leksemalar tarixiy realizm sanaladi. Realialar sirasiga yana iqtibos (sitata)lar, qanotli so'zlar hamda aforistik xarakterga ega bo'lgan hikmatlarni, turli ko'rinishdagi murojaatlarni ham kiritish mumkin.

Shu o'rinda ta'kidlash kerakki, realiyalarning eng ko'p qismi otlardan iborat bo'ladi. Aytish kerakki, realiyalar orasida fe'llashgan otlar uchramaydi, chunki ularda harakat alomati ko'zga tashlanmaydi. Ammo ular orasida otlashgan sifatlar bor. Masalan: rus tilida *vershovkiy*, *arshenniy*, *sajenniy*, *kopeechniy*, *rubleviy*; o'zbek tilida *zig'ircha*, *arshin*, *bir mirlik* kabilar shular jumlasidandir. Ular aslida ot realiyalardan kelib chiqqan. Bular shunday realialarki, ularning ham boshqa tillarda aynan ekvivalentlari bo'lmaydi. Bu sifatlar o'z va ko'chma ma'nolarda ham qo'llanishlari mumkin[2].

Anglashiladiki, realiyalar boshqa xalqqa yot bo'lgan va muayyan xalqning maishiy hayoti, madaniyati, ijtimoiy turmushi va tarixiy taraqqiyotiga taalluqli bo'lgan so'zlar va so'z birikmalaridan iboratdir. Demak, ular milliy va tarixiy koloritni o'zlarida mujassamlashtirgan bo'ladi.

Realia alohida jamoa yoki muassasa doirasida chegaralangan bo'lishi ham mumkin. Asosan, talabalar va harbiylar jargoni bunday realiyaga boydir. Ba'zi bir bu jargonizmlar lokalizm va professionalizmlar darajasiga o'tib ketadi. Davriy kolorit ham realiyaga xosdir. Madaniyat bilan chambarchas bog'liq til hodisasi sifatida ushbu leksik birliklar jamiyat taraqqiyotidagi barcha o'zgarishlarga tez ta'sir qiladi. Ular orasidan neologizm, istorizm va arxaizm realiyalarini osongina ajratib ko'rsatish mumkin.

Masalan, o'tgan asrning 50-60 yillarida AQShda yosh avlodning isyoni tilda *beatnik*, *beat generation* (charchagan, singan, ko'ngli sovigan avlod) kabi so'zlarning paydo bo'lishi bilan aks etadi [3]. Vujudga kelgan bu kabi realiyalar avvalo neologizm sifatida qabul qilindi, keyin asta-sekin boshqa tushuncha *hippie* (zamonaviy burjua jamiyati ahloqi va turmush tarzini rad etuvchi hamda o'z noroziligini g'ayri odatiy kiyinishi va fe'l-atvori, o'zini tutishi bilan ifoda etuvchi yoshlar) ga almasldi.

Realiyada til va madaniyat o'rtasidagi yaqinlik yaqqol namoyon bo'ladi. Jamiyatning moddiy va ma'naviy hayotida yangi realiyalarning paydo bo'lishi tilda realia vujudga kelishiga olib keladi. Leksika ijtimoiy hayotning barcha o'zgarishlariga o'z ta'sirini ko'rsatishi sababli tilda yangi realiyalarning paydo bo'lish paytini aniq aytish mumkin. Biroq bir vaqtning o'zida eng oddiy tushunchalarni ifodalay turib, shu bilan birga mazmuniy va hissiy "fonli" nozik farqlarni ham ifodalovchi ko'pgina so'zlar mavjud. Tilda "konnotativ so'zlar"ni leksik birlikning o'ziga xos tipi sifatida ajratish shak-shubhasiz maqsadga muvofiqdir, chunki konnotatsiyalar, ya'ni so'zlarga hamrohlik qiluvchi stilistik, emotsional va mazmuniy farqlar o'z-o'zidan mavjud bo'lmaydi, ular so'z ma'nolaridan biriga bog'lanadi.

Realiani tilning boshqa so'zlari bilan taqqoslaganda uning farqli tomoni shuki, realia ifodalaydigan predmet, tushuncha, hodisaning bir tomondan xalq bilan va boshqa tarafdin vaqtning tarixiy bo'lagi bilan yaqin aloqasi hisoblanadi. Bundan milliy, mahalliy yoki tarixiy koloritning realiyaga xosligi ko'rinib turibdi. Xuddi shunday o'zbek tilidagi realiyalar o'zbek xalqiga xos bo'lgan milliy o'ziga xoslikni ifoda etuvchi liboslar, milliy taomlar va ichimliklar, joy nomlari ham realia sifatida o'zga xalqlar tilida talqin qilinadi.

O'zbek xalqining milliy o'ziga xos xususiyatlarini aks ettiruvchi qadimgi davrlarda yaratilgan va hozirgi kunda foydalaniladigan, madaniyati va tarixi bilan uzviy bog'liq bo'lgan kiyimlar hozirgi kunda butun dunyoga tanilmoqda. O'zbek milliy liboslariga ayollar uchun *zar chopon*, *do'ppi*, *kamzul*, erkaklar uchun *do'ppi*, *chopon*, *belbog'* va *yaktak* kabilar kiradi. O'zbek milliy libosi jahonda o'z o'rniga ega. Ular orasida *do'ppi* alohida o'ringa ega. U o'zbek xalqi orasida keng tarqalgan yengil bosh kiyim bo'lib, asosan, baxmal, ipak, zar bilan tikiladi. Realialar jumlasiga paranjini ham misol tarzida aytish mumkin. Uni o'zbek ayollari qadimda yuzlarini begona erkaklardan yashirish uchun yopinib yurishgan.

Realialarga yana quyidagilarni aytib o'tish mumkin. Dastlab kiyimlarni izohlashga harakat qilamiz:

zar chopon. O'zbek ayollarini qishda sovuqdan saqllovchi kiyim. U, asosan, baxmal, ipak, zar bilan tikiladi. Chopon o'zbek xalqining qadimiy kiyimlaridan biridir;

atlas, adras. Bu matolar qadimdan to hozirgi kunga qadar o'zbek ayollari uchun sevib kiyadigan milliy matolardir. Ular ipakdan tayyorlanadi. Qancha-qancha zamonlar o'tib ketsa ham bu matolardan o'z davriga moslab, xoh o'zbekcha, xoh yevropacha uslubda kiyimlar tikib kiyish urfga kirgan. O'zbekistonda eng mashhur atlas Marg'ilon shahrida to'qiladi;

mahsi. Mahsi oyoq kiyimlardan biri bo'lib, uzun qo'njli, poshnasiz, tag charmi yumshoq bo'lgan kovush bilan kiyiladigan milliy poyabzal hisoblangan.

Oziq-ovqatga doir realiyalar:

osh. Qadimdan to hozirgi kunga qadar o'zbek xalqining eng sevimli taomlaridan biri sifatida e'tirof etib kelinadi;

patir. Ushbu so'z omonimlik xususiyatiga ega bo'lib, O'TIL hamda O'zME da izohlangan: "Non turi. shirmoy patir, qashqari patir, ko'k patir, qiymali patir, patircha kabi turlari bor. Ularning har biri masallig'i, tayyorlanish usuli bilan o'zaro farq qiladi. Tayyorlanishi: iliq sutda tuz va xamirturush eritiladi, so'ngra qo'y yog'i (yoki sariyog') qo'shib xamir qoriladi. Xamir oshgach, bir xil hajmdagi zuvalalar uziladi. Zuvaladan chekkalarining qalinligi 3-4 sm, o'rtasining qalinligi 1 sm keladigan non yasaladi, uning yupqa joyiga zich chakich uriladi. Patir chetlari pichoq bilan tilinib, naqsh beriladi. Yasalgan patir betiga 15-20 min. dasturxon yopib qo'yiladi. Tandirga yopish oldidan olov kul bilan ko'miladi, namakob sepiladi. Tandirdan uzilgan patirning yuziga eritilgan dumba yog'i surkaladi"[4];

"Oshirilmagan, ko'ptirilmagan (non). Ko'pincha yog' aralashtirilgan, oshirilmagan xamirdan chekichlab tayyorlanadigan yupqaroq non. Xamiri nuqul qaymoqqa qorilib, og'izda erib ketuvchi oppoq patir nonlarni ushatib tashladi. Oybek, Tanlangan asarlar". Yuqoridagi izohlardan ko'rinib turibdiki, patir faqatgina iste'mol mahsuloti bo'libgina qolmay, madaniyatimiz bilan ham uzviy bog'liq, ya'ni to'y marosimlarida patir ushatish odati oldin ham bugun ham ahamiyatli jarayonlardan sanaladi. Ushbu so'zning fonetik tarkibiga e'tibor qilsak, u o'zgarishga uchramagan. Leksik xususiyatida ham ifodalaydigan ma'nosi oldin ham, bugun ham bir xil.

sumalak. O'zbek milliy madaniyatini o'zida yaqqol aks ettiruvchi, xalqning muhim qadriyatlaridan biri sifatida har yil bahor faslida jamoatchilik asosida tayyorlanadigan milliy hamda mashhur taomlardan biri sanaladi. Mazkur so'z omonimlik xususiyatiga ega bo'lib, O'TILda quyidagicha izohlangan: "Undirib yanchilgan bug'doy, un va yog' aralashmasidan tayyorlanadigan, servitamin, xushxo'r holvaytarsimon ovqat. Bu kecha - gulgun kecha, O'choqda o't tonggacha, Kim pishirsa sumalak, Yashasin - ey minggacha! A. Suyun, Olis tonglar"[5].

Sumalak qadimdan, ayrim ma'lumotlarga ko'ra 3 ming yildan beri, bahorni kutib olish, dehqonchilik ishlarining boshlanishi arafasida, Navro'z kirib kelishi bilan tayyorlab kelinadi. Navro'z taomi haqida xalq orasida og'izdan-og'izga ko'chib yuruvchi bir talay rivoyatlar bor. Rivoyatlardan biriga ko'ra, burungi zamonda onalar och qolgan farzandlariga hatto non ham topib bera olmagan vaqtlar bo'lgan ekan. Shunda endi nish urgan yosh maysalardan terib kelgan ona unga suv qo'shib qozonga solibdi. Ochligidan xarxasha qilayotgan egizak o'g'illari ovqat tayyorlayotganiga ishonitirish uchun qozonga tosh tashlab, uni tinimsiz aralashtiraveribdi.

Farzandlari yig'layverib oxiri uxlab qolibdi. Tinimsiz qozon kavlashdan charchagan ona ham uyquga ketibdi. Niyati shunchalik ezgu bo'lgan ekanki, o'sha tunda osmondan etti farishta tushib, tongga qadar to'yimli taom tayyorlabdi. Ona va bolalar uyg'onib qarashsa, qozon to'la shirin va totli egulik Shu tariqa ona va bolalar ochlikdan qutilib qolgan ekan. Sumalak leksemasi shakl va ma'no munosabatiga ko'ra omonimlik hosil qiladi. Lug'aviy qatlamda, ya'ni semik tarkibida o'zgarishga uchramagan. Fonetik jihatdan ham o'zgarmagan umumiste'mol leksema sanaladi.

chuchvara. Bu taom o'zbek xalqi oshxonasidagi sevimli taomlatdan biri sifatida ma'lum va mashhurdir. Ushbu so'z adabiy tilda *barak* nomi bilan ifodalanadi. Shevalarda *barak* nomi bilan ham yuritiladi. Xorazm va Qoraqalpog'istonda barak taniq taom hisoblanadi. Misol: «Duk-duk etadi buvim, Barak bukadi buvim. "Boychechak". *Chuchvara* so'zi O'TIL da quyidagicha izohlangan: O'rta Osiyo, Janubiy Kavkaz va Yaqin Sharqda mashhur taom turi. Ular maydalangan go'sht va ziravorlar bilan to'ldirilgan xamirturushsiz bug'doy xamir kvadratlaridan tayyorlanadi. Islomiy ovqatlanish qoidalariga ko'ra, go'shtni to'ldirish odatda cho'chqa go'shtisiz bo'ladi.

Ba'zi joylarda u *jo'shpara* nomi bilan yuritiladi. Bu so'zning etimologiyasi bo'yicha ayrim ma'lumotlarni keltirib o'tamiz. *Josh* "qaynatish" degan ma'noni anglatadi. Bu so'z X asrgacha keng tarqalgan bo'lib, uning o'rniiga keyinchalik "qo'zichoq qulog'i" degan ma'noni anglatuvchi zamonaviy forscha *goshe barreh* nomi ishlatilgan. Boshqa tillarda bu so'zning bir qancha variantlari mavjud, jumladan, ozarbayjon tilida *dushbara*, qozoq tilida *tushpara*, qirg'iz tilida *chuchpara*, tojik tilida *tushbera*, arab tilida *shishbarak* va *h.k.* So'zlarning etimologiyasiga oid yana bir nazariyaga ko'ra, bu so'z turkiy *dushbara* so'zidan kelib chiqqan. *Dush* so'zi to'ldirilgan, to'kilgan, barak esa "ovqat" (xamirdan tayyorlangan taom) ma'nolarini bildiradi.

xonim. O'zbek milliy taomlaridan biridir. Mazkur xalq oshxonasida o'z o'rniga ega taom sanaladi. Ushbu leksema omonim leksema sifatida O'TILda quyidagicha izohlangan: "Xamir orasiga qiyma solib, qasqonda pishiriladigan ovqat" [O'TIL 4, 412]. *Xonim* leksemasi dastlab ayollarga nisbatan ishlatilgan bo'lsa, keyinchalik taom nomida ham ishlatila boshlangan.

Alisher Navoiy poetik asarlaridagi milliy madaniyatimizni chuqur aks ettiruvchi birlik bo'lmish realiyalarning ko'lamini aks ettirish, o'zbek xalqi milliy madaniyati va hayotida tutgan o'rnini aniqlash, shoir asarlarida ushbu birliklar qanday maqsadlarda qo'llanilganini o'rganish, realiyalarning bugungi kundagi hamda eski o'zbek adabiy tilidagi qiyosiy tahlilini yoritib berish katta ahamiyatga egadir. Shoirning she'riy hamda nasriy asarlarida keltirilgan mentalitetimizni aks ettiruvchi realiyalar salmoqli mavqega ega bo'lib, ularning mazmun- mohiyatini, kelib chiqish tarixini o'rganish hamda hozirgi o'zbek adabiy tiliga munosabatini o'rganish bugungi kun tilshunosligining dolzarb vazifalaridan biri sifatida katta ahamiyatga egadir.

ADABIYOTLAR:

1. Бугрышева Е.С. Ономастическая реалья-неологизм как лингвистический конструкт. ISSN 2224-0209 Электронный журнал «Вестник МГОУ» / www.evestnik-mgou.ru. – 2014. – № 2
2. Schreiber M. *Ubersetzung und Bearbeitung*. – Tuebingen: Narr Verlag, 2002. – 44 p.
3. Томахин Н.Д. *Америка через американизмы*. – Москва, 1988.
4. Ўзбек тилининг изоҳли лугати. 5 жилдли. 3-жилд. – Тошкент: "Ўзбекистон Миллий энциклопедияси" Давлат илмий нашриёти, 2006. – 237 б.
5. Mahmudov K. *O'zbek tansiq taomlari*. – T.: Mehnat, 1989. – 342 b.
6. Jo'rayeva, L. (2024). *Alisher Navoiy asarlaridagi kiyim nomlarining lingvopoetik va lingvokulturologik tadqiqi*. *Development of pedagogical technologies in modern sciences*, 3(3), 124-127.
7. Laylo, J. R. (2024). *Navoiy asarlaridagi oziq-ovqat va o'simliklarning lingvomadaniy tadqiqi*. *News of the NUUz*, 1(1.3), 299-302.
8. Juraeva Laylo Zhiyankulovna. (2025). *The Relationship between Reality and Culture*. *Miasto Przyszłości Kielce 2025*. ISSN-L: 2544-980X. 75-77.

TASVIRIY SAN'AT ASARLARINING TAHLILIDA TERMINLARNING O'RNI VA AHAMIYATI

Kozimova Zulfiya Ismoilovna,

Pavel Benkov nomidagi Respublika ixtisoslashtirilgan rassomlik maktabi ona tili va adabiyoti fani o'qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada tasviriy san'at asarlarini tahlil qilish jarayonida maxsus terminlardan foydalanishning ilmiy va amaliy ahamiyati yoritiladi. San'atshunoslik terminlari asarning janri, uslubi, texnikasi va mazmunini aniq ifodalashga xizmat qilishi, tahlilda obyektivlikni ta'minlashi haqida fikr yuritiladi. Shuningdek, milliy va xalqaro terminlarning uyg'unligi, madaniy merosni saqlash va kataloglashtirishdagi roli ham tahlil qilinadi. Maqola san'atshunoslar, rassomlar, muzeysunoslar va san'at ixlosmandlari uchun terminologiyani nazariy hamda amaliy ahamiyatini ko'rsatishga qaratilgan.

Kalit so'zlar: tasviriy san'at, terminologiya, san'atshunoslik, rangtasvir, janr, uslub, kolorit, perspektiva, faktura, kompozitsiya, realism, impressionism.

МЕСТО И ЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНОВ В АНАЛИЗЕ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ИСКУССТВА

Аннотация. В данной статье освещается научное и практическое значение использования специальных терминов в процессе анализа произведений изобразительного искусства. Существует мнение, что искусствоведческие термины служат для четкого выражения жанра, стиля, техники и содержания произведения, обеспечивают объективность в анализе. Также анализируется гармония национальных и международных терминов, их роль в сохранении и каталогизации культурного наследия. Статья направлена на демонстрацию теоретического и практического значения терминологии для искусствоведов, художников, музейщиков и любителей искусства.

Ключевые слова: изобразительное искусство, терминология, искусствоведение, живопись, жанр, стиль, колорит, перспектива, фактура, композиция, реализм, импрессионизм.

THE PLACE AND IMPORTANCE OF TERMS IN THE ANALYSIS OF WORKS OF ART

Abstract. This article highlights the scientific and practical significance of using specialized terms in the process of analyzing works of fine art. There is a view that art terms serve to clearly express the genre, style, technique, and content of the work, ensuring objectivity in the analysis. The harmony of national and international terms, their role in the preservation and cataloging of cultural heritage, is also analyzed. The article aims to demonstrate the theoretical and practical significance of terminology for art critics, artists, museologists, and art lovers.

Keywords: fine arts, terminology, art studies, painting, genre, style, color, perspective, texture, composition, realism, impressionism.

Kirish. Mamlakatimizda ijtimoiy hayotning barcha sohalarida bo'lgani kabi madaniy sohada ham ijobiy o'zgarishlar sodir bo'lib, shaxs madaniyatini shakllantirish, turmush darajasini yuksaltirish, kishilarda ma'naviy tafakkurni shakllantirish davlat siyosati darajasiga ko'tarildi. Buning boisi jamiyat madaniy hayotini yanada rivojlantirish hamda yoshlarni tasviriy san'at vositasida ma'naviy-axloqiy jihatdan kamolga etkazish yo'lida keng ko'lamli ishlar amalga oshirilmoqda. Tasviriy san'atning inson ma'naviy-ma'rifiy kamolotidagi tutgan o'rnidan kelib chiqib, yoshlar ongida milliy va umuminsoniy qadriyatlar, yuksak estetik va axloqiy madaniyatni shakllantirish orqali moddiy va ma'naviy hayot uyg'unligini ta'minlashga katta ahamiyat qaratilishi davr talabidir [1:3].

Termin so'zi lotincha "terminus" ("chegara", "chegara chizig'i") so'zidan kelib chiqqan bo'lib, muayyan soha doirasida ishlatiladigan maxsus tushunchani yoki ilmiy hodisani aniq ifodalovchi so'z yoki so'z birikmasidir. Termin – bu ma'lum bir fan, texnika yoki kasb-hunar sohasida qo'llaniladigan so'z yoki so'z birikmasi bo'lib, u shu sohadagi aniq tushunchani ifodalaydi.

Terminlar odatdagi lug'aviy birliklardan farqli ravishda, ko'pincha bitta aniq ma'noni anglatuvchi, birmo'nolikka talab qiluvchi, rasmiy yoki yarim-rasmiy darajada kelishib olingan, belgilangan bo'lishi lozim. Ushbu xususiyati tufayli terminlar ilm-fan taraqqiyotida, maxsus adabiyotlarda, rasmiy hujjatlarda, shu jumladan, turli xil davra suhbatlari va ilmiy konferensiyalarda keng qo'llaniladi [2:25].

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Terminlarda uchrovchi muhim lingvistik xususiyatlari – tizimlilik, birma’noqlik, aniqlik, normativlik– ilm-fan taraqqiyotida ajralmas o’rin tutadi. Ko’plab olimlar (E.Wuster, M. T.Cabre, J.Lyons va boshqalar) terminning yuqori aniqligi va konnotativ neytralligini ta’kidlashadi. Terminlar tildagi umumiy so’zlardan farqli ravishda hissiy va obrazli ifodalardan xoli bo’lib, ilmiy tushunchani rasmiy yoki yarim-rasmiy darajada standartlashgan shaklda ifodalaydi. O’zbek tilida terminlar tizimi jadidlar davridan boshlab shakllangan bo’lib, sovet davrida rus tili ta’sirida, mustaqillikdan so’ng esa milliy til me’yorlari asosida takomillashdi. Bugungi raqamli zamonda xalqaro hamkorlikning kengayishi, ingliz tilidan kirib kelayotgan terminlar oqimi terminlarni original shaklda saqlash yoki mahalliyashtirish masalalarini yanada dolzarb qiladi. Ilmiy jamoatchilik orasida internet, kompyuter kabi terminlarni asliy shaklda qo’llab turish yoki o’zbekchallashtirish (tarmoq, hisoblash mashinasi) bo’yicha fikrlar bir qadar turlicha. Terminlarning ilg’or xorijiy tillardan olingan variantlari hamon davriy bahslarga sabab bo’lishi tabiiy [3:181].

Masalan, algoritm, matritsa, molekula, ion kabi termini xalqaro miqyosda ham bir xil shaklda fanga singib ketgan. Shu bilan birga, ayrim terminlarning mahalliy ekvivalentini topish yoki keng iste’molda ishlatiladigan ruscha yoki inglizcha shaklida qoldirish bo’yicha aniq me’yorlar to’liq shakllanmagan. Shu bois ilmiy hamjamiyat, lingvistlar, tarjimonlar, darslik mualliflari terminlar bo’yicha me’yoriy hujjatlar, yangi lug’atlar va onlayn platformalarni birgalikda takomillashtirishlari muhim. Termin tushunchasi tilshunoslikning maxsus sohasi bo’lib, ilmiy va texnik sohalarda muhim rol o’ynaydi. Filologiyada termin tushunchasi asosiy nazariy vosita sifatida fan sohasidagi tushunchalarni aniqlash, ifodalash va ulardan samarali foydalanishda muhim ahamiyatga ega. Lingvistika, adabiyotshunoslik, stilistika va boshqa filologik yo’nalishlarda terminologiya bilimlarning uzviyligi va aniq ifodalanishini ta’minlab, ilmiy jarayonning ajralmas qismi hisoblanadi. Har bir fan va texnologiya tili o’z terminologiyasiga ega bo’lib, bu tushunchalarni aniq ifodalash, ularning mohiyatini ochib berish va tadqiqotlar natijalarini samarali etkazishda muhim rol o’ynaydi.

San’at insoniyatning estetik tafakkurini, davr ruhiyatini va madaniy qadriyatlarini ifodalovchi muhim badiiy soha hisoblanadi. San’at asarlarini to’g’ri tushunish va baholash davomida maxsus terminlar muhim vosita sifatida xizmat qiladi. Chunki terminlar rassom yaratgan obraz, g’oya va texnik usullarni aniq va qisqa ifodalashga yordam beradi. Terminologiyasiz san’atshunoslik tahlili to’liq bo’la olmaydi. Terminlar – tahlilning ilmiy asoslari

San’atshunoslikdagi terminlar nafaqat badiiy ifodaning nomini beradi, balki uning mazmunini, texnikasini, uslubini va tarixiy kontekstini tushuntiradi. Masalan, “sfumato”, “perspektiva”, “kolorit” kabi terminlar rassomning ishlash uslubi va tasvirning texnik jihatlarini aniq ifodalaydi. Portret asarini tahlil qilayotganda “psixologik portret” yoki “avtoportret” atamasi asarning mazmunini aniqlashtiradi, natyurmort tahlilida esa “faktura”, “kompozitsiya markazi” kabi tushunchalar qo’llanadi.

Ilmiy tahlilda terminlar yordamida sub’ektiv tasvirdan obyektiv tahlilga o’tiladi. Agar rassomning asarida “realizm” yoki “impressionizm” uslubi qo’llanilgan bo’lsa, bu atamalar san’atshunosga darhol asarning umumiy yo’nalishini aniqlash imkonini beradi. Terminlar nafaqat san’at mutaxassislari, balki keng jamoatchilik uchun ham asarning badiiy qiymatini tushunishga yordam beradi.

Tasviriy san’at asarlarini kataloglashtirish, muzey ekspozitsiyalarini tuzish yoki arxivlashtirish jarayonida ham terminlar muhim ahamiyatga ega. Har bir asarning nomi, janri, texnikasi va uslubi aniq terminlar bilan belgilab qo’yiladi. Bu kelajak avlod uchun madaniy merosni ilmiy asosda saqlashga xizmat qiladi.

Natijalar va munozara. Bugungi globallashtirish davrida tasviriy san’at terminologiyasi milliy va xalqaro atamalar uyg’unligida shakllanmoqda. Masalan, “miniatura” (miniatyura), “arabesk”, “ornament” kabi Sharq san’atiga oid atamalar bilan bir qatorda “installation” (installatsiya), “digital art” (raqamli san’at) kabi zamonaviy terminlar ham qo’llanadi. Tahlilda har ikki turdagi atamalarni to’g’ri va o’rinli ishlatish asarning mazmunini to’liq ochib beradi.

Tasviriy san’at asarlarini tahlil qilishda terminlar – bu ilmiy aniqlik va badiiy tushunarlilikning asosiy kafolatidir. Ular asar mazmunini, texnikasini va estetik qiymatini aniq ifodalash imkonini beradi. Terminologiyani chuqur bilish san’atshunoslar, rassomlar, muzeyshtunoslar va san’at ixlosmandlari uchun nafaqat tahlil, balki milliy madaniyatni asrab-avaylash va targ’ib etish yo’lida ham katta ahamiyatga ega.

Har qaysi davlatning rivojlanishi ta’lim tizimi va ilm-fan ta’limiga qanchalik e’tibor qaratishiga bevosita bog’liqdir. Ta’limning sifatli bo’lishi, ayniqsa ilm-fan ta’limining samarali tashkil etilishi davlatning iqtisodiy, madaniy va ijtimoiy sohalarda o’sishiga xizmat qiladi. Bugungi kunda dunyo bo’ylab ko’plab davlatlar ilmfan sohasida o’z oldiga katta maqsadlar qo’ymoqda, ammo ilmiy ta’limni rivojlantirishda duch kelinayotgan bir qator muammolar, moliyaviy resurslarning etishmasligi, eski texnologiyalar va o’qituvchilarning malakasini oshirish zarurati kabi masalalar dolzarbligini saqlab turadi. Shuningdek, ilm-fan ta’limi doirasida san’at,

aniqrog'i tasviriy san'at fanining roli ham muhim ahamiyatga ega. Tasviriy san'at nafaqat estetik qadriyatni oshiradi, balki jamiyatni ma'naviy va madaniy jihatdan boyitishga ham katta hissa qo'shadi.

Tasviriy san'at fani va uning mohiyati haqida S.Xo'jayeva o'z tadqiqotlarida quyidagi fikrlarni bildirdi: "Tasviriy san'at fani insoniyat tarixida juda uzoq vaqt davomida rivojlanib, o'zining boy va rang-barang yutuqlari bilan ajralib turadi. Bu soha o'ziga xos san'at va ilmiy yondashuvlarni birlashtirgan, san'atkorlarning ijodiy faoliyatini o'rganish, estetik qadriyatlarni tushunish va tarixiy davrlarning madaniy merosini saqlashda muhim rol o'ynaydi" [4:1148].

Tasviriy san'at fanining rivoji dastlab qadimiy davrlar, ya'ni ma'lum totemik tasvirlar va ritual san'at shakllaridan boshlangan. U asrlar davomida tasviriy san'atning yangi uslublari, texnikalari va metodlari yaratilib, har bir davrning o'ziga xos madaniy va ijtimoiy xususiyatlarini aks ettirdi. Renessans davridan boshlab, tasviriy san'at nafaqat estetik, balki ilmiy nuqtai nazardan ham rivojlanib, yangi ilmiy yo'nalishlar, masalan, optika va perspektiva kabi tushunchalar san'atda qo'llanila boshladi. Hozirgi kunda, tasviriy san'at nafaqat badiiy faoliyat sifatida, balki ijtimoiy muammolarni yoritish, ekologik va siyosiy masalalarni ko'tarish vositasi sifatida ham ajralib turadi. Shu bilan birga, yangi texnologiyalar, raqamli san'at va interaktiv media kabi innovatsion yutuqlar tasviriy san'atning chegaralarini yanada kengaytirdi.

Tasviriy san'at asarlarini tahlil qilish jarayonida maxsus terminlar bir nechta muhim funksiyalarni bajaradi. Ular ilmiy aniqlik, tushunarlik va tizimlilikni ta'minlab, asar mazmunini to'g'ri ochishga yordam beradi.

1. Asarning janri va uslubini aniqlash

Terminlar san'at asarini janr jihatdan tasniflashda asosiy mezon bo'lib xizmat qiladi. Masalan, "portret", "peyzaj", "natyurmort", "mavzuli kompozitsiya" kabi atamalar orqali asar qaysi janrga mansubligi aniq ko'rsatiladi. Shuningdek, "realizm", "impressionizm", "abstraksionizm" kabi uslubiy terminlar rassomning badiiy yo'nalishini belgilaydi.

2. Texnik va badiiy ifodani tavsiflash

Rassom ishlatgan texnikani, materiallarni va ranglar uyg'unligini tushuntirishda terminlar muhim ahamiyatga ega. Masalan, "sfumato" (ranglar o'tishidagi yumshoqlik), "kolorit" (umumiy rang ohangi), "perspektiva" (chuqurlik tasviri), "faktura" (yuzaning tuzilishi) kabi tushunchalar asarning texnik jihatlarini aniq ifodalaydi.

3. Obyektiv tahlilni ta'minlash

San'at tahlilida subyektiv fikrlar bilan bir qatorda obyektiv mezonlar ham bo'lishi kerak. Terminlar aniq va universal ma'noga ega bo'lgani uchun turli mutaxassislar o'rtasida bir xil tushuncha hosil qiladi. Bu asarni baholashda shaxsiy diddan ko'ra ilmiy tasnifga tayanishga imkon yaratadi.

4. Ilmiy izoh va taqqoslash imkonini berish

Terminlar yordamida turli davrlar, uslublar yoki rassomlar asarlarini o'zaro taqqoslash osonlashadi. Masalan, "barokko" uslubidagi bir asar bilan "klassitsizm" yo'nalishidagi asarni qiyoslashda ularning farqlarini tushuntirishda terminlar aniq mezon bo'lib xizmat qiladi.

5. Madaniy va tarixiy kontekstni tushuntirish

Ba'zi terminlar o'zida muayyan davr, madaniyat yoki an'ana haqida ma'lumotni jamlagan bo'ladi. Masalan, "arabesk", "tezhib", "renessans" kabi atamalar nafaqat texnika yoki uslubni, balki uning kelib chiqishi va tarixiy ildizlarini ham ifodalaydi.

Xulosa. Tasviriy san'at insoniyat madaniyatining eng qadimiy va eng boy yo'nalishlaridan biri hisoblanib, u faqatgina badiiy ifoda emas, balki xalqimiz o'tmishini, estetikasini, ijtimoiy va ma'naviy qadriyatlarini aks ettiruvchi muhim jarayondir. Bunday murakkab va ko'p qirrali hodisani tahlil qilishda aniq, izchil va tushunarli terminologiya asosiy vosita sifatida maydonga chiqadi. Chunki terminlar san'at asarini oddiy ko'rishdan farqli ravishda, uni ilmiy asosda, tizimli va obyektiv yondashuv bilan baholash imkonini beradi.

Birinchidan, tasviriy san'at tahlilida terminlar janrni aniqlash vazifasini bajaradi.

Masalan, "portret", "peyzaj", "natyurmort", "mavzuli kompozitsiya" kabi atamalar asarning qaysi yo'nalishga mansubligini aniq ko'rsatadi. Bu esa tahlilchi yoki san'atshunosga asarni boshqa janrdagi ishlar bilan qiyoslab, uning xususiyatlarini tahlil qilish imkonini beradi.

Ikkinchidan, terminlar asarning uslubi va texnikasini tushuntiradi. "Realizm", "impressionizm", "kubizm" kabi uslubiy atamalar rassomning ijodiy yo'nalishini ochib beradi, "sfumato", "kolorit", "perspektiva" kabi texnik terminlar esa ishlash uslubini aniqlashtiradi. Bu terminlar bo'lmasa, tahlilda sub'yektivlik kuchayib, ilmiy aniqlik susayadi.

Uchinchidan, terminlar san'atshunoslikda obyektiv mezonlarni shakllantiradi. Maxsus atamalar xalqaro miqyosda bir xil ma'noda qo'llanadi, bu esa turli mamlakat san'atshunoslari o'rtasida tushunmovchiliklarning oldini oladi. Masalan, "barokko" yoki "renessans" deganda butun dunyo san'at ahli bir xil davr va uslubni tushunadi.

To'rtinchidan, terminologiya madaniy merosni hujjatlashtirish va saqlash jarayonida beqiyos ahamiyatga ega. Muzeylar, galereyalar va san'at arxivlari asarlarning nomi, yaratilgan yili, janri, texnikasi va uslubini aniq terminlar orqali qayd etadi. Bu kelajak avlodga san'at asarlarini to'g'ri etkazish imkonini beradi.

Beshinchidan, milliy va xalqaro terminlarning uyg'unligi zamonaviy san'atshunoslikda yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Sharq san'atiga xos "tezhib", "naqsh", "miniatura" kabi terminlar bilan bir qatorda, zamonaviy san'atda "digital art", "installation", "performance art" kabi xalqaro atamalar ham qo'llanadi. Ularning uyg'un ishlatilishi milliy madaniyatni xalqaro maydonga olib chiqishda muhim vosita hisoblanadi.

Bundan tashqari, terminologiyani chuqur bilish san'atshunoslik ta'limida ham muhim o'rin tutadi. Talabalar terminlar orqali nafaqat san'at asarlarini tahlil qilishni, balki ularning tarixiy ildizlarini, badiiy ahamiyatini va texnik xususiyatlarini chuqur anglaydilar.

Xulosa shuni ta'kidlash mumkinki, tasviriy san'at tahlilida terminlar – bu faqat lingvistik vosita emas, balki ilmiy aniqlik, badiiy tushunarlilik, madaniy merosni saqlash va uni targ'ib etishning poydevoridir. San'at terminologiyasini mukammal o'zlashtirish san'atshunoslik sifatini oshiradi, milliy san'atni jahon miqyosida to'g'ri va samarali namoyish qilishga xizmat qiladi. Shunday ekan, san'at tahlilida terminlardan to'g'ri, aniq va o'rinli foydalanish zamonaviy san'atshunosning professional mahoratini belgilovchi asosiy omillardan biridir.

ADABIYOTLAR:

1. *O'zbek xareografiya san'ati namunalari. O'quv qo'llanma.* – Qo'qon, 2025. 159 b.
2. *Wüster E. (1979). Introduction to the General Theory of Terminology and Terminological Lexicography.* Springer.
3. *Nurmatova U. Terminologik tizim shakllanishi va rivojlanishining nazariy metodologik asoslari. Central asian journal of academic research IF = 5.441.181-182 b.*
4. *Xo'jayeva S. Tasviriy san'at fanining rivojlanishi va yutuqlarining ahamiyati. Ilm-fan taraqqiyoti: muammo, echim va istiqbollari II-an'anaviy mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya.* – Toshkent, 17-18-dekabr 2024. 1149-bet.
5. *Суперанская А.В. "Общая терминология". – М.: LIBROKOM, 2012. – 248 b.*
6. *Abdullayev N. San'at tarixi.* – Toshkent (1987, 272), 2001. – B.192.
7. *Hojiyeva G.S. San'atga oid terminlarning leksik-semantik va milliy-madaniy tahlili (fransuz va o'zbek tillari misolida). Monografiya.* – Buxoro, «Sadridin Salim Buxoriy» Durdona, 2023. -140 b.
8. *Toshniyozova G.S. O'zbek tilidagi rassomlik atamalari tadqiqi.* – Toshkent, «Navro'z», 2015. – B. 247.
9. *Мамбетова С.К. Термины искусства и особенности их перевода на английский язык.* – Бишкек, 2008. 155 с.
10. *Safaraliyeva M.B. "Tasviriy san'at va uning terminlari haqida tushuncha". Zamonaviy ilm-fan va ta'lim istiqbollari ilmiy-amaliy konferensiya to'plami.* 2024/30-avgust.

**ZAMONAVIY INGLIZ VA O'ZBEK ADABIYOTIDA FRAZEOLOGIK BIRLIKLARNING
TASNIFI, XUSUSIYATLARI VA LINGVOKULTUROLOGIK AHAMIYATI**

Kubayeva Nafisa Alisher qizi,

Samarqand davlat chet tillar instituti mustaqil izlanuvchi

nafisaxon77777@gmail.com

Annotatsiya. Frazeologik birliklar, shuningdek, frazeologizm sifatida tanilgan bo'lib, aniq bir tilga xos bo'lgan, tarkibidagi so'zlarning alohida ma'nosidan umumiy ma'no chiqarib bo'lmaydigan barqaror ifodalardir. Ushbu maqola frazeologik birliklarning tasnifi, xususiyatlari va lingvokulturologik ahamiyatini o'rganadi, ularning grammatik va semantik xususiyatlarini tahlil qiladi. Bundan tashqari, tadqiqotda taniqli tilshunoslar tomonidan taklif qilingan turli tasniflash tizimlari o'rganilib, frazeologik ifodalarning lingvistik va madaniy kontekstlarda qanday o'rin tutishi ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: frazeologik birliklar, tilshunoslik, madaniyatshunoslik, semantik xususiyatlar, grammatik xususiyatlar, madaniy identifikatsiya, globalizatsiya, zamonaviy kommunikatsiya.

**CLASSIFICATION, CHARACTERISTICS AND LINGUOCULTURAL SIGNIFICANCE OF
PHRASEOLOGICAL UNITS IN MODERN ENGLISH AND UZBEKISTAN LITERATURE**

Abstract. Phraseological units, also known as phraseologisms, are stable expressions characteristic of a particular language, whose meanings cannot be inferred from the individual meanings of their constituent words. This article explores the classification, characteristics, and linguoculturological significance of phraseological units, highlighting their grammatical and semantic properties. Additionally, the research examines various classification systems proposed by prominent linguists, shedding light on the role of phraseological expressions in linguistic and cultural contexts.

Keywords: phraseological units, linguistics, culturistics, semantic properties, grammatical properties, cultural identity, globalization, modern communication.

**КЛАССИФИКАЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ЛИНГВОКУЛЬТУРНОЕ ЗНАЧЕНИЕ
ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ В СОВРЕМЕННОЙ АНГЛИЙСКОЙ И УЗБЕКСКОЙ
ЛИТЕРАТУРЕ**

Аннотация. Фразеологические единицы, также известные как фразеологизмы, представляют собой устойчивые выражения, характерные для определённого языка, чьи значения не могут быть выведены из отдельных значений составляющих их слов. В данной статье рассматриваются классификация, характеристики и лингвокультурологическое значение фразеологических единиц, акцентируется внимание на их грамматических и семантических особенностях. Также в работе рассматриваются различные классификационные системы, предложенные известными лингвистами, освещающая роль фразеологических выражений в лингвистических и культурных контекстах.

Ключевые слова: фразеологические единицы, лингвистика, культурология, семантические особенности, грамматические особенности, культурная идентификация, глобализация, современная коммуникация.

Kirish. Frazeologik birliklar har qanday tilning muhim tarkibiy qismidir va uning madaniy va tarixiy rivojlanishini aks ettiradi. Ushbu ifodalar bir millatning dunyoqarashini, an'alarini va tarixiy tajribalarini o'z ichiga oladi, shuning uchun ular lingvistik va madaniy tadqiqotlar uchun bebaho manba hisoblanadi. Frazeologiyani ahamiyati ko'plab olimlar tomonidan tan olingan bo'lib, ular orasida Charles Bally, V.V. Vinogradov, B.A. Larin va N.M. Shansky kabi olimlarning asarlari asosiy hissalarini tashkil etadi. Ularning frazeologik birliklarning tilda qanday faoliyat yuritishini tushunishga yordam beradigan tasniflari keng qamrovli ramkalarni taqdim etgan. Ushbu maqola frazeologik birliklarning tasniflari, ularning shakllanishi va lingvistik va madaniy kontekstlardagi roli haqida tahlil qilishni maqsad qiladi, shuningdek, ular zamonaviy muloqotda qanday qo'llanilishi mumkinligini o'rganadi [1].

Tilshunoslikda frazeologik birliklar semantik yaxlitligi, sintaktik tuzilishi va idiomatiklik darajasiga ko'ra tasniflanadi. V.V. Vinogradov, A.V. Kunin kabi rus tilshunoslari, shuningdek, o'zbek olimlari

frazeologiyani ilmiy asoslarini yaratganlar. Bu birliklar ko‘pincha metaforik yoki timsolli xarakterga ega bo‘lib, tilda mustaqil leksik birlik sifatida ishlatiladi [1].

Frazeologik birliklarning tilshunoslikdagi asosiy vazifalari quyidagilardir:

- Leksik boylik va uslubiy xilma-xillikni oshirish;
- Muloqotda obrazlilik, hissiylik va baholovchilikni ifodalash;
- Arxaik til birliklari va xalqona obrazlarni saqlab qolish.

Masalan, o‘zbek tilida “ko‘ngli tog‘dek” iborasi bevosita ma’nosidan farqli ravishda jasorat va matonatni anglatadi. Bunday birliklarni tahlil qilish ona tilida so‘zlashuvchilar uchun ham, til o‘rganuvchilar uchun ham zarurdir [2].

Metodlar. Tadqiqotda frazeologik birliklarni chuqur o‘rganish uchun turli metodologik yondoshuvlar qo‘llanilgan. Har bir metod frazeologik birliklarni tahlil qilishda o‘ziga xos ahamiyatga ega bo‘lib, ular tilshunoslik va madaniyatshunoslik sohalarida frazeologiya haqida chuqurroq tushuncha hosil qilishga yordam beradi. Quyidagi metodlar ishlatilgan:

1. Taqqoslash metodi

Bu metod frazeologik birliklarni turli tillarda solishtirishni o‘z ichiga oladi. Taqqoslash metodasi yordamida frazeologik birliklarning tuzilishi va ma’nolaridagi farqlar va o‘xshashliklar aniqlanadi. Bu metod tillar o‘rtasida madaniy va lingvistik farqlarni ochib beradi. Masalan, ingliz tilidagi “to kick the bucket” va rus tilidagi “отдать концы” (to give up the ghost) frazeologik birliklari o‘xshash ma’noga ega bo‘lsa-da, tuzilishi va madaniy konteksti farq qiladi. Bu metod tilshunoslarga frazeologik birliklarning universal va maxsus xususiyatlarini aniqlashga yordam beradi.

2. Tarixiy metod

Tarixiy metod frazeologik birliklarning kelib chiqishini va vaqt o‘tishi bilan qanday rivojlanishini o‘rganadi. Frazеologik birliklar ko‘pincha tarixiy voqealar, madaniy o‘zgarishlar va ijtimoiy jarayonlar bilan bog‘liq bo‘ladi. Bu metod yordamida frazeologik birliklarning tarixiy ildizlari va ularning zamon bilan qanday o‘zgarganini ko‘rish mumkin. Masalan, “to cross the Rubicon” frazeologik birikmasi Rim imperiyasi tarixidagi Rubikon daryosini kesib o‘tish voqearidan kelib chiqqan.

3. Korpusga asoslangan tadqiqot

Bu metod til korpuslaridan foydalanishni nazarda tutadi, ya’ni frazeologik birliklar ma’lum bir tilning matnlari asosida o‘rganiladi. Korpusga asoslangan tadqiqot frazeologik birliklarning ishlatilishi, chastotasi, semantik o‘zgarishlari va ijtimoiy-sotsial kontekstda qanday o‘zgarganligini o‘rganish imkonini beradi. Bu metod, shuningdek, frazeologik birliklarning zamonaviy va arxaik shakllarini taqqoslashga yordam beradi. Masalan, ingliz tilidagi “break the ice” frazeologik birikmasi ko‘p ishlatilgan bo‘lsa-da, ba’zi hollarda u eskirgan bo‘lishi mumkin va uni yangilangan shakl bilan almashtirish mumkin [2].

4. Mutaxassislardan intervyu olish

Lingvistlar va madaniyatshunoslar bilan intervyular o‘tkazish frazeologik birliklarning amaliy ma’nolari va ularning turli kontekstlardagi talqinlarini tushunishga yordam beradi. Intervyular so‘ngida frazeologik birliklarning turli tillarda qanday talqin etilishi va ishlatilishini aniqlash mumkin. Bu metod, shuningdek, frazeologik birliklar o‘zgarayotgan sharoitlarda qanday moslashuvchanlikni ko‘rsatishini o‘rganishga yordam beradi.

5. Anketalar va so‘rovnomalar

Bu metod, tilni ona tili sifatida gapiradigan insonlarning frazeologik birliklarni qanday qabul qilishi, tushunishi va kundalik hayotda qanday ishlatishi haqidagi ma’lumotlarni yig‘ishga yordam beradi. So‘rovnomalar va anketalar yordamida frazeologik birliklarning keng tarqalganligi va tilni o‘rganuvchilarga qanday ta’sir qilishi haqida fikrlarni olish mumkin. Bu metod til o‘rganuvchilari orasida frazeologik birliklarning qanday qabul qilinishini o‘rganishga yordam beradi.

6. Eksperimental yondoshuv

Bu metod frazeologik birliklarni boshqariladigan lingvistik muhitda sinovdan o‘tkazish orqali amalga oshiriladi. Eksperimentlar frazeologik birliklarning qanday qabul qilinishi va ular bilan ishlash jarayonini o‘rganishga imkon beradi. Masalan, frazeologik birliklar tilni o‘rganuvchilarning eslab qolish qobiliyatiga qanday ta’sir ko‘rsatishini o‘rganish mumkin [3].

7. Statistik tahlil

Statistik tahlil frazeologik birliklarning chastotasini va ularning turli kontekstlarda qanday o‘zgarishini miqdoriy tarzda o‘rganadi. Bu metod yordamida frazeologik birliklarning ishlatilishidagi tendensiyalar va ularning semantik o‘zgarishlari haqida aniq ma’lumotlarga ega bo‘lish mumkin. Statistika, shuningdek, frazeologik birliklarning ijtimoiy kontekstdagi o‘zgarishini aniqlashga yordam beradi.

Har bir metodning o‘ziga xos afzalliklari va cheklolari mavjud bo‘lib, ularni birgalikda qo‘llash frazeologik birliklarni yanada chuqurroq va kengroq tahlil qilish imkonini beradi [4].

Natijalar. Tadqiqotning natijalari frazeologik birliklarning bir qancha muhim jihatlarini ko'rsatadi:

- Tasniflarning xilma-xilligi

Frazeologik birliklar turli lingvistik yondoshuvlar asosida tasniflanishi mumkin. Vinogradovning uchta tasnifi (frazeologik birikmalar, birliklar va kombinatsiyalar) tilshunoslikda keng qo'llaniladi. Bu tasniflarning har biri frazeologik birliklarning semantik va grammatik xususiyatlarini aniqlashga yordam beradi [5].

- Semantik ajralmaslik

Frazeologik birliklar o'z-o'zidan semantik yopishqoq bo'lishi mumkin. Ularning umumiy ma'nosi alohida so'zlarning ma'nolaridan ajralib, birlashtirilgan holda ifodalanadi. Bu holat frazeologik birliklarning alohida tushunishni talab qilishini anglatadi.

- Lingvokulturologik ahamiyat

Frazeologik birliklar til va madaniyatni ifodalovchi muhim vositadir. Ular milliy mentalitetni va tarixiy jarayonlarni aks ettiradi. Frazeologik birliklar tilshunoslikda milliy madaniyatni tushunishda asosiy vosita hisoblanadi.

- Frazeologik o'zgaruvchanlik

Frazeologik birliklar odatda mustahkam ifodalarga ega bo'lsa-da, ular zamon bilan birga o'zgarishi mumkin. Frazeologik birliklarning o'zgarishi tilning dinamikligini va tilni foydalanuvchilarning ijtimoiy talablariga moslashishini ko'rsatadi [6].

- Kognitiv ishlov berilishi

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, frazeologik birliklarning tushunilishi til o'rganuvchilari uchun ba'zan qiyin bo'lishi mumkin. Bu frazeologik birliklarning figurativ ma'nosi va kontekstga bog'liqligini inobatga olib, tilni o'rganuvchilarning frazeologik birliklarni o'zlashtirishga nisbatan murakkabliklar mavjudligini ko'rsatadi.

- Zamonaviy muloqotda foydalanish

So'nggi yillarda frazeologik birliklar media, adabiyot va reklama sohalarida keng tarqalgan. Frazeologik birliklar tilshunoslikda zamonaviy muloqotda qanday ishlatilishini va o'zgarishini o'rganish zaruratini ko'rsatadi. Ularning jamiyat va ijtimoiy kontekstga moslashuvi tilning rivojlanishiga ta'sir qiladi [7].

Muhokama. Tadqiqot natijalari frazeologik birliklarning tilshunoslik va madaniyatshunoslikdagi ahamiyatini yanada chuqurroq tushunishga imkon beradi. Frazeologik birliklar tilning nafaqat grammatik tizimini, balki xalqning tarixiy tajribalari va madaniy qadriyatlarini ham aks ettiradi. Ular milliy o'zlikni saqlashda, xalqning dunyoqarashini ifodalashda va madaniyatning o'zgarishlarini kuzatishda muhim vositadir. Frazeologik birliklarning o'rganilishi tilni yanada chuqurroq tushunishga yordam beradi, chunki bu birliklar tilni o'rgatishda nafaqat grammatikani, balki tilni muloqotda to'g'ri va samarali ishlatishni ham o'rgatadi.

Tadqiqotda ko'rsatilganidek, frazeologik birliklar madaniyatni o'rganishda ham katta rol o'ynaydi. Frazeologik birliklar xalqning tarixiy yodgorliklari va urf-odatlarini o'zida aks ettiradi. Shuning uchun ular tilshunoslik va madaniyatshunoslik sohalarida yangi ko'rinishlarni yuzaga keltiradi. Frazeologik birliklar orqali xalqning o'tmishi, qadriyatlari va urf-odatlari haqida ma'lumot olish mumkin. Shu bilan birga, frazeologik birliklar tilning o'zgaruvchan xususiyatlarini ham aks ettiradi, chunki ba'zi iboralar eski yoki unutilgan bo'lishi mumkin. Bu frazeologik birliklarning ijtimoiy va madaniy kontekstga qarab o'zgarishini ko'rsatadi [8].

Shuningdek, frazeologik birikmalar globalizatsiya jarayonida boshqa muhim vazifani bajaradi. Turli tillar o'rtasida aloqalar kuchaygan sari, frazeologik birliklarning bir tildan boshqasiga o'tishi, yangi ma'nolarda ishlatilishi tabiiy holga aylangan [10]. Bu tilning doimiy o'zgarishini va frazeologik birliklarning keng tarqalishini ko'rsatadi. Biroq, globalizatsiya frazeologik birliklarning ba'zi an'anaviy shakllarini yo'qotishi yoki zamonaviy shakllar bilan almashtirilishiga ham olib keladi.

Tadqiqotda shuningdek, frazeologik birliklarning madaniy o'zgarishlarga moslashishini ko'rsatadi. Frazeologik birliklar zamonaviy kontekstda o'z ma'nolarini o'zgartirishi yoki qayta talqin qilinishi mumkin. Bu frazeologik birliklarning dinamik tabiati va ijtimoiy madaniyat bilan o'zaro bog'lanishini yana bir bor tasdiqlaydi. Til va madaniyatning o'zgarishi bilan frazeologik birliklar ham moslashadi, yangilanadi va yangi ma'nolarda ishlatiladi.

Bundan tashqari, frazeologik birliklarning o'rganilishi tilni o'rganishda yangi metodologiyalarga ehtiyojni keltirib chiqaradi. Frazeologik birliklarni o'rganishda til o'rgatuvchi usullarni yangilash va turli madaniy kontekstda ularning qanday ishlatilishini o'rganish muhimdir. Shuningdek, frazeologik birliklar nafaqat til o'rganish jarayonida, balki tilni amaliy qo'llashda ham katta ahamiyatga ega. Chunki ular tilni to'g'ri ishlatish va kommunikativ maqsadlarni amalga oshirishda yordam beradi [9].

Adabiyotda va xalq og'zaki ijodida frazeologik birliklar muhim badiiy vosita sifatida xizmat qiladi. Ular orqali muallif milliy ruhiyatni, xalqona ifodani, personajning xarakteri va ichki dunyosini ochib beradi.

Jumladan, Abdulla Qodiriy, Oybek, Asqad Muxtor kabi yozuvchilar asarlarida frazeologik birliklar obrazlilikni kuchaytiruvchi, milliy koloritni saqlovchi tiliy vosita sifatida ko'p uchraydi [8].

Bundan tashqari, frazeologik birliklar yordamida xalqning tarixiy xotirasi, qadimiy urf-odatlar va ma'naviy qadriyatlari til orqali keyingi avlodlarga yetkaziladi. Bu holat ularni **madaniy merosning lingvistik shakli** sifatida baholashga imkon beradi. Har bir frazeologizm — bu nafaqat so'z birikmasi, balki u orqali xalq tafakkuri, dunyoni anglash tarzi va ijtimoiy qadriyatlari kodlangan ma'naviy matndir [9].

Zamonaviy davrda ham frazeologizmlar o'z dolzarbligini yo'qotgani yo'q. Ijtimoiy tarmoqlar, ommaviy axborot vositalari, siyosiy nutqlar va kundalik muloqotda frazeologik birliklarning faol qo'llanilishi ularning zamonaviy mentalitetda ham chuqur ildiz otganini ko'rsatadi [10].

Frazeologik birliklar til va madaniyat uyg'unligining yorqin namunasidir. Ularni tilshunoslik nuqtayi nazaridan o'rganish orqali til tuzilmasi va semantik xususiyatlar aniqlansa, lingvokulturologik yondashuv orqali madaniy tafakkur, tarix va xalqning dunyoqarashi chuqur tahlil qilinadi.

Zamonaviy globallashtirish davrida frazeologik birliklarni anglash va ularni to'g'ri qo'llash madaniyatlararo muloqotni yengillashtiradi, o'zaro tushunishni kuchaytiradi va madaniy xilma-xillikni saqlashga xizmat qiladi. Shu sababli frazeologiyani o'rganish nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham dolzarb sanaladi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari frazeologik birliklarning tilshunoslik va madaniyatshunoslikdagi ahamiyatini yanada chuqurroq tushunishga yordam berdi. Frazeologik birliklar tilning nafaqat grammatik tuzilishini, balki uning madaniy va tarixiy kontekstini ham aks ettiradi. Ular milliy o'zlikni saqlashda, xalqning dunyoqarashini ifodalashda va madaniyatning o'zgarishlarini kuzatishda muhim vositadir. Frazeologik birliklar orqali tilni o'rganish, nafaqat grammatik qoidalarni, balki muloqotda tilni samarali ishlatishning ahamiyatini ham tushunishga yordam beradi.

Tadqiqotda frazeologik birliklar xalqning urf-odatlar, qadriyatlari va tarixiy tajribalari bilan chambarchas bog'liq ekanligi ko'rsatildi. Ular til va madaniyat o'rtasidagi bog'liqlikni yanada chuqurroq tushunishga imkon beradi. Shu bilan birga, frazeologik birliklar ijtimoiy va madaniy jarayonlarning o'zgarishini ham aks ettiradi, ya'ni ba'zi iboralar zamon bilan o'zgaradi yoki yangi shakllarda ishlatiladi. Bunday o'zgarishlar frazeologik birliklarning dinamik tabiati va jamiyatdagi o'zgarishlarga moslashishini ko'rsatadi.

Bundan tashqari, frazeologik birliklar globalizatsiya jarayonida til almashinuvi va madaniyatlararo aloqalarning kuchayishi bilan ham o'zgaradi. Tilning rivojlanishi va yangi frazeologik birliklarning paydo bo'lishi, til va madaniyatning yangi bosqichiga o'tishini ifodalaydi. Tadqiqotda frazeologik birliklarning bugungi kundagi kommunikatsion roli, ularning o'zgarishi va zamonaviy tilda qanday ishlatilishi haqida muhim xulosalar chiqarildi.

ADABIYOTLAR:

1. Vinogradov V.V. *Selected works. Lexicology and lexicography.* - M., 2018. - 312 p.
2. *Dictionary of linguistic terms.* - ed. 5th, bro. and add. - Nazran, 2020. - 486 p.
3. Crystal D. (2023). *The Cambridge Encyclopedia of the English Language.* Cambridge University Press.
4. Fernando C. (2016). *Idioms and Idiomaticity.* Oxford University Press.
5. McCarthy M., & O'Dell F. (2017). *English Idioms in Use: Advanced.* Cambridge University Press.
6. Tasheva D. S., & Kubaeva N. A. (2022). *Modern educational technologies in the aspect of a student-centered approach in teaching foreign languages.* Eurasian Journal of Learning and Academic Teaching, 12, 35.
7. Nafisa, K., & Kamola, A. (2024). *The problem of teaching students lexical and phraseological features in translation studies of phrasal verbs in English and Uzbek languages.* Eurasian Journal of Academic Research, 4(10), 39-42.
8. Nafisa, K., & Matluba, D. (2023). *Psychological and pedagogical aspects of research into the problem of bilingual foreign language teaching.* Conferencea, 31-34.
9. O'rinova Z. (2023). *O'zbek va ingliz tilidagi frazeologik birliklarning intertekstual va madaniy xususiyatlari.* – *Filologik tadqiqotlar*, №1, 62.
10. Ergashev M. (2023). *"Tilshunoslikda ekspressiv vositalarning tadqiqi xususida".* // *The Development History and Modern Significance of Intercultural Dialogue, International Conference Proceedings*, 117.

KOLLOKATSIYALAR VA KOLLOKATSIYALANISH: NAZARIY-AMALIY ASPEKT

Nurmatova Go'zal Xakimovna,

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universiteti,

"Amaliy ingliz tili va adabiyotshunoslik" kafedrası dotsenti, f.f.f.d (PhD)

g.nurmatova77@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4301-8089

Annotatsiya. Mazkur maqolada tilshunoslikning leksik qatlamlaridan biri bo'gan kollokatsiyalar hamda ularning kollokatsiyalanishi haqida so'z yuritadi. Bunda o'zbek va xorijiy tilshunoslarning nazariy va amaliy ishlariga, xususan ulug' o'zbek allomamiz Abu Nasr Forobiyning so'zlarning bog'lanishlari (assotsiatsiyalanishi) borasidagi fikrlarining bugungi zamonaviy tilshunoslikning korpus lingvistika yo'nalishida aks etganligi borasida nazariy talqinlar berilgan. Shu bilan birga terminologik kollokatsiyalarga ham alohida to'xtalib, ularning kollokatsiyalanish xususiyatlari maxsus dasturiy qurilmalar yordamida aniqlandi. Kollokatsiyalarning korpusda tahlil qilish uchun maxsus statistik o'lchovlarning qo'llanilishi bilan birga terminologik kollokatsiyalarni esa diskurs integratsiyasida ham amalga oshirilishi samarali natijalar berishi kuzatildi. Mazkur kuzatuv va tajriba asosida tilshunoslik va pedagogik muammolarga yechim topish uchun samarali qo'llanilishi mumkin.

Kalit so'zlar: Tilshunoslikda kollokatsiyalarni nutqda ko'p uchraydigan tanish ifodalar deb tushiniladi ollokatsiya, terminologik kollokatsiya, assotsiatsiyalanish, kollokatsiyalanish, korpus, diskurs, statistik o'lchovlar, kollokatsiyalarning xususiyatlari,

КОЛЛОКАЦИИ И КОЛЛОКАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ: ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Аннотация. В данной статье рассматриваются коллокации, один из лексических пластов языкознания, и их сочетаемость. Рассмотрены интерпретации теоретические и практические исследования узбекских и зарубежных лингвистов, в частности отражение идей нашего великого узбекского ученого Абу Насра Фараби о связях слов, которое переплетается с направлением современного языкознания корпусной лингвистики. Также рассматриваются отдельно понятие терминологических коллокаций их особенности сочетаемости, которые определяются с помощью специальных программных средств. Было замечено, что использование специальных статистических мер для анализа коллокаций в корпусе, а также внедрение терминологических устойчивых словосочетаний в интеграцию дискурса дает эффективные результаты. Основываясь на этом наблюдении и опыте, его можно эффективно использовать для поиска решений лингвистических и педагогических проблем.

Ключевые слова: коллокация, терминологическая коллокация, ассоциация, корпус, дискурс, статистические измерения, особенности коллокаций.

COLLOCATIONS AND COLLOCATE: THEORETICAL-PRACTICAL ASPECT

Abstract. This article discusses collocations, one of the lexical layers of linguistics, and their collocate features. In this article, interpretations are given to the theoretical and practical work of Uzbek and foreign linguists, particularly the reflection of the ideas of our great Uzbek scholar Abu Nasr Farabi on the connections (association) of words in the direction of corpus linguistics of modern linguistics. At the same time, terminological collocations are also separately addressed, and their collocation features are determined using special software tools. It was observed that the use of special statistical measures for analyzing collocations in the corpus, as well as the implementation of terminological collocations in discourse integration, gives effective results. Based on this observation and experience, it can be effectively used to find solutions to linguistic and pedagogical problems.

Key words: collocation, terminological collocation, association, corpus, discourse, statistical analysis, features of collocations.

Kirish. Kolokatsiyalar tilshunoslikning muhim leksik qatlami bo'lishiga qaramay, hali to'liq tadqiq qilinmaganligi, ayniqsa ma'lum soha yoki yo'nalishda - terminlarning assotsiatsiyalanishi asosida vujudga

keladigan sohaga oid kollokatsiyalar esa deyarli tadqiq qilinmaganligi aniqlangan. Shu bois tilshunoslikning ushbu leksik qatlamini chuqurroq o'rganish maqsadida turli davrdagi tilshunos, xususan g'arb va sharq tilshunos olimlarning ishlariga murojaat qildik. Tadqiqotimizda nazariy talqinlar va amaliy tajribalar asosida so'zlarning *assotsiatsiyalanishi* va *kollokatsiyalanishi* bilan birga terminologik kollokatsiya terminini tadqiqi jarajonida *terminlarning assotsiatsiyalanishi* va *terminlarning kollokatsiyalanishi* hodisalari namoyon bo'ldi. Tadqiqotimizda kollokatsiyalarning definititsiyasi o'zbek tilshunosligia, xususan IX asrlarda yashab ijod qilgan o'zbek faulasuf olimi Abu Nasr Forobiyning [8,11-12] so'z birikishlari borasidagi fikrlarining zamonaviy korpus lingvistikasidagi kollokatsiya tadqiqotlari bilan uyg'unlanishi, ilmiy tadqiqotlardagi terminologik kollokatsiyalar borasidagi shakllangan definititsiya va ularning ilmiy diskursda xususiyatlari to'g'risidagi ilmiy-nazariy fikrlarga asoslangan.

J.Firth tilshunoslikka kolokatsiya tushunchasini kiritgan va kolokatsiya nazariyasining rivojlanishiga sezilarli ta'sir korsatgan ingliz tilshunosidir. R Firt "muloqotdagi eng faol so'zlar"ni o'rganganda, "kollokatsiyalar ma'lum so'zlarning ma'lum kontekstlarda boshqa so'zlar birikuvida paydo bo'lish ehtimoli ko'proqligi bilan bog'liq hodisa", deb ta'rifini keltiradi [1; b.63-65].

Ularni iboralar, klishelar, turg'un iboralar, erkin va bog'langan birikmalar, idiomalar, leksik iboralar va hokazolarga o'xshatishadi. Shu bois, tilshunoslarning tadqiqot maqsadlariga ko'ra kollokatsiyalarga berilgan definitsiyalar turlicha bo'lib kelmoqda. Frazeologlar va lug'atshunoslar, masalan, ma'lum so'z birikmalardagi leksik so'zlarning xulq-atvorini kuzatganda, bir hil ma'noli so'zlarning muayyan otlar bilan kelishi turli diapazonlarni hosil qilishi mumkin. Masalan, ingliz tilidagi *strong* va *powerful* sifatlar bir xil o'xshash (kuchli) ma'noga ega bo'lsa-da, boshqa otlar bilan qo'shilganda ularning ma'nolari umuman o'z kuchini yo'qotadi: *strong* sifatni *tea* ot bilan birikib, *strong tea* 'acchiq choy' degan ma'noni bera olishi, boshqa, deylik *car* so'zi bilan esa umuman birika olmasligini aytishimiz mumkin. Leksik birliklarning bunday hodisasiga kollatsion bog'lanishni vujudga keltirib, kollokatsiyalarni hosil qiladi. Huddi shu tarzda *powerful* sifatni *tea* va *car* misolida, ya'ni *powerful tea* emas, *powerful car* degan birikma hosil bo'lishini kuzatish mumkin. M.Benson va L. Martin kabi tilshunoslar kollokatsiyalarni idiomalar yoki erkin so'z birikmalar deb atab bo'lmaydi, ular ana shu ikki toifa guruh so'zlar o'rtasidagi leksik qatlamdir degan fikrga kelgan edi. Haqiqatdan ham kollokatsiyalarni erkin so'z birikmalar deb hisoblanishi uchun ularning ma'nosi ancha tor bo'lishi, idiomatik deb hisoblanishi uchun esa ularni tushunish katta muammo tug'dirmasligi bois kollotasiyalar shu ikki toifa orasidagi leksik birliklardir, deb fikr bildirgan" [9, 177-206].

So'z bog'lanishi va birikmasi to'g'risida ilk qarashlarini qadimgi o'zbek faylasufi Abu Nasr Forobiyning "Ilmlarning kelib chiqishi" asarida tilshunoslikning oltita bo'limi va har qaysi bo'lim o'z tekshirish obyekti mavjudligini bayon qiladi. Ushbu bo'limlarning ikkitasi so'z birikmalarga bag'ishlaganligi mazkur asarda to'liq tavsif etilgan. Shuningdek so'zlarning assotsiatsiyalanishi bo'yicha N.A. Xoshimovanning psixolingvistika, kognitiv tilshunoslik, neyrolingvistika va pragmatika fanlarining kesimida o'zbek tili materiallari asosida assotsiativ tizim hamda jarayonlarning tahlillarni amalga oshirganligini ko'rish mumkin

Korpus lingvistikasida sintaktik ma'noda va statistik jihatdan barqaror so'zlarning birikuvi *kollokatsiyalar* deyiladi hamda korpusda ularni ham alohida ham assosiasiyalashgan shakldagi uchrash chastotasiga ko'ra turli statistik o'lchovlar bilan aniqlanishi mumkin [6, 269]. Korpus lingvistikasida kollokatsiyaning elementlari "node word" – o'zak/bosh so'z, "collocate word"- birikadigan so'zlar hisoblanadi.

Korpusda kollokatsiyalarning yon so'zlar bilan birikuvi borasida o'tkazgan dastlabki tadqiqotlardan ingliz tilshunosi J.Uilyams ishlarida aks etgan. Uning fikricha, ilmiy subtitllar yangi so'zlar yaratilishi va mavjud leksika orqali ifodalangan ma'nolarning bosqichma-bosqich o'zgarishi bilan diskurs muloqotining ehtiyojlariga muvofiq rivojlanadi. Markaziy tushunchalar bir-biriga bog'liq ekan, ularning yuzaviy tuzilmalarida, so'zlarida o'xshash munosabat qoliplari paydo bo'ladi. Binobarin, berilgan leksik bo'lak uchun "mulohaza doirasi" shu so'zning janriga xos leksik muhitida bo'lishi kerak. Bu o'zaro ma'lumot statistikasi yordamida o'lchanadigan joylashuv orqali aniqlanadi. Bundan tashqari, ilmiy subtitllarning kontseptual asoslarini yopiq to'plamli kolokatsion tarmoqlar orqali ko'rish mumkinligi ta'kidlanadi. Ushbu zanjirlar (*network*) orqali ko'rsatilishi mumkin, ammo zanjirlarning alohida elementlari o'rtasidagi munosabatlarning murakkabligini ko'rsatish uchun eng qulay vosita sifatida ko'rsatilgan. Kollokatsion zanjirlar yoki to'rlar ma'lum bir subtil ichidagi har qanday "so'z" uchun yagona mos yozuvlar tizimini tashkil qiladi. Masalan, WordSmith qurilmasining displayida foydalanuvchilar kollokatsiyalarning chastotasini aniqlashi mumkin. 1-jadvalda Braun korpusidagi (Brown Corpus) "vaqt" so'zi uchun -5 dan +5 gacha kollokatsion pozitsiyasidagi har bir so'z uchun eng ko'p kollokatsiyalanadigan so'zlar ko'rsatilgan:

“Time” (vaqt) so‘zi bilan o‘nta eng ko‘p kollokatsiyalanadigan so‘zlar

o‘z	ami	hap	‘ng	h5	h4	h3	h2	h1	‘1	‘2	‘3	‘4	‘5
he	267	53	14	03	0	0	54	56	7	46	00	11	10
nd	00	91	09	5	3	6	8	9	1	6	5	3	4
or	87	85	02	4	8	5	8		5	3	3	6	5
hat	19	30	9	3	5	5		8	7	2	0	9	1
as	10	3	27	4	6	7	2		1	0	1	2	3
his	81	45	6		4			15		0			
ad	19	7	2	3		6		0		0	4		3
is	07	7	0	6				2		8	1	6	3
ame	03	00						5					
rom	6	8	8			5	9	7					

Oxirgi 20 yil ichida tilshunoslar, ayniqsa, leksikograflar kollokatsiyalarning tadqiqotiga katta e’tibor berib kelmoqda. Kollaktsiya terminini juda keng tarqalgan lingvistik termini bo‘lsa-da, uning definitsiyasiga hana az aniqlik kiritilmagan.

J.Uilyamsning fikricha, bunday jadvallar yuqori chastotali funktsiyali so‘zlarni keltirib, foydali bo‘lsa-da, har doim ham ikki so‘z o‘rtasidagi eksklyuziv munosabatni ko‘rsatmaydi. Masalan, ingliz tilidagi “the” artikli “time” (vaqt) so‘zi kabi boshqa yon so‘zlar bilan kollokatsiyalanadi. “Time” so‘zi bilan waste, devote, spend, spare and limit kabi quyi chastotali so‘zlar ham “time” so‘zi bilan yorqinroq kollokatsiyalarni hosil qiladi. Demak, korpus lingvistikasi usullari MI (mutual information) va Z-score (Berry-Rogghe 1973), MI3 (Oakes 1998: 171-2), log-log (Kilgarriff and Tugwell 2001) yoki log-likelihood (Dunning 1993) kabi statistik o‘lchovlari tadqiqotchilarga ma’lum bir birikmalarning chastotasi va eksklyuzivligini ko‘rsatish imkonini beradi. Har bir statistic o‘lchov kollokatsiyalanish kuchini yoki kollakatsion tortishish kuchinu (collocational power) ko‘rsatadigan qiymatni beradi, lekin ularni belgilash mezonlari bir-biridan farq qiladi. Misol uchun, MI statistic o‘lchovi kollokatsiyalanadigan so‘zlarning uchrash chastotasini birinchi o‘ringa qo‘ysa, log-likelihood individual so‘zlarning chastotasining birikuvini - mustahkam kollokatsiyalarning (strong collocations) namoyon etadi. Shunday qilib, MI statistic o‘lchovi bit/bobs kabi past chastotali juftlikdagi so‘zlarga nisbatan yuqori ball beradi, log-likelihood esa school/teacher kabi yuqori chastotali juftlikdagi so‘zlarga yuqori ball beradi. Nemis tilshunoslari T. Hoffman va Lehmannlarning fikriga ko‘ra, kollokatsiyalar mahalliy ingliz so‘zlashuvchilarning (native speakers) past chastotali birikmalarni o‘rgatishda hamda so‘zlardagi sub’ektivlikni yoki konnotatsion bog‘lanishlarni ko‘rsatishda xorijiy til o‘rgatuvchilar uchun samaradorligi haqida ta’kidlab ketgan. Misol uchun, Britaniya Milliy Korpusida (BNC) ‘innocent bystander’ kollokatsiyadagi bystander (kuzatuvchi) so‘zining eng kuchli kollokatsiyalanadigan innocent (aybsiz) so‘zi bilan birgalikda qo‘llanilmasa ham ‘begunoh’ degan tushunchasini beradi [10].

G‘arb tilshunoslari tomonidan “kollokatsiya” va “kollakatsion bog‘lanishlar” atrofida bahslariga sabab bo‘lib kelayotgan lingvistik termin va hodisalarga IX asrda yashab o‘tgan o‘zbek faylasufi Abu Nasr Forobiyning “Ilmlarning kelib chiqishi” nomli asarida tilshunoslikka bag‘ishlangan “so‘zlarning qo‘shilish qonunlari” borasida ma’lumoti bugun aynan kollakatsion bog‘lanishlar to‘g‘risida bo‘lishi mumkin degan farazimizni ilgari surib, ushbu farazni asoslashga harakat qilindi. Ta’kidlash joizki oldingi tadqiqotimizda so‘z birikishlar borasida Forobiyning hissasi borligi haqida keltirib o‘tilgan bo‘lsa, allomaning so‘z bog‘lanishlari borasidagi tasnifi g‘arb tilshunoslarning kollakatsion bog‘lanishlar tasnifi bilan taqqoslanmagan edi [7; 85].

Avvalo, Forobiy so‘zlarning qo‘shilish masalalarini alohida fan sifatida talqin qilib, uni ikki qismga bo‘lgan:

1. Soʻz oldiga, soʻz oxiriga va soʻz qismlarining qoʻshilish qoidalari (oʻzgaradigan soʻzlarga va oʻzgarmaydigan soʻzlarga boʻlish, otlarning va feʼllarning oʻzgarishi kabi masalalar) oʻrganilishi;
2. Soʻz birikmalari qoidalari haqidagi boʻlimda soʻzlarning qanday qoʻshilish qoidalari va hukm bildirilishi oʻrganiladi, soʻzlarning qoʻshilish turlar aniqlanadi. Qanday qoʻshilish chiroyli ekanligi koʻrsatiladi [8; b.11-13].

Abu Nasr Forobiyning soʻzlarning qoʻshilish turlari deganida, fikrimizcha, soʻzlarning nafaqat hokim soʻz va tobe soʻzlarning qoʻshilishi, balki boshqa, soʻz oldiga, soʻz oxiriga va soʻz qismlarining qoʻshilish qoidalari korpus lingvistikasida kollokatsion soʻzning oʻng va chap tomondan birikishi hamda soʻzlarning qanday qoʻshilishi, hukm bildirilishi, qoʻshilish turlar esa korpus lingvistikasida kollakatsion bogʻlanishlar boʻyicha *dispersiya*, *ekslyuzivlik* va *yoʻnaltirilganlik* kabi tushunchalar bilan qiyoslanib, korpus lingvistikasiga bosh soʻz va uning atrofida birikuvni hosil qiladigan soʻzlarni britaniyalik tilshunos V.Brezinaning olib borgan tadqiqotidagi soʻz birikmalar qoʻshilish qoidalari boʻyicha assosiasiyalarning vujudga keltirishi va bunda oʻzak soʻz (*node word*) bilan uning atrofida birika oladigan soʻz yoki soʻzlar mutlaqo boshqa turdagi soʻz birikmasini hosil qilinishi nazarda tutilgan va bu toʻgʻrisida “Collocations in Context: A new perspective on collocation network” nomli maqolasida fikr bildirgan. V.Brezina va Abu Nasr Forobiy taʼkidlagandek soʻzlarning qoʻshilishini oʻrganish uchun yordam beradi [2,151-157] (qarang 1-rasm).

Material va metodlar. Ushbu qiyosiy jihatlarni G.X. Nurmatovning oldingi tadqiqotida oʻrgnilib, korpus lingvistikasiga oid - bosh soʻz (*node word*) va uning atrofida birikuvni hosil qiladigan soʻzlar (*collocate word*) ingliz tilidagi lingvistik terminlarini orbita va uning yoʻldoshlariga qiyoslanib, oʻzbek tilida “*orbital soʻz*” va “*yoʻldosh soʻz*” degan lingvistik terminlarini ilk bor qoʻllanilgan [7, 87-88].

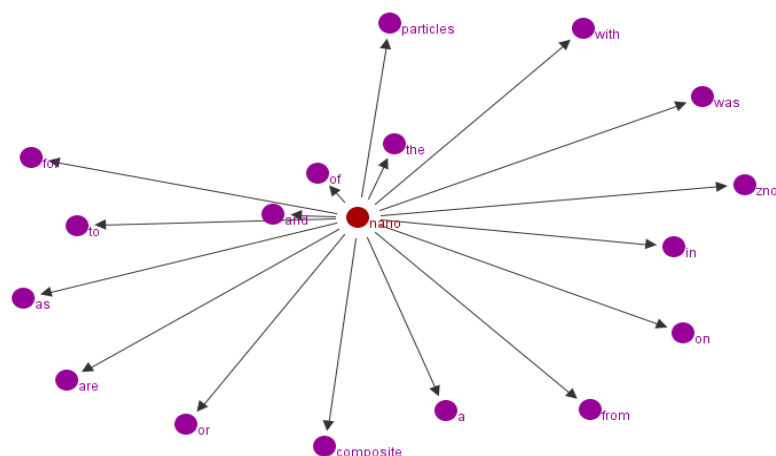
Demak, agar biz oʻzak (bosh, dominant) soʻzni (*node word*) mazmun-mohiyatidan kelib chiqib, orbital va uning atrofida birikuvni hosil qiladigan soʻzlarni *yoʻldosh soʻz* (*collocate word*), birgalikdagi soʻz birikmani esa *soʻzlarning assotsiatsiyalanishi* undan hosil boʻladigan birikmalarni *soʻzlar kollokatsiyasi* degan terminlarni qoʻllasak, aynan Abu Nasr Forobiy taʼkidlaganidek, soʻz atrofida hosil boʻladigan, aniqrogʻi assotsiatsiyalashadigan soʻzlarning *qoʻshilish qoidalari* toʻgʻrisida fikr yuritilgan boʻladi.

Korpusda M.Kotterning fikriga koʻra, soʻzlarning assosiasiyalanishini eng yuqori chastotali soʻzlar va eng yuqori chastotali birikuvchi soʻzlarning assosiasiyalanishi, oʻng va chap tomondagi yondosh soʻzlar oʻrtasidagi bogʻliqlikdir, [5, 499-506] hamda ushbu bogʻliqliklarni maxsus qurilmalar yordamida samarali tahlillarni amalga oshirish imkoniyati katta va kollokatsion bogʻlanishlarning qoʻyidagi koʻrsatkichlarini namoyon qiladi [2,142], deb hisoblaydi:

- orbital soʻzning korpusda ishlatilish chastotasi (*frequency*);
- orbital va yon soʻzlar orasidagi masofasi (*span*);
- orbital soʻzning ekslyuzivligi (*exclusiveness*).

Maxsus dasturiy qurilmalar yordamida terminologik kollokatsiyalarni ayrim lingvistik xususiyatlarini korpusda namoyon etish maqsadida, nanotexnologiyalar korpusidan *nano* prefiksini kollokatsiyalanishi tahlil qilindi. Qoʻyidagi rasmda maxsus qurilmada “*nano*” orbital prefiksining yoʻldosh soʻzlar bilan kollokatsiyalanish vizualizatsiyasi va statistik jadvali misol tariqasida keltirilgan:

```
Span: 5 <> 5
Types: 18 / 25999
Tokens: 368649
Stat: 01 - Freq
```



Rasm 1. *nano* prefiksining kollokatsion vizualizatsiyasi

nano prefiksining kollokatsiyalanishining statistik jadvali

Word type	Statistic	Freq.(with)	Word type	Statistic	Freq.(with)
and	45.0	45	as	9.0	9
of	38.0	38	on	7.0	7
the	32.0	32	or	6.0	6
to	17.0	17	with	6.0	6
in	13.0	13	zno	6.0	6
particles	12.0	12	composite	6.0	6
a	11.0	11	was	5.0	5
for	11.0	11	are	5.0	5

Ushbu qurilma o'ng va chap tomondan kollokatsiyalanadigan so'zlarni vizual va jadval ko'rinishlarida taqdim qiladi. Bu yerda *nano* prefiksi o'n yettita leksik birliklarning bog'lanishini ko'rsatib, o'ng va chap tomonlardan turli leksik birliklar bilan kirikishini ko'rsatgan. *nano* prefiksi nafaqat *particles* va *composite*, ya'ni *nanoparticles* va *nanocomposite* so'zlar bilan, balki funktsional leksik birliklar bilan kollokatsiyalarni hosil qilganini va ularning chatotasi ko'rsatilmoqda.

P.Beiker, A.Xardi, Mak-Enerilar korpusda so'zlarning kollokatsiyalanishini ikki turga bo'linadi:

1. *upward collocations* (yuqoriga intiluvchi kollokatsiyalar)

2. *downward collocations* (quyiga intiluvchi kollokatsiyalar)

1-rasmda keltirilgan kollokatsiyalanish vizualizatsiyada va 2-jadvalda ikkala turga oid bo'lgan kollokatsiyalarni kuzatish mumkin.

Natijalar va muhokamalar. Orbital so'zining chastotasi yo'ldosh so'zning chastotasiga qaraganda quyi bo'lsa, *upward collocations*, ya'ni *yuqoriga intiluvchi kollokatsiyasi* bo'lib, ular, asosan, funktsional so'zlar bilan assotsiatsiyalanadi va bunday so'zlar assotsiatsiyalari grammatik so'zlardan iborat bo'lib, ular *kolligatsiyalar* deb ham yuritilishi mumkin [1; b.63-65]. K. Braun va Dj. Miller tomonidan kolligatsiyalar kollokatsiyalardan farqli o'laroq grammatik konstruksiyalar orqali bog'langan umumiy (*in nano*, *are nano*, *or nano* kabi bog'lanishlar) leksik birliklarga aytiladi, deb izoh berigan [3, 86].

Orbital so'zning chastotasi yo'ldosh so'zning chastotasidan yuqori bo'lsa hamda ular, asosan, kontekst so'zlar bilan assotsiatsiyalansa, u holda orbital so'z kontekstda ahamiyatli va soha termini deb hisoblanishi mumkin. Masalan *nano* → *nanoparticles* → *nanocomposite* kollokatsiyalarning semantik bog'likligi *quyiga intiluvchi kollokatsiyalarni* (*downward collocations*) ko'rsatayapti. Bundan kelib chiqadi-ki, *nanoparticles* va *nanocomposite* kollokatsiyalarni terminologik kollokatsiyalar deb atashga asos bor.

Demak, kollokatsion birikma terminologik birikmadan ma'lum sohada shakllangan barqaror so'zlarning birikuv yoki kombinatsiyasi tushinilib, orbital va yo'ldosh so'zlar o'rtasida turli bog'lanish xususiyatlarini: yo'ldosh (kollokatsiyalanadigan so'z) so'zning *chastotasini* (*frequency*), orbital va yo'ldosh so'z o'rtasidagi *masofani* (*span*), orbital va yo'ldosh so'zlarning quyi chastotada *eksklyuzivligini* (*exclusivemess*) ko'rsatish bilan farq qiladi. Yuqoridagi misoldagi terminologik kollokatsiyalarning korpusda bog'lanishning muhim lingvistik xususiyatlaridan ham masofani ham eksklyuzivlikni kuzatishimiz mumkin.

Xulosalar. Mazkur tadqiqotimizda korpus va diskursda kollokatsiyalarga tilshunos olimlar tomonidan tasnif va tavsiflar keltirilgan bo'lsada, sohaviy-ilmiy, xususan korpus va diskurs integratsiyasida nanotexnologiya terminologik kollokatsiyalar borasidagi tadqiqotlar hanuz olib borilmagan. Korpusda nanotexnologiya terminidagi *nano* prefiksining kollokatsiyalanishi misol tariqasida keltirilib, uning korpus va diskurs integratsiyasidagi kichik tahlil o'tkazildi va tuning asosida kollokatsiyalanish xodisasi qanday namoyon bo'lishini maxsus dasturiy qurilmada ko'rsatib berildi. Ushbu tahlillar bizga nafaqat terminologik kollokatsiya degan lingvistik terminining mavqei va uning kollokatsiyalanish xususiyatlarini namoyon etishga, balki umuman kollokatsiyalar va kollokatsiyalanish borasida tilshunoslikning boshqa aspektlarida yangi tadqiqotlar olib borishga saos yaratdi.

ADABIYOTLAR:

1. Baker P., Hardie A., McEnery T. A Glossary of Corpus Linguistics. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2006. P. 192. –Pp. 63, 165.

2. Brezina, V., McEnery, T. & Wattam, S. (2015). *Collocations in context: A new perspective on collocation networks* // *International Journal of Corpus Linguistics*, 20(2). -P. 151-157.
3. Brown K. & Miller J.. *Cambridge Dictionary of Linguistics*. Cambridge University Press. 2015. - P. 86.
4. Crystal D. *The Cambridge Encyclopedia the English Language*. –Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 119-120, 372-373.
5. Cotter M.J. *Teaching terms: a corpus-based approach to terminology in ESP classes*. Lisbon School of Accountancy and Administration (ISCAL), Portugal. -Pp. 499-506. -P.501.
6. Большакова Е.И., Воронцов К.В., Кфремова Н.Э., Клышинский Э.С., Лукашевич Н.В., Санин А.С. *Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных*. — М.: Изд-во НИУ ВШЭ, 2017. - 269 с.
7. Nurmatova G.X. “AntConc va GraphColl daturiy qurilmalarida muhandislik terminlarining lingvostatistik tadqiq muammolari”: *filol.fan.dok. ...dis.* – Farg‘ona, 2021, -B. 85.
8. Nurmonov A. *O‘zbek tilshunosligi tarixi: Oliy o‘quv yurtlari o‘zbek filologiyasi fakultetlarining talabalari uchun o‘quv qo‘llanma*O‘quv qo‘llanma. –T.: O‘zbekiston. 2002. 232 b. B.11-12.
9. Silvia Montero-Martínez, Mercedes García de Quesada and Pedro A. Fuertes-Olivera. *Terminological phrasemes in OntoTerm®: A new theoretical and practical approach*. 2002. Research Gate. *Terminology* 8(2) P. 177-206. <https://www.researchgate.net/publication/233649925>
10. Williams, G. (1998): *Collocational networks: Interlocking patterns of lexis in a corpus of plant biology research articles*. *International Journal of Corpus Linguistics*.
11. Ушбу сўз турли тилиунослар томонидан турлича қўлланилиб, Марчук, масалан доминант сўз (қаранг: Марчук Ю.Н. *Компьютерная лингвистика*. –М.: Восток-Запад, 2007. –317 с. 93-99), В. Брезина эса ўзак сўз (Қаранг: Brezina, V., McEnery, T. & Wattam, S. (2015). *Collocations in context: A new perspective on collocation networks*. *International Journal of Corpus Linguistics*, 20(2).), ва бошқалар калит сўз деб ҳам юритадилар.

SO'ZLASHUV NUTQINING TIL O'ZGARISHLARIGA TA'SIRI

Qobilova Nargisa Sulaymonovna,
Buxoro davlat universiteti dotsent, PhD
n.s.qobilova@buxdu.uz

Annotatsiya. Mazkur maqolada so'zlashuv nutqining til tizimidagi o'zgarishlarga ko'rsatgan ta'siri yoritiladi. Til dinamikasining fonetik eroziya, yordamchi so'zlarning assimilyatsiyalanishi va grammatik soddalashuv kabi omillar orqali yuzaga kelishi tahlil qilinadi. Og'zaki muloqotda qisqa va tejamkor shakllarning keng qo'llanishi tilning tabiiy rivojlanish jarayoni sifatida talqin etiladi. Shuningdek, til tizimida ro'y berayotgan transformatsiyalarning kognitiv, madaniy va ijtimoiy omillar bilan uzviy bog'liqligi asoslanadi.

Kalt so'zlar: so'zlashuv nutq ta'siri, tilning fonetik eroziyasi, ingliz tilidagi grammatik, lisoniy tuzilmaning evolyutsiyasi, zamonaviy dunyodagi til, so'zlashuv nutqi, til o'zgarishlari.

ВЛИЯНИЕ РАЗГОВОРНОЙ РЕЧИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА

Аннотация. В данной статье освещается влияние разговорной речи на изменения в языковой системе. Анализируется, как языковая динамика проявляется через такие явления, как фонетическая эрозия, ассимиляция вспомогательных слов и грамматическое упрощение. Широкое употребление кратких и экономных форм в устной коммуникации трактуется как естественный процесс языкового развития. Также обосновывается тесная связь трансформаций в языке с когнитивными, культурными и социальными факторами.

Ключевые слова: влияние разговорной речи, фонетическая эрозия языка и, грамматические изменения в английском, эволюция языковой структуры под, языковые трансформации в мире, разговорная речь как фактор изменения.

THE IMPACT OF COLLOCAL SPEECH ON LANGUAGE CHANGE

Abstract. This article highlights the influence of spoken language on changes within the linguistic system. The dynamics of language are analyzed through phenomena such as phonetic erosion, assimilation of auxiliary words, and grammatical simplification. The widespread use of short and economical forms in oral communication is interpreted as a natural process of language evolution. Furthermore, the close interrelation between linguistic transformations and cognitive, cultural, and social factors is substantiated.

Key words: spoken language influence, phonetic erosion of language, grammatical changes in English, evolution of linguistic structure, language transformations today, spoken language and change

Kirish. Tilni subyektlar o'rtasida axborotni qayd etish, qayta ishlash va uzatish uchun mo'ljallangan belgilar tizimi sifatida qarash mumkin. Farqlanuvchi elementlarning strukturaviy jihatdan tartibga solingan majmuasi sifatida til shunday tashkil topganki, uning tarkibiy qismlari oddiyroq birliklarga ajralish va yanada murakkab tuzilmalar holda birlashish xususiyatiga ega. Aynan mana shu ko'p pog'onali tashkil topganlik tilda fikr mazmunini shakllantirish va ifodalash imkonini beradi. Shu bilan birga, til ko'plab omillar ta'sirida shakllanadigan turli xil variantlar majmuasidir. Ingliz tili til tizimining evolyutsiyasi va transformatsiyasiga yaqqol misol bo'la oladi. Zamonaviy ingliz tilining grammatik, leksik va fonetik sohalarida kuzatilayotgan transformatsiyalar mexanizmlariga alohida e'tibor qaratish lozim. Ushbu jarayonlarni o'rganish til dinamikasining ichki qonuniyatlarini va ularning ijtimoiy, madaniy hamda kognitiv omillar bilan qanday bog'liqligini chuqurroq tushunishga yordam beradi. Til tizimidagi o'zgarishlarga sabab bo'luvchi asosiy omillardan biri bu fonetik eroziya hisoblanadi. Ushbu jarayon, asosan, so'zlovchilarning nutqda harakatni kamaytirishga intilishi bilan bog'liq bo'lib, nutqiy faoliyatning ham jismoniy, ham aqliy murakkabligi bilan tushuntiriladi. Natijada, muhim bo'lmagan bo'g'inlar asta-sekin urg'uni yo'qotadi, reduksiyaga uchraydi va ba'zan to'liq yo'qolib ketadi. Masalan, quyidagi so'zlar soddalashtiriladi: **"February"** → **"Febry"**, **"probably"** → **"proably"**, yoki **"secretary"** → **"secetry"** / **"secetry"**. Xuddi shunday jarayonlar **yordamchi so'zlar** bilan bog'liq holda ham kuzatiladi; ular **assimilyatsiya** qilinadi yoki soddalashtiriladi. Masalan, **"have to"**, **"going to"** va **"could have"** kabi birikmalar og'zaki kundalik nutqda **"hafta"**, **"gonna"**, **"coulda"** shaklida aytiladi. Ba'zi hollarda yordamchi so'zlar **butunlay tushib qoladi**, masalan, **"I've got"** iborasi **"I got"**

shakliga, “What do you want?” esa “What you want?” ko‘rinishiga o‘tadi. Dastlab bu kabi holatlar beparvolik yoki og‘zaki uslubga xos xususiyatlar sifatida qabul qilinsa-da, ularning keng tarqalishi **tilning grammatik tuzilmasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi**.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Fonetik eroziyaning yaqqol namunasini qadimgi ingliz tilining zamonaviy ingliz tiliga aylanishi orqali ko‘rish mumkin. Qadimgi ingliz tilida zamon, kelishik va boshqa grammatik kategoriyalarni ifodalovchi grammatik qo‘shimchalar (fleksiylar) keng qo‘llanilgan bo‘lsa-da, hozirgi kunga kelib ular deyarli yo‘qolgan. Ularning funksiyalari yordamchi fe‘llar, xizmat so‘zlari **va** so‘z tartibining qat’iyligi orqali bajarilmoqda. Fonetik o‘zgarishlar ko‘pincha strukturaviy o‘zgarishlar bilan birga kechadi, biroq bunday o‘zgarishlarni til egasi har doim ham anglab yetavermaydi. Ular muloqot jarayoniga jiddiy xalaqit bermasligi tufayli asta-sekin tilda mustahkamlanib boradi. Masalan, noto‘g‘ri fe‘llarning “sank/sunk” yoki “sang/sung” kabi shakllari barqarorlikdan yiroq bo‘lib qolgan. Og‘zaki nutqda tobora ko‘proq quyidagi iboralar uchraydi: “She sung very well in yesterday’s concert” yoki “The ship sunk without trace”. Bunday o‘zgarishlar faqat grammatika bilan cheklanmay, balki leksik tuzilmalarni ham qamrab oladi. Masalan, “I now have pleasure to enclose the correct enrolment form” yoki “They have a tendency of using plates as ashtrays” kabi iboralar hozircha umumiy me’yordan chetda tursa-da, kelajakda adabiy tildan o‘rin olishi ehtimoli katta. Alohida e’tibor talab etadigan soha – bu modal fe‘llar, chunki ular ham asta-sekin mazmun va funksiyalarini o‘zgartirmoqda. Masalan, “may” modal fe‘li perfect infinitive (have done) bilan dastlab o‘tmishda ehtimoliy harakatni ifodalagan: “They have taken her in for an X-ray – she may have broken her leg.” Biroq hozirgi zamonda bu konstruksiya tobora ko‘proq amalga oshmagan imkoniyatni ifodalash uchun ishlatilmoqda: “You were stupid to go skiing there – you may have broken your leg.” Bunday holat ilgari “might” yoki “could” orqali berilardi.

Tahlil va natijalar. Zamonaviy ingliz tilidagi grammatik o‘zgarishlar orasida sifat darajalarining flektiv (qo‘shimchali) shakllari o‘rnini asta-sekin analitik shakllar egallayotganini ham ko‘rish mumkin. Masalan, “commoner” o‘rniga tobora ko‘proq “more common” ishlatilmoqda. Shunga o‘xshash o‘zgarishlar murakkab ot birikmalarida ham kuzatiladi – bu yerda aniqlovchi sifatida ko‘plik shakllari tobora keng qo‘llanmoqda: “antiques shop”, “drugs problem”, “arrivals lounge” kabi. Bunday o‘zgarishlar tilning tabiiy rivojlanish jarayoni bo‘lib, uning tuzilmasi va kommunikativ funksiyalarining evolyutsiyasi bilan bevosita bog‘liq. Grammatikadagi bunday ijodiy yangiliklarga misol sifatida “I said” o‘rniga “I was like” iborasining ishlatilishini keltirish mumkin. Masalan: “I was like”, “You can’t do that”, “She was like”, “Well, I’m gonna.” Bu yangilik tezda ommalashdi va keng tarqaldi. Shuningdek, klassi zamoni ifodalashda ham innovatsiyalar kuzatilmoqda. Zamonaviy ingliz nutqida “is set to do something” (yaqin orada biror narsa sodir bo‘ladi) konstruksiyasi faol qo‘llanilmoqda. Masalan: “Interest rates are set to rise” (foiz stavkalari ko‘tarilishi kutilmoqda), “Pub opening hours are set to change” (pablarning ochilish vaqtlari o‘zgarishi kutilmoqda). Bu ibora dastlab startga tayyorlanayotgan yuguruvchi holati bilan bog‘liq metafora sifatida faqat odamlarga nisbatan qo‘llanilgan. Hozir esa u jonsiz narsalar va jarayonlar uchun ham ishlatilmoqda, bu esa uning ingliz tili grammatik tizimiga integratsiyalashganini ko‘rsatadi.

Muhokama. Yo‘qolgan shakllarning qayta tiklanishi ham e’tiborga loyiq. Bunga misol sifatida “you guys” konstruksiyasini keltirish mumkin. Bu ibora erkaklar va ayollar uchun teng ravishda ishlatilmoqda va ikkinchi shaxs ko‘plik o‘rnini bosmoqda. U kundalik nutqda tobora ko‘proq uchraydi, yangi olmosh sifatida grammatik tizimga kirib kelishi mumkin. Biroq, o‘zgarishlar faqat grammatika bilan cheklanmaydi. Fonetika ham o‘zgarishlarning eng sezilarli sohalaridan biri bo‘lib qolmoqda. So‘nggi 50 yil ichida Britaniya standart talaffuzi sezilarli o‘zgarishlarga uchradi. 1960-yillargacha “Received Pronunciation” (RP) deb atalgan talaffuz me’yori deb hisoblangan, ammo bugungi kunda bu talaffuzni aholining atigi 3 foizi ishlatadi. Ingliz tilining analitik tuzilmasi va flektiv shakllardan minimal foydalanilishi **uning** morfologik jihatdan o‘zlashtirishga moyilligini oshiradi. XX asr davomida ingliz tili 56 xil tildan kirib kelgan so‘zlar bilan boyidi, shulardan fransuz tili eng katta hissa qo‘shgan tillardan hisoblanadi. Biroq, ko‘plab so‘zlar boshqa tillardan olingan bo‘lishiga qaramay, so‘nggi 100 yil ichida ingliz lug‘atiga qo‘shilgan yangi so‘zlarning aksariyati aynan ingliz tilining o‘zida paydo bo‘lgan. Bu, asosan, affiksatsiya jarayonlari orqali amalga oshgan. Ingliz tilida fleksiylar (so‘z o‘zgarish shakllari) soni cheklangan bo‘lsa-da, uning derivatsion morfologiyasi (ya’ni, yangi so‘zlar yasash tizimi) juda rivojlangan. Zamonaviy ingliz tilida 100 dan ortiq affiks faol ishlatiladi. Ularning aksariyati aslida lotin va yunon tillaridan olingan. Quyidagi affikslar yuqori darajada produktiv (yangi so‘zlar yasashda samarali) bo‘lib, yangi termin va so‘zlarning shakllanishida asos bo‘lib xizmat qiladi: **auto-, eco-, cyber-, mono-, macro-, inter-, -ology, -cratic, -phile, -phobe**. Ushbu affikslar bugungi kunda ham faol qo‘llanilmoqda va ingliz tilining dinamik rivojlanishida muhim rol o‘ynaydi. Til o‘zgarishlarining muhim mexanizmlaridan biri bu – ingliz tilining turli variantlari va dialektlari o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirdir. Marginal (chetki, ijtimoiy mavqei pastroq) dialektlar, odatda, ijtimoiy va madaniy maqomi yuqoriroq bo‘lgan standart variantga yaqinlashishga intiladi. Bu jarayon natijasida prestijli, to‘g‘ri yoki nafis deb hisoblangan til

xususiyatlari boshqa variantlar tomonidan o'zlashtiriladi. Bu hodisaning qiziqarli misollaridan biri – britancha va amerikalik ingliz tili variantlari o'rtasidagi o'zaro ta'sir orqali yuzaga kelayotgan o'zgarishlardir. XX asrning o'rtalaridan boshlab amerikanizmlarning britan inglizchasiga ta'siri sezilarli darajada kuchaygan. Bu yerda amerikanizmlar deganda AQSH ingliz tilining leksik, fonetik va grammatik xususiyatlari tushuniladi; ular Britaniya varianti me'yorlaridan farqlanadi. Amerikanizmlarning keng tarqalishining asosiy sabablaridan biri – ommaviy axborot vositalarining ta'siri. Amerika kinosi, adabiyoti va musiqa san'atining ommalashuvi amerika ingliz tilining nafaqat Buyuk Britaniyada, balki boshqa mamlakatlarda ham keng tarqalishiga olib keldi. Ba'zan amerika varianti britan variantidan ham ko'proq ishlatiladigan va tanish bo'lgan shaklga aylandi. Amerikanizmlarning yozma matnlarga ham kirib borishi kuzatilmoqda. Britan nashrlari tobora ko'proq amerikacha til konstruksiyalarini o'z ichiga olmoqda, bu esa ularning ingliz tilining umumiy tuzilmasiga singib borishiga yordam bermoqda. Shunday qilib, AQShning madaniy ta'siri nafaqat Buyuk Britaniya til muhiti o'zgarishiga sabab bo'lmoqda, balki ingliz tilining lingvistik salohiyatini global miqyosda kengaytirib bormoqda. Bu jarayonlar ingliz tilining analitik tuzilmasi, boy derivatsion tizimi va boshqa tillar bilan doimiy o'zaro ta'sirda bo'lishi uni o'zgarishlarga nihoyatda moslashuvchan va ochiq tilga aylantirayotganini ko'rsatadi. Zamonaviy britan ingliz tili asta-sekin kuchli amerika variantining ta'siri ostida o'zgarishga uchramoqda, bu esa ushbu ikki tizim o'rtasidagi bir qator grammatik farqlarning yo'qolishiga olib kelmoqda. Masalan, hozirgi kunda britan tilining ko'plab so'zlovchilari egalikni bildiruvchi "to have" fe'lining savol-inkor shaklini hosil qilishda yordamchi fe'l "to do"dan foydalanmoqda. Shu sababli, ilgari odatdagi britancha ibora bo'lgan "Have you got a match?" o'rniga hozirda tobora ko'proq "Do you have a match?" shakli ishlatilmoqda. Bu holat, ayniqsa, yosh avlod orasida keng tarqalgan, holbuki, katta yoshdagi odamlar an'anaviy shaklni afzal ko'rishda davom etmoqdalar. Shunga o'xshash boshqa holatlar ham mavjud, masalan, "like" so'zining "as if" o'rnida ishlatilishi (masalan: *He looked like he'd seen a ghost*) – bu ibora dastlab amerika ingliz tilida og'zaki nutqqa xos bo'lgan bo'lsa-da, endilikda britan ingliz tilida ham tez-tez uchrayapti. Shuningdek, "must" va "have to" modallari o'rtasidagi farq ham asta-sekin yo'qolib bormoqda: ilgari ularning semantik vazifalari qat'iy ajralgan bo'lsa, bugungi kunda bu tafovut tobora xira bo'lib bormoqda, bu esa har ikkala variantda ham bir-biriga yaqinlashuvni ko'rsatadi. Qizig'i shundaki, bu ikki ingliz tili varianti o'rtasidagi ta'sir ikki tomonlama xarakterga ega. Britaniyaning "yuqori" madaniyati hamon AQSh jamiyatining ayrim qatlamlari orasida jozibasini saqlab qolgan. Bu holat o'z navbatida britancha iboralarning amerika ingliz tiliga kirib borishiga yordam bermoqda. Masalan, 2005-yil 8-aprelda Guardian gazetasida chop etilgan Los Angeles Times maqolasida muallif quyidagi britancha iboralarning AQSHda ommalashib borayotganidan xavotir bildiradi: "send up" – "parody" ma'nosida/"spot on" – "dead on" (aniq, to'g'ri) o'rnida/"sacked" – "fired" (ishdan bo'shatilgan) o'rnida/"go missing" – "disappear" (yo'qolmoq) o'rnida/"at the end of the day" – "in the end" (oxir-oqibat) o'rnida. Bu holatlar ingliz tilining ikkala varianti ham o'zaro chambarchas bog'langan va bir-biriga ta'sir ko'rsatayotganini yana bir bor isbotlaydi. Zamonaviy ingliz tilidagi o'zgarishlarning muhim mexanizmlaridan biri bu og'zaki va yozma uslublar o'rtasidagi o'zaro ta'sirdir. XIX asrda ingliz yozma tili madaniy va huquqiy sohalarida markaziy o'rin tutgan bo'lib, u yuqori nufuzga ega edi. Shu bilan birga, norasmiy og'zaki nutq ikkinchi darajali deb qaralgan. Vaziyat ommaviy axborot vositalarining og'zaki shakllari rivojlanishi bilan o'zgarishni boshladiv– bu jarayon og'zaki va yozma tilning bir-biriga yaqinlashuviga olib keldi. Natijada, XVIII–XIX asrlarda belgilangan ko'plab klassik qoidalar qayta ko'rib chiqildi. Masalan, **"they/them/their"** olmoshlarining noaniq shaxsni ifodalash uchun ishlatilishi (masalan: *If anybody phones, tell them I'm out*) ilgari faqat og'zaki nutqda maqbul sanalgan bo'lsa, endilikda rasmiy uslublarda ham qabul qilinmoqda. Bunday o'zgarishlar boshqa tuzilmalarga ham taalluqli bo'ldi: qo'shimcha gaplarda predloglarning gap oxirida ishlatilishi (*something that teachers often worry about*); ikkilik ega yoki to'ldiruvchi holatlarida olmoshlarning ishlatilish shakli (*John and me went to the cinema* yoki *between you and I*). Qiziq tomoni shundaki, bu konstruksiyalar asrlar davomida til tarkibida mavjud bo'lgan, ular Shekspir va Jeyn Ostin asarlarida ham uchraydi, biroq ular faqat yaqinda adabiy me'yorga aylana boshladi. Bugungi kunda norasmiy til shakllarining yozma nutqqa kirib kelishi ayniqsa elektron yozishmalarda yaqqol sezilmoqda. Bu holat an'anaviy yozma shakllarga ta'sir ko'rsatib, og'zaki va yozma muloqotning bir-biriga yaqinlashuvini kuchaytirmoqda. Til o'zgarishlari – muqarrar hodisa bo'lsada – darhol ro'y bermaydi. Ayrim til birliklarining bosqichma-bosqich o'zgarishi tez kechishi mumkin, ayniqsa zamonaviy jamiyatda elektron kommunikatsiya asosiy o'ringa ega bo'lsa. Bunga misol qilib, **"was like"** iborasining **"said"** ma'nosida ishlatilishini keltirish mumkin: bu ifoda dastlab amerika ingliz tilidan kelib chiqqan bo'lsa-da, atigi o'n yil ichida britan tilida ham keng tarqalib, ayniqsa yoshlar orasida mashhurlikka erishgan. Shu bilan birga, til tizimi darajasidagi yanada keng va tub o'zgarishlar shakllanishi va mustahkamlanishi uchun ko'proq vaqt talab etiladi – bu jarayon ba'zan bir necha asr davom etishi mumkin. Til o'zgarishlarining uzoq muddatli jarayonlariga yorqin misollardan biri – tarixan **Continuous** (uzluksiz zamon) shaklida ishlatilmagan fe'llarning bunday shakllarda qo'llanila boshlanishidir. Biroq vaqt o'tishi bilan bu qoidaga istisnalar paydo

bo'ldi va hozirgi zamonaviy ingliz tilida quyidagi iboralarni uchratish mumkin: **"I'm understanding maths much better now"**, **"She's really liking her new job"**, **"I'm loving it"**. Bu misollar grammatik me'yorlarning asta-sekin o'zgarib borayotganini, tilning esa ifoda vositalarini soddalashtirish va kengaytirishga qaratilgan dinamik xususiyatga ega ekanini ko'rsatadi. Shuningdek, ingliz tilidagi **sifat darajalari** evolyutsiyasi ham diqqatga sazovordir. Tarixan **"more"** va **"most"** shakllari asosan uch bo'g'inli yoki undan ko'p bo'g'inli sifatlar bilan qo'llanilgan. Masalan, **"beautifullest"** shakli XVIII asrgacha ishlatilgan, keyinchalik esa bu shakldan foydalanish kamayib borgan va **"more"** hamda **"most"** hatto ikki bo'g'inli sifatlar bilan ham ishlatila boshlagan. Bunday o'zgarishlar ingliz tilining grammatik shakllari soddalashuvga intilayotganidan dalolat beradi. Ingliz grammatikasida yuz berayotgan boshqa muhim o'zgarishlarga quyidagilarni kiritish mumkin: **kelasi zamonni ifodalashda** "going to" shaklining keng tarqalishi/ **get** fe'lining passiv konstruksiyalarda qo'llanilishi / **shall** va **should** fe'llarining **will** va **would** bilan almashtirilishi/ ayniqsa britan ingliz tilida **Subjunctive** (taxminiy) maylining zaiflashuvi/ **whom** olmoshining deyarli yo'qolib borishi. Bu o'zgarishlarning barchasi ingliz tilining moslashuvchanligi va moslashishga tayyorligi, ya'ni tilning yangi sharoit va madaniy realiyalarga moslashish qobiliyatini ko'rsatadi. Ammo o'zgarishlar faqat grammatik tuzilma bilan cheklanmaydi. Ayniqsa, yuz millionlab so'zni o'z ichiga olgan til korpuslariga kirish imkoniyati an'anaviy qoidalarni yanada aniqroq va samaraliroq tarzda qayta ko'rib chiqish va yangilashga yordam bermoqda.

Xulosa. J. Leech tomonidan 2003-yilda o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, zamonaviy ingliz tilida **"must"** va **"may"** modallik fe'llarining ishlatilish chastotasi avvalgi o'n yilliklarga nisbatan sezilarli darajada kamaygan. Bunday xulosalar aynan til korpuslari tahlil uslublari yordamida olinmoqda – bu usullar ilgari an'anaviy lug'atchilik tadqiqotlari uchun mavjud bo'lmagan tildagi qonuniyatlarni aniqlash imkonini bermoqda.

ADABIYOTLAR:

1. Campbell, Lyle. *Historical linguistics. The MIT Press Cambridge, Massachusetts. 1998. – 419 p.*
2. Hawkins S., Midgley J. *Formant Frequencies of RP Monophthongs in Four Age Groups of Speakers // Journal of the International Phonetic Association. – Cambridge Univ. Press, Vol. 35., No.2. December, 2005. P. 183–199.*
3. Iriskulov M.T., Shatunova A.S. *"English Phonetics". Uzbekistan State University of World languages. Tashkent. 2011. – C.62-75.*
4. Kerswill P., Torgersen E.N. and Fox, S. *Reversing «drift»: Innovation and Diffusion in the London Diphthong System // Language Variation and Change, Vol.*
5. *Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2008. P.451–491.*
6. Sulaymonbekovna Q. N. (2021). *Cognitive dissonance and pragmatic influence, academia: An International Multidisciplinary Research Journal, 902-908.*
7. Kobilova N. S. (2016). *Literary interpretation of social psychology in the novel" martin eden". Worldscience, 5 (3 (7)), 52-53.*
8. Sulaymonovna Q. N., & Abduxolovovna R. M. (2023, May). *Structure of the linguistic category" characteristics of a human". In Integration Conference on Integration of Pragmalinguistics, Functional Translation Studies and Language Teaching Processes (pp. 151-153.*
9. Sulaymonbekovna Q. N., & Raimovna I. G. (2021). *Cognitive dissonance and pragmatic influence. Academia: An International Multidisciplinary Research Journal, 11(10), 902-908.*
10. Nazarova N. (2022). *Лингвистическое исследование антропонимов в лексической системе. Центр научных публикаций (buxdu. Uz), 13, 13.*
11. Nazarova N. (2022). *Обучение молодых учащихся через интерактивные игры. ентр научных публикаций (buxdu. Uz), 7(7).*

KOMPONENTLI TAHLIL METODI

Qodirova Nargiza Abdusattor qizi,

*Farg'ona davlat universiteti lingvistika:
o'zbek tili mutaxassisligi 2-bosqich magistranti
nargizaqodirova1993@gmail.com*

Annotatsiya. Mazkur maqolada komponent tahlil qanday bo'lishi va bu orqali umumiy tahlil haqida bilib olish yoki tushunish uchun tasavvur paydo bo'ladi. Fonetik, morfologik va sintaktik tahlillar tilning shakl va mazmun jihatidan to'la qamrab olinishiga, til birliklarining funksiyasini to'g'ri tushunishga yordam beradi. Ilmiy tadqiqotlarda ushbu tahlillar mukammal til tavsifini berish, ta'lim, tarjima, adabiyotshunoslik va boshqa sohalarida qo'llanma vazifasini o'tashi mumkin. Shuningdek, komponent tahlil ham ana shu tahlillarga asoslanadi. Komponent tahlil tushunchasi haqida o'zbek tilshunosligidagi tadqiqotlar ot leksemalari bo'yicha oz bo'lganligi mavzuni o'rganish qamrovini kengaytiradi. Maqolada tahlil uchun zarur bo'limlar, qonun-qoidalar jamlangan.

Kalit so'zlar: tahlil, morfologik, assotsiativ, grammatik, sifatli, komponent tahlillar.

COMPONENT ANALYSIS METHOD

Abstract. This article provides an idea of what component analysis is like within the framework of different systematic languages, and through this, an idea is created to learn or understand general analysis. Phonetic, morphological and syntactic analyses contribute to the comprehensive coverage of the form and content of the language, to the correct understanding of the functions of language units. In scientific research, these analyses can serve as a complete description of the language, and can be used in education, translation, literary studies and other fields. Component analysis is also based on these analyses. The fact that there are few studies in Uzbek linguistics on the concept of component analysis in the field of noun lexemes expands the scope of study of the topic. The article summarizes the necessary sections, laws and rules for analysis.

Keywords: analysis, morphological, associative, grammatical, qualitative, component, analyses.

МЕТОД КОМПОНЕНТНОГО АНАЛИЗА

Аннотация. Данная статья дает представление о том, что представляет собой компонентный анализ в рамках разных системных языков, и благодаря этому дает представление о том, что такое общий анализ. Фонетический, морфологический и синтаксический анализы способствуют всестороннему изучению формы и содержания языка, правильному пониманию функций языковых единиц. В научных исследованиях эти анализы могут служить целостным описанием языка и использоваться в образовании, переводе, литературоведении и других областях. На этих анализах также базируется компонентный анализ. Тот факт, что в узбекском языкознании мало исследований о понятии компонентного анализа по именной лексеме, расширяет сферу изучения темы, необходимые для анализа.

Ключевые слова: анализ, морфологический, ассоциативный, грамматический, качественный, компонентный анализы.

Kirish. Hozirgi kunda jahon tilshunosligida tilni tipologik nazardan o'rganish, bir tildan ikkinchi bir tilga o'zlashgan lisoniy birliklar mohiyatini ochib berish, ularni struktur-semantik tomonidan tahlil etish, muhim o'zlashma so'zlarning talqinini yoritish, ularning lisoniy, ijtimoiy madaniy xususiyatlari jihatidan izlanishlar olib borish eng muhim masalalardan biriga aylandi.

Jahon tilshunosligida muayyan til birligining boshqa bir tilga o'zlashish masalasi til ilmining leksikologiya, leksikografiya, lingvokulturologiya, etnoligvistika, tarjima nazariyasi, chog'ishtirma tilshunoslik singari sohalar bilan bog'liq jihatda o'rganilgan. Mazkur hodisaning leksika va semantika sathida atroflicha yoritilishi u yoki bu tilning leksik imkoniyatlarini aniqlash bilan bir qatorda, uning struktur-semantik tuzilishini, tushunchalarni ifodalash usullarini, tilda variantlilik, polisemiya hodisalarining rivojlanishi hamda ularning tilda qo'llanish mexanizimini aniqlashga imkon beradi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi. Tildagi mavjud har qanday funksional uslub tomonidan ifoda etilayotgan xabar kabi badiiy asar matni ham nutq aktining birin-ketin keluvchi tanlangan majmuasi deb qarash

mumkin. Bu esa o'z navbatida bir qator obyektiv va subyektiv, shaxsga nisbatan aloqador bo'lgan faktorlar bilan izohlanadi. Tilga olib o'tilgan faktorlarning ta'siri ko'proq ikki xil nutqda namoyon bo'ladi. Bu ikki xil nutqning birinchisi, situatsiya bilan, norasmiyligi bilan xarakterlanadi.

Tahlil so'zi mavjud lug'atlarda turlicha izohlanadi. Jumladan, falsafaga oid ensiklopedik lug'atlaridan "Tahlil (yunon tilidan – ajralish, parchalanish) predmetni (hodisa, jarayon), predmetning (predmetlar) xususiyatlarini yoki predmetlar o'rtasidagi munosabatlarni qismlarga (belgilar, xususiyatlar, munosabatlar) tarkibiy qismlarga fikran yoki amaliy ravishda ajratish tartibi", narsa-hodisalarni tarkibiy qismlarga ajratishga asosiy e'tibor qaratilsa [1] tarjima lug'atlarida:

a) tahlil (ilmiy tekshirish (tadqiqot) usuli; obyektiv voqelikni ilmiy bilish, o'rganish vositasi);

b) analiz, tahlil; tahlil qilish; matematik tahlil (oliy matematikaning bir bo'limi)" [2] ilmiy tadqiqot usuli, biror jarayonni tekshirish, moddalarning tarkibini aniqlash ma'nolariga urg'u beriladi.

Morfologik tahlil. To'g'ridan-to'g'ri komponentlar bo'yicha tahlil qilishdir.

Assotsiativ tahlil. So'zni tashkil etuvchi allofonlar va allomorfarni ma'lum bir tadqiqot darajasi uchun o'rnatilgan strukturaviy qatorlar bilan (ya'ni, tegishli fonema va morfemalar bilan) o'zaro bog'lash.

Grammatik tahlilda so'zlar orasidagi grammatik bog'lanishlarni aniqlash (mos ravishda leksiklashgan iboralar). Lingvistik tahlil asta-sekin ochiladigan juft qarama-qarshiliklar qatoriga asoslanadi.

Kategoriya tahlili fe'ldagi zamonning qarama-qarshiliklar tizimiga keltirilishi mumkin;

a) nutq lahjasini o'z ichiga oluvchi ish-harakatning belgilanishi nutq momentini o'z ichiga olmagan ish-harakatga qarama-qarshi qo'yiladi;

b) nutq momentini o'z ichiga olmagan harakatga bo'linadi va nutq momentidan oldin sodir bo'lgan hamda nutq paytidan keyin sodir bo'ladigan harakat va hokazo.

Sifatli tahlil. Tilni tavsiflash usuli – analistik tizim, mavjudlik berilgan hodisa chastotasining xususiyatlariga havola qilinmagan holda uning yo'qligidir.

Natija va muhokama. Komponent tahlili. Cheklovchi komponentlarni aniqlash komponentlar bir xil darajadagi turli til birliklarini bir-biridan ajrata oladigan differensial xususiyatlar sifatida til birligidir. Tilning minimal mazmunli elementlarini aniqlash va ularning morfemalarini aniqlashga qaratilgan lingvistik tadqiqot usullaridan biri.

Grammatik munosabatlarni ifodalashning tasviriy usuli bilan tavsiflangan analitik tillarning morfologik tuzilishi; qarama-qarshi sintez (ikki qiymatda)dan o'tkazish va tahlil qilish uchun sintez [3].

Lingvistik tahlil o'zbek tilshunosligining nazariy bo'limlarini sistemali o'rganishning maqbul usullaridan biridir. Tahlil jarayonida til faktlari haqidagi nazariy ma'lumotlar, grammatikaning qonun-qoidalari aniq misollarda amaliyotga tatbiq qilinadi. Tahlil etuvchi har bir til faktining nazariy asoslarini puxta egallashga intiladi. Til hodisalari lingvistik tahlil asosida amaliy o'rganiladi. Lingvistik tahlilda olingan nazariy bilimlar asosida til haqidagi har bir fanning talabiga ko'ra aniq bir til yoki nutq birligini (so'z yoki gapni) parchalab o'rganishdir. Bu hodisa til o'rganuvchilarning til hodisalarini tez va to'g'ri ajrata olish malakalarini egallashlarida nazariy bilimlar bilan bir qatorda lingvistik tahlil ham muhim rol o'ynaydi [4].

Lingvistik nazariya, til sistemasi va tarixiy faktlarga asoslangan filologik tahlilda esa adabiy metod, janr, badiiy-estetik prinsiplar, muallif shaxsi va uning nutqiy maneriyasi va boshqa matn til ifoda vositalarining tarkibi hamda ko'rinishini belgilovchi omillardir. Lingvistik tahlil - til, nutq birliklarini uni tashkil etuvchi qismlari, mazmuni vazifasi va boshqa xususiyatlari nuqtai nazaridan tadqiq etish, til birliklarining aniq holatini belgilashdir. Masalan, hosildorlikni so'zida ikkita til hodisasi mavjud bo'lib, u xuddi shu hodisalar nuqtai nazaridan tahlil etilishi mumkin: a) so'z yasalihi hodisasi; b) shakl yasalihi hodisasi (morfologik hodisa).

Bu so'zda ikkita yasama so'z mavjud bo'lib, so'z yasalihi tahlilida har bir yasama so'zning tarkibi va bu tarkibiy qismlarning mohiyati vazifasi, ma'nosi va shakli belgilanadi. Bunda hosildor yasama so'z ekani, u so'z yasalihi asosi hosil va so'z yasovchi -dor qo'shimchasidan iborat tarkibiy qiymatga egaligi, so'z yasalihi asosi (hosil) ot turkumiga oidligi, -dor qo'shimchasining qaysi turkumga oid so'zdan qaysi turkumga mansub so'z va qanday ma'noli so'z yasashi hamda uning boshqa xususiyatlari qayd etiladi. Hosildorlik yasama so'zining tahlili ham xuddi shu tarzda olib boriladi, ya'ni u yasama so'z ekani, unda hosildor so'z yasalihi asosi, -lik so'z yasovchi qo'shimcha ekani, shuningdek, bu qo'shimchaning ma'nosi va boshqa xususiyatlari qayd etiladi. Morfologik tahlilda hosildorlik so'zining ot ekanligi, -ni qo'shimchasi shu so'zning tushum kelishik shaklini yasalihi, uning ma'nosi va shaklini qayd etadi [5].

Nutqning fonetik qismlarini o'rganishiga qarab fonetika ikki turli bo'ladi: segmental fonetika va supersegmental fonetika. Nutq tovushlari hosil bo'lishi va uning xususiyatlarini o'rganuvchi fonetika segmental (segment-nutq bo'lagi) fonetika deyiladi. Nutq tovushlaridan katta bo'lgan fonetik birliklar: bo'g'in, so'z va frazalarni o'rganuvchi fonetikaga esa supersegmental fonetika deyiladi. Asosiy fonetik birliklar: fraza, takt, bo'g'in, nutq tovushlari. Grammatika ham nutqni tarkibiy qismlarga ajratadi: gap, so'z birikmasi, so'z va

morfemalarga. Garchi har ikki qatlam nutqning son nuqtai nazaridan bir xil bo'lsa ham sifat jihatidan bir-biriga mos kelmaydi.[6]

Komponent tahlil differensial tahlilning leksik tizimga tadbiq etilishi natijasida yuzaga keladigan tahlil usulidir. Lug'aviy birliklar, til tizimida ma'lum tartibdagi guruhlarini tashkil qiladilar va ma'nolari jihatidan o'zaro paradigmatic munosabatlarda bo'ladilar. Bunday paradigmatic dasturlarni "mavzuviy guruhlar" yoki "leksik semantik" guruhlar deb ataydilar.

Masalan quyidagi mavzuviy guruhlarini ajratish mumkin:

1. Uy jihozlari nomlari: divan, sandiq, tahmon va hokazo.
2. Metereologik hodisalar: bo'ron, qor, yomg'ir, izg'irin.
3. Qon-qarindoshlik atamaları: ota, bola, ona, qiz, aka, tog'a, amaki.
4. His-hayajonni ifodalovchi so'zlar: xursandchilik, xafalik, zavq, shodlik.

Inson intellektual faoliyatini ifodalovchi fe'llar: o'ylamoq, fikrlamoq, faraz qilmoq, bilmoq va hokazo

Ko'rinib turibdiki, so'zlar turli leksik-semantik guruhlariga ajratilayotganda umumiy semantik xususiyatlariga asoslanadi, ya'ni semantik umumiylikka ega bo'ladi. Biroq, ta'kidlash joizki, ma'lum leksik semantik tarkibiga kiruvchi so'zlar o'z o'rnida o'zaro farqlanadi va qarama-qarshilikka ega bo'ladi. Bunda mavjud farqlar va oppozitsiyalar yordamida so'zlarni o'zaro chog'ishtirish orqali ularning ma'no komponentlari aniqlanadi. Har bir so'zning semantik maydoni, ma'no doirasi yoritiladi [7].

Komponent tahlilning dastlabki bosqichi tilda lug'at boyligidan ma'lum leksik-semantik guruhning ajratilishi hisoblanadi. O'z navbatida mazkur guruh ham o'z bosqichlariga ega, ya'ni o'z o'rnida u ham ichki guruhlariga bo'linishi mumkin. Shuni ta'kidlash mumkinki, ikki turli xil leksik semantik guruh o'zaro bir-biriga qarama-qarshi qo'yilishi mumkin. Masalan, tirik mavjudotlarni bildiruvchi leksik birliklar jonsiz narsalarni anglatuvchi birliklar bilan qarama-qarshi qo'yiladi. O'z navbatida tirik jonotlar guruhi ham o'zaro farqlanishi mumkin: qushlar nomlarini bildiruvchi leksik-semantik guruh va baliqlar turlarini ifodalovchi leksik-semantik guruh. Bundan tashqari, insoniy his-tuyg'ularni bildiruvchi leksik birliklar o'z o'rnida ijobiy va salbiy insoniy his-tuyg'ularni ifodalovchi leksik semantik guruhga bo'linadi va o'zaro qarama-qarshi qo'yilib o'rganiladi. Shunday qilib, komponent tahlilning asosiy xususiyatlari quyidagicha:

a) komponent tahlil asosan leksik sath birliklarini tahlil qilish uchun qo'llaniladi;

b) so'zlar umumiy semantik xususiyatlari asosida ma'lum leksik semantik guruhga birlashtiriladi va bunday so'zlar o'zaro paradigmatic munosabatda bo'ladi;

d) ma'lum leksik semantik guruhdagi so'zlar ham (umumiy semantik belgisiga ega bo'lsa-da) o'z navbatida bir-biriga qarshi qo'yilib, semantik ma'no qirralari, nozikliklari aniqlanishi mumkin bo'ladi.

Ot leksemalarini komponent tahlil qilishda so'zlarni ma'nosi va semantikasini ko'rib chiqamiz.

Mazkur maqolada lozimanda so'zining bosqichma-bosqich komponent tahlilining borishi va natijalari tasvirlangan, uning maqsadi so'z tomonidan verbalizatsiya qilingan konsept mazmuni va dinamikasini aniqlashdir. Birinchi bosqichda lozimanda so'zining semantik tuzilmasi aniqlanadi; ikkinchi bosqichda uning tegishli LSGdagi semantik bog'liqliklari va munosabatlari belgilanadi; uchinchi, yakuniy bosqichda lozimanda konseptning kategorial belgilari aniqlanadi. Konseptning mazmunini aniqlash maqsadida o'tkaziladigan komponentli tahlil faqat lug'at ta'rifi gagina emas, balki tildagi leksik tizimda kategorial turdagi birlashmalarni hosil qiladigan tahlil qilinayotgan birliklarning paradigmatic bog'liqliklariga ham tayanishi kerak:

1) grammatik bir xillik (LSGga kiruvchi leksik birliklar bitta grammatik kategoriyaga gap qismiga tegishlidir);

2) semantik bir xillik (invariant sema mavjudligi);

3) paradigmatic munosabatlar turining bir xilligi (ma'lum shartlarda o'zaro almashtirish qobiliyati).

LSGning bu talqinida til kategoriyalarining shakllanishining iyerarxik prinsipi aks etgan. N.N. Boldirevning ishlarida shakllantirilgan boshqa, prototipik yondashuv shundan iborat: til kategoriyalarining shakllanishining yetakchi prinsipi nisbiy o'xshashlik prinsipi bo'lib, unda leksik birliklar prototipik xususiyatlarga ega bo'lish darajasiga ko'ra farqlanib, nisbiy o'xshashlik asosida bitta guruhning a'zolari sifatida birlashtiriladi. Aynan shu yondashuv lozimanda so'zining ma'no dinamikasini aniqlash metodikasining asosiga qo'yilgan [8].

Lozimanda fors-tojik tilida lozimona[9] so'zi o'zbek tiliga o'zlashgan, N.N. Boldirevning metodga asosan komponentlarni birlashtirib tahlil qilib ko'ramiz:

1. Semantik yadro (asos va qo'shimcha morfemalar):

a) lozim – zarur, kerak, darkor, majbur;

b) -anda + -da qo'shimchasi (vaqt, joy, holatni bildiruvchi qo'shimcha).

2. Komponentlar: lozim + anda (ona)

a) lozim – zarurlik, majburlik;

b) -anda – joy, vaqt, holat.[10]

Компонентlarni birlashtirish.

Lozimanda soʻzi lozim va -anda (-ona) komponentlarining qoʻshilishidan hosil boʻlgan boʻlib ayollar yigʻilib marosim qiladigan joy maʼnosini bildiradi.

Dugona (egizak, ikkita) oʻzbek tilida dugona [11] fors-tojik tilidan oʻzlashgan leksema boʻlib oʻrtoq, doʻst (xotin qizlar haqida) maʼnosini anglatadi: Davru davroningizda biz ham toʻyib handalak yeylik, dugonajon! (O.Yoqubov, Er boshiga ish tushsa). Yuqorida berilgan dugona leksemasi uchta tilda farqlanuvchi boʻlib kelayotganligini koʻrish mumkin. Masalan tojik tilida egizaklarga nisbatan dugona leksemasi ishlatiladi va ularning jinsi farq qilmaydi. Lekin oʻzbek tilidagi maʼnosiga eʼtibor qaratadigan boʻlsak faqat xotin-qizlarga nisbatan yaʼni jinsda farq qilishini koʻrish mumkin.

Fonetik, morfologik va sintaktik tahlillar tilning shakl va mazmun jihatdan toʻla qamrab olinishiga, til birliklarining funksiyasini toʻgʻri tushunishga yordam beradi. Ilmiy tadqiqotlarda ushbu tahlillar mukammal til tavsifini berish, taʼlim, tarjima, adabiyotshunoslik va boshqa sohalarda qoʻllanma vazifasini oʻtashi mumkin. Shuningdek, komponent tahlil ham ana shu tahlillarga asoslanadi.

Komponent tahlil til birligining (nominativ-kommunikativ yoki tuzilmaviy) qismlarini tahlil birligi sifatida oluvchi usul boʻlib, uning metodikasi Qozon va Moskva lingvistika maktablari tomonidan ishlab chiqilgan. Komponent tahlilida soʻzning morfem-morfologik tarkibi, gapning mantiqiy-grammatik va maʼno jihatdan boʻlingan qismlari, soʻzlarni leksik-semantik strukturasi aniqlanadi.

Ot leksemalarini komponent tahlil qilishda soʻz maʼnosining eng kichik tarkibiy qismlari va ular hosil qiladigan bogʻlanishlarni oʻrganishda fonetik, morfologik, sintaktik tahlil usullari muhim oʻrin tutadi. Ular soʻzning semantik strukturasi aniqlash, fonetik strukturadagi oʻzgarishlarni ochib berish, sintagmatik qurilishini koʻrsatish imkonini beradi.

Xulosa. Til taraqqiyotida leksemaning semantik tuzilishi maʼlum oʻzgarishlarga uchraydi. Oʻzgarish natijasida yangi maʼno paydo boʻladi, aksinsa, mavjud maʼno vaqt oʻtishi bilan yoʻqoladi. Natijada maʼnolar oʻrtasidagi nisbat oʻzgaradi: bir qator soʻzlarning bosh maʼnosi koʻchma maʼno tomonidan siqib chiqariladi. Oʻzlashma soʻzlarda esa butunlay yangi, hatto teskari maʼno yuzaga keladi. Koʻp maʼnoli soʻzlarning barcha maʼnolari kontekst bilan shartlanadi, lekin bu bunday shartlanish ular uchun bir xil darajada muhim ekanligini anglatmaydi. Soʻzlarni bosh va ikkinchi koʻchma maʼnoga boʻlish, bu maʼnolarning semantik tizimdagi tengsiz mavqeini toʻgʻri aks ettiradi. Bosh maʼno – asosiy maʼno boʻlib, u kontekst bilan belgilanmaydi. Koʻchgan maʼno asosiy maʼnoning semantik strukturasi kontekst elementlarini ham qoʻshadi. Soʻzning asosiy maʼnosi boshqa barcha maʼnolarga oʻzining maʼlum bir semasi bilan asos boʻladi. Soʻzning semantik strukturasi komponent tahlil qilish natijasida uning asosiy semalar toʻplami aniqlandi. Semalar bir-biridan hosil boʻlganligi sababli bir nechta ierarxik darajalardan iborat tuzilmani tashkil qilishi ochib berildi.

Maʼlumki turli tizimli tillarning leksik strukturasi bir-biridan farq qiladi. Bu esa oʻzlashma soʻzlarning semantik strukturasi koʻzga tashlanadi. Denotatlarni belgilashda umumiylik koʻzga tashlandi, ammo signifikatda turli farqlar kuzatiladi.

Til taraqqiyotida leksemaning semantik tuzilishi maʼlum oʻzgarishlarga uchraydi. Oʻzgarish natijasida yangi maʼno paydo boʻladi, aksinsa, mavjud maʼno vaqt oʻtishi bilan yoʻqoladi. Natijada maʼnolar oʻrtasidagi nisbat oʻzgaradi: bir qator soʻzlarning bosh maʼnosi koʻchma maʼno tomonidan siqib chiqariladi. Oʻzlashma soʻzlarda esa butunlay yangi, hatto teskari maʼno yuzaga keladi.

Koʻp maʼnoli soʻzlarning barcha maʼnolari kontekst bilan shartlanadi, lekin bu bunday shartlanish ular uchun bir xil darajada muhim ekanligini anglatmaydi. Soʻzlarni bosh va ikkinchi koʻchma maʼnoga boʻlish, bu maʼnolarning semantik tizimdagi tengsiz mavqeini toʻgʻri aks ettiradi. Bosh maʼno – asosiy maʼno boʻlib, u kontekst bilan belgilanmaydi. Koʻchgan maʼno asosiy maʼnoning semantik strukturasi kontekst elementlarini ham qoʻshadi. Soʻzning asosiy maʼnosi boshqa barcha maʼnolarga oʻzining maʼlum bir semasi bilan asos boʻladi.

ADABIYOTLAR:

1. Русча-ўзбекча лугат, икки томли, I том. – Тошкент: Ўзбек Сов. Энциклопедияси Бош редакцияси, 1983. b-31.
2. Ахманова О.С. Словарь лингвистических терминов, Изд. 2-ое, стереотип, – М.: Сов. Энциклопедия, 1969. b-352.
3. Философский энциклопедический словарь/Гл. Редакция: Л.Ф.Ильичева, П.Н.Федосеев, С.М.Ковалев, В.Г.Панов – М.: Сов. Энциклопедия, 1983. b-23.
4. Жеребило Т.В. Термины и понятия: Методы исследования и анализа текста: Словарь-справочник. – Назрань: Пилигрим, 2011. b-341.
5. Mengliyev. B. Hozirgi oʻzbek tili.tafakkur boʻstoni – Toshkent, 2018. b-82.

6. Mirtojiyev. M. *O'zbek tili fonetikasi*. – Toshkent: Fan, 2013.
7. Karimov S. *Tilshunoslik nazariyasi*. – Samarqand, 2012. b-12.
8. Кудратов Т. *Лингвистик таҳлил*. – Тошкент: Уқитувчи, 1981. b-241.
9. Исомиддинов Ф., Дусматов Х., Жума Жалол. *Ўзбек тилининг форс-тожикча ўзлашмалар лугати*. – Фарғона, 2022. – 152 б.
10. *O'zbek tilining etimologik lug'ati (I-jild)*, Toshkent -2000.b-421
11. *Фарҳанги забони тоҷикӣ (X – XX вв.)*. Ҷ.I. – М.: Сов. Энциклопедия, 1969. с-396.

“SAHIHUL BUXORIY” ASARIDAGI DINIY TERMINLARNING SEMANTIK TAHLILI

Quvondiqova Mahbuba Zokir qizi,

Alisher Navoiy nomidagi Toshkent davlat o‘zbek tili va adabiyoti universiteti mustaqil izlanuvchisi

Ilmiy rahbar: fil. fanlari doktori, dots. Z.Q.Teshaboyeva

quvondikovamaxbuba@mail.com

ORCID: 0009-0006-4921-7683

Annotatsiya. Ushbu maqolada semantika, semantik tahlil va uning mazmun-mohiyati haqida ma’lumot beriladi. Semantik xususiyatni aniqlashda diniy atamalarga murojaat qilingan. Xususan, Imom al-Buxoriyning “Sahihul Buxoriy”, Muhammad Muhiddin ibn Ahmadning “Sahih Al-Bukhari” hamda Muhammad Muhsin Xonning “The translation of the meanings of Sahih Al-Bukhari. Arabic-English” asarlarida uchraydigan diniy terminlar semantik tahlilga tortilgan. Tahlil jarayonida diniy atamalar tarjimai turli lug’atlar vositasida keltirilgan hamda zarur o‘rinlarda muqobil tarjima variantlari taklif qilingan.

Kalit so‘zlar: semantika, diniy termin, vahiy, rasul, nabi, Rob, hadis, kofir, namoz, ummat.

SEMANTIC ANALYSIS OF RELIGIOUS TERMS IN “SAHIHUL BUKHARI”

Abstract. This article provides information about semantics, semantic analysis and its essence. In determining the semantic feature, religious terms were referred to. In particular, religious terms found in the works of Imam al-Bukhari “Sahihul Bukhari”, Muhammad Muhiddin ibn Ahmad “Sahih Al-Bukhari” and Muhammad Muhsin Khan “The translation of the meanings of Sahih Al-Bukhari. Arabic-English” were subjected to semantic analysis. During the analysis, translations of religious terms were provided using various dictionaries, and alternative translation options were offered where necessary.

Key words: semantics, religious term, revelation, messenger, prophet, Lord, hadith, infidel, prayer, ummah (community).

СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛИГИОЗНЫХ ТЕРМИНОВ В “САХИХУЛ БУХАРИ”

Аннотация. В данной статье представлена информация о семантике, семантическом анализе и его содержании. При определении семантического признака были привлечены религиозные термины. В частности, семантическому анализу были подвергнуты религиозные термины, встречающиеся в трудах имама аль-Бухари “Сахихуль Бухари”, Мухаммада Мухиддина ибн Ахмада “Сахих аль-Бухари» и Мухаммада Мухсина Хана “Перевод смыслов Сахих аль-Бухари. Арабско-английский”. В ходе анализа были предоставлены переводы религиозных терминов с использованием различных словарей, а при необходимости были предложены альтернативные варианты перевода.

Ключевые слова: семантика, религиозный термин, откровение, посланник, пророк, Господь, хадис, кафир, намаз, умма.

Kirish. Semantika (yun. Semantikos – bildiruvchi, ifodalovchi) – 1) til yoki uning biron bir birligi (so‘z, so‘zning grammatik shakli, frazeologizm, so‘z birikmasi) orqali ifodalanadigan butun mazmun, ma’no, axborot; 2) turli til birliklarining ma’noviy tomonini o‘rganuvchi tilshunoslik bo‘limi; semasiologiya. Ayrim lug‘aviy unsurlar tushunchalarni bildiradi, bu tushunchalarni esa faqat to‘liq gaplar va ularning qo‘shilmalari ifodalashi mumkin. Binobarin, semantikaning o‘rganish obyekti ham asosan, to‘liq, mustaqil ma’noli so‘zlar va gaplarning ma’nolar tizimidir. Semantika fan sifatida XIX asrning ikkinchi yarmidan rivojlana boshlagan va hozirgacha bir-biridan sifat jihatidan farqlanuvchi bir necha bosqichni o‘tagan [8].

Semantika lingvistik ma’noni o‘rganadi. Ma’no nima ekanligini, so‘zlarning qanday ma’no olishini, murakkab iboraning ma’nosi uning qismlariga qanday bog‘liqligini tekshiradi. Ushbu jarayonning bir qismi sezgi va mos yozuvlar o‘rtasidagi farqni o‘z ichiga oladi. Sezgi ifoda bilan bog‘liq bo‘lgan g‘oyalar va tushunchalar bilan beriladi, havola esa ifoda ishora qiladigan obyektidir. Leksik semantika – so‘z ma’nosini o‘rganadigan semantika bo‘limi. U so‘zlarning bir yoki bir nechta ma’noga ega ekanligini va ular bir-biri bilan qanday leksik aloqada turishini tekshiradi.

Semantik tahlil – bu har qanday matn kontekstini tushunishga va jumlada tasvirlanishi mumkin bo‘lgan his-tuyg‘ularni tushunishga yordam beradigan NLP (kompyuterlar tabiiy tilni tushunishi uchun sun‘iy intellekt orqali odamlar tomonidan matn nutqini manipulyatsiya qilish jarayoni) va Machine Learning (mashina orqali o‘rganish)ning kichik sohasidir. Bu kompyuterlardan inson darajasidagi aniqlikka erishish uchun muhim ma‘lumotlarni olishda yordam beradi. Ya‘ni biror bir shaxs qaysidir badiiy asarni o‘qigach, shu asar haqida umumiy fikrlarga kelsa, kompyuter ham o‘sha asar matni bilan tanishgach, xuddi uni o‘qigan inson kabi umumiy fikrlarga kelishi nazarda tutilmoqda. Semantik tahlil mashina tarjimalari, chatbotlar, qidiruv tizimlari va matn tahlili kabi vositalarda qo‘llaniladi. Leksik tahlil semantik tahlilning muhim qismidir. Leksik semantika har qanday so‘zning ma‘nosini o‘rganadi. Semantik tahlilda so‘z birikmalar orasidagi munosabat aniqlanadi. Ba‘zi munosabatlar giponimlar, sinonimlar, antonimlar, omonimlar va boshqalar [9; 190].

Metodlar. Ushbu tadqiqot ishimizda asosan empirik-nazariy va nazariy tadqiqot metodlaridan foydalandik. Empirik-nazariy metodning tahlil va deduksiya usullaridan foydalangan holda tadqiqot obyektini tarkibiy qismlarga ajratib o‘rgandik hamda xususiy xulosalarga keldik. Nazariy metodning esa aksiomatik usulidan foydalanildi. Bunda deduksiyadan foydalangan holda mantiqiy isbotlar yordamida nazariya yaratildi.

Natijalar. Maqolamizning ushbu qismida bir qancha diniy terminlarni tahlilga tortamiz hamda ularni semantik jihatdan ko‘rib chiqamiz. “Sahihul Buxoriy” asaridagi 1-bo‘limda **الْوَحْي** so‘zi kelgan bo‘lib o‘zbek tiliga **“vahiyy”** deb tarjima qilingan. Muhammad Muhiddin ibn Ahmad tarjimalarida bu termin **“Revelation”**, **“Divine Inspiration”** va **“Inspiration”** so‘zlari bilan berilgan bo‘lsa, Muhammad Muhsin Xon **“Revelation”** hamda **“Divine Revelation”** so‘zlari bilan ifodalagan. Bizning fikrimizcha ushbu terminni **“Wahy”** yoki **“Al-wahy”** tarzida ham berish mumkin. Manbalarga murojaat qiladigan bo‘lsak, bir qator izohli lug‘atlarda ushbu terminga duch kelamiz. Xususan, onlayn lug‘atlardan biri bo‘lgan *“Wiktionary. The free dictionary”*da **“Wahy”** so‘ziga quyidagicha ta‘rif berilgan:

Noun **wahy** (uncountable)

- (Islam) The inspirational revelation of the Qur'an to Muhammad. (2013, Ian Richard Netton, *Encyclopaedia of Islam*, page 292) [10]

Wikipedia ensiklopediyasida:

“Wahyu (Arabic: وَحْي, IPA: [waħj]; pl.: وَحْيِي *wuħiyy*, IPA: [wuħij:]; also spelled **wahi**) is the Arabic word for revelation. In Islamic belief, revelations are God’s word delivered by his chosen individuals – known as messenger prophets – to mankind” tarzida berilgan [3].

Asarning ushbu bo‘limida **رسول الله** (Rasululloh) va **نبي** (Nabiy) so‘zlari ham kelgan bo‘lib, Muhsin Xon ularni mos ravishda “Messenger” va “Prophet” terminlari bilan bergan. Bu so‘zlarni “Rasul/Rasululloh” va “Nabi/An-Nabi” atamallari bilan ham berish mumkin. *“Wiktionary. The free dictionary”*da bu ikkala terminga quyidagicha izoh berilgan:

Rasul Etymology Borrowed from Arabic رَسُول (*rasūl*, “messenger”) Noun

rasul (plural rasuls or rusul)

1. (Islam) A prophet or messenger in Islam; Muhammad, as a special messenger of God.

Nabi Etymology From Arabic نَبِيّ (*nabiyy*, “prophet”) Noun **nabi** (plural nabis)

1. (Islam) A prophet of Islam.

Mana shu o‘rinda “Rasul” so‘zining tarjimasini berishda biroz bahsli masala yuzaga keladi. Ibn Ahmad “Rasul” so‘zini 2-hadisda “Messenger” deb tarjima qilgan bo‘lsa, 16-hadisda “Apostle” deb bergan.

2-hadis: Mo‘minlarning onasi Oisha roziyallohu anhodan rivoyat qilinadi: “Horis ibn Hishom roziyallohu anhu Rasululloh sollallohu alayhi vasallamdan: “Ey Allohning **Rasuli**, sizga vahiyy qanday keladi?” deb so‘radi...” [5; 117].

Ibn Ahmad tarjimasi: Narrated ‘Aisha (RA): (the mother of the faithful believers) Al-Harith bin Hisham asked Allah’s Messenger (ﷺ) “O Allah’s **Messenger** (ﷺ)! How is the Divine Inspiration revealed to you?”... [1]

16-hadis: Anas roziyallohu anhudan rivoyat qilinadi: “Nabiy sollallohu alayhi vasallam: “Uch narsa borki, ular kimda bo‘lsa, u iymon halovatini topibdi: Alloh va Uning **Rasuli** unga boshqa hamma narsadan sevimli bo‘lishi; ...”

Ibn Ahmad tarjimasi: Narrated Anas (RA): The Prophet (ﷺ) said, “Whoever possess the following three qualities will have the sweetness (delight) of faith:

1) The one to whom Allah and His **Apostle** becomes dearer than anything else...”

“Apostle” so‘zi asosan “havoriy” ma‘nosini berib, Iso alayhissalomning yonida yurgan shogirdlariga nisbatan ishlatiladi. Izoh.uz saytida bu so‘zning ma‘nosi quyidagicha berilgan:

Apostol (ot)

1. Havoriy (Isoning afsonaviy o‘n ikki shogirdidan biri).

2. Ko‘chma. Qizg‘in targ‘ibotchi, tarafdor, muxlis.

3. Havoriylarning qilgan ishlari haqidagi diniy kitob [11].

2023-yilda nashr qilingan “O‘zbek tilining izohli lug‘ati”da “Apostol” so‘zi berilmagan, “Havoriy” so‘ziga esa quyidagicha ta’rif berilgan:

HAVORIY [a. حَوَارِي – *izdosh, shogird; Iso payg‘ambar izdoshi*] *din*. Iso payg‘ambarning izdoshlari [6; 349].

Bundan xulosa qilishimiz mumkinki, “Rasul” terminini ingliz tiliga tarjima qilishda “Apostle” so‘zi o‘rniga “Messenger” yoki “Ar-Rasul/Rasul” so‘zlaridan foydalanilsa maqsadga muvofiq bo‘lar edi.

Navbatdagi termin 1-bo‘lim 3-bob 3-hadisda kelgan رَبِّ (**Robb**) so‘zi.

3. Mo‘minlarning onasi Oisha roziyallohu anhodan rivoyat qilinadi: “... So‘ng meni uchinchi marta tutdi va qisdi. Keyin qo‘yib yuborib: “Yaratgan **Robbing** nomi bilan o‘qi...”

Bu so‘z ikkala tarjimon tomonidan ham ingliz tiliga “Lord” deb tarjima qilingan.

Ibn Ahmad tarjimasi: 3. Narrated ‘Aisha (RA): “...Thereupon he caught me for the third time and pressed me, and then released me and said, ‘Read in the name of your **Lord**...’

Muhsin Xon tarjimasi: 3. Narrated ‘Aishah رضي الله عنها, the Mother of the faithful believers: “...Thereupon he caught me for the third time and pressed me, and then released me and said, ‘Read in the Name of your **Lord**...’ [2].

Oxford Languages onlayn lug‘atida “lord” so‘zining izohi quyidagicha berilgan: “*noun* a man of noble rank or high office; a nobleman” [12] ya’ni “oliy martabali yoki yuqori lavozimli odam; zodagon”. Ko‘rinib turganidek, “Lord” so‘zi arab tilidan tarjima qilingandagi aynan Allohga ishora qiluvchi “Rob” ma’nosini bermaydi. Shu sabab bu so‘zni “**Ar-Rabb**” terminini bilan berish maqsadga muvofiq bo‘lar edi.

Wiktionary, the free dictionary lug‘atida “Ar-Rabb” terminini quyidagicha berilgan:

Etymology

Definite form of رَبِّ (*rabb*, “lord, master”), from the root ر ب ب (r b b); compare Hebrew רַב (*rav*, “master”) (source of English *rabbi*).

Proper noun الرَّبِّ • (ar-rabb) *m*

1. the Lord, God

Wikipedia ochiq ensiklopediyasida ham Rabb so‘ziga duch kelamiz:

“**Rabb** (Arabic: رب, lit. 'lord') is an Arabic word to refer to God as Lord [4].

God in Islam is referred to by many qualities and attributes. In the first Surah, Al-Fatihah of the Quran, introduces this Title "Rabb" in the first Verse, "All Praise and Gratitude is due to God, **Rabb** of all the worlds and Universe", thus stating clearly that God takes care, nourishes, fosters through every stage of existence, in which everything between that exists”.

Bu yerda Qur‘oni Karimdagi birinchi sura – Fotiha surasi tarkibida kelgan “Rob” so‘zi الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ (Alhamdu lillahi **robbil** -‘aalamiyn) ingliz tilida “Rabb” deb berilganini ko‘ramiz:

“All Praise and Gratitude is due to God, **Rabb** of all the worlds and Universe” ya’ni “Hamd olamlarning Rabbi – Allohgakim...” [7; 1].

Demak, ingliz tilida ham “Rabb” terminini mavjud bo‘lib, tarjimada bu so‘zdan foydalanish mumkin.

1-bo‘lim 4-bob 7-hadisda كَافِر (**Kofir**) atamasi kelgan bo‘lib, Ibn Ahmad asarida ushbu hadis tarjimasi keltirilmagan. Muhsin Xon esa bu so‘zni “**infidel**” deb tarjima qilgan.

7. Abdulloh ibn Abbos roziyallohu anhumo xabar qiladi: “... Rasululloh sollallohu alayhi vasallamning Abu Sufyon va Quraysh **kofirlari** bilan sulh tuzgan paytlari edi...”

7. Narrated Ibn ‘Abbas رضي الله عنهم: “... at the time when Allah’s Messenger ﷺ had truce with Abu Sufyan and Quraish **infidels**...”

Bu so‘zni ingliz tilida “**kafir**” terminini bilan ham berish mumkin. Collins Dictionary lug‘atida bu so‘zning izohi quyidagicha:

Kafir in British English

Noun Word forms: plural -irs or -ir

1. another name for the Nuri

2. offensive a variant spelling of Kaffir

Kafir in American English

1. a former name for Nuristani

2. Islam an infidel or unbeliever

3. South African taboo Kaffir

4. taboo Also: kaffir. Also called: kafir corn [13].

Ma’no yanada tushunarliroq bo‘lishi uchun qavs ichida qo‘shimcha so‘z berish mumkin ya’ni “**kafir** (*infidel, unbeliever*)” tarzida.

1-bo‘lim 4-bob 7-hadisda الصَّلَاة (**Namoz**) atamasi kelgan.

7. Abdulloh ibn Abbos roziyallohu anhumo xabar qiladi: "...Bizni **namozga**, rostgo'ylikka, iffatga va silai rahmga buyuradi..."

Muhsin Xon tarjimada "**pray**" so'zini ishlatgan.

7. Narrated Ibn 'Abbas رضي الله عنهم: "... He orders us to **pray**, to speak the truth, to be chaste and to keep good relations with our kith and kin..."

Biroq xuddi shu so'zni 46-hadisda "*As-Salat (prayers) (Iqamat-as-Solat)*" deb bergan).

46. Narrated Talha bin 'Ubaidullah رضي الله عنهم: "... Allah's Messenger ﷺ said, "You have to perform five **Salat (prayers) (Iqamat-as-Salat)** in a day and night (24 hours)..."

7-hadis tarjimasida berilgan "pray" so'zi aynan islom dinidagi namoz ma'nosini ifodalay olmagani sababli ham bu so'zni 46-hadisdagi kabi "As-Salat" yoki "As-Salah" kabi terminlar bilan berish to'g'riroq bo'ladi.

Vocabulary.com onlayn lug'atida "Salah" so'zi quyidagicha izohlangan:

Definitions of salah noun the second pillar of Islam is prayer; a prescribed liturgy performed five times a day (preferably in a mosque) and oriented toward Mecca

synonyms:salaah, salaah, salat [14]. Bu ma'lumotlardan ko'rinadiki, ingliz tilida "salat", "salah" kabi terminlar mavjud bo'lib, tarjima jarayonida ulardan foydalanish mumkin.

Munozara. Tadqiqot davomida bir qator muammolarga duch keldik. Jumladan, lug'atlar bilan ishlashda. Sababi biz izlayotgan termin bir lug'atda mavjud bo'lsa, boshqasida keltirilmagan yoki ma'nolari to'liq berilmagan. Bunday holatda bir emas bir nechta izohli lug'atlardan foydalanish zarurati paydo bo'ldi. Yuqoridagi bo'limda diniy terminlar tahlili keltirildi, kerakli o'rinlarda muallif tomonidan taklif qilinayotgan tarjima berildi. Bundan ko'zlangan maqsad tarjimada yanada aniqlik va tushunarlilikda erishishdir. Biz yuqorida bor yo'g'i bir nechta hadislar tarkibida kelgan o'nga yaqin terminlar (vahiy, Rasul, nabi, Rob, kofir, namoz, ummat, mo'min, ato kabilar)ni tahlil qildik. Biroq asarda turli tomondan o'rganilishi va tahlil qilinishi zarur bo'lgan atamalar talaygina.

Xulosa o'rinda aytishimiz mumkinki, Imom al-Buxoriyning "Sahihul Buxoriy" asari diniy terminlarga boy nihoyatda nodir manba hisoblanadi. Biz navbatdagi ilmiy ishlarimizda bu mavzuga yanada kengroq to'xtalishni oldimizga maqsad qilib qo'ydik. Bu terminlarni o'rganish mutaxassislar uchun ham, boshqa soha vakillari uchun ham asar mazmunini yanada yaxshiroq anglashga yordam beradi.

ADABIYOTLAR:

1. Muhammad Mohee Uddin Ibn Ahmad. *Sahih Al-Bukhari*. – USA. June 2020. – P 1
2. Muhammad Muhsin Khan. *The translation of the meanings of Sahih Al-Bukhari. Arabic-English*. – Riyadh-Saudi Arabia.: DARUSSALAM, July 1997. – P 47.
3. Juan E. Campo, ed. (2009). "*Wahy*". *Encyclopedia of Islam. Facts On File*. p. 589. ISBN 978-0-8160-5454-1.
4. Yuskaev, Timur R. (18 October 2017). *Speaking Qur'an: An American Scripture*. Univ of South Carolina Press. ISBN 978-1-61117-795-4. Indeed, "Lord" is a direct translation of the Arabic word Rabb.
5. Oltin silsila: Sahihul Buxoriy, 1-juz – Toshkent: "Hilol nashr", 2023. – B 117.
6. O'zbek tilining izohli lug'ati: 80 000 dan ortiq so'z va so'z birikmasi. J. I. A–D / A. Madvaliyev, D. Xudayberganova. – T.: G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2023. – B 349.
7. Shayx Abdulaziz Mansur. *Qur'oni Karim ma'nolarining tarjima va tafsiri*. – Toshkent: Sano-standart, 2021. – 1-bet.
8. O'zME. Birinchi jild. Toshkent, 2000-yil.
9. Allaberganova N.M. *Semantik tahlil. International scientific journal "Interpretation and researches" Volume 1 issue 10. Iyun, 2023. 190-bet.*

Internet saytlar:

10. <https://en.wiktionary.org/wiki/wahy>
11. <https://izoh.uz/word/apostol>
12. <https://languages.oup.com/google-dictionary-en/>
13. <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/kafir>
14. <https://www.vocabulary.com/dictionary/salah>
15. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/believer>

INGLIZ VA O'ZBEK TILLARIDA ZIYORATGOH NOMLARINING LEKSIKOGRAFIK
TAHLILI VA LUG'ATLARDAGI AKS ETISHI

Vaxidova Fatima Saidovna,

Buxoro davlat universiteti katta o'qituvchisi, f.f.f.d.

Sadullayeva Umida Shuxrat qizi,

Buxoro davlat universiteti 2-bosqich magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqola ingliz va o'zbek tillaridagi ziyoratgoh nomlarini leksikografik jihatdan tahlil qilib, ularning etimologik ildizlari, semantik qatlamlari va lug'atlardagi ta'riflarini qiyosiy ravishda o'rganadi. Jerusalem kabi ingliz tilidagi nomlar global va ko'p diniy mazmunda, Bahouddin Naqshband kabi o'zbek tilidagi nomlar esa mahalliy islomiy va sufiy an'analarga asoslanganligi ko'rsatiladi. Bundan tashqari, maqolada ziyoratgoh nomlarining til va madaniyatning o'zaro bog'liqligini ochib beriladi va ularning tarixiy, diniy va ijtimoiy ahamiyatlari misollar yordamida sanab o'tiladi.

Kalit so'zlar: leksikografik tahlil, toponimika, onomastika, etimologiya, semantika, Jerusalem, Bahouddin Naqshband, diniy muqaddaslik, majoziy ma'no, islomiy tasavvuf.

LEXICOGRAPHIC ANALYSIS OF SHRINE NAMES IN ENGLISH AND UZBEK AND
THEIR REPRESENTATION IN DICTIONARIES

Abstract. This article conducts a lexicographic analysis of shrine names in English and Uzbek, examining their etymological roots, semantic layers, and dictionary definitions in a comparative manner. It highlights that names in English, such as Jerusalem, carry global and multi-religious connotations, while names in Uzbek, such as Bahouddin Naqshband, are rooted in local Islamic and Sufi traditions. Additionally, the article explores the interplay between language and culture in shrine names, detailing their historical, religious, and social significance through examples.

Keywords: lexicographic analysis, toponymy, onomastics, etymology, semantics, Jerusalem, Bahouddin Naqshband, religious sanctity, metaphorical meaning, Islamic Sufism.

ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАЗВАНИЙ СВЯТЫНЬ НА АНГЛИЙСКОМ И
УЗБЕКСКОМ ЯЗЫКАХ И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В СЛОВАРЯХ

Аннотация. Данная статья посвящена лексикографическому анализу названий святынь на английском и узбекском языках, в которой сравнительно изучаются их этимологические корни, семантические слои и определения в словарях. Подчеркивается, что названия на английском языке, такие как Иерусалим, имеют глобальный и многоконфессиональный контекст, тогда как названия на узбекском языке, такие как Бахауддин Накибанд, основаны на местных исламских и суфийских традициях. Кроме того, в статье раскрывается взаимосвязь языка и культуры в названиях святынь, а также их историческое, религиозное и социальное значение с приведением примеров.

Ключевые слова: лексикографический анализ, топонимика, ономастика, этимология, семантика, Иерусалим, Бахауддин Накибанд, религиозная святость, метафорическое значение, исламский суфизм.

Ziyoratgoh nomlari tilshunoslikning toponimika va onomastika sohasida muhim o'rin egallaydi. Toponimika joy nomlarini o'rganuvchi fan sifatida geografik obyektlarning nomlanishi, ularning tarixiy va madaniy ildizlarini tahlil qiladi, onomastika esa umumiy nomlar, xususan, shaxs, joy va boshqa obyekt nomlarining kelib chiqishi va rivojlanishini o'rganadi [1]. Bu nomlar nafaqat geografik obyektlarni belgilabgina qolmay, balki xalqlarning tarixiy, madaniy va diniy merosini ham aks ettiradi. Masalan, toponimika orqali joy nomlari orqali migratsiyalar, diniy o'zgarishlar va madaniy ta'sirlarni o'rganish mumkin: qadimgi xalqlarning ko'chishi, diniy an'analarga almashinishi yoki boshqa tillardan so'z o'zlashtirilishi kabi jarayonlar toponimlarda iz qoldiradi. Masalan, O'zbekistondagi ko'plab toponimlar turkiy, forsiy yoki arabiy ildizlarga ega bo'lib, bu Markaziy Osiyodagi tarixiy va madaniy ta'sirlarni ko'rsatadi [2].

Leksikografik tahlil tilshunoslikning muhim uslubi bo'lib, nomlarning, xususan, toponimlar va ziyoratgoh nomlarining lug'atlardagi ta'rifini, ya'ni ularning rasmiy ma'nolarini, qo'llanilish kontekstlarini va sinonimik qatorlarini aniqlaydi. Shuningdek, bu tahlil nomlarning etimologiyasini, ya'ni ularning til ildizlari,

kelib chiqishi va shakllanish jarayonlarini, hamda semantik o'zgarishlarini, ya'ni vaqt o'tishi bilan ma'nolarining kengayishi, torayishi yoki butunlay o'zgarishini o'rganadi. Leksikografik tahlil nafaqat nomlarning lug'aviy ma'nosini, balki ularning madaniy, tarixiy va ijtimoiy kontekstlarini ochib beradi, chunki lug'atlar tilning vaqt ichidagi rivojlanishini aks ettiruvchi muhim manba hisoblanadi. Bu jarayon toponimika va onomastika sohalarida ayniqsa muhimdir, chunki joy nomlari xalqlarning dunyoqarashi, diniy e'tiqodlari va tarixiy tajribalarini saqlab qoladi.

Leksikografik tahlilning ahamiyati uning turli tillardagi nomlarni solishtirish imkonini berishida namoyon bo'ladi, chunki bu uslub orqali joy nomlarining til ildizlari, madaniy kontekstlari va semantik xususiyatlari qiyoslanadi, bu esa til va madaniyat o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni ochib beradi [3]. Leksikografik tahlil nafaqat nomlarning lug'atlardagi ta'riflarini, balki ularning etimologiyasini, ya'ni qaysi tildan kelib chiqqanini va qanday shakllanganini, shuningdek, semantik o'zgarishlarini, ya'ni ma'nolarining vaqt o'tishi bilan qanday rivojlanganini tahlil qiladi. Bu jarayon toponimika va onomastika sohalarida muhim bo'lib, turli tillardagi ziyoratgoh nomlarining diniy, tarixiy va ijtimoiy ahamiyatini solishtirish orqali xalqlarning madaniy identitetini va til rivojlanishini yoritadi [4]. Masalan, ingliz va o'zbek tillaridagi ziyoratgoh nomlari o'zlarining etimologik ildizlari va semantik qatlamlari orqali har bir tilning madaniy va diniy xususiyatlarini aks ettiradi, bu esa leksikografik tahlilning qiyosiy imkoniyatlarini ko'rsatadi [5].

Ingliz tilidagi Canterbury toponimi lotincha "Cantuaria" so'zidan kelib chiqqan bo'lib, bu "Kent shahri" yoki "Kent aholisining shahri" ma'nosini anglatadi. "Cantuaria" qadimgi lotin tilida "Canti" (Kent mintaqasi aholisining nomidan) va "-aria" (joy yoki shahar ma'nosini bildiruvchi qo'shimcha) so'zlarining birikmasidan shakllangan. Bu toponim Angliyaning Kent grafligidagi shaharni bildiradi va ziyoratgoh sifatida ayniqsa Tomas Bekketning 1170-yilda Canterbury soborida o'ldirilishi bilan mashhur bo'ldi [6]. Tomas Bekket, Canterbury arxiyepiskopi sifatida, Angliya cherkovi va qirol hokimiyati o'rtasidagi ziddiyatda shahid sifatida tanildi, bu esa shaharni xristian ziyoratchilari uchun muhim ziyoratgohga aylantirdi. Ingliz lug'atlari, masalan, Oxford Learner's Dictionary, Canterburyni "site of the murder of Thomas Becket, a major pilgrimage center" deb ta'riflaydi, bu uning diniy va tarixiy ahamiyatini ta'kidlaydi. Semantik jihatdan, Canterbury nafaqat geografik nom, balki xristianlikdagi shahidlik va ziyorat an'anasining ramzi sifatida ishlatiladi, masalan, Geoffrey Chaucerning *Canterbury Tales* asarida ziyoratchilarning Canterburyga sayohati tasvirlanadi.

O'zbek tilida *Hazrati Imam* toponimi arabcha "Hazrat" (muqaddas, hurmatli shaxs) va "Imam" (diniy yetakchi yoki ibodat rahbari) so'zlaridan tashkil topgan bo'lib, Toshkentdagi masjid va maqbara kompleksining diniy ahamiyatini aks ettiradi [7]. Bu nom, xususan, Imom al-Buxoriy kabi islom olimlari yoki muqaddas shaxslar bilan bog'liq bo'lib, Toshkentdagi Hazrati Imam majmuasi O'zbekistonda islomiy ziyoratning muhim markazlaridan biridir. O'zbek tilining izohli lug'atida *Hazrati Imam* "Toshkentdagi masjid va maqbara kompleksi, ziyorat joyi" sifatida ta'riflanadi, bu uning diniy muqaddaslik va tarixiy ahamiyatini ko'rsatadi [8]. Etimologik jihatdan, "Hazrat" so'zi arab tilidan olingan bo'lib, islom madaniyatida hurmatli shaxslarga nisbatan ishlatiladi, "Imam" esa diniy rahbar yoki ilmiy shaxsni bildiradi. Bu toponim o'zbek tilida fors va arab tillarining ta'sirini ko'rsatadi, chunki O'zbekistondagi ko'plab ziyoratgoh nomlari islomiy va sufiy an'analarga asoslanadi. Semantik jihatdan, *Hazrati Imam* diniy hurmat, ilmiy meros va mahalliy ziyorat an'analarni ifodalaydi, bu esa uning madaniy va diniy kontekstidagi markaziy o'rnini ta'kidlaydi.

Ikkala nomning lug'atlardagi ta'riflari ularning diniy va madaniy kontekstini ochib beradi. Ingliz tilida *Canterbury* "pilgrimage site" sifatida ta'riflanadi, bu uning xristian ziyoratgohi sifatidagi rolini ko'rsatadi, lekin nom ba'zan figurativ ma'noda, masalan, adabiy yoki tarixiy kontekstda (Chaucerning asari kabi) ishlatiladi. O'zbek tilida *Hazrati Imam* "ziyoratgoh" sifatida ta'riflanadi va asosan, diniy muqaddaslikka urg'u beriladi, chunki nom islomiy an'analarga va mahalliy sufiy meros bilan chambarchas bog'liq. Ingliz tilidagi ziyoratgoh nomlari ko'proq figurativ ma'nolarga ega bo'lib, masalan, *Mecca* "turizm markazi" sifatida ishlatilishi mumkin, o'zbek tilida esa nomlar odatda diniy va ramziy ma'nolarga e'tibor qaratadi. Bu farqlar tilning madaniy va ijtimoiy kontekstlaridagi farqlarni ko'rsatadi: ingliz tilida global va ko'p diniy kontekst ustunlik qilsa, o'zbek tilida mahalliy islomiy va sufiy an'analarga markaziy o'rin tutadi.

Ingliz tilida ziyoratgoh nomlari ko'pincha xristianlik va islomiy kontekstda ishlatiladi. Masalan, *Mecca* islomiy *Hajj* markazi bo'lib, musulmonlar uchun eng muqaddas shahar sifatida tanilgan bo'lib, har yili millionlab ziyoratchilarni jalb qiladi va islom dinidagi besh ruknning biri hisoblanadi. *Jerusalem* esa yahudiylar, xristianlar va musulmonlar uchun umumiy muqaddas joy sifatida tanilgan bo'lib, yahudiylarda Muqaddas Ma'bad, xristianlikda Iso Masihning hayoti va musulmonlikda Al-Aqso masjidi bilan bog'liq [9].

O'zbek tilida esa ziyoratgoh nomlari asosan islomiy va sufiy an'analarga bilan bog'liqdir. Masalan, Buxoro "7000 pirlar shahri" deb ataladi, chunki unda ko'plab sufiy shayxlarning maqbaralari joylashgan bo'lib, u nafaqat diniy, balki madaniy va tarixiy markaz sifatida ham muhimdir [10]. *Shahi Zinda* – Samarkanddagi 11–15-asrlar nekropoli bo'lib, "Tirik shoh" ma'nosini anglatadi va Qusam ibn Abbos maqbaraasi bilan bog'liq bo'lib, sufiy an'analarda muqaddaslik ramzi sifatida e'tirof etiladi [11]. Bu farqlar til

va madaniyat o'rtasidagi chuqur bog'lanishni ko'rsatadi: ingliz tilidagi nomlar ko'proq global va ko'p diniy kontekstda ishlatilsa, o'zbek tilidagilar mahalliy islomiy va sufiy merosga asoslanadi, ya'ni ular Markaziy Osiyoning diniy va madaniy o'ziga xosligini aks ettiradi.

Ingliz lug'atlarida, masalan, ziyoratgohlar "pilgrimage site" yoki "shrine" sifatida ta'riflanadi, bu esa ularning diniy va ramziy ma'nolarini ochib beradi; masalan, Oxford lug'atida *Mecca* "musulmonlarning muqaddas shahri" deb ta'riflanadi, lekin ayni paytda "juda ko'p odamlarni jalb qiluvchi joy" sifatida majoziy ma'noda ham ishlatiladi. Etimologiya toponimika va onomastika sohasida muhim vosita bo'lib, joy nomlarining til ildizlarini va kelib chiqishini aniqlaydi. Bu jarayon nomlarning qaysi tildan olinganini, qanday so'z birikmalari yoki morfologik jarayonlar orqali shakllanganini va vaqt o'tishi bilan qanday semantik yoki fonetik o'zgarishlarga duch kelganini ko'rsatadi. Toponimika geografik nomlarni o'rganish bilan shug'ullansa, onomastika umumiy nomlar, shu jumladan shaxs va joy nomlarining kelib chiqishini tahlil qiladi. Bu jarayon joy nomlarining tarixiy, madaniy va diniy kontekstini ochib beradi, chunki nomlar ko'pincha xalqlarning migratsiyasi, diniy e'tiqodlari yoki ijtimoiy tuzilmalari haqida muhim ma'lumotlar beradi. Masalan, toponimlar orqali qadimgi xalqlarning ko'chish yo'llari, diniy an'analar yoki boshqa madaniyatlarining ta'siri aniqlanadi, bu esa tarixiy va etnografik tadqiqotlar uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Masalan, *Jerusalem* ibroniy tilidagi "Yerushalayim" so'zidan kelib chiqqan bo'lib, bu nom "yeru" (shahar yoki joy) va "shalayim" (tinchlik, ba'zi talqinlarda "muqaddaslik" yoki "xotirjamlik") so'zlarining birikmasidan tashkil topgan [12]. Bu "tinchlik shahri" yoki "muqaddas shahar" ma'nosini anglatadi, bu esa shaharning diniy va ramziy ahamiyatini ta'kidlaydi. "Yerushalayim"ning etimologik ildizi ibroniy tilining qadimgi Semit tillari bilan bog'liqligini ko'rsatadi, chunki "shalom" (tinchlik) so'zi ibroniy va boshqa Semit tillarida, masalan, arab tilidagi "salaam" so'zi bilan umumiy ildizga ega bo'lib, bu so'zlar "sh-l-m" ildizidan kelib chiqadi, tinchlik va xavfsizlik tushunchalarini ifodalaydi.

"Yerushalayim"ning "tinchlik shahri" ma'nosi uning diniy va ramziy ahamiyatini ta'kidlaydi. Yahudiylarda bu shahar Muqaddas Ma'badning joylashgan joyi sifatida markaziy o'rin tutadi, chunki u yahudiylar uchun ibodat va ziyoratning eng muhim markazi hisoblanadi. Xristianlikda *Jerusalem* Iso Masihning hayoti, xususan, uning o'limi va tirilishi bilan bog'liq muqaddas joy sifatida e'tirof etiladi, masalan, Muqaddas Qabr cherkovi ziyoratgohi. musulmonlikda esa shahar Al-Aqso masjidi va Muhammad (s.a.v.)ning *Miraj* (osmonga ko'tarilish) voqeasi bilan muhimdir, bu esa uni islomiy ziyoratgoh sifatida belgilaydi. Ingliz tilidagi *Jerusalem* shakli ibroniy asl nusxadan lotin va yunon tillari orqali o'tgan bo'lib, "Hierosolyma" (yunoncha, "muqaddas Solima" ma'nosida) va "Ierusalem" (lotincha) shakllaridan kelib chiqqan. Bu o'zgarishlar tilning fonetik moslashuvi (masalan, ibroniy "Y"ning lotincha "I"ga aylanishi) va morfologik soddalashuvini ko'rsatadi, chunki yunon va lotin tillarida ibroniy tilning murakkab tovushlari soddalashtirilgan.

Ingliz lug'atlari *Jerusalem*ni "yahudiylar, xristianlar va musulmonlar uchun muqaddas shahar" sifatida ta'riflaydi, bu uning uchta Abrahamiy din uchun universal ahamiyatini ko'rsatadi. Masalan, *Merriam-Webster* lug'atida: "a city in Israel that is holy to Jews, Christians, and Muslims" deb keltirilgan, bu ta'rif shaharning diniy va tarixiy o'rmini aniq ifodalaydi. *Oxford Learner's Dictionary*'da esa uning diniy va tarixiy ahamiyati ta'kidlanib, "the holy city" sifatida tasvirlanadi, bu nomning semantik qatlamlarini (tinchlik, muqaddaslik) va uning global ramziy ma'nosini ochib beradi. Bu ta'riflar *Jerusalem*ning etimologik ildizini ("Yerushalayim" – tinchlik shahri) va uning semantik qatlamlarini (tinchlik, muqaddaslik, ramziy markaz) aks ettiradi, shu bilan birga uning tilshunoslikdagi o'rmini aniqlaydi.

O'zbek tilidan *Bahouddin Naqshband* ziyoratgohini misol tariqasida olish mumkin. *Bahouddin Naqshband* ziyoratgohi O'zbekistonning Buxoro viloyatida, Qasri Orifon qishlog'ida joylashgan bo'lib, islom olamidagi muhim ziyoratgohlardan biridir. Ushbu ziyoratgohning nomi Naqshbandiya tariqatining asoschisi Bahouddin Naqshband (1318–1389) bilan bog'liq bo'lib, uning etimologik ildizlari va diniy ahamiyati tilshunoslik, toponimika va onomastika nuqtai nazaridan chuqur tahlil qilishga arziydi. *Bahouddin Naqshband* toponimi aslida shaxs nomidan kelib chiqqan bo'lib, "Bahouddin" va "Naqshband" so'zlarining birikmasidan tashkil topgan. "Bahouddin" arabcha "Baha'uddin" so'zidan olingan bo'lib, "dinning nuri" yoki "dinning yorqinligi" ma'nosini anglatadi. Bu so'z "baha'" (nur, yorqinlik) va "uddin" (din) so'zlaridan tashkil topgan bo'lib, arab tilining qadimgi semantik ildizlariga asoslanadi [13]. "Naqshband" esa fors tilidagi "naqsh" (o'yma, naqsh solish) va "band" (bog'lovchi, ijodkor) so'zlaridan kelib chiqqan bo'lib, "naqsh soluvchi" yoki "o'ymakor" ma'nosini bildiradi. Bu nom Bahouddin Naqshbandning otasi Muhammad Buxoriyning to'quvchilik va o'yma naqsh solish bilan shug'ullangan kasbiga ishora qiladi, shuningdek, uning tasavvufdagi "qalbga ilohiy naqsh solish" ramziy ma'nosini ham ifodalaydi [14].

Ziyoratgohning joylashgan joyi – *Qasri Orifon* toponimi ham etimologik jihatdan muhimdir. "Qasr" arabcha "saroy" yoki "qal'a" ma'nosini anglatadi, "Orifon" esa "orif" (bilimdon, donishmand) so'zining ko'plik shakli bo'lib, "donishmandlar saroyi" ma'nosini beradi. Bu nom dastlab "Qasri Hinduvon" (Hind

xalqlari qishlog'i) deb atalgan bo'lib, Bahouddin Naqshbandning sharafiga "Qasri Orifon"ga aylantirilgan, bu uning ma'naviy donishmandlik va tasavvufdagi o'rnini ta'kidlaydi [15]. "Naqshband" so'zi fors tilining "naqsh" ildizi orqali boshqa turkiy va forsiy tillarda ham umumiy semantik ildizga ega bo'lib, masalan, o'zbek tilidagi "naqsh" (bezak, o'yima) so'zi bilan bog'liqdir. Bu etimologik ildizlar nomning islomiy tasavvuf va mahalliy madaniyat bilan aloqasini ko'rsatadi.

"Bahouddin Naqshband" nomining "dinning nuri" va "naqsh soluvchi" ma'nolari uning diniy va ramziy ahamiyatini ta'kidlaydi. Naqshbandiya tariqati asoschisi sifatida Bahouddin Naqshband islom tasavvufida muhim shaxs bo'lib, uning ta'limoti "Dil ba yor-u, dast ba kor" ("Ko'ngil Xudoda bo'lsin, qo'l mehnatda") shiori orqali dunyoviy hayot bilan ma'naviy intilishlarni uyg'unlashtirishni targ'ib qiladi. Bu ta'limot islomning sunniy oqimida, xususan, xojagon tariqatidan kelib chiqqan bo'lib, keyinchalik Naqshbandiya tariqati sifatida shakllangan. Ziyoratgoh O'rta Osiyodagi islomiy ma'rifat va sufiy an'analarning markazi sifatida xizmat qiladi, bu esa uning musulmonlar, xususan, Naqshbandiya izdoshlari uchun muqaddas joy sifatidagi o'rnini mustahkamlaydi [16].

Naqshbandiya tariqati Movarounnahr (O'rta Osiyo), Afg'oniston, Hindiston, Turkiya va boshqa islom mamlakatlarida keng yoyilgan bo'lib, Bahouddin Naqshbandning ma'naviy ta'siri global miqyosda seziladi. Uning ziyoratgohi Buxoro viloyatidagi Qasri Orifonda joylashgan bo'lib, nafaqat diniy ziyorat markazi, balki madaniy va ilmiy tadqiqotlar uchun ham muhim obidadir. Ziyoratgoh majmuasi daxmalar (*Daxmai Shohon* va *Bahouddin daxmasi*), masjidlar, xonaqoh, madrasa, hovuz va minora kabi me'moriy elementlardan iborat bo'lib, 16-asr me'morchiligining yutuqlarini aks ettiradi. Bu majmua Abdulazizxon (1540–1549) tomonidan tartibga solinib, 1544–1545-yillarda xonaqoh qurilishi bilan kengaytirilgan.

O'zbek tilining izohli lug'atida "Bahouddin Naqshband" "naqshbandiya tariqatining asoschisi, Buxorodagi muqaddas ziyoratgoh egasi" sifatida ta'riflanadi, bu uning diniy va madaniy ahamiyatini ko'rsatadi. Xalq orasida u "Shohi Naqshband" (Naqshlar Shohi) yoki "Balogardon" (balo-qazoni daf qiluvchi) sifatida ham tanilgan, bu uning ma'naviy himoyachi sifatidagi ramziy o'rnini aks ettiradi [17]. Ingliz tilidagi manbalarda, masalan, "The Bahouddin Naqshband architectural complex" maqolasida, ziyoratgoh "Naqshbandiya tariqatining markazi" sifatida tasvirlanadi, bu uning islom olamidagi global ahamiyatini ta'kidlaydi.

Jerusalem bilan solishtirganda, *Bahouddin Naqshband* ziyoratgohining nomi shaxsiy nomga asoslangan bo'lsa-da, uning semantik va diniy ahamiyati xuddi *Jerusalem* kabi umumiy xarakterga ega. *Jerusalem* "tinchlik shahri" sifatida uchta Abrahamiy din (yahudiylik, xristianlik, islom) uchun muqaddas bo'lsa, *Bahouddin Naqshband* ziyoratgohi islom olamida, xususan, Naqshbandiya tariqati izdoshlari uchun muhimdir. *Jerusalem*ning ibroniy "Yerushalayim" so'zi "sh-l-m" ildizidan kelib chiqib, tinchlik va muqaddaslikni ifodalasa, *Bahouddin Naqshband*ning "naqshband" so'zi fors tilidagi "naqsh" ildizi orqali ma'naviy bezak va qalb pokligini ramziy ma'noda aks ettiradi.

Ikkala nomning lug'atlardagi ta'riflari ularning diniy kontekstini ochib beradi: *Jerusalem* ingliz lug'atlarida "yahudiylar, xristianlar va musulmonlar uchun muqaddas shahar" sifatida tasvirlansa, *Bahouddin Naqshband* o'zbek va ingliz manbalarida "tasavvuf rahbari va ziyoratgoh egasi" sifatida ta'riflanadi. *Jerusalem*da majoziy ma'nolar (masalan, "muqaddas ideal" sifatida) ko'proq bo'lsa, *Bahouddin Naqshband* nomi o'zbek tilida asosan diniy muqaddaslik va tasavvufiy merosga urg'u beradi. Bu farqlar ikki tilning madaniy va diniy kontekstlaridagi o'ziga xoslikni ko'rsatadi: ingliz tilida global va ko'p diniy kontekst ustunlik qilsa, o'zbek tilida mahalliy islomiy an'analarning markaziy o'rin tutadi.

Jerusalem va *Bahouddin Naqshband* ziyoratgohlari nomlari turli tillardagi lug'atlarda o'ziga xos ta'riflar bilan aks etadi. Ushbu ta'riflar nafaqat nomlarning diniy va madaniy ahamiyatini ochib beradi, balki ularning tilshunoslikdagi o'rnini, ya'ni etimologik ildizlari va semantik qatlamlarini ham ko'rsatadi. Ingliz tilidagi lug'atlar *Jerusalem*ni ko'pincha "yahudiylar, xristianlar va musulmonlar uchun muqaddas shahar" deb ta'riflaydi. Bu ta'rif uning uchta Abrahamiy din – yahudiylik, xristianlik va islom uchun universal diniy ahamiyatini ta'kidlaydi. Masalan, *Merriam-Webster* lug'ati *Jerusalem*ni "Isroildagi shahar bo'lib, yahudiylar, xristianlar va musulmonlar uchun muqaddas" deb tasvirlaydi. Bu ta'rif shaharning global diniy markaz sifatidagi o'rnini aniq aks ettiradi, chunki u yahudiylikda Muqaddas Ma'badning joylashgan joyi, xristianlikda Iso Masihning hayoti bilan bog'liq va islomda Al-Aqso masjidi va *Miraj* voqeasi bilan muhimdir [18].

Oxford Learner's Dictionary esa *Jerusalem*ni "muqaddas shahar" deb ataydi, bu uning semantik qatlamlarini – tinchlik va muqaddaslikni ochib beradi. Nomning ibroniy ildizi "Yerushalayim" (tinchlik shahri)dan kelib chiqadi, bu esa "shalom" (tinchlik) so'zi orqali Semit tillarining umumiy ildiziga ishora qiladi. Ingliz tilida *Jerusalem* nafaqat diniy kontekstda, balki adabiy va figurativ ma'nolarda ham ishlatiladi. Masalan, "yangi Jerusalem" iborasi adabiyotda ideal tinchlik yoki ruhiy maqsadni ifodalaydi, bu William Blake'ning "Jerusalem" she'rida yaqqol ko'rinadi [19]. Lug'atlar shuningdek, sinonimlar ("holy city", "sacred place") va misollar orqali nomning kengroq qo'llanilishini ko'rsatadi, bu uning sekulyar va ramziy ma'nolarini boyitadi.

O'zbek tilining izohli lug'atida *Bahouddin Naqshband* "Naqshbandiya tariqatining asoschisi, Buxorodagi muqaddas ziyoratgoh egasi" sifatida ta'riflanadi. Bu ta'rif uning islom tasavvufidagi markaziy o'rnini va Buxoro viloyatidagi Qasri Orifonda joylashgan ziyoratgohning diniy ahamiyatini ko'rsatadi. Nomning etimologik ildizi arabcha "Baha'uddin" (dinning nuri) va forsha "Naqshband" (naqsh soluvchi) so'zlaridan kelib chiqadi, bu esa Bahouddin Naqshbandning ma'naviy rahbar sifatidagi rolini va tasavvufdagi "qalbga ilohiy naqsh solish" ramzini ifodalaydi.

Ingliz tilidagi manbalarda, masalan, UNESCO va O'zbekiston sayyohlik saytlarida, ziyoratgoh "Naqshbandiya tariqatining markazi" yoki "O'zbekistondagi muhim islomiy ziyoratgoh" sifatida tasvirlanadi. Bu ta'riflar ziyoratgohning global islom olamidagi ahamiyatini, ayniqsa Naqshbandiya tariqati izdoshlari uchun muhimligini ta'kidlaydi. O'zbek xalq og'zaki ijodida nom "Shohi Naqshband" (Naqshlar Shohi) yoki "Balogardon" (balo-qazoni daf qiluvchi) sifatida ishlatiladi, bu uning ma'naviy himoyachi sifatidagi ramziy o'rnini aks ettiradi. O'zbek tilida nomning figurativ qo'llanilishi deyarli uchramaydi, chunki u asosan islomiy va sufiy an'analarga qat'iy bog'langan.

Jerusalem va *Bahouddin Naqshband* nomlarining lug'atlardagi ta'riflari ularning diniy va madaniy kontekstlarini ochib beradi, lekin ularning qo'llanilishi va semantik qatlamlari sezilarli darajada farq qiladi. Ingliz lug'atlari *Jerusalem*ni kengroq diniy va figurativ kontekstda ta'riflaydi. Uning ta'riflari sinonimlar ("holy city", "sacred place") va adabiy misollar bilan boyitilgan bo'lib, nomning nafaqat diniy, balki sekulyar va ramziy ma'nolarda ishlatilishini ko'rsatadi. Masalan, *Jerusalem* ingliz adabiyotida tinchlik yoki ma'naviy ideal sifatida talqin qilinadi, bu uning global va ko'p diniy kontekstini aks ettiradi.

Bundan farqli o'laroq, *Bahouddin Naqshband* o'zbek va ingliz manbalarida asosan islomiy tasavvufga xos diniy muqaddaslikka urg'u bilan ta'riflanadi. O'zbek tilining izohli lug'atida nom geografik va diniy kontekstda tasvirlanadi, lekin figurativ ma'nolar deyarli yo'q, chunki u mahalliy islomiy an'analarga qat'iy bog'langan. Ingliz tilidagi manbalar ziyoratgohni "Naqshbandiya tariqatining markazi" sifatida ta'riflasa-da, bu ta'riflar asosan diniy kontekstga e'tibor qaratadi va sekulyar yoki adabiy qo'llanilishga kam e'tibor beriladi.

Bu farqlar ikki tilning madaniy va ijtimoiy xususiyatlarini ko'rsatadi. Ingliz tilida *Jerusalem*ning ta'riflari global, ko'p diniy va adabiy kontekstga moslashtirilgan bo'lib, nomning figurativ ma'nolari (masalan, "ideal joy" sifatida) keng tarqalgan. O'zbek tilida esa *Bahouddin Naqshband*ning ta'riflari mahalliy islomiy va sufiy an'analarga asoslangan bo'lib, diniy muqaddaslik va ma'naviy rahbarlikka urg'u beriladi. Bu nomning xalq orasidagi "Balogardon" kabi atamallari uning ma'naviy himoyachi sifatidagi rolini ta'kidlasa-da, bu ma'nolar ham diniy kontekstda qoladi.

Xulosa qilib aytganda, ziyoratgoh nomlari til va madaniyatning o'zaro bog'liqligini ko'rsatadi. Ingliz tilida ular global, o'zbek tilida mahalliy islomiy kontekstda rivojlangan. Ushbu tahlil nomlarning leksikografik mohiyatini ochib berdi.

ADABIYOTLAR:

1. Ainiala T., Saarelma M., & Sjöblom P. (2012). *Names in Focus: An Introduction to Finnish Onomastics*. Finnish Literature Society.
2. Armstrong K. (1996). *Jerusalem: One City, Three Faiths*. Ballantine Books.
3. Chaucer, G. (2008). *The Canterbury Tales*. Penguin Classics.
4. Collins English Dictionary. (2025). Mecca. <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/mecca>
5. Durkin P. (2016). *The Oxford Handbook of Lexicography*. Oxford University Press.
6. Etymonline. (2025). Canterbury. <https://www.etymonline.com/word/Canterbury>
7. Etymonline. (2025). Jerusalem. <https://www.etymonline.com/word/Jerusalem>
8. Eurasianet. (2018). *A Guide to Central Asia's Sacred Spaces*. <https://www.eurasianet.org>
9. Gadoyeva M. I., & Vakhidova F. S. (2020). A Short Humoristic Text for the Training of Students with Specialized of Tourism. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(2), 509–519.
10. Kadmon, N. (2000). *Toponymy: The Lore, Laws and Language of Geographical Names*. Vantage Press.
11. Lonely Planet. (2024). *Best places to visit in Uzbekistan*. <https://www.lonelyplanet.com>
12. Merriam-Webster. (2025). Jerusalem. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/Jerusalem>
13. Merriam-Webster. (2025). Mecca. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/Mecca>
14. Mills A. D. (2011). *A Dictionary of British Place Names*. Oxford University Press.
15. O'zbek tilining izohli lug'ati. (2025). Bahouddin Naqshband.
16. O'zbek tilining izohli lug'ati. (2025). Hazrati Imam.
17. O'zbek tilining izohli lug'ati. (2025). Shahi Zinda.

18. Oxford Learner's Dictionary. (2025). Canterbury.
<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/canterbury>
19. Oxford Learner's Dictionary. (2025). Jerusalem.
<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/jerusalem>
20. Oxford Learner's Dictionary. (2025). Mecca.
<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/mecca>
21. Qorayev S. (2006). *O'zbek toponimikasi*. Tashkent: Akademyashr.
22. Rajabova N. S. (2025). Bahouddin Naqshband Ziyoratgohi: Tarixiy va Madaniy Ahamiyati. *Central Asian Journal of Academic Research*. DOI: 10.5281/zenodo.14963979
23. ResearchGate. (2024). Some actual problems related to Uzbek toponymy.
https://www.researchgate.net/publication/374892345_Some_actual_problems_related_to_Uzbek_toponymy
24. ResearchGate. (2025). English and Uzbek toponymic phraseological units.
https://www.researchgate.net/publication/English_Uzbek_toponymic_phraseological_units
25. ResearchGate. (2025). Lexicographic analysis of spirituality terms in English and Uzbek.
https://www.researchgate.net/publication/Lexicographic_analysis_spirituality_terms
26. The Becket Story. (2025). Pilgrimage Destinations in England.
<https://www.becketstory.org.uk/pilgrimage>
27. UNESCO World Heritage List. (2025). Samarkand and Bukhara. <https://whc.unesco.org>
28. Uzbek Practical Dictionary. (2015). Hippocrene Books.
29. Uzbekistan Pilgrimage Tour. (2025). Hazrati Imam Complex. <https://www.uzbek-travel.com/hazrati-imam>
30. Vakhidova F. S. (2024). The Terminology of Pilgrimage Tourism and its Variants. *Best Journal of Innovation in Science, Research and Development*, 3(4). <https://www.bjisrd.com>
31. Vakhidova F. S., & Sadullayeva, U. Sh. (2025). Functional-Discursive Study of Toponymy and Its Early Stages. *Best Publication*. <https://bestpublication.net>
32. Vakhidova F. S., & Sadullayeva, U. Sh. (2025). Ingliz va o'zbek tillarida ziyoratgoh nomlarining etimologik va semantik tahlili. *American Journal of Multidisciplinary Bulletin*. <https://advancedscienti.com/index.php/AJMB/article/view/768>
33. Vakhidova F. S., & Sadullayeva, U. Sh. (2025). Pedagogical Science and Teaching Methods. *Interonconf*. <https://interonconf.com/index.php/denmark/article/download/11609/10657>
34. Wehr, H. (1994). *A Dictionary of Modern Written Arabic*. Otto Harrassowitz Verlag.
35. Wiktionary. (2025). Hazrati Imam. https://en.wiktionary.org/wiki/Hazrati_Imam
36. Wiktionary. (2025). Category: Uzbek terms by etymology.
https://en.wiktionary.org/wiki/Category:Uzbek_terms_by_etymology

INGLIZ VA O'ZBEK MAQOLLARINING LINGUA- MADANIY TAHLILI

Umarova Feruza Muhiddin qizi,
Qarshi Xalqaro Innovatsion Universiteti magistranti
feruzaumarova790@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada ingliz va o'zbek maqollarining lingvomadaniy tahlili orqali ularning madaniy, semantik va pragmatik xususiyatlari o'rganiladi. Tadqiqot davomida maqollar xalq tafakkuri, qadriyatlari va ijtimoiy me'yorlarini til orqali qanday ifoda etishini aniqlash maqsad qilingan. Lingvomadaniyatshunoslik, kognitiv tilshunoslik va etnolingvistika nazariyalariga tayangan holda maqollarning xalq og'zaki ijodida madaniy kod sifatida qay darajada samarali ishlatilishi ochib beriladi. Ingliz va o'zbek maqollaridagi konseptual metaforalar, asosiy mavzular va kommunikativ funksiyalar qiyosiy tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari til o'rganish, tarjima jarayonlari va madaniyatlararo muloqotda maqollardan samarali foydalanish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: lingvomadaniyatshunoslik, maqol, kognitiv tilshunoslik, pragmatika, konseptual metafora, madaniy kod, semantik maydon.

LINGUA-CULTURAL ANALYSIS OF ENGLISH AND UZBEKISTAN ARTICLES

Abstract. This article examines the cultural, semantic, and pragmatic characteristics of English and Uzbek proverbs through linguocultural analysis. The study aims to understand how proverbs reflect national thinking, values, and social norms through language. Relying on the theories of linguoculturology, cognitive linguistics, and ethnolinguistics, attention is focused on the effectiveness of proverbs as cultural codes in folk oral literature. The conceptual metaphors, main themes, and communicative functions in English and Uzbek proverbs are analyzed comparatively. The results of the research provide opportunities for effective use of proverbs in language learning, translation, and intercultural communication.

Keywords: linguoculturology, proverb, cognitive linguistics, pragmatics, conceptual metaphor, cultural code, semantic field.

ЛИНГВОКУЛЬТУРНЫЙ АНАЛИЗ АНГЛИЙСКИХ И УЗБЕКСКИХ СТАТЕЙ

Аннотация. В данной статье исследуются культурные, семантические и прагматические особенности английских и узбекских пословиц посредством лингвокультурного анализа. В ходе исследования предпринята попытка выявить, каким образом пословицы отражают народное мышление, ценности и социальные нормы через язык. Основываясь на теориях лингвокультурологии, когнитивной лингвистики и этнолингвистики, особое внимание уделяется эффективному использованию пословиц как культурного кода в устном народном творчестве. Сравнительно анализируются концептуальные метафоры, основные темы и коммуникативные функции в английских и узбекских пословицах. Результаты исследования позволяют эффективно использовать пословицы в изучении языка, переводе и межкультурной коммуникации.

Ключевые слова: лингвокультурология, пословица, когнитивная лингвистика, прагматика, концептуальная метафора, культурный код, семантическое поле.

Kirish. Maqollar har bir xalqning hayoti, tajribasi va madaniy dunyoqarashining ifodasidir. Ular yillar davomida shakllangan xalqona falsafa, axloqiy tamoyillar va ijtimoiy qadriyatlarni ixcham va ta'sirli ifoda etadi. Tilshunoslikda maqollarni o'rganish nafaqat ularning grammatik va leksik tuzilishini tushunish, balki ularning ortida yotgan madaniy va kognitiv asoslarni aniqlashda ham muhim hisoblanadi. So'nggi yillarda til va madaniyat o'zaro bog'liq tizim sifatida qaralmoqda. Til nafaqat aloqa vositasi, balki madaniyatni saqlovchi va uzatuvchi vosita sifatida ham katta ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan qaraganda, maqollar madaniyatni til orqali anglashning eng samarali vositalaridan biridir. Ushbu maqolada ingliz va o'zbek maqollarining lingvomadaniy xususiyatlari, ularning semantik, metaforik va pragmatik jihatlari orqali qanday madaniy qadriyatlarni ifoda etishi qiyosiy tahlil qilinadi. Shuningdek, ingliz va o'zbek tillarida xalq maqollari shoirlar, adabiyotshunos olimlar, tarixchilar e'tiboridan chetda qolmagan deb ayta olamiz. Chunki ular o'z adabiy asarlarining ta'sirchanligini oshirishda maqollardan foydalanish barcha davr so'z ustalarining diqqat

markazida bo'lgan. Masalan, Yusuf Xos Hojib, Rabg'uziy, Qutb Xorazmiy, Alisher Navoiy, Muhammad Solih, Majlisiy, Lutfiy va boshqalarning asarlarida ko'rishimiz mumkin.

Maqollarning kommunikativ vazifasi xalqning ko'p asrlik tajribalarini saqlab qolish va kelajak avlodga yetkazishdir. Maqollar qotib qolgan ikki qismlik tuzilma shaklidagi ishonchli matn hisoblanadi. Maqollar matni qisqa, eslab qolish oson, taviriyligi va izchilligi bilan tasvirlanadi. Shuningdek, u sintaktik figuralar, qofiya hamda ritm bilan tuzilganligi uchun yanada jozibali hisoblanadi. Bu tilning olib yuruvchi xalqning tarixi, madaniyati va lesikologiyasi shu tilning maqollari to'plamida o'z ifodasini topadi. Taniqli eston paremiologi Krikmann maqollarning tashqi aloqalarini ularning ijtimoiy- tarixiy jarayon, insonning bilish faoliyati kabi ko'plab bilim sohalari bilan aloqasi orqali tushuntirish mumkin, deb hisoblaydi [1, 149].

Tilshunoslikda maqollarni o'rganish nafaqat grammatik va leksik xususiyatlarni aniqlash, balki ularning semantik, pragmatik va madaniy jihatlarini tahlil qilish orqali til va tafakkur o'rtasidagi murakkab munosabatlarni ochib berishga xizmat qiladi. Ayniqsa, so'nggi yillarda lingvomadaniy yondashuv (Baranov A.N., 1991; W. Mieder, 2004) tilshunoslikda alohida e'tiborni qozonmoqda. Bu yondashuv tilni nafaqat kommunikatsiya vositasi, balki madaniyatni shakllantiruvchi va ifodalovchi ijtimoiy-falsafiy fenomen sifatida ko'radi. Lingvomadaniy tahlil til birliklarining orqasida turgan madaniy kodlarni ochishga, milliy o'ziga xoslikni ifodalovchi obrazlar va tushunchalarni aniqlashga imkon beradi. Ushbu tahlil vositasi orqali maqollarni nafaqat leksik-grammatik birlik sifatida, balki xalq tafakkurining "semantik kalitlari" sifatida talqin qilish mumkin (Axmedova M., Til va madaniyat uyg'unligi 85-92-bet 2017). Maqollar orqali xalqning tarixiy xotirasi, ijtimoiy xatti-harakat standartlari, axloqiy qadriyatlari va diniy tasavvurlari haqida muhim ma'lumotlarga ega bo'lish mumkin.

Konseptual metafora nazariyasiga (Lakoff & Johnson, *Metaphors We live by* 1980) ko'ra, til faqat dunyoni ifodalash vositasi emas, balki inson ongida dunyo qanday tarzda tushunilishini shakllantiruvchi kognitiv modeldir. Maqollardagi metaforalar xalqning real hayotiy tajribasidan oziqlanadi va bu metaforalar turli tillarda turlicha ko'rinishda namoyon bo'ladi. Masalan, ingliz tilida "Don't count your chickens before they hatch" maqoli o'zbekchadagi "Tovuqni so'ymay turib, qozonni qo'yma" degan maqol bilan semantik va konseptual jihatdan uyg'unlikda bo'lsa-da, obraz jihatdan farqlanadi. Bu esa til va madaniyat o'rtasidagi bog'liqlikni yanada yaqqolroq ko'rsatadi. Tadqiqot doirasida ingliz va o'zbek maqollarining qiyosiy lingvomadaniy tahlili o'tkaziladi. Unda maqollar tarkibidagi asosiy mavzular, konseptual metaforalar, semantik maydonlar va pragmatik funksiyalar o'rganiladi. Ushbu maqola til o'rganish, tarjima qilish, madaniyatlararo muloqotda maqollardan samarali foydalanish imkoniyatlarini ochib berishga xizmat qiladi.

Asosiy qism. Maqollar orqali milliy tafakkur va qadriyatlar aks ettirilishi mumkin. Maqollar har qanday jamiyatda xalq donishmandligini, axloqiy qarashlarini va ijtimoiy me'yorlarini ifodalaydi. Ular xalqning tarixiy tajribasini, dunyoqarashini va qadriyat tizimini lingvistik vositalar orqali uzatadi. Ingliz va o'zbek maqollarini tahlil qilganda, ularning har ikkalasida mehnat, halollik, sabr-toqat, do'stlik, vaqt va taqdir kabi mavzular keng yoritilganini ko'rish mumkin. Misol uchun:

English: "Honesty is the best policy"

Uzbek: "Halollik eng katta boylik"

Bu maqollar ikkala til va madaniyatda ham rostgo'ylik va halollik eng muhim axloqiy fazilat sifatida qadrlanishini ko'rsatadi.

Bu borada (W. Mieder *Proverbs* 2004) aytib o'tganidek, "Proverbs are small packages of wisdom that reflect collective experience and norms of a community." Ya'ni, maqollar xalq tafakkurining siqilgan shakli bo'lib, madaniyatni ichki kodlar bilan uzatadi.

Lakoff va Johnson (1980) konseptual metafora nazariyasini ilgari surib, inson tafakkuri va til o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatib bergan. Ularning ta'kidlashicha, metaforalar abstrakt tushunchalarni konkret, hayotiy obrazlar orqali anglashga xizmat qiladi. Quyidagi maqollar bunga yorqin misoldir:

English: "Don't count your chickens before they hatch" – natijani oldindan ishonib rejalashtirish noto'g'riligini bildiradi.

Uzbek: "Tovuqni so'ymay turib, qozon qo'yma" – mazmunan bir xil, ammo milliy obrazlar boshqa. Bu erda ingliz tilida "jo'ja" (chicken) metaforasi orqali anglash jarayoni berilsa, o'zbek tilida esa "tovuq va qozon" obrazlari orqali xalqona va yaqin tasvir paydo bo'ladi. Bu farq milliy tafakkurda qanday obrazlar ustuvorligini ko'rsatadi.

Maqollar mavzular bo'yicha tasniflanganda, ikkala til va madaniyatda quyidagi asosiy semantik maydonlar ajralib chiqadi:

Masalan;

Mehnat- "No pain, no gain" = "Mehnat qilgan – rohat topar"

Do'stlik - "A friend in need is a friend indeed" = "Do'st boshida bilinadi"

Sabr - "Patience is a virtue" = "Sabr qilgan – g'azabdan qutilar"

Vaqt- "Time is money"- "Vaqt = bebaho ne'mat"

Taqdir- "What will be, will be"= "Taqdirdan o'ting bo'lmas"

Maqollar insonlar o'rtasidagi muloqotda ko'pincha nasihat, ogohlantirish yoki kinoya vazifasini bajaradi. Pragmatik jihatdan ular kommunikativ samaradorlikni oshiradi, aytilayotgan fikrga kuchli ta'sir baxsh etadi.

English: "What goes around comes around" – insonning xatti-harakatlari unga qaytadi.

Uzbek: "Qazigan quduqqa o'zing tushasan" – o'z yomonliging o'z boshingga qaytadi.

Maqollar faqat og'zaki nutq doirasida emas, balki yozma adabiyotda ham muhim estetik va semantik vazifani bajaradi. Adabiy matnlarda maqollar ko'pincha milliy ong, ijtimoiy qadriyatlar va axloqiy me'yorlarni ifodalash uchun ishlatiladi. Ingliz va o'zbek yozuvchilari o'z asarlarida xalq maqollaridan maqsadli va chuqur madaniy ma'no yuklagan holda foydalanishgan. O'zbek yozuvchisi Abdulla Qodiriy o'zining mashhur romani "O'tkan kunlar"(118-123-betlar)da maqollardan xalq ruhiyatini ifodalovchi kuchli vosita sifatida foydalangan. U asarda maqollarni nafaqat obrazlar nutqida, balki muallifning tafakkurini berishda ham qo'llagan. Misol tariqasida: "Yaxshilik qil – daryoga o'xshab, tubiga tushar." Ushbu maqol orqali o'zbek xalqining samimiylik va evaz kutmaslik qadriyatlari ifodalangan bo'lib, bu lingvomadaniy yondashuv orqali xalq axloqiy modelining ichki kodlari ochiladi.

Shuningdek, Cho'lponning "Kecha va kunduz" (134-140-betlar) romanida maqollar ijtimoiy tanqid va psixologik tasvir vositasi sifatida ishlatilgan. Masalan: "Boshi berk ko'cha – yo'ldoshni gumroh qiladi." Bu maqolda ijtimoiy tuzumning adolatsizligi va insoniyatning adashuvi o'ziga xos madaniy-milliy obrazlar orqali tasvirlangan. Tarixiy romanlarda, xususan Odil Yoqubovning "Ulug'bek xazinasi"(97-101betlar)asarida: "Ilm – yolg'izga yo'ldosh." degan maqol ilmning qadri, bilimning yo'l ko'rsatishdagi o'rni haqidagi madaniy qadriyatni yoritadi. Bu nafaqat lingvosemantik birlik, balki xalq ongidagi ma'naviy konseptni ham ifodalaydi.

Ingliz adabiyotida maqollar ayniqsa William Shakespeare dramatik asarlarida keng qo'llaniladi. Uning qator tragediyalarida maqollar orqali obrazlar nutqiga hayotiylik, ijtimoiy tanqid va umumxalq tajribasi singdiriladi. Masalan, "King Lear"(56-63-betlar) tragediyasida:

"Nothing will come of nothing."

(Hech narsa hech narsadan kelib chiqmaydi) Bu maqol hayotda natija olish uchun harakat zarurligini bildiradi. Bu iboraning o'zbek tilidagi muqobili: "Mehnat qilmagan – non topmas" bo'lib, har ikkala madaniyatda mehnatga asoslangan qadriyat ifoda etilgan. Shakespeare'ning boshqa bir asari – "Othello"da(56-83-betlar) "He that is robbed, not wanting what is stolen, is not poor." Bu maqol orqali boylik, yo'qotish va boylikka bog'lanish haqidagi chuqur falsafiy madaniy yondashuv ko'rsatiladi. Bu orqali g'arbiy madaniyatda shaxsiy qadriyatlar va his-tuyg'ular o'zini qanday namoyon qilishi lingvomadaniy tahlil asosida ochib beriladi. Charles Dickens o'zining "Great Expectations"(89-bet) va "Oliver Twist" (94-bet)romanlarida esa ko'plab xalq maqollarini ijtimoiy tengsizlik, axloqiy tanazzul va yetimlik masalalariga urg'u berishda ishlatgan. Masalan: "Spare the rod and spoil the child." (Jazo bermasang, bolani buzasan.) Bu ibora Viktoriya davri axloqiy tarbiyasini aks ettiradi va g'arbiy madaniyatda intizom va tarbiyaga nisbatan qarashlar haqida ma'lumot beradi. Jane Austenning "Pride and Prejudice" romanida esa maqollar asosan axloqiy saboq, harakat va munosabatlar haqida ishlatilgan. Misol uchun: "Actions speak louder than words." (So'zdan ko'ra amallar kuchliroq gapiradi.) Bu maqol harakatga urg'u berish orqali oila, axloq va gender rollarini aks ettiruvchi qadriyat sifatida tahlil qilinadi.

Yozma adabiyotda maqollardan foydalanish orqali yozuvchilar xalq tafakkurining chuqur qatlamlarini ochib bergan. O'zbek adabiyotida bu ko'proq birlik, ma'naviyat va o'zaro hurmat g'oyasi atrofida shakllangan bo'lsa, ingliz adabiyotida esa individuallik, mustaqillik va axloqiy saboq ustuvor bo'lgan. Har ikki madaniyatda ham maqollar milliy konseptual dunyoqarashni ifoda etishda, madaniy kodni yetkazishda va ijtimoiy ongni shakllantirishda kuchli lingvomadaniy vosita sifatida qo'llanilgan.

Xulosa. Tadqiqot davomida ingliz va o'zbek maqollarining lingvomadaniy xususiyatlari qiyosiy tahlil qilinarkan, ularning har ikki xalqning tarixiy tajribasi, axloqiy qadriyatlari, va madaniy tafakkurini ifodalovchi boy til birliklari ekani yana bir bor isbotlandi. Maqollar insoniyatga xos bo'lgan umumiy tushunchalarni – mehnat, halollik, sabr, do'stlik, vaqt, taqdir kabi – turli milliy obraz va madaniy kontekstda ifodalash orqali til va tafakkur o'rtasidagi uzviy bog'liqlikni yoritib beradi. Konseptual metafora nazariyasi asosida aniqlanishicha, ingliz va o'zbek maqollarida bir xil semantik g'oyalar turli obrazlar va ifoda shakllari orqali beriladi. Masalan, ingliz tilida "Don't count your chickens before they hatch" degan maqol orqali ehtiyotkorlik talqin qilinsa, o'zbek tilida "Tovuqni so'yamay turib, qozon qo'yma" degan xalqona maqol orqali shu g'oya madaniy nuqtai nazardan tasvirlanadi. Bu esa har bir til o'z madaniyatining konseptual dunyoqarashini o'zida qanday aks ettirishini ko'rsatadi.

Yana bir muhim jihat shundaki, maqollar yozma adabiyotda ham muhim lingvomadaniy vosita sifatida xizmat qiladi. Abdulla Qodiriy, Cho'lpon, Odil Yoqubov kabi o'zbek yozuvchilarining, shuningdek,

Shakespeare, Dickens va Austen kabi ingliz yozuvchilarining asarlarida maqollar xalqning ijtimoiy qadriyatlarini, axloqiy qarashlarini va madaniy ongini estetik darajada ifodalab bergan. Bu maqollar asarlar mazmunini boyitish bilan birga, milliy tafakkur va til estetikasi o'rtasidagi aloqani mustahkamlab bergan.

Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, maqollarni lingvomadaniy yondashuv asosida tahlil qilish tilshunoslik, tarjimashunoslik, madaniyatlararo kommunikatsiya va adabiyotshunoslik sohalarida uchun juda muhim metod hisoblanadi. Kelgusida maqollarni yanada kengroq miqyosda, masalan, diniy maqollar, zamonaviy maqollar yoki genderni o'z ichiga olgan maqollar doirasida lingvomadaniy jihatdan tahlil qilish dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri bo'lib qoladi. O'zbek yozuvchilarining (A. Qodiriy, Cho'lpon, Odil Yoqubov) va ingliz yozuvchilarining (Shakespeare, Dickens, Austen) asarlarida maqollar estetik, axloqiy va ijtimoiy funksiyalarni bajargan holda madaniy qadriyatlarni ochib beradi. Maqollar tilning madaniyat bilan bog'liqligini, xalq ongining konseptual asoslarini anglashda muhim manba bo'lib xizmat qiladi. Kelgusida maqollarni lingvomadaniy tahlil qilish nafaqat tilshunoslikda, balki tarjima nazariyasi, madaniyatlararo kommunikatsiya, adabiyotshunoslik va kognitiv lingvistika sohalarida ham dolzarb ilmiy yo'nalish bo'lib qolishi kutiladi.

ADABIYOTLAR:

1. Krikman A. (1995). *Paremiologik birliklarning madaniy va semantik tahlili // Tilshunoslik muammolari*. – Moskva, 149-bet.
2. Baranov A.N. (1991). *Lingvisticheskiy analiz poslovits i pogovorok*. – Moskva: Nauka, 45–68-betlar.
3. Mieder W. (2004). *Proverbs: A Handbook*. – Westport, CT: Greenwood Press, 22–39-betlar.
4. Lakoff G., Johnson M. (1980). *Metaphors We Live By*. – Chicago: University of Chicago Press, 3–29-betlar.
5. Ahmedova M. (2017). *Til va madaniyat uyg'unligi*. – Toshkent: Fan, 85–92-betlar.
6. Boboxonov S. (2012). *O'zbek maqollarining lingvosemantik xususiyatlari*. – Qarshi: QarDU nashriyoti, 41–54-betlar.
7. Nuraliyeva N. (2019). *Til va madaniyat o'zaro ta'siri*. – Toshkent: Ilm Ziyo, 19–36-betlar.
8. Abdulla Qodiriy. (2009). *O'tkan kunlar*. – Toshkent: G'afur G'ulom nomidagi nashriyot, 118–123-betlar.
9. Cho'lpon. (2022). *Kecha va kunduz*. – Toshkent: Adabiyot nashriyoti, 134–140-betlar.
10. Yoqubov O. (2010). *Ulug'bek xazinasi*. – Toshkent: Yozuvchi, 97 –101-betlar.
11. Shakespeare W. (1994). *King Lear, Othello, Macbeth*. – London: Penguin Classics, 56–63-betlar.
12. Dickens C. (1992). *Great Expectations, Oliver Twist*. – London: Wordsworth Editions, 89–94-betlar.
13. Austen J. (2000). *Pride and Prejudice*. – London: Penguin Books, 144–148-betlar.

PERFEKT SHAKLINING SEMANTIK TAFSILOTLARI VA TARJIMAVIY EKVIVALENTLIK MUAMMOLARI

Xasanov Ramish Samatovich,

Samarqand davlat chet tillar instituti tayanch doktoranti

ramishxasanov09@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada nemis tilidagi Perfekt zamon shaklining semantik tafsilotlari va tarjimaviy ekvivalentlik muammolari har tomonlama tahlil qilinadi. Perfektning analitik tuzilmasi, harakatning vaqt va aspekt oraliq'idagi ifodasi, telik/atelik fe'llar bilan aloqasi, kontekstual moslashuvi va tarjimadagi qiyinchiliklari o'rganiladi. Shuningdek, Perfekt shaklining kelasi zamon ma'nosida qo'llanilishi va yordamchi fe'l tanlovining semantik farqlari tahlil etilgan. Maqolada bu shaklning o'zbek tiliga tarjimasida yuzaga keladigan lingvistik va didaktik muammolarga alohida e'tibor qaratilgan.

Kalit so'zlar: Perfekt zamoni, tarjima ekvivalentligi, nemis tili grammatikasi, semantika, aspekt, teliklik, o'zbek tili, kontekstual tarjima.

СЕМАНТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРФЕКТНОЙ ФОРМЫ И ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕВОДЧЕСКОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ

Аннотация. В данной статье всесторонне рассматриваются семантические особенности перфектной формы в немецком языке и проблемы её переводческой эквивалентности. Анализируются аналитическая структура Перфекта, его связь с временными и аспектуальными значениями, взаимодействие с телическими и ателическими глаголами, контекстуальные нюансы и сложности при переводе на узбекский язык. Особое внимание уделено функционированию Перфекта в значении будущего времени и семантическим различиям при выборе вспомогательных глаголов. Работа также затрагивает дидактические трудности при обучении этой форме в контексте преподавания немецкого языка.

Ключевые слова: Перфект, переводческая эквивалентность, грамматика немецкого языка, семантика, аспект, теличность, узбекский язык, контекстуальный перевод.

SEMANTIC NUANCES OF THE PERFECT ASPECT AND ISSUES OF TRANSLATIONAL EQUIVALENCE

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the semantic features of the **Perfekt tense** in the German language and the challenges of finding its translational equivalents. It explores the analytical structure of Perfekt, its temporal and aspectual functions, interaction with telic and atelic verbs, as well as context-sensitive interpretation and difficulties in translating into Uzbek. The study also examines the use of Perfekt to express future meaning and the subtle semantic distinctions resulting from the choice of auxiliary verbs. Additionally, it highlights the pedagogical difficulties involved in teaching this tense to learners of German.

Keywords: Perfekt tense, translation equivalence, German grammar, semantics, aspect, telicity, Uzbek language, contextual translation.

Kirish. Nemis tilidagi perfekt zamoni o'zining murakkab tuzilishi va ko'p qirrali semantik funksiyalari bilan boshqa zamon shakllaridan keskin farqlanadi. U faqatgina grammatik birlik sifatida emas, balki zamon (tempus) va aspekt (harakatning kechish holati) oraliq'ida joylashgan murakkab lingvistik hodisa sifatida namoyon bo'ladi. Perfekt shakli nafaqat o'tgan zamonda ro'y bergan voqeani bildiradi, balki bu harakatning hozirgi holatga qanday ta'sir qilganini ham ifodalaydi. Shu bois u o'zining strukturaviy va semantik xususiyatlari bilan tilshunoslar e'tiborini doimiy ravishda jalb qilib kelmoqda.

Tadqiqot davomida aniqlanishicha, perfekt zamoni oddiy grammatik kategoriyadan ko'ra kengroq funksional yuklamaga ega bo'lib, u turli kommunikativ vazifalarni bajaradi. Xususan, u gapda voqeaning sodir bo'lganligini, uning natijasi mavjudligini, harakatning tugallanganligini yoki hozirgi paytga taalluqliligini ifodalashi mumkin. Bu esa uni nafaqat grammatik, balki pragmatik jihatdan ham ahamiyatli birlik sifatida qaralishiga sabab bo'ladi.

Tadqiqot metodologiyasi va adabiyotlarning tahlili. Perfektning tarjima-dagi ekvivalentlarini aniqlash jarayonida esa faqat formal grammatik belgilarni hisobga olish yetarli emas. Bunda harakatning aksional xususiyati (ya'ni harakatning davomiyligi, tugallanganligi, takroriyligi kabi xususiyatlari), semantik kontekst (gapdagi voqealarning o'zaro bog'liqligi), shuningdek, nutq egasining maqsadi va kommunikativ niyatlari ham muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, perfekt shaklining o'zbek tiliga tarjimasida bu omillarni e'tiborga olish zarur, chunki ikki tilning grammatik tizimi va voqelikni ifodalash uslublari o'zaro farqlidir.

1. Perfektning analitik tuzilmasi va bu tuzilmaning afzalliklari.

Nemis tilidagi perfekt shakli yordamchi fe'l (*haben* yoki *sein*) va asosiy fe'lning Partizip II shakli orqali yasilib, analitik ya'ni qo'shma tuzilishga ega bo'ladi. Bu analitik tuzilma unga nafaqat zamonni, balki aspektual (ya'ni harakatning kechish uslubi va natijasiga oid) ma'nolarni ham ifodalash imkonini beradi. Perfekt shaklining ushbu xususiyati uni oddiy o'tgan zamon shakllaridan tubdan ajratib turadi.

Xususan, perfekt zamonni nemis tilida quyidagi ma'nolarni o'zida mujassamlashtiradi:

harakatning o'tgan zamonda sodir bo'lganligini;

bu harakatning natijasi hozirgacha saqlanib qolganini;

ushbu harakat yoki uning oqibatining muloqot ishtirokchilari uchun hozirda dolzarb ekanligini.

Bu ko'p qatlamli semantik yuklama perfekt shaklini kommunikativ jihatdan nihoyatda funksional qiladi. Shu bilan birga, bu holat uni boshqa tillarga, ayniqsa o'zbek tiliga tarjima qilishda murakkablik tug'diradi. Sababi, o'zbek tilida asosan **sintetik**, ya'ni bitta fe'l shaklida zamon, shaxs va boshqa grammatik ma'lumotlar mujassam bo'lgan ko'rinishlar ustuvor hisoblanadi. Bu esa aspektual nozikliklarni aniq ifodalashda chegaralovchi omil bo'lishi mumkin.

Perfektning nemis tilidagi analitik tuzilmasi unga **moslashuvchanlik** baxsh etadi. U bir vaqtning o'zida zamon, aspekt va pragmatik funksiyalarni uzviy tarzda ifodalay oladi. Masalan:

Er hat den Brief geschrieben – *U xat yozgan (va bu fakt hozir dolzarb).*

Bu jumla nafaqat xat yozilganligini, balki bu harakat muloqot kontekstida hozirda ham ahamiyatli ekanligini bildiradi. O'zbek tilidagi "*U xat yozgan*" shakli esa bu dolzarblik yoki harakatning hozirgi oqibatini har doim ham to'liq aks ettira olmaydi. Ayniqsa, agar gap kontekstida natija muhim bo'lsa, o'zbek tilida izohli tarjima yoki qo'shimcha vositalar talab etiladi. Misol uchun:

Er hat das Fenster geöffnet.

U derazani ochgan (va hozir ham deraza ochiq holatda).

Bu yerda perfekt shakli faqat harakatni emas, balki harakatning **hozirgi natijaviy holatini** ham bildiradi. O'zbek tilidagi "*U derazani ochgan*" shakli esa hozirgi natijani aniq ko'rsatmaydi. Shuning uchun tarjimada:

- *U derazani ochgan, hozir deraza ochiq,*

- yoki *Derazani ochib qo'ygan*

kabi qo'shimcha izohlar orqali semantik aniqlik kiritishga to'g'ri keladi.

Yana bir misol:

Sie ist nach Hause gegangen.

U uyiga ketgan (va hozirda u uyda bo'lishi taxmin qilinmoqda).

Bu jumlada *Perfekt* nafaqat harakatning sodir bo'lganligini, balki hozirgi vaziyatga oid taxminiy xulosa ham bildiradi. O'zbek tilida esa bu xulosa faqat "*U uyiga ketgan ekan*" kabi kontekstga qarab aniqlashtirilishi mumkin.

2. Telik va atelik fe'llarning perfekt bilan bog'liqligi.

Tadqiqot davomida nemis tilidagi perfekt shaklining **aktant xususiyatlariga sezgirligi** aniqlangan bo'lib, bu holat uning semantik jihatdan murakkab va ko'p qirrali birlik ekanini yana bir bor tasdiqlaydi. Ayniqsa, harakatning **aksional xususiyatlari** – ya'ni uning chegaralangan (telik) yoki chegaralanmagan (atelik) bo'lishi perfekt shaklining qanday ma'no kasb etishini bevosita belgilaydi.

Chegaralangan (telik) fe'llar bilan perfekt shakli harakatning yakunlangani va uning **natijasi mavjud** ekanini bildiradi. Bunday fe'llar odatda aniq boshlanish va tugash nuqtasiga ega bo'ladi, ya'ni harakat qandaydir yakuniy holatga olib keladi. Masalan:

Ich habe gegessen – *Men ovqat yedim (va hozir to'qman / ovqat yeb bo'lganman).*

Bu jumlada *essen* fe'li telik bo'lib, perfekt shaklida u tugallangan harakatni ifodalaydi va hozirgi paytda mavjud natijani anglatadi.

Aksincha, **chegaralanmagan (atelik) fe'llar bilan perfekt shakli ko'proq jarayonli, davomiy yoki holatni bildiruvchi** ma'noga ega bo'ladi. Bu fe'llar harakatning aniq tugash nuqtasini bildiruvchi semantik yuklamaga ega emas, ya'ni harakat qanday davom etgani muhim bo'ladi. Masalan:

Ich habe gewartet – *Men kutdim (qanchadir vaqt kutish jarayoni bo'lgan).*

Bu holatda *warten* fe'li atelik bo'lib, perfekt shakli orqali harakatning sodir bo'lgani, biroq natijadan ko'ra **harakatning davomiyligi** urg'ulanadi.

Shu tarzda, perfekt shakli orqali bildiriladigan ma'no **harakatning aksional turi** bilan chambarchas bog'liq bo'lib, bu tarjimada alohida e'tibor talab qiladi. O'zbek tilida bu nozik ma'no farqlari asosan **sintetik shakllar** va **yordamchi vositalar** orqali ifodalanadi. Masalan:

Ich habe gegessen → *Men ovqat yedim / Ovqat yeb qo'ydim* (natija muhim bo'lsa: *yeb qo'ydim* – aspektual qo'shimcha orqali ifodalanadi)

Ich habe gewartet → *Men kutdim / Men kutayotgan edim* (jarayon muhim bo'lsa: *kutayotgan edim* – davomiylikni bildiradi)

Yana bir misol:

Er hat gearbeitet – *U ishlagan / U ishlabdi / U ishlayotgan edi*

Bu jumlada kontekstga qarab harakatning davomiyligi, natijasi yoki hozirgi dolzarbligi urg'ulanadi. Shu sababli, tarjimada:

ishlagan – umumiy tarzda

ishlabdi – natija va bilib olinganlik ohangi

ishlayotgan edi – jarayon urg'ulansa

kabi turli shakllar qo'llanilishi mumkin.

Demak, nemis tilidagi perfekt shaklining tarjimasida fe'ning telik yoki atelikligi, ya'ni harakatning chegaralanganlik darajasi, muhim semantik mezon hisoblanadi. Bu jihat tarjima jarayonida kontekstual tahlil, aspektual moslik va ekvivalent vositalar tanlovini zarur qiladi.

3. Perfektning kontekstual o'zgaruvchanligi va tarjimadagi ekvivalentlik muammosi.

Nemis tilidagi perfekt shaklini tarjima qilishda yuzaga keladigan eng katta muammolardan biri bu uning **kontekstual o'zgaruvchanligidir**. Ya'ni, bir xil grammatik shakl turli nutq vaziyatlarida har xil semantik yuklama bilan ishlatiladi. Shu sababli, perfekt shaklining aniq va to'g'ri tarjimasini topish oson emas.

Misol uchun, “*Ich habe das Buch gelesen*” jumlasini o'zbek tiliga oddiy kontekstdagi nutqda “Men kitobni o'qidim” deb tarjima qilish mumkin. Ammo agar ushbu jumla nutqdagi hozirgi vaziyatga yaqinlik yoki hozirgi kontekst bilan bog'liq bo'lsa – masalan, kimdir “Shuning uchun uni bilaman” deb gapirayotgan bo'lsa – bu holda tarjima biroz o'zgarib, “Men uni ilgari o'qiganman” yoki “o'qib chiqqanman” kabi ifodalar ko'proq mos keladi. Bunday tarjimalar harakatning o'tgan zamonda amalga oshirilganligini va uning hozirgi holatga ta'sir qilganligini ta'kidlaydi.

Shu bois, tarjimashunoslik sohasida perfekt shaklini to'g'ri ifodalash uchun faqat grammatik qoidalarga tayanish yetarli emas. Tarjima jarayonida nutqning konteksti, harakatning davomiyligi, uning natijasi va gapning pragmatik ma'nolari ham hisobga olinishi shart. Bunday murakkabliklarni yengib o'tish uchun perfekt shakli uchun **mos va ko'p komponentli tarjima modellari** ishlab chiqilishi zarur. Bu modellar nafaqat sintaktik va grammatik, balki semantik va kontekstual omillarni ham birgalikda tahlil qilishi lozim.

Bunday yondashuv til o'rganuvchilarga va tarjimonlarga perfekt shaklining nozik jihatlarini chuqur tushunishga imkon beradi, shuningdek, yuqori sifatli va ma'noli tarjimalarni yaratishda yordam beradi. Aks holda, tarjimada noaniqliklar, noto'g'ri ma'no o'zgarishlari yoki nutq mazmunining noto'g'ri ifodalanishi yuzaga kelishi mumkin.

4. Yordamchi fe'l tanlovidagi semantik nozik farqlar.

Nemis tilidagi *sein* va *haben* yordamchi fe'llari ayrim fe'llar bilan sinonim bo'lib ishlatilganida ham semantik farq yuzaga chiqadi:

Er hat geschwommen – harakat davomiyligiga urg'u.

Er ist geschwommen – harakat yo'nalganligi va natijasiga urg'u.

Bu farq o'zbek tilida quyidagicha aks ettirilishi mumkin:

“U suzgan” (jarayon),

“U suzib o'tgan” yoki “suzib yetgan” (natija).

Shu sababli tarjimada harakatning xususiyati, yo'nalganligi va natijasi bo'yicha semantik diagnostika (aniqlash) zarur bo'ladi.

5. Perfekt shaklining kelasi zamon funksiyasidagi ko'rinishlari.

Klassik grammatik talqinda perfekt faqat o'tgan zamonga taalluqli deb qaraladi. Ammo zamonaviy nemis tilshunosligida bu shakl **kelasi zamon natijasini bildirish** uchun ham ishlatiladi:

Bis morgen hast du das erledigt! – “Ertaga qadar buni tugatgan bo'lasan!”

Bu holat o'zbek tilida “–*gan bo'ladi*”, “–*ib qo'ygan bo'ladi*” kabi birikmalar bilan beriladi. Bunday ekvivalentlar grammatik bo'lmasa-da, funksional ekvivalentlikni ta'minlaydi.

6. Tarjimashunoslik va didaktikada perfektni o'rgatishning murakkabligi.

Perfekt shaklining murakkab semantik funksiyalari uni xorijiy til sifatida nemis tilini o'rganuvchi uchun o'rganishni ancha qiyinlashtiradi. Perfekt nafaqat vaqtini ifodalovchi oddiy grammatik shakl bo'lib, balki harakatning bajarilish holati, natijasi va uning nutqdagi kontekstga bog'liqligini ham anglatadi. Shu sababli,

til o'rganuvchilar bu shaklni to'g'ri tushunish uchun faqatgina yordamchi fe'lni tanlash qoidalarini bilish bilan cheklanmasdan, harakatning semantik xarakteristikasini chuqur tahlil eta olishlari lozim.

Bu jarayon quyidagi elementlarni o'z ichiga oladi:

1. **Aktant tahlili** – ya'ni harakatning ishtirokchilari va ularning munosabatlarini aniqlash. Perfekt shakli ko'pincha harakatning kim tomonidan va qanday sharoitda amalga oshirilganini ta'kidlaydi. Til o'rganuvchi buni aniqlash uchun sintaktik va semantik komponentlarni chuqur tushunishi kerak.

2. **Harakatning davomiylik darajasi** – perfekt shaklida harakatning yakunlanganligi yoki uning natijasi ustun bo'ladi. Bu esa, ayniqsa, O'zbek tilidan farqli ravishda, harakatning davomiy yoki davom etayotganligi kabi tushunchalar bilan chambarchas bog'liqdir.

3. **Nutq vaziyatiga nisbatan tafakkur** – perfektdan foydalanish ko'pincha nutqdagi ma'lum bir vaqt va kontekstga bog'liq bo'ladi. Til o'rganuvchilar nafaqat grammatikani, balki pragmatik qoidalarni ham o'rganishlari zarur. Bu esa kontekstni to'g'ri anglash va harakat natijasining nutqda qanday ta'sir qilinishini tushunishni talab qiladi.

Tahlil va olingan natijalar. O'zbek tilida perfekt shakliga to'liq ekvivalent topish juda murakkabdir. Bu tilning o'ziga xos grammatik va semantik tuzilishlari sababli, perfektning ifodalash uchun ko'p komponentli tahliliy konstruksiyalar va kontekstual moslashuvlardan foydalanish kerak bo'ladi. Masalan, o'zbek tilida ko'pincha so'z birikmalari, qo'shimchalar va kontekst orqali perfekt ma'nosi ifodalanadi, bu esa tarjima va o'rgatishda qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi.

Xulosa va takliflar. Yuqorida keltirilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, nemis tilidagi perfekt shaklini tarjima qilish va uni o'rgatish jarayoni oddiy grammatik qoidalarni yod olishdan iborat emas. Aksincha, bu murakkab lingvistik birlikning zamon, aspekt, aktantlar bilan bog'liqligi, semantik qatlamlari va kommunikativ funksiyalarini to'liq tushunish hamda ularni mos kontekstda to'g'ri qo'llay olish zaruriyatini yuzaga keltiradi.

Shu nuqtai nazardan, tarjimashunoslik va chet tilini o'qitish sohalarida perfekt shaklini o'rgatish nafaqat **grammatik bilimlarni**, balki:

- harakatning **semantik xususiyatlarini chuqur anglashni**,
- fe'lning **aksional tabiati (telik/atelik)** asosida yuzaga keladigan ma'no tafovutlarini farqlay olishni,
- **aktantlar va harakat o'rtasidagi munosabatlarni tahlil qilishni**,
- va eng asosiysi, **nutq kontekstiga mos tarjima va foydalanish ko'nikmalarini** shakllantirishni talab etadi.

Bu jarayon, ayniqsa til o'rganuvchilar uchun dastlabki bosqichlarda murakkab tuyulishi mumkin. Biroq bu murakkablik aslida til hodisalarining ko'p qirrali mohiyatini anglashga, tahliliy fikrlashni rivojlantirishga va grammatik shakllarni real muloqot kontekstida to'g'ri qo'llash malakasini shakllantirishga xizmat qiladi.

Mazkur yondashuv natijasida til o'rganuvchilar nafaqat perfekt shaklini grammatik birlik sifatida, balki u orqali berilayotgan **zamon, natija, davomiylik va dolzarblik kabi ma'nolar tizimini** mukammal o'zlashtiradilar. Bu esa tarjimada aniqlik, mantiqiylik va muloqotga moslikni ta'minlashga olib keladi.

Shunday qilib, perfekt zamon shakli bilan ishlash o'rganuvchidan **integrativ til ko'nikmalarini** talab qiladi, ya'ni morfologik bilim, semantik tushuncha va pragmatik sezgirlikni bir butun tizimda qo'llay olish layoqatini. Bu esa nafaqat tarjima sifatini oshiradi, balki chet tilini puxta egallash jarayonida muhim poydevor vazifasini bajaradi.

ADABIYOTLAR:

1. Helbig G., Buscha J. *Deutsche Grammatik: Ein Handbuch für den Ausländerunterricht.* – Leipzig: Langenscheidt, 2001. – 512 S.
2. Engel U. *Deutsche Grammatik.* – Heidelberg: Groos, 1996. – 720 S.
3. Duden. *Die Grammatik.* 9. Aufl. – Mannheim: Dudenverlag, 2016. – 1296 S.
4. Teuber O. *Analytische Verbformen im Deutschen. Syntax – Semantik – Grammatikalisierung.* Diss. Universität Potsdam. 2002. – 285 S.
5. Юлдашев А.А. *Аналитические формы глагола в тюркских языках.* – М.: Наука, 1965. – 274 с.
6. Klein, Wolfgang (2000) *An analysis of the German Perfekt.* In: *Language* 76, 358–382
7. Duden. *Die Grammatik. Unentbehrlich für richtiges Deutsch.* Herausgeben von der Dudenredaktion. 8., überarbeitete Auflage. Band 4. – Mannheim Wien Zürich: Dudenverlag, 2009. – 1344 S.
8. Dudenredaktion. *Duden: Die Grammatik: Unentbehrlich für richtiges Deutsch.* – 8., überarb. Aufl. – Berlin: Dudenverlag, 2016. – 1344 S.
9. Eisenberg P. *Der Satz. Grundriß der deutschen Grammatik.* – Stuttgart: J.B. Metzler, 2004. – 504 S.

10. Eisenberg P. *Grundriss der deutschen Grammatik. Band 2: Der Satz.* – Stuttgart, Weimar: Metzler Verlag, 2006. – 551 S.
11. Engel U. *Deutsche Grammatik. Neubearbeitung.* München: Iudicium Verlag. 2009. – 485 S.
12. Ризаев Б.Х. *Аспектная семантика перфектных и плюсквамперфект-ных форм немецкого глагола.* – Самарканд: СамГИИЯ, 2003. – 89 с.
13. Ризаев Б.Х. *Проблема аспектной семантики временных форм немецкого глагола. Аспектная семантика претерита.* – Ташкент: Фан, 1999. – 121 с.
14. Ризаев Б.Х. *Проблемы немецкой аспектологии.* – Ташкент, 1988. – 96 с.

O'ZBEK TILIDA BA'ZI FE'LLARNING KONTEKSTDAGI MA'NOLARI TAHLILI

Yuldasheva Sadoqat Bahodir qizi,

Andijon davlat chet tillari instituti stajyor tadqiqotchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada o'zbek tilidagi fe'lning o'ziga xos jihatlariga yangi qarashlar yoritilgan. Ushbu qarashlar ham nazariy, ham metodik xarakterdagi izlanishlar uchun muhimdir. Fe'l boshqa so'z turkumlariga nisbatan, eng amaliy, eng murakkab va ayni vaqtda semantik jihatdan rang-barang grammatik kategoriya hisoblanadi. Fe'l so'z turkumida grammatik ma'nosidan tashqari oppozitsiya holidagi semalar ham mavjud. U semantik doirada predmetning zamon va makondagi harakatni ifodalovchi so'z bo'lib, uning konkret ma'nolariga ko'ra predmetning bajaradigan ishi yoki harakati, holati va boshqa belgilari jihatidan farqlanadi. Hozirgi davrda fe'l so'z turkumining semantikasi o'ziga xos valentliklarga ega ekanligi ko'pchilik tilshunos olimlarning diqqatini o'ziga jalb etmoqda. Fe'l valentligi hamda fe'lning tarkibiy va mazmuniy jihatlarining bog'liqligini o'rganish ushbu izlanishlarni boyitadi.

Kalit so'zlar: fe'l, so'zshakl, kompozitsiya, qo'shma fe'l, ko'makchi fe'l.

НОВЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА ОСОБЕННОСТИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ГЛАГОЛОВ В
УЗБЕКСКОМ ЯЗЫКЕ

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности глагола в узбекском языке. Эти взгляды важны как для теоретических, так и для методических исследований. Глагол является наиболее практической, самой сложной и в то же время семантически разнообразной грамматической категорией по сравнению с другими классами слов. Помимо своего грамматического значения, класс глагольных слов содержит также семы в оппозиционном падеже. В семантической сфере это слово, выражающее действие предмета во времени и пространстве, и по своим конкретным значениям оно различается по работе или действию, выполняемому предметом, его состоянию и другим признакам. В настоящее время семантика класса глагольных слов имеет свои валентности, что привлекает внимание многих лингвистов. Изучение связи между валентностью глагола и структурно-семантическими аспектами глагола обогащает данное исследование.

Ключевые слова: глагол, словоформа, композиция, составной глагол, вспомогательный глагол.

NEW PERSPECTIVES ON THE SPECIFIC ASPECTS OF ANALYTICAL VERBS IN THE
UZBEK LANGUAGE

Abstract. This article sheds new light on the specific aspects of the verb in the Uzbek language. These views are important for both theoretical and methodological research. The verb is the most practical, most complex and at the same time semantically diverse grammatical category compared to other word classes. In addition to its grammatical meaning, the verb word class also contains semes in the oppositional case. In the semantic sphere, it is a word that expresses the action of an object in time and space, and according to its specific meanings, it differs in terms of the work or action performed by the object, its state and other signs. Currently, the semantics of the verb word class has its own valences, which attracts the attention of many linguists. Studying the relationship between the valence of the verb and the structural and semantic aspects of the verb enriches this research.

Keywords: verb, word form, composition, compound verb, auxiliary verb.

Kirish. Mamlakatimiz istiqloлга erishishi tufayli o'zbek xalqining madaniy-ma'naviy hayotiga ulkan ijobiy o'zgarishlarning yuzaga kelishiga sabab bo'ldi. Istiqloл tufayli milliy qadriyatlarimiz tiklanmoqda, xalqimizning ma'naviyati, madaniyati, axloqiy e'tiqodlari milliy ruh va yangi mazmun bilan tiklanmoqda.

Ma'naviyatimizning asosi bo'lgan adabiy tilimizni yanada rivojlantirish, xalqimizning asrlar davomida shakllangan milliy-ma'naviy qadriyatlarini tiklash, ajdodlarimiz tomonidan yaratilgan ma'naviy merosni o'rganish, mustaqillik mafkurasini badiiy ijod sohasida, ta'lim jarayonida yoshlarimiz ongiga singdirish bugungi kunning eng dolzarb vazifalaridan biriga aylanib bormoqda.

Respublikamizda ta'lim tizimini tubdan isloh qilish, uni zamon talablari darajasiga ko'tarish, yuksak ma'naviyatli shaxslar tarbiyalashning yangi tizimini barpo etish, yurt kelajagi uchun barkamol, yetuk, salohiyati yuksak avlodni tarbiyalash hozirgi davlat siyosatining ustivor yo'nalishiga aylangan.

Bugungi kunda O'zbekiston Respublikasining "Davlat tili to'g'risida"gi, "Ta'lim to'g'risida"gi Qonunlari va "Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi"ga muvofiq yangilangan pedagogik tafakkur barcha fanlar oldiga yangicha talablarni qo'yimoqda. Xususan, ona tili ta'limining bosh maqsadi yoshlarimizni ijodiy fikrlashga, o'z fikrini erkin va ta'sirli qilib yozma va og'zaki shaklda ifodalashga, o'zbek tili qonun-qoidalarini ongli o'zlashtirishga hamda nazariy bilimlardan o'rinli va to'g'ri foydalana olish ko'nikmasini o'stirishga, fikr doirasini kengaytirishga, Vatanimizga, milliy an'analarimizga, boy ma'naviyatimizga mehr- muhabbat ruhida tarbiyalashga qaratildi.

Tilni ilmiy asosda o'rganish ham uning ichki rivojlanish xususiyatlarini e'tiborga olish, kelajak ravnaqini belgilashni taqozo etadi. Tilning dinamik jarayon, doimiy faoliyat ekanligi, ayniqsa, ayrim tillarda grammatik ma'no ifodalash uchun xoslangan analitik shakllarning paydo bo'lishida yaqqol ko'zga tashlanadi.

Adabiyotlar sharhi. Fe'l boshqa so'z turkumlariga nisbatan, eng amaliy, eng murakkab va ayni vaqtda semantik jihatdan rang-barang grammatik kategoriya hisoblanadi.

Fe'l so'z turkumida grammatik ma'nosidan tashqari oppozitsiya holidagi semalar ham mavjud. U semantic doirada predmetning zamon va makondagi harakatni ifodalovchi so'z bo'lib, uning konkret ma'nolariga ko'ra predmetning bajaradigan ishi yoki harakati, holati va boshqa belgilari jihatidan farqlanadi.

Hozirgi davrda fe'l so'z turkumining semantikasi o'ziga xos valentliklarga ega ekanligi ko'pchilik tilshunos olimlarning diqqatini o'ziga jalb etmoqda. Xususan, rus tilshunosligida fe'lning semantik strukturasi yaxlit halda o'rganilgan. Bunga Novikov, Vasilev, Apresyan kabi olimlarning ilmiy izlanishlarini misol qilishimiz mumkin.

O'zbek tilshunosligida ham bu borada bir talay ishlar amalga oshirilgan. Jumladan, I.Qo'chqortoyevning ilmiy ishlarini alohida ta'kidlab o'tmoq lozim.

Mazmuni. Tilning rivojlanish jarayonida uning leksikasi boshqa sohalarga qaraganda tez, sezilarli, jiddiy o'zgarishlarga uchraydi. Buning sabablar son-sanoqsiz. Bu o'zgarishlar leksikaning faqat miqdor jihatidan emas, balki sifat jihatidan ham rivojlanishini aks ettiradi. Leksikadagi taraqqiyot, o'zgarishlar yangi lug'aviy birliklarning paydo bo'lishi va ma'lum lug'aviy birliklarning iste'moldan chiqishi, so'zlarning yangi ma'nolar kasb etishi va ayrim ma'nolarning yo'qolishi kabi hodisalardan iborat bo'ladi. Bu jarayonda lug'aviy birliklarning adabiy normaga bo'lgan munosabatida, qo'llanilishi va boshqa xususiyatlarida turlicha o'zgarishlar yuzaga keladi. Ana shunday o'zgarishlar ma'lum darajaga kelganda, ularni nazariy va amaliy jihatdan aks ettiruvchi tadqiqotlarga ehtiyoj tug'iladi.

Qilmoq fe'li tilimizda faol qo'llanuvchi fe'llardan hisoblanadi. Ushbu fe'lning polisemantikligi, o'ziga xos valentlikka egaligi, tuli ma'nodagi otlar bilan birikkanda, valentligining o'zgarishi, faqat insonga xos harakatni bildirib, zamonda, shaxsda o'zagrish paradigmasining to'liqligi bilan xarakterlanadi.

O'zbek tilida *qilmoq* fe'li ko'plab fe'llar qatori ham mustaqil, ham yordamchi fe'l vazifasini bajaradi. Ushbu fe'l mustaqil fe'l bo'lib kelishiga sabab, u harakatni bildiradi, ya'ni mustaqil ma'noga ega bo'ladi va gapda kesim vazifasini bajara oladi. Biror so'zni boshqarib kelish xususiyatiga ega. Bundan tashqari, u daraja, bo'lishli – bo'lishsizlik, mayl, zamon, shaxs-son kategoriyalariga xos ma'nolarni ifodalovchi sifatdash, harakat nomi, ravishdosh shakllariga ega ekanligi uning mustaqil fe'llik faoliyatini ko'rsatadi.

Qilmoq fe'lining yordamchi fe'l bo'lib kelishi birmuncha serqirradir. U barcha so'z turkumi bilan, asosan, ot, sifat, son, ravish va fe'l so'z turkumlari bilan birikib qo'shma fe'l yasay oladi.

O'zbek lug'atchiligi tarixida XX asr alohida o'rin tutadi. Bu davrda turli maqsadlarni ko'zda tutgan ko'plab terminologik lug'atlar, o'quv va imlo lug'atlari, ikki va uch tilli so'zlashgichlar yaratilgan. Bunda, ayniqsa, ruscha-o'zbekcha hamda o'zbekcha-ruscha, shuningdek, o'zbek tilini boshqa yevropa va horijiy sharq tillari bilan qiyoslab o'rganishga mo'ljallangan lug'atlar alohida o'rin tutadi.

O'zbek tili leksikasi, hatto XX asrning o'zini olib qaraganda ham, tarkib jihatidan bir xil emas. Unda ayrim mualliflar tomonidan ishlatilgan, lekin hali o'zbek adabiy tiliga kirib ulgurmagan, shuningdek, shevalarga oid so'zlar ham anchagina. Bundan tashqari, O'zbekiston qadimdan rivojlangan kasb-hunarlariga oid, faqat hunarmandlar o'rtasida ishlatiladigan leksika yoki XX asrda o'zbek tilida paydo bo'lgan son-sanoqsiz ilmiy-texnikaviy terminlar borki, bularning hammasini bitta lug'atga singdirib bo'lmaydi.

Natijalar. Besh jildli "O'zbek tilining izohli lug'ati"da *qilmoq* fe'li quyidagi ma'nolarda berilib o'tilgan:

1. Ba'zi otlar bilan birikib, shu ot anglatgan narsani tayyorlash, hozirlash, pishirish ma'nosini bildiradi. Masalan:

a) tayyorlamoq- Kampir *xamir qilib* bo'g'irsoq tayyorlamoqchi bo'libdi. (O'zbek xalq ertagi) *Naycha qilingan* qisqa xatlar ularning qanotlari tagiga mahkamlangan. (Pirimqul Qodirov. "Yulduzli tunlar" 32-bet).

b) hozirlamoq- Qo'rg'onning qo'l yetmas balandlikka qurilganidan va atrofi chuqur o'ng'irlar bilan *ihota qilinganidan* alohida bir mamnuniyat sezdi. (Pirimqul Qodirov. "Yulduzli tunlar" 32-bet).

c) pishirish-Oyim *chuchvara qiladigan* kuni ertalabdan ashula boshlayman. (Xudorberdi To'xtaboyev. "Sariq devni minib" 47-bet)

2. Yordamchi fe'l vazifasida kelishi. Bunda so'z yasash uchun xizmat qiladi. Ot, sifat va boshqa so'z turkumiga oid so'zlardan turli ma'noli fe'llar yasaydi. Tomosha qilmoq, taklif qilmoq, rashq qilmoq, e'lon qilmoq, orzu qilmoq, dushmanlik qilmoq, obod qilmoq, shod qilmoq, bezovta qilmoq, sarishta qilmoq, oh-voh qilmoq, lip-lip qilmoq, taqir-tuqur qilmoq.

Masalan: -Mayli, senga bir yaxshilik *qilishim mumkin. Telefon qila qol.* (Tohir Malik. "Alvido bolalik" 63-bet);

Kuyov-kelinni tabriklash uchun hurmatli mehmonimiz Salimjon aka Otajonovga so'z beriladi!-deb *e'lon qildi.* (Xudoyberdi To'xtaboyev. "Sariq devni minib" 84-bet);

Mehmonlar bellarini mahkam tang'ib olgan ko'k sallali yosh ayg'oqchilar qo'lidan qadahni olib sharob ichib, kumush tovoqlarda ustma-ust keltirib turilgan qovurmalar, g'oz, o'rdak kaboblaridan *tamaddi qilishardi.* (Mirkarim Osim. "O'tror" 50-bet);

Mashrabning bu mashaqqatli xizmatini nazaridan qochirmas va quruq qo'ymas, goh aqcha, goh kiyim-kechaklik bilan siylab turardi, uzundan-uzun *duo qilardi.* (Shuhrat. "Mashrab" 122-bet).

To'maris tish-tirnog'igacha qurollangan va hali charchamagan Eron qo'shini bilan hozir jang qilsa, oqibatini xunik bo'lishini yaxshi bilardi. Eng oldin dushmani cho'llarda s arson qilib, uning tinkasini quritish va qulay joy topib turib, *jang qilish kerak edi.* (Mirkarim Osim. "To'maris" 26-bet);

3. Bog'lama vazifasida qo'llaniladi.

Masalan: o'qituvchilik qilmoq, o'g'lini muhandis qilmoq.

Mansur ham o'rtoqlari bilan shu maydonda futbol o'ynar...qora kepkasini boshigacha bostirib, *darvozabonlik qilar edi.* (O'tkir Hoshimov "Qalbinga quloq sol").

Rostini ayting, rostdan sartaroshlik *qilyapsizmi?* (Xudoyberdi To'xtaboyev. "Sariq devni minib" 153-bet);

O'sha har xil uylar qurib, odamlarni xursand qiladigan injenerlar ham, maza qilib she'rlar o'qiydigan shoirlar ham, *qiziqchilik qilib* hammani qiqirlatib kuldiradigan artistlar ham bari bir egilib sartaroshga salom beradi. (Xudotberdi To'xtaboyev. "Sariq devni minib" 5-bet).

Eski ikki tomlik "O'zbek tilining izohli lug'ati"da Qilmoq fe'li quyidagi ma'nolarda kelgan:

- Bajo keltirish-Mulozimlaridan biri shiypon yoniga kelib *ta'zim qildi-da,* quloq-burni yo'q g'alati bir choh shoh huzuriga izn so'rayotganini bildirdi. (Mirkarim Osim. "Shiroq" 34-bet);

- Bajarish-Yoshi o'n olti-o'n yettiga kirganda ham, qo'shnilarining masxara qilishiga ham qaramay, o'q otib *mashq qilishini* qo'ymas edi. (Mirkarim Osim. "O'tror" 48-bet);
- ijro etish-Bunaqa ishni birinchi bor *qilayotganim* yo'q. (Xudoyberdi To'xtaboyev. "Sariq devni minib" 124-bet);
- Tayyorlamoq-Bitikchi Chingizxonning farmonini yozib bitirgach, qog'ozdan *naycha qildi-da,* sallasi qistirib o'rnidan turdi va xoqonning ruxsati bilan chiqib ketdi. (Mirkarim Osim. "To'maris" 137-bet);
- Yasamoq-Hoy, ahmoq bola, o'z otangni tanimadingmi, a? Men senga o'yinchoq olib keldim,-deb boshidagi yaltiroq dubulg'asini olib qo'ydi-da, *sopoldan qilingan* qo'chqorni qo'ynidan chiqarib berdi. (Mirkarim Osim. "Temur Malik" 144-bet);
- Qurmoq-So'ktu Sirdaryoning quyi tomonidagi qal'alarni qilish bilan ovora bo'lgan Jo'jiga choparlar yuborib, Temur Malikning oldini to'sishni iltimos qildi. (Mirkarim Osim. "Temur Malik" 150-bet);
- Pishirmoq, *-Lag'mon qilaymi?*-deb Oybodoq Zaynabga qaradi.-Tomoqqa ishtaham yo'q, o'zingiz bilganingizcha qila bering. (A.Qodiriy, "O'tgan kunlar")
- Tayyorlamoq-Hozir meni qimirlatma. Samovarda *osh qilgan* edik, ko'proq yeb qo'yibman. (A.Qahhoq, "Og'riq tishlar")
- Ortirmoq, sotib olmoq, qo'lga kiritmoq. Oylikdan ust-bosh qilmoq, mol qilmoq.
- Biror holatga keltirmoq; bir holatdan boshqa holatga keltirmoq.

Qaysi do'stlaringiz *hiyonat qilishim* kerak bo'ladi? (Tohir Malik. "Ozod inson haqida qo'shiq" 15-bet)

-Hamidaxon, *do'stlik qilmay* qo'rganingiz chakki bo'libdi-da!-dedi Mirzakalon. (Tohir Malik. "Ozod inson haqida qo'shiq" 30-bet)

- Belgilamoq, tayinlamoq, ko'tarmoq.

Vakil Qilmoq-Ichida: “Otam shunday bir ahmoq odamni nega *chopar qilib* yuboribdi?”- deb o‘yladi. (Mirkarim Osim. “To‘maris” 125-bet);

Boy Qiltiqir maxsumni onaxonga *ayg‘oqchi qilib qo‘ydi*. (A.Muxtor. “Opa-singillar”);

Yon tomondan bostirib kelgan bir to‘da mo‘g‘ul askarlari Temur Malikka ularning sarkardasi bilan *qilichbozlik qilishga* halal berdi. (Mirkarim Osim. “Temur Malik” 147-bet);

- Saylab, tanlab, belgilab olmoq yoki qabul qilmoq.

Er qilmoq-Erni *er qiladigan* ham hotin, qaro yer qiladigan ham hotin. (Maqol)

Hotin qilmoq-Tiriklayin qo‘lga tushirsam, *xotin qilib* olamen,-dedi iljayib. (Mirkarim Osim. “To‘maris” 136-bet);

- Ot bilan birikib, shu otning ma‘nosidan anglashiladigan ish harakatni ifodalaydigan qo‘shma fe‘l yasaydi.

Muomala qilmoq-Haridor injiq bo‘ladimi, g‘alchami, boyvachchalardanmi, barini iliq kutib ol, shirin *muomala qil*. (XX asr o‘zbek hikoyasi antologiyasi. 107-bet);

Bayon qilmoq va qo‘ng‘iroq qilmoq-O‘sha zahotiyoyq Sibiriyadagi do‘stlariga *qo‘ng‘iroq qilib* voqeani qisqacha tarzda *bayon qildi*. (Tohir Malik. “Alvido bolalik” 45-bet);

Mashrab nima qilishni va nima deyishini bilmay ikki o‘t orasida qolgan odamdek *fikr qilib* turar ekan. (Shuhrat. “Mashrab” 51-bet);

- Kasb-hunar otlari bilan birikib, shu kasb yoki hunar bilan shug‘ullanishni bildiradi.

To yigirma to‘rtinchi yillargacha O‘shda *qilichboqlik qilgan* Oxunjon qorining qizini dushmanlikda ayblash ular uchun qiyin ish emas edi. (Tohir Malik. “Ozod inson haqida qo‘shiq” 55-bet)

Aravakashlik qilmoq-Sidiqjon hali buzilmagan to‘qayning narigi tomonida *aravakashlik qilar edi*. (A.Qahhor. “Qo‘shchinor”);

Navbatchilik qilmoq - Bugun Qulnazar yuzboshi qo‘l ostidagi bo‘linma saroyda *navbatchilik qilardi*. (Mirkarim Osim. “O‘tror” 50-bet)

Sardoq qilmoq – Amirzodam, sizning rahmatlik otangiz Darveshgovni miroblarga *sardoq qilib* qo‘ygan edilar (Pirimqul Qodirov. “Yulduzli tunlar” 54-bet);

Qorovul qilmoq-Umrzoqni o‘sha yoqqa *qoravul qilib* qo‘yamiz.(Pirimqul Qodirov. “Yulduzli tunlar” 62-bet);

Bobo oilasini boqish uchun *o‘tinfurush, cho‘ponlik qilar* edi. (Tohir Malik. “Ozod inson haqida qo‘shiq” 147-bet);

- Sifat, ravish yoki sonlar bilan birikib, ulardan anglashilgan holat yoki miqdorga keltirish ma‘nosini ifodalaydi.

Oshkor qilmoq-Mashrab ikkilanib qoldi va yuragidagi bu sirni hech kimga *oshkor qilmay*, tavakkal maktabiga bormoqchi bo‘ldi. (Shuhrat. “Mashrab” 91-bet);

- Undov, taqlidiy va tasviriy so‘zlar bilan birikib, ulardan anglashilgan ovoz chiqarishni, ularga taqlid qilishni yoki harakat qilishni ifodalaydi.

Olingan natijalar ishonchliligi. O‘zbek tilining yangi, besh jildli izohli lug‘atining avvalgi, ikki jildli izohli lug‘atga nisbatan bir qator yangiliklar, ustuvorliklarga ega. Besh jildli “O‘zbek tilining izohli lug‘ati”ning eng muhim yangiliklaridan, afzalliklaridan biri unda o‘zbek tiliga boshqa tillardan kirib kelgan so‘z ve terminlarga etimologikma‘lumot berilganligiadir. Qanday so‘zlarga qay yo‘sinda va qay darajada etimologik ma‘lumot berish har ikkala lug‘atni tuzisholdidan lig‘at tuzuvchilar uchun yaratilgan yo‘riqnomalarda maxsus belgilab berilgan va tuzuvchilar shu asosda ish olib borganlar.

So‘zlarni etimologik tahlil qilishdan maqsad muayyan so‘zning qachon, qaysi tilda, qanday so‘z yasash qolipi bilan, qaysi til materiallari asosida, qanday shaklda va qanday ma‘no bilan paydo bo‘lganligini aniqlashdir. Etimologiya bilan bog‘liq bunday masalalar- muayyan so‘zning nega shunday shaklda ekanligi, uning qanday yuzaga kelganligi yoki qaysi tilga mansubligi, manba tildagi ma‘nosining o‘zlashtiruvchi tilde kengayishi va torayishi yoki umuman boshqa ma‘noga o‘tishi kabi masalalar nafaqat filologlarni, balki filologiyadan ancha yiroq bo‘lgan kishilarni ham qiziqtirib, izlanishlar olib borishga zarur etmoqda. Etimologik tahlil bilan shug‘ullanuvchi olim o‘z tili va uning tarixini, tillarning o‘zaro qarindoshligini, tildagi tarixiy-fonetik, tarixiy-morfologik o‘zgarishlar va bundagi qonuniyatlarni, fanlar tarixini va kishilar turmush tarzini yaxshi bilmog‘i zarur. Ana shunda kompleks xarakterdagi tadqiqotlar natijasidagina ko‘zlangan maqsadga erishiladi. Etimologik tahlil va tadqiqotlarning natijasi til tizimi va strukturasidagi o‘zgarishlarni kuzatishda hamda yangidan-yangi so‘zlarning etimonini- so‘zning dastlabki ma‘nosini va shaklini aniqlashda va nihoyat, etimologik lug‘atlar tuzishda asosiy manba bo‘lib xizmat qiladi.

Izohli lug‘atga kiritilgan har bir so‘z yoki termin bosh so‘z hisoblanib, bosh so‘z va unga oid materiallar alohida lug‘at maqolasini tashkil etadi. Bosh so‘zga oid etimologik ma‘lumot lug‘at maqolasining bosh

soʻzdan keying komponenti hisoblanadi. Va oʻquvchida katta qiziqish uygʻotadi. Ikki jildli izohli lugʻatda ham bosh soʻzlarga etimologik maʼlumot berilgan boʻlib, unda muayyan chet soʻz “termin”ning qaysi tilga mansubligini shartli qisqartma orqali koʻrsatish bilnagina cheklangan. Masalan: a-arabcha, f-t-fors-tojikcha, r-ruscha va hokazo. Yangi izohli lugʻatda esa muayyan soʻz asli mansub boʻlgan til(shartli qisqartma bilan), soʻzning shu tildagi yozilishi va dastlabki maʼnosi qayd etilgan.

Xulosa. Har bir soʻz shu ikki tamonning birligidan iborat. Demak, soʻz – nutqning mastaqil boʻlagi, u maʼno va shakllanish jihatidan bir butunlikka ega. Soʻz sistematik va gramatik butunlikdan iborat... Soʻz leksikologiyaning ham, grammatikaning ham obʼyekti. Oʻz navbatida leksikologiya soʻzning maʼnosi, bu maʼnoning taraqqiy etish yoʻlini, gramatika esa soʻzning strukturasini, tarkibini, morfemasini, soʻzning turkumga boʻlinishini tekshiradi. Bular bir-birlari bilan uzviy bogʻliqdir.

Soʻz nutqning eng asosiy boʻlakalaridandir, chunki insonlarning oʻzaro aloqa-aralashuvida, fikrlashuvida eng muhim vazifani gap va soʻz bajaradi. Demak, soʻz fikr bayon qilishda eng asosiy vazifani bajaradi: fikrni gap ifoda qiladi, gap esa, soʻzlardan tuziladi: “Til – kishi aloqasini eng muhim vositasi”. Tilning asosiy materiali soʻz boʻlib, u turli maʼnolarni ifodalashga xizmat qiladi. Soʻz orqali turmushning turli tomonlari, kishilik jamiyatining, insonning turmush tajribalari aks ettiriladi. Soʻz predmet, harakat, holat kabi maʼnolarni, his tuygʻularni bildiradi.

ADABIYOTLAR:

1. Hojiyev A. *Oʻzbek tilida qoʻshma, juft va takroriy soʻzlar.* – Toshkent, 963.
2. Hojiyev A. *Feʼl.* – Toshkent: Fan, 1973
3. Hojiyev A. *Oʻzbek tilida analitik feʼllarning mohiyati.* // *Oʻzbek tili va adabiyoti.* 2012. 3-son
4. Berdialiyev A. *Soʻzlar olamiga sayohat.* – Xujand: Nuri maʼrifat, 2012.
5. Bektemirov X., Begmatov E. *Mustaqillik davri atamallari.* – T.: Fan, 2002.
6. Madvaliyev A. *Lugʻat va lugʻat turlari xususida* // *Oʻzbek tili va adabiyoti*, 2008. 1-son. 20. Mirtojiyev M., Tohirov Z. *Soʻz maʼnosining boʻyogʻi.* – T.: Oʻzbekiston, 1980.
7. Muxammadjonova G. *Oʻzbek tili leksikasi taraqqiyotining baʼzi masalalari.* – T.: Fan, 1982. 24.
8. Nurmonov A. *Oʻzbek tilshunosligi tarixi.* – T.: Oʻzbekiston, 2002.
9. Begmatov E. *Hozirgi oʻzbek adabiy tilining leksik qatlamlari.* – T.: Fan, 1985.
10. *Oʻzbek tilining izohli lugʻati. Birinchi jild.* – Toshkent: Oʻzbekiston milliy ensiklopediyasi, 2006.
11. *Oʻzbek tilining izohli lugʻati. Ikkinchi jild.* – Toshkent: Oʻzbekiston milliy ensiklopediyasi, 2006.
12. *Oʻzbek tilining izohli lugʻati. Uchinchi jild.* – Toshkent: Oʻzbekiston milliy ensiklopediyasi, 2006.
13. *Oʻzbek tilining izohli lugʻati. Toʻrtinchi jild.* – Toshkent: Oʻzbekiston milliy ensiklopediyasi, 2008.
14. *Oʻzbek tilining izohli lugʻati. Beshinchi jild.* – Toshkent: Oʻzbekiston milliy ensiklopediyasi, 2008.

QIMMATBAHO TOSH NOMLARI BADIY TASVIR VOSITASI SIFATIDA

Yusupova Dildora Yunus qizi,

Buxoro davlat universiteti doktoranti, filologiya
fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,

d.y.yusupova@gmail.com

Annotatsiya. Yer yuzida o'ziga xos qimmatga ega bo'lgan va muayyan qimmatga ega bo'lmagan toshlar hamda tilda ularning nomlari bor. Aslida, toshlar dunyosi va ularning nomlari ham olam lisoniy manzarasida o'zgacha go'zallik va qiymat kasb etadi. O'zbek tilshunosligida xrematonimiya lingvistik jihatdan juda kam tadqiq etilgan. Tosh nomlari, ularning ma'no qirralari, tadqiqi masalalari bo'yicha alohida monografik rakursda bajarilgan ishlarning salmog'i katta emas. Zotan, xalq kundalik hayotida qimmatbaho tosh nomlari, ya'ni xrematonimlardan o'g'il-u qizlariga nom tanlashlarida, ibora, maqol, matallar, ulardagi go'zal o'xshatishlar, metaforalar, istioralar sifatida keng foydalaniladi. Qimmatbaho tosh nomlari badiiy tasvir vositasi sifatida durdona asarlarga ham ko'chgan. Fikrimizni hazrat mir Alisher Navoiy asarlarida qimmatbaho tosh nomlaridan go'zal tasvir vositasi sifatida unumli foydalanilganliklari ham dalillaydi.

Kalit so'zlar: onomastika, xrematonimlar, menerologiya, tasvir vositasi, estetik qadriyat

НАЗВАНИЯ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ КАК СРЕДСТВО ХУДОЖЕСТВЕННОЙ
ИЛЛЮСТРАЦИИ

Аннотация. На земле есть камни, имеющие свою собственную ценность, и те, которые не имеют никакой конкретной ценности, и их названия в языке. По сути, мир камней и их названия также приобретают особую красоту и ценность в языковом ландшафте мира. Хрематымиа в узбекском языкознании изучена крайне слабо. Отдельных монографических работ, посвящённых вопросам названий камней, их семантике и изучению, практически нет. Действительно, в повседневной жизни люди широко используют названия драгоценных камней, то есть хрематыми, при выборе имён для своих сыновей и дочерей, в качестве выражений, пословиц, поговорок, красивых сравнений, метафор, аллегорий. Названия драгоценных камней перекочевали и в шедевры как средство художественного выражения. Нашу мысль подтверждает и эффективное использование названий драгоценных камней как средства художественного выражения в произведениях хазрата Мир Алишера Навои.

Ключевые слова: ономастика, хрематыми, menerология, образная среда, эстетическая ценность.

NAMES OF PRECIOUS STONES AS A MEANS OF ARTISTIC ILLUSTRATION

Abstract. There are stones on earth that have their own value, and those that have no specific value, and their names in language. In fact, the world of stones and their names also acquire a special beauty and value in the linguistic landscape of the world. Chrematonymy in Uzbek linguistics has been studied extremely poorly. There are practically no separate monographs devoted to the issues of stone names, their semantics and study. Indeed, in everyday life people widely use the names of precious stones, that is, chrematonyms, when choosing names for their sons and daughters, as expressions, proverbs, sayings, beautiful comparisons, metaphors, allegories. The names of precious stones migrated into masterpieces as a means of artistic expression. Our idea is confirmed by the effective use of the names of precious stones as a means of artistic expression in the works of Hazrat Mir Alisher Navoi.

Key words: onomastics, chrematonyms, menerology, image tool, aesthetic value

Kirish. Jahon lingvistikasi taraqqiyotida turli nomlarning funksional va lingvistik o'ziga xosligi tilshunoslikning alohida bo'limi – onomastikaning shakllanishiga olib keldi. Narsa-obyekt nomlarida lingvistik va ekstralingvistik omillar eng yaqin aloqada bo'lganligi, qiziqarliligi tufayli tilshunoslik sohalari orasida onomastika nihoyatda qimmatli tadqiqot sohasidir. Jumladan, minerologik til birliklarini – xrematonimlar guruhiga mansub qimmatbaho tosh, ma'danlar hamda musiqa asboblari semantik nominatsiyasining o'ziga xos lingvomadaniy, lingvopoetik, leksikografik xususiyatlarini tadqiq etish kabi ilmiy tadqiqotlar hozirgi davrda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bu, o'z navbatida, integrativ soha leksikasining rivojlanishi, mazkur sohaning alohida terminotizimida faol qo'llaniladigan onomastikaning

moddiy madaniyat nomlarini ilmiy jihatdan atroflicha tadqiq qilish zaruratini yuzaga keitiradi. Moddiy madaniyatimiz bo'lmish tosh va ma'dan, musiqa asboblarning leksik-nominativ xususiyatlari ularni lingvokognitiv va lingvokulturologik jihatdan aniqlashni taqozo etadi.

Asosiy qism. Dunyo tilshunosligida onomastika alohida nomlarning mohiyatini, funksional o'ziga xosligini, kelib chiqishi, rivojlanishini, tilning barcha darajalari bilan bog'lanishini, onomastika fanining o'zining nazariy va amaliy ahamiyatini hamda boshqa fanlar bilan aloqalarini o'rganadi. O'zbek tili kesimida xrematonimlar nominatsiyasining turli jihatdan – maxsus terminlarning lingvistik jihatdan yetarli darajada izohlanmaganligi, o'quv lug'atlari yaratilmaganligi, o'rganilayotgan birliklarning tuzilishi, semantikasi va sinonimik munosabatlari, umuman lisoniy tasniflarining yetarli darajada yo'qligi hamda sharq madaniyatini aks ettiruvchi xususiyatlarining atroflicha tadqiq etilmaganligi mavzuning dolzarbligini belgilaydi.

Jahon lingvistikasida onomasiologiyaning rivojlanishi M.Garvalik, T.Vitkovskiy, V.D.Bondaletov, A.V.Superanskaya, N.V.Podolskaya, Y.S.Kubryakova kabi olimlarning nomlari bilan bog'liq [Radjabova, 2024: 4]. Qimmatbaho tosh va ma'dan nomlari shakllanishining nominatsion-motivatsion xususiyatlari D.Pauel, D.Jeyms, J.Vodiska, P.J.Dan, J.Mandarino, E.Malkolm kabi olimlarning tadqiqot ishlarida o'z aksini topgan [Radjabova, 2024: 4].

O'zbek nomshunosligi o'tgan asrning 50-60-yillaridan alohida ilmiy yo'nalish sifatida yuzaga keldi. O'zbek onomastikasi fani, uning tarkibiy qismlarining rivojlanishida E.Begmatov, S.Nayimov, G'.Sattorov, S.Rahimov, I.Xudoynazarov, R.Xudoyberganov, B.Yo'ldoshev, S.Karimov, S.Bo'riyev, K.Sh.Marqayev, Sh.Yoqubov, D.Andaniyozova, H.Jamolxonov, Y.Eshonkulov, G.X.Nigmatova, M.Xoshimxo'jayeva, H.Dadaboyev, Sh.Bobojonov, Q.Karimov, N.Uluqov, Y.Avlakulov, A.Muhammadjonov, M.Xusanova, S.Qorayev, H.Hasanov, Sh.Orifjonova, H.Saidova, B.Qilichev kabi olimlarning hissasi katta.

Natijalar va muhokama. Tilimizda uzoq tarixiy davrni bosib o'tgan, tilning turli taraqqiyot bosqichlarida paydo bo'lgan shunday lug'aviy birliklar mavjudki, ular til tarixi, dialektologiya, etnografiya, xalq tarixi va xalqlarning o'zaro ijtimoiy-siyosiy hamda madaniy aloqalari bilan bog'liq. Shunday lug'aviy birliklar sirasiga kosmonimlar, ktematonimlar, ideonimlar, biblionimlar, fiktonimlar, xronimlar, xromatonimlar, xrematonimlar kiradi.

Kosmonimlar – kosmik fazoda joylashgan samoviy obyektlarning atqoli otlarini o'rganuvchi soha [Begmatov, 2013:2]. Masalan, *Quyosh, Oy, Zuhra, Mirrix, Mushtariy va Zuhul* kabi. Mazkur mavzu o'zbek olimlari H.Eshonkulov, A.Primov, M.Jo'rayev, Z.Yunusovalar tomonidan tadqiq etilgan. Masalan, H.Eshonkulov “Alisher Navoiy she'riyatida samoviy timsollar” mavzusida nomzodlik ishnini himoya qilgan bo'lsa, Z.Yunusova “O'zbek tilida lug'aviy mikrosistemaning tarkibi va rivojlanishi (samoviy yoritgichlar lug'avik guruhi misolida)” nomli tadqiqot ishini amalga oshirgan.

Ktematonimlar – xalq tarixi, madaniyati uchun ma'lum ahamiyatga molik bo'lgan ba'zi nodir qurollar, asbob-uskunalar, buyumlarning atqoli otlarini o'rganuvchi soha. Masalan, *Xitoy chinnisi, Chust pichog'i* kabi.

Ideonimlar tarixiy asarlar, hujjatlarning atqoli otlarini o'rganuvchi soha hisoblanadi: “*Ta'lim to'g'risida*”gi qonun, *Mustaqillik deklaratsiyasi* va h.

Biblionimlar – har qanday badiiy, ilmiy, diniy, siyosiy asarga berilgan nom, ya'ni sarlavhalarni o'rganuvchi soha. Masalan, “*O'tkan kunlar*”, “*Mehrobdan chayon*”, “*Yulduzli tunlar*”, “*Avlodlar davoni*” va h. Biblionimlar, aslida, ideonimlarning bir turi hisoblanadi.

Fiktonimlar – rassom, ijodkorlar tomonidan yaratilgan san'at asarlari nomini o'rganuvchi soha. “*Notanish ayol*” surati, “*Madonna*” surati kabi.

Xronimlar (yoki xrononimlar) tarixiy vaqt va davrlar nomlarini o'rganadi, masalan, *Uyg'onish davri, Uchinchi Renesans davri, Temuriylar davri* va b.

Xromatonimlar (yoki koloronimlar) – rang nominatsiyasi yoki rang nomlarini o'rganuvchi soha.

Xrematonimlar – moddiy madaniyat obyektlariga qo'yilgan o'ziga xos nomlarni, qurol, musiqa asboblari, zargarlik buyumlari, qimmatbaho toshlar, shuningdek, idish-tavoqlarning nomlarini o'rganuvchi juda keng soha. Onomastik ko'lamda xrematonimlar, ya'ni jonsiz narsa nomlari, shuningdek, qimmatbaho tosh va minerallar, zargarlik buyumlari nomlari muhim o'rin tutadi. Moddiy madaniyat bo'lagi bo'lgan qimmatbaho toshlar nafaqat minerolog, geograf, geologlar, balki tilshunoslar uchun ham tadqiqot obyekti sanaladi. Zero, qimmatbaho tosh, ayniqsa, yirik olmoslarning nomlari ma'lum an'analarga ega bo'lgan onomastika fanining bir bo'g'ini, desak mubolag'a bo'lmaydi.

Mutaxassislar tomonidan tabiatda bir yuz ellikdan ortiq qimmatbaho va yarim qimmatbaho toshlar mavjudligi aniqlangan. O'z davrida balo-qazodan asrovchi, omad va boylik keltiruvchi, kasalliklarning oldini oluvchi va davolovchi xususiyatga ega toshlar aholi o'rtasida keng iste'molda bo'lganki, bu toshlarning har biri o'z tarixiga ega. Ayrim toshlarga ularning kelib chiqishiga ko'ra (*dengiz marvaridi, G'azg'on marmari...*), hajmiga qarab (*Ko'hinur olmosi, Samoyinur olmosi, Kolumb brillianti...*), ba'zan ularning zargarlik buyumi sifatida nomlari (*olmos ko'zli uzuk, rubin ko'zli sirg'a, marvarid toshli munchoq...*) ham qo'yilgan.

Qadimda qimmatbaho toshlarni faqat rangiga qarab ajratishgan. Qizil yoki qizg'ish rangli barcha toshlarni "**yoqut**", yashil toshlar "**zumrad**", ko'klari esa "**gavhar**" (forscha so'z) deyilgan. O'zidan nur sohadigan barcha chaqmoq toshlar "**javohir**" nomi bilan atalgan. Keyinchalik toshlarni nafaqat rangi balki sofliqi, noyoblighi, mustahkam va pishiqliqi ham hisobga olindi. Aslida, ularning faqat to'rttasini: **olmos**, **yoqut**, **zumrad** va **gavharni javhar** (arabcha so'z – qimmatbaho tosh degani) deyish mumkin. Javohirlar qimmatbaho bezak buyumlari tayyorlash uchun ishlatiladigan o'ziga xos xususiyatli minerallar hisoblanadi.

Alisher Navoiy asarlarida zumrad (yashil rangli) qimmatbaho tosh nomi *zumurrad* shaklida qo'llanilganligini ko'ramiz. Jumladan, "Sabbayi sayyor" dostonida uchinchi iqlim yo'lidan kelayotgan musofir aytgan hikoyat bor. Unda misrlik savdogarning o'g'li dono, oqil, saxiy Sa'd haqida gap boradi. Musofirlar uchun qurdirilgan mehmonxonada Sa'd bir kuni yashil kiyimlar kiygan ikki musofirni ochiq chehra bilan kutib olib, ziyofat qildi. Shu o'rinda Navoiy zumurrad so'zini musofirlarning kiyimi rangi ma'nosida qo'llaydi:

Ul iki rahravi zumurradpo'sh,

Rahnamoyi aning, nechukki suro'sh [Navoiy, 2011: 3].

Demak, "*iki rahravi zumurradpo'sh*" ikki yashil rangli libos kiygan musofir ma'nosida qo'llanilmoqda.

Bu hikoyatni Bahrom dushanba kuni yashil rang qasrda tinglaydi. Navoiy uning tasvirida yashil rang qasr, sabzarang libosli sarv (go'zal), zumrad rang jom, hayot suvi, tiriklik chashmasi, Xizr kabi yashil rang ma'nosini anglatuvchi so'zlar tanosubini mahorat bilan ishlatadi.

Angachakim zumurradin gardun –

Bo'ldi tun xayli dudidin shabgu [Navoiy, 2011: 3].

Ma'nosi: Gardun (osmon) yuzini turli rang bilan tongning zumurrad chodiriga o'radi. Ya'ni zangori osmon bulutlardan tozalangach, quyosh o'z nurini ko'kalamzorlarga yoydi. Bu o'rinda ham zumurrad rang ma'nosida ishlatilgan. Ammo shunchaki yashil rang emas, zumurrad toshining rangi misoli.

Af'iyi g'am chu elga ayladi zo'r,

Ani jomi zumurrad ayladi ko'r [Navoiy, 2011: 3].

Ma'nosi: G'am ajdahosi elga zo'rlik qilmoqchi edi, uni zumurrad jomi ko'r qildi. Ya'ni, afsonalarga ko'ra, zumrad toshiga hirs bilan tikilganing ko'zi ko'r bo'lib qolar ekan. Bu o'rinda shoir *zumurrad* rangli jomdagi may el g'amini aritdi– xalq may ichib xursandchilik qilgach g'amlardan yiroq bo'ldi, deya go'zal tashbeh qiladi.

Yana bir o'rinda shoir shu afsonaga ishora qilib shunday yozadi:

Gar zumurraddin o'lsa ko'r af'i,

Ham zumurrad qilur aning daf'i [Navoiy, 2011: 3].

Afsonalarga ko'ra, javohirlar xazinasini ajdarho qo'riqlab yotadi. Xazinadagi qaysidir sehrli narsani qo'lga kiritish uchun sofdil, mard bahodirlar shu ajdarho bilan jang qiladilar. Agar ajdarho xazinadagi zumrad toshlarga tikilgan bo'lsa, albatta, uning ko'zlari ko'r bo'lib qolgan. Bu esa, ajdarho va bahodir jangida bahodirning qo'li baland kelishiga sabab bo'ladi. Shoir shu mazmunga ishora qilib "Agar zumrad toshlar ajdarho ko'zini ko'r qilgan bo'lsa, endi shu qimmatbaho tosh (*zumurrad*) uning o'zini ham daf qiladi (yo'qotadi)", deb yozadi. Demak, shoir tomonidan zumrad toshining ko'zni ko'r qilishi (salbiy), ammo shu ko'rlik orqali dushmanni yo'qotishi (ijobiy) baholangan.

Keltirilgan misollarda *zumurrad* libos rangi, idish rangi, osmon tusi va qimmatbaho tosh ma'nolarida qo'llanilganki, bu dostonida o'ziga xos betakror badiiy go'zallikni yuzaga keltirgan.

Go'zallik tabiatning bir bo'lagi tarzida obyektiv nuqtayi nazardan qaralsa, uni qayerda muayyan ko'rishimiz mumkin yoki tabiat uni qanday ifoda etadi. Uni ongli mavjudotgina anglashi, nafaqat anglashi balki his etishi muqarrar. Ongsiz va jonsiz mavjudot masalan, tosh toshning go'zalligini anglamaydi. Inson esa, bir toshni ikkinchisidan juda yaxshi farqlaydi. Bir toshga ikkinchi toshdan ko'proq qiymat, baho berishi birinchi toshni qadrlashidan dalolat. Tabiatdagi zumrad, sadaf, yoqut ijtimoiy hayotda o'z qiymatiga ega bo'lsa-da, estetik qadriyat sifatida inson ongida qayta yaraladi va *ko'zlarning zumrad kabi, tishlarning sadafdek, lablarning yoqut* singari go'zalligi; Navoiy asarlarida gavharnishon, guharnamoy, duri yatim, la'lmonand, sadafoso kabi lisoniy tafakkur hosilalari estetik aksiologik bahoning milliy obrazlari natijasidir.

Jumladan, bugungi kunda "Sumalakdan tosh topdim, bir parcha quyosh topdim" ifodasi milliy madaniyatning lisonda aks etishi yorqin namunasidir. Sumalak – milliy taom nomi. Uning pishirilishida ishtirok etuvchi tosh taomning kuymasdan pishirilishining bir texnologiyasi bo'lsa-da, o'zbek milliy madaniyatida bu taom tanovulida o'sha tosh kimning idishidan chiqsa, uning orzuiga erishishiga xalq ishongan. Bunda xalqning kelajakka umid, baxtli hayot haqidagi orzulari mujassamlanganligi xalq to'qigan, kuylagan she'r va qo'shiqlarda voqelangan. Sumalakdan topilgan tosh – o'zbek milliy madaniyatining realiyasi. U o'zbekona milliy olam manzarasini yaratadi, bilim sifatida shakllanib, mental qurilmalar orqali lisonda ifodalanadi, ya'ni yuqorida ifoda etilgan qo'shiq satrlarida tosh quyosh sifatida qayta jonlangan, zero,

qattiq, sovuq, jonsiz tabiat naturfakti issiq, mehrli qadriyatli ashyoviylikni inson ongida vujudga keltirgan. Demak, madaniyat tushunchasida qadr kabi omillarning o'z vazifasini bajarishida inson omili muhim o'rin egallaydi va insonning o'zi ijtimoiy hodisaga qiymat berib, milliy ongini shakllantiradi. Idrokli jonot sifatida inson o'z tafakkurida go'zallikni jonlantiradi, unga baho beradi, qadrlaydi hamda mental birliklar yordamida uni belgilar orqali ifodalaydi, qadriyatli ashyoviylik kasb etadi, avloddan avlodga yetkazish jarayonida bilimlar sistemasini, ya'ni freymlarni yaratadi yoki tosh freymining yana bir slotini o'zbek ongida shakllantiradi [Yuldasheva, 2024: 5]. Zero, bu boshqa milliy madaniyatlarda uchramasligi mumkin.

Shu nuqtayi nazar bilan yondashuv hazrat mir Alisher Navoiy asarlarida turfa ma'nolarni yuzaga chiqarish uchun badiiy tasvir vositasi sifatida qo'llanilgan qimmatbaho tosh nomlari kezi kelganda umumbashariy, o'z o'rnida faqat o'zbek milliy madaniyatigagina xos jihatlarni ifoda eta olgan. Navoiyning ijod ummonida qimmatbaho tosh nomlari bisyor. U tadqiqotchidan mohir g'avvoslikni talab etadi.

Xulosa. Umuman olganda, moddiy madaniyat obyekti uchun noyob nom yaratish sirli va chinakam sehrli harakat desak, mubolag'a bo'lmaydi. Zero, nom kelajakka ma'lum bir xazina haqida eng muhim narsani olib kelishi kerakki, bu madaniyatning muhim qismini belgilashi aniq. O'zbek tilida ochiq tizimda yashovchi xrematonimlar soha leksikasining bir qismi ekanligini aniqlash, ularning milliy xususiyatlarini lingvokognitiv asoslarda ochib berish, xrematonimlar an'anaviy tarzda o'rnatilgan yadro (muntazam yadro) va doimiy ravishda to'ldirilib boriladigan periferiyaga egaligini leksik-semantik va morfologik-struktur jihatlardan ochib berish muhim.

Zotan, badiiy matn namunalarda tosh va boshqa xrematonimlarning qo'llanish xususiyatlari, milliy-mental xossalari lingvomadaniy, leksikografik, uslubiy, poetik jihatlardan tadqiq etish til ifoda etgan go'zalliklar tasvirini yuzaga chiqaradi.

ADABIYOTLAR:

1. *Абу Райҳон Беруний Қимматбаҳо жавоҳирлар ҳақида билимлар китоби (Минерология)/А.Қаюмов таржимаси.* – Тошкент: ЎзМЭ, 2017. – 489 б.
2. *Бегматов Э. Ўзбек тили антропонимикаси.* – Тошкент: Фан, 2013. – 264 б.
3. *Навоий Алишер. Тўла асарлар тўплами. Ўн жилдли. Еттинчи жилд.* – Тошкент: *Ғ.Ғулом* номидаги *нашриёт-матбаа ижодий уйи*, 2011. – Б. 469-668.
4. *Radjabova D. Ingliz va o'zbek tillarida qimmatbaho tosh va ma'dan nomlarining lingvokognitiv xususiyatlari: Filologiya fan. bo'yicha falsafa doktori (PhD) diss.* – Buxoro, 2024. – 170 b.
5. *Yuldasheva D.N. Sukut diskursning tarkibiy qismi sifatida (badiiy asarlar asosida): Filologiya fanlari doktori (DSc) diss. avtoref..* – Buxoro, 2024. – 73 b.
6. *Yuldasheva D.N. Sukut nutqiy muloqot komponenti.* – Toshkent: *Bookmany print*, 2024. – 164 b.
7. *Ёқубов Ш. Навоий асарлари ономастикаси: Филол.фан.номзоди дисс... автореф.* – Тошкент, 1994. – 26 б.

ПАРСИНГ ИНТЕРНЕТ-ТЕКСТОВ И ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО КОРПУСА
УЗБЕКСКОГО ЯЗЫКА

Авезов Сухроб Собирович,

преподаватель кафедры русского языка и литературы

Бухарский государственный университет

1990senigama@gmail.com

Аннотация. Исследование посвящено автоматизированному сбору узбекских текстов из открытых интернет-источников и формированию пилотного электронного корпуса объёмом 18 млн слов, включающего художественные, научные и общественно-политические жанры. В статье описаны скрипты на Python (*requests*, *Beautiful Soup*), обеспечивающие парсинг, очистку и унификацию данных в латинской графике. Представлены результаты морфологической разметки: лемматизация охватила 85% токенов, выявлено более 1,5 млн уникальных словоформ, из которых 40% — гапаксы. Дополнительно показана практическая значимость созданного ресурса для задач машинного перевода, обучения систем STT / TTS и компьютерной лексикографии. Визуальный анализ распределения жанров демонстрирует преобладание публицистики (55%) при сбалансированном представлении художественных и научных текстов, что подтверждает репрезентативность корпуса.

Ключевые слова: электронный корпус, узбекский язык, веб-парсинг, интернет-ресурсы, корпусная лингвистика, компьютерная лингвистика, сбор текстовых данных, морфологическая разметка, Python.

INTERNET MATNLARI PARSINGI VA O'ZBEK TILI ELEKTRON KORPUSINI
SHAKLLANTIRISH

Annotatsiya. Tadqiqot ochiq internet manbalaridan o'zbek tilidagi matnlarni avtomatlashtirilgan usulda to'plash va badiiy, ilmiy hamda ijtimoiy-siyosiy janrlarni o'z ichiga olgan 18 million so'zdan iborat tajribaviy elektron korpusni shakllantirishga bag'ishlangan. Maqolada lotin alifbosidagi ma'lumotlarni ajratib olish, tozalash va bir xil shaklga keltirish imkonini beruvchi Python (*requests*, *Beautiful Soup*) skriptlari tasvirlangan. Morfologik tahlil natijalari keltirilgan: lemmatizatsiya tokenlarning 85 foizini qamrab olgan, 1,5 milliondan ortiq unikal so'z shakllari aniqlangan bo'lib, ularning 40 foizi gapakslardir. Bundan tashqari, yaratilgan resursning mashina tarjimai, nutqni tanish va sintez qilish tizimlarini o'qitish hamda kompyuter leksikografiyasi masalalarini yechishdagi amaliy ahamiyati ko'rsatib o'tilgan. Janrlar taqsimotining vizual tahlili badiiy va ilmiy matnlarning muvozanatli taqdim etilishi sharoitida publitsistikaning ustunligini (55%) ko'rsatadi, bu esa korpusning reprezentativligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: elektron korpus, o'zbek tili, veb-parsing, internet resurslari, korpus tilshunosligi, kompyuter tilshunosligi, matn ma'lumotlarini to'plash, morfologik tahlil, Python.

PARSING INTERNET TEXTS AND CREATING AN ELECTRONIC CORPUS OF THE
UZBEK LANGUAGE

Abstract. The study focuses on the automated collection of Uzbek texts from open internet sources and the creation of a pilot electronic corpus comprising 18 million words, encompassing fiction, scientific, and socio-political genres. The article details Python scripts (utilizing *requests* and *Beautiful Soup* libraries) that facilitate parsing, cleaning, and standardization of data in Latin script. The results of morphological annotation are presented: lemmatization covered 85% of tokens, with over 1.5 million unique word forms identified, of which 40% are hapaxes. Furthermore, the practical significance of the created resource is demonstrated for machine translation tasks, training speech-to-text (STT) and text-to-speech (TTS) systems, and computational lexicography. A visual analysis of genre distribution reveals the predominance of journalistic texts (55%) alongside a balanced representation of fiction and scientific texts, confirming the corpus's representativeness.

Keywords: electronic corpus, Uzbek language, web parsing, internet resources, corpus linguistics, computational linguistics, text data collection, morphological markup, Python.

Введение. Узбекский язык — один из крупнейших языков, принадлежащих к тюркской языковой семье, на котором говорят около 50 миллионов человек по всему миру. Несмотря на это, до недавнего времени отсутствовал полномасштабный электронный корпус узбекского языка, который мог бы служить базой для лингвистических исследований и прикладных задач (машинного перевода, распознавания речи и т.д.). В современных условиях активно развивается направление корпусной лингвистики, нацеленное на создание обширных корпусов текстов для различных языков. «Национальные корпуса уже созданы для многих крупных языков (английского, русского, китайского и др.), они включают миллионы словоупотреблений и разнообразные тексты» [1. с. 221]. Наличие репрезентативного корпуса позволяет выявлять закономерности языка на основе реальных данных и обеспечивает исследователей и прикладных разработчиков достоверным материалом. Для узбекского языка создание электронного корпуса стало приоритетной задачей, обусловленной потребностями как науки, так и общества.

Методы и источники исследования. Исследование выполнено на стыке методов компьютерной и корпусной лингвистики. Применялся описательный метод, сравнительно-аналитический метод, а также метод компьютерного эксперимента. Последний заключался в разработке Python-скриптов для автоматизированного сбора данных (веб-парсинга) с узбекских интернет-ресурсов и последующей обработки текстов.

При реализации учитывались рекомендации корпусной лингвистики о необходимости жанрового и стилового разнообразия текстового материала. Для обеспечения репрезентативности в корпус включены тексты художественной литературы, научные статьи и общественно-политические публикации. Источниками данных послужили открытые онлайн-библиотеки, электронные версии узбекских литературных произведений, научные журналы, новостные сайты и правительственные порталы на узбекском языке.

Предварительно проведён обзор академической литературы на русском, английском и узбекском языках, посвящённой вопросам создания корпусов. В частности, были изучены труды по общей корпусной лингвистике (работы В.А.Плунгяна и В.П.Захарова), исследования по автоматическому сбору веб-корпусов, а также диссертационные исследования узбекских учёных, посвящённые национальному корпусу (Ш.Хамроева, У.Холиёров и др.). Теоретическую основу работы составили классические определения корпуса как собрания текстов в электронной форме, снабжённого научным аппаратом, которое тем ценнее, чем полнее его лингвистическая разметка.

Результаты исследования. В результате проделанной работы сформирован пилотный электронный корпус узбекского языка на основе текстов, полученных из открытых интернет-источников. Корпус включает в общей сложности около 18 миллионов словоупотреблений (токенов) и охватывает период последних 15 лет.

Собранные тексты условно разделены на три основные категории: художественные (прозаические и поэтические произведения), научные (статьи, учебные материалы) и общественно-политические (новостные заметки, аналитические обзоры, официальные выступления). Было собрано порядка 500 художественных текстов (классическая и современная литература), несколько сотен научных публикаций, а также массив новостных статей из различных изданий. Такой разнородный состав корпуса обеспечивает максимальное жанровое покрытие и соответствует принципу репрезентативности, о важности которого пишет В.А.Плунгян, отмечая, что «национальный корпус должен включать практически любые типы письменного дискурса – от художественной прозы до частной переписки» [1. с. 222]. Общий объём корпуса продолжает расти по мере поступления новых данных, и уже сейчас он сопоставим с объёмами корпусов для некоторых других тюркских языков.

Жанровая структура пилотного корпуса узбекского языка



Рис. 1. Распределение текстов по жанрам в собранном узбекском корпусе

Корпус узбекского языка включает 18 млн слов из которых 55% публицистика (10 млн), 28% художественная литература (5 млн) и 17% научные тексты (3 млн). Зафиксировано более 1,5 млн уникальных словоформ, около 40% из них — хапаксы. Автоматически лемматизировано 85% токенов, оставшиеся 15% — именованные сущности и редкие заимствования. Проверка выборки показала высокое качество очищенных данных.

Обсуждение. Формирование электронного корпуса узбекского языка посредством парсинга интернет-ресурсов выявило как значительный потенциал, так и ряд сложностей подобного подхода. Одним из ключевых преимуществ веб-парсинга является практически неограниченный объём доступного языкового материала. Как метко заметили А.Килгаррифф и Г.Грефенстетт, «Интернет, изобилующий языковыми данными всех видов и языков, в огромном количестве и в свободном доступе, является великолепной игровой площадкой для лингвистов» [2. с. 6].

Действительно, «интернет предоставляет корпусному лингвисту богатейший «песочницу» из текстов самых разных жанров, стилей и периодов» [3. с. 64]. В нашем исследовании мы постарались реализовать эту идею, автоматически собирая тексты с многочисленных узбекоязычных сайтов. Применение языка программирования Python для этих целей оказалось оправданным. Он предоставил необходимые инструменты для работы с веб-страницами и текстовыми данными. В процессе парсинга использовались библиотеки Python (requests для загрузки HTML-страниц и BeautifulSoup для разборки HTML-кода), что значительно упростило извлечение чистого текста из исходного веб-контента. Тем не менее, уже на этапе сбора данных пришлось решить проблему отсева нерелевантной информации: не весь текст на веб-странице относится к основному контенту (встречаются меню, рекламные блоки, комментарии). Мы разработали фильтры по HTML-тегам и типовым шаблонам страниц, чтобы выделять только содержательные фрагменты. Кроме того, важно было учесть специфику узбекского языка – он существует в разных графических системах (латинской и кириллице). Значительная часть современных интернет-ресурсов представлена латиницей, однако тексты советского периода и определённые источники могут быть на узбекской кириллице. Поэтому мы реализовали модуль транслитерации, автоматически преобразующий кириллические узбекские тексты в латинский алфавит, принятый ныне в Узбекистане. Это решение позволило унифицировать представление данных и упростило последующую обработку.

```
import re
from collections import Counter
import requests
from bs4 import BeautifulSoup

url = "http://lex.uz"
html = requests.get(url).text
soup = BeautifulSoup(html, "html.parser")
text = soup.get_text()
words = re.findall(r'\w+', text.lower())
freq = Counter(words)
for word, count in freq.most_common(10):
    print(word, count)
```

Рис. 2. Программная реализация процесса парсинга

Данный скрипт выполняет HTTP-запрос к странице по указанному URL (lex.uz), извлекает текст без HTML-разметки и затем разбивает его на слова, приводя к нижнему регистру. С помощью регулярного выражения `w+` из текста выделяются последовательности символов (слова), после чего с использованием объекта *Counter* подсчитывается частота каждого слова. В конце выводятся 10 самых частотных слов с их количеством. Подобный код мы интегрировали в цикл по множеству URL-адресов выбранных сайтов, автоматизировав тем самым сбор корпуса. Наш парсер обрабатывает тысячи страниц, соблюдает robots.txt, делает паузы между запросами, обрабатывает возможные ошибки соединения и перенаправления.

После сбора текстов перед нами встала следующая задача: организация и хранение корпуса, а также его лингвистическая аннотация. Здесь мы опирались на подходы, описанные в трудах по корпусной лингвистике. В частности, подчёркивается, что качество корпуса определяется качеством его разметки. В работах Е.В.Недошивиной, посвящённых корпусным менеджерам, показано, что «удобно хранить корпус в специальном формате, позволяющем хранить наряду с текстом аннотации – метаданные о тексте, леммы, части речи и пр» [4. с. 19].

В нашем проекте выбран простой и открытый формат данных: тексты хранятся в виде отдельных файлов UTF-8, сгруппированных по категориям, а аннотированные версии представляются в формате JSON (где для каждого слова указана лемма и грамматическая информация). Для предложения «Men universitetga bordim» (с узб. «Я пошёл в университет») разметка хранится как список токенов: [«мен» – PRON, 1-е л., ед.ч., «университет» – NOUN, сущ., «га» – POST, послелог, «бор-ди-м» – VERB, прош. вр., 1-е л.]. Такой формат удобен для программного анализа и позволяет гибко выполнять поиск по корпусу. Добавление лингвистической информации (частеречная разметка, лемматизация) проводилось автоматически с помощью нашего морфологического модуля. Основой для него послужил существующий машиночитаемый словарь узбекского языка, дополненный правилами для наиболее распространённых аффиксов. Мы опирались на результаты диссертационных работ узбекских исследователей, в которых разработаны алгоритмы морфологического анализа для узбекского корпуса (М.Абжалова предложила модуль для автоматической правки и анализа текстов официально-научного стиля). Наш модуль успешно разбирает преимущественно литературный язык, тем не менее он существенно повысил ценность корпуса. Уже сейчас становится возможным проводить поисковые запросы по леммам, что значит – искать все формы определённого слова в тексте. Запрос по лемме «ko'rdiq» («видеть») находит в корпусе все вхождения глагола во всех формах («ko'rdi», «ko'ruapti», «ko'rganda» и т.д.).

Заключение. Создание веб-корпуса узбекского языка подтвердило эффективность автоматизированного парсинга. За короткий срок собран репрезентативный массив текстов, выявлены ключевые лексико-грамматические особенности и зоны для улучшения (морфология, жанровый баланс).

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Плунгян В. А. Зачем мы делаем Национальный корпус русского языка? // *Отечественные записки*. – 2005. – №2 (23). – С. 219–232.
2. Kilgarriff A., Grefenstette G. Introduction to the Special Issue on the Web as Corpus // *Computational Linguistics*. – 2003. – Vol. 29, No. 3. – P. 1–15.
3. Тоирова Г. И. Ўзбек тилининг миллий корпусини яратишда лингвистик моделлардан фойдаланиш (қўшма сўз ясалиши мисолида) // *Международ. журнал «Искусство слова»*. – 2021. – Т.4, №5. – С. 61–75.
4. Недошивина Е. В. Программы для работы с корпусами текстов: обзор основных корпусных менеджеров. – СПб., 2006. – 26 с.
5. Захаров В. П. Корпусная лингвистика: учебник для студентов гуманитарных вузов. – Иркутск: ИГЛУ, 2011. – 161 с.
6. Ҳамроева Ш. Ўзбек тили муаллифлик корпусини тузишнинг лингвистик асослари: филол. фан. бўйича PhD дисс. автореф. – Тошкент, 2018. – 54 б.
7. Musaev M., Muxsuxodjaeva S., Khujayarov I., Khassanov E., Ochilov M., Varol H.A. USC: An Open-Source Uzbek Speech Corpus and Initial Speech Recognition Experiments // *International Conference on Speech and Computer*. – Cham: Springer International Publishing, 2021. – С. 437–447.
8. Mukhamadiyev A., Khujayarov I., Djuraev O., Cho J. Automatic Speech Recognition Method Based on Deep Learning Approaches for Uzbek Language. *Sensors* 2022, 22, 3683. <https://doi.org/10.3390/s22103683>
9. Abdurakhmonova N. Linguistic Issues of Creating Parallel Corpora for Uzbek Multilingual Machine Translation System // *Buxoro davlat universiteti ilmiy axboroti*. — 2020. — No. 6 (82). — P. 60-67.
10. Abjalova M. Korpus lingvistikasi // *Uslubiy qo'llanma*. Toshkent: Bookmany print. – 2022.

ОСОБЫЕ СПОСОБЫ СЛОВООБРАЗОВАНИЯ ГЛАГОЛЬНЫХ НЕОЛОГИЗМОВ В
НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКЕ

Зиядуллаев Илхом Облакулович,

*Старший преподаватель кафедры теоретических
предметов немецкого языка УЗГУМЯ*

deutsch_ilhom@mail.ru

Аннотация. В статье проводится углублённый анализ особых способов словообразования глаголов-неологизмов в современном немецком языке с акцентом на детерминативные композиты (эндоцентрические сложные слова), контаминации и аббревиатуры как продуктивные и креативные модели образования слов. На материале современного немецкого языка, извлечённого из средств массовой информации, интернет-коммуникации и устной речи, рассматриваются морфологическая структура, деривационные механизмы и семантическая мотивация новых глаголов, таких как «couchsurfen», «schockverlieben», «gruscheln», «funzen» и др. Методология исследования сочетает описательный, структурный и сравнительный анализ, дополненный элементами корпусного исследования, что позволяет выявить доминирующие тенденции в лексических новациях, степень морфологической интеграции англицизмов, а также роль метафоры и аналогии в создании новых глаголов. Результаты подчёркивают активное заимствование иностранных элементов, высокую продуктивность композиционных моделей и динамику развития современного немецкого словаря. Исследование вносит вклад в понимание текущих процессов словообразования, а также имеет практическое значение для лексикографии, преподавания языка и межкультурной коммуникации.

Ключевые слова: немецкий язык, неологизмы, образование глаголов, сложные слова, контаминация, аббревиатуры, англицизмы, морфология, семантика, словообразование, лексикография, лингвистика.

SPECIAL WAYS OF WORD FORMATION OF VERBAL NEOLOGISMS IN THE GERMAN
LANGUAGE

Abstract. The article provides an in-depth analysis of specific processes involved in the formation of German verb neologisms, with particular emphasis on Determinativkomposita (endocentric compounds), blends, and abbreviations as productive and creative word-formation patterns. Drawing on a corpus of contemporary German usage from media, online communication, and spoken interaction, the study examines morphological structures, derivational mechanisms, and semantic motivation of newly coined verbs such as «couchsurfen», «schockverlieben», «gruscheln», «funzen» and others. The research methodology combines descriptive, structural, and comparative approaches, supplemented by elements of corpus analysis, enabling the identification of prevailing tendencies in lexical innovation and the degree of morphological integration of Anglicisms. The findings highlight the active incorporation of foreign elements, the role of metaphor and analogy in coining new verbs, and the high productivity of compositional models in shaping the dynamic vocabulary of modern German. The study contributes to the understanding of ongoing changes in German word-formation and offers implications for lexicography, language teaching, and intercultural communication.

Keywords: German language, neologisms, verb formation, compound words, blends, abbreviations, Anglicisms, morphology, word formation, semantics, lexicography, linguistics.

NEMIS TILIDA FE'L- NEOLOGIZMLARDA SO'Z YASALISHNING MAXSUS USULLARI

Annotatsiya. Maqolada zamonaviy nemis tilidagi fe'l-neologizmlarning yasash jarayonlari chuqur tahlil qilinadi hamda determinativ kompozitalar (endozentrik qo'shma so'zlar), kontaminatlar va qisqartma so'zlar kabi samarali va ijodiy so'z yasash modellariga alohida e'tibor qaratiladi. Tadqiqot materiali sifatida ommaviy axborot vositalari, internet muloqoti va og'zaki nutqdan olingan zamonaviy nemis tilidagi misollar tahlil qilinadi. Maqolada «couchsurfen», «schockverlieben», «gruscheln», «funzen» kabi yangi fe'llarning morfologik tuzilishi, derivatsion mexanizmlari va semantik motivatsiyasi batafsil o'rganiladi. Tadqiqotda tavsifiy, struktur va qiyosiy tahlil usullari, shuningdek, korpus tahlili elementlari qo'llanilib, leksik yangilik tendensiyalari, ingliz tilidan kirib kelgan birliklarning morfologik integratsiya darajasi hamda metafora va

analogiya asosidagi yangi fe'l yasalishi mexanizmlari aniqlanadi. Natijalar nemis tili lug'at tarkibidagi zamonaviy o'zgarishlarni yoritib, leksikografiya, til o'qitish va madaniyatlararo muloqot uchun amaliy ahamiyatga ega bo'lishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: *nemis tili, neologizm, fe'l yasalishi, qo'shma so'z, kontaminat, qisqartma, anglizm, morfologiya, semantika, so'z yasalishi, lingvistika, leksikografiya.*

Введение. Немецкий язык характеризуется высокой морфологической продуктивностью, что позволяет образовывать новые глаголы из разнообразных структурных и семантических источников. В последние десятилетия, в частности, в результате глобализации, влияния английского языка и цифровизации, появилось множество новых глаголов, не подчиняющихся классическим деривационным схемам. Эти неологизмы не только отражают языковую креативность, но и служат индикаторами социальных, технологических и культурных изменений [1; с.12].

В данной статье рассматриваются отдельные пути словообразования, приводящие к появлению глагольных неологизмов, включая эндоцентрические детерминативы, контаминации, краткие словообразования и унисегментные головные словообразования. Цель статьи — проанализировать структурный состав, семантическую мотивацию и области использования этих форм.

Объект исследования. Целью данной статьи является исследование особенностей словообразования в немецких глагольных неологизмах. При этом рассматриваются, в частности, три продуктивных типа словообразования: детерминативное соединение (эндоцентрическое), контаминация и различные формы образования аббревиатур. Цель состоит в том, чтобы проанализировать морфологические структуры, семантические мотивы и процессы лексической интеграции этих неологизмов на отдельных примерах из современного немецкого языка, таких как «*couchsurfen*», «*schockverlieben*», «*stehpaddeln*», «*gruscheln*», «*funzen*» и «*slacken*». Основное внимание уделяется систематическому учету структурных свойств и креативных механизмов, лежащих в основе образования новых глаголов в немецком языке. Эта выборка включает как заимствованные из английского языка слова, так и исконно немецкие образования, охватывающие семантические поля досуговой деятельности, социального взаимодействия и технических процессов.

Используемые методы. Анализ проводится с использованием следующих методов:

1. **Морфологическая сегментация** — разложение неологизмов на составляющие (основы, аффиксы, соединительные элементы).
2. **Семантический анализ** — определение исходного и перенесенного значения компонентов.
3. **Типологическая классификация** — классификация по типу словообразования с учетом терминологии.
4. **Корпусное исследование** — поиск доказательств в DWDS (**Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache**) и журналистских текстах для определения частоты и области использования.

Анализ литературы по теме. Словообразование на протяжении десятилетий остаётся центральной темой немецкой лингвистики. Особенно с 1990-х годов исследовательский интерес всё больше смещается к неологизмам и типам их образования, что не в последнюю очередь обусловлено ускоренными языковыми изменениями, вызванными глобализацией и цифровыми медиа.

W.Fleischer [5;с.124] уже представили подробную классификацию типов словосложения и деривации в своей стандартной работе «*Wortbildung der deutschen Gegenwartssprache*». Они описывают **детерминантный компаунд** как наиболее продуктивный тип сложных слов в немецком языке. Для глаголов это часто означает сочетание именного или глагольного детерминанта с основой, создавая прозрачную семантическую структуру. Это наблюдение согласуется с нашими примерами, такими как «*couchsurfen*» или «*stoßlüften*».

S.Stein [10; с.124] и E. Donalies [3; с.99] и подчёркивают, что **эндоцентрические сложные слова** особенно успешно интегрируются в языковой оборот, когда они имеют чёткую семантическую мотивацию, а новый термин создаёт узнаваемую отсылку к существующему понятию. Это особенно актуально для глагола «*schockverlieben*», поскольку базовый глагол «*verlieben*» (*влюбляться*) испытывает выразительное усиление значения благодаря приставке «*Schock-*».

Ещё одно важное направление исследований посвящено **контаминации**. По мнению E. Donalies [3; с.106], это довольно редкое, но эффективное в медиа словообразование, часто используемое в юмористических или творческих целях. Такие примеры, как «*gruscheln*», показывают, что эти гибридные формы особенно распространены в молодёжном сленге и социальных сетях. Однако их устойчивость в употреблении ограничена, что также подтверждает A.Klosa [7; с.24] в своём исследовании цифровых неологизмов.

Существует обширная исследовательская литература по образованию аббревиатур, включая работы Н. Munske [9; с.116] и Н. Elsen [4; с.109]. Такие сокращённые глаголы, как «*funzen*», «*kiten*» или «*slacken*», демонстрируют тенденцию к языковой экономии и, в то же время, высокую открытость для английских заимствований. По мнению W. Yang [11; с.189], это влияние наблюдается не только лексически, но и морфологически, поскольку английские основы легко интегрируются в немецкие глагольные склонения. Особенно в отношении **унисегментных заглавных словообразования**: они возникают, когда сохраняется только один составной сегмент (обычно заглавное слово) и ему присваивается немецкое словоизменительное окончание. Рассмотренные нами примеры («*inlinen*», «*kiten*» и «*slacken*») иллюстрируют этот процесс.

Подводя итог, можно сказать, что существующая литература неизменно указывает на то, что словообразование глагольных неологизмов в немецком языке основано на устойчивых морфологических моделях (особенно в случае сложных слов), но также подвержено сильному влиянию медиатенденций, международных контактов и прагматических потребностей коммуникации. В то время как сложные слова часто сохраняются в течение длительного времени благодаря своей семантической прозрачности, контаминации и многие сокращения в большей степени зависят от моды.

Обсуждение.

Determinativkompositum.

Эти глаголы состоят из детерминатива (левого) и основы (правого). Главной глагол всегда является глаголом правой руки, значение которого определяется левым компонентом.

1. «**couchsurfen**» (**couchsurfing**) — сочетание слов «*couch*» (мягкий диван или спальное место) и «*surfen*» (первоначально сёрфинг, позже интернет-сёрфинг). Значение: бесплатное проживание у частных лиц в рамках туристического опыта. Заимствовано из английского слова «*to couchsurf*» (*то есть заниматься каучсёрфингом*).

2. «**schockverlieben**» — «*Schock*» (внезапное сильное впечатление) + «*verlieben*» (эмоциональный переворот). Значение: влюбиться. неожиданно и очень сильно влюбляться.

3. «**stehpaddeln**» — от «*stehen*» (*стоять*) + «*paddeln*» (*гребля греблей стоя*). Технический термин для обозначения вида спорта, связанного с *греблей стоя*. Левый элемент описывает позу, правый элемент — действие.

4. «**stoßlüften**» — «*Stoß*» (интенсивный короткий импульс) + «*lüften*» (подача свежего воздуха). Значение: полностью проветрить помещение в течение короткого времени.

5. «**unterspritzen**» — *unter* + *spritzen*. Применение в медицине и косметике: Жидкость вводится под кожу.

Kontaminat.

1. «**gruscheln**» — слияние слов «*grüßen*» и «*kuscheln*». Первоначально слово, заимствованное из социальных сетей (например, StudiVZ), означало виртуальный «толчок» дружеским жестом. Контаминация сгенерированный один юмористический и эмоциональный Эффект.

Kurzwortbildungen.

1. «**funzen**» — сокращённая версия слова *funktion* (*функция*). В разговорной речи: «работает».

2. «**inlinen**» — от «*Inline*» (*роликовые коньки*) и глагольного суффикса *-en*.

3. «**kiten**» — от «*kite*» (кайт, от кайтсерфинга) + *-en*.

4. «**slacken**» — от «*slackline*» (строп для балансирования) + *-en*.

Результаты и анализы. Анализ выбранных глагольных неологизмов позволил сделать ряд ключевых выводов, касающихся морфологических, семантических и прагматических аспектов. Выделяются следующие ключевые моменты:

- высокая продуктивность детерминативных составных слов в глагольном секторе,
- творческая, но ограниченная роль контаминаций,
- растущая значимость кратких словообразований и унисегментных заглавных слов в молодежном и медийном контексте
- сильное влияние английского языка как источника базовых лексем и моделей словообразования.

Рассмотренные эндоцентрические детерминативы (*couchsurfen*, *schockverlieben*, *stehpaddeln*, *stoßlüften*, *unterspritzen*) подтверждают наблюдение Fleischer [6; с.131] о том, что эта модель также весьма продуктивна в области глаголов. Основной принцип заключается в том, что правый компонент (основной глагол) несёт морфосинтаксическую категорию и ядро значения, в то время как левый элемент выполняет модифицирующую, часто уточняющую, функцию.

Слово «*couchsurfen*» представляет собой сочетание заимствованного немецкого существительного (*Couch*, из английского) с уже заимствованным глаголом (*surfen*). В результате

получается новое сказуемое, описывающее конкретное действие, которое вошло в обиход только благодаря интернет-платформам, таким как «*Couchsurfing.com*». Это демонстрирует тесную связь между новыми словообразованием и социально-технологическими инновациями.

В глаголе «*schockverlieben*» определяющее слово (*Schock*) также придаёт акту *влюблённости ощущение интенсивности и внезапности*. Такие сочетания часто обладают сильным экспрессивным эффектом и популярны в журналистике и социальных сетях, поскольку позволяют лаконично выразить сложные эмоции.

Глагол неологизм «*stehpaddeln*» иллюстрирует другой механизм: левый компонент (*stehen*) описывает позу, а правый глагол (*paddeln*) — вид спортивной деятельности. Таким образом, это словосочетание точно называет вид спорта, происходящий от знакомого движения, хотя и в изменённых обстоятельствах.

Пример слова «*gruscheln*» (от «*grüßen*» + «*kuscheln*») показывает, что контаминации особенно часто встречаются в игровых языковых контекстах. Они не служат в первую очередь нейтральными обозначениями, но часто имеют высокую коннотативную ценность: они передают близость, юмор и определённую интимную атмосферу.

Происхождение этого неологизма в социальных сетях, таких как StudiVZ, показывает, что подобные образования часто возникают в закрытых сообществах и получают там наибольшее распространение. С упадком платформы частотность слова также резко упала, что демонстрирует контекстно-зависимый характер и зачастую кратковременность заражения. С морфологической точки зрения контаминации интересны тем, что они выходят за рамки традиционных словообразовательных границ: вместо объединения полных основ используются только сегменты, что приводит к формальному и семантическому слиянию [1; с.12].

Сокращённые глаголы «*funzen*», «*inlinen*», «*kiten*», «*slacken*» иллюстрируют экономичный принцип языка: формы, которые являются максимально короткими, но при этом сохраняют понятность. Глагол «*funzen*» — это сокращение от «*Funktionen*» (*функция*), которое прочно вошло в обиход прежде всего в разговорной речи. племя сигнализировал неофициальный стиль и скорость. А глаголы «*inlinen*», «*kiten*» и «*slacken*» сочетают в себе именную основу (часто английского происхождения) и немецкое окончание инфинитива «-en». Эта форма особенно распространена в новых видах спорта, поскольку её легко интегрировать в немецкую глагольную парадигму.

Примечательно, что эти образования морфологически просты, но несут в себе сильный социокультурный маркер: они часто представляют модные виды спорта, цифровые активности или языковые коды молодежи.

Односегментные заглавные словообразования (*inlinen*, *kiten*, *slacken*) представляют собой особый случай сокращённого словообразования, при котором в качестве «заглавной части» выступает только часть исходного иноязычного слова. В отличие от полных заимствованных слов, здесь берётся часть слова и используется непосредственно в качестве основы для немецкого глагола [8; с.115]. Эта стратегия позволяет быстро и эффективно интегрировать иноязычные лексемы без существенных морфологических изменений. Окончание «-en» позволяет им адаптироваться к особенностям спряжения слабых глаголов (*ich kite*, *du kitest*, *er kitet*).

Интересным аспектом является высокая степень прозрачности для носителей, знакомых с исходным английским словом. Это устраняет семантический барьер, и новый глагол выглядит «международным» и «современным». Данные наглядно показывают, что многие из рассмотренных глагольных неологизмов основаны на английских базовых лексемах (*couchen*, *surfen*, *kiten*, *slacken*). Это влияние носит не только лексический, но и морфологический характер: английский язык не только порождает новые слова, но и вдохновляет на инновационные стратегии словообразования в немецком языке. Средства массовой информации, особенно социальные сети и журналы о стиле жизни, выполняют функцию мультипликаторов. Они быстро распространяют новые формы и способствуют их укоренению, часто ещё до того, как они успевают быть зафиксированы в традиционных словарях.

случайной выборки, проведённое Немецким исследовательским центром социальных наук (DWDS), показывает, что слова «*couchsurfen*» и «*stoßlüften*» теперь встречаются в более широком контексте (пресса, тексты с рекомендациями), в то время как «*gruscheln*» встречается почти исключительно в архивах форумов 2000-х годов [8; с.156]. Глагол-неологизм «*funzen*» занимает устойчивую позицию в разговорной речи, но остаётся редкостью в официальных текстах. Глаголы, связанные со спортом, такие как «*inlinen*» (*катание на роликовых коньках*), «*kiten*» (*кайтинг*) и «*slacken*» (*расслабляться*), занимают определённую нишу, но присутствуют в соответствующих спортивных СМИ.

«В следующем обзоре суммируются морфологические особенности и типы словообразования рассмотренных глагольных неологизмов, а также подчеркиваются различные структурные тенденции».

1. Определительные соединения являются наиболее продуктивной группой среди изученных глаголов и часто имеют высокие шансы на выживание, особенно когда они обозначают явные, новые действия.

2. Загрязнения креативны, но обычно длятся недолго и зависят от контекста.

3. Краткосрочные словообразования и односегментные заглавные словообразования отражают стремление к языковой экономии и извлекают выгоду из престижа базовых английских лексем.

4. Присутствие средств массовой информации является решающим фактором в распространении и закреплении новых глаголов.

Таблица №1.

Морфологическая структура рассмотренных глагольных неологизмов

Verb	Wortbildungsart	Strukturformel	Konstituenten	Ursprung	Bedeutung
couch surfen	Determinativkompositum (endozentrisch)	[Subst + Verb]	Couch + surfen	engl./engl.	bei Privatpersonen übernachten, organisiert über Internetplattformen
schockverlieben	Determinativkompositum (endozentrisch)	[Subst + Verb]	Schock + verlieben	dt./dt.	sich plötzlich und intensiv verlieben
stehpaddeln	Determinativkompositum (endozentrisch)	[Verb + Verb]	stehen + paddeln	dt./engl.	auf einem Brett im Stehen paddeln (SUP-Sport)
stoßlüften	Determinativkompositum (endozentrisch)	[Subst + Verb]	Stoß + lüften	dt./dt.	für kurze Zeit intensiv lüften
unterspritzen	Determinativkompositum (endozentrisch)	[Präfix + Verb]	unter- + spritzen	dt./dt.	Flüssigkeit mit einer Spritze unter die Haut oder Oberfläche einbringen
grüßkuscheln	Kontaminat	[Wortteil ₁ + Wortteil ₂]	grüßen + kuscheln	dt./dt.	jmdn. virtuell grüßen und zugleich Zuneigung zeigen (soziale Netzwerke)
funzen	Kurzwortbildung	[Kurzstamm + -en]	(funz-) < funktionieren	dt.	funktionieren (umgangssprachlich)
inline	Kurzwort / unisegmentales Kopfwort	[Kurzstamm + -en]	Inline + -en	engl.	Inline-Skates fahren
kiten	Kurzwort / unisegmentales Kopfwort	[Kurzstamm + -en]	Kite + -en	engl.	Kitesurfen betreiben
slacken	Kurzwort / unisegmentales Kopfwort	[Kurzstamm + -en]	Slack(line) + -en	engl.	auf einem Slackline-Band balancieren

Закключение. Данное исследование показало, что словообразование глагольных неологизмов в немецком языке является динамичной и активно инновационной областью языка. Проанализированные примеры иллюстрируют, что новые глаголы не только заполняют лексические пробелы, но и отражают культурные, технологические и социальные изменения.

Во-первых, можно утверждать, что **эндоцентрические детерминантные соединения** представляют собой наиболее продуктивный и одновременно наиболее устойчивый тип словообразования. Они допускают точную семантическую специализацию посредством сочетания модифицирующего детерминанта с известным глаголом. Их семантическая прозрачность облегчает понимание новых образований даже теми, кто никогда их не слышал. Такие примеры, как «*couchsurfen*» или «*stoßlüften*» также демонстрируют, что эта форма может закрепиться не только в неформальном контексте, но и в стандартных и специализированных языковых регистрах.

Во-вторых, хотя такие контаминации, как «*gruscheln*», обладают высокой творческой и экспрессивной ценностью, они имеют более короткий срок существования и сильно зависят от контекста. Их распространение часто зависит от социальных сетей или конкретных коммуникационных сред. С точки зрения истории языка, они выполняют игровую функцию, но довольно нестабильны как долговременные лексические единицы.

В-третьих, краткие словообразования и унисегментные заглавные словообразования указывают на явную тенденцию к языковой экономии. Они отражают тенденцию к интеграции английских базовых лексем в немецкую глагольную парадигму с минимальными морфологическими усилиями. Такие образования особенно продуктивны в спортивном, развлекательном и молодежном языке. Однако их укоренение во многом зависит от популярности описываемого ими вида деятельности (например, «*kiten*», «*slacken*»).

В-четвёртых, влияние английского языка неоспоримо как на лексическом, так и на структурном уровне. Английский язык выступает не только источником новых лексем, но и катализатором инновационных моделей словообразования, которые заимствуются в немецком языке и адаптируются к его морфологии.

В-пятых, анализ показывает, что воздействие СМИ является важнейшим фактором усвоения новых глаголов. Слова, регулярно встречающиеся в журналистских текстах, социальных сетях и на цифровых платформах, имеют значительно более высокие шансы войти в активный словарный запас более широкой группы носителей языка.

Подводя итог, можно сказать, что словообразование глагольных неологизмов в немецком языке представляет собой сложное взаимодействие морфологических правил, социальных влияний и лингвоэкономических тенденций. Для лингвистики эта область науки предлагает не только понимание творческой динамики современного языка, но и ценные сведения о влиянии глобальных коммуникационных процессов на структуру и развитие немецкого языка. В будущих исследованиях может быть проведен количественный корпусный анализ, чтобы отследить динамику частоты встречаемости подобных неологизмов на протяжении нескольких лет. Также было бы интересно провести сравнительный анализ с другими германскими языками, чтобы выяснить, встречаются ли в них схожие модели словообразования и демонстрируют ли они сопоставимые стратегии интеграции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ахмедов А. *Ҳозирги немис тили лексикасида инновацион жараёнлар*. Филол.фан.бўйича фалсафа доктори (PhD) диссер.автореферати. –Тошкент.2018. –Б.22.
2. Михеева Е. *Неологизмы современного немецкого языка: Интегративный аспект на материале имен существительных: автореферат дис. ... кан. филол.наук: – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2005. – 22 с.*
3. Donalies E. *Die Wortbildung des Deutschen. Ein Überblick*. –Tübingen: Narr Francke Attempto, 2005.–S.192.
4. Elsen H. *Neologismen. Formen und Funktionen neuer Wörter in verschiedenen Varianten des Deutschen*. –Tübingen: Gunter Narr Verlag, 2004. – S.199.
5. Fleischer W. *Wortbildung der deutschen Gegenwartssprache*.–Leipzig: Enzyklopädie, 2001.–378 S.
6. Fleischer W., Barz I. *Wortbildung der deutschen Gegenwartssprache. 4-te Auflage*. –Berlin/Boston: De Gruyter, 2012.–S.145.
7. Klosa A. “Digitale Neologismen – Neue Wörter durch neue Medien”, in: *Sprache und Kommunikation im digitalen Zeitalter*, –Berlin: De Gruyter, 2014. –S. 62.
8. Langenscheidt. *100 Prozent Jugendsprache 2017: Das Buch zum Jugendwort des Jahres*. – München Langenscheidt GmbH & Co. KG, 2017.– S.215.
9. Munske H. H. *Abkürzungen und Kurzwörter im Deutschen, Zeitschrift für germanistische Linguistik*. –Berlin: De Gruyter, 2002, № 30(2), –S.172.
10. Stein S. *Wortbildung im Deutschen*. –Tübingen: Narr, 2007. –S. 172.
11. Yang W. *Anglizismen im Deutschen: Morphologische Integration und Sprachwandel*. –Berlin: De Gruyter, 2014.–S.246.

ПРАГМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕНДЕРНОГО ФЕНОМЕНА: КАК СРЕДСТВО СОЦИАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В РЕЧЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Комилова Нилуфар Абдылкадымовна,
 Руководитель центра изучения языков, PhD
 Ферганского государственного университета
nilufar.abdilkadimovna@gmail.com
 Orcid: 0000-0003-2618-6010

Аннотация. Данная статья исследует прагматические аспекты гендерного феномена в рамках речевой деятельности, анализируя его роль в процессах социальной идентификации. Анализируются теоретические основы и современные подходы в области гендерной прагматики, рассматриваются механизмы проявления гендерной идентификации в речевых актах. Исследование основано на методе анализа литературы и проводит прагматический анализ сложных отношений между гендером и языком.

Ключевые слова: гендерная прагматика, речевая деятельность, социальная идентификация, язык и гендер, дискурс-анализ, прагматическая компетенция, гендерные стереотипы, коммуникативные стратегии, социальная роль, гендерные маркеры.

GENDER FENOMENINING PRAGMATIK ASPEKTLARI: NUTQ FAOLIYATIDA IJTIMOY IDENTIFIKATSIYA QILISH VOSITASI SIFATIDA

Annotatsiya. Ushbu maqola gender hodisasining pragmatik jihatlarini nutqiy faoliyat doirasida o'rganib, ijtimoiy identifikatsiya jarayonlaridagi rolini tahlil qiladi. Gender pragmatikasi sohasidagi nazariy asoslar va zamonaviy yondashuvlar tahlil qilingan holda, nutqiy aktlarda gender identifikatsiyasining namoyon bo'lish mexanizmlari ko'rib chiqiladi. Tadqiqot adabiyotlar tahlili metodiga asoslanib olib borilgan bo'lib, gender va til o'rtasidagi murakkab munosabatlarning pragmatik tahlili amalga oshiriladi.

Kalit so'zlar: gender pragmatikasi, nutq faoliyati, ijtimoiy identifikatsiya, til va jins, nutqni tahlil qilish, pragmatik kompetentsiya, gender stereotiplari, aloqa strategiyalari, ijtimoiy rol, gender belgilari.

PRAGMATIC ASPECTS OF THE GENDER PHENOMENON: AS A MEANS OF SOCIAL IDENTIFICATION IN SPEECH ACTIVITY

Abstract. This article examines the pragmatic aspects of gender phenomena within speech activity, analyzing its role in social identification processes. Theoretical foundations and contemporary approaches in gender pragmatics are analyzed, considering mechanisms of gender identification manifestation in speech acts. The research is based on literature analysis methodology and conducts pragmatic analysis of complex relationships between gender and language.

Keywords: gender pragmatics, speech activity, social identification, language and gender, discourse analysis, pragmatic competence, gender stereotypes, communication strategies, social role, gender markers.

Введение. Роль и значение гендерного феномена в лингвистике вступили в новую фазу в начале XXI века. В современных лингвистических исследованиях гендер изучается не только как грамматическая категория, но и как сложное социально-культурное явление и прагматическое средство. Гендерная прагматика представляет собой область, изучающую реализацию гендерной идентификации в речевой деятельности, дискурсивную конструкцию социальных ролей и проявление гендерной специфики в коммуникативных процессах [1; 45-47].

Прагматические аспекты гендерного феномена в рамках речевой деятельности включают в себя многогранные проблемы. Среди этих проблем особое место занимают дискурсивная конструкция гендерной идентификации, выражение социальных ролей через речевые акты, прагматическое проявление гендерных стереотипов и отражение гендерной специфики в коммуникативных стратегиях. Изменчивая природа и многослойная структура понятия гендера в современном обществе приводит к появлению новых прагматических стратегий и способов идентификации в речевой деятельности [2; 112-115].

Взаимосвязь гендера и языка с прагматической точки зрения образует сложную систему. В этой системе гендерные маркеры, стереотипы, социальные ожидания и процессы личностной идентификации функционируют в тесной взаимосвязи друг с другом. Проявление гендерной идентификации в речевых актах осуществляется не только через лексические и грамматические средства, но и через прагматические стратегии, интонацию, речевые цели и контекстуальные факторы.

Цель данного исследования заключается в глубоком анализе прагматических аспектов гендерного феномена в контексте речевой деятельности и определении его роли в процессах социальной идентификации. Задачи исследования включают в себя: анализ теоретических основ гендерной прагматики, изучение механизмов проявления гендерной идентификации в речевых актах, оценку состояния отношений между гендером и прагматикой в современной лингвистике.

Методология исследования и анализ литературы. Методология исследования основана на системном подходе к анализу литературы. Используя узбекские, русские и зарубежные источники, были проанализированы теоретические разработки в области гендерной прагматики, эмпирические исследования и методологические подходы. При отборе литературы приоритет отдавался работам, освещающим прагматические аспекты гендерного феномена, вопросы социальной идентификации в речевой деятельности и современные социолингвистические исследования.

Теоретические основы гендерной прагматики начали формироваться в конце XX века, и работы таких ученых, как Робин Лакофф, Дебора Таннен, Джудит Батлер, внесли важный вклад в развитие этой области. Исследование Лакофф "Language and Woman's Place" (1975) стало основополагающим в изучении взаимосвязи между языком и гендером, предложив концепцию "женского языка" как особого стиля речи [3; 78-82]. Работа показала, что гендерные различия в языке отражают более глубокие социальные неравенства и стереотипы.

Дебора Таннен в своих работах развила идею о том, что мужчины и женщины используют различные коммуникативные стратегии, что приводит к недопониманию в межгендерном общении. Ее концепция "гендерлектов" описывает язык как систему, в которой гендерные группы развивают специфические речевые практики [4; 234-237]. Эти практики включают различия в использовании вопросительных конструкций, степени категоричности высказываний и стратегий поддержания разговора.

Джудит Батлер внесла революционный вклад в понимание гендера как перформативного акта. Согласно ее теории, гендер не является биологически детерминированной категорией, а конструируется через повторяющиеся речевые и социальные практики [5; 145-148]. Это означает, что каждый речевой акт потенциально участвует в создании, поддержании или изменении гендерной идентичности.

Современные исследования в области гендерной прагматики характеризуются междисциплинарным подходом, объединяющим методы лингвистики, социологии, психологии и антропологии. Особое внимание уделяется анализу дискурса как пространства, где происходит конструирование и воспроизводство гендерных отношений. Исследователи изучают, как языковые средства используются для создания, поддержания и трансформации гендерных идентичностей в различных социальных контекстах [6; 189-192].

Прагматический подход к изучению гендера в языке фокусируется на том, как говорящие используют языковые ресурсы для достижения коммуникативных целей и конструирования социальных значений. Это включает анализ речевых актов, конверсационных имплицатур, стратегий вежливости и других прагматических явлений с точки зрения их гендерной специфики [7; 56-59]. Важным аспектом является исследование того, как контекст влияет на интерпретацию гендерно-маркированных высказываний.

Социолингвистические исследования показывают, что гендерные различия в языке не являются универсальными, а варьируются в зависимости от культурных, социальных и ситуативных факторов. Это подчеркивает важность изучения гендерной прагматики в конкретных социокультурных контекстах и критического переосмысления универсалистских подходов к гендеру и языку.

Результаты и обсуждение. Анализ современных исследований в области гендерной прагматики выявляет несколько ключевых тенденций и закономерностей. Во-первых, наблюдается переход от бинарного понимания гендера к более сложным и нюансированным концепциям, включающим множественные и изменчивые идентичности. Это отражается в языковых практиках, где традиционные гендерные маркеры переосмысливаются и трансформируются.

Прагматическая реализация гендерной идентификации в речевой деятельности происходит через различные механизмы. Один из основных механизмов связан с использованием специфических речевых стратегий, которые ассоциируются с определенными гендерными ролями. Например,

исследования показывают, что в некоторых культурах женщины чаще используют стратегии смягчения категоричности высказываний, включая хеджи, вопросительные конструкции и модальные глаголы неопределенности. Однако важно отметить, что эти различия не являются биологически детерминированными, а отражают социальные ожидания и нормы.

Анализ узбекских источников по гендерной прагматике выявляет специфические особенности проявления гендерного феномена в узбекском языковом пространстве. Исследование Рахимовой Ш.М. демонстрирует, что в узбекском языке гендерная идентификация реализуется через систему морфологических маркеров, где суффиксы и словообразовательные модели играют ключевую роль в выражении социальных ролей [8; 89-92]. Особенностью узбекского языка является наличие специфических обращений и форм вежливости, которые функционируют как прагматические инструменты гендерной идентификации в различных социальных контекстах.

Нурматова Д.К. в своем исследовании подчеркивает важность контекстуальных факторов в интерпретации гендерно-маркированных высказываний в узбекской коммуникативной культуре [9; 134-137]. Автор отмечает, что традиционные гендерные роли в узбекском обществе находят отражение в специфических речевых стратегиях, включающих использование эвфемизмов, не прямых речевых актов и различных степеней категоричности в зависимости от гендерной принадлежности участников коммуникации. Эти стратегии особенно ярко проявляются в семейном дискурсе и межпоколенческом общении.

Исследование Абдуллаевой М.Т. показывает эволюцию гендерных представлений в современном узбекском языке под влиянием глобализационных процессов [10; 201-204]. Автор выявляет тенденцию к появлению новых лексических единиц и речевых практик, отражающих изменяющиеся социальные роли женщин и мужчин в узбекском обществе. Особый интерес представляет анализ того, как молодое поколение адаптирует традиционные гендерные маркеры к современным коммуникативным потребностям, создавая гибридные формы гендерного выражения.

Сравнительный анализ узбекских и международных исследований выявляет как универсальные, так и культурно-специфические аспекты гендерной прагматики. Универсальными являются тенденции к использованию различных стратегий вежливости, модификации категоричности высказываний и специфических просодических характеристик для выражения гендерной идентичности. Культурно-специфические особенности включают роль религиозных и традиционных ценностей в формировании гендерных речевых норм, специфику семейной иерархии в коммуникативных практиках и влияние исторических факторов на современные гендерные представления.

Другой важный механизм связан с просодическими особенностями речи. Интонационные контуры, темп речи, громкость и другие супraseгментные характеристики могут функционировать как гендерные маркеры и использоваться для конструирования гендерной идентичности. При этом важно понимать, что эти особенности не являются фиксированными характеристиками того или иного гендера, а представляют собой ресурсы, которые могут активно использоваться говорящими для достижения различных коммуникативных целей.

Лексический выбор также играет значительную роль в гендерной идентификации. Использование определенных лексических единиц, стилистических регистров и тематических областей может сигнализировать о гендерной принадлежности или позиционировании говорящего. Однако современные исследования показывают, что связь между лексическим выбором и гендером носит сложный и контекстно-зависимый характер, и не может быть сведена к простым корреляциям.

Важным аспектом гендерной прагматики является роль стереотипов и социальных ожиданий в интерпретации речевого поведения. Одни и те же языковые средства могут интерпретироваться по-разному в зависимости от гендера говорящего, что демонстрирует социально конструированную природу гендерных значений в языке. Это явление получило название "гендерного фильтра" в восприятии речи.

Анализ показывает, что гендерная идентификация в речевой деятельности является динамическим процессом, который может варьироваться в зависимости от ситуации, аудитории и коммуникативных целей. Говорящие могут активно манипулировать гендерными маркерами для достижения определенных прагматических эффектов, что подчеркивает агентивный характер гендерной идентичности.

Особое внимание в современных исследованиях уделяется изучению того, как изменяющиеся социальные представления о гендере отражаются в языковых практиках. Это включает появление новых местоимений, терминов для обозначения гендерной идентичности и стратегий гендерно-инклюзивного языка. Эти изменения демонстрируют динамичную связь между социальными трансформациями и языковыми инновациями.

Закключение. Проведенный анализ прагматических аспектов гендерного феномена в речевой деятельности позволяет сделать несколько важных выводов. Во-первых, гендер в языке функционирует не как статичная категория, а как динамический ресурс для социальной идентификации и коммуникативного позиционирования. Говорящие активно используют различные языковые средства для конструирования, поддержания и трансформации гендерных идентичностей в зависимости от коммуникативного контекста и целей.

Во-вторых, прагматическая реализация гендера в речи является многоуровневым процессом, включающим лексические, грамматические, просодические и дискурсивные элементы. Эти элементы функционируют в сложном взаимодействии друг с другом и с контекстуальными факторами, создавая богатую систему гендерных значений и интерпретаций.

В-третьих, современные исследования подчеркивают важность критического подхода к изучению гендера и языка, который учитывает социокультурную вариативность, избегает эссенциалистских интерпретаций и признает агентивность говорящих в конструировании гендерной идентичности. Это особенно важно в контексте растущего признания гендерного разнообразия и изменяющихся социальных норм.

Результаты исследования имеют важные импликации для понимания более широких процессов социальной идентификации и межкультурной коммуникации. Они подчеркивают необходимость развития гендерной чувствительности в образовательных и профессиональных контекстах, а также важность учета гендерной специфики в разработке коммуникативных стратегий и языковой политики.

Перспективы дальнейших исследований включают более детальное изучение гендерной прагматики в различных социокультурных контекстах, анализ влияния цифровых технологий на гендерную коммуникацию, и разработку новых методологических подходов к изучению динамических и множественных гендерных идентичностей. Особый интерес представляет исследование того, как молодое поколение использует языковые ресурсы для выражения новых форм гендерной идентичности и как это влияет на общие тенденции языкового изменения.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лакофф Р. *Язык и место женщины*. М.: Прогресс, 1996. 180 с.
2. Таннен Д. *Ты просто меня не понимаешь: женщины и мужчины в диалоге*. М.: Вече, 1996. 432 с.
3. Lakoff R. *Language and Woman's Place*. New York: Harper & Row, 1975. 84 p.
4. Tannen D. *You Just Don't Understand: Women and Men in Conversation*. New York: Ballantine Books, 1990. 330 p.
5. Butler J. *Gender Trouble: Feminism and the Subversion of Identity*. New York: Routledge, 1990. 272 p.
6. Cameron D. *Verbal Hygiene*. London: Routledge, 1995. 284 p.
7. Holmes J. *Women, Men and Politeness*. London: Longman, 1995. 216 p.
8. Рахимова Ш.М. *Ўзбек тилида гендер категориясининг прагматик жиҳатлари*. Тошкент: Ўзбекистон, 2019. 156 б.
9. Нурматова Д.К. *Нутқий фаолиятда ижтимоий роллар ва гендер*. Самарқанд: СамДЧТИ, 2020. 203 б.
10. Абдуллаева М.Т. *Замонавий ўзбек тилида гендер стереотипларининг тадрижий ўзгариши*. Тошкент: Фан, 2021. 178 б.

КУЛЬТУРНАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ТЕЛЕСНЫХ МЕТАФОР: СРАВНИТЕЛЬНО-ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Муротова Нозанин Музаффаровна,

Ферганский государственный университет докторант

Аннотация. Статья посвящена анализу телесной метафоры как лингвистического феномена, отражающего национально-культурную специфику языкового сознания. Объектом исследования выступают метафоры, основанные на соматической лексике, а предметом – их культурно обусловленные значения в русском, узбекском и английском языках. Целью работы является выявление общих и уникальных образных схем телесных метафор в сопоставляемых языках, а также определение влияния менталитета и этнокультурных установок на формирование метафорических моделей. Методологическую основу составляют методы когнитивной лингвистики, сравнительно-сопоставительного анализа и элементарной семантической реконструкции. В результате исследования выявлены универсальные и этноспецифические метафоры, отражающие различия в восприятии тела, эмоций и поведения в разных культурах. Материалы могут быть использованы в межкультурной коммуникации, переводоведении и лингвокультурологии.

Ключевые слова: телесная метафора, соматизмы, концептуальная метафора, культурная метафора, языковая картина мира, когнитивная лингвистика, лингвокультурология, межкультурная коммуникация, сопоставительный анализ, метафорическое мышление.

SOMATIK METAFORALARNI MADANIY ANIQLASH: QIYOSIY LINGVISTIK JIHAT

Annotatsiya. Maqolada tana leksikasi asosida shakllangan metaforik birliklar til hodisasi sifatida ko‘rib chiqiladi va ularning milliy-madaniy tafakkurdagi o‘ziga xos akslanishi tahlil qilinadi. Tadqiqot obyekti sifatida rus, o‘zbek va ingliz tillaridagi somatik metaforalar olingan bo‘lib, mavzuning predmeti – ularning madaniyatga xos semantik modellari va ma‘naviy xususiyatlaridir. Maqolaning maqsadi – qiyoslanayotgan tillarda umumiy va o‘ziga xos obrazli metafora sxemalarini aniqlash hamda mintaqaviy mentalitet va etnomadaniy qadriyatlarining metaforik tafakkurga qanday ta‘sir ko‘rsatishini ochib berishdir. Tadqiqot metodlari sifatida kognitiv lingvistika, qiyosiy-tipologik tahlil va semantik rekonstruksiya yondashuvlari qo‘llanilgan. Natijada turli madaniyatlarda tana, hissiyot va xatti-harakatlarni anglatuvchi metaforalarning universal va milliy xususiyatlari aniqlangan. Ushbu materiallar tarjimashunoslik, lingvomadaniyatshunoslik hamda madaniyatlararo kommunikatsiya sohalarida qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: tana metaforasi, somatizmlar, konseptual metafora, madaniy metafora, til manzarasi, kognitiv lingvistika, lingvomadaniyatshunoslik, madaniyatlararo kommunikatsiya, qiyosiy tahlil, metaforik tafakkur.

CULTURAL DETERMINATION OF BODY METAPHORS: A COMPARATIVE LINGUISTIC ASPECT

Abstract. The article examines body-based metaphors as a linguistic phenomenon reflecting the national and cultural worldview embedded in language. The object of the study is somatic metaphors in Russian, Uzbek, and English, while the subject is their culturally conditioned semantic models and meanings. The purpose of the paper is to identify both universal and culturally specific conceptual patterns of bodily metaphors across the compared languages, and to determine how regional mentality and ethnocultural values influence metaphorical thinking. The methodological framework is based on cognitive linguistics, comparative-typological analysis, and basic semantic reconstruction. The study reveals universal and ethnically marked metaphors that reflect different cultural perceptions of the body, emotions, and behavior. The results may be applied in the fields of intercultural communication, translation studies, and linguistic and cultural research.

Key words: bodily metaphor; somatisms; conceptual metaphor; cultural metaphor; linguistic worldview; cognitive linguistics; linguistic and cultural studies; intercultural communication; comparative analysis; metaphorical thinking.

Введение. Актуальность исследования телесных (соматических) метафор обусловлена возросшим интересом к роли языка в отражении мышления и культуры. В когнитивной лингвистике

метафора рассматривается не просто как стилистический прием, а как базовый механизм концептуализации, с помощью которого человек постигает абстрактные сферы через призму конкретных знаний и опыта. При этом фундамент человеческого опыта – собственное тело – служит первым «источником» метафоризации: уже Дж. Лакофф и М. Джонсон[1] ввели понятие телесной метафоры, подчеркнув, что телесный опыт лежит в основе нашего образного мышления. С другой стороны, культурная лингвистика указывает, что метафоры языков тесно связаны с национально-культурными ценностями и картинами мира. Изучение метафорических моделей разных языков позволяет выявить как универсальные, так и уникальные, культурно обусловленные черты образного мышления. Телесные метафоры особенно показательны в этом плане, поскольку сочетают общечеловеческую телесность и этнокультурную специфику. Таким образом, сопоставительный анализ соматических метафор актуален как для понимания когнитивных основ языка, так и для выявления национально-культурного своеобразия языкового сознания.

Актуальность. Несмотря на универсальность самого факта использования телесных образов, разные языки и культуры делают это по-своему, выделяя особенные, порой непередаваемые нюансы. Русский, узбекский и английский языки принадлежат к разным культурно-историческим традициям – славянской (православно-христианской), тюрко-мусульманской и западноевропейской (англо-саксонской) соответственно. Это находит отражение и в их языковых картинах тела.

Одним из ярких примеров является различие в образах внутренних органов как носителей чувств и эмоций. В русской языковой традиции центральную роль играет «душа» – духовное «внутреннее я» человека. Множество фразеологизмов связаны именно с душой: «душа болит» (о переживаниях), «отвести душу» (дать себе облегчение), «на душе кошки скребут» (тоскливо на сердце) и т. д. А. Вежицкая [2] обращала внимание, что русское слово «душа» не имеет полного эквивалента в английском: оно охватывает значения, которые в английском разделены между *soul* и *heart*. Русская «душа» одновременно и духовное начало, и вместилище чувств (то, что англичане приписывают «сердцу»). Недаром говорят: «добрая душа» в значении «добрый человек», что по-английски скорее соответствует *kind heart*[3]. Таким образом, в русском картина тела тесно переплетена с картиной духовного мира человека – «телесное» сердце и «нематериальная» душа образуют единый комплекс представлений о внутреннем мире.

В английском языке, сформированном в лоне западноевропейской культуры, на первый план выходит «heart» (сердце) как метафорический центр эмоций. Английское *heart* охватывает большинство тех значений, которые в русском распределены между «сердцем» и «душой». Говорят: *to take something to heart* («принять близко к сердцу»), *heartbroken* («с разбитым сердцем»), *to have a heart of gold* («иметь золотое сердце») – все это об образе сердца как носителя чувств, доброты, страдания. Слово *soul* (душа) в английском тоже используется, но чаще в религиозно-философском контексте или устойчивых сочетаниях типа “*body and soul*” (тело и душа), тогда как для описания характера или настроения обычно употребляют *heart* или другие метафоры (например, *spirit* в значении настроения). Таким образом, в английской языковой картине тела прослеживается более «эмоционально-биологический» подход: сердце как физический орган, связанный с кровообращением, стало главным символом эмоциональной жизни.

В узбекском языке (как и в целом в тюрко-персидской традиции Средней Азии) картина тела имеет свои уникальные акценты. Здесь заметно влияние как тюркской народной культуры, так и персидско-исламской учености. В узбекских метафорах важную роль играет «печень» – *jigar*. Слово *jigar* (печень) используется как термин нежности и близости: *jigarim* в обращении означает что-то вроде «дорогой мой, милый» (буквально – «моя печень», то есть нечто жизненно важное для меня). Подобное обращение звучит непривычно для русского или английского уха, однако в узбекской культуре печень традиционно считалась местопребыванием горячей крови, храбрости и любви. Например, узбек может образно сказать: *jigarini ezdi* – «истрепал (чью-то) печень», то есть «причинил сильное душевное беспокойство» (аналог русского «вынести душу» или «попортить кровь»). В русском языке печень практически не фигурирует как носитель чувств (разве что в просторечных выражениях типа «печёнки болят» в значении устал от кого-то), а в английском и подавно. Здесь мы видим, как один и тот же орган – печень – имеет высокую символическую нагрузку в узбекском сознании (символ любви, близости), но минимальную в русском и английском. Это обусловлено разницей культурных кодов: в восточной традиции (арабо-персидской и тюркской) печень издавна фигурирует в поэзии как вместилище страсти и отваги, тогда как в европейской культуре эти функции перешли к сердцу.

Анализ литературы и методология. При изучении телесных метафор в сопоставительном аспекте применяется комплекс методологических подходов – когнитивный, лингвокультурологический и собственно сопоставительный.

Когнитивный анализ предполагает выявление стоящих за языковыми выражениями концептуальных метафор, тех ментальных моделей, которые связывают телесный опыт с абстрактными категориями. Исследователь выделяет в языковом материале соматические единицы (лексемы, фразеологизмы с компонентами тела) и определяет, какая концептуальная метафора лежит в их основе (например, метафора «мышление – зрение» для выражений типа «рассмотреть вопрос», *to see your point*). Важную роль играет привлечение теории образных схем (М. Джонсон): анализируется, какие базовые схемы (контейнер, путь, вверх/вниз, тепло/холод и др.) актуализируются в тех или иных телесных метафорах.

Лингвокультурологический подход фокусируется на связи метафор с культурными смыслами. В его рамках изучается этнокультурная специфика употребления соматизмов: какие культурные знания, верования, ценности отражены в образной фразе. Метод включает интерпретацию метафорических значений с опорой на внеязыковой контекст. Например, анализ узбекского обращения *“jigarim”* потребует понимания роли образа печени в традиционной культуре. Лингвокультурологический анализ опирается на концептологию и этнолингвистику: выявляются ключевые концепты культуры (душа, сердце, печень, голова и пр.) и то, как они проявляются в языке. Часто привлекаются паремиологические и фольклорные источники для объяснения происхождения метафор. Так, обращение к пословицам и крылатым выражениям позволяет увидеть ценностное наполнение телесных образов (ср. русское «что в голову взбрело, то и в сердце» или английское *“clean hands, clean conscience”*).

Сопоставительный метод непосредственно направлен на выявление сходств и различий между языками. Практически он реализуется через подбор и сопоставление эквивалентных по смыслу метафорических единиц. Исследователь составляет корпуса фразеологизмов с соматическим компонентом для каждого языка, затем проводит их семантическое сравнение. Выявляются пары полных эквивалентов (совпадающих по образу и значению), частичных эквивалентов (схожий смысл – разный образ) и лакуны – метафоры, не имеющие соответствия в другом языке. Например, сопоставительный анализ клишированных единиц с компонентом «голова» в русском, узбекском, английском и немецком языках показал наличие как полных эквивалентов, так и уникальных образов [4]. Так, фразеологизм «сломя голову» (очень быстро) имеет параллель в английском *“headlong”* и узбекском *“боши оғида”* (буквально «с головой наперевес») – это эквиваленты. А вот выражение «терять голову» (лишаться самообладания) хотя и переведётся на английский дословно (*“lose one’s head”*), в узбекском передаётся иначе (*“ақлини йўқотмоқ”*, «потерять рассудок»). Сопоставительный метод нередко использует количественный анализ: подсчитывается частотность тех или иных телесных метафор в языках, строятся типологии (какие части тела чаще метафоризируются, с какими семантическими зонами они связаны). Кроме того, применяется метод контрастивного анализа переводов: исследование того, как соматические метафоры одного языка передаются средствами другого, что позволяет выявить совпадение или расхождение образов.

Результаты и обсуждение. Таким образом, национально-культурная специфика телесных метафор проявляется в следующих моментах:

Выбор «главного» органа для метафоризации чувств. Русский – душа/сердце, английский – сердце/ум, узбекский – сердце/печень/душа. Каждый язык фокусируется на разных «внутренностях» как символах личности.

Особые телесные образы, характерные только для данной культуры. Например, печень в узбекском качестве символа привязанности; «широкая душа» в русском как идеал личности; возможно, *“stiff upper lip”* («жесткая верхняя губа») в английском – символ сдержанности, уникальный для англосаксов.

Оттенки значений и оценивающие коннотации. Так, «голова» может везде означать ум, но только по-русски «умная голова» – комплимент, а «большая голова» – начальство; в английском *bighead* – заносчивый. «Руки» в русском: «золотые руки» – мастерство, а в английском *golden hands* не говорят, а скажут *skillful*. Узбекское *“qo’li ochiq”* («открытая рука») означает щедрого, что близко русскому «широкая рука» или «рука не жмет» в смысле щедрости, но свои нюансы.

Частотность и предпочтительность определенных моделей. В русском и узбекском много пословиц, где противопоставляется внутреннее и внешнее (душа – лицо, печень – внешность и т.п.), в английском меньше таких противопоставлений, но больше ориентационных метафор (верх-низ: *to feel down* – унывать, *to cheer up* – ободриться, что связано с телесной метафорой вертикали настроения).

Для наглядности обратимся к непосредственному сравнению конкретных фразеологических единиц с соматическим компонентом в этих языках.

Глаза:

Русский: «как бельмо на глазу» (надоедливый, мешающий человек/предмет), «с глазу на глаз» (тет-а-тет, наедине), «пыль в глаза пускать» (создавать обманчивое впечатление).

Узбекский: «кўз очди-ю юз кўрди» (открыл глаза и увидел лицо – обрёл жизненный опыт, повидал мир), «кўз тегмасин» (букв. «пусть глаз не попадет» – пожелание уберечь от сглаза, дурного глаза).

Английский: *to see eye to eye* (сходиться во мнениях, досл. «видеть глаз к глазу» – совпадать), *more than meets the eye* (больше, чем кажется на первый взгляд), *the apple of one's eye* («зеница ока», досл. «яблоко глаза» – любимец).

Русское «сглазить» и узбекское «кўз тегмоқ» – близкие понятия, восходящие к общему суеверному представлению о дурном глазе. Английский не имеет собственного глагола на это (используется латинское *to jinx* или оборот *cast an evil eye*), что отражает разницу: в западной культуре концепт сглаза менее актуален, чем в восточнославянской и среднеазиатской. Зато английское *the apple of one's eye* (зеница ока – дорогой человек) имеет параллели: русское «души не чаять» (не чаёт души в ком-либо) или «беречь как зеницу ока». Узбек бы сказал: «кўзининг қирғоғида асрамоқ» – хранить на краю глаза (образ постоянного присмотра, заботы) или опять-таки «жигар-бандим» (связанный с моей печенью) о любимом ребенке. Здесь каждый язык использует свой символ близости: глаз (зрение) для английского, душа/око для русского, печень для узбекского.

Руки:

Русский: «руки не доходят» (не иметь времени заняться делом), «набить руку» (навык приобрести), «рука об руку» (вместе, сообща) – и «рука руку моет» (о круговой поруке).

Узбекский: «қўли очиқ» (рука открыта – щедрый), «қўл қовуштириб ўтирмоқ» (сидеть, сложа руки – бездельничать, сложив руки), «қўли юқар» (рука легкая – о человеке, с приходом которого дело спорится или вести приходят).

Английский: *to wash one's hands of (something)* (умыть руки – снять с себя ответственность), *to have green fingers/thumb* (иметь зеленые пальцы/большой палец – быть умелым садоводом; специфичный образ), *right-hand man* (правая рука – незаменимый помощник).

Во многих случаях метафоры рук совпадают у разных народов: идея безделья через образ сложенных рук есть и там и там (рус. «сложена руки», узб. «қўл қовуштириб», англ. *to do nothing* без образа, но есть *idle hands* – праздные руки). Образ «правая рука» как помощник присутствует и в русском, и в английском, а узбекскому соответствует «ўнг қўли» (правая рука) в том же смысле. Интересно различие: русское «рука не поднимается (сделать что-то)» – из жалости или морали не может заставить себя; в английском похожая конструкция *I can't bring myself to...* (не могу себя заставить), без упоминания руки. Узбек может сказать «қўли бормади» – рука не пошла (сделать что-то плохое). Видно общее у всех троих. А вот «қўли очиқ» («с открытой рукой») – узбекский образ щедрого, гостеприимного человека, в русском близкий эквивалент – «широкая рука» или «широкая натура» (и то ближе к «широкая душа»), а в английском – *open-handed* (это слово есть, означает щедрый, хотя не очень распространено). Таким образом, некоторые соматизмы могут быть практически универсальными (правая рука, сложа руки), а другие очень специфичны.

Эти примеры показывают, что общие человеческие ситуации (страх, радость, гнев, лень, труд, любовь) часто концептуализируются через тело схожим образом, но конкретная реализация метафоры зависит от культурного кода. Где-то образы буквально совпадают (руки коротки; сердце упало), где-то различны (печень vs сердце, душа vs heart). Для глубинного понимания следует привлекать лингвокультурологическую интерпретацию, о чем речь пойдет далее.

Заключение. Рассмотренные аспекты показывают: тело как концепт одновременно универсально и культурно специфично. Универсальны базовые проекции (вверх/вниз, перед/зад, внутрь/наружу, телесные ощущения как метафоры чувств). Специфичны же – выбор доминантных органов (сердце, душа, печень), наделение их определенными смыслами, частотность употребления, связь с ценностями. Телесная картина мира поэтому имеет и общечеловеческий фундамент, и этнокультурное своеобразие [5]. Лингвокультурологическая интерпретация стремится вскрыть эти особенности, опираясь на сравнительный анализ, в том числе фразеологизмов.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лакофф Дж., Джонсон М. *Метафоры, которыми мы живем.* – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 256 с.

2. Вежбицкая А. Понимание культур через посредство ключевых слов. – М.: Языки славянской культуры, 2001. – 416 с.
3. Valentina Apresjan. *The Myth of the “Russian Soul” Through the Mirror of Language* // FOLKLORICA 2009, Vol. XIV. – С.91-121.
4. Латипов О.Д. О клишированных единицах с компонентом «голова» в русском, узбекском, английском и немецком языках. «Ўзбекистонда хорижий тиллар» илмий-методик электрон журнал. – №3 (22), 2018. – С.58-63.
5. Гончарова Н.Н. Языковая картина мира как объект лингвистического описания// Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки, 2012. cyberleninka.ru.

**SAN'AT SOHASIDA QO'LLANILADIGAN TERMINLARNING ELEKTRON AXBOROT
BAZASINI YARATISH**

Ochilova Mexriniso Razokovna,

Buxoro davlat pedagogika instituti,

Xorijiy tillarni o'qitish metodikasi kafedrasida dotsenti

ochilova.2021@list.ru

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot ishida san'at sohasida qo'llaniladigan terminlarning tizimli o'rganilishi, ularning lug'aviy va semantik xususiyatlari tahlil qilinib, elektron axborot bazasini yaratishning nazariy va amaliy asoslari ishlab chiqilgan. Tadqiqot davomida san'atshunoslik, tasviriy san'at, musiqa, teatr va arxitektura kabi yo'nalishlarda ishlatiladigan terminlar to'planib, ularning lug'atlar, ilmiy maqolalar, darsliklar hamda korpus materiallari asosida tasniflanishi va raqamli formatda jamlanishi ta'minlandi. Elektron baza yaratilishida foydalanuvchilarga qulay interfeys, izlash imkoniyatlari, terminlarning inglizcha va o'zbekcha muqobillari, ularning izoh va kontekstda qo'llanishi kabi jihatlar hisobga olindi. Ushbu baza nafaqat tilshunoslar va tarjimonlar, balki san'at sohasi vakillari, talaba va tadqiqotchilar uchun ham foydali manba bo'lib xizmat qiladi. Tadqiqot ishining natijalari zamonaviy leksikografiya, terminshunoslik va axborot texnologiyalarining integratsiyalashgan yondashuvi asosida amalga oshirilgan bo'lib, san'at terminologiyasini standartlashtirishga, uning ilmiy hamda amaliy qo'llanilishini kengaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar. Elektron lug'at, musiqa va raqs sohasidagi terminlar, elektron axborot baza, semantik ma'no

**СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБЛАСТИ
ИСКУССТВА**

Аннотация. В настоящем исследовании систематически изучены термины, используемые в области искусства, проведён их лексико-семантический анализ, а также разработаны теоретические и практические основы создания электронной информационной базы данных. В процессе исследования были собраны термины, относящиеся к таким направлениям, как искусствоведение, изобразительное искусство, музыка, театр и архитектура. Они классифицированы на основе словарей, научных статей, учебных пособий и корпусных материалов, а затем собраны в цифровом формате. При создании электронной базы данных были учтены такие аспекты, как удобный интерфейс для пользователей, возможности поиска, английские и узбекские эквиваленты терминов, их толкования и употребление в контексте. Созданная база данных является полезным ресурсом не только для лингвистов и переводчиков, но также для представителей сферы искусства, студентов и исследователей. Результаты исследования реализованы на основе интегративного подхода современной лексикографии, терминоведения и информационных технологий, способствуя стандартизации художественной терминологии и расширению её научного и практического применения.

Ключевые слова: электронный словарь, термины в области музыки и танца, электронная информационная база, семантическое значение.

CREATION OF AN ELECTRONIC DATABASE OF TERMS USED IN THE FIELD OF ART

Abstract. This research focuses on the systematic study of terminology used in the field of art, analyzing their lexical and semantic features, and developing the theoretical and practical foundations for creating an electronic information database. During the study, terms related to fields such as art history, visual arts, music, theatre, and architecture were collected and classified based on dictionaries, scientific articles, textbooks, and corpus materials, and then compiled in a digital format. In the development of the electronic database, aspects such as a user-friendly interface, search functions, English and Uzbek equivalents of terms, as well as their definitions and contextual usage were taken into consideration. This database serves as a valuable resource not only for linguists and translators but also for specialists in the field of art, students, and researchers. The outcomes of the research were realized through an integrated approach involving modern lexicography, terminology studies, and information technologies, contributing to the standardization of art terminology and expanding its scientific and practical application.

Keywords: electronic dictionary, terms in music and dance, electronic information database, semantic meaning.

Kirish. Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari taraqqiyoti barcha sohalarida, xususan, san'atshunoslik va tilshunoslikda ham yangi yondashuvlarni shakllantirmoqda. San'at sohasi terminologiyasi murakkab va o'ziga xos qatlamlardan iborat bo'lib, u turli san'at yo'nalishlari – tasviriy san'at, amaliy bezak san'ati, musiqa, teatr, raqs, arxitektura va dizayn kabi tarmoqlarga oid atamalarni qamrab oladi. Ushbu terminlar ilmiy izlanishlar, o'quv adabiyotlari, tarjima jarayonlari hamda madaniy merosni saqlash va targ'ib qilishda muhim ahamiyatga ega. Biroq amaldagi mavjud manbalarda san'at terminlarining yagona va tizimli ko'rinishda jamlanmaganligi, ularning izohlari, qo'llanish kontekstlari va tarjimalarining turlicha bo'lishi ushbu sohada muammolarni yuzaga keltirmoqda. Shu nuqtai nazardan, san'at sohasi terminlarini jamlagan elektron axborot bazasini yaratish zarurati dolzarb bo'lib, bu baza ilmiy, amaliy va ta'limiy maqsadlarda keng qo'llanish imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi san'at terminologiyasini tizimlashtirish, ularni raqamli formatda jamlash va universal foydalanish imkoniyatlarini yaratish zaruratidan kelib chiqadi. Bu elektron baza orqali san'atshunos olimlar, tarjimonlar, talabalar va soha mutaxassislari o'z faoliyatlarida terminlarni aniq, izchil va tezkor tarzda qo'llash imkoniyatiga ega bo'lalilar. Tadqiqot ushbu yo'nalishda ilk qadam bo'lib, keyingi bosqichda fanaro va sohalararo hamkorlikda boyitilishi mumkin bo'lgan raqamli resurslar asosini yaratishga xizmat qiladi.

Yillar davomida yangi terminlarning shakllanishining asosiy usullarini tasniflashga harakat qilindi. Ushbu tadqiqotlar natijalarini umumlashtirib, quyidagi asosiy usullarni ajratib ko'rsatish mumkin:

1) semantik (ko'p ishlatiladigan tilning so'zi yoki iborasini atama sifatida ishlatish, unga yangi ma'no berish). Taqqoslash:

ingliz tilida *advance* - o'zbek tilida *oldinga siljish*,

ingliz tilida *retire* – o'zbek tilida *nafaqaga chiqmoq*.

Termin yaratishning semantik usuli eng keng tarqalgan, bundan tashqari, bunday atamalar yangi bilim sohaları va inson faoliyati sohaları tushunchalarini belgilash uchun shakllanayotgan terminologiyada eng muhim o'rinni egallaydi.

2) morfologik (affikslash, birikmalash yo'li bilan yangi termin yaratish). Taqqoslash:

ingliz tilida *danceable* – o'zbek tilida *raqsga tusha oladigan*

ingliz tilida *dancegoer* – o'zbek tilida *raqs kursiga qatnashuvchi*

3) sintaktik (terminologik so'z birikmalar).

Taqqoslash:

ingliz tilida *dance hall* – o'zbek tilida *raqs zali*

ingliz tilida *dance card* – o'zbek tilida *raqs kartasi* (raqqosaning ismlari qayd etilgan karta)

4) boshqa tillardan o'zlashtirilgan so'zlar

Fransuz tilida *moulinet* – o'zbek tilida “tez aylanish”.

Adabiyotlar tahlili. Raqslarni tasniflashda R.D. Batchelor tomonidan to'rtta raqs guruhini aniqlagan:

-qo'rg'onning harakatlariga taqlid qilib qurilgan raqsar;

-tanani asta-sekin oldinga va orqaga egib bajariladigan dumaloq raqsar;

-ijrochilar oldinga va orqaga chayqaladigan raqsar;

-birinchi uch guruhning harakatlariga qurilgan raqsar”

Amerikalik tadqiqotchi R.Kraus raqslarni tasniflashda ishtirokchilarning tarkibi, maqsadi, ma'nosi va raqs lug'atiga e'tibor bergan. Shunga ko'ra, u beshta raqs guruhini aniqladi: balet; zamonaviy raqs; ijtimoiy raqs; sahna raqsi; xalq raqsi. L. Grove raqslarni 3 guruhga ajratadi: majoziy yoki poetik; tasviriy; ritual, marosimiy [1]. Zamonaviy psixologik maktablarda “maxfiy raqsar”, “oqimli raqsar”, “sehrli raqsar” insonning chuqur ichki imkoniyatlarini ochish, o'rganish va o'zlashtirishga mo'ljallangan “sehrli raqsar” qayta tiklanmoqda [2].

Tahlil va metodlar. Elektron lug'at yaratishda quyidagilar e'tiborga olinadi:

1) Lug'atda fe'l-terminlar harakat nomi shaklida va ot-terminlar keltiriladi.

Ingliz tili so'z boyligini boyitish yo'li konversiya - grammatik xususiyatlarini o'zgartirib, so'z yasash usuli. Amalda biz konversiya deganda faqat fe'ldan ot yasashga nisbatan va aksincha tushunishimiz mumkin. Ot va fe'lning o'zgarishi inglizcha so'z yasashning o'ziga xos xususiyatlaridan biridir. Ingliz tilining raqs terminologiyasida ko'p sonli otlar fe'l-o'zakdan shakllanish modeliga muvofiq.

Dance - “a series of movements and steps that match the speed and rhythm of music”[3];

hop - “a short jump on one leg” [4];

tap - “quick light blow” [5];

walk - “style of walking in the dance” [6].

Termin yasashining faol usullaridan biri fe'llardan post bo'g'inli so'z birikmalariga o'tish yo'li bilan ot yasashidir:

to step up - step-up
to lead down - lead down
to cast off - cast off
to cast over - cast over

N>V modeli bo'yicha qisqartmalar konversiya qilish uchun asos bo'lib ham xizmat qilishi mumkin:
Commence - to commence (raqsda harakatni boshlash yoki burilish).

2) Lug'atda terminlarning polisemantik ma'nolari ham keltiriladi.

Raqs terminologiyasida ko'p ma'nolilik polisemantik atamalarning funktsional jihatdan bir-biridan farq qiladigan uchta guruhini ifodalaydi:

1) tarmoqlararo (umumiy tashqi shaklga ega bo'lgan va ma'nolarining to'liq mos kelmasligi bilan tavsiflangan atamalar).

O'zbek tilida *harakat* (raqsda) - oldinga va orqaga harakat - ingliz tilida *movement*,

O'zbek tilida *harakat* (texnik atama) - vagonning pastki yurish moslamasi, kuzovsiz vagon tizimi - ingliz tilida *running gear*,

O'zbek tilida *harakat* (eskirgan, kortej nomi) - kortej - ingliz tilida *procession*,

O'zbek tilida *harakat* (o'yinda) - o'yinchining navbatdagi chiqishi (shaxmatda, kartalarda) - ingliz tilida *move, turn*;

2) toifalararo (bir terminologik tizim doirasida faoliyat yurituvchi atamalar).

Ingliz tilida *set* - o'zbek tilida 1) kvadril yoki mamlakat raqsi figuralari; 2) qator, ketma-ketlik (fazoda ketma-ketlikni tashkil etuvchi ob'ektlar - qadamlar ketma-ketligi - *set of steps*) 3) (f.) raqsda joyni belgilash (*set the place*) 4) (f.) ma'lum bir yo'nalishda harakatlanish (*to set*)

3) konstruktiv element sifatida ko'p qiymatli komponentni o'z ichiga olgan kombinatsiyalar.

O'zbek tilida *raqsda qadam* - ingliz tilida *dance step*,

O'zbek tilida *vint burami* - ingliz tilida *screw pitch*,

O'zbek tilida *oldinga qadam* - ingliz tilida *advance over*,

O'zbek tilida *shimning tor qismi* - ingliz tilida *the trousers are tight in the seat*.

Terminlarning ko'p ma'noliligi ularni to'g'ri tushunishga imkon bermaydi. Odatda atama kontekstga muhtoj emasligi aytiladi, chunki u kontekstsiz tushunarli bo'lishi kerak, ammo bu qoidani mutlaqlashtirib bo'lmaydi, chunki terminologiyada bo'lgani kabi, kontekst ham muhimdir. Bu, ayniqsa, toifali noaniqlik deb ataladigan atama toifalari uchun to'g'ri keladi, uni bartaraf etishning haqiqiy yo'li har doim adabiyotdagi kontekst yoki tasniflash tizimidagi bu turli xil atamalarning turli o'rni bilan ta'minlanadi. Zamonaviy lug'atlarni yaratishda polisemiya qoidalarini berish, kontekstual ma'noni aniqlash birmuncha qiyinchiliklar tug'diradi, terminologiyadagi noaniqlik jarayoni juda faolligini hisobga olgan holda, so'zlarning leksik o'zgarishlariga uchrashi qoidalariga rioya qilgan holda berish talab etiladi. Elektron lug'atlarning afzalligi so'zlarning ko'p ma'nosini bera olishidadir. Biz o'rganayotgan raqs terminologiyasida "ikkilamchi noaniqlik" deb ataladigan atamalarning mavjudligini kuzatishimiz mumkin va ularning lug'atlarda berilish imkoniyatlarini tahlil qilamiz.

3) Lug'atda bosh so'zning faqat san'at va raqs sohasida qo'llaniladigan terminlarning omonimlari ham keltiriladi, bu holda, omonomik so'z boshqa sohaga daxldor sememalar ham bo'lishi mumkin.

Elektron lug'atlarni yaratishda lug'atning omonimik ma'nosini ham hisobga olish muhimdir. Raqs va san'atning o'rganilayotgan terminologik sohasi ham omonimiya bilan tavsiflanadi - "ma'no jihatidan farq qiluvchi ikki yoki undan ortiq til birliklarining fonetik jihatdan mos kelishi" [7]. Leksik omonimiyaning turli shakllari, shuningdek, tilning boshqa darajalarida (fonetik va morfologik) unga bog'liq hodisalar ma'lum. To'liq leksik omonimiya - bir gap bo'lagiga mansub so'zlarning mos kelishi. Omonimlarning soni va semantik salmog'iga ko'ra, ayniqsa, ikkita turkum ajratiladi: a) omonimlar-otlar va b) omonimlar-fe'llar.

4) Elektron lug'atlarda raqs va san'atga doir terminlarning sinonimlari ham kiritiladi.

Standartlashtirilgan terminologiyada sinonimlar muammosi "savollar savoli" deb hisoblanadi [8].

Ba'zilar sinonimiya jarayonini nomaqbul deb hisoblaydilar va har bir atama faqat bitta ma'noga ega bo'lishi kerak, deb hisoblaydilar, boshqalari esa sinonim (shu jumladan xorijiy) ma'lum afzalliklarga ega degan fikrda. So'zlarni o'zlashtirish jarayoni keng tarqalgan, shuning uchun ko'pincha bir xil so'zlar (ulardan biri o'zlashtirilgan) bir xil ma'noga ega. Masalan, fransuz tilidan hosil bo'lgan inglizcha *infant* so'zi unga ekvivalent *child* - kichik bolaga mos keladi. Shunga ko'ra, *infant* va *child* sinonimdir. Raqs terminologiyasida chet tilidan kirib kelgan sinonimik terminlar mavjud: frantsuzcha o'zlashgan *pas chasse* (qadam) inglizcha *glide* ga teng, inglizcha *kick* "tepish" va "kik" degan ma'noni anglatadi; *hook turn* - "raqsda aylanish, oyoq bilan ilgak qilish" va "burilish-ilgak"; *set* - "raqsda shakllanish" va "to'plam"; *step* - "harakat" va "qadam".

5) Leksikografik ma'no terminning semantic strukturasi asosida beriladi.

Raqs terminologiyasida sintaktik sinonimlarning ikki guruhi aniqlangan: 1) “terminning to‘liq shakli – terminning qisqa shakli” sinonimik moslashuvi: *walk* va *dance walk* – “bir qadam oldinga olg‘a borish”, *step* va *setting step* – “qadam” va “qadam tashlash”, 2) sinonimik moslashuv “so‘z birikmasi – so‘z birikmasi”: *drive walk* va *inside turn* – ichkariga, “ichki burilish”; *chicken walk* va *outside turn* – “tashqi burilish”, *chaîne turn* va *free spin* – raqqosalar o‘rinlarini almashtiradigan, bir yoki boshqa qo‘lni navbat bilan beradigan dumaloq raqsga o‘xshash figura; *strip the willow - right (left) hand across* - oldinga siljish, raqqoslar navbatma-navbat chap yoki o‘ng qo‘llarini olishganda; *leading couple - first couple* – yetakchi juftlik; *chasse - slip step* - sirpanish qadam (*chasse* - oldinga siljish, oyoq, go‘yo, ikkinchisiga egilib, sakraganda bog‘lanadi).

Tilshunoslikda, V.P.Danilenkoning so‘zlariga ko‘ra, termini shakllantirishning ikkita eng keng tarqalgan lingvistik usuli mavjud: 1) leksik qisqartirish: a) so‘z yoki iborani tushirib qoldirish; b) so‘z birikmasini iboraning tarkibiy qismlaridan biriga tegishli so‘z bilan almashtirish; 2) so‘z yasashda (so‘z yasash, abbreviatsiya) qisqartmalardan foydalanish [9]. Raqs terminologiyasida asl so‘z birikmasining so‘zlaridan birini olib tashlash natijasida olingan quyidagi shakllanishlar aniqlanadi:

6) Elektron lug‘atlarda san‘at va raqsga xos terminlarning antonimlari (qarama-qarshi ma’nolari) ham beriladi.

Antonimiya hodisasini tasvirlash uchun biz raqs terminologiyasidan misollar keltiramiz, xususan:

- “*cast off*” (tashqi burilish bilan joyga qaytish) va “*cross over*” (qarama-qarshi turgan sherikning joyiga o‘tish),

- “*back-to-back*” (raqsda orqaga joylashish) va “*face-to-face*” (raqsda bir-biriga qaragan holat),

- “*bottom of set*” (qator oxiri) va “*top of set*” (raqs qatorining boshi),

- “*clockwise/natural turn*” (soat yo‘nalishi bo‘yicha harakatlanish) va “*anticlockwise/reverse turn*” (soat miliga teskari harakat),

- “*inside turn*” (ichki burilish) va “*outside turn*” (tashqi burilish).

7) Bosh so‘zdan keyin uning etimologiyasi bo‘yicha ma’lumot berish ma’qul deb topildi.

Tarixiy raqsda *balance* - bu bir oyoqdan ikkinchisiga qadam tashlash, yarim barmoqlarda ko‘tarish va tanani egish bilan raqs harakati. *Balance* (frantsuzcha “muvozanat” dan) *pas grave* (frantsuzcha “pas” “qadam”, “grave” “og‘ir”, “sekin” so‘zlaridan) qo‘shilgan holda *balance menuet* so‘z birikmasi yaraldi. O‘rta asrlarda paydo bo‘lgan bir qator nomlar uzoq vaqt davomida bal raqslari lug‘atiga kirdi. Ulardan harakatlar qanday o‘zgarganini, bir xil atama turli davrlarda turli harakatlarni bildirish uchun qanday xizmat qilganini, ba’zida ma’lum bir o‘xshashlikni kuzatish mumkin.

Xulosa. Inglizcha-o‘zbekcha elektron lug‘atini yaratish uchun lingvistik baza yaratish darkor. Buning uchun mavjud so‘zlar excel faylda jamlanadi. O‘zbek va ingliz xalqiga xos, ya’ni milliy-madaniyatini o‘zida yaqqol namoyon etadigan musiqa va raqs harakatlari orqali marosim, to‘ylarda urf-odatlari, turmush tarsi, ruhiy kechinmalarini ifoda etadi. Tadqiqot natijalari san‘at sohasi terminlarini tizimli ravishda to‘plash, ularning semantik, funksional va tarjimaviy xususiyatlarini aniqlash, shuningdek, ushbu terminlarni elektron formatda jamlab, raqamli platformada taqdim etish katta amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Yaratilgan elektron axborot bazasi san‘atshunoslik, tarjimashunoslik, tilshunoslik va axborot texnologiyalari kesishgan nuqtada samarali hamkorlikni ta’minlaydi. Baza foydalanuvchilarga terminlar bo‘yicha izlash, ularning kontekstdagi qo‘llanilishi, izohlari va tarjimalari bilan tanishish imkonini beradi. Bu esa ta’lim, ilmfan va amaliy faoliyatda aniqlik va izchillikni ta’minlashga xizmat qiladi.

Tadqiqot davomida san‘at terminologiyasini elektronlashtirishga doir ilg‘or xorijiy tajribalar o‘rganildi, milliy xususiyatlar inobatga olindi hamda terminlar bazasining foydalanuvchi uchun qulay interfeys asosida yaratilishi yo‘lga qo‘yildi.

Shuningdek, bu tadqiqot san‘at terminologiyasining standartlashtirilishi, yagona ilmiy-amaliy baza yaratish orqali ularning keng qo‘llanilishiga va uzviy rivojlanishiga xizmat qiluvchi muhim qadam sifatida baholanishi mumkin. Kelgusida ushbu elektron baza takomillashtirilib, ko‘p tilli versiyada ham kengaytirilishi lozim.

ADABIYOTLAR:

1. Карабанова С.Ф. Танцы малых народов юга Дальнего Востока СССР как историко-этнографический источник. - М., 1979. – С.33-35.
2. Эндрюс Т. Магия танца. Ваше тело как инструмент силы. - М., 1996.
3. Oxford Advanced Learner’s Dictionary of current English 1995. – P.292
4. Даниленко В.П. Русская терминология: Опыт лингвистического описания. - М., 1977. – С.183-188.

5. Tursunova Y. *Mening birinchi lugʻatim. Rangin olam. Maktabgacha yoshdagi bolalar uchun rangli-bezakli oʻquv izohli lugʻat.* – Qarshi: Nasaf, 2019. – 32 b.
6. Баҳриддинова Б.М. Ўзбекистонда ўқув лугатчилиги: тарихи, лингвистик асослари ва тараққиёт тамойиллари: филол. фан. докт. (DSc) ... дис. – Тошкент, 2020. – 212 б.
7. Абжалова М., Эркинов М. *Elektron lugʻat va kiberleksikografiya. Oʻzbekiston milliy universiteti xabarlar.* [https://science.nuu.uz/admin/pdf/Uzmu-14-2021\(3-bolim\).pdf](https://science.nuu.uz/admin/pdf/Uzmu-14-2021(3-bolim).pdf)
8. Razokovna, Ochilova Mekhriniso. *“Ways of choosing vocabulary in online music and dance terms dictionaries. Innovative Society: Problems” Analysis and Development Prospects (Spain) (2023): 10-13.*
9. Ochilova, M. (2021). *Электрон лугат–лексикография ривожининг янги босқичи маҳсули. Центр научных публикаций (buxdu. uz), 8 (8), 2021-173.*
10. ArtLex Art Dictionary. (n.d.). Retrieved from <https://www.artlex.com>
11. Rakhmonova, D. (2021). *Sanʼat tilining uslubiy xususiyatlari: zamonaviy yondashuvlar. Oʻzbekiston Milliy universiteti ilmiy jurnali.*
12. Gairns, R., & Redman, S. (2011). *Working with Words: A Guide to Teaching and Learning Vocabulary.* Cambridge University Press.

ГЕНДЕР И ЯЗЫК: ЯЗЫК ЖЕНЩИН КАК СОЦИАЛЬНАЯ И ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ
КАТЕГОРИЯ

Алиева Гулшан Хамзаевна,

Независимый соискатель,

Бухарский государственный университет

nice.gulshan@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается феномен женской речи как лингвистической и социальной категории в рамках исследований по гендеру и языку. Анализируются черты, традиционно приписываемые женской речи — вежливость, эмоциональность, непрямота — на основе теорий Робин Лакофф и других социолингвистов. Обсуждается развитие феминистской лингвистики и критика гендерных языковых стереотипов. Автор утверждает, что женская речь не является языковым недостатком, а отражает социальные роли и коммуникативные стратегии, формируемые гендерными нормами. Подчеркивается необходимость инклюзивной и недискриминационной языковой практики в современном обществе.

Ключевые слова: гендер, язык, женская речь, социолингвистика, языковые стереотипы, феминистская лингвистика.

GENDER VA TIL: AYOLLAR NUTQI IJTIMOYIY VA LINGVISTIK KATEGORIYA
SIFATIDA

Annotatsiya. Ushbu maqolada ayollar nutqining tilshunoslik va ijtimoiy kategoriya sifatida o'rganilishi yoritilgan. Ayollarga xos deb hisoblangan nutqiy xususiyatlar – xushmuomalalik, hissiyotga boylik, bilvosita ifoda – Robin Lakoff va boshqa sotsiolingvistlar nazariyalari asosida tahlil qilinadi. Maqolada feministik tilshunoslikning rivoji hamda gender asosidagi til stereotiplariga nisbatan tanqidiy yondashuv muhokama qilinadi. Ayollar nutqi til nuqsoni emas, balki gender me'yorlari bilan shakllangan ijtimoiy rol va kommunikativ strategiyalar ifodasi sifatida talqin etilishi lozimligi ta'kidlanadi. Zamonaviy jamiyatda inklyuziv va kamsitmaslikka asoslangan til amaliyoti zarurligiga e'tibor qaratiladi.

Kalit so'zlar: gender, til, ayollar nutqi, sotsiolingvistika, til stereotiplari, feministik tilshunoslik.

GENDER AND LANGUAGE: WOMEN'S SPEECH AS A SOCIAL AND LINGUISTIC
CATEGORY

Abstract. This article explores the phenomenon of women's speech as a linguistic and social category in the context of gender and language studies. It analyzes the features traditionally attributed to women's speech, such as politeness, emotionality, and indirectness, based on the theories of Robin Lakoff and other sociolinguists. The paper also discusses the evolution of feminist linguistics and the critique of gendered language stereotypes. It argues that women's speech should be viewed not as a linguistic deficiency but as a reflection of social roles and communicative strategies shaped by gender norms. The article emphasizes the need for inclusive and non-discriminatory language practices in modern society.

Keywords: gender, language, women's speech, sociolinguistics, linguistic stereotypes, feminist linguistics.

Введение. Язык — это не только основа человеческой коммуникации, но и мощный инструмент формирования, поддержания и воспроизведения социальных норм и культурных установок. Он отражает структуру общества, ценностные ориентиры, и в то же время активно участвует в их формировании. Одним из центральных понятий в современной социолингвистике и гендерных исследованиях является категория «гендер», которая рассматривается не как биологически заданная характеристика, а как социальная и культурная конструкция.

Современные исследования демонстрируют, что язык и гендер находятся в сложной взаимосвязи: речевые практики не только отражают гендерные различия, но и конструируют их. Особое внимание уделяется феномену так называемого «женского языка» — совокупности лингвистических особенностей, свойственных или приписываемых женщинам. Эта тема на

протяжении последних десятилетий вызывает большой интерес среди лингвистов, социологов, психологов и феминистских теоретиков.

Настоящее исследование направлено на то, чтобы рассмотреть женскую речь как социальную и лингвистическую категорию, выявить исторические и теоретические предпосылки её изучения, а также проанализировать, как язык женщин функционирует в контексте социокультурных ожиданий и норм.

Методология исследования. В данной работе используется качественный междисциплинарный подход, объединяющий методы социолингвистики, дискурс-анализа, феминистской критики и культурологических исследований. Основным методом — аналитический обзор и интерпретация существующей научной литературы по теме, а также сопоставительный анализ речевых характеристик, связанных с гендерными различиями.

Дополнительно привлекаются элементы эмпирического анализа, основанные на примерах из реальной коммуникации, речевых стратегий и дискурсивных практик. Источниками информации выступают как классические труды (Р. Лакофф, Д. Батлер, Д. Таннен), так и современные публикации российских и зарубежных авторов.

Обсуждение. Вопрос о существовании и специфике «женского языка» вызывает активные дискуссии в научном сообществе. Одной из главных тем обсуждения является вопрос: действительно ли существуют стойкие и универсальные различия между речевыми практиками женщин и мужчин, или же эти различия обусловлены исключительно социокультурным контекстом?

Исследования последних десятилетий демонстрируют, что так называемый «женский язык» — это в первую очередь результат социальных ожиданий, а не врождённых различий. К примеру, склонность женщин к вежливым формам общения, смягчённым выражениям, избеганию конфликтных форм может быть обусловлена воспитанием и нормами, предписывающими женщинам демонстрировать уступчивость и заботливость. При этом те же женщины в профессиональной среде или в условиях равного статуса способны демонстрировать иные речевые стратегии — уверенность, прямолинейность, лидерство в коммуникации.

В разных культурах нормы «женственности» варьируются, и соответственно меняются и ожидания от женской речи. В некоторых обществах поощряется скромность и сдержанность в высказываниях, в других — открытая активность. Это подтверждает тезис о контекстуальной обусловленности речевого поведения.

Особый интерес представляет дискурсивная практика, в рамках которой женщины могут использовать стратегию «адаптивного» дискурса — сочетая черты, традиционно приписываемые как женской, так и мужской речи в зависимости от ситуации. Такой подход подтверждает мысль о гибкости и многообразии женской речевой идентичности.

Также дискуссионным остаётся вопрос о роли языка как инструмента власти и подчинения. Согласно феминистским теориям, женская речь часто оказывается маргинализированной, а её особенности интерпретируются как недостатки. Например, употребление вопросительных интонаций или уменьшительно-ласкательных форм может восприниматься как признак неуверенности. Однако в других контекстах такие формы могут играть роль установления близости и эмпатии, то есть быть осознанной коммуникативной стратегией.

Наконец, обсуждение женского языка невозможно без учёта роли медиа, образования и цифровой среды. В социальных сетях женщины активно формируют новые модели речи, используют феминитивы, выражают протест против сексистской лексики, создавая альтернативные речевые нормы. Это свидетельствует о том, что язык женщин — это не только объект регулирования, но и мощный ресурс социальной трансформации.

Понятие «гендер» представляет собой совокупность социально сконструированных норм, ролей и поведенческих ожиданий, связанных с понятием женственности и мужественности в конкретной культуре. В отличие от пола (sex), который трактуется как биологическая характеристика, гендер (gender) — категория социальная. Он варьируется в зависимости от исторических, культурных, политических и экономических условий общества.

Изначально в лингвистике под гендером понималась исключительно грамматическая категория. Однако начиная с конца XX века понятие приобрело междисциплинарное значение, охватывающее сферы идентичности, власти, языка и дискурса. Гендер стал рассматриваться как динамический процесс, проявляющийся в повседневных социальных практиках, включая язык.

Связь гендера и языка проявляется на нескольких уровнях:

1. **Лексико-семантический уровень** — использование определённых слов, фраз, выражений, связанных с гендерными ролями и стереотипами.

2. **Синтаксический и морфологический уровень** — наличие грамматического рода, употребление феминитивов и маскулинизмов.

3. **Прагматический уровень** — речевые акты, вежливость, интонация, цели высказывания, манера общения.

4. **Дискурсивный уровень** — построение и интерпретация высказываний в зависимости от социального контекста, ожиданий и властных отношений.

Роль языка в формировании гендера особенно подчёркивается в теории перформативности Джудит Батлер, которая утверждает, что гендерные идентичности не существуют априори, а формируются в процессе речевых и телесных практик. Таким образом, язык не просто отражает, но и создаёт гендерные различия.

Язык женщин как категория исследования стал особенно интересовать учёных в контексте феминистской критики, которая вскрыла иерархичность языковых норм и привилегированность мужской речевой модели как «нейтральной» и «нормативной». Женская речь, в отличие от этого, зачастую рассматривалась как отклонение или маргинальная форма выражения.

Современные подходы стремятся деконструировать такие бинарные оппозиции, признавая множественность речевых стратегий и динамичность языковой идентичности. Гендерная социолингвистика акцентирует внимание на контекстуальности речевого поведения и взаимодействии различных социальных факторов — возраста, профессии, этничности, уровня образования и др.

Обзор литературы. Исследование языка с точки зрения гендера имеет богатую историю. Одним из первых значимых трудов стала работа Робин Лакофф «Language and Woman's Place» (1975), в которой впервые была систематизирована идея о том, что женская речь носит подчинённый характер и формируется под влиянием социальных ожиданий.

Дебора Таннен в книге «You Just Don't Understand» (1990) предлагает рассматривать различия в мужской и женской речи как различие коммуникативных стилей: мужчины используют речь для демонстрации статуса и контроля, тогда как женщины — для установления взаимопонимания и поддержки.

Критический подход представлен в трудах Джудит Батлер, которая рассматривает гендер как дискурсивную практику. Её концепция перформативности, изложенная в «Gender Trouble» (1990), утверждает, что речь и поведение производят гендер, а не просто выражают его.

Дебора Камерон в «The Myth of Mars and Venus» (2005) опровергает распространённые стереотипы о «женском» и «мужском» языках, доказывая, что такие различия преувеличены и социально сконструированы.

В отечественной науке значительный вклад внесли Е. А. Кулешова, Г. С. Уразова, С. В. Чеснокова и другие исследователи, анализирующие гендерные аспекты коммуникации в русском языке, специфику употребления феминитивов, речевые модели женщин в профессиональной и частной сферах.

Таким образом, корпус литературы демонстрирует, что изучение языка с точки зрения гендера включает в себя разнообразные подходы — от структурно-лингвистических до критико-дискурсивных.

История изучения "женского языка". Научный интерес к "женскому языку" проявился в 1970-х годах, когда в фокусе оказались феминистские исследования. Ключевую роль в развитии этого направления сыграла американский лингвист Робин Лакофф, автор книги "Language and Woman's Place" (1975). Она утверждала, что женская речь отличается неуверенностью, мягкостью, вежливостью, склонностью к уменьшительным формам и вопросительным интонациям.

По мнению Лакофф, такие особенности не являются врождёнными, а отражают социальное положение женщин как подчинённой группы. Женщины с детства обучаются говорить "по-женски", что ограничивает их возможности и снижает авторитет в глазах окружающих.

Эти идеи вызвали широкий резонанс и дали начало многочисленным исследованиям, направленным на анализ речевых различий между мужчинами и женщинами.

Лингвистические особенности женской речи. На основе многочисленных исследований выделены следующие характеристики, часто ассоциируемые с женской речью:

1. **Повышенная вежливость** — женщины чаще используют формы вежливости, просьбы вместо приказов, смягчающие фразы.

2. **Использование эмоциональной лексики** — в речи женщин чаще встречаются слова, выражающие чувства, оттенки эмоций и субъективное восприятие.

3. **Увеличенное количество вопросов** — особенно так называемых "тегов" (например: "Ты же с нами пойдёшь, да?").

4. **Использование уменьшительно-ласкательных форм** — "книжечка", "кошечка", "домик" и т. д.

5. **Избегание табуированной лексики и прямых высказываний** — женщины реже используют ругательства и речевые акты прямой конфронтации.

6. **Более частое использование интонационных и невербальных средств** — мимика, жесты, интонация играют важную роль.

Однако современные учёные подчёркивают, что данные особенности не универсальны и варьируются в зависимости от возраста, статуса, образования, профессиональной среды, этнокультурного контекста и других факторов.

4. Гендер как перформатив: современный подход. Теория перформативности Джудит Батлер стала революционной в понимании гендера. Согласно её взглядам, гендер — не фиксированная характеристика, а результат повторяющихся действий, практик и речевых актов. Гендер не "есть", он "делается".

С этой позиции язык играет ключевую роль в гендерной идентичности. Речевые стратегии, интонации, выбор слов — всё это не просто отражает гендер, а конструирует его. Таким образом, "женский язык" — это не нечто, присущее всем женщинам, а набор речевых практик, связанных с определённым образом женственности.

Например, женщина может использовать авторитетный, уверенный стиль речи в профессиональной среде и более мягкий — в семейной. Это не означает противоречие, а указывает на гибкость и многообразие речевых стратегий.

Каждое общество имеет свои ожидания и нормы, связанные с речевым поведением женщин. В патриархальных культурах женская речь часто регламентируется строже, чем мужская. От женщин ожидается скромность, вежливость, сдержанность. Девочек с детства учат не перебивать, не спорить, говорить "красиво".

Языковые нормы закрепляют гендерные стереотипы. Например, слова "болтушка", "истеричка", "сплетница" имеют негативную окраску и применяются исключительно к женщинам, тогда как аналогичных по смыслу выражений для мужчин почти нет. Это создаёт давление на женщин, формируя у них тревожность в отношении собственной речи и ограничивая свободу самовыражения.

Женщины сталкиваются с лингвистической дискриминацией — когда их речь считается менее авторитетной, компетентной или "слабой" по сравнению с мужской. Это особенно ярко проявляется в профессиональной сфере и публичной коммуникации.

Однако язык может быть не только средством угнетения, но и средством борьбы. Современные феминистские движения активно используют язык для переосмысления ролей, создания инклюзивных форм и продвижения гендерного равенства. Примеры:

- Использование феминитивов: "авторка", "директорка", "учёная".
- Изменение языковых стандартов и грамматических правил.
- Создание новых лексических единиц, выражающих опыт женщин.

Многочисленные социолингвистические исследования показывают, что женщины, как правило:

- чаще проявляют эмпатию и используют стратегию сотрудничества в речи;
- более внимательно относятся к вежливости и культурным нормам общения;
- охотнее используют невербальные сигналы — жесты, мимику;
- реже прерывают собеседника, чаще используют активное слушание.

Тем не менее, мужчины тоже могут применять "женские" речевые стратегии, а женщины — "мужские". Всё зависит от контекста общения и социальной роли говорящего.

Современные исследователи всё чаще подвергают сомнению само существование единого "женского языка". Они утверждают, что различия в речи не столько гендерные, сколько социальные, классовые, этнические и ситуативные.

Категория "женской речи" слишком обобщающая и игнорирует индивидуальные различия. К тому же, акцент на различиях между мужской и женской речью может усиливать стереотипы и закреплять неравенство. Гораздо продуктивнее говорить о разнообразии языковых практик, доступных любому человеку вне зависимости от гендера.

Заключение. Язык женщин — это сложное, многогранное явление, находящееся на пересечении языка, культуры, власти и идентичности. Он не является биологически заданным, а формируется под воздействием социальных факторов, культурных норм и исторических условий.

Понимание женской речи как социальной и лингвистической категории позволяет не только лучше осознавать механизмы дискриминации, но и формировать более инклюзивную языковую среду.

Важно отходить от стереотипов и рассматривать язык как живой и изменяющийся инструмент самовыражения, доступный всем.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лакофф, Р. (1975). *Language and Woman's Place*. New York: Harper & Row.
2. Батлер, Дж. (1990). *Gender Trouble: Feminism and the Subversion of Identity*.
3. Таннен, Д. (1990). *You Just Don't Understand: Women and Men in Conversation*.
4. Камерон, Д. (2005). *The Myth of Mars and Venus*.
5. Эккерт, П., & Макконнелл-Джинет, С. (2013). *Language and Gender*.
6. Кулешова, Е. А. (2012). *Гендерные аспекты речевой коммуникации*. М.: Флинта.
7. Уразова, Г. С. (2020). *Язык и гендер: теория и практика*. Казань: Казанский университет.
8. Павловская, Н. В. (2019). Женская речь как объект социолингвистики. – *Вестник ТГПУ*.
9. Шукан, Т. (2010). Женский дискурс в медианпространстве. – *Журнал социологии и социальной антропологии*.
10. Чеснокова, С. В. (2017). Язык, гендер и власть: проблемы и перспективы. – *Журнал исследований социальной политики*.

ЛЕКСИКО-ГРАММАТИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ В ТЕКСТАХ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ (НА МАТЕРИАЛЕ ПРОИЗВЕДЕНИЙ Д. РУБИНОЙ)

Салахидинова Зилола Одилжановна,

старший преподаватель кафедры русского языка и методики преподавания
Узбекского государственного университета мировых языков, д.ф.ф.н. (PhD)

saloxidinova77@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые подходы к исследованию экспрессивно-эстетических ресурсов художественного текста на материале произведений Д. Рубиной. Анализ охватывает фонетический уровень, включающий интонационно-звуковую организацию речи, а также лексико-семантический уровень, отражающий индивидуально-авторское использование словарных и стилистических средств. Особое внимание уделяется выявлению художественных приёмов, способствующих созданию эмоциональной насыщенности, образности и ритмической гармонии текста. Подчёркивается значение языковых особенностей в формировании авторской картины мира и эстетического воздействия на читателя, что позволяет раскрыть специфику идиостиля писательницы.

Ключевые слова: каламбур, синоним, антоним, варваризм, архаизм, историзм, диалектизм, устаревшие слова, стилизация, фразеологическое новаторства, макаронический стих, эпиграф.

BADIIY ASAR MATNLARIDAGI FRAZEOLGIK BIRLIKLARNING LEKSIK-GRAMMATIK TARKIBI (D. RUBINA ASARLARI ASOSIDA)

Annotatsiya. Maqolada D. Rubina asarlari misolida badiiy matnning ekspressiv-estetik resurslarini tadqiq etishning asosiy yondashuvlari ko'rib chiqiladi. Tahlil nutqning intonatsion-tovush tashkil etilishini o'z ichiga olgan fonetik darajasini, shuningdek, lug'at va uslubiy vositalardan individual-mualliflik foydalanishni aks ettiruvchi leksik-semantik darajasini qamrab oladi. Matnning emotsionalligi, obrazlilik va ritmik uyg'unligini ta'minlashga xizmat qiluvchi badiiy san'atlarni aniqlashga alohida e'tibor qaratilmoqda. Til xususiyatlarining muallifning olam manzarasini shakllantirish va kitobxonga estetik ta'sir ko'rsatishdagi ahamiyati ta'kidlanadi, bu esa yozuvchi idioshtilining o'ziga xos xususiyatlarini ochib berishga imkon beradi.

Kalit so'zlar: so'z o'yini, sinonimlar, antonimlar, barbarizmlar, arxaizmlar, istarizmlar, dialektizmlar, eskirgan so'zlar, stilizatsiyalar, makronim, epigraflar.

LEXICAL-GRAMMATICAL COMPOSITION OF PHRASEOLOGICAL UNITS IN THE TEXTS OF WORKS OF ART (BASED ON THE WORKS OF D. RUBINA)

Abstract. The article examines key approaches to researching the expressive-aesthetic resources of literary text based on the works of D. Rubina. The analysis encompasses the phonetic level, which includes the intonational-sound organization of speech, as well as the lexical-semantic level, which reflects the individual-author use of lexical and stylistic devices. Special attention is paid to identifying artistic devices that contribute to creating emotional richness, imagery, and rhythmic harmony of the text. The importance of linguistic features in shaping the author's worldview and aesthetic impact on the reader is emphasized, which allows us to reveal the specifics of the writer's idiosyncrasy.

Key words: Pun, synonym, antonym, barbarism, archaism, history studies, dialect studies, obsolete words, stylization, phraseological novelties, macaronic poem, epigraph.

Введение. В данной работе рассматриваются особенности использования фразеологических единиц в произведениях современной писательницы Д. Рубиной, чьё творчество отличается особой выразительностью и насыщенностью художественной речи. Цель исследования заключалась в выявлении специфики функционирования фразеологизмов в её прозе, а также в анализе приёмов индивидуально-авторских преобразований устойчивых выражений, придающих текстам уникальную интонацию и эмоциональную окраску. Изучение семантики фразеологических единиц представляет собой одну из наиболее значимых и увлекательных задач современной фразеологии, так как именно через них раскрывается глубинный смысл произведений. Фразеологические обороты в текстах Рубиной выполняют не только номинативную, но и экспрессивно-оценочную, изобразительную

функции, формируя авторскую картину мира. Материалом исследования послужили тексты авторского сборника «Русская канарейка» (трилогия «Желтухин», «Голос», «Блудный сын»), а также произведения «Окна» и «Белая голубка Кордовы», в которых фразеологизмы органично вплетены в повествование и становятся важным средством художественной выразительности.

Методика исследования. В ходе работы был применён комплексный методологический подход, включающий в себя элементы описательного, контекстуального, статистического и сравнительно-аналитического методов, что позволило получить максимально полное представление о функционировании фразеологических единиц в прозе Д. Рубиной. На первом этапе проводился сплошной отбор фразеологических единиц из произведений писательницы, входящих в корпус исследования, с обязательной фиксацией контекстов их употребления в картотеке для дальнейшей систематизации и анализа.

Далее осуществлялся контекстуальный анализ, направленный на выявление смысловой нагрузки, функциональной роли и стилистических особенностей фразеологизмов в пределах конкретного фрагмента текста. На данном этапе особое внимание уделялось не только определению значения и экспрессивно-оценочной окраски устойчивых выражений, но и выявлению скрытых ассоциативных и коннотативных связей, усиливающих художественное воздействие текста.

Значительное место занимал анализ индивидуально-авторских трансформаций фразеологизмов. Для этого производилось сопоставление выявленных в текстах модифицированных устойчивых выражений с их узואальными формами, зафиксированными в авторитетных толковых и фразеологических словарях. Сравнительно-аналитический метод позволил определить, какие приёмы трансформации – замена компонентов, расширение или сужение значения, контаминация, контекстуальная переинтерпретация – преобладают в идиостиле писательницы.

Дополнительно применялся количественный анализ, позволивший установить частотность использования фразеологизмов различных структурно-семантических типов, а также распределение их по тематическим группам. Такой подход дал возможность выявить, какие лексико-грамматические разряды и функциональные типы фразеологических единиц наиболее характерны для художественной манеры Д. Рубиной, и проследить закономерности их взаимодействия с другими языковыми уровнями – лексическим, синтаксическим и стилистическим.

В совокупности использование этих методов обеспечило комплексное и многоаспектное исследование материала, позволившее не только описать, но и объяснить специфику функционирования фразеологизмов в авторской художественной системе.

Результаты и их обсуждение. Используя «фразеологические единицы в тексте, писатель кодирует с их помощью свое эмоциональное отношение к событиям текста, персонажам и т.д., стремясь вызвать у читателя эмоции, созвучные авторскому замыслу» [4; с. 67]. Фразеологические единицы разного структурного построения соотносимы с определенными лексико-грамматическими категориями частей речи. Поэтому их обычно классифицируют по семантико-грамматическим показателям в зависимости от своей лексико-грамматической характеристики, которая предопределяет синтаксическую функцию фразеологизма в предложении. Именной фразеологизм может быть подлежащим, дополнением, адъективным определением, различными адвербиальными обстоятельствами. Лексико-грамматические разряды фразеологизмов произведений Д. Рубиной представлены в таблице 1.

Таблица 1
Лексико-грамматические разряды фразеологизмов произведений Д. Рубиной

Лексико-грамматические разряды	Фразеологизмы
Именные	Легкая рука, тяжелая рука, мальчик на побегушках, птица высокого полета, мелкая сошка, желторотый птенец
Глагольные	Намылить голову, уходить с головой, наострить уши, разводить руками, носить на руках, сидеть на бабах, сводить концы с концами, пробавляться на гроши, знать на зубок, заговаривать зубы, зуб на зуб не попадает, скалить зубы, веревки вить, стричь под одну гребёнку, и след простыл, тянуть канитель, попасть впросак
Адвербиальные	Слома голову, для отвода глаз, знать на зубок, пропустить мимо ушей, соловьём разливаться, как рыба в воде, до потери сознания, ни в зуб ногой, око за око, зуб за зуб, не по зубам, через пень колоду

Адъективные	Седьмая вода на киселе, не разлей вода, не в своей тарелке, нечистый на руку
-------------	--

Анализ рассмотренных нами примеров показал, что в произведениях Д. Рубиной используются фразеологические единицы разного грамматического типа, где преобладают адвербиальные фразеологические единицы, и соответственно, автор в основном использует в своих произведениях глагольные и наречные фразеологизмы, позволяющие дать общую характеристику персонажей.

«Проблема функционирования фразеологизмов в художественных текстах всегда была актуальной для фразеологии, поскольку выявляет, с одной стороны, специфику языка писателя, а с другой – общие тенденции использования фразеологизмов» [7; с. 34]. Одним из изучающих проблемы фразеологии был известный ученый-лингвист Н.М. Шанский и др.

С точки зрения выразительности, эмоциональности можно выявить в произведениях Д. Рубиной фразеологизмы, которые участвуют в создании характеристики персонажей, например, в книге «Русская канарейка», состоящей из трех романов «Желтухин», «Голос» и «Блудный сын» [4].

В результате анализа были рассмотрены классификации, в которых выявлены группы фразеологизмов, характеризующих персонажей в произведениях Д. Рубиной (таблица. 2).

Таблица 2

Тематическая классификация фразеологизмов, употребленных для создания образной характеристики персонажей в произведениях Д. Рубиной

Внешний образ человека – портрет	Широкий в кости, коломенская верста Мимика – бросить взгляд Жесты – всплеснуть руками Голос – иерихонская труба
Портретная характеристика	Характер – покоритель женских сердец, крепкий орешек, адское терпение
Действие персонажей	Подвиг Геракла, спутать карты, след простыл, до потери сознания
Непосредственное действие	Дать прикурить
Характеризующие способности персонажа, его умение, навыки, опыт, талант	Собачий нюх, выдавшие виды, дар божий, знать на зубок, не в зуб ногой, стрелянный воробей, без сучка без задоринки, мастер на все руки
Эмоциональное состояние персонажей их чувства, переживание, чувство сильного стыда	Залиться краской, не в своей тарелке, как рыба в воде, дать дуба (дуба преподнести), не по зубам, стричь под одну гребенку, через пень колоду, болен кем-то, щеки пылают, что в душе творилось, сходила с ума
Материальное и социальное положение	Мальчик на побегушках, мелкая сошка, выйти замуж, попасть в просак, синий чулок, птица важная, забытая судьбой
Взаимоотношение героев	Седьмая вода на киселе, не разлей вода
Черты характера	Ослица Воламова, блудный сын, птица большого полета, желторотый птенец, веревки вить, зубы чесать, вбивать вколачивать в голову в башку, язык заплетается, не чистый на руку, ночная кукушка, вольная птица
Герои плохо говорящие по-русски искажают (комичности) Речевая характеристика	На нервной почке- на нервной почве ни пуха ни праха- ни пуха ни пера Беречь как синица окунь - беречь как синицу ока
Речемыслительная деятельность героев	Вставить пять копеек, знать на зубок, пропустить мимо ушей, соловьем разливать
Значение времени	Дни текут, я теряю время
Отрезки времени	Возраст любви, бабий век, школьные годы
Отвлеченные понятия	Огонь любви, нить судьбы
Неопределенное количество	Слез не хватит, в тысячу раз

Следует обратить внимание, как Д. Рубина, используя в своем творчестве фразеологизмы, образовала особую сферу среди лингвистических пластов лексику и синтаксис. «Фразеологизм – это такая языковая единица, которая характеризует целостность значения, устойчивость лексического состава, лексико-грамматических форм и синтаксической структуры» [4; с. 79]. В работе нами была использована классификация А.М. Чепасовой, которая считает, что «фразеологизмы, как и весь лексический состав языка, составляют несколько классов, тождественных частям речи» [6; с. 6].

Часто фразеологические единицы были употреблены автором в узуальном значении. Д. Рубина при использовании фразеологических единиц преобразовывала их, чтобы придать устойчивым сочетаниям слов яркость и новые лексические значения.

Анализ показал, что автор в своих текстах использует фразеологические единицы всех групп кроме предлогов. Часто использует процессуальные фразеологизмы. С помощью их Д. Рубина придавала своим героям экспрессивность и асоциальность. Наше исследование показало, что большая часть трансформации происходит на семантическом уровне. С помощью трансформации компонентов Д. Рубина достигает яркость и остроту в своих произведениях. Тем самым, она увеличивает свою аудиторию читателей.

Д. Рубина как современный писатель нашего времени, часто в своих рассказах использовала фразеологизмы, бывало и по несколько раз в одном предложении. Также в своих рассказах автор применяет трансформацию фразеологизмов, заменяя при этом один компонент на другой, что и являлось стилем писателя. Наибольший интерес представляет разговорный функциональный стиль и его фразеология, так как именно этот пласт речи является наиболее объемным по своему составу и наиболее экспрессивным по стилистической окрашенности. Это увеличивает аудиторию поклонников ее таланта.

Д. Рубина для описания и характеристики персонажей своих произведений использует несколько групп фразеологизмов с точки зрения их стилистической принадлежности и экспрессивной окраски, поскольку каждому стилю языка присущи собственные лингвистические приемы для выражения определенного содержания. Проведенный нами анализ показал, что в произведениях Д. Рубиной редко встречаются фразеологические единицы книжного характера. Особое место среди них занимают устаревшие ФЕ – фразеологические историзмы и архаизмы. Отмечено, что чаще всего писатель использует фразеологизмы межстилевого характера. Из них наиболее многочисленную группу составляют разговорно-бытовые фразеологизмы, поскольку они обладают экспрессивной маркированностью.

Выводы. Проведённое исследование позволило установить, что фразеологические единицы занимают в прозе Д. Рубиной важное место, выполняя как номинативную, так и экспрессивно-оценочную, изобразительную функции. Писательница активно использует устойчивые выражения различных лексико-грамматических разрядов, среди которых преобладают глагольные и адverbиальные конструкции, обеспечивающие динамичность повествования и выразительность характеристик персонажей. Особое значение имеют разговорно-бытовые фразеологизмы, обладающие яркой экспрессивной окраской и способные создавать атмосферу живой речи, а также фразеологизмы межстилевого характера, которые органично вплетаются в ткань текста.

Характерной особенностью идиостиля Д. Рубиной является индивидуально-авторская трансформация фразеологизмов, чаще всего на семантическом уровне, что позволяет обновлять их смысл, придавать дополнительные оттенки значения и усиливать образность. Замена компонентов, расширение или сужение значения, а также намеренные искажения устойчивых выражений способствуют созданию уникальной авторской интонации и запоминающегося стиля. Анализ показал, что писательница избегает избыточного использования книжных и устаревших фразеологизмов, однако выбор отдельных историзмов и архаизмов служит целям характеристики персонажей и передачи колорита эпохи.

Таким образом, фразеологическая система в произведениях Д. Рубиной является одним из ключевых средств художественной выразительности, обеспечивающих не только яркость повествования, но и глубину раскрытия характеров, что в целом формирует неповторимость её художественного мира.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алефиренко Н. Ф. *Фразеология в контексте культуры: учеб. пособие.* – М.: *Флинта: Наука*, 2010. – 224 с.

2. Золотухина-Аболина Е. В. Введение в лингвостилистику: учеб. пособие. – М.: Флинта, 2012. – 288 с.
3. Кунин А. В. Курс фразеологии современного английского языка. – М.: Высшая школа, 1986. – 381 с.
4. Маслова В. А. Лингвистический анализ экспрессивности художественного текста: учеб. пособие. – Минск: Вышш. шк., 1997. – 143 с.
5. Фразеологизмы как средство характеристики персонажей (на материале произведений Дины Рубиной) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://googleweblight.com> (дата обращения: 13.08.2025).
6. Чепасова А. М. Семантико-грамматические классы русских фразеологизмов: учеб. пособие. – Челябинск: ЧГПУ, 2006. – С. 6-41.
7. Шанский Н. М. Русский язык. Лексика. Словообразование. – М.: Просвещение, 1975. – 239 с.

ILMIY NUTQDA METAFORANING ESTETIK VA TA’SIRCHANLIK IMKONIYATLARI

Sulaymonova Mahfuza Shavkat qizi,

Alisher Navoiy nomidagi Toshkent davlat

o‘zbek tili va adabiyoti universiteti I bosqich doktoranti

mahfuzasulaymonova15@gmail.com

ORCID ID: 0009-0003-0749-260X

Annotatsiya. Ushbu maqolada ilmiy nutqda metaforaning estetik vazifalari lingvokognitiv va semiotik yondashuvlar asosida tahlil qilinadi. Metaforaning obrazlilikni yaratish, nutq ohangini boyitish, ilmiy-badiiy uyg‘unlikni ta’minlash va auditoriyaga estetik-ta’sirchanlik berishdagi roli dalillar va empirik misollar bilan asoslangan. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, ilmiy nutqda metafora nafaqat tushuntirish va kognitiv jarayonlarni yengillashtiradi, balki estetik idrokni shakllantiruvchi kuchli vosita sifatida ham xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: ilmiy nutq, metafora, estetik funksiya, obrazlilik, lingvokognitiv yondashuv, semiotik tahlil.

AESTHETIC AND EFFECTIVE POTENTIAL OF METAPHOR IN SCIENTIFIC DISCOURSE

Abstract. The present article examines the aesthetic functions of metaphor in scientific discourse through the lens of linguo-cognitive and semiotic approaches. It substantiates, with empirical evidence and illustrative examples, the role of metaphor in creating imagery, enriching the stylistic tone, ensuring the unity of scientific and artistic expression, and enhancing the aesthetic impact on the audience. The findings indicate that metaphor in scientific language not only facilitates explanation and cognitive processing but also serves as a powerful means of shaping aesthetic perception within academic communication.

Keywords: scientific discourse, metaphor, aesthetic function, imagery, linguo-cognitive approach, semiotic analysis.

ЭСТЕТИЧЕСКИЕ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕТАФОРЫ В НАУЧНОЙ РЕЧИ

Аннотация. В статье рассматриваются эстетические функции метафоры в научной речи с позиций лингвокогнитивного и семиотического подходов. На основе фактов и эмпирических примеров обосновывается роль метафоры в создании образности, обогащении интонационно-стилистического строя текста, обеспечении синтеза научного и художественного выражения, а также в повышении эстетического воздействия на аудиторию. Исследование показывает, что метафора в научном дискурсе не только облегчает процессы объяснения и когнитивного восприятия, но и выступает как мощный инструмент формирования эстетического сознания в академической коммуникации.

Ключевые слова: научный дискурс, метафора, эстетическая функция, образность, лингвокогнитивный подход, семиотический анализ.

Kirish. Bilimlarni ifodalash, ilmiy konsepsiyalarni izohlash va yangi g‘oyalarni asoslash jarayonida qo‘llaniladigan maxsus til tizimi-ilmiy nutq bo‘lib, u o‘zining mantiqiy izchilligi, obyektivligi va aniqligi bilan ajralib turadi. Tilshunoslik, mantiq va psixologiya sohalarida olib borilgan tadqiqotlar (Lakoff & Johnson, 1980; Кравченко, 2004) ilmiy nutqni inson tafakkurining eng yuqori darajada tartiblangan verbal ifodasi sifatida talqin qiladi. Ilmiy nutqning asosiy belgilari mavjud. Masalan- aniqlik va aniq terminologiya. Ilmiy matn o‘zida qat’iy aniqlangan tushunchalar tizimini mujassamlashtiradi. Masalan, fizika fanida “tezlik” va “tezlanish” tushunchalari o‘zaro farqli terminlar bo‘lib, ularning ta’riflari qat’iy belgilangan. Terminlarning bir ma’niligini ilmiy nutqning mantiqiy izchilligini ta’minlaydi.

Ilmiy nutq qat’iy deduktiv yoki induktiv mantiqqa asoslanadi. Masalan, kimyoviy reaksiya tenglamalari mantiqan izchil bo‘lmasa, ilmiy xulosa noto‘g‘ri bo‘lishi ehtimoli yuqori. Matnda sabab-oqibat bog‘lanishlari ochiq ifodalanadi: “Agar suyuqlik harorati oshsa, uning bug‘ bosimi ortadi” kabi. Ilmiy nutqda subyektiv fikrlar minimal darajada bo‘ladi. Har bir bayonot empirik dalillar yoki matematik isbotlar bilan tasdiqlanadi. Masalan, “Yer Quyosh atrofida aylanadi” degan ilmiy fakt XVII asrda Tycho Brahe kuzatuvlari va I. Nyuton mexanikasi bilan isbotlangan.

Bundan tashqari, ilmiy nutq faqat bilimlarni saqlash emas, balki ularni yangi auditoriyaga yetkazish, tahlil qilish va kengaytirish vazifasini ham bajaradi. UNESCO hisobotiga ko'ra, global ilmiy hamkorlik samaradorligi ilmiy axborotning tushunarli va izchil yetkazilishiga bevosita bog'liq.

Ilmiy nutq yozma va og'zaki shaklda mavjud bo'lib, har birining o'z vazifalari va kommunikativ strategiyalari bor:

Yozma ilmiy nutq	maqolalar, monografiyalar, dissertatsiyalar, texnik hujjatlar shaklida bo'ladi.
Og'zaki ilmiy nutq	konferensiya ma'ruzalari, seminarlar, ilmiy munozaralar orqali ifodalanadi.

Ilmiy nutq — bu faqat axborot yetkazish vositasi emas, balki insoniyat bilimlar tizimining tarkibiy qismi hisoblanadi. Uning mantiqiy izchilligi, aniq terminologiyasi va dalillarga asoslanganligi ilmiy faoliyatning ishonchligi va samaradorligini ta'minlaydi. Shu bois ilmiy nutqni mukammal egallash har bir tadqiqotchi uchun zarur kompetensiyalardan biridir.

Asosiy qism. Ilm-fan tarixida bunday metaforik modellashirishning ko'plab misollarini topish mumkin. Masalan, elektromagnit to'lqinlarning "to'lqin" deb nomlanishi ularning suv to'lqinlariga o'xshash tarzda tasavvur qilinishiga asoslangan. Kvant mexanikasida zarracha holatining bir vaqtning o'zida bir nechta holatda mavjud bo'lishini anglatadigan "superpozitsiya" tushunchasi esa musiqa yoki ranglar aralashmasiga o'xshatilib metaforik tarzda tushuntiriladi. Biologiyada DNKning tuzilmasi "spiral zinapoya" metaforasi orqali tavsiflanadi, bu esa molekulaning uch o'lchamli strukturasi vizuallashtirish imkonini beradi[1]. Fizik Richard Feynman zarrachalar o'zaro ta'sirini "suhbatlashayotgan obyektlar" sifatida tasvirlab, bu murakkab holatlarni oddiy semantik vosita orqali tushuntirib bergan[2].

Metaforaning kuchi shundaki, u ilmiy tushunchalar va tajribalar orasida semantik ko'priklar yaratadi. Bu ko'priklar nazariy bilimni empirik sezgi orqali ongda ifodalashga xizmat qiladi. Metafora murakkab nazariy konsepsiyalarni oddiy tasviriy modellar orqali ifodalash imkonini beradi. Informatika va sun'iy intellekt sohasida bu holat yaqqol namoyon bo'ladi. Masalan, kompyuterning "xotirasi" inson miyasi bilan qiyoslanadi, "algoritm" esa ko'pincha "yo'riqnoma", "yo'l xaritasi" kabi metaforalar yordamida tasvirlanadi. Sun'iy neyron tarmoq deb ataluvchi tizimlar inson miyasi ish prinsipini andoza sifatida olgan bo'lib, bu ham kuchli metaforik modeldir. Immunologiyada esa inson organizmi "qal'a", virus esa "dushman", antitanalar esa "armiya" sifatida tasvirlanadi. Bu singari metaforalar nafaqat fan sohasida, balki keng omma orasida ham murakkab ilmiy tushunchalarning qabul qilinishini va anglanishini osonlashtiradi[3].

Ilmiy metaforalarda rivojlanish bosqichlari

Bosqich	Tavsif	Misollar
Vizual analogiya	Real hayotdagi shakl va harakat asosida tasavvur	DNK = "spiral zinapoya", Koinot = "soat mexanizmi", Neyron – tarmoq, Zarra – to'lqin, Gen – kod, Kislorod – o't, Hujayra – devor bilan o'ralgan
Til metaforasi	So'z va iboralar bilan tasviriy tushuncha hosil qilish	Virus hujum qiladi, Bozor haroratni ko'rsatmoqda, Informatsiya oqimi, Ma'lumot portlashi, Sarmoya oqimi, Muammo – to'siq, Nazariya – poydevor
Gnoseologik modellashirish	Nazariy asoslangan konseptual tushuntirishlar	Superpozitsiya – ranglar aralashmasi, Genetik kod, Nazariy ramkalar, Vaqt – to'lqin, Qonun – xarita, Tizim – organizm, Evolyutsiya – yo'l
Matematik / kompyuter modeli	Aniq modellashirish, grafik, formulalar	$E=mc^2$, Neyron tarmoq algoritmlari, Turing mashinasi, Model – simulyatsiya, Axborot – bit, Tizim – matritsa, Tahlil – algoritm
Paradigma yaratish	Ilmiy maktablar yoki asosiy nazariyalar asosiga aylanish	Eynshteynning nisbiylik nazariyasi, Turing mashinasi, Darvin nazariyasi, Kvant mexanikasi, Informatika – raqamli inqilob, Kompleks tizimlar, Kaos nazariyasi

Shunday qilib, metaforalar ilmiy diskursda nafaqat ma'lumotlarni taqdim etishda, balki o'quvchilarga murakkab g'oyalarni anglash va tushunishda samarali vosita sifatida xizmat qiladi. Ular abstrakt

tushunchalarni konkret obrazlar orqali ifodalashga imkon berib, ilmiy tushunchalarning kognitiv qamrovini kengaytiradi. Metaforik ifodalar ilmiy matnlarni yanada jonli va tushunarli qiladi, shu bilan birga, yangi bilimlarni o'zlashtirish jarayonini osonlashtiradi. Ayniqsa, fan va texnika sohalarida murakkab mexanizmlar va nazariyalarni oddiy tilda izohlashda metaforalarning roli beqiyosdir. Ularning sistematik qo'llanilishi nafaqat ilmiy tafakkurni boyitadi, balki ilmiy tilning dinamizmini va ekspressiv imkoniyatlarini kengaytiradi. Shu sababli, metaforalarni ilmiy kommunikatsiyaning samaradorligini oshiruvchi lingvistik vosita sifatida o'rganish va ularni ongli ravishda qo'llash dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Metaforik tafakkur ilm-fan taraqqiyotining tub mohiyatiga singib ketgan. Tomas S. Kuhn o'zining "Ilmiy inqiloblar tuzilishi" asarida ilmiy paradigmalarning o'zgarishini aynan metaforik fikrlash bilan bog'laydi. Uning fikricha, yangi tushunchalar mavjud metaforik asoslar o'zgargan taqdirdagina vujudga keladi[4]. Masalan, XIX asr fizikasida materiya massaviy obyekt sifatida qaralsa, Eynshteyn nazariyasida u energiyaga aylanishi mumkin bo'lgan narsa sifatida talqin qilinadi. $E=mc^2$ formulasi esa bu ikki konsepsiyaning birligini ifodalovchi semantik va matematik metaforadir. Lakoff va Johnson ta'kidlaganidek, "metafora faqat tilning bir qismi emas, u fikrlashning asosi" bo'lib xizmat qiladi[5]. Shunday qilib, metafora nafaqat tasviriy vosita, balki ilmiy tafakkurning tarkibiy elementi, yangi bilim yaratishdagi kognitiv vosita bo'lib xizmat qiladi.

Metafora ilmiy til va terminologiya tizimlarida ajralmas qismidir. U ilmiy matnlarda yangi terminlar paydo bo'lishiga va ilmiy tilni boyitishga xizmat qiladi. Masalan, "tanani mexanizm sifatida ko'rish" kabi konseptual metaforalar ilmiy tushunchalarni yanada aniqroq ifodalashga yordam beradi. Bu kabi metaforalar, murakkab va abstrakt jarayonlarni oddiy so'zlar bilan tushuntirishda qo'llaniladi, bu esa o'quvchilar uchun ilmiy ma'lumotlarni osonroq qabul qilish imkonini yaratadi.

Ilmiy diskursda metaforaning roli va funksiyalari muhim ahamiyatga ega. Metafora, bir narsani boshqa bir narsaga o'xshatish orqali yangi ma'nolar yaratishga yordam beradi va bu jarayon ilmiy muhokamalarda yanada aniqroq va tushunarli bo'lishini ta'minlaydi.

Bundan tashqari, metafora ilmiy jarayonlarda ijodkorlikni oshirishga yordam beradi. Metaforik fikrlash, yaxshi ma'lum bo'lgan manba sohasidan kam ma'lum bo'lgan maqsad sohasiga bog'lanish orqali ijodiy natijalarga olib kelishi mumkin. Bu jarayon yangi g'oyalar va nazariyalarni ishlab chiqishda muhim rol o'ynaydi.

Ilmiy nutq odatda aniqlik va obyektivlik mezonlariga asoslanadi. Shu bois ko'pchilik uni "quruq faktlar majmui" sifatida tasavvur qiladi. Ammo zamonaviy lingvistik va kognitiv tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ilmiy nutqda metaforaning estetik vazifasi ham alohida o'rin tutadi. Masalan, Lakoff va Jonson (1980) ta'kidlaganidek, metafora inson tafakkurining kognitiv modeli sifatida nafaqat tushunishni, balki ma'lum darajada estetik zavqni ham ta'minlaydi. Demak, ilmiy matn nafaqat informativ, balki obrazli va ta'sirchan ham bo'lishi mumkin.

Metaforalar ijtimoiy va madaniy kontekstdagi rolini ham hisobga olish kerak. Ular, masalan, kognitiv nevrologiya sohasida "oyna metaforasi" orqali o'zaro aloqalarni ifodalashda foydalaniladi. Bu esa metaforalar faqat fikrlar ichida emas, balki jismoniy muhitda ham paydo bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Bu misollar ilmiy metaforalarning turli kontekstlarda qanday ishlatilishini va ularning ilmiy muloqotdagi ahamiyatini ko'rsatadi.

Ilmiy diskursning shakllanishi va rivojida metaforalar nafaqat til vositasi, balki ilmiy tafakkurning konstruktiv elementi sifatida namoyon bo'ladi. Metaforalarning kognitiv va gnoseologik xususiyatlari, ularning bilim yaratishdagi funksiyasi so'nggi yillarda, ayniqsa, kognitiv fanlar, sun'iy intellekt, biologik modellashtirish va fizik nazariyalar doirasida chuqur o'rganilmoqda. Bu holat metaforaning faqat estetik yoki stilistik emas, balki ilmiy bilish jarayonidagi konseptual rolini tasdiqlaydi.

Metafora ilmiy model yaratishda konseptual asos bo'lib xizmat qiladi. Masalan, biologiyada "genetik kod" atamasi tilshunoslikdagi "kod" tushunchasidan olingan bo'lib, bu metafora DNKdagi ma'lumot uzatish mexanizmini aniqroq tasavvur qilish imkonini yaratadi. Shuningdek, "hujayra fabrikasi", "energiya stansiyasi" yoki "ma'lumot bazasi" kabi metaforalar murakkab biologik va informatsion tizimlarni intuitiv tarzda tushuntirishda muhim rol o'ynaydi.

Fizika fanida ham bunday modellashtirish keng qo'llaniladi. Masalan, kvant maydon nazariyasida "vakum fluktuatsiyalari" kabi tushunchalar, ko'pincha "chang'ib turgan vakuum" yoki "portlayotgan imkoniyatlar" kabi tasviriy ifodalar bilan metaforik ravishda ifodalanadi. Bu esa fundamental ilmiy tushunchalarni sezgi orqali anglashda samarali kognitiv ko'priklar yaratadi.

Bundan tashqari, informatika va sun'iy intellekt sohasida ishlatiladigan "sun'iy ong", "o'rganuvchi mashina", "aqli tizimlar" kabi atamalar ham kuchli metaforik asosga ega bo'lib, inson tafakkurining texnologik modellar orqali ifodalanishini ta'minlaydi. Bu metaforalar kompyuter texnologiyalarining inson

miyasi bilan qiyoslanishiga sabab bo'lib, ilg'or neyrohrisoblash modellari yaratishda konseptual poydevor bo'ladi.

Kognitiv tilshunoslikda Lakoff va Johnson tomonidan ishlab chiqilgan "kontseptual metafora nazariyasi" metaforaning fikrlash jarayonidagi markaziy rolini asoslab berdi. Ularning fikricha, insonlar dunyoni ko'pincha tanqidiy yoki empirik tahlildan ko'ra, mavjud konseptual metaforalar asosida anglaydi. Masalan, "ilm-fan bu sayohat", "g'oya bu obyekt" kabi konseptual tuzilmalar ilmiy diskursni yanada tushunarli va mazmunli qiladi.

Metafora ilmiy nutqda murakkab tushunchalarni sodda va ko'zga ko'rinarli obrazlar bilan uyg'unlashtiradi. Bu estetik jihatdan o'quvchida jonli tasavvur uyg'otadi. Misol uchun: *"Atom — Quyosh sistemasining miniatyura modeli"*. Bu yerda murakkab mikroskopik tuzilma oddiy astronomik obraz orqali tasvirlanadi. Natijada ilmiy fakt o'quvchi ongida vizual obraz sifatida gavdalanadi.

Psixolingvistika tadqiqotlariga ko'ra (Gibbs, 2008), metaforik obrazlar miyaning vizual-assotsiativ tizimini faollashtirib, bilimlarni eslab qolishni 30–40% ga samaraliroq qiladi.

Ilmiy matnning monotoniya xavfi yuqori. Metafora esa matnga estetik ritm va uslubiy xilma-xillik qo'shadi. Misol uchun: *"Genetik kod — hayotning tili"*. Bu metafora oddiy ilmiy tushunchaga poetik ohang bag'ishlaydi, shu bilan birga, ilmiy aniqlikdan uzoqlashmaydi. Tilshunos O. S. Ahmadova ilmiy diskursda metaforik birliklarning kommunikativ samaradorlikni oshirishini nutq ohangining boyishi bilan izohlagan.

Metafora ilmiy matnni badiiy elementlar bilan uyg'unlashtirib, uni kitobxon uchun nafaqat informativ, balki estetik zavqli qiladi. Masalan: *"Koinot — cheksizlikning sahnasida ijro etilayotgan ulkan simfoniya."* Bu metafora ilmiy faktni (koinotning cheksizligi) badiiy-estetik obraz bilan uyg'unlashtiradi.

Semiologik tadqiqotlarda ilmiy-badiiy uyg'unlik auditoriya idrokining ikki darajasini – mantiqiy va hissiy qabulni birlashtirishini ko'rsatadi. Metafora o'quvchi yoki tinglovchiga kuchli estetik taassurot qoldiradi, ilmiy tushunchaga qiziqishni kuchaytiradi. Misol: *"Internet — insoniyatning global miyasi."* Bu metafora axborot tizimini nafaqat tushunarli, balki estetik jihatdan ta'sirchan obrazga aylantiradi.

UNESCO hisobotida qayd etilishicha, ommaviy ilmiy nutqda metaforalardan foydalanish kitobxonning ilmiy mavzuga qiziqishini 50% gacha oshiradi. Quyidagi jadvalda ilmiy matnlardan olingan metaforalar modellarga ajratib chiqilgan:

Metafora modeli	Misollar
Tibbiy metafora	DNK portreti Molekulyar iz Ilmiy fazo Statistik portret
Yo'l(jarayon) metaforalari	Taraqqiyot yo'li Strategik yo'nalish Rivojlanish bosqichi
Urush metaforalari	Kurash olib boriladi Raqobat maydoni Strategiya ishlab chiqiladi
Tana metaforalari	Bozor yuragi Iqtisodiyot qon tomirlari Firma tanasi
Tabiat metaforalari	Bozor iqlimi Iqtisodiy landshaft Innovatsion oqimlar

Xulosa. Metafora ilmiy nutqda nafaqat kognitiv vosita, balki estetik kategoriya sifatida ham faoliyat ko'rsatadi. U obrazlilikni ta'minlaydi, nutq ohangini boyitadi, ilmiy va badiiy uyg'unlikni yaratadi hamda auditoriyaga estetik zavq beradi. Demak, ilmiy matnni quruq faktlar majmui emas, balki inson tafakkuri va ijodkorligining estetik ifodasi sifatida ko'rish mumkin.

ADABIYOTLAR:

1. Watson, J. D., Crick, F. H. C. *Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid*. *Nature*, 1953: 171(4356), 737–738.
2. Feynman, R. P. *Qiziqarli fizika*. Moskva: Mir nashriyoti. (original: *The Feynman Lectures on Physics*)-1985.
3. Gentner, D., & Jeziorski, M. *The shift from metaphor to analogy in Western science*. In A- 1983.
4. Kuhn, T. S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.-1962.
5. Lakoff, G., Johnson, M. *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press. 1980.

O'ZBEK VA INGLIZ BADIY MATNLARIDA OKKAZIONAL FRAZELOGIZMLARNING QO'LLANISHI

Berdiyorova Rahima Karimovna,

Qarshi davlat universiteti Fakultetlararo ingliz tili kafedrası v.b. dotsenti
berdiyorovarahima@gmail.com

Annotatsiya. Jahon tilshunosligida badiiy asarlarning tili mualliflar tomonidan yangi leksik hosilalar yoki okkazional frazeologik birliklar qo'llanishining ko'lamı kengligi sababli tadqiqotchilarning e'tiborini tortib kelmoqda. Ushbu maqolada muallif so'zi, ijod etishi va xususan, mualliflik okkazionalizmlari, xususan, okkazional farzeologizmlar o'zbek va ingliz tilidagi matnlarda qo'llanish masalasi ko'rib chiqilgan. Okkazional frazeologik birliklar turli planli hodisa deb qaralgan, u eng avvalo, til va nutqning o'zaro munosabati bilan bog'liq. Bir tomondan, okkazionalizmlar nutq faoliyatining natijasidir, boshqa tomondan esa aynan til tizimi ma'lum andozalar bo'yicha okkazional birliklarni hosil qilishga imkon beradiki, ularning ma'no-mazmun munosabatlari doirasini tadqiq etish kun tartibidagi dolzarb vazifa sifatida o'rin oladi.

Kalit so'zlar: mualliflik okkazionalizmlari, frazeologik neologizm, uzual frazeologizm, frazeologik birlik, konstruksiya, qayta o'zgartirish, stilistik effekt.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОККАЗИОНАЛЬНЫХ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ В УЗБЕКСКОЙ И АНГЛИЙСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

Аннотация. В мировой лингвистике язык литературных произведений привлекает внимание исследователей в связи с широким спектром использования авторами новых лексических образований или окказиональных фразеологических единиц. В данной статье рассматривается проблема авторского слова, творчества и, в частности, использования авторских окказионализмов, в частности, окказиональных фразеологических единиц, в узбекских и английских текстах. Окказиональные фразеологические единицы рассматриваются как многоплановое явление, которое связано, прежде всего, с взаимодействием языка и речи. С одной стороны, окказионализмы являются результатом речевой деятельности, а с другой стороны, именно система языка позволяет образовывать окказиональные единицы по определенным закономерностям, и изучение сферы их семантико-содержательных связей является актуальной задачей повестки дня.

Ключевые слова: авторские окказионализмы, фразеологизм-неологизм, общеупотребительная фразеология, фразеологическая единица, конструкция, перефразирование, стилистический эффект.

THE USE OF OCCASIONAL PHRASEOLOGISMS IN UZBEK AND ENGLISH LITERATURE TEXTS

Abstract. In world linguistics, the language of literary works has been attracting the attention of researchers due to the wide scope of use of new lexical formations or occasional phraseological units by authors. This article considers the issue of the author's word, creativity, and in particular, the use of authorial occasionalisms, in particular, occasional phraseological units, in Uzbek and English texts. Occasional phraseological units are considered as a multi-planar phenomenon, which is primarily associated with the interaction of language and speech. On the one hand, occasionalisms are the result of speech activity, and on the other hand, it is the language system that allows the formation of occasional units according to certain patterns, and the study of the scope of their semantic-content relations is an urgent task on the agenda.

Key words: authorial occasionalisms, phraseological neologism, common phraseology, phraseological unit, construction, restatement, stylistic effect.

Kirish. Jahon tilshunosligida badiiy asarlarning tili mualliflar tomonidan yangi leksik hosilalar yoki okkazional frazeologik birliklar qo'llanishining ko'lamı kengligi sababli tadqiqotchilarning e'tiborini tortib kelmoqda. Ushbu maqolada muallif so'zi, ijod etishi va xususan, mualliflik okkazionalizmlari, xususan, okkazional farzeologizmlar o'zbek va ingliz tilidagi matnlarda qo'llanish masalasi ko'rib chiqilgan. Okkazional frazeologik birliklar turli planli hodisa deb qaralgan, u eng avvalo, til va nutqning o'zaro munosabati bilan bog'liq. Bir tomondan, okkazionalizmlar nutq faoliyatining natijasidir, boshqa tomondan esa

aynan til tizimi ma'lum andozalar bo'yicha okkazional birliklarni hosil qilishga imkon beradiki, ularning ma'no-mazmun munosabatlari doirasini tadqiq etish kun tartibidagi dolzarb vazifa sifatida o'rin oladi.

Ushbu jarayonga zaruriyat jamiyat ehtiyojlari bilan aniqlanadi, ushbu so'zlarning eng keng ma'nosida talqin qilinadi. Okkazional so'zlar keng tarqalgan va butun konkret jamiyat uchun muhim ahamiyatga ega bo'lgan faqat yangi reallikni, hodisani, fenomenni nomlash uchungina emas, balki individual kechinmalarining, kayfiyatlarining nozik konnotatsiyalarini aks ettirish, borliqning ayrim hodisalariga baho berish uchun ham paydo bo'ladi[5:46].

Badiiy adabiyotda yangidan yasalgan leksemalarning paydo bo'lishi nafaqat ma'lum emotsional konnotatsiyani yaratishga intilish bilan emas, balki kitobxonga yetkazishda lozim bo'lgan ishonch bilan ham belgilanadi. Okkazionalizmlarning badiiy asarda paydo bo'lishi, boshqa omillardan tashqari, yana yangi realiyalarni, tushunchalarni, hodisalarni nomlash zaruriyati bilan bog'liq bo'lishi mumkin, ularni ifodalash uchun konkret tilda barqaror bo'lib qolgan vositalar mavjud emas [2:24].

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Til lug'at qatlami nafaqat leksemalar, balki frazeologik birliklar, tasviriy birliklar hamda yangicha ma'no ifodalar bilan ham to'lishib boradi. Til lug'at qatlamida neologizm frazemalarning ham o'z o'rnini, shu bilan birga, shakllanish asoslari bor[1:26]. Tadqiqotchi L.Parsiyeva frazeologik neologizmlar leksik neologizmlarga nisbatan tez ommalashishini ta'kidlaydi. Uning bu xususiyatini davriy matbuot bilan bog'laydi. Tadqiqotchi ta'kidlaganidek, "davriy matbuot (ijtimoiy tarmoqlar) tilidagi yangi tendensiyalar, shu jumladan, yangi frazeologik birliklar (masalan: *ketmoni uchmoq (omadi kelmoq ma'nosidagi frazeologizm)*, *bechorani yoqmoq(o'zini bechorahol qilib ko'rsatmoq ma'nosida)* kabi) ning paydo bo'lishi va tarqalishida asosiy vosita bo'lmoqda[7:37].

Okkazional frazeologik birlikning hosil qilinishi boriga ko'ra shu shart bilan tejamkorki, yangi hosilani ishlab chiqishga adekvat so'zni yoki tasvirlovchi jumlaning qidirishga qaraganda kamroq energiya sarflanadi.

Okkazionalizmlarning tejamkorligi ko'pincha hosil qilish usullari bilan bog'liq – ko'pchilik okkazionalizmlar tilda bor bo'lgan tayyor asoslardan hosil qilingan hisoblanadi va tayyor andozalar bilan analogiya asosida yasalgan. Bunday okkazionalizmlar potensial deb atalgan so'zlardan iborat [1:12]. Frazeologik birliklarni (FB) stilistik qo'llash ilgaridan tilshunoslar e'tiborini tortgan. Professor A.E. Mamatov ta'kidlashicha, "Frazeologiya – bu ma'lum bir tilni, muhitni, mutaxassislikni, davrni o'zida aks ettiruvchi iboralar va ifodalar konstruksiyalari jamlanmasidir. Frazeologizm – bu, turg'un, ikki yoki undan ortiq komponentga ega bo'lgan, obrazli, motivlashgan, emotsional-ekspressiv, ongimizda tayyor holda qaytadan in'ikos etiluvchi va eng muhimi qo'shma ma'noga ega bo'lgan so'z birikmalaridir" [6: 212].

A.E. Mamatovning fikricha, "Okkazionalizmlar tilning sistem talablariga javob bera olmaydi, qonunlashtirilmagan, leksikografik manbalarda qayd etilmagan, birona yangi realiyani ham ifodalamaydi, ular nutqqa ekspressivlik berish uchun stilistik maqsadlarda qo'llaniladi va "badiiy so'z ustalari o'z asarlarida tilda mavjud, kodifikatsiyalangan, turg'un, barqaror, norma doirasidagi frazeologizmlarning strukturasini, ularning leksik tarkibini o'zgartirib, ana shu frazeologik birliklar ma'nosi asosida yangi okkazional frazeologik variantlar hosil qiladilar"[6:15].

Okkazional frazeologizmlarning barcha ma'nolarini bilishning iloji bo'lmaganligi sababli, ba'zan ularning asl mazmunini aniqlash uchun va tarjimada adashib ketmaslik uchun kodlab lug'aviy manbalardan foydalanishga to'g'ri keladi. Shuning uchun ham badiiy asar tarjimasida okkazional frazeologizmlarning matnda qanday ifodalanishiga alohida e'tibor qaratilmoqda.

A.S. Nachischione FBni ushbu okkazional qayta o'zgartirish usulining mantiqqa to'g'ri kelmasligini ko'rsatib o'tadi, bu usul shundan iboratki, buzilish ayni paytda stilistik va semantik vositalar bilan erishiladigan butunlikni ta'minlab, uni ajratib yuboradi. Shu bilan birga, FBning birinchi qismi okkazional metonimik vazifani qo'lga kiritadi: bo'lak o'quvchi yoki tinglovchi xotirasida frazeologik obrazning aktuallashuvi qiyinchiliklarini minimallashtirib, butun o'rniga ishlatiladi. Frazeologik birlikning buzilishi retardatsiya hodisasiga, ya'ni fahmlash jarayonini, mos ravishda, tushunishni sekinlatish jarayoniga olib keladi. Buzilishni hosil qilishning eng umumiy usuli kirish konstruksiyalarini ishlatishdir. FBning buzilishi bitta gap doirasida uchrashi mumkin, biroq boshqa gaplarni yoki bir necha gaplarni qamrab olib, ko'pincha uning chegarasidan tashqariga chiqadi.

Buzilish va so'z kiritish tushunchalarini farqlash, shak-shubhasiz, lingvistik innovatsiya hisoblanadi[6:12]

Yuqorida bildirilgan fikrlar asosida, tadqiqotchi M.Akbarov fransuz tilida murakkablik darajasi bo'yicha frazeologik birliklar okkazional transformatsiyasini jami 16 turga ajratgan:

1.Frazeologik birlik komponentlarining joylarini o'zgartirish. Bu okkazional transformatsiyaning minimal stilistik effekt beruvchi eng soddasi hisoblanadi.

2.Frazeologik birlik komponentlari orasiga, unga "begona" bo'lgan so'z va so'z birikmalarini qo'shimchasiga kiritish yoki "pona qoqqanday so'z kiritmoq" (tilshunos olim A.V. Kuninning iborasi).

3. Frazeologik birliklar okkazional (kvantitativ) variantining shakllanishiga olib keluvchi, frazeologizm oxirgi qismining elementlari qisqartiriladi.

4. Frazeologik birlik substantiv komponentidagi miqdorni bildirgan soʻzning (normativ) oʻzgarishi.

5. Frazeologik birliklarning adverbial yoki adektiv komponentining qiyosiy darajasining oʻzgarishi.

6. Frazeologik birlikning parsellyatsiyasi (qismlarga boʻlinishi) va hokazo [1: 42-50].

Aytish joizki, okkazional frazeologik birliklar transformatsiyasining asosiy maqsadi – maʼlum bir stilistik natijaga erishishdir. Shuning uchun ular frazeologik stilistika obyektlariga taalluqli va frazeologizmlarning stilistik xususiyatlariga bagʻishlangan. Biroq shuni taʼkidlash joizki, koʻp hollarda transformatsiyaga uchraydigan frazeologizm nafaqat stilistik, balki qoʻshimcha mazmuniy boʻyoqqa ham ega boʻladi.

Shunday qilib, tilning frazeologik tizimida frazeologik birliklarning uch guruhini ajratib koʻrsatish mumkin:

Uzual (odatdagi) frazeologizmlar – umum qabul qilgan, keng qoʻllanadigan va nutqda aks ettiriladigan nomuntazam rasmiy-maʼnoviy tuzilishli, komponentli tarkibning semantik oʻzgarishidan kelib chiqadigan kompleks belgilardir; leksikografik manbalarda kodifikatsiya qilingan; tilga tegishli birlik. Masalan: **“You have placed your finger on the real trouble, sir”**. Frazeologik birlik *to put one’s finger on smth* bu yerda hech qanday oʻzgartirishlarsiz, lugʻatda qanday qayd qilingan boʻlsa, oʻsha maʼnoda ishlatilgan (to identify something exactly).

Okkazional frazeologik modifikatsiyalar – nutqda okkazional qayta oʻzgartirilgan odatdagi frazeologizmlar, ular dastlabki frazeologik birlik bilan moddiy va semantik aloqalarni saqlab qoladi [8: 207.]; jumla hosil qiluvchi asos: konkret odatdagi (uzual) frazeologizm; tilga va nutqqa tegishli. Masalan, keyingi misolda: **“I shuddered from hair-do to shoe-sole”**[11:310] – odatdagi (uzual) frazeologizm *from head to toe* modifikatsiyaga uchraydi. Yana bir misol: **“Cats will be cats”** (odatdagi *Boys will be boys* frazeologizmidan).

Okkazional frazeologizmlar – matnda bir martadan koʻproq uchraydigan, qayta tushunilgan maʼnoli soʻz komplekslari; jumla hosil qiluvchi asos: alohida soʻzlar, oʻzgaruvchan soʻzga oid komplekslar, nofrazeologik tipdagi barqaror soʻzga oid komplekslar; nutqqa tegishli, biroq til tizimida tayyor. Masalan: **“Well, exercise what you’ve got. Give her the old oil. Play on her as on a stringed instrument”, “To play on such a woman as on a stringed instrument wasn’t going to be the simple task”** [11: 315]. Soʻz kompleksi *to play on smb as on a stringed instrument* okkazional frazeologizm hisoblanadi, sababi qayta fahmlangan mazmunga ega (to please smb.), alohida soʻzlar asosida hosil qilingan va matnda bir martadan ortiq qoʻllangan.

Frazeologik neologizmlar faqat tilga taalluqli va tilning frazeologik tizimiga kirmaydi, chunki barqarorlikning zarur minimumiga ega emas. Lekin qayd qilish lozimki, baʼzi frazeologik neologizm bitta muallifda u asardan bunisida takrorlanishi mumkin, shu tariqa okkazional frazeologizmga aylanadi. Masalan, P.G.Vudxauz oʻzining baʼzi asarlarda *the real tabasco* soʻz birikmasini ishlatadi: **“It’s all right,” I said “Have no misgivings. This is the real Tabasco”**.

Shunday qilib, frazeologizm shakllanishining asosiy bosqichlari uchga boʻlinadi: 1) frazeologik neologizm; 2) okkazional frazeologizm; 3) uzual (odatdagi) frazeologizm. Frazeologizmning shakllanish jarayonini apple sauce frazeologik birlik misolida qarab chiqamiz. U P.G. Vudxauzning ayrim asarlarida frazeologik neologizm sifatida, yaʼni maʼlum kontekst uchun bir marta paydo boʻladi, ammo u turli vaziyatlarda bir necha marta va bundan tashqari, bir necha asarlarda ishlatilishi fakti uni okkazional frazeologizmlarga kiritish imkonini beradi: **“I forget how the subject arose, but I remember Jeeves once saying that sleep knits up the ravelled sleeve of care. Balm of hurt minds, he described it a(...). Apple sauce, in my opinion. It seldom pans out that way with me, and it didn’t now”**

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda aytish mumkinki, oʻzbek va ingliz adiblari ijod mahsullarida badiiy matnlarida okkazional frazeologizmlar qoʻllanilgan: jumladan, oʻzbek ijodkorlari asarlarida **frazeologik**: gapning dumini yulmoq, choʻqib-choʻqib hijjalamoq, jahli chapaqa chiqmoq (X.Doʻstmuhammedov) hamda **parafrazik**: qoʻshaloq olcha (lab), koʻklam ashulachisi – qurbaqa (Gʻ.Gʻulom) shakllarda uchrashi kuzatiladi.

Bir qoʻlda belanchak, bir qoʻlda Qurʼon

Bir yelkada ketmon, birida iymon

Barchaga barobar bir oftobsimon

Yashnasin olam deb yashaydi oʻzbek. (M.Yusuf, “Qiyosi yoʻq aslo, mehri bir daryo”)

Quyosh barchaga birdek nur sochadi frazemasi oʻzbek shoiri Muhammad Yusuf sheʼrida ana shu holatda kelgan.

Iboralarning yangicha koʻrinishlari (qayta ishlangan, tarkibiga yangi birliklar kiritilgan, tarkibi qisqartirilgan va b.) oʻzbek badiiy adabiyotida keng kuzatiladi [10:12]. Bu holat maqollar bilan ham kechadi. Misollarni kuzatamiz: Muhammad Yusuf ijodidan: **Joningga jon boʻlmayman-u**, sevaman... (“Muhabbat”), **Qalinga tuyam ham tushib qolgan yoʻq**. (“Sodda Muhammadman...”) Shaytonning xizmatin qilishar

bari!.. (“Menday g‘aribni ham ko‘rolmaslar bor”) **O‘z qo‘lingda endi qushing**, o‘zing ovla. (“Tilak”); Usmon Azim ijodidan: Mening **izzatimni qorasan loyga**. (“Ertak”), Bosar – **qalbim tortadi mayda**. (“To‘yganmidim shodlikni ichib”); Farida Afro‘z ijodidan: **Jonimni cho‘qiydi** bir mayl. (“Har holda”), **Chang tegmagan iymoningga**. (“Bolam”).

O‘z elingda endi hushing, o‘zing chog‘la,

O‘z qo‘lingda endi qushing, o‘zing ovla. (“Tilak”) (M.Yusuf)

Farida Afro‘zning “Ey dunyo” she‘rida “osmon uzilib yerga tushmoq” iborasi shoir tomonidan “qayta ishlangan” holda qo‘llanishiga guvoh bo‘lamiz: **Uzilib ko‘k yerga tusharmi**/ Xiyonat boshlaring yanchilsa. Misradagi “uzilib ko‘k yerga tushmoq” iborasi lug‘at qatlamimizda keng qo‘llanadigan “osmon uzilib yerga tushmoq” frazemasining o‘zgargan shakli sanaladi. Mazkur holat Muhammad Yusufning “Ketar bo‘ldim” she‘rining ikki o‘rnida kuzatiladi:

Yor, eshiging ochilmadi men uchun

Tilingdan bol sochilmadi men uchun

...Derlar: **jon sog‘ bo‘lsa jahon topilgay**

Bir parcha yer, parcha osmon topilgay. (“Ketar bo‘ldim”)

Umuman, yangi frazeologik birliklarning o‘zbek va ingliz adabiyotida yaratilayotganligiga guvoh bo‘lamiz. Ular an‘anaviy frazeologik birliklardan ko‘ra obrazlilik, ifodaviyligi, ta’sirchanligi bilan xarakter kasb etadi.

Xulosa. Har qanday holatda ham frazeologik-neologizmlar lug‘at qatlamidagi qandaydir bo‘shliq (lakuna)ni to‘ldirishga xizmat qila oladi. Ba’zida o‘zga tillar ta’siri natijasida ham yangi iboralar yuzaga keladi. Dastlabki holatda frazeologik-neologizmlar terminologik soha uchun xizmat qiladi. Ijtimoiy-siyosiy, iqtisodiy-madaniy, sport diskurslarida bu kabi birliklar nisbatan tez paydo bo‘ladi. Okkazionalizmlar tilning sistem talablariga javob bera olmaydi, qonunlashtirilmagan, leksikografik manbalarda qayd etilmagan, bironta yangi realiyani ham ifodalamaydi, ular nutqqa ekspressivlik berish uchun stilistik maqsadlarda qo‘llaniladi va badiiy so‘z ustalari o‘z asarlarida tilda mavjud, kodifikatsiyalangan, turg‘un, barqaror, norma doirasidagi frazeologizmlarning strukturasi, ularning leksik tarkibini o‘zgartirib, ana shu frazeologik birliklar ma’nosi asosida yangi okkazional frazeologik variantlar hosil qiladi.

ADABIYOTLAR:

1. Бабенко Н.Г. *Окказиональное в художественном тексте. Структурно семантический анализ: учеб. пособие.* – Калининград: изд-во КГУ, 1997. – С.8.
2. Бакина М.А. *Словотворчество // Языковые процессы современной русской художественной литературы. Поэзия. М., 1977. - 127 с. 3.*
3. Ҳақимов М. *Ўзбек прагмалингвистикаси асослари.* –Тошкент: Академнашр, 2013. –176 б.
4. Ibragimova M. *Neologizm frazemalarning tildagi xususiyatlari// Научный импульс. Международный научный журнал. Часть 1. –№8, 2023, март, – В.2 54-256.*
5. Габинская О.А. *Типология причин словотворчества/О. А ... СРЯ, 1981 Современный русский язык. - М., 1981. - 560с.*
6. Mamatov E.A. *Hozirgi zamon o‘zbek adabiy tilida leksik va frazeologik norma muammolari.* – Toshkent, 1991. –В. 264.
7. Парсиева Л.К., Гацалова Л.Б. *Особенности фразеологических неологизмов// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. –№9-3. – С.71.*
8. Петрова С.И. *Окказиональные фразеологизмы в немецкой художественной речи (структурно-семантическая и смысловая характеристики): Дис. ... канд. филол. наук. – Москва, 1984. – 207 с.*
9. Сафаров Ш. *Прагмалингвистика.*–Тошкент: Ўзбекистон миллий энциклопедияси, 2008. – 286 б.
10. Юлдашев М. *Бадий матнинг лингвопоэтик тадқиқи: Филол. фан. д-ри....дисс. автореф. – Т., 2009. – Б. 36.*
11. Wodehouse P.G. *Aunts Aren't Gentlemen // The Jeeves Omnibus 5. London: Hutchinson, 2005. - 243 с*