

ISSN 2706-719X (Online)
ISSN 1680-1245 (Print)



SUMQAYIT DÖVLƏT UNIVERSİTETİ
СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SUMGAYIT STATE UNIVERSITY

ELMİ XƏBƏRLƏR

НАУЧНЫЕ ИЗВЕСТИЯ

SCIENTIFIC NEWS

Təbiət və texniki elmlər bölməsi
Серия: Естественные и технические науки
Series for Natural and Technology Sciences

Cild 22

2022

№ 2

Sumqayıt – 2022

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi

REDAKSIYA HEYƏTİ

ELXAN HÜSEYNOV	<i>prof., rektor (baş redaktor)</i>
RAMAZAN MƏMMƏDOV	<i>prof., elm və innovasiyalar üzrə prorektor, (baş redaktor müavini)</i>
FİKRƏT FEYZİYEV	<i>prof. (məsul katib)</i>

REDAKSIYA HEYƏTİNİN ÜZVLƏRİ

Fizika Riyaziyyat	Albert Qilmutdinov , akad. (Rusiya), Seong-Cho Yu , prof. (Cənubi Koreya), Süleyman Özçelik , prof. (Türkiyə), Kazimir Yanuşkeviç , prof. (Belarusiya), Kamil Sabitov , prof. (Rusiya), Kamil Mənsimov , prof. (Azərbaycan), Məhəmmədli Zərbəliyev , prof. (məsul redaktor, Azərbaycan), Həmidulla Aslanov , prof. (Azərbaycan), Məmməd Yaqubov , prof. (Azərbaycan), Vaqif Salmanov , prof. (Azərbaycan), Rəşid Əliyev , r.e.d. (Azərbaycan), Tamella Əhmədova , dos. (Azərbaycan), Zəfər Hüseynov , dos. (Azərbaycan).
Kimya elmləri	Ramil Baxtizin , akad.(Rusiya), Vaqif Abbasov , akad.(Azərbaycan), Dilqəm Tağıyev , akad. (Azərbaycan), Abasqulu Quliyev , AMEA-nın müxbir üzvü prof. (Azərbaycan), Məhəmməd Babanlı , AMEA-nın müxbir üzvü, prof. (Azərbaycan), Tatyana Prosoçkina , prof. (Rusiya), Eldar Əhmədov , prof. (Azərbaycan), Əkbər Ağayev , prof. (Azərbaycan), Qafar Ramazanov , prof. (məsul redaktor, Azərbaycan), Muxtar Səmədov , prof. (Azərbaycan), Mahal Muradov , dos. (Azərbaycan).
Biologiya elmləri	Elşad Qurbanov , AMEA-nın müxbir üzvü, prof. (Azərbaycan), Pənah Muradov , AMEA-nın müxbir üzvü, prof. (Azərbaycan), Vladimir Prokofyev , prof. (Rusiya), Ulduz Həşimova , prof. (Azərbaycan), Selia Bell , dos.(İngiltərə), Arzu Baxşalıyev , dos. (məsul redaktor, Azərbaycan).
Coğrafiya elmləri	Vladimir Kozodyorov , prof. (Rusiya), Anatoliy Yamaşkin , prof. (Rusiya), Niyaz Valiyev , prof. (Rusiya), Tahir Ağayev , prof. (Azərbaycan), Yaqub Qəribov , prof. (Azərbaycan), Məhəmməd Abduyev , dos. (Azərbaycan), İlham Mərdanov , dos. (Azərbaycan).
Texnika elmləri	Telman Əliyev , akad. (Azərbaycan), Ağası Məlikov , AMEA-nın müxbir üzvü, prof. (Azərbaycan), Nail Kaşapov , EA-nın müxbir-üzvü, prof. (Rusiya), Nikolay Korovkin , prof. (Rusiya), Yevgeniy Moşev , prof.(Rusiya), Aleksandr Qolenişev-Kutuzov , prof. (Rusiya), Mixail Verxoturov , prof. (Rusiya), Leonid Ponomarenko , prof. (Ukrayna), Vladimir Qvozdev , prof.(Rusiya), Nafisa Yusupova , prof. (Rusiya), Aqıl Hüseynov , prof. (Azərbaycan), Məhəmməd Əhmədov , prof. (Azərbaycan), Cavanşir Məmmədov , prof. (məsul redaktor, Azərbaycan), Georgios Dafoulas , dos.(İngiltərə), Qadir Mənsurov , dos.(Azərbaycan), Ulduz Ağayev , dos. (Azərbaycan).

Сумгаитский государственный университет
Научные известия. Серия: Естественные и технические науки

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ЭЛЬХАН ГУСЕЙНОВ	<i>проф., ректор (главный редактор)</i>
РАМАЗАН МАМЕДОВ	<i>проф., проректор по науке и инновациям (зам. главного редактора)</i>
ФИКРАТ ФЕЙЗИЕВ	<i>проф., (ответственный секретарь)</i>

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Физика Математика	Альберт Гильмутдинов , akad. (Россия), Сеонг-Чу Ю , проф. (Южная Корея), Сүлейман Озчелик , проф. (Турция), Казимир Янушкевич , проф. (Белоруссия), Камиль Сабитов , проф. (Россия), Камиль Мансимов , проф. (Азербайджан), Бархал Бархалов , проф. (Азербайджан), Магомедали Зарбалиев проф. (отв. ред., Азербайджан), Гамидулла Асланов , проф. (Азербайджан), Мамед Ягубов , проф. (Азербайджан), Вагиф Салманов , проф. (Азербайджан), Рашид Алиев , к.м.н. (Азербайджан), Тамелла Ахмедова , доц. (Азербайджан), Зафар Гусейнов , доц. (Азербайджан).
Химия.	Рамиль Бахтизин , akad. (Россия), Вагиф Абасов , akad. (Азербайджан), Дильгам Тагиев , akad. (Азербайджан), Абасгуду Гулиев , член-корр. НАНА, проф. (Азербайджан), Махаммад Бабанлы , член-корр.НАНА, проф. (Азербайджан), Татьяна Просочкина , проф. (Россия), Ельдар Ахмедов , проф.(Азербайджан)

	Акбер Агаев , проф. (Азербайджан), Гафар Рамазанов , проф. (отв. ред., Азербайджан), Мухтар Самедов , проф. (Азербайджан), Махал Мурадов , доц. (Азербайджан).
Биология	Эльшад Гурбанов , член-корр. НАНА, проф. (Азербайджан), Панах Мурадов , член-корр. НАНА, проф. (Азербайджан), Владимир Прокофьев , проф. (Россия), Улдуз Гашимова , проф. (Азербайджан), Селиа Белл , доц., (Англия), Арзу Бахшалиев , доц. (отв. ред., Азербайджан).
География	Владимир Козодёров , проф. (Россия), Анатолий Ямашкин , проф. (Россия), Нияз Валиев , проф. (Россия), Таир Агаев , проф. (Азербайджан), Ягуб Гарибов , проф. (Азербайджан), Магомед Абдуев , доц. (Азербайджан), Ильхам Марданов , доц. (Азербайджан).
Технические науки	Тельман Алиев , акад. (Азербайджан), Агаси Меликов , член-корр. НАНА, проф. (Азербайджан), Наиль Кашапов , проф. (Россия), Николай Коровкин , проф. (Россия), Евгений Мошев , проф. (Россия), Александр Голенищев-Кутузов , проф. (Россия), Михаил Верхотуров , проф. (Россия), Леонид Понаморенко , проф. (Украина), Владимир Гвоздев , проф. (Россия), Нафиса Юсупова , проф. (Россия), Агиль Гусейнов , проф. (Азербайджан), Махаммад Ахмедов , проф. (Азербайджан), Джаваншир Мамедов , проф. (отв. ред., Азербайджан), Георгиус Дафоулас , доц. (Англия), Гадир Мансуров , доц. (Азербайджан), Улдуз Агаев , доц. (Азербайджан).

Sumgayit State University
Scientific News. Series for Natural and Technology sciences

EDITORIAL STAFF

ELKHAN HUSEYNOV	prof., rector (chief editor)
RAMAZAN MAMMADOV	prof., vice-rector for Science and Innovations (deputy chief editor)
FIKRAT FEYZIYEV	prof.(executive secretary)

MEMBERS OF EDITORIAL STAFF

Physics	Albert Gilmutdinov , acad. (Russia), Seong-Cho Yu , prof. (South Korea),
Mathematics	Suleyman Ozchelik , prof. (Turkey), Kazimir Yanushkevich , prof. (Belarus), Kamil Sabitov , prof. (Russia), Kamil Mansimov , prof. (Azerbaijan), Barkhal Barkhalov , prof. (Azerbaijan), Mahammadali Zarbaliyev , prof. (executive editor, Azerbaijan), Hamidulla Aslanov , prof. (Azerbaijan), Mammad Yagubov , prof. (Azerbaijan), Vagif Salmanov , prof. (Azerbaijan), Rashid Aliyev , assoc.prof. (Azerbaijan), Tamella Ahmadova , assoc.prof. (Azerbaijan), Zafar Huseynov , assoc.prof. (Azerbaijan).
Chemical sciences	Ramil Bakhtizin , acad.(Russia), Vagif Abbasov , acad.(Azerbaijan), Dilgham Taghiyev , acad. (Azerbaijan), Abasgulu Guliyev , prof. (Azerbaijan), Mahammad Babanli , prof. (Azerbaijan), Tatyana Prosochkina , prof. (Russia), Eldar Ahmadov , prof. (Azerbaijan), Akbar Aghayev , prof. (Azerbaijan), Gafar Ramazanov , prof. (executive editor, Azerbaijan), Mukhtar Samadov , prof. (Azerbaijan), Mahal Muradov , assoc.prof. (Azerbaijan).
Biological sciences	Elshad Qurbanov , prof. (Azerbaijan), Panah Muradov , prof. (Azerbaijan), Vladimir Prokofyev , prof. (Russia), Ulduz Hashimova , prof. (Azerbaijan), Selia Bell , assoc.prof. (England), Arzu Baxshaliyev , assoc.prof. (executive editor), (Azerbaijan).
Geographical sciences	Vladimir Kozodyorov , prof. (Russia), Anatoliy Yamashkin , prof. (Russia), Niyaz Valiyev prof. (Russia), Tahir Aghayev , prof. (Azerbaijan), Yagub Garibov , prof. (Azerbaijan), Mahammad Abduyev , assoc.prof. (Azerbaijan), Ilham Mardanov , assoc.prof. (Azerbaijan).
Technical sciences	Telman Aliyev , acad. (Azerbaijan), Aghasi Malikov , prof. (Azerbaijan), Nail Koshapov , prof. (Russia), Nikolay Korovkin , prof. (Russia), Yevgeniy Moshev , prof. (Russia), Aleksandr Golenishev-Kutuzov , prof. (Russia), Mixail Verxoturov prof., (Russia), Leonid Ponomarenko , prof. (Ukraine), Vladimir Gvozdev , prof. (Russia), Nafisa Yusupova , prof. (Russia), Agil Huseynov , prof. (Azerbaijan), Mahammad Ahmadov , prof. (Azerbaijan), Javanshir Mammadov , prof. (executive editor), (Azerbaijan), Georgios Dafoulas , assoc.prof. (England), Gadir Mansurov , assoc.prof. (Azerbaijan), Ulduz Aghayev , assoc.prof. (Azerbaijan).

Təsisçi: Sumqayıt Dövlət Universiteti

“Elmi Xəbərlər” jurnalı Təbiət və texniki elmlər bölməsi Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirinin 27.10.2000-ci il tarixli, 991 sayılı əmrinə əsasən nəşr edilir.

Azərbaycan Respublikası Ədliyyə Nazirliyi tərəfindən qeydiyyatda alınmışdır.

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının qərarı ilə elmi nəşrlər siyahısına daxil edilmişdir.

Jurnal Rusiya Elmi İstinad İndeksinə (REİİ) daxil edilmişdir (müqavilə № 408-10/2019)

https://elibrary.ru/title_about.asp?id=73721

Məqalələrin tərtibatı qaydaları ilə jurnalın rəsmi saytında <https://www.ssu-scientificnews.edu.az/az> tanış olmaq olar.

Учредитель: Сумгаитский государственный университет

Журнал «Научные Известия» Серия: Естественные и технические науки издается на основании приказа № 991 Министра Образования Азербайджанской Республики от 27.10.2000-го года.

Зарегистрирован Министерством Юстиции Азербайджанской Республики.

Включен в список научных изданий Высшей Аттестационной Комиссии при Президенте Азербайджанской Республики.

Журнал включен в Российский Индекс Научного Цитирования (РИНЦ. Договор № 408-10/2019)

https://elibrary.ru/title_about.asp?id=73721

С правилами оформления статей можно ознакомиться на официальном сайте журнала

<https://www.ssu-scientificnews.edu.az/az>.

Founder: Sumgayit State University

The Journal of "Scientific News" Series for Natural and Technology Sciences is published due to the order № 991 of the Minister of Education of the Republic of Azerbaijan from 27.10.2000.

It has been registered by the Ministry of Justice of the Republic of Azerbaijan.

It has been included to the list of scientific publications of the Supreme Attestation Commission under President of the Republic of Azerbaijan

The journal is included in the Russian Scientific Citation Index (RSCI. Contract № 408-10/2019)

https://elibrary.ru/title_about.asp?id=73721

The rules for the design of articles can be found on the official website of the journal

<https://www.ssu-scientificnews.edu.az/az>.

UOT 517.5

DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_4

VARIATION STATEMENT OF INVERSE PROBLEM FOR NONLINEAR SCHREDINGER TYPE EQUATION

MUSAYEVA METANET ASAF

Azerbaijan State Pedagogical University, PhD, Baku, Azerbaijan

musayeva08@inbox.ru

Key words: Schrodinger type equation, inverse problem, quantum potential, Ill-posed problem, variation method

Variation statement and method for solution of inverse problem about determination of coefficients and quantum potential in nonlinear and non-stationary Schredinger type equations considered, when additional information given in boundary observation form. Studded correctness of statement and solvability of this problem, given necessary condition of optimality and iterative algorithm for solution

1. Introduction. The Schrödinger type equation is a generalization of the well-known quantum-mechanical Schrödinger equation. This equation often arises in atomic-molecular and nano-structural computer calculations, in nonlinear and adoptive optics, as well as in studies of bifurcation phenomena in nonlinear models, etc. [1-3]. Mathematical modeling of these processes accompanied by the determination of parameters, including quantum interaction potentials. In the works [4-10] the inverse problems about determination of the potential and characteristics of medium are studied. Specially, importance for practices and difficulty for theoretical studding is the determination of higher derivative and many coefficients of the nonlinear and non-stationary Schrödinger type equations. In the shown above works, various statements of inverse problems about determination of unknown coefficients, including complex potentials, as well as the coefficients of lower terms, mainly linear quantum-mechanical equations are studded. Below considered the inverse problem of determining the coefficient of higher derivative and quantum potential in nonlinear and non-stationary Schrödinger type equation. Additional information in statement of inverse problem taken the boundary observation, which in studding of the correctness and creating methods of solution of the inverse problems is importance for practical applications. The advantages of variation methods confirmed providing the existence, uniqueness and necessary condition theorems, also iterative algorithm for solution [11-13].

2. Statement of the problem. Let us $0 \leq x \leq l, 0 \leq t \leq T, \Omega_t = (0, l) \times (0, t), \Omega = \Omega_T$, where $l > 0, T > 0$ – are given numbers. Below the function $\psi(x, t)$ is complex wave function at the point with space coordinate x and a time coordinate t , used the functional spaces introducing, for example, at [14]. Corresponding of this, $L_p(0, l)$ is Lebesgue space of measurable functions on $(0, l)$, which are integrate with degree $p \geq 1$ and $C^k([0, T], B)$ – Banach space of $k \geq 0$ – times continuously differentiable on $[0, T]$ functions which values belongs to Banach space B . Let $W_p^k(0, l)$ and $W_p^{k, m}(\Omega)$ are Sobolev spaces of functions with generalized derivatives of order $k \geq 0$ – respect to x and of the order $m \geq 0$ – respect to t , which are integrate with order $p \geq 1$.

Below by $W_\infty^1(0, l) \equiv \left\{ w : w \in L_\infty(0, l), \frac{dw}{dx} \in L_\infty(0, l) \right\}$ denoted the Banach space with indicating

properties. Symbol $\overset{0}{\forall}$ show that indicating property have place for almost all values of a variable.

Positive constants independent of the estimated quantities will denoted by $c_j, j = 0, 1, 2, \dots$.

Consider the boundary value problem for nonlinear and non-stationary Schrödinger type equation:

$$i\rho^2 \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(v_0(x) \frac{\partial \psi}{\partial x} \right) - v_1(x) \psi + a_1 |\psi|^2 \psi = f(x, t), (x, t) \in \Omega, \quad (1)$$

$$\psi(x, 0) = \varphi(x), x \in (0, l), \quad (2)$$

$$\frac{\partial \psi(0, t)}{\partial x} = \frac{\partial \psi(l, t)}{\partial x} = 0, t \in (0, T), \quad (3)$$

where ρ, α_1 -given real numbers, $\varphi(x), f(x, t)$ -given complex measurable functions, satisfied the conditions: $\varphi \in W_2^2(0, l)$, $\frac{d\varphi(0)}{dx} = \frac{d\varphi(l)}{dx} = 0$, $f \in W_2^{0,1}(\Omega)$, coefficients $v_0(x), v_1(x)$ are unknown real valued functions. Our aim is to consider the inverse problem about determination the functions $\{v_0(x), v_1(x), \psi(x, t)\}$ from conditions (1)-(3) if additionally given the following boundary observations:

$$\psi(0, t) = y_0(t), \quad \psi(l, t) = y_1(t), 0 \leq t \leq T, \quad (4)$$

where $y_0 = y_0(t), y_1 = y_1(t)$ - are given complex-valued functions from space $L_2(0, T)$. Considering inverse problem belong to class of ill-posed problems (see [6-13]). The vector-function $v = v(x) = (v_0(x), v_1(x))$ looked for on the set $V \equiv \{v = (v_0, v_1) : v_0 \in W_2^1(0, l), v_1 \in L_2(0, l), 0 < b_0 \leq v_0 = v_0(x) \leq b_1, \left| \frac{dv_0(x)}{dx} \right| \leq b_2, 0 < b_3 \leq v_1 = v_1(x) \leq b_4, \overset{0}{\forall} x \in (0, l)\}$, where

$b_j > 0, j = 0, 1, \dots, 4$ - are given numbers. This set we will call a set of admissible coefficients.

Below studied the variation formulation of inverse problem (1)-(4). For this aim considered the problem about determination of functions $\{v(x), \psi(x, t)\} = \{v_0(x), v_1(x), \psi(x, t)\}$ from minimization of the cost functional:

$$J_\alpha(v) = \beta_0 \|\psi(0, \cdot) - y_0\|_{L_2(0, T)}^2 + \beta_1 \|\psi(l, \cdot) - y_1\|_{L_2(0, T)}^2 + \alpha \|v - \omega\|_H^2 \quad (5)$$

on the set V under conditions (3)-(5), where $\beta_0 > 0, \beta_1 > 0$ are given numbers, such that $\beta_0 + \beta_1 = 1$, $H \equiv W_2^1(0, l) \times L_2(0, l)$, element $\omega \in H$ is given vector-function, $\alpha \geq 0$ is given number. If in the inverse problem (1)-(4) data's given non-exact, than number $\alpha \geq 0$ determined from "residual principle" depending on error of data's in class of positive numbers (see [11-13] e. s.). The problem of determining of the function $\psi = \psi(x, t) \equiv \psi(x, t; v)$ from the conditions (1)-(3), for each given $v \in V$, we will call the direct problem. Solution of the direct problem understudied the function $\psi = \psi(x, t) \equiv \psi(x, t; v)$ from the space $B_0 \equiv C^0([0, T], W_2^2(0, l)) \cap C^1([0, T], L_2(0, l))$, which satisfies the equation (1) for any $t \in [0, T]$ and almost all $x \in (0, l)$, the conditions (2), (3) satisfies for almost all $x \in (0, l)$ and $t \in (0, T)$, respectively. The problem of minimizing of the functional $J_\alpha(v)$ on the set V under the conditions (1)-(3), we will call the variation statement of the inverse problem (1)-(4) or shortly the problem (5). The direct problem is

the initial-value problem for Schrodinger type equation (1). This problem studied in the works [4–10] etc., where established that under shown above conditions the direct problem (1)-(3) for each given $v \in V$, has a unique solution in the space B_0 and for this solution hold the following priory estimate

$$\|\psi(.,t)\|_{W_2^2(0,l)} + \left\| \frac{\partial \psi(.,t)}{\partial t} \right\|_{L_2(0,l)} \leq c_0 (\|\phi\|_{W_2^2(0,l)} + \|f\|_{W_2^{0,1}(\Omega)}). \quad (6)$$

3. Solvability of the variation formulation of the inverse problem

Theorem 1. The problem (5) has at least of one solution.

Proof carried out by similarly procedure for the corresponding statements in the works [6-10]. Now we consider the following set of the admissible coefficients:

$$V_1 \equiv \{v = (v_0, v_1) : v_0 \in W_2^2(0,l), v_1 \in W_2^1(0,l), \quad 0 < b_0 \leq v_0(x) \leq b_1, \left| \frac{dv_0(x)}{dx} \right| \leq b_2, \quad \left| \frac{d^2 v_0(x)}{dx^2} \right| \leq b_3, \\ 0 < \tilde{b}_4 \leq v_1(x) \leq b_4, \left| \frac{dv_1(x)}{dx} \right| \leq b_5, \forall x \in (0,l)\}, \quad \text{where } b_j > 0, j = 0,1,2,3,4,5, \tilde{b}_4 > 0 \text{ is given numbers.}$$

Below considered the variation formulation of inverse problem about minimization of the functional in (5) in the set V_1 , under conditions (1)-(3). Let spaces $B \equiv W_\infty^2(0,l) \times W_\infty^1(0,l)$, $B_1 \equiv W_2^2(0,l) \times W_2^1(0,l)$ and functions $\phi(x)$ $f(x,t)$ additionally to above, satisfies the conditions: $\frac{d^3 \phi}{dx^3} \in L_2(0,l)$, $\frac{\partial f}{\partial x} \in W_2^{0,1}(\Omega)$. In the works [8, 9] shown that, for each $v = v(x)$ from the set V_1 for solution of the direct problem (1) -(3) hold the estimate

$$\|\psi(.,t)\|_{W_2^3(0,l)} + \left\| \frac{\partial \psi(.,t)}{\partial t} \right\|_{L_2(0,l)} + \left\| \frac{\partial^2 \psi(.,t)}{\partial x \partial t} \right\|_{L_2(0,l)} \leq \\ \leq c_2 \left(\|\phi\|_{W_2^3(0,l)} + \|f\|_{W_2^{0,1}(\Omega)} + \left\| \frac{\partial f}{\partial x} \right\|_{W_2^{0,1}(\Omega)} \right), \quad \forall t \in [0, T]. \quad (7)$$

Easy verify that statement of the theorem 1 holds also in the set V_1 for all $\alpha \geq 0$. Examples similarly to [8, 9] shows that for $\alpha = 0$ the solution of problem (5) in the sets V and V_1 not unique and not stable. However, in condition of $\alpha > 0$ hold the

Theorem 2. There exist a dense subset G in space H such that for any $\omega \in G$ and any $\alpha > 0$ problem about minimization of the functional (5) in the set V_1 has a unique solution.

Proof carried out similarly to the procedure for the corresponding statement in works [6-10]. Easy approve that the functional $J_0(v)$ is continuous on the set V_1 . Moreover, functional $J_0(v)$ is positive: $J_0(v) \geq 0$ for $\forall v \in V_1$. The set V_1 is a closed, bounded and convex in the Hilbert space H . Hilbert spaces are uniformly convex. Let the functional $I_0(v)$ lower semi-continuous and bounded below on a closed bounded set U of a uniformly convex Banach space X . Than in the work [15] proved that there exists everywhere dense subset $K \in X$ such that for any $\omega \in K$ and any $\alpha > 0$, the functional $I_0(v) + \alpha \|v - \omega\|_X^2$ reaches its minimum value on a unique element of the set U . Consequently, all the conditions of this theorem from the work [15] about existence and uniqueness of the minimum element in set V_1 of the functional in (5) are satisfied. From this fakt we indicate

that there exist a dense subset G of the space H such that for any $\omega \in G$ and any $\alpha > 0$ variation formulation of the inverse problem (5) has a unique solution. Theorem 2 proved.

4. Necessary condition for the solution

Let us the function $\Phi = \Phi(x, t)$ is a solution of the following conjugate problem:

$$i\rho^2 \frac{\partial \Phi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(v_0(x) \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) - v_1(x) \Phi + 2a_1 |\psi|^2 \Phi + a_1 \psi^2 \bar{\Phi} = 0, (x, t) \in \Omega, \quad (8)$$

$$\Phi(x, T) = 0, x \in (0, l), \quad (9)$$

$$\frac{\partial \Phi(0, t)}{\partial x} = -2 \frac{\beta_0}{v_0(0)} (\psi(0, t) - y_0(t)), t \in (0, T), \quad (10)$$

$$\frac{\partial \Phi(l, t)}{\partial x} = 2 \frac{\beta_1}{v_0(l)} (\psi(l, t) - y_1(t)), t \in (0, T), \quad (11)$$

where $\psi = \psi(x, t) \equiv \psi(x, t; v)$ is solution of direct problem (1)-(3) for $v \in V_1$. Under solution of the conjugate problem (8)-(9), we mean a function $\Phi = \Phi(x, t)$ from the space $C^0([0, T], W_2^1(0, l))$.

Theorem 3. Exist the first variation $\delta J_\alpha(v, w)$ of the functional $J_\alpha(v)$ and for its hold the following expression:

$$\begin{aligned} \delta J_\alpha(v, w) = & - \int_{\Omega} \left[\operatorname{Re} \left(\frac{\partial \psi(x, t)}{\partial x} \frac{\partial \bar{\Phi}(x, t)}{\partial x} \right) w_0(x) + \operatorname{Re}(\psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) w_1(x) \right] dx dt + \\ & + 2\alpha \int_0^l \left[(v_0(x) - \omega_0(x)) w_0(x) + \left(\frac{dv_0(x)}{dx} - \frac{d\omega_0(x)}{dx} \right) \frac{dw_0(x)}{dx} \right] dx + \\ & + 2\alpha \int_0^l \left[\left(\frac{d^2 v_0(x)}{dx^2} - \frac{d^2 \omega_0(x)}{dx^2} \right) \frac{d^2 w_0(x)}{dx^2} \right] dx + \\ & + 2\alpha \int_0^l \left[(v_1(x) - \omega_1(x)) w_1(x) + \left(\frac{dv_1(x)}{dx} - \frac{d\omega_1(x)}{dx} \right) \frac{dw_1(x)}{dx} \right] dx, \end{aligned} \quad (12)$$

where $\psi(x, t) \equiv \psi(x, t; v)$ is the solution of direct problem (1)-(3) and $\Phi(x, t) \equiv \Phi(x, t; v)$ is the solution of the conjugate problem (8) - (11) for each $v \in V_1$.

Proof of (12) directly follows from estimate of increment of functional $J_\alpha(v)$ on the set V_1 .

Now let $V_1^* \equiv \{v^* \in V_1 : J_\alpha(v^*) = J_{\alpha^*} = \inf_{v \in V_1} J_\alpha(v)\}$ is the set of solutions of the variational problem (5) and this set is not empty, than holds

Theorem 4. For the every solution $v^* \in V_1^*$ of the problem (5) hold the necessary condition in form of the variation inequality:

$$\delta J_\alpha(v^*, v - v^*) \geq 0,$$

where v is arbitrary element of the set V_1 and expression of the first variation $\delta J_\alpha(v^*, v - v^*)$ of functional $J_\alpha(v)$ given in (12).

Proof. Necessary conditions for the solutions of optimality problems in the form of a variation inequality considered in works [8-13, 16] etc. Under the above given conditions, from expression in (12) and estimates of the solutions of direct and conjugate problems follows, that the first variation $\delta J_\alpha(v^*, v - v^*)$ of the functional $J_\alpha(v)$ is continuous on the set V_1 . Than in works [10,

11, 13, 16] shown that for solution of the problem (5) hold the necessary condition in the form of variation inequality. Theorem 4 proved

5. Conclusion. The providing solvability theorems and expression for the gradient of the cost functional (5), as well as the necessary condition of optimality, make it possible to apply the iterative regularization methods for solve the studding inverse problem (see [4-13]). Examples similar to those, which given in [8, 9] show that when $\alpha=0$, that the stabilizing term in the expression of the functional of quality criterion (5) is canceled, the solution of the considering problem is not unique and stable. In real situations inverse problems usually belongs to the class of “big data s” and ill-posed computational problems. The use of variation methods to solve that type problems has several advantages. Software packages as Maple, Matlab, ANSYS, etc., in combination with theory of ill-posed problems conveniently applied to solution and visualization, the results for inverse problems (see [8, 9, 11, 13]). Consider the iterative procedure, based on a conditional gradient method:

$$v^{(k+1)}(x) = v^{(k)}(x) + \lambda_k (w^{(k)}(x) - v^{(k)}(x)), k = 0, 1, 2, \dots$$

where $v^{(0)}(x)$ - initial step of iterations which is arbitrary element of V_1 , $\lambda_k \in (0, 1)$ -number algorithm parameter, choosing from the condition $J_0(v^{(k+1)}) < J_0(v^{(k)})$, element $w^{(k)}(x)$ for every $-k$ founded as minimum in the set V_1 of the following linear functional:

$$I(w) = \langle T'_0(v^{(k)}), w - v^{(k)} \rangle + \alpha \langle v^{(k)} - v^{(k-1)}, w - v^{(k)} \rangle \rightarrow \inf, w \in V_1, k = 0, 1, 2, \dots$$

In results we will find the consequent $\{v^{(k)}\}$. In [8, 10, 11, 13] itc. given sufficient conditions for the convergence of different iterative procedures and its applied for numerical solution of problems. Iterative methods gives the regularized algorithms for the stable solution of problems type (5) in non-exact data`s.

REFERENCES

1. Landau L. D., Lifshitz E. M. (1958). Quantum Mechanics: Non-Relativistic Theory/ Course of Theoretical Physics. Vol. 3, Pergamon Press, London
2. Messian A. (1965). Quantum mechanics, Paris
3. Воронцов, И. М. Принципы адаптивной оптики / И. М.Воронцов, В.И. Шмальгаузен –М.: Наука, –1985. –336 с.
4. Cardoulis L., Cristofol M., Gaitan P. (2008). Inverse problem for the Schrodinger operator in an unbounded strip/ J. of Physics: Conference Series, 124(1), –pp.12-15
5. Baudoin L., Kavian O., Puel J.-P. (2005). Regularity for Schrodinger equation with singular potentials and application to bilinear optimal control. J. Differ. Equ .21(6), 188-222.
6. Musayeva M. A. (2020). Variation method for determining the complex-valued coefficients of a nonlinear and nonstationary Schrödinger-type equation. J. Computational Mathematics and Mathematical Physics, 60(11). 1985-1997
7. Yaqubov Q. Y., Musayeva M. A. (1997). On a identification problem for nonlinear Schrodinger equation // J. Differ. Equation. 33(12), 1691-1698
8. Искендеров, А.Д. Идентификация квантовых потенциалов /А.Д.Искендеров, Г.Я.Ягубов, М.А. Мусаева, –Баку: Чашыюглу, –2012, –552 с.
9. Мусаева, М.А. Вариационные методы определения квантового потенциала / Матанат Мусаева; ред. Г.Я.Ягубов. –Баку: Елм, –2018. –416 с.
10. Pashaev A. M-C., Iskenderov A. D., Yaqubov Q. Y., Musayeva M. A. (2020). Variation method solving of the inverse problems for Schrödinger-type equation. J. Inverse and Ill-posed Problems. 47(8).1-12
11. Тихонов, А.Н. Нелинейные некорректные задачи / А.Н.Тихонов, А.С.Леонов, А.Г.Ягола, – М.: КУРС, –2017.

12. Lavrent'ev M. M., Romanov V. G., Shishatskii S. P. (1986). Ill-Posed Problems of Mathematical Physics and Analysis. Transl. of Math. Monographs, Vol. 64, AMS, Providence, Rhode Island
13. Васильев, Ф. П. Методы оптимизации: В 2-х кн. /– Новое изд., перераб. и доп. – М.: МЦНМО, –2011, –620 с.
14. Ладыженская, О.А. Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа / О.А.Ладыженская, В.А.Солонников, Н.Н.Уральцева, – М.: Наука, –1967. –736 с
15. Goebel M. (1978). On existence of optimal control. Math. Nachr. 93(1). 67-73.
16. Lions, J.-L. Optimal Control of Systems Described by Partial Differential Equations, M., Mir, 1972.

XÜLASƏ
QEYRİ-XƏTTİ ŞREDİNGER TIPLİ TƏNLİK ÜÇÜN TƏRS MƏSƏLƏNİN
VARIASIYA QOYULUŞU
Musayeva M.

Açar sözlər: *Şredinger tipli tənlik, tərs məsələ, kvant potensialı, qeyri-korrekt məsələ, variasiya üsulu*

Variasiya üsulu sərhəd müşahidəsi əlavə şərt kimi verildiyi halda qeyri-xətti və qeyri-stasionar Şredinger tipli tənliyin baş əmsalını və kvant potensialının təyini üçün tərs məsələnin həllinə tətbiq edilir. Bu məsələnin korrektiliyi öyrənilmiş və həll oluna bilən, müəyyən olduğu edilmiş, zəruri şərt isbat edilərək, iterativ həll alqoritmi göstərilmişdir.

РЕЗЮМЕ
ВАРИАЦИОННАЯ ПОСТАНОВКА ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО
УРАВНЕНИЯ ТИПА ШРЕДИНГЕРА
Мусаева М.

Ключевые слова: *уравнение типа Шредингера, обратная задача, квантовый потенциал, некорректные задачи, вариационный метод*

Вариационный метод применен к обратной задаче определения коэффициентов и квантового потенциала в нелинейных и нестационарных уравнений типа Шредингера, когда дополнительная информация задана в виде граничного наблюдения. Изучена корректность постановки и установлена разрешимость этой задачи, доказано необходимое условие экстремума и указан итеративный алгоритм решения.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	22.04.2022
	Son variant	16.05.2022

YDK 519.95

DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_10

İKİLİK 4D-QEYRİ -XƏTTİ MODULYAR DİNAMİK SİSTEMLƏRİN KVADRATİK MEYARLI SİNTEZ MƏSƏLƏSİNİN HƏLL ALQORİTMİ

ABAYEVA NİGAR BƏHRAM qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, dissertant

abayevanigar@gmail.com

Açar sözlər: kvadratik meyarlı sintez məsələsi, məsələnin həll alqoritmi, Volterra polinomları, 4D-qeyri-xətti modulyar dinamik sistemlər, ortoqonal giriş ardıcılıqları.

Ardıcılıqlı məşinlər, yaxud modulyar dinamik sistemlər (MDS-lər) sonlu cəbri strukturlardan qiymətlər alan giriş, vəziyyət və çıxış ardıcılıqlarına malik olan diskret idarəetmə sistemlərinin bir bölməsidir [1-3]. MDS-lər kompüter texnikası, diaqnostika sistemləri, diskret məlumatların kodlaşdırılması və dekodlaşdırılması, kəsilməz və diskret proseslərin modelləşdirilməsi və idarə edilməsində və s. sahələrdə istifadə olunaraq əhəmiyyətli nəticələr əldə olunmuşdur [1-7]. İkilik xətti və qeyri-xətti MDS-lər (QMDS -lər) üçün həm nəzəri və həm də tətbiqi xarakterə malik məsələlərdən biri də kvadratik meyarlı sintez məsələsidir [2,3,8-13]. QMDS-lərin sintez məsələsi onların tam reaksiyası üçün Volterra polinomlarının ikiqiymətli analoqu şəklində göstərilişinə əsaslanır. Hal-hazırda QMDS-lərin müxtəlif siniflərinin tam reaksiyası üçün Volterra polinomlarının ikiqiymətli analoqu şəklində göstərişi alınmışdır [2,3,14-18].

İkilik QMDS-lərin bəzi sinifləri üçün sintez məsələsinin həll üsulu onlar üçün ortoqonal giriş ardıcılıqlarına əsaslanılır. Ortoqonal giriş ardıcılıqları ortoqonallıq şərtləri əsasında qurulur. Hal-hazırda ikilik QMDS-lərin bəzi sinifləri üçün giriş ardıcılıqlarının ortoqonallıq şərtləri tapılmış, belə ardıcılıqların qurulması və sintez məsələsinin həll alqoritmləri işlənilmişdir [2,3,19-22]. İkilik QMDS-lərin bir sinfi də daha ümumi olan dördparametrlilik QMDS-dir (4D – QMDS) [12, 16, 20]. Lakin bu sinif üçün ortoqonal giriş ardıcılıqlarının və sintez məsələsinin həlli alqoritmlərinə baxılmamışdır. Təqdim olunan məqalədə ikilik 4D – QMDS-in kvadratik meyarlı sintez məsələsinin həlli alqoritmının qurulmasına baxılır.

1. Məsələnin qoyuluşu. Qeyd olunmuş n_0 yaddaşlı, $P = P_1 \times P_2 \times P_3$ məhdud əlaqəli, S dərəcəli və Volterra polinomunun aşağıdakı ikiqiymətli analoqu şəklində verilmiş ikilik 4D-QMDS-yə baxaq [16, 22, 25]:

$$y[n, c_1, c_2, c_3] = \sum_{i=1}^S \sum_{v=1}^{\lambda_i} \sum_{(\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}) \in L_{i,v}} \sum_{\bar{\tau} \in \Gamma_{i,v}} h_{i,v}[(\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}] \times$$

$$\times \prod_{(\alpha, \beta, \gamma) \in Q_{i,v}} \prod_{\xi_{\alpha, \beta, \gamma} = 1}^{m_{\alpha, \beta, \gamma}} v_{i,v}[n - \tau(\alpha, \beta, \gamma, \xi_{\alpha, \beta, \gamma}), c_1 + p_1(j_\alpha), c_2 + p_2(\sigma_\beta), c_3 + p_3(\rho_\gamma)], GF(2).$$

Burada $n \in [0, N] \equiv \{0, 1, \dots, N\}$, $c_\alpha \in [0, C_\alpha] \equiv \{0, 1, \dots, C_\alpha\}$, harada ki, N və C_α natural ədədlərdir, $\alpha = \overline{1, 3}$; $y[n, c_1, c_2, c_3]$ və $v_{i,v}[n, c_1, c_2, c_3] - GF(2)$ sonlu meydanı üzərində uyğun olaraq çıxış və giriş ardıcılıqlarıdır (bax: [1, 5]); (1) düsturunun sonunda $GF(2)$ yazısı göstərir ki, bu düsturda hesablamalar $GF(2)$ meydanı üzərində yerinə yetirilir, yəni toplama və vurma əməlləri uyğun olaraq mod 2 üzrə toplama və vurma əməlləridir (bu deyilənlər $n - \tau(\alpha, \beta, \gamma, \xi_{\alpha, \beta, \gamma})$, $c_1 + p_1(j_\alpha)$, $c_2 + p_2(\sigma_\beta)$ və $c_3 + p_3(\rho_\gamma)$ ifadələrinə aid deyildir);

$P_\alpha = \{p_\alpha(1), \dots, p_\alpha(r_\alpha)\}$, $-\infty < p_\alpha(1) < \dots < p_\alpha(r_\alpha) < \infty$, $p_\alpha(j) \in \{\dots, -1, 0, 1, \dots\}$, $j = \overline{1, r_\alpha}$, $\alpha = \overline{1, 3}$;
 $\lambda_i = |F(i)|$ ($|F(i)|$ ilə $F(i)$ çoxluğunun elementlərinin sayı işarə olunmuşdur), harada ki,

$$F(i) = \{(\ell_1, \ell_2, \ell_3, \overline{m}) \mid \overline{m} = (m_{1,1,1}, \dots, m_{1,1,\ell_3}, m_{1,2,1}, \dots, m_{1,2,\ell_3}, \dots, m_{1,\ell_2,\ell_3}, \dots, m_{1,\ell_2,\ell_3})\},$$

$$\sum_{\alpha=1}^{\ell_1} \sum_{\beta=1}^{\ell_2} \sum_{\gamma=1}^{\ell_3} m_{\alpha,\beta,\gamma} = i; \quad m_{\alpha,\beta,\gamma} \in \{0, \dots, n_0 + 1\}, \quad \alpha = \overline{1, \ell_1}, \beta = \overline{1, \ell_2}, \gamma = \overline{1, \ell_3};$$

$$(\forall \alpha \in \{1, \dots, \ell_1\})(\exists \beta \in \{1, \dots, \ell_2\})(\exists \gamma \in \{1, \dots, \ell_3\}) \Rightarrow (m_{\alpha,\beta,\gamma} \neq 0),$$

$$(\forall \beta \in \{1, \dots, \ell_2\})(\exists \alpha \in \{1, \dots, \ell_1\})(\exists \gamma \in \{1, \dots, \ell_3\}) \Rightarrow (m_{\alpha,\beta,\gamma} \neq 0),$$

$$(\forall \gamma \in \{1, \dots, \ell_3\})(\exists \alpha \in \{1, \dots, \ell_1\})(\exists \beta \in \{1, \dots, \ell_2\}) \Rightarrow (m_{\alpha,\beta,\gamma} \neq 0); \quad \ell_\sigma \in \{1, \dots, r_\sigma\}, \sigma = \overline{1, 3};$$

$$L(\ell) = L_1(\ell_1) \times L_2(\ell_2) \times L_3(\ell_3),$$

harada ki,

$$L_1(\ell_1) = \{\bar{j} = (j_1, \dots, j_{\ell_1}) \mid 1 \leq j_1 < \dots < j_{\ell_1} \leq r_1\},$$

$$L_2(\ell_2) = \{\bar{\sigma} = (\sigma_1, \dots, \sigma_{\ell_2}) \mid 1 \leq \sigma_1 < \dots < \sigma_{\ell_2} \leq r_2\}, \quad L_3(\ell_3) = \{\bar{\rho} = (\rho_1, \dots, \rho_{\ell_3}) \mid 1 \leq \rho_1 < \dots < \rho_{\ell_3} \leq r_3\};$$

$$h_{i,v}[(\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}] \equiv h_{i,(\ell_1, \ell_2, \ell_3, \overline{m})_v}[(\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}], \quad Q_{i,v} \equiv Q_0(i, (\ell_1, \ell_2, \ell_3, \overline{m})_v), \quad \Gamma_{i,v} \equiv \Gamma(\ell_1, \ell_2, \ell_3, \overline{m})_v,$$

$$L_{i,v} \equiv L((\ell_1, \ell_2, \ell_3)_v),$$

harada ki,

$$\Gamma(\ell_1, \ell_2, \ell_3, \overline{m}) = \times_{(\alpha,\beta,\gamma) \in Q_0(i, \ell_1, \ell_2, \ell_3, \overline{m})} \Gamma_1(m_{\alpha,\beta,\gamma})$$

$$\Gamma_1(m_{\alpha,\beta,\gamma}) = \{\bar{\tau}_{\alpha,\beta,\gamma} = (\tau(\alpha, \beta, \gamma, 1), \dots, \tau(\alpha, \beta, \gamma, m_{\alpha,\beta,\gamma})) \mid 0 \leq \tau(\alpha, \beta, \gamma, 1) < \dots < \tau(\alpha, \beta, \gamma, m_{\alpha,\beta,\gamma}) \leq n_0\};$$

$$Q_0(i, \ell_1, \ell_2, \ell_3, \overline{m}) = \{(\alpha, \beta, \gamma) \mid m_{\alpha,\beta,\gamma} \neq 0, \alpha = \overline{1, \ell_1}, \beta = \overline{1, \ell_2}, \gamma = \overline{1, \ell_3}\}.$$

Tutaq ki, $(N+1)(C_1+1)(C_2+1)(C_3+1) \times 1$ - ölçülü $V_0(i, v, \bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}, \bar{\tau}_k)$ matrisi aşağıdakı kimi təyin olunur

$$V_0(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}_k) =$$

$$= \left\{ \prod_{(\alpha,\beta,\gamma) \in Q_{i,v}} \prod_{\xi_{\alpha,\beta,\gamma}=1}^{m_{\alpha,\beta,\gamma}} v_{i,v} [n - \tau^{(k)}(\alpha, \beta, \gamma, \xi_{\alpha,\beta,\gamma}), c_1 + p_1(j_\alpha), c_2 + p_2(\sigma_\beta), c_3 + p_3(\rho_\gamma)] \right\}. \quad (2)$$

Hər bir $(n, c_1, c_2, c_3) \in [0, N] \times [0, C_1] \times [0, C_2] \times [0, C_3]$ yığılmasına (2) matrisində bir sətir uyğun gəlir.

$V_0(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}_k)$ matrisi əsasında ardıcıl olaraq aşağıdakı blok matrislər

qurulur:

$$V_1(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho})) = (V_0(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}_1) \dots V_0(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}_{|\Gamma_{i,v}|})),$$

$$V_2(i, v) = (V_1(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho})_1) \dots V_1(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho})_{|L_{i,v}|})), \quad (3)$$

$$V_3(i) = (V_2(i, 1) \dots V_2(i, \lambda_i)), \quad V = (V_3(1) \dots V_3(S)).$$

$h_{i,v}[(\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}]$, $\bar{\tau} \in \Gamma_{i,v}$, $(\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}) \in L_{i,v}$, $v \in \{1, \dots, \lambda_i\}$, $i \in \{1, \dots, S\}$, əsasında isə ardıcıl olaraq

aşağıdakı blok vektorları qurulur:

$$H_1(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho})) = (h_{i,v}[(\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}_1], \dots, h_{i,v}[(\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}_{|\Gamma_{i,v}|}])^T.$$

$$H_2(i, v) = (H_1(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho})_1), \dots, H_1(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho})_{|D_{i,v}|}))^T, \quad H_3(i) = (H_2(i, 1), \dots, H_2(i, \lambda_i))^T, \quad (4)$$

$$H = (H_3(1), \dots, H_3(S))^T.$$

V blok matrisində hər bir elementi açıq yazsaq, nəticədə alınan matrisdə də hər bir elementi açıq yazsaq, sonra alınan matrisdə də hər bir elementi açıq yazsaq, və i.ə. bu qayda ilə davam etməklə sonda V matrisindən $(N+1)(C_1+1)(C_2+1)(C_3+1) \times R$ - ölçülü adi matris alırıq, harada ki,

$R = \sum_{i=1}^S C_{(n_0+1)r_1r_2r_3}^i$. Analoji qaydada H blok vektorundan R komponentindən ibarət olan adi vektor alırıq. Tutaq ki,

$$\{v_{i,\nu}[n, c_1, c_2, c_3] : n \in [0, N], c_\alpha \in [0, C_\alpha], \alpha = \overline{1,3}, \nu \in \{1, \dots, \lambda_i\}, i \in \{1, \dots, S\} \quad (5)$$

ardıcılıqları (1) 4D-QMDS-in ortoqonal giriş ardıcılıqlarıdır (OGA), yəni (2),(3) düsturları ilə təyin olunan V matrisi $V^T \cdot V = \text{diag}\{d_{1,1}, \dots, d_{R,R}\}; d_{\alpha,\alpha} > 0, \alpha = 1, \dots, R$, ortoqonallıq şərtlərini ödəyir, $\{y_0[n, c_1, c_2, c_3] : n \in [0, N], c_\alpha \in [0, C_\alpha], \alpha = \overline{1,3}\}$ isə 4D-QMDS-in arzu olunan çıxış ardıcılığıdır.

(5) ortoqonal giriş ardıcılıqlı ikilik (1) 4D-QMDS-in kvadratik meyarlı sintez məsələsi hər bir $\bar{\tau} \in \Gamma_{i,\nu}$, $(\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}) \in L_{i,\nu}$, $\nu \in \{1, \dots, \lambda_i\}$, $i \in \{1, \dots, S\}$ üçün $h_{i,\nu}[\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}, \bar{\tau}]$ impuls xarakteristikalarına elə ikilik qiymətləri tapılmasından ibarətdir ki, bu halda (1) 4D-QMDS-in real çıxış ardıcılığı ilə arzu olunan çıxış ardıcılığı arasında məsafəni göstərən

$$J = \sum_{n=0}^N \sum_{c_1 \in [0, C_1]} \sum_{c_2 \in [0, C_2]} \sum_{c_3 \in [0, C_3]} (y[n, c_1, c_2, c_3] - y_0[n, c_1, c_2, c_3])^2 \quad (6)$$

funksionalı minimum qiymət alsın. Tutaq ki,

$$Y = (y[0,0,0,0], \dots, y[N,0,0,0], y[0,1,0,0], \dots, y[N,1,0,0], \dots, y[0, C_1, 0, 0], \dots, y[N, C_1, 0, 0], y[0,0,1,0], \dots, y[N,0,1,0], \dots, y[0,1,1,0], \dots, y[N,1,1,0], \dots, y[0, C_1, C_2, 0], \dots, y[N, C_1, C_2, 0], \dots, y[N, C_1, C_2, C_3])^T, \quad (7)$$

$$Y_0 = (y_0[0,0,0,0], \dots, y_0[N,0,0,0], y_0[0,1,0,0], \dots, y_0[N,1,0,0], \dots, y_0[0, C_1, 0, 0], \dots, y_0[N, C_1, 0, 0], \dots, y_0[0,0,1,0], \dots, y_0[N,0,1,0], \dots, y_0[0,1,1,0], \dots, y_0[N,1,1,0], \dots, y_0[0, C_1, C_2, 0], \dots, y_0[N, C_1, C_2, 0], \dots, y_0[N, C_1, C_2, C_3])^T, \quad (8)$$

Onda (2)-(4) düsturlarından istifadə etməklə (1),(6) məsələsini aşağıdakı matris vektor şəklində yazmaq olar:

$$Y = V \cdot H, \quad GF(2), \quad J = (Y - Y_0)^T \cdot (Y - Y_0) \rightarrow \min. \quad (9)$$

2. Kvadratik meyarlı sintez məsələsinin həll üsulu. (9) məsələsinin həlli

$$Y = V \cdot K, \quad J = (Y - Y_0)^T (Y - Y_0) \rightarrow \min \quad (10)$$

kəsilmez (kontinual) kvadratik meyarlı sintez məsələsinin köməkliyi ilə tapılır, haradakı K vektoru R -ölçülü vektordur. Tutaq ki, k_α və h_α ədədləri uyğun olaraq K və H vektorlarının α -cı komponentləridir, onda (9) məsələsinin həlli

$$h_\alpha = \begin{cases} 1 & , \quad k_\alpha > 0.5, \\ 0 & , \quad k_\alpha \leq 0.51 \end{cases}$$

düsturu ilə tapılır [19, 20]. (11) məsələsinin həlli isə aşağıdakı düsturla hesablanır

$$K = (V^T \cdot V)^{-1} \cdot V^T \cdot Y_0. \quad (11)$$

3. Sintez məsələsinin həll alqoritmi. (1),(2) sintez məsələsinin həll alqoritmini ümumi halda aşağıdakı kimi şərh etmək olar:

Addım 1. $N, C_1, C_2, C_3, S, n_0, r_1, r_2$ və r_3 kəmiyyətlərinin qiymətlərinin daxil edilməsi, $\alpha = \overline{1,3}$.

Addım 2. $\{y_0[n, c_1, c_2, c_3] : n = \overline{0, N}, c_1 = 0, \dots, C_1, c_2 = 0, \dots, C_2, c_3 = 0, \dots, C_3\}$ ardıcılıqlarının hədlərinin qiymətlərinin daxil edilməsi.

Addım 3. $\{v_{i,\nu}[n, c_1, c_2, c_3] : n = \overline{0, N}, c_1 = 0, \dots, C_1, c_2 = 0, \dots, C_2, c_3 = 0, \dots, C_3\}$, $\nu = \overline{1, \lambda_i}$, $i = \overline{1, S}$, ardıcılıqlarının hədlərinin qiymətlərinin daxil edilməsi

Addım 4. $S_0 := \min\{S, n_0 + 1\}$.

Addım 5. $i := 1$.

Addım 6. $F(i)$ çoxluğunun elementlərinin qurulması. $\lambda_i := |F(i)|$

Addım 7. $v := 1$.

Addım 8. $F(i)$ çoxluğunun v -cü elementi, yəni $(\ell_1, \ell_2, \ell_3, \bar{m})_v$ elementi əsasında $L_1(\ell_1) = \{\bar{j} = (j_1, \dots, j_{\ell_1}) \mid 1 \leq j_1 < \dots, j_{\ell_1} \leq r_1\}$, $L_2(\ell_2) = \{\bar{\sigma} = (\sigma_1, \dots, \sigma_{\ell_2}) \mid 1 \leq \sigma_1 < \dots, \sigma_{\ell_2} \leq r_2\}$ və $L_3(\ell_3) = \{\bar{\rho} = (\rho_1, \dots, \rho_{\ell_3}) \mid 1 \leq \rho_1 < \dots < \rho_{\ell_3} \leq r_3\}$ çoxluqlarının və onların $L_{i,v}$ dekart hasilələrinin qurulması.

Addım 9. $Q_{i,v} = \{(\alpha, \beta, \gamma) \mid m_{\alpha, \beta, \gamma} \neq 0, \alpha = \bar{1}, \ell_1, \beta = \bar{1}, \ell_2, \gamma = \bar{1}, \ell_3\}$ çoxluğunun elementlərinin qurulması.

Addım 10. $\Gamma_1(m_{\alpha, \beta, \gamma}), (\alpha, \beta, \gamma) \in Q_{i,v}$, çoxluqlarının elementlərinin qurulması, harada ki,

$$\Gamma_1(m_{\alpha, \beta, \gamma}) = \{\bar{\tau}_{\alpha, \beta, \gamma} = (\tau(\alpha, \beta, \gamma, 1), \dots, \tau(\alpha, \beta, \gamma, m_{\alpha, \beta, \gamma})) \mid 0 \leq \tau(\alpha, \beta, \gamma, 1) < \dots < \tau(\alpha, \beta, \gamma, m_{\alpha, \beta, \gamma}) \leq n_0\}.$$

Addım 11. $\Gamma_{i,v} = \prod_{(\alpha, \beta, \gamma) \in Q_{i,v}} \Gamma_1(m_{\alpha, \beta, \gamma})$ çoxluğunun elementlərinin qurulması.

Addım 12. $v := v + 1$. Əgər $v \leq \lambda_i$, onda addım 8-ə keçid, əks halda addım 13-ə keçid.

Addım 13. $i := i + 1$. Əgər $i \leq S$, onda addım 7-yə keçid, əks halda addım 14-ə keçid.

Addım 14. $a := 0$.

Addım 15. $i := 1$.

Addım 16. $v := 1$.

Addım 17. $q := 1$.

Addım 18. $L_{i,v}$ çoxluğunun q -cü elementinin (yəni $(\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho})_q$ elementinin) seçilməsi (sadəlik üçün q indeksini yazmayacağıq).

Addım 19. $k := 1$.

Addım 20. $\Gamma_{i,v}$ çoxluğunun k -cı elementinin (yəni $\bar{\tau}_k$ elementinin) seçilməsi (sadəlik üçün k indeksini yazmayacağıq).

Addım 21. $t := 0, c_3 := 0$.

Addım 22. $c_2 := 0$.

Addım 23. $c_1 := 0$.

Addım 24. $n := 0$.

Addım 25. Əgər hər hansı bir $(\alpha, \beta, \gamma) \in Q_{i,v}$ üçün $n - \tau^{(k)}(\alpha, \beta, \gamma, \xi_{\alpha, \beta, \gamma}) < 0$ və ya $c_1 + p_1(j_\alpha) \notin [0, C_1]$ və ya $c_2 + p_2(\sigma_\beta) \notin [0, C_2]$ və ya $c_3 + p_3(\rho_\gamma) \notin [0, C_3]$ olarsa, onda addım 26-yə keçməli, əks halda addım 27-yə keçməli.

Addım 26. $V_0(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}_k)[n, c_1, c_2, c_3] := 0$. Addım 28-ə keçməli.

Addım 27. $V_0(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}_k)[n, c_1, c_2, c_3] :=$

$$:= \prod_{(\alpha, \beta, \gamma) \in Q_{i,v}} \prod_{\xi_{\alpha, \beta, \gamma}=1}^{m_{\alpha, \beta, \gamma}} v_{i,v} [n - \tau^{(k)}(\alpha, \beta, \gamma, \xi_{\alpha, \beta, \gamma}), c_1 + p_1(j_\alpha), c_2 + p_2(\sigma_\beta), c_3 + p_3(\rho_\gamma)].$$

Addım 28. $t := t + 1$. $M[t, a] := V_0(i, v, (\bar{j}, \bar{\sigma}, \bar{\rho}), \bar{\tau}_k)[n, c_1, c_2, c_3]$.

Addım 29. $n := n + 1$. Əgər $n \leq N$, onda addım 25-ə, əks halda addım 30-a keçid.

Addım 30. $c_1 := c_1 + 1$. Əgər $c_1 \leq C_1$, onda addım 24-ə, əks halda addım 31-ə keçid.

Addım 31. $c_2 := c_2 + 1$. Əgər $c_2 \leq C_2$, onda addım 23-ə, əks halda addım 32-yə keçid.

Addım 32. $c_3 := c_3 + 1$. Əgər $c_3 \leq C_3$, onda addım 22-yə, əks halda addım 33-ə keçid.

Addım 33. $k := k + 1$. Əgər $k \leq \Gamma_{i,v}$, onda addım 20-yə, əks halda addım 34-ə keçid.

Addım 34. $q := q + 1$. Əgər $q \leq L_{i,v}$, onda addım 18-ə, əks halda addım 34-ə keçid.

Addım 35. $v := v + 1$. Əgər $v \leq L_{i,v}$, onda addım 17-yə, əks halda addım 36-ya keçid.

Addım 36. $i := i + 1$. Əgər $i \leq S$, onda addım 16-ya, əks halda addım 37-yə keçid.

Addım 37. $R_1 := (N + 1)(C_1 + 1)(C_2 + 1)(C_3 + 1)$, $R_2 := \sum_{i=1}^S C_{r(n_0+1)r_1r_2}^i$.

Addım 37. $B = (M[i, j])$, $i = 1, \dots, R_1$, $j = 1, \dots, R_2$, düsturu ilə $R_1 \times R_2$ – ölçülü B matrisinin qurulması.

Addım 38. $R_2 \times R_2$ – ölçülü $B^T \cdot B$ və $(B^T \cdot B)^{-1}$ matrislərinin qurulması (Qeyd. B matrisi ortoqonallıq şərtini ödədiyi üçün $B^T \cdot B$ matrisi diaqonal və cırlaşmayan matrisdir. $B^T \cdot B$ matrisinin baş diaqonal elementlərini $d_1, \dots, d_{R_2}$ ilə işarə edək. Bu halda $(B^T \cdot B)^{-1}$ matrisinin baş diaqonal elementləri $1/d_1, \dots, 1/d_{R_2}$ olar).

Addım 39. $B^T \cdot Y_0$ matrisinin qurulması və $K = (B^T \cdot B)^{-1} B^T Y_0$ düsturu ilə

$K = (k_1, \dots, k_{R_2})^T$ vektorlarının komponentlərinin tapılması. $H = (h_1, \dots, h_{R_2})^T$ vektorunun komponentlərinin

$$h_\alpha = \begin{cases} 1, & k_\alpha > 0.5 \\ 0, & k_\alpha \leq 0.5 \end{cases}, \quad \alpha = 1, \dots, R_2,$$

düsturu ilə tapılması.

Addım 42. Son.

4. Xülasə. Məqalədə Volterra polinomunun ikiqiymətli analoqu şəklində təsvir olunan (1) ikilik 4D-QMDS-in kvadratik meyarlı sintez məsələsinin həlli algoritminin qurulmasına baxılmışdır. Bu alqoritmdən istifadə etməklə (1) ikilik 4D-QMDS-in kvadratik meyarlı sintez məsələsinin həllinin tapılması üçün program təminatını qurmaq olar.

ƏDƏBİYYAT

1. Фараджев, Р.Г. Линейные последовательностные машины / Р.Г.Фараджев, –М.: Изд-во «Советское радио», –1975. –248 с.
2. Фараджев, Р.Г. Методы и алгоритмы решения задачи квадратичной оптимизации для двоичных последовательностных машин. / Р.Г. Фараджев, Ф.Г.Фейзи́ев. –Баку: Элм, — 1996. –180 с.
3. Фейзи́ев, Ф.Г. Модулярные последовательностные машины: основные результаты по теории и приложению / Ф.Г.Фейзи́ев, М.Р. Фараджева. –Баку: Элм, –2006. –234 с.
4. Блейхут, Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки / Р.Блейхут, –М.: Мир, – 1986. –576 с.
5. Nagiyev, A.T., Feyziyev, F.G. The sequential cellular machining model of the continuous objects with distributing parameters // Seminarberichte, Fachbereich Mathematic. –2001. Bd 71. –P. 31-43
6. Фейзи́ев Ф.Г. Конечно-последовательностная модель некоторого класса объектов с распределенными параметрами // Электронное моделирование. –2002, Т.24, №4, –С.99-112.
7. Фейзи́ев Ф.Г., Бабава́нд А.М. Описание декодирования циклических кодов в классе последовательностных машин, основанного на теореме Меггитта // Автоматика и вычислительная техника, –2012, том 46, №4, –С. 26-33
8. Байбатшаев М.Ш., Попков Ю.С. Об одной задаче квадратичной оптимизации двоичных нелинейных последовательностных машин // Автоматика и телемеханика. –1978. № 12. – С. 37-47

9. Фараджев, Р.Г., Фейзи́ев, Ф.Г. К задаче квадратичной оптимизации для двоичных многомерных нелинейных последовательно-клеточных машин // Автоматика и телемеханика. –1996. №5. –С. 104-119
10. Фейзи́ев, Ф.Г., Самедова, З.А. Задача синтеза двоичных 3D–нелинейных модулярных динамических систем // Известия НАН Азербайджана, сер. физ.-техн. и мат. наук: Информатика и проблемы управления, –2009, Т. XXIX, №6, –С.126-133
11. Фараджев, Р.Г., Нагиев, А.Т., Фейзи́ев, Ф.Г. Аналитическое описание и квадратичная оптимизация двоичных многомерных нелинейных последовательно-клеточных машин // Докл. РАН. –1998. Т. 360. № 6. –С.750- 752.
12. Фейзи́ев, Ф.Г., Абаева, Н.Б. Задача оптимального синтеза двоичных 4D нелинейных модулярных динамических систем // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика, – 2020, № 53, –С. 102-109
13. Фейзи́ев, Ф.Г., Мехтиева, М.Р. Задача синтеза одного класса двоичных 3D- многомерных нелинейных модулярных динамических систем// Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика, –2022, № 58, –С. 14-22
14. Фейзи́ев, Ф.Г., Самедова, З.А. Полиномиальное соотношение для представления полной реакции 3D- нелинейных модулярных динамических систем // Электронное моделирование. –2011. Т. 33. №2. –С.33-50
15. Фейзи́ев, Ф.Г., Мехтиева, М.Р., Гусейнова, А.Дж. Двухзначный аналог полинома Вольтерры для описания полной реакции двоичных многомерных нелинейных модулярных динамических систем // Электронное моделирование. –2017. Т. 39, № 3. –С.3-15
16. Фейзи́ев, Ф.Г., Абаева, Н.Б. Полиномиальное соотношение для представления полной реакции одного класса двоичных 4D-модулярных динамических систем // Вестник Пермского университета. Серия : Математика. Механика. Информатика. –2019. Вып. 2(45). –С 46–54
17. Фейзи́ев, Ф.Г., Мехтиева, М.Р. Аналитическое представление полной реакции одного класса двоичных 3D -многомерных нелинейных модулярных динамических систем // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. –2019. № 49. –С 82–91
18. Фейзи́ев, Ф.Г., Мехтиева, М.Р., Байрамова, А.А. Полиномиальное представление полной реакции одного класса двоичных модулярных динамических систем // Научные известия Сумгаитского государственного университета. Серия естественных и технических наук, – 2002, Т.20, № 1, –С. 72-74
19. Фейзи́ев, Ф.Г., Самедова, З.А. Условия ортогональности для входных последовательностей двоичных 3D –нелинейных модулярных динамических систем// Известия НАН Азербайджана, сер. физ.-техн. и мат. наук: Информатика и проблемы управления, –2010, Т. XXX, №3, –С.115-124
20. Фейзи́ев, Ф.Г., Абаева, Н.Б. Условия ортогональности входных последовательностей одного класса двоичных 4D – нелинейных модулярных динамических систем // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика, –2021, № 55, –С. 80-90
21. Фараджев, Р.Г., Фейзи́ев, Ф.Г. Алгоритм построения ортогональных тестовых последовательностей для двоичных многомерных нелинейных последовательно-клеточных машин // Автоматика и телемеханика, –1996, №6, –С.114-124
22. Фейзи́ев, Ф.Г., Самедова, З.А. Алгоритм построения ортогональных входных последовательностей для двоичных 3D- нелинейных модулярных динамических систем // Изв. НАН Азербайджана, Сер. физ.-техн. и мат. наук: Информатика и проблемы управления. – Баку, –2011, Т. XXXI, № 3. –С. 9-20

РЕЗЮМЕ

**АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА С КВАДРАТИЧНЫМ КРИТЕРИЕМ
ДВОИЧНЫХ 4D- НЕЛИНЕЙНЫХ МОДУЛЯРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Абаева Н.Б.

Ключевые слова: задача синтеза с квадратичным критерием, алгоритм решения задачи, полиномы Вольтерры, 4D-нелинейные модулярные динамические системы, ортогональные входные последовательности.

Рассматривается построение алгоритма решения задач синтеза с квадратичным критерием двоичных 4D-нелинейных модулярных динамических систем с фиксированной памятью, ограниченной связью, максимальной степенью и описываемых в виде двухзначного аналога полинома Волтерры. Предполагается, что на вход системы поступают ортогональные входные последовательности. А ограниченная связь есть Декартово произведение трех ограниченных множеств, которые являются подмножествами множества целых чисел. При построении алгоритма используется метод, основанный на применении ортогональных входных последовательностей.

SUMMARY

**THE ALGORITHM FOR SOLVING THE PROBLEM OF SYNTHESIS WITH A QUADRATIC
CRITERION FOR BINARY 4D - NONLINEAR MODULAR DYNAMIC SYSTEMS**

Abayeva N.B.

Key words: Synthesis problems with a quadratic criterion, an algorithm for solving the problem, a Wolterra polynomial, 4D- nonlinear modular dynamic systems, orthogonal input sequences.

The construction of an algorithm for solving the problem of synthesis with a quadratic criterion of binary 4D- nonlinear modular dynamical systems with fixed memory, limited connection, maximum degree and described as two-valued analogue of the Volterra polynomial is considered. It is assumed, that the orthogonal input sequences enters to input of the system. A bounded connection is the Cartesian product of three bounden sets that are subsets of the set of integers. When constructing the algorithm, a method based on the use of the orthogonal input sequences is used.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	08.04.2022
	Son variant	29.04.2022

3-METİLFENOLUN 1-PROPANOLLA ALKİLLƏŞMƏ REAKSİYASININ MÜXTƏLİF KATALİZATORLAR İŞTİRAKINDA TƏDQİQI

¹AĞAYEV ƏKBƏR ƏLİ oğlu

²MURADOV MAHAL MƏİL oğlu

³HACIYEVA XƏYALƏ ƏMİRASLAN qızı

⁴MÜTƏLLİMOVA KİFAYƏT MƏNSUM qəzə

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-professor, 2,4- dosent, 3-baş müəllim

mutallim-2020@mail.ru

Açar sözlər: 3-metilfenol, 1-propanol, alkilləşmə, 2-propil-3-metilfenol, 2-propil-5-metilfenol, seolit, çıxım.

Krezolların propil və izopropil törəmələri çox tələb olunan yarımməhsullar olub, qatranların, polimer materialların, insektisidlərin, vitaminlər və dərman preparatların antioksidantların istehsalında istifadə olunur. Onların sənayedə alınması monometilfenolların propilen və ya propil spirtləri ilə alkilləşməsinə əsaslanır. Hər iki alkilləşdiricinin istifadəsi qoyulan məsələnin həllindən asılı olaraq tətbiq sahəsi tapmışdır. Lakin alkilləşmə prosesində götürülən klassik katalizatorların (AlCl_3 , $\text{AlCl}_3 \cdot \text{HCl}$ və s.) istifadəsi bir sıra texnoloji və ekoloji çətinliklər üzündən geniş vüsət almağından bu proseslər üçün effektiv katalizatorların yaradılıb tətbiq olunması və mövcud texnologiyaların təkmilləşdirilməsi istiqamətində tədqiqatlar aparılmaqdadır [4,5].

Məqalədə 3-metilfenolun 1-propanolla alkilləşmə reaksiyasında müxtəlif oksid və seolit tərkibli kontaktların katalitik xassələri verilir.

3-metilfenolun 1-propanolla alkilləşmə prosesi çıxarma növlü reaktoru olan laboratoriya qurğusunda tədqiq edilmiş və tərpənməz laylı katalizatorun reaksiya aparatında həcmi 10sm^3 olmuşdur. Alınan məhsulların analizi xromatoqrafik və spektral üsullarla uyğun olaraq Xrom-5, Xromateks-5000 xromatoqraflarında və BS487B şirkətinin Tesla (80 Mhs) spektrometrində aparılmışdır. Katalizator kimi sinklə modifikasiya olunmuş kobaltferrit sistemi (SMOKF, $\text{ZnO} \cdot \text{CoFe}_2\text{O}_4 \cdot \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) və müxtəlif seolitlər (Ni, H-mordenit, Pd.H-mordenit, PdCaY) götürülmüşdür. SMOKF katalizatorunda ŞPİNEL quruluşu əldə etmək üçün kobaltın dəmirə olan atom nisbəti 3:7 onun tərkibi isə $\text{Zn}_{0.1}\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_2\text{O}_4 \cdot \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ olmuşdur. Aktiv kütlənin katalizatordakı payı 25.0% kütlə təşkil etmişdir. Seoliot katalizatorlarında nikelin payı 1.5% kütlə palladiumun qatılığı isə 1.0 kütlə% götürülmüşdür.

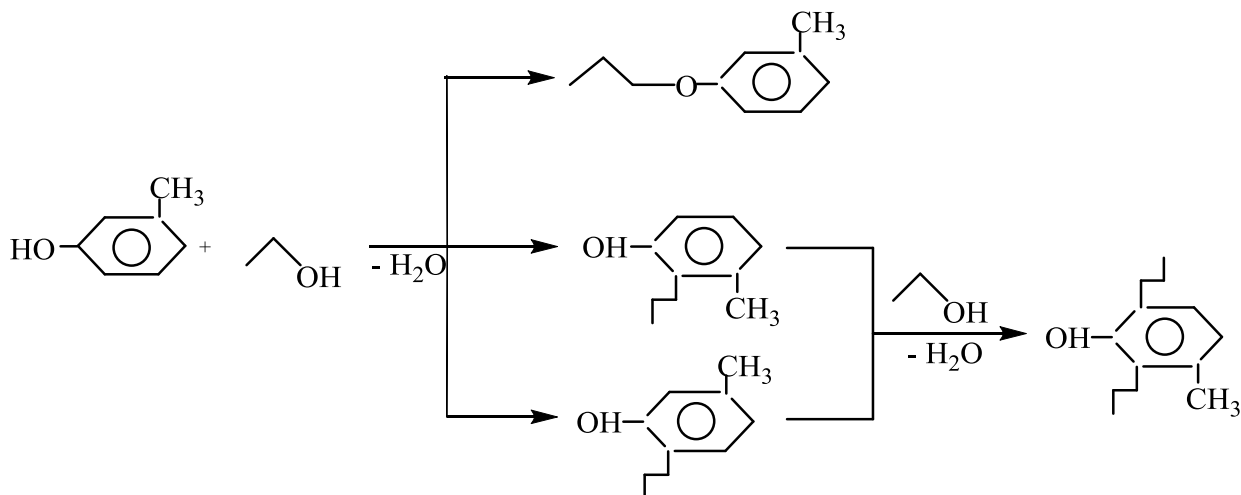
Alkilyəşmə prosesində alınan nəticələrin (Cədvəl) təhlilindən aydın görünür ki, 3-metilfenolun-1-propanolla qarşılıqlı təsirindən əsasən 2-propil-5-metilfenol (2P5MF), 2-propil-3-metilfenol (2P3MF) və onların ardıcıl propilləşməsindən əmələ gələn 2.6-dipropil-3-metilfenol (2.6DP3MF) və 2.4-dipropil-3-metilfenol (2.4DP3MF) aiddir. İstifadə olunan katalizatorun tərkibindən asılı olmayaraq bu məhsullar praktiki olaraq bütün hallarda alkilatların tərkibində iştirak edirlər. Bu isə katalitik prosədə baş verən çevrilmələrin aşağıdakı sxemə uyğun gəldiyini göstərir.

3-metilfenolun 1-propanolla alkilləşməsindən alınan alkilatların çıxımı daha çox Pd.H-mordenit iştirakında (92.5%) ən az isə Pd-ZSM-5 götürüldükdə (88.0%) alınır. Maraqlıdır ki, Pd.H-mordenitdə əmələ gələn 2P5MF və 2P3MF-a görə ümumi selektivlik 90.5%, Pd-ZSM-5 isə cəmi 83.0% təşkil edir. Bu göstəriciyə görə katalizatorların aşağıdakı sıra üzrə selektivliyinin aşağı düşməsi müşahidə olunur. Pd.H-mordenit > SMOKF > Ni.H-mordenit > PdCaY > Pd-ZSM-5. Alınan 2P5MF və 2P3MF qarışığında birincinin ikinciyə olan mol nisbəti Pd.H-mordenit iştirakında

*3-metilfenolun 1-propanolla alkillaşma reaksiyasının
müxtəlif katalizatorlar iştirakında tədqiqi*

1: 0.16, SMOKF olan halda 1: 0.15, Ni.H-mordenit 1: 0.23, PdCaY-də 1: 0.3, Pd-ZSM-5 seoliti götürüldükdə isə 1: 0.34 təşkil edir.

3-metilfenolun propanolla ardıcıl alkillaşması əksər katalizatorlar iştirakında müşahidə olunur. Əmələ gələn 2.6DP3MF və 2.4DP3MF qarışığında üstünlüyü 2.6DP3MF təşkil edir. Pd.H-mordenitdən başqa digər katalizatorlar iştirakında əmələ gələn 2.4DP3MF-un 2.6DP3MF-la qarışıqdakı qatılığı 14.3-35.7% olur.



Cədvəl

*Müxtəlif katalizatorlar iştirakında 3-metilfenolun 1-propanolla alkillaşma reaksiyanın nəticələri
Reaksiyanın şəraiti: $T=365^{\circ}\text{C}$, $\nu = 1.0\text{st}^{-1}$ 3-metilfenolun
1-propanola olan mol nisbəti 1:1*

Göstəricinin adı	Katalizatorun tərkibi				
	SMOKF	Ni.H-mordenit	Pd.H-mordenit	PdCaY	Pd-ZSM-5
Alkilatın çıxımı,%	92.0	91.0	92.5	89.5	88.0
Çevrilmiş 3-metilfenola görə hesablanmış reaksiya məhsullarının çıxımları,%					
3-metilfenolun propil efir	3.0	-	1.5	-	-
2-propil-5-metilfenol	78.0	71.5	77.5	67.0	62.0
2-propil-3-metilfenol	12.0	16.5	13.0	20.0	21.0
2.6-dipropil-3-metilfenol	3.5	6.5	4.5	7.0	10.0
2.4-dipropil-3-metilfenol	0.5	1.5	-	2.5	3.0
Polialkilfenollar	1.0	1.5	1.5	1.5	2.5
3-metilfenolun konversiyası,%	47.5	55.0	50.0	61.5	59.0
1-propanolun konversiyası,%	49.5	59.5	54.5	64.0	66.0
Əsas reaksiya məhsullarının xammaldakı 3-metilfenola görə hesablanmış çıxımları,%					
2-propil-5-metilfenol	37.0	39.3	38.8	41.2	36.6
2-propil-3-metilfenol	5.7	9.0	6.5	12.3	12.4

Tədqiq edilmiş katalizatorlar içərisində Ni.H-mordenit, PdCaY və Pd-ZSM-5 seolitləri iştirakında m-krezolun hidroksil qrupundakı oksigenə görə alkillaşması baş vermədiyindən alkilatlarda onun propil efirinə rast gəlinmir. Bu reaksiya SMOKF katalizatoru iştirakında qismən gərcəkləşir, Pd.H-mordenit olan halda da müşahidə olunur. Ümumiyyətlə tədqiq olunmuş

katalizatorlar iştirakında cədvəldə verilmiş reaksiya şəraitində 3-metilfenolun 1-propanolla qarşılıqlı təsiri zamanı üstünlüyü nüvədəki karbona(C-) görə propilləşmə təşkil edir. Alınan nəticələrin analizi göstərir ki, mono- və dialkilləşmənin cəminə görə reaksiyanın ümumi selektivliyi katalizatorlar üzrə aşağıdakı kimidir (%ilə). SMOKF-94.0; Ni.H-mordenit-96.0; Pd.H-mordenit-96.5; PdCaY -96.5; Pd-ZSM-5 - 96.0.

Katalizatorların aktivliyini şərti olaraq xammaldakı 3-metilfenola görə hesablanmış 2P5MF, 2P3MF-un hər birinin və onların çıxımları cəmi kimi qəbul etsək onda görürük ki, 2P5MF –un çıxımı bütün hallarda üstünlük təşkil edir (36.6-41.2%). 2P3MF –un çıxımına gəldikdə bu göstərici PdCaY(12.3%) və Pd-ZSM-5(12.4%) iştirakında digərləri ilə müqaisədə bir qədər çoxdur. 2P5MF və 2P3MF –in çıxımları cəminə görə isə katalizatorların aktivliyi aşağıdakı sıra üzrə azalır. PdCaY > Pd-ZSM-5 > Ni.H-mordenit > Pd.H-mordenit > SMOKF

Katalitik prosesdə əks çevrilmələrlə yanaşı, qismən yan reaksiyaların da baş verdiyi üzə çıxmışdır. Belə reaksiyalara alınan alkilfenolların izomerləşmə və disproporsionlaşma həmçinin propanolun molekullararası dehidratasiyasını göstərmək olar. Bu çevrilmələr seolitlər iştirakında baş verir və katalizatorun tərkibindən asılı olaraq onların payı dəyişir. SMOKF katalizatoru iştirakında isə əsasən propanolun dehidrogenləşməsi ilə propanalın alındığı və qismən krezolla kondensləşməsi həyata keçir.

Beləliklə, aparılmış tədqiqatların nəticəsində 3-metilfenol və 1-propanol əsasında 2P5MF və 2P3MF qarışığının selektiv (83.0-90.5%) və yüksək çıxımla (42.7- 53.5%) alınma üsulu təklif edilir. Tədqiq edilmiş katalizatorlardan aktivliyi ilə seçilənlər PdCaY(53.5%) və Pd-ZSM-5(49.0%) selektivliyi ilə digərləri üstələyən Pd.H-mordenit (90.5%) və SMOKF katalizatorudur (90.0%). Təklif olunan üsulla 2P5MF və 2P3MF qarışığının və ya fərdi izomerlərin alınması bir sıra qiymətli məhsulların istehsalını xüsusən də ölkəmizdə effektiv antioksidantların alınmasını sürətləndirə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Dean Haymond Ernest. Cresols, xyleneols and other alkylphenols// J.Chem.insight and forecasting, –2021, N2, –pp. 17-21
2. Жан Сюэ Нхун, Као Фен, Изян Хун. Новый метод синтеза п-изопропилфенола// Журнал Хунанского университета естественные науки КНР. –2010, N1, –с 127-131
3. Zvi Rappoport. The Chemistry of functional groups. The chemistry of phenols, part 2, An.Inter.science, 2003, 1629 p.
4. Tağıyev D.B., Aghayeva N.A., Nazarova M.K. Catalytic alkylation of cresols with propanol-1// Russian Journal of Applied Chemistry, –2013, v 86, Issue 8, –pp.1252-1255.
5. Ağayev, Ə.Ə. 2,6-diizopropilfenolun katalitik alınma prosesinin tədqiqi / Ə. Ə. Ağayev, X. Ə. Hacıyeva, P. T. Şahtaxtinskaya, K. M. Mütəllibova // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2019. – Vol. 19. – No 4. – P. 19-22. – EDN ZDJHYA.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=43167223>

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ АЛКИЛИРОВАНИЯ 3-МЕТИЛФЕНОЛА 1-ПРОПАНОЛОМ В ПРИСУТСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Агаев А.А., Мурадов М.М., Гаджиева Х.А., Муталлимова К.М

Ключевые слова: 3-метилфенол, 1-пропанол, алкилирование, 2-пропил-3-метилфенол, 2-пропил-5-метилфенол, цеолит, выход.

Приводятся результаты исследования реакции алкилирования 3-метилфенола 1-пропанолом в присутствии различных катализаторов, в частности Ni.H-морденит, Pd.H-морденит, PdCaY, Pd-M-5, а также кобальтферритового катализатора модифицированного цинком. Показан химизм процесса получения и смеси 2-пропил-5-метил- и 2-пропил-3-метилфенолов на основе м-крезола и пропилового спирта. Выходы смеси 2-пропил-5-метил- и 2-пропил-3-метилфенолов в расчете на прореагировавший и пропущенный крезолы соответственно равны 83.0-90.5% и 42.7-53.5%.

SUMMARY

**STUDY OF THE ALKYLATION OF 3-METHYLPHENOL WITH 1-PROPANOL IN THE
PRESENCE OF DIFFERENT CATALYSTS**

Aghaev A. A., Muradov M. M., Hajiyeva H. A., Mutallimova K. M.

Key words: *3-methylphenol, 1-propanol, alkylation, 2-propyl-3-methylphenol, 2-propyl-5-methylphenol, zeolite, yield.*

The results of a study of the alkylation reaction of 3-methylphenol with 1-propanol in the presence of various catalysts, in particular Ni.H-mordenite, Pd.H-mordenite, PdCaY, Pd-M-5, as well as a cobalt ferrite catalyst modified with zinc, are presented. The chemistry of the preparation process and a mixture of 2-propyl-5-methyl- and 2-propyl-3-methylphenols based on m-cresol and propyl alcohol is shown. The yields of a mixture of 2-propyl-5-methyl- and 2-propyl-3-methylphenols calculated for the reacted and passed cresols are, respectively, 83.0-90.5% and 42.7-53.5%

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	23.12.2022
	Son variant	28.01.2022

УДК 678.745.84 (088.8)

DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_21

СИНТЕЗ НЕНАСЫЩЕННЫХ ПОЛИЭФИРОВ (ПОЛИАМИДОВ) И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ В КАЧЕСТВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО КЛЕЯ

¹МАМЕДОВА ЭЛЬМИРА САРВАР ГЫЗЫ²САЛАЕВА ЗАРИФА ЧЕРКЕС ГЫЗЫ³ГУСЕЙНОВА АЙБЕНИЗ ЭЛЬБРУС ГЫЗЫ⁴МАМЕДАЛИЕВ ГЕЙДАР АЛИ ОГЛУ

Акционерное общество «Научно-исследовательский и производственный центр, Олефин», Баку, Азербайджан, 1- вед.н.с., к.х.н., 2-ученый секретарь, к.х.н., 4-директор, к.х.н.

²Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан, 3-ст.преподаватель
olefin-merkez@mail.ru

Ключевые слова: полиамиды, процесс, радикальная полимеризация, клей, адгезия, прочность, олефины.

Известны полиамидные клеи, которые используются в легкой, деревообрабатывающей промышленности, приборостроении, радио-электротехнике. Эти клеи применяются в виде растворов, эмульсий или в виде полимерно-мономерных смесей. Они отверждаются под влиянием ультрафиолетового излучения, нагревания или в присутствии инициаторов радикальной полимеризации.

Наиболее существенными недостатками известных полиамидных клеев являются: низкая адгезия к пластмассе, металлу, стеклу, дереву, низкая теплостойкость (50-52⁰С), хрупкость образцов. Для устранения этих недостатков клеи модифицируют и получают термопластичные клеи, обладающие хорошей адгезией к различным материалам, а также повышенной теплостойкостью.

Изучению реакции получения мономеров N-(додецил)акриламида и других амидов, используемых для получения термопластичных клеев, посвящен ряд работ [1-5].

Применение N-замещенных полиамидов в качестве клеев представляется перспективным, в первую очередь благодаря наличию N-замещения, придающего полимерам гидрофобность, в отличие от индивидуальных полиамидных полимеров с незамещенной амидной группой, большинство из которых неустойчиво к действию влаги.

В данной статье представлены результаты работ по синтезу поли-N-(додецил)акриламида и использованию его в качестве термопластичного клея.

Мономер N-(додецил)акриламид синтезируют из акрилонитрила и фракции альфа-олефинов C₁₂.

В колбу загружают 117 г (1 моль) 84,5%-ной серной ксилоты и при температуре 5⁰С по каплям добавляют 53 г (1 моль) акрилонитрила, стабилизированного гидрохиноном. Через 10 мин. в реакционную смесь вводят 136 г (1 моль) додецена-1. Температура реакции – 80⁰С, время – 1 ч.

Полученную реакционную смесь обрабатывают 5-6-ти кратным количеством воды и экстрагируют серным эфиром.

После отгонки серного эфира и непрореагировавших исходных веществ выделили 144,8 г N-(додецил)акриламида. Выход целевого продукта составляет 70% (от теории).

Характеристика полученного мономера

Бромное число- 67,2

Молекулярная масса по бромному числу – 238,0

Молекулярная масса, определенная криоскопическим методом в бензоле – 240,1

ИК-спектр подтверждает структуру полученного N-(додецил) акриламида. О наличии двойной связи ($\text{C}=\text{O}$ -) свидетельствует полоса поглощения в области 1640 см^{-1} . О наличии карбонильной группы ($\text{C}=\text{O}$) свидетельствует полоса поглощения – 1720 см^{-1} , амидной группы (-NH-CO-) – 3350 см^{-1} .

Полученный N-(додецил)акриламид – белое кристаллическое вещество, растворимое в органических растворителях (бензоле, толуоле, тетрагидрафуране).

Как известно, полимеризацию N-замещенных алкиламидов лучше вести радикальным методом.

Известен ряд работ, посвященных радикальной полимеризации акрил- и метакриламидов [6-10], в которых описаны и сравнены скорости полимеризации N-замещенных ненасыщенных алкиламидов, а также изучена кинетика радикальной полимеризации на примере N-этилметакри-ламида, N-бутилметакриламида и N-фенилметакриламида. При этом было установлено, что арил-заместители понижают скорость полимеризации, а молекулярная масса полимеров увеличивается с повышением концентрации мономера и снижается с увеличением концентрации инициатора.

Радикальная полимеризация N-додецилакриламида осуществляется по следующей схеме:



где $n=63-68$, молекулярная масса $\sim 1,4 - 1,5 \cdot 10^4$

Процесс полимеризации N-(додецил)акриламида изучался с помощью термометрического метода, основанного на измерении скорости тепловыделения в реагирующей системе.

Полимеризация проводилась при трех различных температурах (50°C , 60 и 70°C) в присутствии инициатора – перекиси бензоила в количестве $0,5\%$ мас.

35 г полученного N-(додецил)акриламида полимеризуют в присутствии $0,2\text{ г}$ ($0,6$ моль%) инициатора азо-бис-изобутиронитрила или перекиси бензоила при температуре $80-100^\circ\text{C}$ в течение $1,5 - 2,0$ час.

Полученный полимер представляет собой прозрачную резиноподобную эластичную массу светло-желтого цвета и проявляет свойства термопластичного клея.

Результаты полимеризации мономера в виде функциональной зависимости глубины превращения (Γ) от времени $\Gamma=f(t)$ (кинетические кривые получения полимера) представлены на рис.1.

Процесс полимеризации, как и в случае акриловых мономеров имеет ярко выраженный автокаталитический характер с возрастанием скорости реакции, начиная с самой ранней стадии превращения. Предельные глубины превращения возрастают с увеличением температуры. Так, если при 50°C глубина превращения составляет – 47% , то при 60 и 70°C соответственно составляет 65 и 95% .

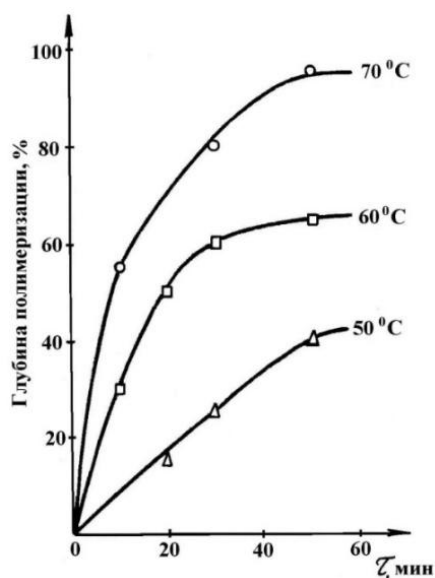


Рис.1. Кинетические кривые полимеризации N-(додецил)акриламида

Характеристика полученного полимера представлена в таблице 1.

Таблица 1

Полимер	$[\eta]^*$	ММ, опр, усл. $[\eta]$	$T_{пл} ^\circ C$	Потеря массы при 200 $^\circ C$, данные ДТА, %
Поли-N-(додецил)акриламид	0,37	$19,0-74 \cdot 10^3$	80-85	4,0

*- Характеристическая вязкость полимера определена в среде бензола при 20 $^\circ C$

ИК-спектры подтвердили структуру полученного полимера. Полосы поглощения в области 1375 см $^{-1}$, 2880 и 2965 см $^{-1}$ относятся к метильным группам альфа-олефина, область 1720 см $^{-1}$ характерна для карбонильной группы – (C=O), а области 2940, 1550 и 3350 см $^{-1}$ относятся к амидным группам (рис.2) [11].

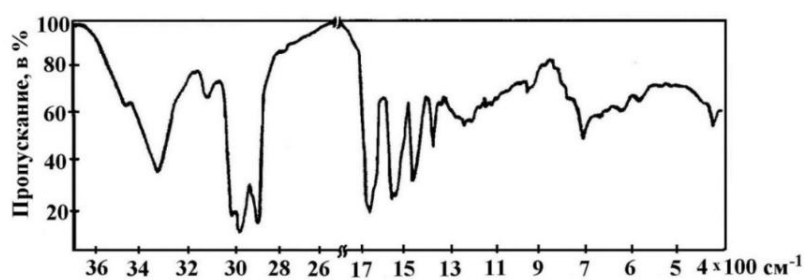


Рис.2. ИК-спектр поли-N-(додецил)акриламида

Синтезированный поли-N-(додецил)акриламид был испытан в качестве клеящего вещества на различных материалах (табл.2, 3).

Склеивание осуществляют либо в виде расплава, либо в виде раствора. Экспериментальные данные таблиц 2, 3 показывают, что прочность при сдвиге склеенного металла составляет ~252-350 н/см 2 , полиэтиленовых пластин ~168-192 н/см 2 , а при склеивании полиэтиленовых пленок последние рвутся не по месту склеивания. Аналогичная картина наблюдается и при склеивании медной фольги друг с другом, то есть фольга также рвется.

Таблица 2

Адгезионные свойства поли- N-(додецил)акриламида

№№	Склеиваемые материалы	Прочность на сдвиг	
		кгс/см ²	н/см ²
1	Fe – Fe*	252-350	25,2-35,0
2	ПЭ – ПЭ**	168-192	16,8-19,2
3	ПЭ – Ф	>139 фольга рвется	>13,9 фольга рвется
4	Ф – Ф***	19,2-21,4	1,92-2,14
5	ПЛ – ПЛ****	>91,4 пленка рвется	>9,14 пленка рвется
6	ПЭ – ПЛ	21,0	2,1
7	Al - Al	250-300	25,0-30,0

* - Fe – анодированное железо;

** - ПЭ-полиэтиленовая пластинка;

*** - Ф – медная фольга толщиной 50 м;

**** - ПЛ – полиэтиленовая пленка толщиной 50 м.

Таблица 3

№№	Склеиваемые материалы	Прочность на отслаивание / расслаивание	
		кгс/см ²	н/см ²
1	ПЭ – Ткань	64,6	6,46
2	Fe – Ф	48,8	4,88
3	ПЭ – ПЛ	120	12,0
4	Металл – ПЛ	97,9	9,79
5	ПЭ – Ф	56,0	5,6
6	Ф – Ф	23,6	2,36
7	ПЛ – ПЛ	88,5	8,85
8	Ткань - Ткань	60,4	6,04

Экспериментальные данные также показывают, что прочность на расслаивание и отслаивание склеиваемых образцов колеблется в пределах от 23,6 до 120 кг/см². Таким образом установлено, что поли-N-(додецил)акриламид вследствие наличия амидных групп (– NH – CO) обладает хорошей адгезией к пластмассе, металлу, дереву и т.д. [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Казанцев, О.А. Синтез N-алкилакриламидов по реакции Риттера на основе промышленных фракций высших олефинов / О.А.Казанцев, А.П.Сивохин, К.В.Ширшин, [и др.] // ЖПХ, –2010, т.83, №6, –с.1009-1014
2. Мамедова, Э.С., Ахмедова Р.А. N-(фенилэтил)акриламиды в качестве термопластичного клея // Сб. Научных трудов Аз. Гос. Университета «Каталитические превращения непредельных углеводородов», –Баку, –1989, –с.24-27.
3. Мамедова, Э.С., Мухаммед Саид Рахими, Мехтиев С.И., Шихализаде П.Д., Тагиев Р.Б. Получение N-(додецил) метакриламида // Докл. АН Азерб. ССР, –1984, Т-40, –№1.
4. Авт. Свид. 1007378 (СССР), опубл. 1982, Поли-N-(децил)акриламиды в качестве термопластичного клея. Мамедова Э.С., Мехтиев С.И., Тагиев Р.Б.
5. Мухаммед Саид Рахими. Получение N-(додецил)акриламида/ М.С. Рахими, С.И.Мехтиев, Р.Б.Тагиев [и др.] // Азерб. Хим. журнал, –1982, №5, –с.62-64
6. Королев, Г.В. Синтетические проявления регулярных ассоциативных структур в радикальной полимеризации высших N-алкил(мет)акрилатов на малых глубинах

- превращения / Г.В.Королев, А.А.Ильин, М.М. Могилевич [и др.] // Изв. ВУЗов. Химия и хим. технология, –2002, т.45, №2, –с.32-33
7. Каморин, Д.М. Радиальная сополимеризация акриловой кислоты и метоксиполиэтиленгликоль-метакрилата в водном растворе / Д.М.Каморин, К.В. Ширшин, Д.В. Орехов // Пластмассы, –2007, №1-2, –с.6-11
 8. Радиационная полимеризация N-замещенных метакриламидов // Eur. Pol. Journal, –1976, 12, №3, –с.183
 9. Филиппова, О.Е. Восприимчивые полимерные гидрогели / О.Е.Филиппова, // Высокомолекул. Соед. –М., –2000, т.42 А, №12, –с.2328-2352
 10. Авт. Свид. №1002301 (СССР), опубл. 1982. Полиметакрилаты в качестве липкого клея, Мамедова Э.С., Мехтиев С.И., Рыскина Ю.П., Б.И. –1982, №9.
 11. Мухаммед Саид Рахими. Идентификация α,β -ненасыщенных алифатических амидов методом ИК-спектроскопии / М.С. Рахими, А.Е.Портянский, С.И.Мехтиев [и др.] // Докл. АН Азерб.ССР, –1983, т.39, №12, –с.31-38.
 12. Мамедова, Э.С. Полиметакрилаты в качестве основы клеевых композиций / Э.С.Мамедова, З.Ч.Салаева, Г.А.Мамедалиев // Пластические массы, –2018, №9-10, –с.59-62

XÜLASƏ
DOYMAMIŞ POLİEFİRLƏRİN (POLİAMİDLƏRİN) SİNTEZİ VƏ
ONLARIN TERMOPLASTİK YAPIŞQAN KİMİ TƏTBİQİ
Məmmədova E.S., Salayeva Z.Ç., Hüseynovz A.E., Məmmədaliyev H.Ə.

Açar sözlər: *poliamidlər, proses, radikal polimerləşmə, yapışqan, yapışma, davamlılıq, olefinlər*

Məqalədə poli-n-(dodecyl)akrilamidin sintezi və termoplastik yapışqan kimi istifadə edilməsi üzrə elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri təqdim edilmişdir. N-(dodecyl)akrilamidin monomer sintezinin və polimerləşmə prosesinin şərtləri verilmişdir. Alınmış İQ spektroskopik analizin nəticələri polimerin strukturunu təsdiq etmişdir. Poli-n-(dodecyl)akrilamidin termoplastik yapışqan kimi sınaqları göstərdi ki, amid qruplarının (- NH – CO) mövcudluğu nəticəsində, o, plastik, metal, ağac və s. yaxşı adgeziyaya malikdir.

SUMMARY
SYNTHESIS OF UNSATURATED POLYESTERS (POLYAMIDES) AND
THEIR APPLICATION AS THERMOPLASTIC ADHESIVE
Mammadova E.S., Salayeva Z.Ch., Guseynova A.E., Mammadaliyev H.A.

Keywords: *polyamides, process, radical polymerization, glue, adhesion, strength, olefins.*

The paper represents the results of research work on the synthesis of poly-N- (dodecyl) acrylamide and use as a thermoplastic adhesive. The conditions are given for the synthesis of N-(dodecyl)acrylamide monomer, as well as the conditions for its polymerization. The results of IR spectroscopic analysis confirmed the structure of the obtained polymer. Tests of poly-N- (dodecyl)acrylamide as a thermoplastic adhesive showed that due to the presence of amide groups (- NH - CO), it has good adhesion to plastic, metal, wood, etc.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	11.03.2022
	Son variant	04.05.2022

DİHİDROSİLANLARIN 2-METİL-3-(2¹-SİANETOKSİ)PROPENƏ KATALİTİK BİRLƏŞMƏ REAKSİYASININ TƏDQIQI

MUSTAFAYEV MUSA MUSA oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent

musa.mustafayev.1962@mail.ru

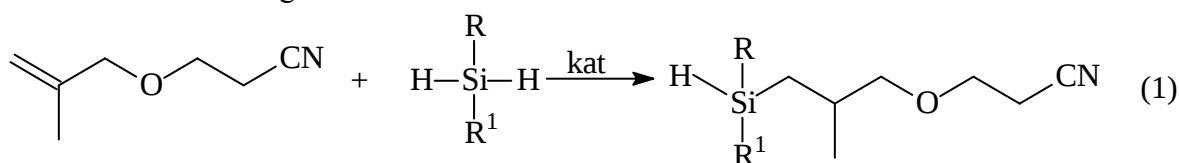
Açar sözlər: dihidrosilan, 2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propen, katalitik birləşmə, katalizator, Farmer qaydası.

Dihidrosilanların heksaxlorplatinat turşusu və rodium dikarbonilasetilasetonat katalizatorları iştirakında 2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propenə katalitik birləşmə reaksiyası tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, dihidrosilanlar hər iki katalizator iştirakında tədqiq olunan doymamış nitrillə atmosfer təzyiqində asanlıqla qarşılıqlı təsirdə olurlar. Katalizatorun və dihidrosilan molekulunda silisium atomu ilə birləşmiş üzvi radikalların təbiətindən asılı olmayaraq reaksiya əsasən bir Si-H rabitəsi üzrə gedərək silisiumüzvi mononitrillərin alınması ilə nəticələnir. Yeni sintez edilmiş silisiumüzvi nitrillərin quruluşu müasir fiziki-kimyəvi analiz metodlarından və qarşılıqlı sintezdən istifadə olunmaqla təyin edilmişdir.

Tərkibində nitril qrupu olan birləşmələr kifayət qədər yüksək reaksiya qabiliyyətinə malik olduqlarından, unikal xassələrə malik müxtəlif monomerlərin və polimerlərin alınmasına yararlı qiymətli xammallar kimi hələ XX əsrin ortalarından tədqiqatçıların diqqətini cəlb etmişdir. Tərkibində nitril qrupu olan monomer birləşmələr sənayenin çoxtonnajlı məhsulları olub, sənaye və texnikanın müxtəlif sahələrində yapışdırıcılar, elektroizolyasiya materialları, müxtəlif müdafiə örtükləri və digər vasitələr kimi geniş tətbiq olunur [1, 2].

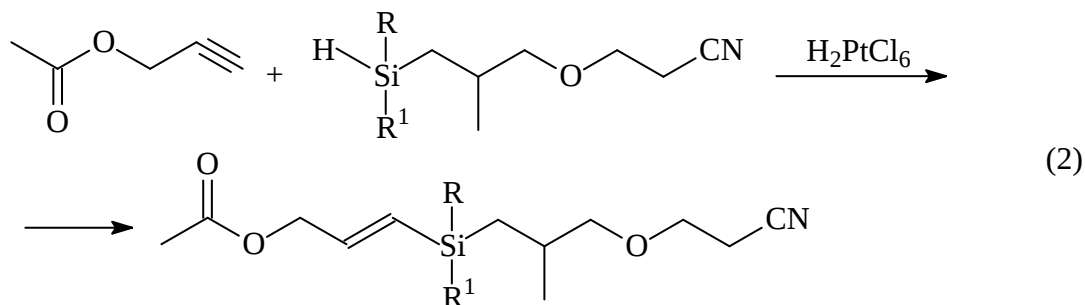
Qeyd olunanlarla yanaşı, göstərilən məhsulların termiki davamlılıqları və termooksidləşmə stabillikləri nisbətən aşağıdır ki, bu da onların praktiki tətbiq sahələrinin miqyasını bir qədər məhdudlaşdırır. Odur ki, yeni polimer materiallarının alınmasına və mövcud polimer kompozisiya materiallarının xassələrinin məqsədyönlü modifikasiyasına yararlı yeni növ karbo- və heterofunksional silisiumüzvi nitrillərin alınma üsullarının işlənilib-hazırlanması üzvi sintezin böyük nəzəri və praktiki əhəmiyyət kəsb edən aktual problemlərindən biridir [3-5].

Yuxarıda qeyd olunanlar nəzərə alınaraq, dihidrosilanlarla reaksiyada $\text{C}\equiv\text{N}$ və $\text{H}_2\text{C}=\text{C}-$ qruplarının qarşılıqlı vəziyyətinin onların reaksiya qabiliyyətinə təsirinin təyini, silisiumüzvi nitrillərin sintezi və bəzi kimyəvi çevrilmələrinin öyrənilməsi məqsədi ilə 2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propenə katalitik hidrosililləşmə reaksiyası tədqiq edilmişdir. Tədqiq olunan reaksiyada katalizator kimi heksaxlorplatinat turşusu və rodium dikarbonilasetilasetonattan istifadə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, dihidrosilanlar hər iki katalizator iştirakında tədqiq olunan doymamış nitrillə atmosfer təzyiqində asanlıqla qarşılıqlı təsirdə olurlar. Katalizatorun və dihidrosilan molekulunda silisium atomu ilə birləşmiş üzvi radikalların təbiətindən asılı olmayaraq reaksiya əsasən bir Si-H rabitəsi üzrə gedərək silisiumüzvi mononitrillərin alınması ilə nəticələnir:



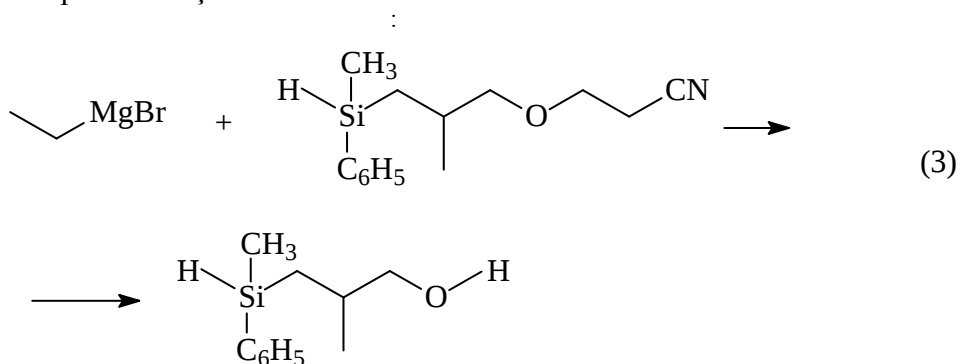
Burada $R=CH_3$, $R^1=C_6H_5$ (I), C_5H_{11} (II), $CH_2C_6H_5$ (III); $R=C_2H_5$, $R^1=C_6H_5$ (IV); $R=R^1=C_2H_5$ (V), C_6H_5 (VI),
Kat – $H_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$, $asasRh(CO)_2$.

Ədəbiyyat məlumatlarına əsasən tədqiq olunan reaksiya həm Farmer qaydası, həm də onun əksi üzrə gedə bilər. Odur ki, dihidrosilanların 2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propenə birləşmə qaydası həm spektral üsulla, həm də qarşılıqlı sintezlə təsdiq edilmişdir. Belə ki, məsələn, dietilsilanın 2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propenlə reaksiyasından alınan V mononitrilin İQ-spektri tədqiq edilmişdir. Həmin spektrdə C-H valentlik ($2800-3000\text{ sm}^{-1}$, LiF prizması) və deformasiya ($1300-1500\text{ sm}^{-1}$, NaCl prizması) rəqsləri sahəsində dalğa ədədi 2255 və 2130 sm^{-1} olan udma zolaqları müşahidə edilir ki, onlar da müvafiq olaraq $N\equiv C-$ qrupunu və Si-H rabitəsini xarakterizə edir [6]. Si-H rabitəsini xarakterizə edən zolaq V birləşmənin propiniletanoatla reaksiya məhsulunun (VII) İQ-spektrində itir, əvəzində $-HC=CH-$ və CH_3COO- qruplaşmasının karbonil qrupunu səciyyələndirən dalğa ədədi 1620 və 1735 sm^{-1} olan udma zolağı meydana çıxır:

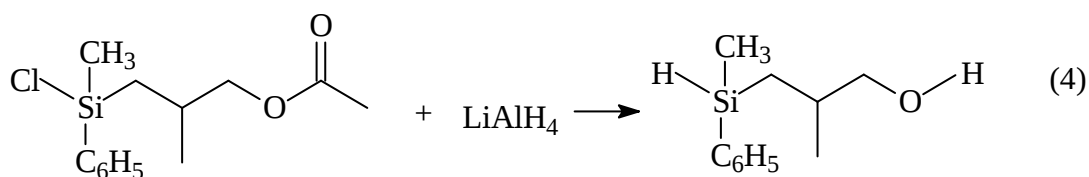


$R=R^1=C_2H_5$ (VII).

Tədqiq edilən reaksiyanın istiqaməti kimyəvi yolla da təsdiq edilmişdir. Belə ki, 1-metilfenilsilil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propanın (I) etilmaqnezium bromidlə qarşılıqlı təsirindən VIII silisiumüzvi birli spirt alınmışdır:



Alınan silisiumüzvi spirtin quruluşu qarşılıqlı sintezlə təsdiq edilmişdir. Qarşılıqlı sintez məlum quruluşlu 1-metilfenilxlorasilil-2-metil-3-asetoksipropanın $LiAlH_4$ -lə reduksiyasından aşağıdakı reaksiya tənliyi üzrə aparılmışdır:



Müəyyən edilmişdir ki, həm 1-metilfenilsilil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propanın (I) etilmaqnezium bromidlə reaksiyasından (3), həm də 1-metilfenilxlorsilil-2-metil-3-asetoksiopropanın LiAlH₄-lə reduksiyasından (4) alınan VIII silisiumüzvi birli spirtin fiziki xassələri və İQ-spektrləri demək olar ki eynidir.

Beləliklə, həm İQ-spekrin araşdırılması, həm də qarşılıqlı sintez nəticəsində əldə olunan məlumatlar birmənalı olaraq göstərir ki, alifatik və alkilaromatik sıra dihidrosilanlar heksaxlorplatinat turşusu və rodium dikarbonilasetilasetonat katalizatorları iştirakında 2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propenə eyni qayda üzrə birləşirlər. Bu zaman dialkil(aril)silil qrupu ikiqat rabitənin terminal karbon atomuna birləşir və molekulunda yüksək reaksiya qabiliyyətli Si–H rabitəsi olan 1-dialkil(aril)silil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propanları əmələ gətirirlər.

Deyilənləri I birləşmənin ¹H NMR spektrindəki bütün kimyəvi sürüşmələrin hər bir proton üçün kifayət qədər səciyyəvi olması da təsdiq edir. Belə ki, araşdırılan spektrin (Tesla BS 487 C cihazında 80 MHz işçi tezlikdə çəkilməmişdir) maqnit sahəsinin gərginliyinin güclü sahəsində yerləşən Si–CH₃ qrupunun protonlarına məxsus dubletin kimyəvi sürüşməsi δ=0.4 m.h., spin-spin qarşılıqlı təsir sabiti J=5.0 hs təşkil edir. Kimyəvi sürüşməsi δ=1.3 m.h., spin-spin qarşılıqlı təsir sabiti J=5.0 hs olan dublet signal –CH–CH₃ fraqmentinin CH₃ qrupunun protonlarını səciyyələndirir. Spektrdə kimyəvi sürüşməsi δ=2.3 m.h., J=7.0 hs olan triplet signallar ≡Si–CH₂ qrupunun protonlarına məxsusdur. Bu protonların signallarının triplet quruluşu ≡Si–CH₂ qrupunun protonlarının CH₃-qrupunun protonları ilə spin-spin qarşılıqlı təsiri ilə əlaqədardır. Kimyəvi sürüşməsi δ=2.68 m.h və δ=3.70 m.h. olan iki dəqiq triplet signal –CH₂CN və –O–CH₂–C–CN qruplarının visinal protonlarına məxsusdur [6]. –O–CH₂–C– qrupunun protonlarının signalları kimyəvi sürüşmənin δ=4.11 m.h. qiyməti ilə bir-birinin üzərini örtən multiplet şəklində müşahidə edilir. Mərkəzi δ=4.25 m.h. və J=5.0 hs-də yerləşən geniş signal ≡Si–H qrupunun protonuna aiddir. Nəhayət, fenil radikalının protonlarına məxsus kimyəvi sürüşməsi δ=7.1-7.6 m.h. olan signallar maqnit sahəsinin gərginliyinin zəif sahəsində müşahidə edilir.

Aparılan təcrübi tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, reaksiya məhsullarının çıxımları həm istifadə olunan katalizatorun, həm də dihidrosilan molekulunda silisium atomu ilə birləşmiş üzvi radikalın təbiətindən asılıdır. Belə ki, *asasRh(CO)₂* katalizatoru H₂PtCl₆·6H₂O-ya nisbətən daha yüksək katalitik aktivlik nümayiş etdirir. Dihidrosilana gəldikdə isə, aromatik radikalı dihidrosilanların nisbi reaksiya qabiliyyətləri alifatiklərə nisbətən yüksəkdir. Məsələn, metilfenilsilan və metilbenzilsilan götürüldükdə *asasRh(CO)₂* katalizatoru iştirakında müvafiq olaraq 34.6 və 29.5% çıxımla hidrosililləşmə məhsulları alındığı halda, metilamilsilan götürüldükdə reaksiya məhsulunun çıxımı cəmi 23.2% təşkil edir.

Tədqiq olunan reaksiyada aromatik radikalı dihidrosilanların nisbi reaksiya qabiliyyətinin yüksək olmasını, fikrimizcə, fenil qrupunun silisium atomunun 3d-orbitalları ilə qoşulma effekti ilə izah etmək olar. Belə ki, arilsilanlarda silisium atomu 3d-orbitallarından istifadə etməklə valent imkanlarını artırır və xarici enerji səviyyəsində 10 elektron yerləşdirə bilir. Belə birləşmələrdə benzol nüvəsinin π-elektronları elə yerləşir ki, onların silisium atomunun elektronlarla tamamlanmamış 3d-orbitalları ilə örtülməsi mümkün olur. Bunun nəticəsində silisium atomu ilə fenil radikalının karbon atomu arasındakı kimyəvi rabitə qismən ikiqat rabitə xarakteri kəsb edir.

Təcrübə hissəsi. Başlanğıc maddə kimi istifadə olunan 2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propen 2-metilpropenolun qatı koh məhlulu iştirakında propennitrillə sianetilləşmə reaksiyasından alınmışdır. T. Qay. 105-106 °C (18 mm c. Süt.), n_D²⁰ 1.4338, d₄²⁰ 0.9303.

Dihidrosilanlar müvafiq alkil(aril)dixlorsilanların susuz efir mühitində LiAlH₄-lə reduksiyasından alınmışdır.

Sintez edilmiş silisiumüzvi nitrillərin təmizliyinə “Xrom-3” və “Varion-1200” cihazlarında QMX analizinin köməyi ilə nəzarət edilmişdir. Bəzi hallarda NTX metodundan da istifadə olunmuşdur.

İQ-spektrlər “Specord-75” cihazında və ikişüalı “UR-20” markalı spektrofotometrə 600-2400 sm⁻¹ (NaCl prizması) və 2400-3600 sm⁻¹ (LiF prizması) sahələrində, ¹H NMR-spektrlər isə

işçi tezliyi 80 MHs olan “Tesla BS 487 C” markalı spektrometrdə yazılmışdır. Birləşmələr tetraxlormetanda məhlul şəklində tədqiq edilmiş, daxili standart kimi tetrametilsilan yaxud xloroform götürülmüşdür.

1-Dialkil(aril)silil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propanlar dialkil(aril)silanların $\text{asasRh}(\text{CO})_2$ və $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -nun susuz propanol-2-də 0.1 N məhlulu iştirakında 2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propenə katalitik birləşmə reaksiyası üzrə sintez edilmişdir.

1-Metilfenilsilil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propan (I). Yeni qovulmuş 12.5 q (0.1 mol) 2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propen, 12.2 q (0.1 mol) metilfenilsilan və katalizatorlardan ibarət qarışıq ağzına əks soyuducu keçirilmiş birboğazlı, yumrudibli reaksiya kolbasında tiofendən təmizlənmiş 60 ml susuz benzol mühitində 38 saat müddətində qaynadılmışdır. Bundan sonra reaksiya kütləsindən həlledici və reaksiyaya daxil olmayan başlanğıc maddələr qovulmuş və qalan hissədən vakuumda distillə ilə 8.0 q I silisiumüzvi nitril alınmışdır. T. qay. 148-149 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.5145, d_4^{20} 0.9863. Çıxım 32.4% (başlanğıc doymamış nitrilə nəzərən). Tapıldı: C 67.71, 67.89; H 8.54, 8.73; Si 11.17, 11.26%; MR_D 75.60. $\text{C}_{14}\text{H}_{21}\text{SiNO}$. Hesablandı: C 67.96; H 8.56; Si 11.35%; MR_D 75.16.

1-Metilfenilsilil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propanın (I) İQ-spektrinin nəticələri (ν , sm^{-1}): 710 (4.6), 740 (4.6), 870 (4.4), 890 (4.3), 1000 (3.5), 1070 (4.2), 1110 (4.6), 1170 (3.2), 1190 (3.3), 1230 (2.7), 1255 (4.2), 1310 (2.7), 1330 (2.6), 1340 (3.5), 1425 (4.2), 1485 (2.8), 1590 (2.1), 2128 (4.7), 2257 (2.7), 2810 (4.3), 2880 (4.3), 2940 (4.2), 3020 (3.0), 3060 (3.1), 3080 (3.4).

II-V 1-dialkil(aril)silil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propanlar da eyni metodika üzrə sintez edilmişdir. Onların fiziki sabitlərinin qiymətləri, element analizinin nəticələri və çıxımları cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl

1-Dialkil(aril)silil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propanların fiziki göstəriciləri

Birləş- mənin nömrəsi	T. qay., °C (P, mm c. süt.),	n _D ²⁰	d ₄ ²⁰	MR _D		Element analizinin nəticələri						Çıxım, %.
				tap.	hes.	Tapıldı, %			Hesablandı, %			
						C	H	Si	C	H	Si	
II	115-116 0.5	1.4468	0.8696	74.19	73.86	64.48 64.59	11.29 11.42	11.54 11.68	64.67	11.27	11.63	22.0
III	157-158 0.5	1.5165	0.9823	80.44	79.97	68.79 69.02	8.67 8.83	11.18 11.29	68.91	8.88	11.35	27.2
IV	156-157 0.5	1.5089	0.9855	79.20	79.67	70.16 70.35	8.32 8.53	10.24 10.43	68.91	8.87	10.74	30.1
V	109-110 0.5	1.4530	0.8921	64.66	64.36	61.82 62.07	11.04 10.96	13.07 13.24	61.91	10.86	13.16	28.4
VI	198-199 0.5	1.5519	1.0509	79.20	79.67	73.57 73.85	7.28 7.55	8.61 9.03	73.74	7.49	9.08	27.8

1-Asetoksipropenildietilsilil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propan (VII). Mexaniki qarışdırıcı, əks soyuducu və damcı qıfı ilə təchiz olunmuş üçboğazlı, yumrudibli reaksiya kolbasına 10.7 q (0.05 mol) 1-dietilsilil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propan (V), 80 ml susuz benzol və heksaxlorplatinat turşusunun izopropil spirtində 0.05 ml 0.1 N məhlulu yerləşdirilmişdir. Qarışıq 80 °C temperatura qədər qızdırılmış və intensiv qarışdırılmaqla üzərinə asta damcılarla tədricən 4.9 q propiniletanoat əlavə edilmişdir. Propiniletanoatın verilməsi başa çatdıqdan sonra reaksiya kütləsi həmin temperaturda 12 saat müddətində qarışdırılmışdır. Reaksiya kütləsindən benzol və tez qaynayan maddələr qovulduqdan sonra qalan hissədən vakuumda distillə ilə 12.4 q xam 1-asetoksipropenildietilsilil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propan (VII) alınmışdır. Təkrar distillədən sonra fiziki xassələri təyin edilmişdir. T. qay. 166-167 °C (0.3 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4764, d_4^{20} 0.9859. Çıxım 79.5%. Tapıldı: C 61.42, 61.58; H 9.34, 9.53; Si 8.89, 8.96%; MR_D 89.16. $\text{C}_{16}\text{H}_{29}\text{SiNO}_3$. Hesablandı: C 61.69; H 9.38; Si 9.02%; MR_D 88.55.

1-Asetoksipropenildietilsilil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propanın (XI) İQ-spektrinin nəticələri (ν , sm^{-1}): 730 (3.1), 760 (3.1), 810 (2.9), 845 (2.6), 960 (1.7), 1010 (3.5), 1035 (3.4), 1115 (3.5), 1245 (3.8), 1380 (2.3), 1410 (2.1), 1460 (2.2), 1620 (2.8), 1735 (3.5), 2255 (2.7), 2810 (1.3), 2915 (3.2), 2940 (3.1), 2960 (3.1), 3060 (1.9).

3-Metilfenilsilil-2-metil-1-propanol (VIII). Ucuna kalsium xlorid borusu keçirilmiş əks soyuducu, mexaniki qarışdırıcı və damcı qığı ilə təchiz olunmuş üçboğazlı yumrudibli reaksiya kolbasına 12.4 q (0.05 mol) yeni distillə edilmiş 1-metilfenilsilil-2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propan (I) və 120 ml susuz efir yerləşdirilmişdir. Kolba duz və buz qarışığı ilə +10 °C temperatura qədər soyudularaq, göstərilən temperaturda qarışdırıla-qarışdırıla üzərinə asta damcılarla tədricən 2.4 q (0.1 mol) maqnezium və 10.9 q (0.1 mol) etilbromiddən alınmış etilmaqnezium bromidin efirdə məhlulu əlavə edilmişdir. Hesablanmış miqdarda Qrinyar reaktivinin hamısı reaksiya kolbasına verildikdən sonra qarışıq efirin qaynama temperaturunda 8 saat qarışdırılmışdır. Bundan sonra reaksiya kütləsi xlorid turşusu ilə turşulaşdırılmış su ilə emal edilərək ayırıcı qıfı keçirilmiş və üzvi təbəqə sudan ayrılmışdır. Üzvi hissə susuz MgSO_4 üzərində qurudulmuşdur. Efir və tez qaynayan maddələr qovulduqdan sonra qalan hissədən vakuumda distillə ilə 6.8 q xam 3-metilfenilsilil-2-metil-1-propanol (VIII) alınmışdır. T. qay. 103-104 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.5361, d_4^{20} 1.0031. Cıxım 70.1%. Tapıldı: C 68.07, 68.16; H 9.23, 9.37; Si 14.31, 14.52%; MR_D 60.41. $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{SiO}$. Hesablandı: C 67.98; H 9.34; Si 14.45%; MR_D 61.17.

3-Metilfenilsilil-2-metil-1-propanolun (VIII) qarşılıqlı sintezi. Reaksiya mexaniki qarışdırıcı, damcı qığı və ucuna kalsium-xlorid borucuğu keçirilmiş əks soyuducu ilə təchiz olunmuş üçboğazlı, yumrudibli kolbada aparılmışdır.

Reaksiya kolbasına 2.7 q (0.07 mol) LiAlH_4 -ün 80 ml efirdə məhlulu yerləşdirilmişdir. Qarışıq 0 °C temperatura qədər soyudulmuş və qarışdırıla-qarışdırıla üzərinə tədricən asta damcılarla 13.5 q (0.05 mol) 1-metilfenilxlorosilil-2-metil-3-asetoksipropan əlavə edilmişdir. Silisiumüzvi efirin hamısı reaksiya zonasına verildikdən sonra, kütlə efirin qaynama temperaturunda 10 saat qarışdırılmışdır. Bundan sonra reaksiya kütləsi xlorid turşusu ilə turşulaşdırılmış su ilə işlənmiş, ayırıcı qıfı keçirilərək üzvi təbəqə sudan ayrılmış, üzvi hissə susuz MgSO_4 üzərində qurudulmuşdur. Tərkibindən efir qovulduqdan sonra qalan hissədən vakuumda distillə ilə 9.1 q xam VIII silisiumüzvi spirt alınmış və fiziki xassələri təyin edilmişdir. T. qay. 104-105 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.5371, d_4^{20} 1.0023. Tapıldı: C 67.81, 68.09; H 9.48, 9.56; Si 14.28, 14.47%; MR_D 60.56. $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{SiO}$. Hesablandı: C 67.98; H 9.34; Si 14.45%; MR_D 61.17.

ƏDƏBİYYAT

1. Вдовин, В.М. Цианосодержащие кремнийорганические соединения / В.М.Вдовин, А.Д.Петров // Успехи химии, –М.: –1962. т. 31, № 7. –с. 793-821
2. Тарвердиев Ш.А. Гидросилилирование непредельных нитрилов // Азербайджанский химический журнал. –Баку, –1998. №1. –с. 52-56
3. Ağayev, Ə.Ə. Si-H rabitəli silisiumüzvi nitrillərin reaksiyaya girmə qabiliyyətinin tədqiqi/ Ə.Ə.Ağayev, K.M.Rüstəmov, A.B.Əskərov [və b.] // SDU, Elmi xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi. –Sumqayıt: –2014. C. 14, № 4. –s. 23-26
4. Агаев, А.А. Синтез и исследование реакции дигидросиланов с карбофункциональными соединениями пропаргильного ряда/ А.А.Агаев, К.М.Рустамов, Ш.Р.Ширинова // Научные известия СГУ, Серия естественных и технических наук. –Сумгаит: –2019. Т. 19, № 1. –с. 16-19.
5. Ağayev, Ə.Ə. Hidridsilanların 2-sian-bisiklo-(2,2,1)-hepten-5 ilə qarşılıqlı təsiri / Ə.Ə.Ağayev, D. Ə. Aşurov, Ş. Ə.Tarverdiyev[və b.] // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 3. – P. 15-18. – EDN BUKJNY. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44219987>
6. Казицына, Л.А. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии / Л.А.Казицына, Н.Б.Куплетская. –М.: Высшая школа. – 1971. –264 с.

РЕЗЮМЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ
ДИГИДРОСИЛАНОВ К 2-МЕТИЛ-3-(2¹-ЦИАНЭТОКСИ)ПРОПЕНУ
Мустафаяев М.М.

Ключевые слова: дигидросилан, 2-метил-3-(2¹-цианэтоксипропен, каталитическое присоединение, катализатор, правило Фармера.

Исследованы реакции каталитического присоединения дигидросиланов к 2-метил-3-(2¹-цианэтоксипропену в присутствии катализаторов: гексахлорплатиновой кислоты и ацетилацетонатдикарбонила родия. Установлено, что дигидросиланы в присутствии обоих катализаторов легко взаимодействуют с исследованным непредельным нитрилом при атмосферном давлении. При этом, независимо от природы катализатора и органических радикалов, связанных с атомом кремния в молекуле дигидросилана, реакция присоединения протекает, в основном, при участии одной связи Si-H и приводит к образованию мононитрилов. Состав и строение вновь синтезированных кремнийорганических нитрилов были установлены с помощью современных физико-химических методов анализа и встречного синтеза.

SUMMARY
INVESTIGATION OF THE OF CATALYTIC ADDITION REACTION
OF DIHYDROSILANES TO 2-METHYL-3-(2¹-CYANETHOXY)PROPENE
Mustafayev M.M.

Key words: dihydrosilane, 2-methyl-3-(2¹-cyanethoxy)propene, catalytic addition, catalyst, farmer's rule.

The catalytic addition reactions of dihydrosilanes to 2-methyl-3-(2¹-cyanethoxy)propene have been investigated in the presence of catalysts: hexachloroplatinic acid and rhodium acetylacetonate dicarbonyl. It has been established that dihydrosilanes in the presence of both catalysts easily interact with the investigated unsaturated nitrile at atmospheric pressure. In this case, independently of the nature of the catalyst and organic radicals connected with the silicon atom in the dihydrosilane molecule, the addition reaction proceeds mainly with the participation of one Si-H bond and leads to the formation of mononitriles. The composition and structure of the newly synthesized organosilicon nitriles have been established using modern physical-chemical methods of analysis and counter synthesis.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.02.2022
	Son variant	11.04.2022

UOT 661.185.4

DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_32

1,3-BUTİLENQLİKOL, EPİXLORHİDRİN VƏ ALKANOLAMİNLƏR ƏSASINDA BENZİNİN BUJARLANMASINI LƏNGİTMƏ QABİLİYYƏTİNƏ MALİK SƏTHİ-AKTİV MADDƏLƏR

ZAMANOVA AFAQ MİRTEYYUB qızı*AMEA Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, dissertant*afag.zamanova@mail.ru

Açar sözlər: səthi-aktiv maddə, 1,3-butilenqlikol, epixlorhidrin, monoetanolamin, dietanolamin, trietanolamin, benzinin bujarlanmasını ləngitmə

Giriş. Ətraf mühitin çirklənməsi bəşəriyyət üçün qlobal əhəmiyyət kəsb edən problemlərdən biri olaraq qalır. XX əsrin sonu XXI əsrin əvvəllərində ətraf mühitin zərərli kimyəvi maddələrlə çirklənməsinin əsas mənbələri iri sənaye müəssisələri və nəqliyyat vasitələrinin sürətlə inkişafıdır. Ətraf mühitə atılan tullantılar qlobal istiləşməyə, atmosferin, su hövzələrinin, biosferin müxtəlif toksiki maddələrlə çirklənməsi ilə nəticələnir. Atmosferin çirklənməsinin xüsusi növü neft və neft məhsullarının çənlərdə saxlanması zamanı bujarlanması nəticəsində karbohidrogenlərin nisbətən yüngül fraksiyalarının ətraf mühitə zərərli bujarlanmasıdır [1,2]. Belə bujarlanmaların qarşısını almaq üçün müxtəlif üsullar mövcuddur [3-5]. Bu problemin həlli üçün alternativ üsullardan biri də kolloid-kimyəvi maddələrin istifadəsidir. Bu üsul, ümumiyyətlə, neft və neft məhsullarının təbəqə əmələ gətirən maddə ilə örtülməsinə əsaslanır. Bu maddələr neft məhsulunun səthində uzun müddət bu vəziyyətdə qala bilən mikroemulsiya təbəqəsi əmələ gətirə bilər [6-9]. Bu səbəbdən neft məhsullarının bujarlanma sürətini azaltmaq üçün vasitələrin yaradılması həm ekoloji, həm də iqtisadi cəhətdən maraq kəsb edir [10].

Ədəbiyyatdan məlumdur ki, spirtlərin və turşuların epoksidlərlə qarşılıqlı təsiri nəticəsində müxtəlif tətbiqi xassələrə malik oliqofirlər sintez olunur [11]. Çoxatomlu alifatik spirtlər bir neçə funksional qrupa (OH) malik olduğundan onlarda müxtəlif sayda kimyəvi çevrilmələr aparmaq mümkündür. Bu səbəbdən də ion-maye tipli duzların alınması üçün çoxatomlu alifatik spirtlər olduqca vacib və çox maraqlı tədqiqat obyektidir.

İon-maye tipli duzlar almaq məqsədi ilə çoxatomlu spirtin (1,3-butilenqlikol) oliqomer təbiətli xloroksipropil efirləri sintez edilmiş və alınan efirlərə alkanolaminlərlə təsir edilmişdir. Alkanolaminlər kimi monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) və trietanolamindən (TEA) istifadə olunmuşdur. Alınmış ion-maye tipli səthi-aktiv maddələr fiziki-kimyəvi parametrlərlə xarakterizə edilmiş və benzinin statik şəraitdə saxlanması zamanı bujarlanma itkilərini xeyli azaltmaq qabiliyyətinə malik olduqları aşkar edilmişdir.

Təcrübi hissə. 1,3-butilenqlikol “Alfa Aesar GmbH & Co KG” (Almaniya) şirkətinin reaktiv məhsuludur. Təmizlik dərəcəsi 99,5 %-dir. Epixlorhidrin “Alfa Aesar A Johnson Matthey Company” (ABŞ) şirkətinin reaktiv məhsuludur. Təmizlik dərəcəsi 99,0 %-dir. MEA, DEA və TEA “Merck” (Almaniya) şirkətinin reaktiv məhsullarıdır, təmizlik dərəcəsi müvafiq olaraq 99,0%, 98,5% və 99,0%-dən çoxdur. NaOH “Chemapol” (Çex Respublikası) şirkətinin reaktiv məhsuludur. Benzin Heydər Əliyev adına “Bakı Neft emalı zavodu”nun Aİ-92 markalı məhsuludur. Sintez edilmiş maddələrin İQ-spektrləri ALPHA FT-IR (Bruker) spektrometrində KBr diskindən istifadə edilərək çəkilmişdir. İon-maye duzların sulu məhlullarının xüsusi elektrik keçiriciliyi (κ) ANİON-420 (Rusiya) markalı konduktometrə ölçülmüşdür. Şüasındırma əmsalları “İRF-22” (Rusiya) cihazında ölçülmüşdür. Sintez olunmuş məhsulların su-kerosin sərhədində səthi aktivliyinin

stalaqnometrik ölçülmələri Rebinder-Venstrem metodu üzrə [12], sıxlığının təyini isə məlum metodikaya [13] əsasən aparılmışdır. Səthi-aktiv maddələrin hidrofil-lipofil balansı (HLB) Devis üsulu ilə hesablanmışdır [1].

1,3-butilenqlikolun qələvi katalizatoru iştirakında EXH-lə xloroksi-propilləşməsi reaksiyaları (1:3, 1:5, 1:10, 1:30 və 1:50 mol nisbətində) qarışdırıcı və temperaturu tənzimləyən qızdırıcı sistem ilə təchiz olunmuş xüsusi avtoklavda 32-36 saat müddətində 150-160°C-də aparılmışdır. Katalizator kimi NaOH-dan (1,3-butilenqlikoldan 3,0% mol) istifadə edilmişdir. Təcrübə sona çatdıqdan sonra reaksiya qarışığı sabit kütlə yaranana qədər 90-100°C temperaturda buxarlandırılmışdır. Qravimetrik metodla EXH-nin konversiyası və xloroksi-propilləşmə dərəcəsi (1 mol spirtə birləşən EXH-nin mollarının orta sayı) hesablanmışdır.

1,3-butilenqlikolun xloroksi-propil efirinin MEA, DEA və TEA-lı modifikatlarının sintezi reaksiyaları germetik şüşə kolbada 55-60°C-də 18-20 saat ərzində həlledicisiz aparılır. Reaksiya sona çatdıqdan sonra məhsul analitik tərəzidə çəkilir və alkanolaminin konversiyası hesablanır.

1,3-butilenqlikolun xloroksi-propil efirinin alkanolaminli duzlarının benzinin (Aİ-92) buxarlanmasını ləngitmə qabiliyyətinin tədqiqi laboratoriya şəraitində [14]-də göstərilən metodika üzrə aparılmışdır. Eyniölçülü üç ədəd kimyəvi stəkanın (ölçüləri: diametri – 6,5 sm, hündürlüyü – 9 sm) dərəcələnməsi aparılır. Stəkanlara dəqiq olaraq 100 ml benzin tökülür. Birinci stəkana 0,05 ml durulaşdırılmamış reagent, ikinci stəkana isə həmin reagentin 5,0%-li (kütləcə) sulu məhlulundan 0,05 ml verilir. Reagentin götürülmüş belə kiçik miqdarları (0,05 ml) 5-10 ml benzinsə (bu həcm 100 ml benzindən götürülür) qarışdırılır və pulverizator vasitəsi ilə hər iki stəkanda olan benzinin üzərinə püskürdülür. Üçüncü stəkana müqayisə üçün reagent verilmir.

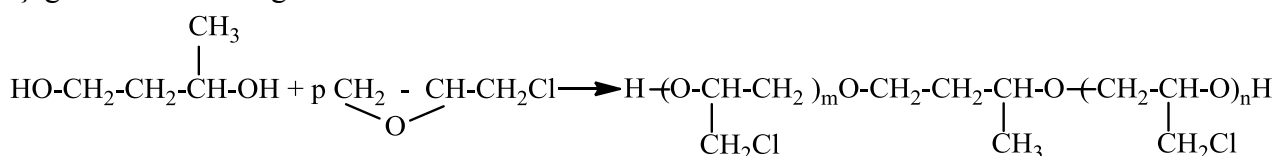
Müxtəlif zaman fasilələrində dərəcələnmə ölçü şkalasına (istifadə olunmuş stəkanlarda 1 mm hündürlük 3,47 ml benzinsə müvafiq gəlir) görə benzinin buxarlanmasının həcmi ölçülür.

Buxarlanmanı ləngitmə effekti (E) aşağıdakı formul ilə hesablanır:

$$E = [(V_0 - V) / V_0] \times 100\%$$

burada V_0 – reagentsiz stəkandan buxarlanmış benzinin həcmi; V – reagent daxil edilmiş stəkandan buxarlanmış benzinin həcmidir.

Nəticələr və onların müzakirəsi. 1,3-butilenqlikolun EXH ilə xloroksi-propilləşdirilməsi aşağıdakı sxem üzrə gedir:



burada $p=m+n$

1,3-butilenqlikolun EXH ilə xloroksi-propilləşməsi reaksiyasının nəticələri və son məhsulların bəzi fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəl 1-də yerləşdirilmişdir.

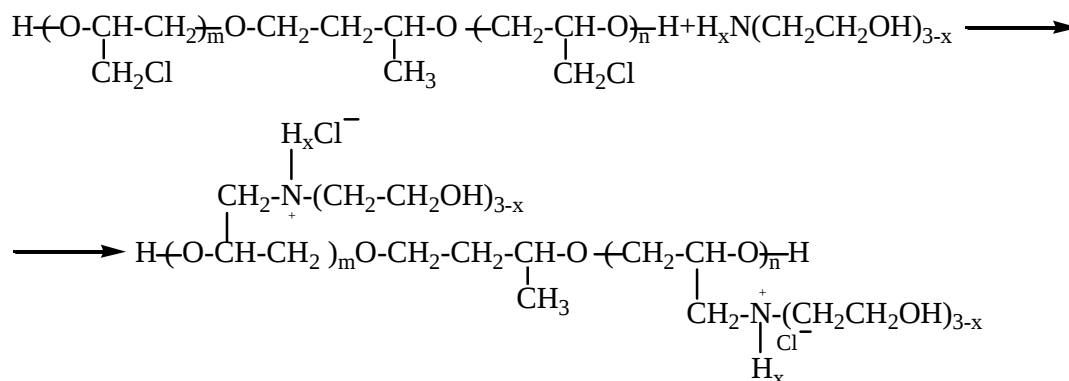
Cədvəl 1.

1,3-butilenqlikolun EXH ilə xloroksi-propilləşməsi reaksiyasının tədqiqatı nəticələri və son məhsulların bəzi fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Mol nisbəti spirt:EXH	EXH-nin konver- siyası	Orta xloroksi- propilləşmə dərəcəsi	HLB	Sıxlıq	Refraksiya əmsalı	Ekstinksiya əmsalı
1:3	88,4	2,65	-3,16	1,268 (20°C)	1,4800 (20°C)	40,01
1:5	90,5	4,52	-11,67	1,232 (20°C)	1,4700 (20°C)	31,02
1:10	91,6	9,16	-32,78	1,239 (21°C)	1,4690 (21°C)	50,33
1:30	94,1	28,24	-119,59	1,206 (22°C)	1,4480 (26°C)	155,53
1:50	93,0	46,52	-202,77	1,247 (21°C)	1,4682 (21°C)	-

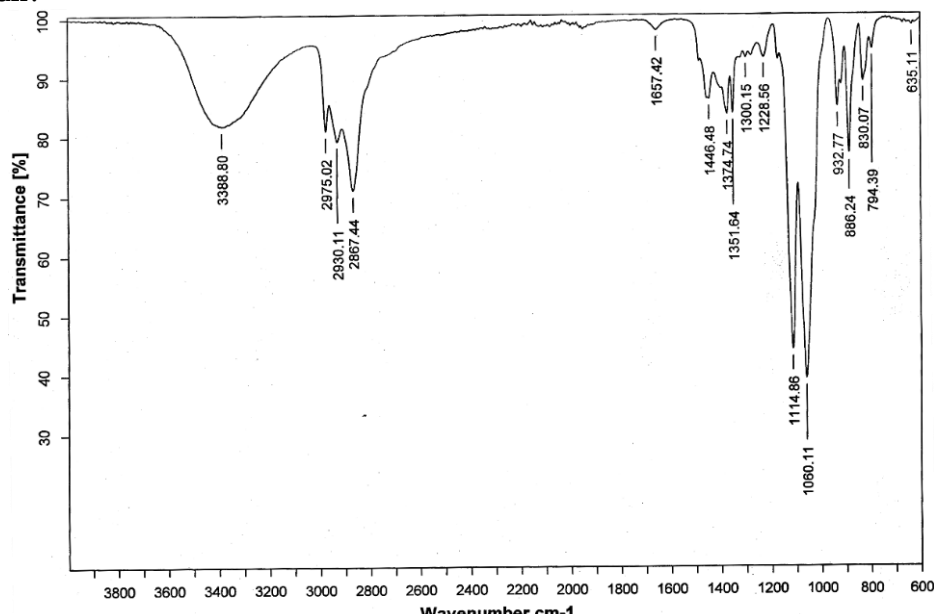
Cədvəldən göründüyü kimi, 1,3-butilenqlikolun xloroksipropilləşmə dərəcəsi yüksəldikcə efirlərin hidrofob xassələri və ekstinksiya əmsalı artır. Alınmış xloroksipropil efirlərinin hidrofiliyini artırmaq üçün bu efirlərə alkanolaminlərlə təsir edilmişdir.

1,3-butilenqlikolun müxtəlif xloroksiopropilləşmə dərəcəsinə ($n=2,65, 9,16, 28,24$ və $46,52$) malik xloroksiopropil efirlərinin (BQXOE) MEA, DEA və TEA-lı modifikatları xloroksiopropilen manqalarının alkanolaminə ekvimol nisbətində sintez olunmuşdur. BQXOE-nin alkanolaminlərlə reaksiyasının sxemi aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:



burada $x=0, 1$ və 2 .

BQXOE-nin ($n=46,52$) TEA-lı duzunun İQ-spektri çəkilmişdir (şəkil). Spektrdə $3388,80 \text{ sm}^{-1}$ -də OH qrupunun valent, $2930,11\text{-}2867,44 \text{ sm}^{-1}$ -də CH_2 və CH qruplarındakı C-H valent, $1374,74\text{-}1446,48 \text{ sm}^{-1}$ -də həmin rabitənin deformasion, $1114,64 \text{ sm}^{-1}$ -də C-O-C sadə efir rabitənin valent, $1060,11 \text{ sm}^{-1}$ -də C-OH fraqmentindəki C-O valent rəqslərinə xas udma zolaqları vardır. Spektrdə C-Cl rabitəsinin valent rəqsləri zolaqları, demək olar ki, yoxdur. Bu duzun alınmasına dəlalət edən faktorlardan biridir.



Şək. 1,3-butilenqlikolun $n=46,52$ olan xloroksipropil efirinin TEA-lı modifikasiının İQ-spektri

n=2,65 olan BQXOE-nin MEA-lı duzu açıq-qəhvəyi rəngli mayedir ($n_D^{20}=1,4492$, $\kappa_{0,5\%}=0,0038 \text{ Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$). Efirin DEA-lı və TEA-lı duzları tünd-qəhvəyi və qəhvəyi rəngli vazelinəbənzər maddələrdir (hər 2 duz üçün $\kappa_{0,5\%}=0,0900 \text{ Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$). MEA, DEA və TEA-lı duzların 5%-li sulu məhlullarının (kerosinlə sərhəddə) stalaqmometriya üsulu ilə ölçülmüş səthi gərilmə qiymətləri (21 °C-də) müvafiq olaraq 14,2, 9,4 və 8,9 mN/m-ə bərabərdir. Müqayisə üçün

qeyd edək ki, $n=2,65$ olan BQXOE-nin 0,5%-li sulu məhlulunun həmin metodla təyin olunmuş səthi gərilmə qiyməti 18,3 mN/m-dir. Deməli, sintez olunmuş duzların səthi-aktiv xassələri ilkin efirə nisbətən daha yüksəkdir.

BQXOE-nin ($n=9,16$) növbəti sintez olunmuş hər 3 duzu sarı rəngli axıcı maddələrdir. MEA-lı duz üçün $n_D^{20}=1,4395$, TEA-lı duz üçün isə $n_D^{20}=1,5035$ -ə bərabərdir. MEA, DEA və TEA-lı duzların 0,5%-li sulu məhlullarının xüsusi elektrik keçiriciliyi qiymətləri belədir: 0,011, 0,0788 və 0,0750 $\text{Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$. BQXOE-nin ($n=9,16$) MEA-lı duzunun 0,5%-li sulu məhlulunun səthi gərilmə qiyməti 21°C-də 10,6 mN/m-ə bərabərdir. İlkin efirin eyni şəraitdə təyin olunmuş səthi gərilmə qiyməti 19,0 mN/m-dir. Başqa sözlə, efirin MEA-lı duzunun səthi-aktiv xassələri efirin özünə nisbətən yüksəkdir.

$n=28,24$ olan BQXOE-nin MEA-lı duzu sarı rəngli şəffaf axıcı maddədir ($n_D^{20}=1,4428$, $\kappa_{0,5\%}=0,0023 \text{Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$). DEA-lı duz sarı-qəhvəyi rəngli vazelinəbənzər maddə ($\kappa_{0,5\%}=0,1050 \text{Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$), TEA-lı duz isə kristal fazası olan qəhvəyi mayedir ($\kappa_{0,5\%}=0,0825 \text{Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$). Hər üç duzun 0,5%-li sulu məhlullarının 21°C-də təyin olunmuş səthi gərilmə qiymətləri müvafiq olaraq 4,1, 13,0 və 15,0 mN/m-dir. İlkin efirin 0,5%-li sulu məhlulunun səthi gərilmə qiyməti isə xeyli yüksəkdir (32,9 mN/m). Deməli, bu halda da efirdən müvafiq duzlara keçdikdə onların səthi aktivlik xassələri xeyli yüksəlir. Verilmiş səthi gərilmə qiymətlərindən görünür ki, BQXOE-nin ($n=28,24$) MEA-lı duzun səthi-aktiv xassələri digər 2 duza nisbətən xeyli yüksəkdir.

$n=46,52$ olan BQXOE-nin MEA-lı duzu açıq-qəhvəyi rəngli maye ($n_D^{20}=1,4580$, $\kappa_{0,5\%}=0,0038 \text{Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$), DEA-lı duz qəhvəyi rəngli vazelinəbənzər ($\kappa_{0,5\%}=0,1050 \text{Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$), TEA-lı duz isə tünd-qəhvəyi rəngli özlülü axıcı maddələrdir ($\kappa_{0,5\%}=0,1200 \text{Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$). Müəyyən olunmuşdur ki, ən yüksək səthi aktivliyə TEA-lı duzun 0,5%-li sulu məhlulu malikdir (3,8 mN/m, 24°C). DEA-lı və TEA-lı duzların 0,5%-li sulu məhlullarının 21°C-də səthi-gərilmə qiymətləri 10,0 və 8,9 mN/m-ə bərabərdir. BQXOE-nin ($n=46,52$) 0,5%-li sulu məhlulu olan halda isə səthi gərilmə qiyməti 23,9 mN/m (27°C) olmuşdur. Deməli, bu halda da duzlara keçid efirin səthi aktivliyinin artmasına səbəb olur.

Göründüyü kimi, BQXOE-nin ($n=2,65$, 9,16, 28,24 və 46,52) MEA-lı duzlarının xüsusi elektrik keçiriciliyi, DEA və TEA-lı duzların xüsusi elektrik keçiriciliyindən aşağıdır.

Cədvəl 2.

1,3-butilenqlikolun $n=9,16$ olan xloroksipropil efirinin MEA-lı modifikatının A-92 benzinin buxarlanmasını ləngitmə qabiliyyəti

Vaxt, saat	Temperatur, °C	Benzinin buxarlanması zamanı nisbi itkilər, ml			Ləngitmə effekti, %	
		Reagentsiz	Reagentin 5%-li sulu məhlulundan	Durulaşdırılmış reagentdən	Reagentin 5%-li sulu məhlulu ilə	Durulaşdırılmamış reagent ilə
0-24	25	6,22	5,62	6,22	9,6	0
50	24	27,82	24,27	26,05	12,8	6,4
74	24	39,37	35,82	37,00	9,0	6,0
98	23	47,36	42,92	44,99	9,4	5,0
122	24	52,39	48,25	50,62	7,9	3,4
194	23	64,23	60,09	61,57	6,4	4,1
228	23	67,19	62,75	64,53	6,6	4,0
252	22	69,86	65,12	66,89	6,8	4,3
273	22	72,22	67,19	69,26	7,0	4,1
294	22	80,51	76,37	78,14	5,1	2,9
462	21	88,21	83,18	85,54	5,7	3,0

BQXOE-nin alkanolaminli duzlarının benzinin buxarlanmasını ləngitmə qabiliyyəti tədqiq edilmişdir. Aşkar olunmuşdur ki, onlar bu qabiliyyətə müxtəlif dərəcədə malikdirlər. Cədvəl 2 və 3-

də BQXOE-nin yüksək xloroksiopilləşmə dərəcəsinə malik olan nümayəndələrinin MEA-lı (n=9,16) və TEA-lı duzunun (n=46,52) benzinin buxarlanmasını ləngitmə xassələri əks etdirilmişdir.

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, n=9,16 olan xloroksiopropil efirinin MEA-lı modifikatı 5%-li sulu məhlul formasında 2 gün ərzində 12,8% ləngitmə nümayiş etdirir. 3 gündən sonra bu rəqəm 9,0%-ə enir.

Cədvəl 3.

*1,3-butilenqlikolun n=46,52 olan xloroksiopropil efirinin TEA-li modifikatının
A-92 benzinin buxarlanmasını ləngitmə qabiliyyəti*

Vaxt, saat	Temperatur, °C	Benzinin buxarlanması zamanı nisbi itkilər, ml			Ləngitmə effekti, %	
		Reagentsiz	Reagentin 5%-li sulu məhlulundan	Durulaşdırılmış reagentdən	Reagentin 5%-li sulu məhlulu ilə	Durulaşdırılmamış reagent ilə
0-1,5	26	6,51	5,03	3,85	22,73	40,86
2,5	27	9,18	6,81	6,51	25,82	29,08
4,5	27	13,32	11,25	10,36	19,29	22,22
6,5	27	17,76	14,21	13,62	19,99	23,31
23,92	26	34,63	31,08	30,19	10,28	12,82
27,33	27	38,18	33,45	33,15	12,39	13,17
31,0	27	39,96	35,22	35,22	11,86	11,86
48,25	26	46,77	41,74	41,74	10,75	10,75
55,5	26	48,84	44,40	43,81	9,09	10,30
74,67	25	53,58	49,14	47,95	8,29	10,51
78,75	26	53,87	49,73	48,54	7,69	9,90
96,0	26	57,72	52,69	52,69	8,71	8,71
102,5	27	58,90	53,87	53,87	8,54	8,54
171,08	24	66,01	61,27	60,38	7,18	8,53
198,5	25	70,15	65,12	64,23	7,17	8,44
223,25	27	72,52	66,90	66,30	7,75	8,60
247,25	27	73,41	68,67	68,38	6,46	6,85
343,0	30	79,92	73,70	74,00	7,78	7,41
413,5	29	83,47	77,26	78,44	7,43	6,03
431,5	28	84,95	79,03	79,03	6,97	6,97
507,75	28	87,32	82,29	81,99	5,76	6,10

Cədvəl 3-dən görünür ki, durulaşdırılmamış reagent 1,5 saatda 40,86%. 2,5 saatda 29,08%, 1 gün ərzində 12,82% ləngitmə effektinə malikdir. 3 gündən sonra bu kəmiyyət 10,51% olur. 5%-li sulu məhlulla nəticələr bir qədər aşağıdır (müvafiq olaraq, 22,73, 25,82, 10,28 və 8,29). 10 gündən sonra hər 2 tətbiq halı üçün nəticələr bir-birinə yaxındır (6,46-6,85%).

Nəticə. 1,3-butilenqlikol və epixlorhidrin əsasında müxtəlif uzunluqlu heterozənciri olan xloroksiopropil efirlərinin katalitik sintezi həyata keçirilmişdir. Xloroksiopropil efirlərinin hidrofilliyini artırmaq üçün onların MEA, DEA və TEA-lı modifikatları alınmışdır. Alınmış məhsulların identifikasiyası İQ-spektroskopiya üsulu ilə aparılmış, əsas fiziki-kimyəvi parametrləri təyin edilmiş və benzinin statik şəraitdə saxlanması zamanı buxarlanma itkilərini xeyli azaltmaq qabiliyyəti aşkar edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, n=46,52 olan xloroksiopropil efirinin TEA-lı modifikatı daha effektivdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества. Синтез, свойства, анализ, применение. / К.Р. Ланге. –СПб.: Профессия, –2005. –240 с.
2. Farhan M.M., Al-Jumialy M.M., Al-Muhammadi A.D., Ismail A.S. Development of a new

- method for reducing the loss of light hydrocarbons at breather valve of oil tanks // Energy Procedia, –2017, vol. 141, –pp. 471-478
3. Фархан, М.М. Разработка метода снижения упругости паров нефти / М.М.Фархан, Р.М. Галикеев // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. –2013, № 6, –с. 75-79
 4. Шацких, Е.С. Оценка эффективности методов борьбы с потерями нефти и нефтепродуктов / Е.С.Шацких, С.Н.Левин, В.М.Писаревский // Трубопроводный транспорт [теория и практика], – 2018, № 4 (68), –с. 6-11
 5. Пат. 2256693. РФ, МКИ⁷ C10L1/18. Способ снижения потерь легких углеводородов от испарения при их хранении и использовании.
 6. Фархан, М.М. Влияние поверхностно-активных веществ на упругость паров бензина/ М.М.Фархан, Н.В.Корзун // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ, –2012, № 4, –с. 113-115
 7. Asadov Z.H., Ahmadova G.A., Aga-zade A.D., Rahimov R.A. Oligomeric derivatives of epichlorohydrin and propylene oxide for decreasing the rate of gasoline evaporation / 11-th International conference of polymers and organic chemistry. –July 18-23. –2004. Prague. Czech Republic. Abstracts. P70
 8. Asadov Z.H., Ahmadova G.A., Aga-zade A.D., Rahimov R.A. Retarding of the gasoline evaporation with an aid of additives / 18-th International conference of chemical education. – 2004. Istanbul (Turkey). Abstracts. –P.163.
 9. Asadov Z., Ahmadova G., Rahimov R., Baghirova A. Oligomers of epoxides for retarding gasoline vaporization / European Polymer Congress 2007. Portoroz (Slovenia). Abstracts. – P.190.
 10. Нагорнов, С.А. Предотвращение качественно-количественных потерь топлив при хранении / С.А.Нагорнов, С.В.Романцова // Наука в центральной России, –2013, № 2, –с. 49-55
 11. Мустафаев, А.М. Синтез и свойства эпоксиакрилатных олигоэфиров на основе пропантриола/ А.М.Мустафаев, Р.И.Исмаилова, И.А.Гусейнов [и др.] // Азербайджанский химический журнал, –2015, №1, –с. 44-49
 12. Практикум по химии и физике полимеров / Под ред. В.Ф.Куренкова. –М.: Химия, –1990, –304 с.
 13. Практикум по коллоидной химии / Под ред. Куличихина В.Г. М.: Вузовский учебник:ИНФРА-М, 2018, 288 с.
 14. Гумбатов Г.Г. Химические реагенты, применяемые при добыче, подготовке нефти и газа/ Г.Г.Гумбатов, Р.А.Дашдиев. –Баку: Элм, –1999. –376 с.

РЕЗЮМЕ

ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА НА ОСНОВЕ 1,3-БУТИЛЕНГЛИКОЛЯ, ЭПИХЛОГИДРИНА И АЛКАНОЛАМИНОВ, ОБЛАДАЮЩИЕ СПОСОБНОСТЬЮ ЗАМЕДЛЯТЬ ИСПАРЕНИЕ БЕНЗИНА

Заманова А.М.

Ключевые слова: *поверхностно-активные вещества, 1,3-бутиленгликоль, эпихлоргидрин, моноэтаноламин, диэтаноламин, триэтаноламин, замедление испарения бензина*

Синтезированы хлороксипропиловые эфиры с различной степенью хлороксипропилирования. На основе полученных эфиров с помощью алканолламинов синтезированы поверхностно-активные соли ионно-жидкостного типа. Методом ИК-спектроскопии определены состав и структура этих продуктов, определены физико-химические параметры, изучена поверхностная активность, удельная электропроводность, а также способность замедлять скорость испарения бензина при хранении.

SUMMARY

**SURFACTANS BASED ON 1,3-BUTYLENE GLYCOL, EPICHLOROHYDRIN,
AND ALKANOLAMINES WITH THE ABILITY TO RETARDING GASOLINE
VAPORIZATION**

Zamanova A.M.

Key words: *surfactants, 1,3-butylene glycol, epichlorohydrin, monoethanolamine, diethanolamine, triethanolamine, retarding gasoline vaporization.*

Chloropropoxy esters with different average numbers of monomer units based on 1,3-butylene glycol and epichlorohydrin were obtained. These products were transformed into cationic surfactants by interaction with alkanolamines. These products were identified by IR-spectroscopy method. The synthesized surfactants were characterized of physicochemical parameters, including stalagmometric and conductometric methods, which confirmed their high surface activity and ionic structure. These surfactants have been found to have the ability to reduce the rate of evaporation of gasoline during storage.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	21.01.2022
	Son variant	28.03.2022

UOT 712(075.8)

DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_39

SİRKONIUMUN DİSPERSİYA, MAYE-MAYE MİKROEKSTRAKSİYA VƏ ÜZVİ FAZADA ÜZƏN DAMCI ÜSULU İLƏ SPEKTROFOTOMETRİK TƏYİNİ

ƏHMƏDOV İNTİZAM ƏLİSAFA oğlu

AMEA, Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, dissertant

intizam-ehmedov@mail.ru.

Açar sözlər: sirkonium (IV), benzidin bis-azopirokatexin, səthi aktiv maddələr, OP-10.

Giriş. Sirkonium diş protezlərinin və sirkonium əsaslı keramika məmulatlarının hazırlanmasında, nüvə texnologiyasında və elektrotexnika sahəsində istifadə olunan metaldır [1-2]. Geniş tətbiq sahəsinə malik olduğu üçün sirkoniumun müxtəlif təyinat metodları işlənmişdir. Sirkoniumun (IV) pirokatexinin azotörəmələri ilə eyniliqandlı kompleksləri spektrofotometrik üsulla tədqiq edilmişdir [3-4]. Səthi aktiv maddələrin iştirakı olmadan sirkoniumun (IV) binar komplekslərinin tədqiqi göstərir ki, bu komplekslərin formalaşdığı optimal şəraitdə həmin komplekslər çöküntü əmələ gətirir [5-6]. Bu da metodun səmərəliliyini, həssaslığını və seçiciliyini əhəmiyyətli dərəcədə aşağı salır. Səthi aktiv maddələrdən (SAM) istifadə etdikdə isə göstərilən problem aradan qalxmış olur. Pirokatexinin azotörəmələrinin bir sıra analitik üstünlükləri vardır. Belə ki, pirokatexinin azotörəmələri havada asanlıqla oksidləşmirlər, metal ionları ilə əmələ gətirdikləri komplekslər kifayət qədər davamlı olur, onların maksimum işıqudması spektrin görünən bölgəsində baş verir. Bundan başqa, pirokatexinin azotörəmələri mövcud reagentlərdən asanlıqla sintez edilir, təkrar kristallizasiya ilə yaxşı təmizlənir və molekuldakı diazo qruplarını azoqruplarla dəyişmək mümkündür. Bunları nəzərə alaraq, kompleks əmələgəlmə üçün biz benzidin bis-azopirokatexini (BBAP) seçdik.

BBAP sirkonium və başqa elementlərin fotometrik və ekstraksiyalı-spektrofotometrik üsulla tədqiq olunması üçün əvvəllər reagent kimi istifadə olunmuşdur [7, 8, 9]. Kompleks əmələgəlmədə ən önəmli məsələ alınan kompleksin müxtəlif aqressis mühitlərə qarşı davamlı olması və intensiv rəngli kompleksin alınmasıdır. Təcrübələrin nəticələri, həmçinin kvant-kimyəvi hesablamalar [10, 11] göstərir ki, kompleks əmələgəlmədə BBAP məhlulun turşuluğundan asılı olaraq protonlaşmış, molekulyar formada olur, bir mərhələdə, iki mərhələdə dissosiasiya edə bilər, xinoxid və azoid formalarının tautomer tarazlığını əmələ gətirir [12, 13], (H_6R^{2+} , H_4R , H_2R^{2-} , R^{4-}) [14]. Bu aralıq keçid formalarının tədqiqi [15] göstərir ki, azoboyaların sulu məhlullarına üzvi həlledici əlavə etdikdə tautomer tarazlıq azoid formanın əmələ gəlməsi istiqamətinə yönəlir.

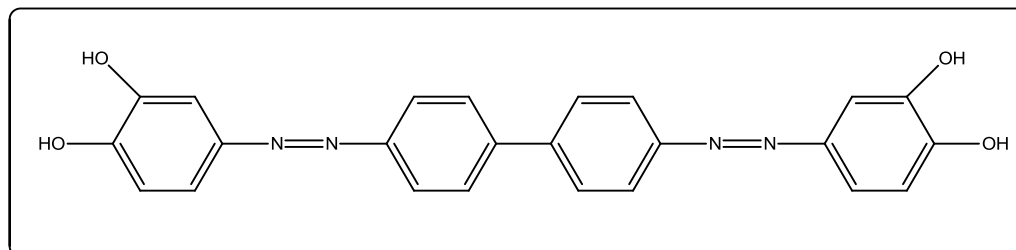
Təklif olunan işdə sirkoniumun dispersiya maye-maye mikroekstraksiya və üzvi fazada üzən damcı (DMMME ÜFÜD) üsulundan istifadə olundu. Bu metodun üstünlüyü Zr(IV)-un çox kiçik miqdarını yüksək həssaslıq və seçiciliklə təyin etməyə imkan verir.

Aparatlar. Rəngli məhlulların optiki sıxlığını ölçmək üçün kvars mikroküvetli JENWAY 6300 spektrofotometrindən istifadə olundu. Məhlulun fazalara ayrılmasını sürətləndirmək üçün Denley BS400 (Denley Instruments Ltd., Billingshurst, UK) sentrifuqa cihazından istifadə olundu. Sürətli inyeksiya üçün Hamilton şpris istifadə edildi (Hamilton Company, NA, USA). Məhlulların pH-ı Cond./TDS/Temp universal pH-metr vasitəsilə ölçüldü.

Reagent və məhlullar. Benzidin bis-azopirokatexinin 5×10^{-3} mol L⁻¹ qatılıqlı məhlulu 1,4-dioksanda hazırlandı. Reagentin struktur formulu aşağıdakı kimidir (şəkil 1). 135 µq mL⁻¹ qatılıqlı standart sirkonium məhlulu “yüksək təmiz” metallik sirkoniumu HF+ HClO₄ qarışığında həll

edilərək hazırlanmışdır. HF buxarlanır və ayrılır, 4 M HClO₄ və 5 M H₂SO₄ qarışdırılır [20]. Zr (IV)-ün 27 µg mL⁻¹ qatılıqlı işçi məhlulu ilkin məhlulun distillə olunmuş su ilə durulaşdırılması yolu ilə əldə edilir. OP-10-nun 0.1 %-li məhlulunu hazırlamaq üçün tərəzidə OP-10-dan 10 mq çəkilərək 10 mL distillə edilmiş suda həll edilmişdir.

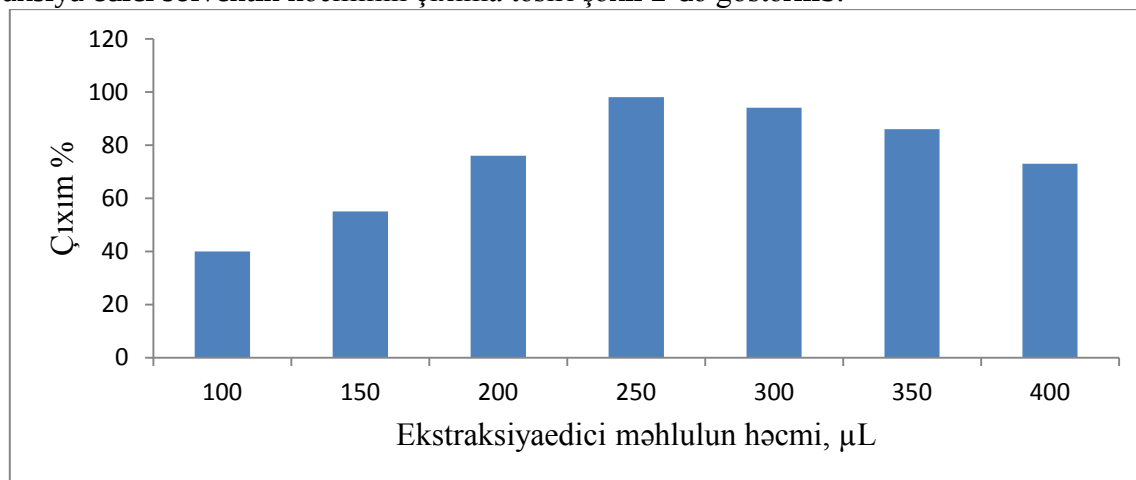
Dispers sistem almaq üçün etanol, 1,4-dioksan, aseton və asetonitril məhlullarından istifadə olundu. Ekstraksiya edici məhlul kimi 1-Undecanol (0.83 qL⁻¹) solventindən istifadə edildi. pH-ı tənzimləmək üçün 0.5 molL⁻¹ HNO₃ və NH₃ istifadə edilmişdir.



Şəkil 1. Benzidin bis-azopirokatexinin strukturu.

Metod. 6 µg mL⁻¹ sirkonium məhlulu 10 mL-lik sınaq şüşəsinə əlavə olunur. Bufer məhlul ilə turşuluq pH=2.5 çatdırılır. 1-Undecanol 200 µL⁻¹ (ekstraksiya edici), etanol 300 µL⁻¹ (dispersləşdirici), 200 µL⁻¹ OP-10 (ionsuz səthi aktiv maddə) və benzidin bis-azopirokatexin (0.8 mL) (kompleks əmələgətirən) ibarət olan qarışıq metal ionu üzərinə əlavə olunur. Distillə olunmuş su əlavə edərək ümumi həcmi 10 mL-ə qədər çatdırılır. Bulanıq məhlul alınır, məhlul 2 dəqiqə çalxalanır, sonra sentrafuqa cihazı ilə 3500 rpm –də 5 dəqiqə müddətində fırladılır. Üzvi fazanın sıxlığı sulu fazanın sıxlığından kiçik olduğu üçün məhlulun üzərinə yığılır. Üzvi fazanın donması üçün soyuducuya yerləşdirilir və 15 dəqiqə sonra donmuş üzvi faza ayrı bir sınaq şüşəsinə keçirilir. Donmuş üzvi faza əridildikdən sonra 250 µL-ə qədər etanol ilə durulaşdırılır. Sonra λ=585 nm-də spektrofotometrə optiki sıxlığı ölçülür.

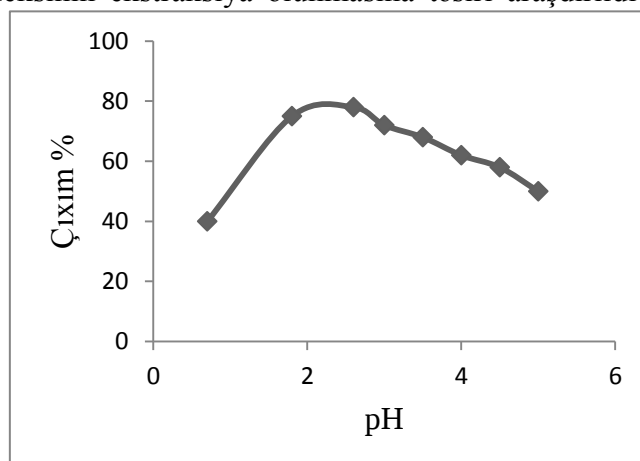
Ekstraksiyaedici məhlulun həcmnin təsiri. 1-Undecanol-ın həcmnin ekstraksiyaya təsiri öyrənilir. Bunun üçün 1-Undecanol-ın müxtəlif həcmərdə (100.0, 150.0, 200.0, 250.0, 300.0 µL) nümunələrinin ekstraksiyaya təsiri öyrənilir. 1-Undecanol-un həcmi 250.0 µL olduqda çıxımın qiyməti ən yüksək oldu, həcmi sonrakı artırılması zamanı çıxımın qiyməti nisbətən azalır. Beləliklə maksimum qatılma və ekstraksiya səmərəliliyi 250.0 µL həcmdə 1-Undecanol istifadə olunduqda əldə edildi və ekstraksiyaedici solventin optimal həcmi olaraq seçildi. Ekstraksiya edici solventin həcmnin çıxıma təsiri şəkil 2-də göstərilir.



Şəkil 2. Ekstraksiyaedici məhlulun həcmnin çıxıma təsiri.

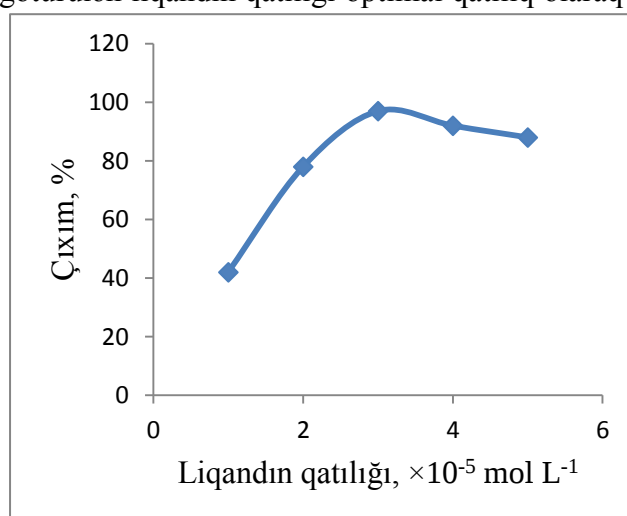
pH-in təsiri. Nümunə məhlulunun pH-ı metal kompleksinin formalaşmasına və sonra onun üzvi fazaya ekstraksiya olunmasına çox böyük təsir edir. Bunun üçün pH=1-5 aralığında

nümunələr hazırlandı və pH-ın sirkonium kompleksinin ekstraksiya olunmasına təsiri araşdırıldı (şəkil 3). pH=1.5-3.4 aralığında kompleksin ekstraksiyası və absorpsiyası maksimum oldu, pH<1.5 olduqda BBAP-nin protonlaşması baş verir və onun sirkoniumla əmələ gətirdiyi kompleks dağılır, pH>3.4 olduqda isə ekstraksiya zəifləyir və pH>5 olduqda sirkonium ionları hidroliz edir və nəticədə məhlul bulanıq olur və çöküntü əmələ gəlir. Buna görə də pH-ın optimal qiyməti pH=2.45 seçildi. Metal kompleksi ekstraksiyaedici solventdə yaxşı həll olarsa o daha yaxşı ekstraksiya olunacaq.



Şəkil 3. pH-in çıxıma təsiri

Liqandın və səthi aktiv maddənin qatılıqlarının təsiri. Metal kompleksi davamlı olarsa onun ekstraksiyası zamanı kompleks əmələgətirici liqand az sərf olunur. Reagentin sirkonium ionları ilə ən yaxşı kompleks əmələ gətirdiyi liqand miqdarını müəyyən etmək üçün uyğun pH-da müxtəlif miqdarda liqand nümunələri metal ionları olan nümunə üzərinə əlavə olundu. Zr (IV) kompleksinin çıxımının BBAP-nin qatılığı $3.2 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ olduqda daha yüksək olduğu və liqandın sonrakı yüksək qatılıqlarında ekstraksiya çıxımının nisbətən azaldığı öyrənilir (şəkil 4). Buna görə də çıxımın ən yüksək olduğu təcrübədə götürülən liqandın qatılığı optimal qatılıq olaraq seçildi. OP-10-nun çıxıma təsirini öyrənmək üçün 0.1%-li OP-10 məhlulunun 100, 150, 200, 250 və 300 μL həcmələrindən istifadə olundu. OP-10-nun həcmi 200 μL olduqda daha yaxşı nəticələr əldə edildi və ona görə sonrakı işlər üçün 200 μL seçildi.



Şəkil 4. Liqandın qatılığının çıxıma təsiri.

Təyinat digər təcrübə şərtlərinin təsiri. Temperaturun 20-35 °C aralığında və su fazasının həcmi 10-50 mL aralığında ekstraksiyanın çıxımı yüksək olur və buna paralel olaraq kompleksin rəng intensivliyi azalmır.

Üzvi fazanın su fazadan ayrılması üçün qarışıq məhlul sentrifuga ilə fırladılır. Sentrifuganın sürəti 2000-5000 rpm intervalında dəyişdirildi və sürət 3500 rpm olduqda üzvi fazanın daha yaxşı ayrıldığı müşahidə olundu. Həmçinin sentrifuga olunma müddətinin də ekstraksiyanın çıxımına təsiri öyrənilir və 2-10 dəqiqə intervalında aparılan eksperimentlərin nəticələri müqayisə edildi, ən yaxşı nəticələr 5 dəqiqə sentrifuga olunma zamanı əldə edildi.

Analitik performans. Standart Zr (IV) məhlulları ilə metodun analitik parametrləri ölçüldü. Kalibrəmə əyrisi optimal şərait seçilməklə və üç paralel təcrübə aparmaqla hazırlandı. Kalibrəmə əyrisinin tənliyi $A=0.1595+0.4014C$ (where A is the absorbance and C is the concentration of zirconium ($\mu\text{g mL}^{-1}$) in the aqueous phase) şəklindədir, korrelasiya əmsalı 0,997-dir. Sirkoniumun qatılığının 0.5-60 $\mu\text{g L}^{-1}$ aralığında Beer qanununa tabeçilik ödənilir. 45 $\mu\text{g L}^{-1}$ qatılıqda Zr (IV) üçün 6 dəfə təkrarlanan təcrübədə nisbi standart kənar çıxıma 1,6% idi. Aparılan hesablamalara görə son təyin həddi (LOD) 0.10 $\mu\text{g L}^{-1}$, son keyfiyyət həddi (LOQ) 0.30 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Təyinat kənar ionların təsiri. Zr(IV) təyinatına mane olan kənar ionların qatılığının təsirini müəyyən edildi (cədvəl 1). Bunun üçün təyinat mane olan kation və anionların suda həll olmuş

kompleks sistemindən istifadə olundu. Optimal şəraitdə sirkoniumun $2 \mu\text{g L}^{-1}$ qatılıqda götürülmüş məhlulunda çıxıma kənar ionların təsiri 5.0%-dən çox deyil.

Cədvəl 1.

Zr (IV) çıxımına kənar ionların təsiri

İonlar	Qatılıq $\mu\text{g L}^{-1}$
Ca^{2+} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, K^+ , Mn^{2+} , Mg^{2+} ,	2500
Ni^{2+} , Na^+ , Be^{2+} , Cu^{2+} , NO_3^- ,	1800
Zn^{2+} , Pb^{2+} , Fe^{3+} , IO_3^- , Al^{3+}	1600
Ag^+ , Ti^{4+} , Hg^{2+} , Br^- , Sr^+	800
PO_4^{3-} , Co^{2+} ,	550
Mo^{6+} , Rb^+ , Sc^{3+}	250

Müxtəlif su nümunələrində sirkoniumun analizi. Metodun doğruluğunu araşdırmaq üçün müxtəlif su nümunələrinə sirkoniumun miqdarı təyin edildi. Sirkoniumun məlum qatılıqda nümunələrini 1000 mL həcmdə suya əlavə olundu və təklif olunan metodla analiz edildi. Hər bir su nümunəsində sirkoniumun aşkarlanma həddi (limit of detection-LOD) və ən son qatılıq həddi (limit of quantification-LOQ), həmçinin absorbsiya çıxımı müəyyən edildi. Ən yaxşı analitik nəticələr kran suyu ilə aparılan təcrübədə əldə edildi. Nəticələr cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2.

Müxtəlif su nümunələrində sirkoniumun analizi. 1000 mL su nümunəsinə məlum miqdarda sirkonium əlavə olunmuşdur.

Nümunə	Əlavə olundu ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Aşkar edildi ($\mu\text{g L}^{-1}$)	LOD ($\mu\text{g L}^{-1}$)	LOQ ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Çıxım (%)
Kran suyu	5.0	5.01	0.12	0.40	97
Çay suyu	4.0	3.97	0.14	0.42	98
Sənaye tullantı suyu	6.0	5.98	0.10	0.34	94

Sirkoniumun müxtəlif analiz metodları ilə müqayisə etdikdə (Beer-Lambert qanununa tabeçilik intervalı və limit of detection qiymətlərinə görə) bu metodu həssas və seçici metod hesab etmək olar (cədvəl 3). Metodun sadəliyi laboratoriyada az vaxt və sadə cihazlarla analiz aparmağa imkan verir.

Cədvəl 3.

Zr(IV)-un təyini üçün təklif olunan metodun digər metodlarla müqayisəsi.

Reagent	Analiz olunan obyekt	Linear range	λ_{max} , nm	pH	Ədəbiyyat
$\text{C}_{30}\text{H}_{31}\text{ClN}_6$ (Janus Green)	Keramika nümunəsi	0.1-250.0 $\mu\text{g ml}^{-1}$	606	H_2SO_4 ; 0.9 ml (1.84M);	18
2-(5-Brom-2-pridilazo)-5-(dietilamino) fenol.	Su nümunələri	1.4-714 $\mu\text{g ml}^{-1}$	578	4.5	19
pirazol (1, 5-a) quinazolin-6-bir	Sirkon mineralı	0.005-1 $\mu\text{g ml}^{-1}$	368	6	17
2-(2-benzotiazolilazo)-3-hidroksifenol.	Su nümunələri	0.25-3.7 $\mu\text{g ml}^{-1}$	569	5.5	16
Benzidin bis-azopirokatexin	Su nümunələri	0.5-60 $\mu\text{g ml}^{-1}$	585	2.4	Bu metod

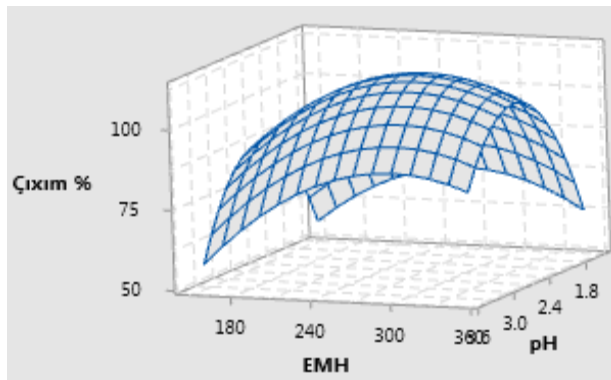
Statistik hesablamalar və nəticələrin optimizə edilməsi. Sirkonium (IV) kompleksinin DMMME-ÜÜDQ metodu ilə ekstraksiya olunması prosesinin optimallaşdırılması üçün Box Behnken statistik analiz üsulundan istifadə olundu (Minitab 19 proqramı). Statistik hesablamaya daxil olan asılı olmayan dəyişənlərin qiymətləri cədvəl 4-də göstərilmişdir.

Cədvəl 4.

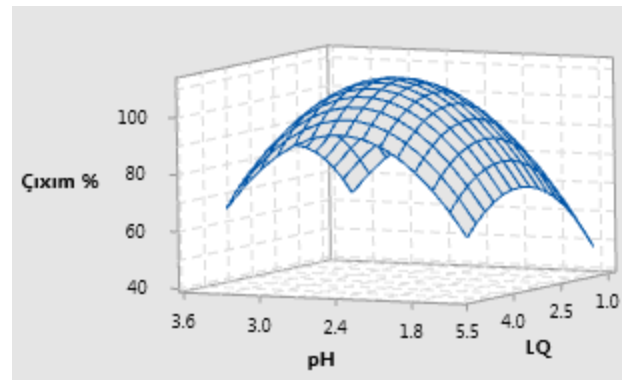
Statistik hesablamaya daxil olan asılı olmayan dəyişənlərin qiymətləri.

Asılı olmayan dəyişənlər	Simvol	Ən kiçik qiymət	Ən yüksək qiymət
pH	pH	1.0	5.0
Ekstraksiyaedici məhlulun həcmi, (μL)	EMH	100.0	300.0
Liqandın qatılığı, (10^{-5} mol L^{-1})	LQ	1	5

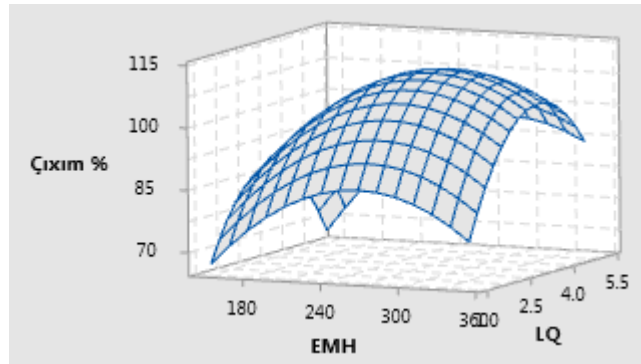
Bu üç parametrenin ekstraksiya prosesinə təsirini optimizə etmək üçün üç səviyyəli – üçfaktorlu Box Behnken dizaynı istifadə edildi. $R^2 = 98.46$ -dır, pH, EMH və LQ üçün p dəyəri uyğun olaraq 0.017, 0.003 və 0.045 qiymətləri aldı. Bu qiymətlər cavab dəyişənləri üçün qurulan riyazi modelin anlamlı olduğunu göstərir. Faktorların təsirlərini daha ətraflı dəyərləndirmək üçün onların 3 ölçülü qrafikləri göstərilmişdir (şəkil 5).



a)



b)



c)

Şəkil 5. Ekstraksiya zamanı a) EMH və pH, b) pH və LQ, c) EMH və LQ-nin çıxıma təsiri.

Qrafiklərdən göründüyü kimi, liqandın qatılığının orta qiymətində ($\text{LQ} = 3 \times 10^{-5}$ mol L^{-1}) pH və EMH-in çıxıma təsirinə baxdıqda pH-in daha çox təsir etdiyi müşahidə olunur (şəkil 5a). Xüsusən pH-in 2.5 qiymətində çıxım 95%-ə qədər olur. EMH=250 μL sabit saxladıqda yenə də pH-in 2.45 qiymətində çıxım maksimum olur (şəkil 5b). pH=2.45 olduqda EMH və LQ-nin çıxıma təsirinə baxdıqda LQ-nin daha çox çıxıma təsir etdiyi görünür (şəkil 5c). Statistik analizin nəticələrinə görə ən yüksək çıxım faizi əldə etmək üçün asılı olmayan dəyişənlərin optimal qiymətləri pH=2.45, $\text{LQ} = 3 \times 10^{-5}$ mol L^{-1} və EMH=250 μL -dir.

Nəticə.

1. Təklif olunan bu metodla işdə sirkonium kompleksinin qatılaşdırılması üçün dispersiya maye-maye mikroekstraksiya və üzvi fazada üzən damcı üsulundan istifadə olundu. Aparılan təcrübə və statistik araşdırmaların nəticəsinə sirkonium kompleksinin çıxımına pH, ekstraksiyaedici məhlulun həcmi və liqandın qatılığına təsiri öyrənilirdi.

2. Sirkonium kompleksi üçün maksimum çıxım əldə etmək üçün pH=2.45, ekstraksiyaedici məhlulun həcmi 250 µL, liqandın qatılığı isə 3×10^{-5} mol L⁻¹ olmalıdır.

3. Təcrübənin nəticələrinin statistik hesablanması üçün 15 etaplıq təcrübə aparıldı. Alınan nəticələr Minitab 19. ilə analiz edildi.

4. Kənar ionların maneçilik təsiri öyrənilirdi və müxtəlif su nümunələrində sirkoniumun miqdarı təyin edildi.

ƏDƏBİYYAT

1. Cristache C., Burlibasa M., Cristache G., Drafta S., Popovici I.A., Iliescu A.A., Zisi S., Burlibasa L., Zirconia and its biomedical applications / Metalurgia International. –2011, v.16, N 7,– pp. 18-23
2. Krishnan R., Asundi M.K., Zirconium Alloys in Nuclear Technology // Proc. Indian Acad. Sci. – 1981, N 4,pp. –41-56
3. Арапова, Г.А. Спектрофотометрическое определение Zr с реагентами БПАС и ОКБАП в природных объектах / Г.А.Арапова, Н.В.Королева // Современные физ-хим.методы анализа пром.и природ. Объектов.– М., –1986, –с. 29-32
4. Басаргин, Н.Н. Фотометрическое определение Zr с реагентом БПАС в высоколегированных сталях / Н.Н.Басаргин, Н.К. Баскова, Н.В.Хохлова. [и др.] // Журнал Заводская лаборатория, –1981, т. 47, № 10. –с. 14-15
5. Гусейнов, Х.И. Некоторые азопроизводные пирокатехина, как реагенты на Zr / Х.И.Гусейнов, А.Л.Шабанов, Т.Д.Ализаде //Азербайджанский химический журнал, –1983, № 4, –с. 122-128
6. Вилкова, О.М. Азопроизводные пирокатехина как реагенты на цирконий/ О.М.Вилкова, В.М.Иванов, А.И. Бусев // Журнал аналитической химии. –1978, т 33. № 4, –с. 716-726
7. Кольцбехер, З. Органические реагенты в неорганическом анализе / З.Кольцбехер. –М. : Мир, –1989. –с. 115 -118
8. Накамото, И. К. ИК- спектры неорганических и координационных соединений / И.К. Накамото. –М.: Мир. –1965. –с. 109-114
9. Кафаров, О. Н. Исследование тройных комплексов титана и ванадия с полифенолами и аминами методом ИК- спектроскопии / О.Н. Кафаров, Т.Д.Ализаде, Г.А. Гамидзаде // Журнал Неорганической Химии. –1980, №9, –с. 2421-2426
10. Вилкова О. М., Генъ Л. И., Иванов В. М., «Журнал Аналитической Химии», –1979, т. 34. –с. 2152-2157
11. Вилкова О. М., Генъ Л. И., Иванов В. М. «Журнал Аналитической Химии», –1980, т. 35, – с. 5-12
12. Цоллингер, Г. Химия азокрасителя / Цоллингер, Г. , –Л.: Госатомиздат, –1960. –364 с.
13. Назаренко В. А., Винковецкая С. Я. «Журнал аналитической химии», –1967, № 22, –с. 181-186
14. Иванов В. М., Нгуен Хыу Ви. Журн. Аналит. Химии. –1981, т.36. № 1. –с. 149-155
15. Конунова, Ц.Б. Координационные соединения титана (IV), циркония (IV) и гафния (IV) с тиосемикарбазоном циклогексана / Ц.Б.Конунова, С.А.Кудрицкая // Журнал неорганической Химии. –1987, т.32. №6, – с. 1359-1363
16. Amin, A.S. Novel approach for the determination of zirconium by solid-phasespectrophotometry / A.S. Amin // Journal of Taibah University for Science, –2015, v. 9, N 2, – pp. 227-236.

17. Lasheen, T.A. Spectrophotometric determination of zirconium (IV) and hafnium (IV) with pyrazolo (1, 5-a) quinazolin-6-one derivative reagent / T.A.Lasheen, G.M.Hussein, Y.M.Khawassek [et al.] //Analytical chemistry an Indian joiurnal, –2013, v.12, i.10, –pp. 368-376
18. Bagheri H., Saber-Tehrani M., Shishehbore M.R., Shahvazian M., Janus Green Dye as a New Reagent for Catalytic Kinetic Determination of Zirconium in Ceramic Materials, Progress in color, colorants and coatings, –2010, v.3, i.2, –pp. 58-65
19. Bağda E., Tuzen M., Determination of zirconium in water, dental materials and artificial saliva after surfactant assisted dispersive ionic liquid based microextraction. Royal Society Chemistry Advances. –2015, v.5, –pp. 107872–107879.
20. Корестелев, П. П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ / , П. П. Корестелев. –М.: Наука, –1964, –260 с.

РЕЗЮМЕ

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИРКОНИЯ МЕТОДОМ ДИСПЕРСИОННОЙ ЖИДКОСТНО-ЖИДКОЙ МИКРОЭКСТРАКЦИИ И ПЛАВАЮЩЕЙ КАПЛИ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ФАЗЕ

Ахмедов И.А.

Ключевые слова: Цирконий (IV), бензидин-бис-азопирокатексин, поверхностно-активные вещества, ОП-10.

Дисперсная жидкостно-жидкостная микроэкстракция и метод плавающих капель органической фазы были использованы для определения разнолигандного комплекса, образованного цирконием с бензидин-бис-азопирокатексином и ОП-10. Определены оптимальные условия образования комплекса. При pH = 2.45, объем экстракционного раствора составляет 250 мкл, а концентрация лиганда составляет 3×10^{-5} моль $^{-1}$, в максимальном количестве металл образует комплекс. Максимальная яркость приходится на 585 нм. Результаты эксперимента были статистически оптимизированы, и было обнаружено, что основным фактором, влияющим на образование комплекса, был pH.

SUMMARY

SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF ZIRCONIUM BY THE METHOD OF DISPERSION LIQUID-LIQUID MICROEXTRACTION AND FLOATING DROPLET IN THE ORGANIC PHASE

Ahmadov I.A.

Key words: Zirconium (IV), benzidine bis-azopirocatexin, surfactants, OP-10.

Dispersion liquid-liquid microextraction and organic-phase floating droplet method were used to determine the multi-ligand complex formed by zirconium with benzidine bis-azopirocatexin and OP-10. The optimal conditions for the formation of the complex were determined. At pH = 2.45, the volume of the extraction solution is 250 μ L, and the concentration of the ligand is 3×10^{-5} mol L^{-1} , the metal forms a complex in the maximum amount. The maximum brightness occurred at 585 nm. The results of the experiment were optimized statistically and it was found that the main factor influencing the formation of the complex was the pH.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	23.05.2021
	Son variant	23.02.2022

XIZI İNZİBATI RAYONUNUN LANDŞAFT PLANLAŞDIRILMASININ İNVENTARLAŞDIRILMASI

¹**AĞAYEV TAHİR DÖVLƏT oğlu**

²**YUSİFOVA SƏBİNƏ NİZAMİ qızı**

³**ƏHMƏDOVA NƏRMİN MİRZALI qızı**

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-professor, 2-baş müəllim, 3-müəllim

aqayev_tahir@mail.ru

***Açar sözlər:** inventarlaşdırma, landşaft planlaşdırılması, təbiətdən istifadə, sosial iqtisadi şərait, məskunlaşma, ekoloji problemlər*

Giriş. Landşaft planlaşdırılması ərazi planlaşdırılmasının mühüm tərkib hissəsi olmaqla yanaşı, regionlarda əhalinin təsərrüfat fəaliyyətinin inkişaf etməsinə böyük təsir göstərir [1,2,3]. Bu da daha çox ekoloji-iqtisadi optimallaşdırmaya istiqamətlənmişdir ki, bu səbəbdən də onun elementləri (şəhərsalma, nəqliyyat, kommunikasiya, energetika və s.) rayon planlaşdırılmalarında, kənd təsərrüfatı və onun ayrı-ayrı sahələrinin inkişafını əhatə edən dövlət proqramlarında və yol xəritələrində öz əksini tapmışdır. Landşaft planlaşdırılması aparıldıqda, birinci növbədə, ərazi haqqında məlumat əldə edilir və inventarlaşdırılır. Inventarlaşdırılma mərhələsində təbii mühitin vəziyyəti və ərazinin sosial-iqtisadi şəraiti haqqında məlumatlar təhlil edilir, daha sonra yaranan təbii-ekoloji problemlər müəyyən edilərək, ətraf mühitə ziyan vurmada ərazinin inkişafı üçün prioritet istiqamətlər seçilir. Təqdim edilən məqalədə Xızı inzibati rayonunun landşaft planlaşdırılmasının inventarlaşdırılması məsələsinə baxılır.

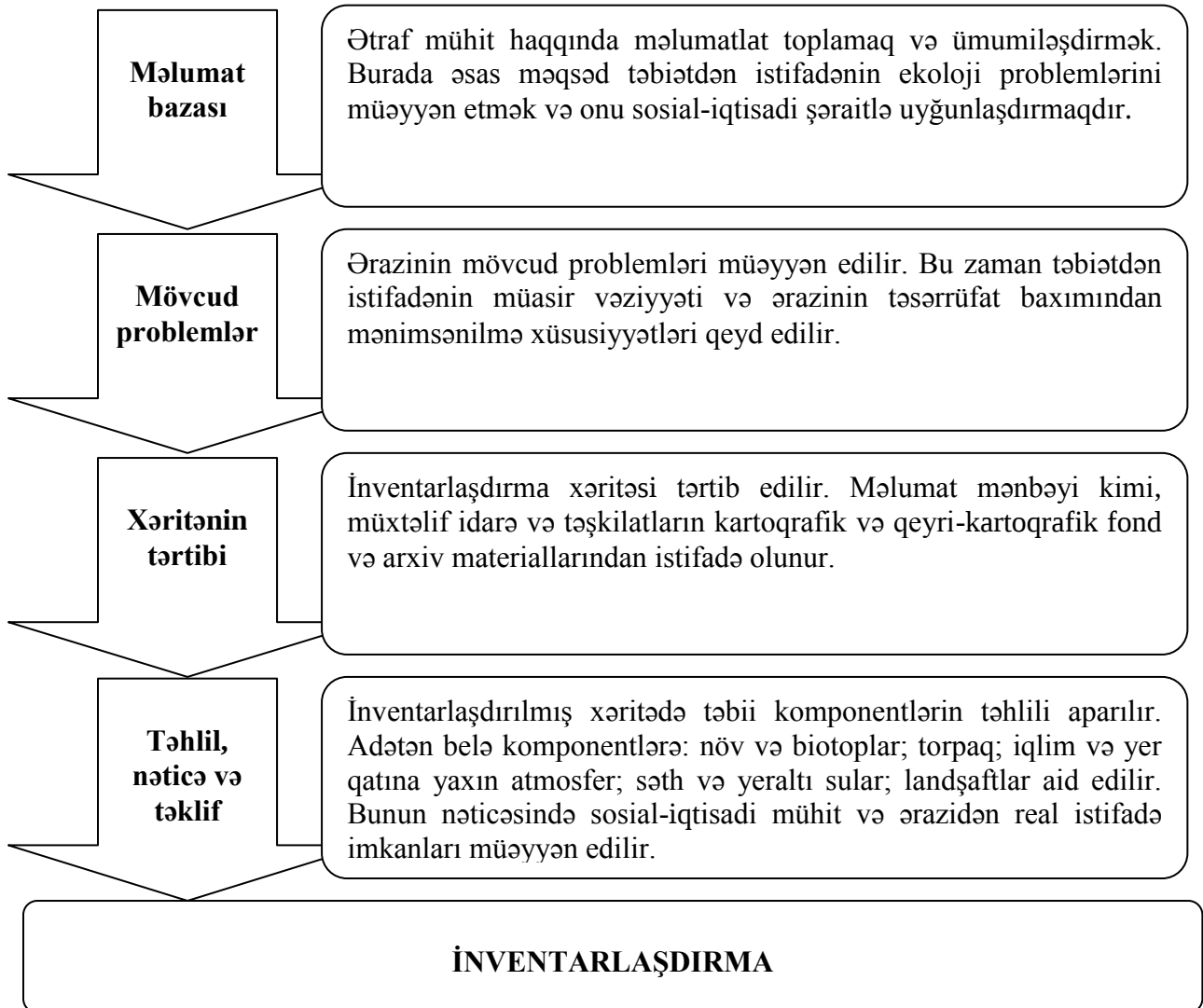
Təcrübi hissə. Landşaftın inventarlaşdırılma mərhələsində toplanmış materialların təkrarlanmaması üçün məlumat bazasında unikal sahələr ilə yanaşı, açar sahələr də yaradılır ki, nəticədə təkrarlanan məlumatlar çıxarılır. Bu da təhlil zamanı nəticələrin həqiqiliyinin yoxlanılmasının sürətlə aparılmasına və dəqiqliyinin artırılmasına xidmət edir. Sonda məlumatların idarə edilməsi və yeni məlumatların daxil edilməsi üçün aparat sistemi daim təkmilləşdirilir və inventarlaşdırma daha dəqiq aparılır. Burada əsas məqsəd təbiətdən istifadə zamanı baş verə biləcək ekoloji problemləri qabaqcadan müəyyən etmək, onların qarşısını almaq və istehsal prosesində ətraf mühitin elementlərini sosial-iqtisadi şəraitlə uyğunlaşdırmaqdır. Bu zaman təbiətdən istifadənin müasir vəziyyəti və ərazinin təsərrüfat baxımından mənimsənilmə xüsusiyyətləri də inventarlaşdırılır.

Baza hazırlandıqda və problemlər müəyyən edildikdən sonra inventarlaşdırılma xəritəsi tərtib edilir. Xəritə tərtib edildikdə məlumat mənbəyi kimi müxtəlif tip kartoqrafik və qeyri-kartoqrafik materiallardan, aerokosmik fotosəkillərdən və CİS texnologiyasından (Esri, HERE, Delopme, İntermap, GeoBase, OpenStreetMap contributors and the GIS User Company) istifadə olunur.

Inventarlaşdırılma mərhələsində xəritə tərtib edilən zaman mövcud ənənəvi və elektron xəritələrdən istifadə edilməklə ərazinin antropogen pozulmasının xarakteri və dərəcəsi müəyyən olunaraq onlar “Overli” əməliyyat sistemi vasitəsilə ümumiləşdirilir.

Son nəticə kimi ərazidən istifadə zamanı əsas məsələ landşaftın bütün komponentlərindən maksimum yararlanmaqdır. Bu da ətraf mühitin qorunub-saxlanılmasında, ekoloji tarazlığın bərqərar olunmasında, əhalinin məskunlaşmasının genişləndirilməsində, təsərrüfat sahələrinin inkişaf etdirilməsində, infrastruktur sahələrinin yaradılmasında və s. istifadə imkanlarını artırır.

Ümumiləşdirilmiş şəkildə deyə bilərik ki, landşaftların inventarlaşdırılması aparıldıqda təbii mühitin müasir vəziyyəti, ərazinin sosial-iqtisadi şəraiti və ekoloji gərgin zonaları haqqında materiallar toplanaraq məlumat bazasında sistemləşdirilməli və məlumat bazasının idarəetmə sistemi vasitəsilə daim təkmilləşdirilməlidir. Bu zaman təbiətdə və sosial-iqtisadi münasibətlərdə mövcud problemlər aşkarlanır, onların təhlili aparılır və ərazidən istifadənin prioritet sahələrinin inkişafı üçün təbii mühitin komponentləri müəyyənləşdirilir (şək.1).



Şəkil 1. *İnventarlaşdırma mərhələləri*

Xızı inzibati rayonunda inventarlaşdırılma mərhələsinin əsas nəticəsi 1:100000 miqyaslı xəritə üzərində göstərilmişdir. Nəticələr planlaşdırılma aparılan ərazisində mövcud problemlərin müəyyənləşdirilməsinə əsaslanıb. Xəritənin məzmunu isə təbii mühitin müasir vəziyyətini və ərazinin təsərrüfat baxımından istifadəsinin əsas xüsusiyyətlərini əks etdirir. Bununla yanaşı, inventarlaşdırma xəritəsi tərtib edildikdə təbii komponentlərin müasir vəziyyəti təhlil edilərək ərazinin əsas inkişaf göstəriciləri müəyyən olunur.

Bir çox mütəxəssislər ərazi planlaşdırılmasını, yalnız məskunlaşma ərazisi daxilində əhalinin, istehsal və qeyri-istehsal sahələrinin, təbiətdən istifadənin məkanda əlverişli yerləşdirilməsi və onların bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərməsi kimi izah edilir [3].

Ümumiyyətlə, Xızı inzibati rayonunun ərazisindən axan çaylar regionda əkinçiliyin inkişafına müsbət təsir edir. İnzibati rayonun turizm və rekreasiya əhəmiyyətli əraziləri əsasən dağlıq bölgələrdə yerləşir ki, buranın da xeyli hissəsi meşə sahələri ilə örtülmüşdür. Ərazidə meşələrin çox hissəsi Altıağac Milli Parkının ərazisində yerləşir. Altıağac Dövlət Təbiət Qoruğu və ona həmsərhəd olan dövlət meşə fondu torpaqlarının bazasında 2004-cü ildə sahəsi 11035 ha olan Altıağac Milli Parkı yaradılmışdır.

Qeyd edilməlidir ki, Altıağac Milli Parkının 9981 ha ərazisi, yəni 90,45%-i meşə sahələri ilə örtülüdür ki, onun da 1,19%-i seyrək meşələr, acıqlıqlar və boşluqlardan ibarətdir. Meşəsiz sahələr isə ümumi ərazinin 9,26%-ni təşkil edir (cədvəl 1). Ərazidə olan otlaq sahələri 266 ha-dır ki, ondan da kənd əhalisi heyvandarlıq məqsədilə istifadə edirlər. Su sahələri, çaylar, göllər, kanallar isə 0,29%-dir [4].

Cədvəl 1.

Altıağac Milli Parkının təbii landşaft sahələri

Təbii landşaftlar	Sahəsi	
	ha	%
Meşə sahəsi	9981	90,45
- meşə ilə örtülü sahə	9850	89,26
- seyrək meşələr, acıqlıqlar və boşluqlar	131	1,19
Meşəsiz sahələr	1054	9,26
- otlaq sahəsi	266	2,41
- qayalıqlar	429	3,89
- yarpaqlar, daş yığınları, yollar	299	2,71
- qaz kəmərinin keçdiyi sahə	27,6	0,25
Su sahələri (çay yataqları)	32	0,29
Cəmi:	11035	100

Mənbə: K.S.Əsədov, E.P.Səfərova hesablamalarına əsasən tərtib edilmişdir [5]

Altıağac Milli Parkının ərazisində 4 landşaft kompleksi: alçaq dağlığın quru çöl və kolluqları, alçaq dağlığın meşələri, orta dağlığın meşələri, orta və qismən yüksək dağlığın fıstıq-palıd meşələri aiddir [6]. Milli Parkının ərazisində torpaq tipləri yüksəklik qurşaqlara görə dəyişir və şabalıdı, açıq şabalıdı, dağ-şabalıdı, dağ-çəmən, dağ-qara, çimli, açıq-qonur, qəhvəyi, sarı, sarı-çəmən, qonur-sarı və s. torpaq tipləri geniş yayılıb [4, s. 26].

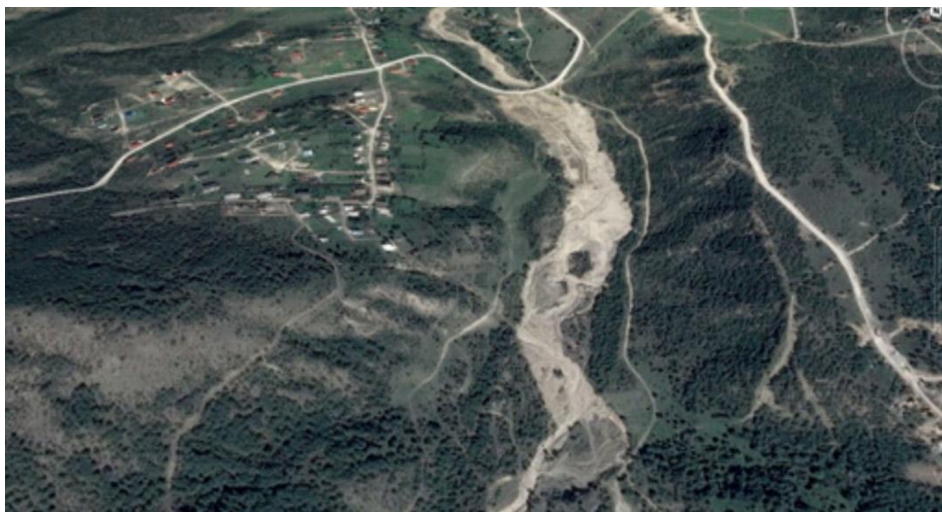
Qeyd edilməlidir ki, tikinti materiallarının çıxarılması zamanı torpaq-bitki örtüyünün məhvi nəticəsində texnogen landşaftlar yaranır ki, bu da sahələrdə çala və boş süxurlardan ibarət karxanaların yaranmasına səbəb olur (şəkl.2).



Giləzi qəsəbəsi yaxınlığında qum-çınqıl karxanası



Fındığan kəndi yaxınlığında çinqıl karxanası



Xələc kəndi yaxınlığında çinqıl karxanası

Şəkil 2. *Təsərrüfat fəaliyyəti nəticəsində yaranan texnogen landsaftlar*

Ərazidən Ataçay və onun bir sıra kiçik qollarının keçməsi, həmçinin yayı quraq keçən mülayim-isti iqlim tipinin hakim olması burada turizm-rekreasiya ocaqlarının və istirahət mərkəzlərinin yaradılması üçün əlverişli şərait yaratmışdır. Son illər burada tikilən turizm obyektləri və istirahət mərkəzləri dağ kəndlərində sosial-iqtisadi inkişafa bir qədər nail olmağa yardımçı olsalar da problemi tam aradan qaldırmaq mümkün olmamışdır. Çünki ərazidə yaradılan turizm obyektləri beynəlxalq standartlara uyğun gəlmir, turistlərə təklif olunan xidmətlər isə yetərli deyildir.

Altıağac Milli Parkının paytaxt Bakı şəhərinə yaxınlığı (120 km), buradan kütləvi turizm məqsədilə istifadəyə imkan yaradır. Azərbaycanın şimal turist marşrutu üzərində yerləşən Milli Parkda ekoturizm və dağ turizminin inkişafını təmin etmək olar [6, s. 32].

İnventarlaşdırılmış xəritədə təbii komponentlərin təhlili aparılan zaman sosial-iqtisadi amillər də nəzərə alınır. Sosial-iqtisadi amillərə Xızı inzibati rayonu daxilində fəaliyyət göstərən sənaye və kənd təsərrüfatı müəssisələri, sosial infrastruktur obyektləri və s. təsir edir.

Xızı inzibati rayonu Abşeron iqtisadi-coğrafi rayonunun ümumi ərazisinin 28,4%-ni, əhalisinin isə cəmi 0,6%-i (2015-ci il) təşkil edir. Məskunlaşma baxımından olduqca seyrək olan inzibati rayon regionda bir sıra istehsal sahələri ilə seçilir. 2015-ci ilin statistik materiallarına əsasən, Abşeron iqtisadi-coğrafi rayonunda istehsal olunan sənaye məhsulunun 0,02%-i, kənd təsərrüfatı məhsulunun isə 32%-i Xızı inzibati rayonun payına düşür [7].

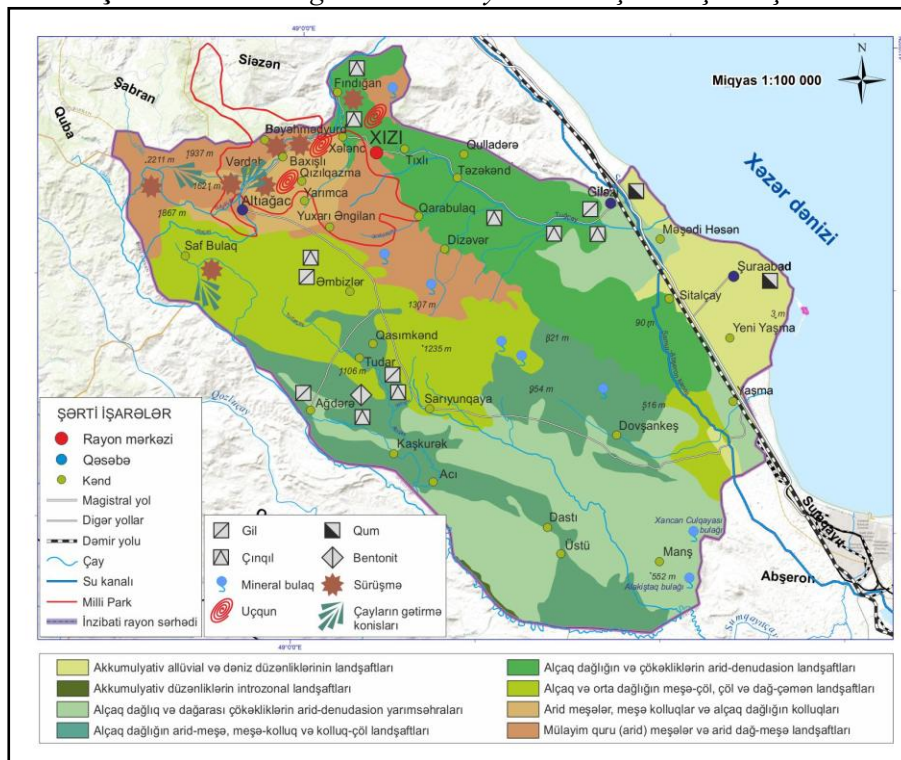
Yuxarıda qeyd olunanlarla yanaşı, ərazidə mütəmadi olaraq baş verən təbii fəlakət hadisələri inzibati rayonun sosial-iqtisadi inkişafına mənfi təsir edir. Məsələn, son illərin təhlilinə baxsaq

görürük ki, 5-7 oktyabr 1995-ci ildə Xızı inzibati rayonunun ərazisinə yağan güclü leysan yağışları nəticəsində yaranmış sel suları yaşayış məntəqələrinə, rabitə və qaz xətlərinə, avtomobil yollarına, körpü və qurğulara, kanallara, şəxsi təsərrüfatlara, dövlət əmlakına və s. küllü miqdarda ziyan vurmuş, hətta insan tələfatı da olmuşdur. Təbii fəlakət nəticəsində dəyən ziyanın aradan qaldırılması məqsədilə 14 oktyabr 1995-ci ildə Azərbaycan Respublikasının Prezidenti Sərəncam vermiş və Xızı inzibati rayonunda bərpa-gücləndirmə və təmir işləri həyata keçirilmişdir. 30 noyabr 2016-cı ildə isə 11 yaşayış məntəqəsini birləşdirən Xızı-Altıağac avtomobil yolunun 3-cü və 11-ci km-də sürüşmə hadisəsi baş vermiş, avtomobil yolunun 3-cü km-də 250 m, 11-ci km-də isə 700 m məsafə asfalt örtüyü dağılmışdır (şəkl.3).

Xızı inzibati rayonunun sosial-iqtisadi inkişafına mənfi təsir edən amillərdən biri də meşə yanğınlarıdır. Meşə yanğınları zamanı ətraf ekosistemə ziyan dəyir, meşə döşənəyi məhv olur. 30 iyul 2015-ci ildə Xızı inzibati rayonun Dizəvər yaylağında qeydə alınmış meşə yanğını küləklə müşayiət olunduğundan geniş ərazini əhatə etmiş və nəticəsində 100 ha otlaq və 8 ha kolluq-kos sahəsi yanmışdır.



Şəkil 3. Xızı-Altıağac avtomobil yolunda baş vermiş sürüşmə



Mənbə: Azərbaycan Respublikasının Milli Atlası, Esri, HERE, DeLorme, Intermap, GeoBase, OpenStreetMap contributors and the GIS User Company

Şəkil 4. Xızı inzibati rayonunun landşaft inventarlaşdırılması xəritəsi

21 iyul 2016-cı ildə Qarabulaq kəndi yaxınlığında baş vermiş yanğın 215 ha otlaq və 50 sot meşə sahələrini əhatə etmişdir. Meşələrə ciddi ziyan dəyməsədə quru ot sahəsi tamamilə yanmışdır. 29 avqust 2017-ci ildə Xızıda “N” sayılı hərbi hissənin silah-sursat anbarında baş verən partlayış nəticəsində 15 ha yaxın meşəətrafı sahəyə ziyan dəymişdir. Bu da ərazinin landşaftlarına mənfi təsir etmiş, onların deqradasiyaya uğramasına səbəb olmuşdur.

Yuxarıda qeyd olunan bütün bu amillər Xızı inzibati rayonunun landşaft inventarlaşdırılması xəritəsinin hazırlanmasında və onun gələcəkdə təbii mühit və ərazidən real istifadə imkanlarının müəyyən edilməsinə köməklik göstərəcəkdir (şəkl.4).

Topladığımız baza əsasında və apardığımız tədqiqat nəticəsində tərəfimizdən hazırlanmış “Xızı inzibati rayonunun landşaft inventarlaşdırılması xəritəsi”ndə landşaftlar üzərində yaşayış məntəqələri, yol-nəqliyyat şəbəkəsi, çaylar və su kanalları ilə yanaşı, ərazidə mövcud olan təbii ehtiyatlar, gil, qum, çinqil, bentonit, mineral sular ilə yanaşı, sürüşmə, uçqun və çayların gətirmə konusları qeyd edilmişdir. Bütün bu komponentlər gələcəkdə ərazidən istifadə edilməsi yollarının müəyyən edilməsində yardımçı rolunu oynayır.

ƏDƏBİYYAT

1. Намазова, С.Н. Роль ландшафтного планирования в использовании природного ресурсного потенциала // Приволжский научный вестник, №12-1(64). –Ижевск: –2016, –с. 116-118
2. Mərdanov, I. I. Baş Qafqaz silsiləsinin subnival-nival qurşağında landşaft müxtəlifliyinin tədqiqi / I. I. Mərdanov, T. D. Ağayev, D. Q. Süleymanlı // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 1. – P. 43-46. – EDN KTCLRL. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46196409>
3. Azərbaycan Respublikasının coğrafiyası, 3 cildə: III c., Regional Coğrafiya. –Bakı: Avropa, – 2015, –400 s.
4. Əlizadə, E.K. Abşeron yarımadasının müasir landşaftlarının ekogeokimyəvi xüsusiyyətləri. / E.K.Əlizadə, Q.İ.Rüstəmov, E.C.Kərimova. – Bakı: Avropa, –2015, –245 s.
5. İbrahimov, T.O. Landşaft tədqiqatları və onların ekoloji problemləri / T.O. İbrahimov, –Bakı: Elm, –2015, –384 s.
6. Daşdıyev R.H. Landşaftın ekologiyası / R.H. Daşdıyev, –Bakı: MBM, –2010, –140 s.
7. Azərbaycanın regionları, 2016. ARDSK. –Bakı: 9 nömrəli kiçik müəssisə, –2016. –820 s.

РЕЗЮМЕ

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ХЫЗИНСКОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА

Агаев Т.Д., Юсифова С.Н., Ахмедова Н.М.

Ключевые слова: *инвентаризация, ландшафтное планирование, природопользование, социально-экономические условия, поселение, экологические проблемы.*

Рассматривается вопрос инвентаризации ландшафтного планирования Хызинского административного района. На этапе инвентаризации получают информацию о состоянии природной среды и социально-экономических условиях местности, затем выявляют проблемы, возникающие в природопользовании, и в результате анализа выделяют приоритетные направления развития территории без нанесения ущерба окружающей среде. Основной целью исследования является заблаговременное выявление экологических проблем, которые могут возникнуть при природопользовании, их предотвращение и приспособить элементы внешней среды к социально-экономическим условиям в процессе производства.

SUMMARY

INVENTORY OF LANDSCAPE PLANNING OF THE KHIZI ADMINISTRATIVE REGION

Agaev T.D., Yusifova S.N., Achmedova N.M.

Key words: *inventory, landscape planning, environmental management, socio-economic conditions, settlement, environmental problems.*

The issue of inventory of landscape planning of the Khizi administrative region is considered. At the stage of the inventory, information is obtained on the state of the natural environment and the socio-economic conditions of the area, then the problems arising in the use of natural resources are identified, and as a result of the analysis, priority areas for the development of the territory are identified without causing damage to the environment. The main purpose of the study is to identify in advance environmental problems that may arise during the use of natural resources, to prevent them and to adapt elements of the external environment to socio-economic conditions in the production process.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	01.02.2022
	Son variant	28.04.2022

UOT: 631.44

DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_53

COĞRAFİ İNFORMASIYA SİSTEMLƏRİ (CİS) VASİTƏSİLƏ XƏZƏR GÖLÜNÜ NƏFTLƏ ÇİRKƏNƏN MİŞ ƏRAZİLƏRİNDƏ APARILMIŞ EKOLOJİ TƏDQİQAT İŞLƏRİNİN TƏHLİLİ

¹SADİQOV RAMİL ƏLİ oğlu²ABDULLAYEVA MAYA YADİGAR qızı*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, 1-aqrar e.f.d., 2-k.e.n., dosent*mayaabdullayeva@hotmail.com

Açar sözlər: *Xəzər dənizi, peyk monitorinqi, dəniz səthi, neftin çirklənməsi, ekoloji risklər, təbii karbohidrogen sızmaları, gəmilərin sızması.*

Giriş. Xəzər regionu neft və qaz hasilatı, gəmiçilik, balıqçılıq, müxtəlif duzların və faydalı qazıntıların çıxarılmasıdır. Xəzər dənizi dünyanın ən böyük neftli regionlarına aiddir. Xəzər dənizi regionunun ümumi neft ehtiyatları 250 milyard bareldən yuxarı qiymətləndirilir (Əliyev, 2010). Xəzər dənizində kəşf edilmiş neft ehtiyatları təxminən 10 milyard ton təşkil edir. Neft və qaz getdikcə artan miqyasda hasil edilir və nəql edilir ki, bu da bir çox ciddi ekoloji və su idarəetmə problemlərinin yaranmasına səbəb olur [1-5].

Uzun illərdir ki, Xəzər dənizinin əsas ekoloji problemi həm neft hasilatı, həm də daşınması, eləcə də dəniz səviyyəsinin dəyişməsi ilə əlaqədar olan, ikinci dərəcəli çirklənməyə, çayların axmasına və hətta seysmik aktivliyə səbəb olan neftlə çirklənmə olmuşdur ki, bu da təbii fəlakətlərə səbəb olur. neft dənizin dibindən süzülür. Neftlə çirklənmə fitobentos və fitoplanktonun inkişafına mane olur, oksigen istehsalını azaldır və dib çöküntülərində toplanır. Suyun səthində yağ təbəqəsinin 0,1 mm-ə qədər artması qaz mübadiləsi prosesinə mane olur və hidrobiontların ölümü ilə təhlükə yaradır. Bu hadisə artıq suyun səthində 1 q/m² neftə çatdıqda müşahidə olunur. Neft bakteriya və fitoplanktondan tutmuş balıqlara qədər dəniz orqanizmlərinə təhlükəli təsir göstərir. Neft məhsullarının konsentrasiyası 0,01 mq/l, balıqlar üçün, fitoplanktonlar üçün 0,1 mq/l, makroyosunlar üçün 100 mq/l təhlükəli olur [6-9].

Tədqiqatın əsas məqsədi Xəzər dənizinin Qazaxıstan sektorunda 2005-2012-ci illər üçün ASAR (ENVISAT) radar peyk şəkilləri əsasında neftlə çirklənmə səviyyəsini qiymətləndirməkdir. Daxil olan vəzifələr aşağıdakılardır: neft ləkələrinin aşkar edilməsi, mümkün çirklənmə mənbələrinin müəyyən edilməsi, neft qalıqlarının ən çox tıxac olduğu ərazilərin müəyyən edilməsi, neft dağılmalarının rəqəmsallaşdırılması və ümumi çirklənmə xəritəsinin yaradılması. Bundan əlavə, radar məlumatlarından və əlavə CİS məlumatlarından istifadə etməklə neft dağılmalarının monitorinqi üçün etibarlı çərçivə hazırlanmış və məlumat/metod bölməsində izah edilmişdir [10].

2019-cu ildə dəniz səthinin neftlə çirklənməsinin tədqiqi müxtəlif peyklərdə quraşdırılmış və elektromaqnit dalğalarının müxtəlif diapazonlarında işləyən sensorlar tərəfindən əldə edilən peyk görüntülərinin birgə istifadəsinə əsaslanır. Görünən və mikrodalğalı diapazonlardakı məlumatlar təhlil üçün əsas materialı təmin etdi. Biz Sentinel-1A və -1B peyklərinin göyertəsində SAR-lar tərəfindən əldə edilmiş yüksək ayırdetməli radar görüntülərindən istifadə etdik. Dəniz səthinə neft dağılmaları müxtəlif xüsusiyyətlərə və miqyaslara malikdir və onları peyk şəkillərində 100% əminliklə aşkar etməyə imkan verən tipik xüsusiyyətləri dəqiq müəyyən etmək həmişə mümkün olmur. Daha etibarlı şərh üçün SAR məlumatları dəniz səthi və suyun vəziyyəti, dəniz səthinin temperaturu və mezomiqyaslı su dinamikası haqqında digər peyk məlumatları ilə tamamlanır. Biz

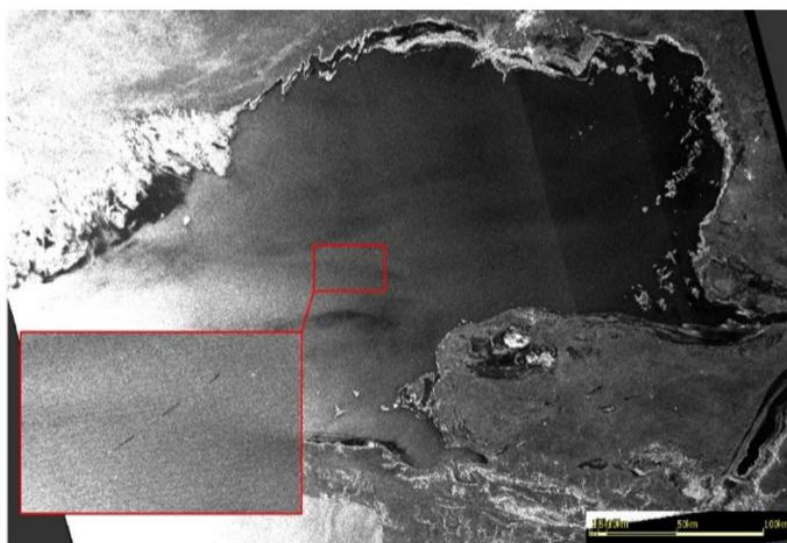
Sentinel-2A, -2B peyklərinin göyərtəsindəki MSI sensorları və Landsat -8 peykinin OLI-TIRS sensoru ilə görünən zolaqlarda götürülmüş məlumatlardan istifadə etdik [9,10].

Bir çox gəmi ləkələri çox fərqli bir xətt görünüşünə malikdir. Neftin boşaldılması zamanı və ya sıfırlamadan dərhal sonra çəkilməmiş şəkillərə baxıla və ehtimal olunan çirkləndirici tez bir zamanda müəyyən edilə bilər (Şəkil 1-də gəmi dağılmanın bilavasitə yaxınlığında yerləşən parlaq işıq nöqtəsi kimi göstərilir.). Beləliklə, 1-cu şəkil cənub-qərb istiqamətində təkrarlanan hərəkət edən gəmilərlə neft tullantılarını əks etdirir (gəminin uyğunluğunun başlanğıcında parlaq nöqtə ilə çox kilometrə uzanan fasiləsiz zolaq). Lazım gələrsə, gəmilərin avtomatlaşdırılmış izlənilməsi sistemindən istifadə AIS (avtomatik identifikasiya sistemi) gəminin tipini və şəxsiyyətini müəyyən edə bilər və bundan əlavə, günahkarları məsuliyyətə cəlb edə bilər.

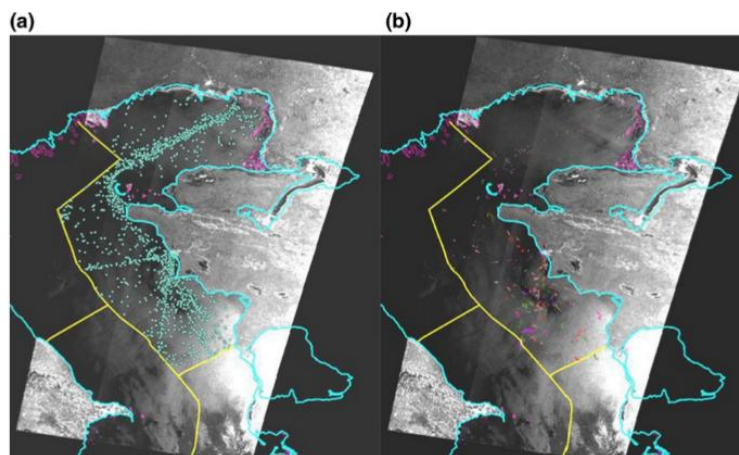
İdentifikasiyadan sonra sliklər onların kartoqrafik əsasına yerləşdirilən vektor qatında rəqəmsallaşdırıldı. Şəkil 1 il ərzində regionda daşıma vəziyyəti və neft ləkələrinin paylanması göstərilmişdir. Naviqasiya xəritələrinin və neftlə çirklənmənin birgə təhlili göstərir ki, şlakların böyük hissəsi əsasən Aktau limanından cənuba gedən, Bakı (Azərbaycan), Neka (İran) və Türkmənbaşı (Türkmənistan) istiqamətlərinə yönəldilmiş gəmiçilik marşrutları boyunca cəmləşmişdir. Bu, bu istiqamətdə, eləcə də lövbərin yerləşdiyi Aktau limanının yaxınlığında naviqasiyanın daha böyük intensivliyini göstərə bilər. Aktau limanının yaxınlığındakı forma şlakları (slidalar yuvarlaqlaşdırılıb) gəminin lövbərdə boşalmalarını göstərir. Xəzər dənizinin Aktau limanının şimal hissəsində, Həştərxan (Rusiya), Atırau (Qazaxıstan) istiqamətində və Kaşaqan neft yatağında müəyyən sayda şlaklar aşkar edilib. Şimal-şərq hissəsində gəmiçiliyin intensivliyi əsasən balıqçılıq və Kaşaqan neft yatağında fəaliyyətlə bağlıdır.

Çəkiliş zamanı yaranan gəmidən boşalma. Fotoşəkilə gəmi (parlaq nöqtə) göstərilir - ehtimal ki, neft tullantılarının yaradıcısı. Dağılmaların xarakteri və forması gəminin SW istiqamətində hərəkəti zamanı təkrar sıfırlanmasını göstərir. Dağılmaların ümumi səthi 1,87 km² təşkil edir. 13 sentyabr 2009-cu il tarixindən WSM ENVISAT radar şəkillərinin fragmenti (Environmental Earth Sciences (2018) 77:198)

Şəkil 2a (solda) ENVISAT peykinə əsasən Xəzər dənizinin Qazaxıstan sektorunun sularında illik gəmi hərəkəti. Mavi rəng məhkəməni göstərir. b (sağda) ASAR ENVISAT (ESA) tərəfindən 2005–2012-ci illər (aprel-oktyabr) dövrü üçün Xəzər dənizinin Qazaxıstan sektorunda aşkar edilmiş bütün neft dağılmalarının xəritəsi (Environmental Earth Sciences (2018) 77:198)



Şəkil 1. Şimali Xəzər dənizi.



Şəkil 2. Xəzər dənizinin Qazaxıstan sektorunun sularında illik gəmi hərəkəti

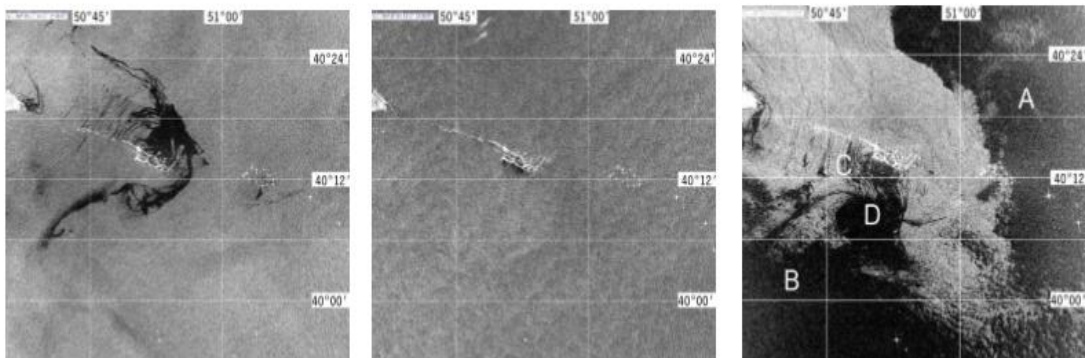
Əlverişli olmayan küləyin sürəti 10 m/s-dən yüksək olan, eləcə də atmosfer-okean sərhəd qatında aktiv proseslərin mövcudluğu şəraitində çəkilmiş radar şəkilləri neftin yaxınlığında radar səpələnməsinin azalmış çox kiçik (və ya ümumiyyətlə yox) qaranlıq sahələrini aşkar edir. qurğu. Bu vəziyyət yüksək külək sürətində (9-10 m/s-dən çox) həm neft, həm də biogen çirkləndirici filmlərin külək və dalğalar tərəfindən pozulduğu və radar görüntülərində həmişə müəyyən edilə bilmədiyi üçün baş verir. Güclü külək və dalğaların birləşməsi neft ləkələrinin əmələ gəlməsinə mane olur. Bundan əlavə, atmosfer imzalarının səbəb olduğu NRCS-in əhəmiyyətli dəyişiklikləri bəzən radar təsvirinin əhəmiyyətli hissəsini əhatə edə bilər. Bəzən belə şəraitdə dəniz səthində neft ləkələrini müəyyən etməyi qeyri-mümkün edir.

Yuxarıda qeyd olunan bütün amillər güclü küləklər və pozulmuş atmosfer şəraitində çirklənmiş ərazinin ölçüsünün aşağı qiymətləndirilməsi ehtimalının yüksək olmasına səbəb olur. “Neft Daşları” neft hasilatı sahəsi üzərindən çəkilmiş Sentinel-1 SAR şəkli Şəkil 3a və b-də təsvir edilmişdir. Səthə yaxın atmosferdə konvektiv proseslərin yaratdığı külək sahəsinin dəyişməsi radar görüntüsündə gözə çarpan hüceyrə quruluşunu yaradır və bu şəkildə neft ləkələrini asanlıqla müəyyən etmək mümkün deyil.

Digər tərəfdən, dəniz səthində neft tərkibli filmlərin olması ilə əlaqəli olmayan, səthə yaxın az külək altında alınan radar görüntülərində çoxlu sayda aşağı geri səpələnmiş sahələr görünür. Dəniz səthinin dalğa sahəsinin kapilyar cazibə komponenti zəif küləksiz şəraitdə inkişaf etməyə bilər. Neft qazma platformalarının yaxınlığında radar görüntülərində görünən zəif külək sahələri neft ləkələri kimi yanlış şərh edilə bilər. Radar görüntülərində bu aşağı səpələnmə (qaranlıq) sahələrin olması neftlə çirklənmənin monitorinqində “yanlış həyəcan signalı” ehtimalını artırır. Beləliklə, aşağı küləklərdə alınan radar məlumatlarından əldə edilən çirklənmiş ərazilərin ölçüləri çox qiymətləndirilə bilər. Şəkil 3c bu vəziyyəti göstərir. Xəzər dənizinin mərkəzi hissəsində çəkilmiş Sentinel-1A SAR-C təsvirində azalmış NRCS-nin geniş qaranlıq sahələri görünür. “A” və “B” ilə işarələnmiş ərazilər zəif küləkli əraziləri təmsil edir. Neft hasil edən platformanın yaxınlığında dəniz səthində neft filmi ilə örtülmüş uzunsov sahələr mövcuddur ki, bu da qısa qravitasiya-kapilyar dalğaların əhəmiyyətli dərəcədə zəifləməsi və şlakların əmələ gəlməsi ilə nəticələnir (“C” ilə işarələnir). Dəniz səthinin hamar olduğu “D” sahəsinin təfsiri, ümumiyyətlə, qeyri-müəyyən nəticələrə gətirib çıxara bilər.

Tədqiqat üçün biz bu yazının (2019-cu ilin avqust ayı) məlumatlarına əsasən əldə edilmiş 2019-cu il üçün Xəzər dənizinin “Neft Daşları” sahəsi üzərindəki bütün Sentinel-1A və 1-B şəkillərini araşdırdıq. Müəyyən edilib ki, “Neft Daşları” neft hasilatı sahəsi üzərində çəkilmiş radar görüntülərinin 65 faizində neft platformalarının yaxınlığında neft ləkələrinin izləri var. Qalan şəkillərdə heç bir ləkə tapılmadı, çünki yüksək/aşağı küləklər onların aşkarlanmasına mane olurdu.

Bu nəticələr 2010-cu ilin yanvarından 2011-ci ilin dekabrına qədər olan dövr üçün ASAR Envisat görüntülərinə və 2014-cü ilin oktyabrından 2015-ci ilin iyununa qədər çəkilmiş Sentinel-1 SAR görüntülərinə əsaslananlarla müqayisə edilmişdir (Mityagina , Lavrova , 2015). Müəyyən edilib ki, sınaq zonasının radar təsvirlərinin 69,3 faizində neft buruqlarının yaxınlığında neft yamaqlarının izləri var. Qalan şəkillərdə sürüşkən strukturlar görünmədi, çünki yüksək/aşağı küləklər onların SAR tərəfindən aşkarlanmasına mane olurdu.



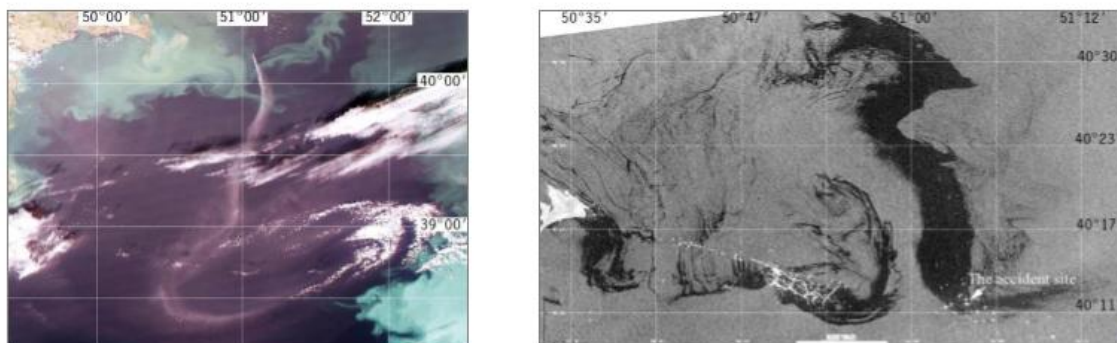
Şəkil 3. a) Neft platformasının yaxınlığında neft ləkələrini göstərən 27 mart 2019-cu il, 14:37 UTC tarixli VV-qütblü Sentinel-1 SAR şəklinin bir hissəsi. Neft qalıqlarının ümumi sahəsi 375 km2-dir; b) 01 iyul 2019-cu il, saat 14:37 UTC, neft platformasının yaxınlığında dəniz səthini göstərən VV-qütblü Sentinel-1 SAR təsvirinin bir hissəsi; c) zəif küləkdə əldə edilmiş 14 yanvar 2019-cu il, 14:37 UTC tarixli VV-qütblü Sentinel-1 SAR şəklinin bir hissəsi. (Ekologiya Monteqro , 25, 2019, 91-105)

Dənizdə neft hasil edən ərazilərdə neftlə çirklənmə. Azərbaycan dənizdəki neft və qaz yataqlarını istismar etməyə başlayan ilk ölkə oldu. İndi Rusiya, Qazaxıstan və Türkmənistan da müvafiq olaraq Xəzər dənizinin şimal-qərb, şimal-şərq və şərq hissələrində dəniz neft yataqlarını işlədirlər. Yalnız İran Xəzər dənizindəki neft yataqlarını hələ də istismar etməyib. Bu il Türkmənistana məxsus Çeleken neft hasilatı sahəsində kiçik ərazinin yalnız bir neçə tək neft qalıqları aşkar edilib. Bu ləkələr daşıma yollarının yaxınlığında yerləşirdi və çox güman ki, neftin həddən artıq yüklənməsi zamanı baş verib. Xəzər dənizinin hazırda neft hasilatının aparıldığı şimal hissəsi üzərindən götürülmüş peyk məlumatlarında xam neftin plyonkaları aşkar edilməyib. Buna baxmayaraq, neft hasilatı və nəqlinin artan tempi, eləcə də yeni neft yataqlarının işlənilməsi, xüsusən də şelfdə olan yeni texnologiyalara (sıfır hasilat, fəvqəladə neftin qarşısının alınması və aradan qaldırılması planları) baxmayaraq, neftlə çirklənmə ehtimalının artmasına səbəb olur. və neft məhsulları və s.) və görülən bütün tədbirlər.

Nəzərə almaq lazımdır ki, Xəzərin, xüsusən onun dayaz şimal hissəsinin özünəməxsus və özünəməxsus xüsusiyyətləri elədir ki, bir ciddi neft sızması nəbə balıqlarının sürülərinə və quş yuvalarına ölümcül zərbə vurmaq üçün kifayətdir. Ümumiyyətlə, neftlə çirklənmə neftin çıxarılması və nəqli üzrə istənilən əməliyyatlarla əlaqələndirilə bilər, onun miqyası kiçik və ya fəlakətli ola bilər. Təəssüf ki, Xəzər dənizində neft hasilatı sahələrində mütəmadi olaraq qəzalar baş verir, onların təfərrüatları ictimaiyyətə həmişə məlum deyil. Bu baxımdan qəzaların baş verdiyi ərazilərin davamlı monitorinqinə və sonrakı nəticələrin aşkar edilməsinə imkan verən peyklərin məsafədən zondlanmasının rolunu qeyd etmək lazımdır. Məsələn, 2015-ci il dekabrın 4-də Xəzər dənizinin Azərbaycana aid hissəsində, “ Günəşli ” yatağındakı dəniz stasionar platformasında güclü yanğın baş verib. Yanğına neft quyusunda təzyiqin azalmasına səbəb olan fırtına səbəbindən yüksək təzyiqli qaz kəmərinin qopması səbəb olub.

8 dekabr 2015-ci il tarixində maraq zonası üzərində çəkilmiş peykdən həqiqi rəngli təsvirdə (şək. 4a) yanan platformadan tüstünün şleyfi görünür. Tüstü Cənubi Xəzərin mərkəzinə qədər

demək olar ki, 170 km-də müşahidə oluna bilər. Yanma 13 gün, 17 dekabr 2015-ci il tarixinədək davam edib. Yanğının nəticəsi kimi, SAR görüntülərində ona bitişik akvatoriyada neftlə çirklənmə müşahidə olunub (şək. 4b).



Şəkil 4. Peyk şəkillərində yanğından sonrakı təsirlərin təzahürləri: a) yanan platformadan çıxan tüstü. Rəng kompozitinin bir hissəsi (R: 620-670 nm, G: 545-55 nm, B: 459-479 nm) MODIS Aqua şəkli 8 dekabr 2015-ci il, saat 09:00 UTC; b) platformada baş vermiş qəza nəticəsində dəniz səthinin neftlə çirklənməsi. 13 dekabr 2015-ci il, 14:37 UTC tarixinə aid SAR Sentinel-1A şəklinin bir hissəsi. Qəza nəticəsində neftlə çirklənmə sahəsi 263 km²-dir. (Ekologiya Monteneqro , 25, 2019, 91-105)

Nəticə. Peyk monitorinqimizin nəticələri Xəzər dənizinin səthinin neftlə çirklənməsinin davamlı modelini əldə etməyə imkan verib. Neftçıxarma platformalarında və sualtı neft kəmərlərində qəzalar zamanı neftlə çirklənmə riski vardır. Neftçıxarma platformalarında və sualtı neft kəmərlərində qəzalar zamanı neftlə çirklənmə riski var neftçıxarma platformalarında və sualtı neft kəmərlərində qəzalar zamanı neftlə çirklənmə riski mövcuddur.

ƏDƏBİYYAT

1. Алиев И. Каспийская нефть Азербайджана. - М.: Известия, 2003. -712 с
2. Алиев, Н. Нефть и нефтяной фактор об экономике Азербайджана в XXI веке. Баку: Letterpress, 2010. 244 С.
3. Bayramov, E., Knee, K., Kada, M. & Buchroithner, M. (2018) Neftlə çirklənmənin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi və modelləşdirilməsi və Xəzər dənizindəki neft platformalarından sahil zolağı üçün risk və nəticələrin proqnozlaşdırılması üçün çoxsaylı peyk müşahidələrindən istifadə etməklə insan və ekoloji risklərin qiymətləndirilməsi: Beynəlxalq Jurnal, 24(6), 1501-1514. <https://doi.org/10.1080/10807039.2017.1416454>.
4. AIRBUS DEFENSE & SPACE (2012) ASAR göyertəsi mehr al 400 km ab. <http://www.space-airbus.com/de/nachrichte/envisat-instrument-asar.html>. 11 oktyabr 2014-cü ildə əldə edilib
5. Caspian Barrel (2018) Buradan əldə edilə bilər: (<http://caspiabarrel.org/az/2018/10/dragon-oil-intends-to-increase-oil-production-in-turkmenistan-to-100-000-barrel-a-day> / (2019-cü ilin iyununda əldə edilib).
6. Лаврова, О.Ю. Текущие возможности и опыт использования информационной системы See the Sea для изучения и мониторинга явлений и процессов на морской поверхности/ О.Ю. Лаврова, М. И. Митягина, И. А. Уваров [и др.] //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. –2019. Т. 16. №3. –С. 266–287 <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2019-16-3-266-287>.
7. CIA—Central Intelligence Agency Washington, DC (2001) Xəzər dənizi regionunda neft və qaz infrastrukturu: Mart 2001. [https:// www.loc.gov/item/2001621372/](https://www.loc.gov/item/2001621372/) . 13 iyun 2015-ci ildə əldə edilib

8. Avropa Kosmik Agentliyi (2000b) Neftlə çirklənmənin monitorinqi. səh 2. http://www.esa.int/esapub/br/br128/br128_1.pdf. 15 iyun 2015-ci ildə əldə edilib
9. Sci Technol Bull 4(4):199–208 Fiscella B, Giancaspro A, Nirchio F, Pavese P, Trivero P (2000) ERS SAR tarixindən istifadə edərək Aralıq dənizində neft dağılmasının monitorinqi. İtaliya, səh 1–9. http://www.researchgate.net/publication/228957069_Oil_spill_monitoring_in_the_Mediterranean_Sea_using_ERS_SAR_data P. 15 aprel 2015-ci ildə əldə edilib
10. Zonn, IS () Xəzərin Ətraf Mühit Problemləri. In: Kostianoy, AG & Kosarev, AN (Eds) The Caspian Sea Environment. Ətraf Mühit Kimyası Təlimatları, cild 5P. –Berlin, Springer, Heidelberg. –2006, –s. 223-242.

РЕЗЮМЕ

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ РАЙОНАХ КАСПИЙСКОГО ОЗЕРА С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС)

Садыгов Р.С., Абдуллаева М.Я.

Ключевые слова: Каспийское море, спутниковый мониторинг, морская поверхность, нефтяное загрязнение, экологические риски, утечки природных углеводородов, кораблекрушения.

В представленной статье представлена карта нефтегазового загрязнения Каспийского моря по спутниковым данным. Выявлены специфические проявления для каждого вида загрязнения, выявлены районы регулярного загрязнения и подсчитаны площади загрязнений. Относительный вклад каждого вида загрязнения в общее нефтяное загрязнение Каспийского моря оценивается на основе спутниковых данных. Результаты многолетнего исследования на Каспии сравниваются с предыдущими результатами.

SUMMARY

DANGER OF ECOLOGICAL RESEARCH IN THE OIL-CONTAMINATED AREAS OF THE CASPIAN LAKE THROUGH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS)

Sadigov R.S., Abdullayeva M.Y.

Keywords: Caspian sea, satellite monitoring, sea surface, oil pollution, environmental risks, leakage of natural hydrocarbons, shipbuilding

The presented article provides a map of oil and hydrocarbon pollution of the Caspian Sea based on satellite data. Specific manifestations for each type of pollution were identified, areas of regular pollution were identified, and contaminated areas were calculated. The relative contribution of each type of pollution to the total oil pollution of the Caspian Sea is estimated on the basis of satellite data. The results of a long-term study in the Caspian Sea are compared with previous results.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	14.04.2022
	Son variant	30.05.2022

STRESS, ONU TÖRƏDƏN AMİLLƏR VƏ MİKROORQANİZMLƏR STRESS ŞƏRAİTİNDƏ

¹BAXŞALIYEV ARZU YELMAR oğlu

²AXUNDOVA SEVİL MƏHƏRRƏM qızı

³İSAYEVA KƏMALƏ KAMALƏDDİN qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,3 - dosent, 2 - baş müəllim

baxshaliyev.arzu@mail.ru

Açar sözlər: biosfer, ekosistem, azotfiksasiya, makromolekul, biotik, abiotik, termofil.

Ekosistemlərdəki canlı orqanizmlərin normal vəziyyətinin pozulmasına səbəb olan hallar stress adlanır. Stress amilləri istənilən halda canlıların fizioloji fəaliyyətində dəyişikliklər yaradır. Son zamanlar dünyada ətraf mühitə antropogen təsirin artmasının təzahür formalarından biri qlobal xarakterli ekoloji problemlərdir. Bu isə nəticədə, ekoloji vəziyyətin ağırlaşmasına, quraqlıq, duzluluq və digər ciddi problemlərin yaranmasına yol açır. Ekstremal ekoloji şəraitdə yaşayan mikroorqanizmlər ətraf mühitin əlverişsiz təsirlərinə qarşı yaxşı adaptasiya olunmuş hesab edirlər. Buna görə də onların stress amillərinin təsiri altında adaptasiya mexanizminin öyrənilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Məlumdur ki, torpaq mikroorqanizmləri bitkilərlə aktiv şəkildə qarşılıqlı münasibətlərdə olurlar ki, bu da ya müsbət [7], ya da mənfi [8] effektiv təsirlərə səbəb ola bilər. Belə effektiv təsirlər içərisində molekulyar azotun fiksasiyası, bioloji aktiv maddələrin sintezi, qida elementlərinin kök vasitəsilə mənimsənilməsinin aktivləşdirilməsi və digərləri mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Zamanla öyrənilmişdir ki, azot zülal və nüklein kimi makromolekulların tərkibinə daxildir və biosferdə müxtəlif dərəcədə oksidləşmiş (N^{+5} , N^{+3}) halda olur. Qeyri-üzvi azotun bioloji baxımdan faydalı hala çevrilməsi azotfiksasiya prosesi nəticəsində mümkün olur və bu səbəbdən də mikroorqanizmlərin də fəal şəkildə həyata keçirdiyi bu proses həmişə tədqiqatçıların diqqət mərkəzində olmuşdur. Artıq heç kimə sirr deyil ki, kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalı zamanı məhsuldarlığın yüksəldilməsi bir sıra amillərdən qaynaqlanır ki, bunların arasında azot daha çox əhəmiyyət kəsb edir. Kənd təsərrüfatı məhsullarının yetişdirilməsi zamanı insanların azotfiksasiyadan səmərəli istifadə etməsi torpaqların məhsuldarlığının yüksəldilməsinə gətirib çıxarar ki, nəticədə, davamlı olaraq kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalına şərait yaranar.

Uzun zaman biosferdə müxtəlif azot birləşmələrinin hansı səviyyədə saxlanılan tarazlığı sənayenin sürətli inkişafı ilə bağlılığı iyirminci əsrdən başlayaraq artan sürətlə dəyişilməyə başladı. Prosesin problemə çevrilməsində ətraf mühitə antropogen təsirin yüksəlməsi ilə bağlı olması artıq heç bir şübhə doğurmur. Bu isə biosferin dəyişilməsinə səbəb olmaqla dövrümüzün qlobal problemlərindən birinə çevrilmişdir. Problemdən irəli gələn yaranmış stress vəziyyəti istənilən ekosistemdə yaşayış imkanları qazanmış canlı varlıqların sayı ilə bərabər, eyni zamanda qida zəncirindəki qarşılıqlı münasibətlərinə təsirini göstərir. Bu səbəbdən də qarşıya çıxan problemin öyrənilməsi baş verən dəyişikliklərin mahiyyətini başa düşmək və onun mənfi təsirlərini aradan qaldırmaq üçün önəmlidir. Məsələn, torpaqda ağır metalların inaktivləşdirilməsində daha çox humus turşuları (humin və fulvo) fiziki gil, birləşmə oksidlər və karbonatlar iştirak edir [3]. Məqsədyönlü şəkildə aparılmış tədqiqatların nəticələrinə uyğun olaraq stress yaradan qeyri-əlverişli amillərə o təsirlər aid edilir ki, onlar inkişaf sürətini zəiflədərək aşağı salır. Qida məhsullarında dəyərli birləşmələr ehtiyac olunacaq miqdardan az olur. Temperaturun normadan fərqli olması, ağır metalların olması, quraqlıq, antropogen mənşəli zəhərli maddələr belə amillər sırasındadır. Bu amillərin təsirindən həmin ərazidə yaşayan canlılarda, hüceyrədaxili siqnalın pozulması baş verir.

Bu dəyişiklik genlərin ekspressiyasına təsir etməklə bərabər ferment aparatında da analogi halın baş verməsini mümkün edir. Nəzərə alınanların təzahür forması ikinci metabolitlərin sintezi, hüceyrənin tənəffüs mexanizmində baş verən dəyişiklik, xarici mühit metabolitlərinə qarşı qeyri-həssaslığın yaranması və s.-dən ibarət olur. Bu səbəbdən də mikroorqanizmlərdə adaptasiya mexanizminin öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Eyni zamanda nəzərə almaq lazımdır ki, məhz stress şəraitində praktikada istifadə edilən bir sıra mikrob mənşəli bioloji aktiv maddələr sintez olunur. Digər tərəfdən, mikroorqanizmlərin stress amillərinin təsirinə cavab reaksiyasının öyrənilməsi onların digər canlılarla qarşılıqlı münasibətlərinə təsir edən məsələlərin həlli üçün də dəyərlidir [1, 2].

Mikroorqanizmlər və göbələklər ətraf mühitin dəyişilməsinə cavab olaraq xüsusi reaksiyaların potensial imkanlarından istifadə etməklə digər orqanizmlərə qarşı rəqabətə davam gətirərək yaşamaq qabiliyyətlərini saxlamış olurlar. Təbii şəraitdə stress faktorların təsiri altında yaşamaq xüsusiyyətinin kifayət qədər geniş yayılması həmişə müşahidə ediləndi. Baxmayaraq ki, təbii şəraitdə növlərarası qarşılıqlı təsir prosesindəki yüksək rəqabətin olması mikroorqanizmlərin, o cümlədən göbələklərin yaşama qabiliyyətinin yüksəlməsinə səbəb olan spesifik mexanizmlərin yaranmasına gətirib çıxarması məlumdur. Buna ən yaxşı misal kimi fitopatogen göbələklərlə bitkilər arasındakı qarşılıqlı münasibətləri göstərmək olar. Onu da qeyd etmək olar ki, fitopatogen göbələklərin bitki hüceyrələrinə invaziyası cavab reaksiyalarının yaranmasına səbəb olur ki, bura da oksigenin aktiv formasının, fitoaleksinlərin və hidrolitik fermentlərin sintezi də [6] aid edilir.

Xüsusilə son illər baş verən qlobal iqlim dəyişiklikləri yer kürəsində ekoloji vəziyyətin ağırlaşmasına, quraqlıq və duzluluq kimi arzu edilməyən halların yaranmasına, bir sıra qiymətli canlı növlərinin məhv olmasına səbəb olmuşdur. Bu isə nəticədə biomüxtəlifliyin kasadlaşması kimi ciddi problemlərin yaranmasına gətirib çıxara bilər. Digər tərəfdən, ekoloji mühitin dəyişməsi növün strukturuna, tərkibinə, qida piramidasındakı canlılar arasındakı qarşılıqlı münasibətlərə də təsir edir. Ümumilikdə ekosistemlərdəki normal halın dəyişilməsinə səbəb olan, daha dəqiqi, canlı orqanizmlərin normal vəziyyətindən kənarlaşmasına səbəb olan bu hallar stress adlanır və heç də təsadüfi deyil ki, son dövrlərdə aparılan tədqiqatlarda əsas diqqət stress vəziyyətinin ekosistemdəki müxtəlif populyasiya səviyyəsinə təsirinin öyrənilməsinə yönəlmişdir. Belə ki, nisbətən mürəkkəb quruluşlu orqanizmlərdə həyat fəaliyyətini təmin edən proseslərin həyata keçməsinə stress amillərinin təsiri kompleks şəkildə ola bilər və əsaslı gecikmələr müşahidə edilə bilər. Belə təsirin öyrənilməsi üçün ən yaxşı obyekt-prokariotlar və sadə eukariotlardır. Stress amilləri dedikdə hər hansı canlı, o cümlədən mikroorqanizm növünün həyat fəaliyyəti üçün xarakterik olmayan müxtəlif amillərin cəmi nəzərdə tutulur. Stress amilləri daha dəqiq stress yaradan amillər ümumi şəkildə abiotik və biotik amillərə bölünür. Abiotik amillərə fiziki və kimyəvi stress amilləri, biotik amillərə bioloji stress amilləri daxil olmaqla xarakterizə edilirlər. İstər abiotik, istərsə də biotik amillərin canlılara təsiri ümumi aspektdən eyni xarakterizə edilir və istənilən halda stress amillərinin təsirindən canlıların fizioloji fəaliyyətində dəyişikliklər baş verir. Hüceyrədə gedən biosintez proseslərinin sürəti dəyişilir, normal həyat fəaliyyəti pozulur və son nəticədə onların məhvinə belə səbəb ola bilər. Qeyd edilən bu fikrə ayrı-ayrı stress yaradan amilləri xarakterizə etməklə izah etmək məqsəduyğun olardı. Stress vəziyyətini yaradan abiotik amilləri eyni zamanda fiziki və kimyəvi olmaqla iki yerə də bölmədə qəbul ediləndir. Stress yaradan abiotik amillərin fiziki xarakterliklərinə temperatur, təzyiq, şüa və s. aid edilir. Bu aspektdən yanaşmaqla abiotik amillərin kimyəvi xarakterliklərinə isə mühitdə oksigenin qatılığını, mühitin turşuluğunu, duzların qatılığını və s. aid etmək olar. Qeyd etmək yerinə düşərdi ki, intensiv texnologiyaların tətbiqi, pestisid və mineral gübrələrdən istifadə belə stress yaradan amillər sırasına aid edilə bilər. Ümumiyyətlə, mineral gübrələrin və pestisidlərin istifadəsi eyni zamanda alınan məhsulun sanitariya gigiyenik tələblərə cavab verməsi baxımından da diqqəti cəlb edən amillərdən hesab edilir. O ki, qaldı biotik amillərə, bu halda əsas diqqət canlılarla bağlı olanlara yönəlir və burada ilk olaraq parazitizmi qeyd etmək lazımdır. Belə ki, bioloji baxımdan stress canlıların normal inkişafını zəiflədən və ya onu mənfi istiqamətdə dəyişən xarici mühit şəraitindəki hər hansı bir dəyişiklik kimi qəbul edilir. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, canlılar arasında müxtəlif qarşılıqlı münasibətlər mövcuddur və bunların da demək olar ki, hamısı stress yaradan biotik amil kimi qeyd edilə bilər. Məsələn, simbiotik münasibətlər. Ümumi şəkildə canlılar arasında qarşılıqlı faydaya əsaslanan bu münasibət forması, əslində parazitizmin bir forması kimi də xarakterizə oluna bilər. Belə ki, parazitizm canlı materialın hesabına qidalanmanı

xarakterizə edir və bu halda da simbiotik sistemin yaranmasında iştirak edən komponentlər də canlılar olur və alınan məhsullarda məhz canlılardan alınır. Bu baxımdan canlılar arasında olan simbiotik münasibətləri də müəyyən mənada stress yaradan biotik amillərdən hesab etmək olar.

Məlum olduğu kimi, bütün canlı orqanizmlər, o cümlədən mikroorqanizmlər öz həyat fəaliyyəti dövründə daima yaşadıkları ətraf mühit amillərinin təsirinə məruz qalırlar. Orqanizmlərin xarici mühit amillərinə cavab reaksiyaları ümumi xarakter daşıyır. Bu amillər təbii şərait dəyişmələri, infeksiya amillər və ya digər antropogen amillər ola bilər. Bitkilərin yaşaması və öz həyat fəaliyyətini davam etdirməsi üçün onlar dəyişilmiş xarici mühit amillərinə qarşı adaptasiya olunmalıdırlar. Təkamül prosesində orqanizmlərin xarici mühit amillərinə qarşı müxtəlif adaptasiya yolları yaranmış, lakin bu amilləri dərk etmək və onlardan müdafiə olunmaq mexanizmləri hələ tam aydınlaşdırılmamışdır [4, 5].

Aparılan araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, canlıların bir çoxu, o cümlədən mikroorqanizmlər əlverişsiz mühit şəraitinə – stressə adaptasiyada bir sıra biokimyəvi və fizioloji dəyişikliklərlə cavab verirlər [4]. Stress şəraitində canlıların tolerantlığı, ilk növbədə, onların fizioloji aktivlik səviyyəsindən asılı olsa da, stress amillərinə qarşı cavab reaksiyaları həmin canlının genotipindən, stressin təsir müddətindən, canlının inkişaf səviyyəsindən və s.-dən asılı olaraq geniş müxtəlifliklə xarakterizə olunurlar. Buna görə də tolerantlıq mexanizmlərinin aşkar olunması və canlıların stress amillərə müqavimətinin artırılması üçün ilk növbədə stress amillərinin təsirindən onlarda baş verən fizioloji, biokimyəvi və genetik dəyişiklikləri müəyyən etmək zəruri və aktual bir məsələdir.

Ekstremal ekoloji şəraitdə yaşayan mikroorqanizmlər, yəni ekstremofillər ətraf mühitin əlverişsiz təsirlərinə qarşı yaxşı adaptasiya olunmasının mümkünlüyü gümnü edilir. Odur ki, ekstremofillər həm stress amillərinin təsir şəraiti altında orqanizmin adaptasiya mexanizminin öyrənilməsi nöqteyi nəzərindən mühüm əhəmiyyət kəsb edir, həm də biotexnoloji aspektdən xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Bu zaman yaranan ekstrefermentlər bir qayda olaraq yüksək aktivliyə və stabilliyə malik olur. Həmçinin onlar fərqli ekstremal şəraitlərdə yaşamaq imkanları qazanmış olurlar. Unutmaq olmaz ki, bir stress amilinə qarşı ekstrefermentin yüksək stabilliyi digər stress amilinə qarşı da yüksək stabillik yaradır.

Temperatura münasibətdə bütün canlıları psixrofillər, mezafillər və termofillər olmaqla üç yerə bölürlər. Termofillərə uyğun gələn canlıları, o cümlədən mikroorqanizmləri termotolerantlara və həqiqi termofillərə bölürlər. Yüksək temperaturda hüceyrə membranının keçiriciliyi yüksəlir, metal birləşmələrinin əmələ gəlməsi sürətlənir, zülali birləşmələr denaturasiyaya uğrayır, qazların həll olması çətinləşir. Bunlar isə ümumilikdə canlıların, o cümlədən mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətinə istər-istəməz ciddi təsir edir. Bəzi ədəbiyyat mənbələrində mezofillər ekstremofil kimi qəbul edilir, ancaq bu düzgün yanaşma deyil. Fikrimizcə, ekstremofillərə yanaşmada faktorun təsirini xarakterizə edən minimal, maksimal və optimal göstəricidən istifadə etmək düzgündür. Bu baxımdan temperatura, eləcə də digər amillərin minimal və maksimal göstəricilər şəraitində yaşamağa uyğunlaşan canlıları ekstremofil hesab etmək düzgün olardı.

Elmə artıq məlumdur ki, bioloji proseslərin çoxluğu pH-ın neytral və ya zəif turş mühitində baş verir. Mühitin pH-ından asılı olaraq mikroorqanizmlər asidofil, alkalofil və neytrofil orqanizmlərə bölünürlər. Asidofil orqanizmlərə eukariot və prokariotların müxtəlif növləri daxildir. Göbələk *Acontium*, *Cylatium*, *Cephalosporium* sp., *Trichosporon* cerebhale ekstremal turş şəraitdə (pH=0) aktiv həyat fəaliyyətinə malikdirlər. Qırmızı və yaşıl yosunların ən aşağı yaşayış səviyyəsi pH>0,5 olanda aktiv olur.

Arxeobakteriyalar pH-ın ən kiçik ekstremal qiymətində belə yaşaya bilirlər. Aerob heterotrof arxeylər *Picrophilus* oshimal və *Picrophilus* torridus Yaponiya torpaqlarında təyin olunmuşdur, kükürd turşusu ilə qidalanırlar. Bu kükürd turşusu isə PH=0,7 və 60°C-də yaşayan kükürd oksidləşdirən bakteriyalar tərəfindən sulfid turşusunun oksidləşməsi yolu ilə əmələ gəlir. Bu mikroorqanizmlər hüceyrə daxilində pH=4,6 mühiti saxlayır, ancaq digər ekstremal asidofillər hüceyrə daxilində pH=6 mühiti saxlayır. Çox tez-tez multiektremofil mikroorqanizmlərə rast gəlinir ki, onlar stressin bir neçə amilinə qarşı adaptasiya olunur. Məsələn, arxeobakteriya *Sulfolobus acidocal* məhdud pH=3 və 80°C temperaturda yaşayır. Mədənlərin turşulu növləri- termofil asidofillərin əsas mənbəyidir. Onlar *Leptospirillum ferrooxidans* dəmiri oksidləşdirmək və

Acidiphilum spp. reduksiya etmək xüsusiyyətinə malikdirlər. Duzların yüksək qatılığı olan mühitdə mikroorqanizmlər aktiv həyat fəaliyyətinə malikdirlər. Halofil və holotolerant mikroorqanizmlər ayrı-ayrı bakteriyalar, arxeylər, sianobakteriyalar və yaşıl yosunlar ilə təmsil olunurlar. Mikroorqanizmlərin duzlu şəraitdə stress altında yaşaması üçün yüksək osmotik təzyiqin saxlanması vacib şərtədir. Bu zaman mikroorqanizmlər yüksək konsentrasiyalı duzların təsirinə qarşı mübarizə aparırlar [1, 2]. Belə ki, hüceyrə daxilində xarici mühit ilə müqayisədə qeyri-üzvi ionların yüksək konsentrasiyada toplanması baş verir ki, osmolitlərin yüksək konsentrasiyası artır. Bu o zaman baş verir ki, turqor təzyiq üzvi maddələrin molekullarının toplanması hesabına əmələ gəlir. Halofil arxeylər və anaerob halofil bakteriyalar kalium xlorun hüceyrə daxilində yüksək qatılığı ilə xarakterizə olunur. Belə osmoadaptiv mikroorqanizmlərin zülalları amin turşularının turşu qalıqları ilə çox zəngindir. Praktiki olaraq, onların zülallarında hidrofob aminturşuları olmur, belə ki, onları treonin və serinlə əvəzlənir. Digər tərəfdən, osmolitlərin yüksək qatılıqda toplanması xüsusi adaptiv zülalların sintezini tələb etmir. Əksər halofillər və holotolerant mikroorqanizmlər yüksəkmolekullu spirtlərin sintezinin köməyi ilə osmotik balans saxlayır. Mono-, di-, tri- və bəzi oliqosaxaridlər, amin turşuları yüksək konsentrasiyada suda yaxşı həll olurlar və onlar pH-ın yüksək fizioloji qiymətlərində ya ionlaşmır ya da daimi ehtiyat kimi qalır. Sintez olunan molekulun miqdarı ətraf mühitdəki duzun konsentrasiyasından asılıdır və mikroorqanizmlərin dəyişən şəraitə yüksək adaptasiyasını təmin edir.

Mikroorqanizmlərdə oksigenin konsentrasiyasının geniş diapazonda dəyişməsinin mümkünüyü onlara aktiv yaşamaq imkanı verir. Məlumdur ki, anaeroba nisbətən aerob metabolism zamanı dəfələrlə çox enerji yaranır. Mitoxondrial tənəffüs, fotosintez və digər biokimyəvi proseslər zamanı oksigenin əmələ gəlməsi oksidləşdirici stressin əsas amilidir. Oksigenin oksidləşdirici formaları, müsbət və mənfi funksiyaları formalaşdırma bilər və praktiki olaraq hüceyrənin bütün komponentlərinə təsir etmək imkanına malik olur. Belə təsirin qarşı hüceyrənin müdafiə mexanizmi çoxşaxəlidir və hüceyrə daxilində nişanla təyin edilir. Dənizlərin dibindəki sular temperaturun ekstremal qiymətləri və yüksək təzyiqlə xarakterizə olunur. Yüksək təzyiq fermentləri inaktivasiya edir, sitoplazmatik membranın tamlığını, zülalların müxtəlif substratlarla rabitəsini pozur, hüceyrə artımının qarşısını alır. Barofil bakteriyaların filogenetik aspektdən öyrənilməsi sübut edir ki, onların əksəriyyəti *Shewanella* qrupuna daxildir. Bağırsaq çöpləri ilə atmosfer təzyiqində yaşayan bakteriyalarla barofil mikroorqanizmlərin genomunun müqayisəli təhlili sübut etdi ki, yüksək təzyiqdə orqanizmin adaptasiyasına cavabdeh olan məxsusi konservativ idarəedici sistem mövcuddur. Bu vəziyyətin elmi dəyəri olaraq həyatın məhz yüksək dərinlikli ekoloji şəraitdə əmələ gəlməsi fikrinin sübutu kimi də qeyd edilməsinin mümkünüyü olmasıdır.

Son dövrlər daha çox diqqət cəlb edir ətraf mühitin kimyəvi çirklənmələridir. Artıq müxtəlif kimyəvi birləşmələrin ətraf mühitdə qatılığının yol verilən həddən kənara çıxması tez-tez rast gəlinir. Bu səbəbdən də stressin kimyəvi amillərinin prokariot və eukariot orqanizmlərə təsirinin öyrənilməsi tədqiqatçıların diqqətini cəlb etməkdədir. Belə ki, elə bakteriyalar var ki, üzvi həlledicilərin yüksək qatılığında və təmiz CO₂-dən ibarət mühitdə belə yaşaya bilirlər. *Electrophorus electricus* kimi bakteriya elektrik istehsal edə bilirlər və elektrik cərəyanının təsirinə davamlıdır. Son zamanlar prokariot və eukariot orqanizmlərə ağır metalların yüksək qatılığının təsirini öyrənmək üçün intensiv tədqiqatlar aparılır. Ağır metalların ekstremal yüksək qatılığı əsasən antropogen mənşəlidir və çox nadir hallarda rast gəlinir.

Radiasiyanın yüksək həddi ekstremal hesab edilir, ancaq ona yer üzərində çox az rast gəlinir. Söylənsə də son dövrlərin fəlakətli hadisələri onun artdığını göstərir. Göstərmək olar ki, *Rubrobacter radiotolerans*, *Deinococcus radiodurans*, *Dunaliella bardawil* yüksək radiasiyaya qarşı adaptasiya olunmuşlar. Mikroorqanizmlərin radiasiyanın təsirinə davamlılığının öyrənilməsi onu söyləməyə əsas verdi ki, mövcud olan stress amilinə qarşı adaptasiya prosesi müxtəlif mexanizmlər əsasında yerinə yetirilir. Bu mexanizmlərin əsasında genetik və molekulyar sistemdə baş verən dəyişikliklər durur. Sistemin özü isə reparasiya qabiliyyətinə malik və postgenetik modifikasiyaya xidmət edən makromolekulla bərabər azmolekullu antioksidantlardan ibarətdir.

Beləliklə, yuxarıda qeyd edilənlərdən aydın olur ki, stress şəraiti canlılara fərqli təsir edir və buna da uyğun olaraq onlarda müxtəlif müdafiə mexanizmləri formalaşır. Lakin bu mexanizmlərin

bir çoxu indiyə kimi aparılan tədqiqatlarda tam olaraq sona kimi aydınlaşdırılmadığından günümüzdə də bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar öz aktuallığını saxlamaqdadır.

ƏDƏBİYYAT

1. Axundova, S.M. Duzlaşmaya məruz qalmış torpaqların mikrobiotasının ümumi xarakteristikası / A.L.Rzayeva, K.K.İsayeva, L.A.Hüseynova // AMEA-nın Mikrobiologiya Institutunun elmi əsərləri, –2015. c. 13, № 1, –s. 99-103
2. Qədimov, Ə.H., Axundova, S.M. Mikroorqanizmlər və stress faktoru // – Bakı: AMEA-nın Mikrobiologiya institutunun elmi əsərləri, –2011, c. 9, № 2, –s. 139-145
3. Əhmədova R.R., Babayeva, T.M., Aşurova, N.D. Texnogen çirklənmiş boz-qonur torpaqlarda ağır metalların miqdarının torpaq mikroorqanizmlərinin dayanıqlığına təsiri // - Sumqayıt: SDU, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, –2019. c. 19, № 1, –s. 40-44
4. Əliyev, R.T. Stress və bitkilərin adaptasiyası / R.T. Əliyev, M.Ə. Abbasov, V.R. Rəhimli. – Bakı: Elm, –2014, –348 s.
5. Sadıqov, S.T. Canlılarda molekulyar düzənləmə mexanizmləri / S.T. Sadıqov, –Kaysəri (Türkiyə), –2001, –249 s.
6. Амелин, А.В. Физиолого-биохимические механизмы устойчивости растений к болезням у полевого и посевного типа гороха / А.В.Амелин, Н.П.Кораблева, М.А.Проценко, [и др.] // Сборник «Вестник Орел ГАУ», –2008, №3 (12), –с. 11-14.
7. Архипова, Т.Н. Влияние микроорганизмов, продуцирующих цитокинины, на рост растений / Т.Н.Архипова, С.Ю.Веселов, А.И.Мелентьев // Биотехнология, –2006, № 4, –с.50-55.
8. Ганнибал, Ф.Б. Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России / Ф.Б.Ганнибал, А.С.Орина, М.М.Левитин // Защита и карантин растения, –2010, №5, –с.30-31.

РЕЗЮМЕ

СТРЕСС, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ЕГО ФАКТОРЫ, И МИКРООРГАНИЗМЫ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА

Бахшалиев А.Е., Ахундова С.М., Исаева К.К.

Ключевые слова: биосфера, азот, экосистема, азотистый, биотический, термофильный

Обстоятельства, вызывающие нормальное состояние живых организмов в экосистемах, называются стрессовыми. Стрессовые факторы в любом случае вызывают изменения физиологических возможностей живых существ. В последнее время одним из проявлений антропогенного воздействия в мире являются глобальные экологические проблемы.

В результате это приводит к обострению, засухе, засолению и другим проблемам. Микроорганизмы, обитающие в экстремальных условиях окружающей среды, считаются приспособленными к неблагоприятным воздействиям окружающей среды. Поэтому изучение механизма адаптации под влиянием их стрессовых факторов является актуальным и важным.

SUMMARY

STRESS, THE PERMANENT FACTORS AND MICROORGANISMS IN STRESS CONDITION

Bakhshaliyev A.Y., Akhundova S.M., Isayeva K.K.

Key words: biosphere, nitrogen, ecosystem, nitrogenic, biotic, thermofil

Circumstances that cause the normal state of living organisms in ecosystems are called stress. Stress factors create changes in physiological facilities of living things in any case. Recently, one of the manifestations of anthropogenic impact in the world is a global environmental problems.

In result, this leads to the aggravation, drought, saline and other problems. Microorganisms living in extreme environmental conditions are considered to be adapted to the unfavorable effects of the environment. Therefore, the study of the adaptation mechanism under the influence of their stress factors is actual and important.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	25.03.2022
	Son variant	12.05.2022

УДК 519.95

DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_64

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

¹АТАЕВ ГАФАР НАРИМАН оглу

²ЗЕЙНАЛАБДЫЕВА ИРАДА САМЕД гызы

Сумгаитский государственный университет, 1-доцент, 2-докторант

irada0907@mail.ru

Ключевые слова: модель, нечеткие сети Петри, продукционные правила, матрица инцидентности, состояние сети

Разработана модель принятия решений управления параллельно функционирующих обрабатывающих устройств. Модель управления параллельно функционирующих обрабатывающих устройств представлена в виде расширенных нечетких сетей Петри. Структура модели представлена в матричном виде, определены входная, выходная матрицы инцидентности сети.. Создана база нечетких продукционных правил для принятия решений функционирования параллельных обрабатывающих устройств. В результате компьютерной симуляции получена последовательность срабатываемых переходов из начального состояния.

Рассматривается модель управления производственного модуля при механической обработке детали (Рис1).

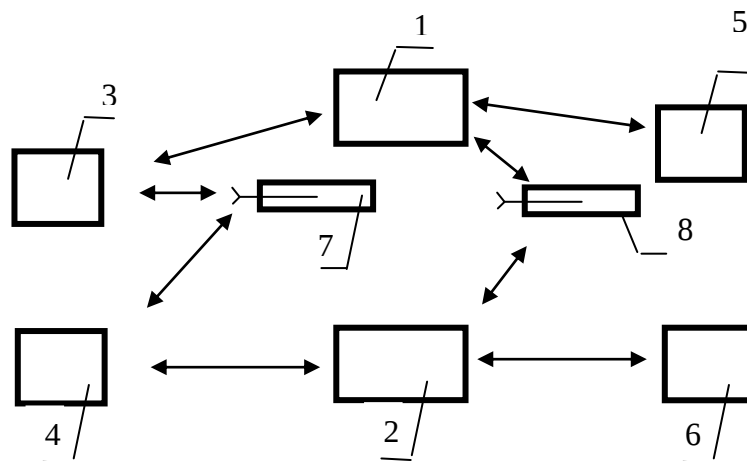


Рис.1 Структура параллельно функционирующих обрабатывающих устройств

Производственным модулям относятся:

- 1- устройство, выполняющее 1-ю операцию над деталью;
- 2- устройство, выполняющее 2-ю операцию над деталью;
- 3- входной накопитель первого устройства;
- 4- входной накопитель второго устройства;
- 5- выходной накопитель первого устройства;
- 6- выходной накопитель второго устройства;
- 7- промышленный робот 1, загружающий необработанную деталь входного буфера первого и второго устройств;

8- промышленный робот 2, разгружающий обработанную деталь из выходного буфера первого и второго устройств.

Связь между предыдущими и последующими производственными модулями осуществляется с помощью входных и выходных накопителей.

Нечеткие модели [1], основанные на правилах вычисления с нечеткими множествами, являются эффективным средством представления процессов, отображающих данные в виде «ЕСЛИ...ТО...». Часть правила «ЕСЛИ» называется посылкой, а «ТО» - выводам или действием.

Продукционная система модуля обработки деталей состоит из следующих правил:

Правило 1. Если на входном накопителе устройства 1 имеется необработанная деталь, и промышленный робот 1 свободен, и устройство 1 не выполняет операцию 1 над деталью, то рука промышленного робота 1 выполняет поворот влево, захватывает деталь, загружает устройство 1.

Правило 2. Если на входном накопителе устройства 2 имеется необработанная деталь и промышленный робот 1 свободен, и устройство 2 не выполняет операцию 2 над деталью, то рука промышленного робота 1 выполняет поворот вправо, захватывает деталь, загружает устройство 2.

Правило 3. Если на входном буфере устройства 1 имеется деталь, то устройство 1 производит операцию 1 над деталью.

Правило 4. Если на входном буфере устройства 2 имеется деталь, то устройство 2 производит операцию 2 над деталью.

Правило 5. Если на выходном буфере устройства 1 имеется обработанная деталь, выходной накопитель устройства 1 и промышленный робот 2 свободен, то рука промышленного робота 2 выполняет поворот влево, захватывает деталь, разгружает устройство 1.

Правило 6. Если на выходном буфере устройство 2 имеется обработанная деталь, выходной накопитель устройства 2 и промышленный робот 2 свободен, то рука промышленного робота 2 выполняет поворот вправо, захватывает деталь, разгружает устройство 2.

Нечеткую продукционную модель динамических взаимодействующих параллельных процессов представляют в виде нечетких Сети Петри (СП) [2]:

$$N = (P, T, I, O, \mu),$$

где $P = \{p_i\} (i = 1, \dots, n; n - \text{число позиций})$ - нечеткое множество позиций;
 $T = \{t_j\} (j = 1, \dots, m; m - \text{число переходов})$ - нечеткое множество переходов;
 $I : P \times T \rightarrow (0, 1, \dots)$; $O : T \times P \rightarrow (0, 1, \dots)$ - соответственно функции входных и выходных инцидентов;
 $\mu : P \rightarrow [0, 1]$ - присваивает каждой позиции p_i вектор распределения степеней принадлежности фишек к позиции $\mu(p_i)$.

Правило нечеткой продукции представляют как некоторый переход $t_j \in T$, условию соответствует входная и выходная позиция $p_i \in P$ это перехода.

Структура нечетких СП определено в виде множество позиций $P = \{P_1, P_2, \dots, P_{12}\}$ и переходов $T = \{t_1, t_2, \dots, t_6\}$.

В граф-модели модуля параллельно функционирующих обрабатывающих устройств (рис.2) в производственной системе механообработки его состояния описываются следующими позициями:

P_1 -- промышленный робот 1 выполняющий загрузки обрабатывающих устройств 1 и обрабатывающих устройств 2;

P_2 - промышленный робот 2 выполняющий разгрузки обрабатывающих устройств 1 и обрабатывающих устройств 2;

P_3 - входной накопитель для хранения необработанных деталей обрабатывающего устройства 1;

P_4 - входной накопитель для хранения необработанных деталей обрабатывающего устройств 2;

P_5 - наличие необработанных деталей входного буфера обрабатывающего устройства 1;

P_6 - наличие необработанных деталей входного буфера обрабатывающего устройства 2;

P_7 - наличие обработанных деталей выходного буфера обрабатывающего устройства 1;

P_8 - наличие обработанных деталей выходного буфера обрабатывающего устройства 2;

P_9 - выходной накопитель для хранения обработанных деталей обрабатывающего устройства 1;

P_{10} - выходной накопитель для хранения обработанных деталей обрабатывающего устройства 2;

P_{11} - обрабатывающие устройства 1 выполняющий операции типа 1 над необработанными деталями;

P_{12} - обрабатывающие устройства 2 выполняющий операции типа 2 над необработанными деталями.

Возможные события в модуле параллельно функционирующих обрабатывающих устройств описываются следующими переходами:

t_1 - промышленный робот 1 выполняют операцию загрузки входного буфера обрабатывающего устройства 1;

t_2 - промышленный робот 1 выполняют операцию загрузки входного буфера обрабатывающего устройства 2;

t_3 - обрабатывающие устройство 1 выполняют операцию типа 1 над необработанными деталями;

t_4 - обрабатывающие устройство 2 выполняют операцию типа 2 над необработанными деталями;

t_5 - промышленный робот 2 выполняют операцию разгрузки выходного буфера обрабатывающего устройства 1;

t_6 - промышленный робот 2 выполняют операцию разгрузки выходного буфера обрабатывающего устройства 2.

Функции входной и выходной инцидентности множество позиции и переходов сети представляется соответственно матрицами $\bar{C}(6,12)$ и $\bar{C}^+(6,12)$:

$$\bar{C}(6,12) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$${}^+C(6,12) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Элементы матрица инцидентности сети вычисляется по формуле $c_{ij} = {}^+C_{ij} - {}^-C_{ij}$ ($i = 1, \bar{6}; j = 1, \bar{12}$) и выглядит следующим образом:

$$C = \begin{vmatrix} 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Начальное состояние модулей параллельно функционирующих обрабатывающих устройств задается следующими векторами:

$$\begin{aligned} \mu(0,1) &= (0.200; 0.400; 0.200; 0.000); \\ \mu(0,2) &= (0.300; 0.500; 0.200; 0.200); \\ \mu(0,3) &= (0.500; 0.000; 0.500); \\ \mu(0,4) &= (1.000; 0.000; 0.000); \\ \mu(0,5) &= (0.500; 0.500); \\ \mu(0,6) &= (1.000; 0.000); \\ \mu(0,7) &= (1.000; 0.000); \\ \mu(0,8) &= (0.500; 0.500); \\ \mu(0,9) &= (0.400; 0.600; 0.000); \\ \mu(0,10) &= (0.600; 0.400; 0.0000); \\ \mu(0,11) &= (1.000; 0.000); \\ \mu(0,12) &= (0.500; 0.500); \end{aligned}$$

На основе алгоритма [3] вычисляются элементы матрицы Грамма и вектора диагональной свертки нечетких СП. В результате компьютерного симуляции получена последовательность срабатывания переходов $\delta = (t_1 t_2 t_3 t_4 t_5 t_6)$ из начальной маркировки.

Одним из преимуществ нечетких СП является их использование для наглядного представления правил нечетких продукций и выполнение на их основе вывода нечетких заключений. В этом случае используется следующая интерпретация позиции и переходов нечетких СП. Правило нечетких продукций виде «ЕСЛИ A ТО B » представляется как некоторый переход $t_j \in T$ нечетких СП, при этом условию A этого правила соответствует входная позиция $p_i \in P$ перехода, а заключению выходная позиция $p_i \in P$

Граф-схема параллельно функционирующих обрабатывающих устройств показана на рисунке (рис.2).

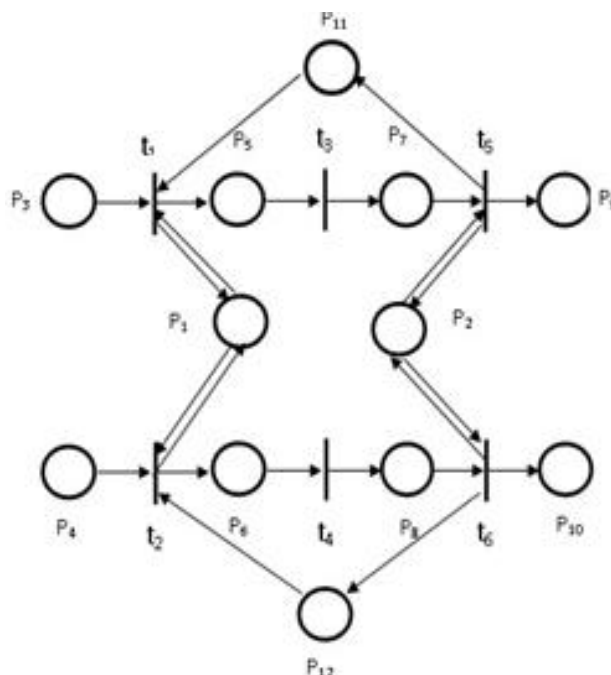


Рис.2. Граф-схема параллельно функционирующих обрабатывающих устройств

Заклучение. Разработана модель принятия решения управления параллельно функционирующих обрабатывающих устройств в виде расширенных нечетких СП. Создана база нечётких продукционных правил для принятия решений управления параллельных обрабатывающих устройств. На основе компьютерной симуляции получена последовательность срабатываемых переходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев В.А. Анализ нечетких продукционных моделей динамических взаимодействующих процессов. Вестник компьютерных и информационных технологий, №5(95), М.: 2012, с. 25-30.
2. Лескин А.А., Мальцев П.А., Спиридонов А.М. Сети Петри в моделировании и управлении. Л.: Наука, 1989, 133 с.
3. Ахмедов М.А., Мустафаев В.А. Моделирование динамических взаимодействующих процессов с применением стохастических и нечетких сетей Петри / Электронное моделирование. Том 35, №4. Киев. -2013. -с. 109-121

XÜLASƏ

PARALEL FƏALİYYƏTLİ EMAL QURĞULARININ İDARƏ EDİLMƏSİNDƏ

QƏRAR QƏBULU MODELİ

Atayev A.Q., Zeynalabdiyeva İ.S.

Açar sözlər: model, Petri qeyri-səlis şəbəkələri, istehsal qaydaları, insidentliyin matrisi, şəbəkənin vəziyyəti

Paralel emal qurğularının idarə edilməsi üçün qərar qəbuletmə modeli hazırlanmışdır. Paralel emal qurğularının idarəetmə modeli genişləndirilmiş qeyri-səlis Petri şəbəkələri şəklində təqdim olunur. Modelin strukturu matris şəklində təqdim olunur, giriş, çıxış və şəbəkə insident matrisi müəyyən edilir. Paralel emal qurğularının işləməsi ilə bağlı qərarların qəbulu üçün qeyri-səlis istehsal qaydaları bazası yaradılmışdır. Kompüter simulyasiyası nəticəsində ilkin vəziyyətdən tetiklənən keçidlərin ardıcılığı əldə edilir.

SUMMARY
DECISION-MAKING MODEL CONTROL OF PARALLEL-FUNCTIONING
PROCESSING DEVICES

Atayev A.Q., Zeynalabdiyeva I.S.

Key words: *model, fuzzy Petri nets, production rules, incidence matrix, network state*

A decision-making model for the control of parallel processing devices has been developed. The control model of parallel processing devices is presented in the form of extended fuzzy Petri nets. The structure of the model is presented in a matrix form, the input, output and network incidence matrix is determined. A base of fuzzy production rules for making decisions on the functioning of parallel processing devices has been created. As a result of computer simulation, a sequence of triggered transitions from the initial state is obtained.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	21.04.2022
	Son variant	28.05.2022

YDK 681.51

DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_70

AKTİV ELEMENTLƏRİN KOMPLEKS HƏRƏKƏTLƏRİNİN MƏNTİQİ MODELİNİN QURULMASI

RƏHİMOV ŞƏFAHƏT RƏHİM oğlu

MƏMMƏDOVA GÜLNARƏ ABDULLA qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1- dosent, 2-baş müəllim

shafahat_61@mail.ru

Açar sözlər: *kompleks hərəkət, aktiv element, fəza vəziyyətlərinin formalaşdırılması, məntiqi model, işçi sahə.*

Aktiv elementlər çoxluğundan təşkil olunan çevik istehsal sistemlərinin təhlilləri göstərir ki, aktiv elementlərin işçi sahələri üzrə yerdəyişmə dinamikasının xarakteristikalarının müəyyənəndirilməsi xüsusi yaradıcılıq və intellektual yanaşma tələb edən mürəkkəb xarakterli prosesdir[1]. Tədqiqatlara əsasən də demək olar ki, müxtəlif işçi sahələri üzrə çoxfunksiyalı aktiv elementlərin kompleks yerdəyişmə dinamikasının təhlili süni intellektual məsələlərindəndir. Süni intellektual məsələlərinin strukturu formasında aparılan bu tip tədqiqatlar əsasən məntiqi-yönümlü araşdırmalarda daha effektiv qəbul olunurlar[2]. Belə ki, məntiqi-yönümlü araşdırmalarda tədqiq olunan problem məsələlərinin həllinin axtarışı üçün, xüsusən də aktiv elementlərin hərəkət trayektoriyalarının müəyyənəlməsində fəza vəziyyətlərinin müqayisəli təhlil metodunun tətbiqi daha perspektivli və önəmlidir.

Bununla yanaşı çoxfunksiyalı və çoxelementli istehsalat proseslərinin avtomatlaşdırılmasının özü də kompleks xarakterli olduğuna görə aktiv elementlər üzrə qarşılıqlı hərəkət trayektoriyalarının analitik metodla verilməsi çətinlik yaradır, hətta demək olar ki, mümkün olmur. Çoxfunksiyalı aktiv elementlərin hərəkət dinamikalarını fərdi qaydada təhlil edərək, sonradan bu aktiv elementlərin çevik istehsal sistemlərinin daxilində kompleks şəkildə özlərinin necə aparmasının təhlilləri də bir sıra çətinliklər yaradır.

Ənənəvi modelləşdirmə metodlarından [3,4] fərqli olaraq, təklif olunan məntiqiyönümlü fəza struktur modelləşdirilməsində ümumi işçi sahənin altsahələri üzrə aktiv elementlərinin fərdi hərəkət yerdəyişmələrinin statistik və dinamik verilənlər bazaları yaradılır. Aktiv elementlərin yerdəyişmə dinamikasının təhlilləri üçün təklif olunan fəza vəziyyətlərinin formalaşdırılması üsulu iki aspektdə icra olunur: təqdim olunma prinsipində və axtarış formasında. Təqdim olunma prinsipində hər bir aktiv elementin işçi sahələri üzrə təyinatı aparılır. Belə ki, çevik istehsal sistemləri daxilində verilən aktiv elementlərin müvafiq işçi sahələri üzrə paylanması müəyyənəndirilir. Çevik istehsal sistemləri (ÇİS) üzrə verilən N sayda $\{ae_1, ae_2, \dots, ae_i, \dots, ae_N\}$ aktiv elementlərin L sayda $\{S_1, S_2, \dots, S_j, \dots, S_L\}$ işçi sahələri üzrə paylanmasını[5]:

$$S_1 = \{ae_{11}, ae_{12}, \dots, ae_{1p}\}, \quad S_2 = \{ae_{21}, ae_{22}, \dots, ae_{2\ell}\}, \quad \dots,$$

$$S_j = \{ae_{j1}, ae_{j2}, \dots, ae_{jk}\}, \quad \dots, \quad S_k = \{ae_{k1}, ae_{k2}, \dots, ae_{kN}\}$$

şəkildə göstərə bilərik. Burada p, ℓ, j, k, N – birinci tərtib predikatlarıdır.

$\{S_1, S_2, \dots, S_j, \dots, S_k\}$ işçi sahələri üzrə paylanan $\{ae_{11}, ae_{12}, \dots, ae_{1p}\}, \{ae_{21}, ae_{22}, \dots, ae_{2\ell}\}, \{ae_{j1}, ae_{j2}, \dots, ae_{jk}\}$ və nəhayət $\{ae_{k1}, ae_{k2}, \dots, ae_{kN}\}$ aktiv elementlər çoxluğu $\{ae_1, ae_2, \dots, ae_i, \dots, ae_N\}$ -dən götürülübdür.

Yəni $\forall(h, i) = (\overline{1, p}; \overline{1, \ell}; \overline{1, k};)$ üçün $ae_{hi} \in \{ae_1, ae_2, \dots, ae_i, \dots, ae_N\}$ münasibəti doğrudur.

Deməli $S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_j \cup \dots \cup S_L \leftarrow \{ae_1, ae_2, \dots, ae_N\}$ ifadəsi də göstərir ki, $\{ae_1, ae_2, \dots, ae_N\}$ aktiv elementlər $\{S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_L\}$ sahələri üzrə yerləşdirilibdir.

Ümumi işçi sahələri üzrə yerdəyişmələr icra edən ixtiyari iki aktiv element bir-biri ilə hərəkət trayektoriyalarında zaman baxımından aşağıdakı münasibətlərdə ola bilər:

- fasilələr ardıcılığı ilə $(ae_i t ae_k)$ – ae_i -ci aktiv elementin hərəkət prosesi ae_k -cı aktiv elementin hərəkət prosesindən tez başa çatıb (onlar eyni zaman intervallı deyildirlər) ;

- kəsişən trayektoriya ilə $(ae_i f ae_k)$ – ae_i -ci aktiv elementin hərəkət trayektoriyası ae_k -cı aktiv elementin hərəkət trayektoriyası ilə kəsişir;

- eyni işçi sahə ilə $(ae_i q ae_k)$ – ae_i -ci aktiv elementin hərəkət trayektoriyası ilə ae_k -cı aktiv elementin hərəkət trayektoriyası eyni işçi sahəyə doğru istiqamətlənibdir;

- müxtəlif işçi sahələr ilə $(ae_i m ae_k)$ – ae_i -ci aktiv elementin hərəkət trayektoriyası ilə ae_k -cı aktiv elementin hərəkət trayektoriyasında yuxarıda qeyd olunan üç münasibətdən heç biri yoxdur.

t, f, q və m – iki aktiv element arasındakı hərəkət trayektoriyaları üzrə münasibətləri ifadə edən ikinci tərtib predikatlarıdır.

ae_i və ae_k aktiv elementlərinin hər biri $\{ae_1, ae_2, \dots, ae_N\}$ –dən götürülübür.

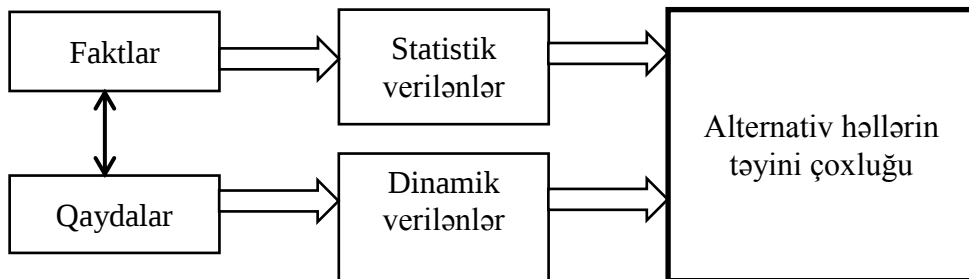
Aktiv elementlərin həndəsi ölçüləri kompüter təsvirlərində qabarıq çoxbucaqlılar kimi göstərildiyinə görə [4] onların işçi alt sahələrinə görə paylanma fəaliyyətlərini düzbucaqlılarla [5] verə bilərik (şəkil 1.).

S_1 ($ae_{11},ae_{12},...,ae_{1j}$)	S_2 ($ae_{21},ae_{22},...,ae_{2r}$)		S_3 ($ae_{31},ae_{32},...,ae_{3k}$)	
S_5 ($ae_{51},ae_{52},...,ae_{5q}$) S_7 ($ae_{71},ae_{72},...,ae_{7v}$)		S_4 ($ae_{41},ae_{42},...,ae_{4p}$)	S_6 ($ae_{61},ae_{62},...,ae_{6d}$)	
				
			S_{N-1} ($ae_{N-11},ae_{N-12},...,ae_{N-1s}$)	
			S_N ($ae_{N1},ae_{N2},...,ae_{Nm}$)	

Şəkil 1. Aktiv elementlərin işçi sahələri üzrə paylanması

Aktiv elementlərin fərdi hərəkət yerdəyişmələrinin statistik və dinamik verilənlər bazaları hazırlanır ki, bu da alternativ həllərin təyini çoxluğunu yaradır (şəkil 2).

Alternativ həllər çoxluğuna əsasən hər bir aktiv element başlanğıc vəziyyətindən (B-dən), növbəti vəziyyətlərindən (A-dan olan) ixtiyari birinə, sonra isə son vəziyyətlərindən (V-yə) ixtiyari birinə keçid icra edə bilər (şəkil 3).



Şəkil 2. Deklarativ məntiqi model

Sonuncu kimi verilən növbəti keçiddə V vəziyyəti başlanğıc kimi qəbul olunaraq, rekursiv keçidlər icra oluna bilər. Keçid predikatını proloq alqoritmik dilində [6]

domains

B=vz

A=B*

V=B*

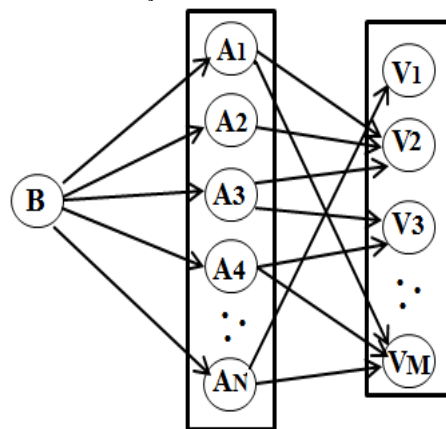
predicates

Kecidlər(B, A, V)

şəklində ifadə etmək olar. B^* yazılışı vəziyyətlər çoxluğunu bildirir. Burada

$\{ (S_i; S_j) \in S \wedge (A; V) \in BAV \} \Rightarrow (B \in S_i; V \in S_j) \Rightarrow \overrightarrow{BV} \rightarrow \Delta t = t_2^1 - t_1^1$;
olacaqdır.

$\overrightarrow{BV}$ - aktiv elementin yerdəyişməsi; BAV isə aktiv elementin hərəkət trayektoriyasıdır. Δt - hərəkət trayektoriyasına sərf olunan zamandır. Yəni, aktiv elementin B mövqeyindən (S_i işçi sahəsindən) çıxaraq, V mövqeyinə (S_j işçi sahəsinə) çatma vaxtı Δt -dir.



Şəkil 3. İşçi sahələr arası yerdəyişmə

Fəza struktur modelləşdirilməsinin axtarış formasında fakt və qaydalar şəklində iyerarxik strukturlu statistik və dinamik verilənlər bazalarının deklarativ məntiqi modeli qurulur.

Əgər $\exists(i, j) \in L$ olarsa, $F(S_i \cap S_j) = \{a_{ij}\}$ ödənsin, onda S_i və S_j işçi sahələri üzrə $\{a_{ij}\}$ adlı aktiv element var ki, $\{S_i\}$ işçi sahəsində yerləşdirilən $\{a_i\}$ adlı aktiv element $\{S_j\}$ işçi sahəsinə keçid icra edə bilər. Bu şərtin ödənilməsi həm də aktiv elementlərin hərəkətlərinin kompleksliyini bildirir.

Süni intellektual strukturunda aparılan tədqiqatlar da göstərir ki, bu tip məsələlərin həllində intellektuallığın qiymətləndirilməsi deklarativ mexanizm ideyasına əsaslanır[3]. Həmçinin bir sıra intellektual məsələlərin həllində, ekspert sistemlərinin hazırlanmasında müvafiq proqram təminatının düzgün seçilməsi perspektivli və önəmli əhəmiyyət kəsb edir.

Proloq məntiqi proqramlaşdırma dilində reallaşdırılan biliklər bazası (BB) predmet oblastının fraqmentlərini predikat modeli şəklində ifadə edir. Fraqmentlər isə fakt və qaydalar çoxluğundan qurulmaqla fəza vəziyyətlərində problem məsələnin deklarativ həllini müəyyənləşdirir[5].

Məntiqi proqramlaşdırma metodları imkan verir ki, obyektlərlə manipulyasiya prosesini hazırlamaq üçün daha mükəmməl BB yaradılsın[6]. Məsələnin həllində istifadəçinin maraqları əsasında fəza vəziyyətlərinin daha münasib təhlili üçün informasiya mənbəyi kimi ekspertlər tərəfindən ümumi verilənlər bazası (VB) qurulur.

Alüminium buxarlandırıcıları istehsalının [2,4] iş prinsipinə görə aktiv elementlərin fəaliyyət sahələrini də düzbucaqlılar şəklində göstərmək olar[3].

İşçi sahələrin düzbucaqlılar şəklində göstərilməsindən aydın olur ki, S_1 – işçi sahəsində yerləşdirilən aktiv elementlər S_2 və S_3 işçi sahələrinə; S_2 – işçi sahəsində yerləşdirilən aktiv elementlər S_4 işçi sahəsindən başqa digər bütün işçi sahələrə, S_3 işçi sahəsindəki aktiv elementlər

digər bütün işçi sahələrə, S_4 – işçi sahəsindəki aktiv elementlər S_3 və S_5 işçi sahələrinə, S_5 işçi sahəsində yerləşdirilən aktiv elementlər isə yalnız S_1 işçi sahəsinə keçid icra edə bilər (Şəkil 4).

S_1 $\{ae_1, ae_2, ae_3, ae_5\}$	S_2 $\{ae_1, ae_2, ae_3\}$	S_6 $\{ae_2, ae_3\}$
	S_4 $\{ae_3, ae_4\}$	
S_3 $\{ae_1, ae_2, ae_3, ae_4\}$		
S_5 $\{ae_2, ae_3, ae_4, ae_5\}$		

Şəkil 4. Aktiv elementlərin işçi sahələr üzrə yerləşdirilməsi

Aktiv elementlərin B başlanğıc vəziyyətindən A aralıq şərtləri daxilində t münasibətinə görə V yerdəyişmələrini təyin etmək üçün proloq məntiqi proqramlaşdırmada [6] kod fraqmenti:

clauses

Kecidlər ([], 0, []).

Kecidlər ([T | A], B, [T | V]) :- A_V = B - T, **Kecidlər**(A, A_V, V).

Kecidlər ([_ | A], B, V) :- **Kecidlər**(A, B, V).

şəklində verilir. **Kecidlər**(B, A, V) predikatına görə $B = \{ae_1, ae_2, ae_3, ae_4, ae_5\}$ olarsa, onda $A = \{ae_1 \rightarrow (ae_2, ae_3); ae_2 \rightarrow (ae_1, ae_3, ae_4, ae_5); ae_3 \rightarrow (ae_1, ae_2, ae_4, ae_5); ae_4 \rightarrow (ae_3, ae_5); ae_5 \rightarrow (ae_1)\}$ olacaqdır.

Təklif olunan deklarativ məntiq strukturu aktiv elementlərin hərəkət trayektoriyalarının kompüter proqramlaşdırılması üçün biliklər bazasının yaradılmasını da sadələşdirilir. Aktiv elementlərin işçi sahələr arası keçidləri dəyişdikdə qurulma strukturuna əsasən BB dəyişmir. Aktiv elementlərdə sahələr üzrə ilkin paylanmada dəyişiklik olarsa, onda faktlar şəklində ifadə olunan verilənlər bazasında dəyişiklik ola bilər.

$B \rightarrow A \rightarrow V$ keçid prosesinin $A = [5, 8, 12, 14, 10, 6, 9, 3, 7, 11]$ qiymətlərində, B vəziyyətlərinə görə V keçidlərinin sayını təyin etmək olar (Cədvəl 1).

Cədvəl 1. $B \rightarrow A \rightarrow V$ keçidləri.					
B vəziyyəti	V-keçidlərin sayı	B vəziyyəti	V-keçidlərin sayı	B vəziyyəti	V-keçidlərin sayı
18	7	31	20	46	26
20	9	33	23	47	27
25	14	35	25	50	25
28	17	40	27	52	23
29	19	43	27	54	20
30	20	44	28	55	20
[6,9,3,11]		[6,5,7,11]			
[5,8,10,16]	[5,8,10,6,3,7]	[5,8,9,7]	[5,12,9,3]	[8,14,7]	[14,6,9]

Nəticə. Çevik istehsal sahələrinin müvafiq aktiv elementlərinin xarakteristikalarından olan yerdəyişmə dinamikasının verilənlər bazaları qurulmuşdur. Aktiv elementlərin kompleks hərəkətlərinin biliklər bazası işlənmiş və PROLOQ məntiqi proqramlaşdırma dilində proqramı tərtib olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Сердюк, А.И. Формализованное описание работы гибких производственных систем при создании систем компьютерного моделирования / А.И. Сердюк, А.И.Сергеев, М.А.Корнипаев [и др.] // СТИН.– 2016. № 7. –с. 12-18
2. Рагимов, Ш. Р. Структурное моделирование базы данных и базы знаний активных элементов гибких производственных систем / Ш. Р. Рагимов, А. Г.Гусейнов // Вестник компьютерных и информационных технологий. –2020. № 7. –С. 15 – 23
3. Рассел, Стюарт, Норвиг Питер. Искусственный интеллект. Современный подход. Том 1. Решение проблем. Знания и рассуждения, / Рассел, Стюарт, Норвиг Питер. Пер. с англ. – М: Вильямс, –2021 г. – 1424 с.
4. Рагимов Ш. Р. Определение и программирование эффективности функционирования активных элементов гибких производственных систем при структурном моделировании // Автоматизация. Современные технологии.– 2021. № 3. –С. 112 – 116
5. Rəhimov Ş.R., G.A.Məmmədova, G.E.Orucova Ümumi zonalı proseslərin məntiqi modelinin qurulması.// Azərbaycan Texniki Universiteti. "Avtomatika və idarəetmənin müasir problemləri". Respublika elmi – praktik konfrans, dekabr -2012.
6. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке Prolog: пер. с англ. 3-е изд. – М.: Вильямс, –2001. –640 с.

РЕЗЮМЕ

РАЗРАБОТКА ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОМПЛЕКСНЫХ ДЕЙСТВИЙ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Рагимов Ш.Р., Мамедова Г.А.

Ключевые слова: комплексное движение, активный элемент, формирование пространственных ситуаций, логическая модель, рабочая зона.

В представленной статье предлагается метод формирования пространственных ситуаций динамики перемещения активных элементов гибких производственных систем. В таких аспектах, как форма представления и поиска разрабатывается декларативная структурно-логическая модель назначения каждого активного элемента по рабочим зонам.

SUMMARY

DEVELOPMENT A LOGICAL MODEL OF COMPLEX ACTIONS OF ACTIVE ELEMENTS

Rahimov Sh.R., Mammadova G.A

Key words: integrated movement, active element, formation of space conditions, logical model, areas of work .

The article proposes a method for the formation of space conditions for the movement dynamics of active elements of flexible manufacturing systems. A declarative structural-logical model, the purpose of each active element is developed in terms of areas of work like the form of presentation and search.

.Daxilolma tarixi:	İlkin variant	11.04.2022
	Son variant	24.05.2022

SR-in texnoloji əməliyyatları aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilir: SR-in ilkin mövqeyindən ($0Y_0Z_0$) onun qolu Δy_1 məsafəsi qədər irəli xətti hərəkət edir. $0Y_1Z_0$ mövqeyində SR-in elektromaqnit tutqacı işə düşərək dairəvi dəmir hissəni tutur. Bu mövqeydən SR-in qolu 90^0 fırlanaraq X_0Z koordinat sisteminə keçir. X_10Z_0 mövqeyində SR-in tutqacı dairəvi dəmir hissəni avadanlığa yükləyir və Δx_1 məsafəsi qədər geri xətti hərəkət edərək, X_00Z_0 mövqeyinə keçir. X_00Z_0 mövqeyindən SR-in qolu 90^0 transportyorun işçi zonasına fırlanaraq, $0Y_0Z_0$ koordinatında mövqeləşir (ilkin mövqeyə qayıdır). SR-in texnoloji əməliyyatları xətti və fırlanma hərəkət trayektoriyası ilə təmin olunduğuna görə, SR-in ümumiləşdirilmiş koordinatları sinuslar teoreminə əsasən aşağıdakı kimi təyin olunur [3]:

$$\prod_{i=1}^4 M_{mi} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & dy \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & dx \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & -0,3 \\ 0 & -1 & 0 & -0,3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

burada $\varphi_1 = 90^0$ sənaye robotunun qolunun dönmə bucağıdır; $dy=0,3$ m - SR-in qolunun irəli xətti yerdəyişməsidir; $dx=0,3$ m – SR-in qolunun irəli xətti yerdəyişməsidir.

Nəzərə alaq ki, SR-in işçi yerində texnoloji əməliyyatlar aqressiv mühitdə yerinə yetirildiyinə görə, məsafədən idarəetmə trayektoriyasının ümumiləşdirilmiş koordinatlarının təyin edilməsi tələb olunur. Bununla əlaqədar olaraq, SR-in tutqacının koordinat sistemi videokameranın koordinat sistemi ilə əlaqələndirilir. Bu asılılıq aşağıdakı ifadə ilə təsvir olunur [4, s. 230-256]:

$$M_{ki}^u = M_{\varphi 1j}^{-1} M_{xyi}^{-1}, \text{ burada } j = \overline{1, 2}; i = \overline{1, 2} \quad (2)$$

burada $M_{\varphi 1j}^{-1} M_{xyi}^{-1}$ - uyğun olaraq, SR-in işçi zonasında onun hərəkət trayektoriyasına əsasən videokamera vasitəsi ilə cızılan koordinatların tərs matrisləri.

M_{kj}^{-1} matrisini təyin etmək üçün Z oxu ətrafında φ_1 bucağına görə dönmə matrisinin tərs matrisi məntiqi şəkildə yazılır:

$$M_{\varphi_1} = \begin{bmatrix} \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow M_{\varphi_1}^{-1} = \begin{bmatrix} -\cos \varphi_1 & \sin \varphi_1 & 0 & 0 \\ -\sin \varphi_1 & -\cos \varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Əgər qəbul etsək ki, $\varphi_1=90^0$, onda (3) ifadəsinə əsasən aşağıdakı məntiqi ifadə yazılır:

$$M_{\varphi_1} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow M_{\varphi_1}^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$M_{\varphi_1}^{-1}$ tərs matrisinin düzgün təyin olunmasını yoxlamaq üçün onun ilkin matrisə hasili ilə yoxlamaq olar. Bu halda E matrisi təyin olunur:

$$E = M_{\varphi_1} M_{\varphi_1}^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

dx ($0,3$ m) və dy ($0,3$ m) xətti yerdəyişmə koordinatlarının matrisinin tərs matrisi aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

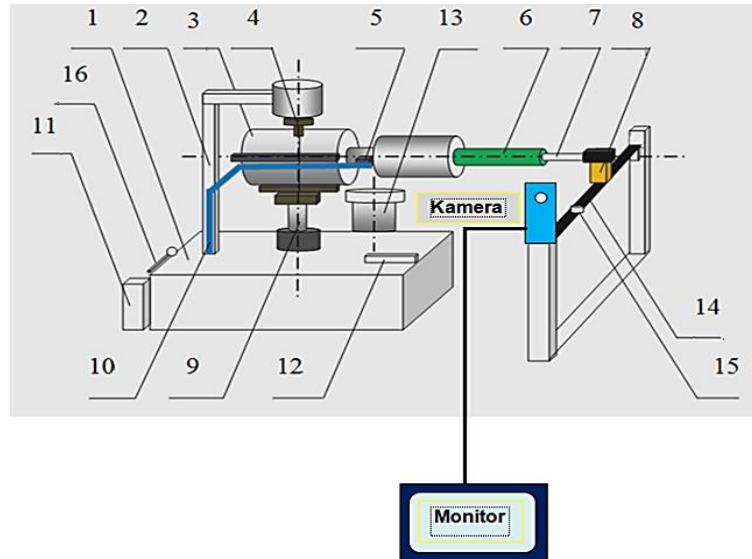
$$M_{dx} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0,3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow M_{dx}^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -0,3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$M_{dy} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0,3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow M_{dy}^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -0,3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

(2), (4), (6), (7) ifadələrinə əsasən SR-in ümumiləşdirilmiş tərs matrisi aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$M_{ki}^u = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0,3 \\ 0 & -1 & 0 & 0,3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

III. SR-in konstruktiv quruluşunun və mexatron hissələrinin iş prinsiplərinin müəyyən edilməsi. SR-in komponent quruluşu istehsal prosesinin spesifikasiyasına uyğun seçilir.



Şəkil 2. Robotlaşdırılmış istehsal modulunun kompanovka sxemi

Nəzərə alsaq ki, son məhsulun hazırlanması üçün müxtəlif konfigurasiyalı dəmir pəstahlar istifadə olunur və onların dəzgahda mövqeləşdirilməsi, emal edilməsi, götürülməsi və daşınması üçün texnoloji əməliyyatlar aparılır, onda uyğun olaraq dairəvi quruluşlu robotlaşdırılmış istehsalat

modulu qurulmalıdır [5, s. 34-56]. Bununla əlaqədar olaraq, dairəvi quruluşlu robotlaşdırılmış istehsal modulu təklif edilir (Şəkil 2).

Robotlaşdırılmış istehsal modulunun əsas qovşaqları aşağıdakılardır:

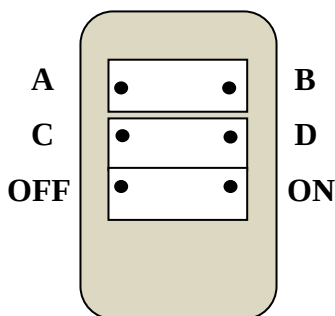
1. Gövdə;
2. Kranşteyn;
3. SR-in fırlanma mexanizmi;
4. SR-in qolunu fırladan elektrik mühərrik;
5. SR-in qolunu irəli və geri xətti hərəkətini icra edən addımlı elektrik mühərrik;
6. SR-in qolunu irəli və geri xətti hərəkətini təmin edən teleskopik mexanizm;
7. SR-in qolu;
8. SR-in elektromaqnitli tutqacı;
9. SR-in fırlanmasını təmin edən teleskopik mexanizm;
10. SR-in icra mexanizmlərini, qida blokunu və məsafədən idarəetmə pultunun platasını birləşdirən əlaqələndirici kabel;
11. Qida bloku;
12. SR-in məsafədən idarəetmə pultu;
13. Radial burğulama dəzgahının maketi;
14. Lentli transportyorun maketi;
15. Dairəvi dəmir detal;
16. Antenalar.

SR-in texnoloji əməliyyatları aşağı ardıcılıqla yerinə yetirilir:

Robotlaşdırılmış istehsalat modulunda SR-in ilkin mövqeyi lentli transportyorun (14) qarşısında Δy məsafəsi qədər geridə olur. Dairəvi dəmir detal (15) lentli transportyor (14) vasitəsi ilə SR-in işçi sahəsində mövqeləşdirildikdən sonra SR-in qolu (7) Δy məsafəsi qədər xətti irəli hərəkət etdirilir və dayandırılır. Bu zaman SR-in elektromaqnit tutqacı (8) işə salınır. SR-in tutqacı dairəvi detallı lentli transportyordan tutur və SR-in fırlanma mexanizmin (3) üst hissəsində mərkəzdə quraşdırılan elektrik mühərrik (4) SR-in qolunu 90° fırladaraq, radial burğulama dəzgahının (13) mövqeyində dayandırılır. Radial burğulama dəzgahının maketinin üzərində dairəvi dəmir detal dəzgahın üst səthinə yerləşdirilir. Bu əməliyyatdan sonra SR-in qolu geri Δx məsafəsi qədər xətti geri hərəkət etdirilir və 90° fırlanaraq, lentli transporterun işçi zonasına ilkin vəziyyətdə mövqeləşdirilir.

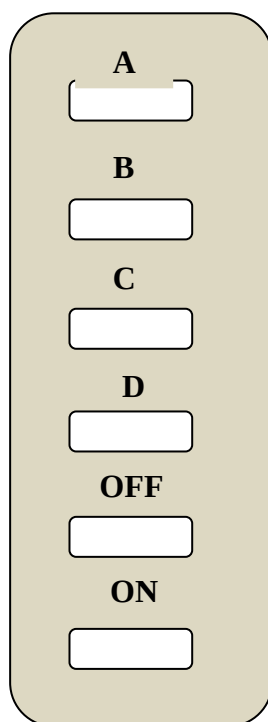
Robotlaşdırılmış istehsalat modulunda bütün texnoloji əməliyyatlar avtomatlaşdırılmış şəkildə SR-in məsafədən idarəetmə pultunun (12) köməyi ilə həyata keçirilir. Məsafədən idarəetmə pultun plataları kabel (10) vasitəsi ilə SR-in fırlanma və irəli-geri hərəkətlərini icra edən mühərriklərin kabellərinə (10) birləşdirilir ki, antenaların (16) radiosiqnallarının təsirindən SR-in texnoloji əməliyyatları məsafədən icra olunsun. Qida bloku vasitəsi ilə SR-in irəli-geri hərəkətlərinin icrasını təmin edən addımlı elektrik mühərrikin (5) təhlükəsiz işi təmin olunur.

Pult 1



- A** – SR-in qolunun sağa fırlanma hərəkəti (və dayandırılması);
B – SR-in qolunun sola fırlanma hərəkəti (və dayandırılması);
C – SR-in tutqacının köməyi ilə detalın götürülməsi (və buraxılması);
D – SR-in qolunun irəli hərəkəti (və dayandırılması).
OFF – söndürmək;
ON – qoşmaq.

Pult 2



A – SR-in qolunun geri hərəkəti (və dayandırılması).
OFF – söndürmək;
ON – qoşmaq.

***Şəkil 3.** SR-in məsafədən idarəetmə pultunun əməliyyatlar toplusu*

SR-in texnoloji əməliyyatlarını məsafədən icra etmək üçün pultla idarəetmə qaydaları tərtib edilmişdir (Şəkil 3).

Nəticələr.

1. İstehsalat müəssisəsində fəaliyyət göstərən SR-in texnoloji əməliyyatların və videonəzarət sisteminin ümumiləşdirilmiş koordinatları təyin edilmişdir;
2. SR-in konstruktiv quruluşu təklif edilərək, onun mexatron hissələrinin iş prinsipi müəyyən edilmişdir.
3. SR-in texnoloji əməliyyatlarını məsafədən icra etmək üçün pultla idarəetmə qaydaları tərtib edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Халяпов, Т. Разработка управляемого робота «ХТР-М» / Т. Халяпов, Н. Староверова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2016. Т. 16, № 2. –с. 142-144
2. Əliyev R., Əhmədov B., Seyidov M., Əlizadə A. İntellektual robotlar. Ali məktəblər üçün dərslik. / Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin 17.06.2009-cu il tarixli 719 nömrəli əmri ilə dərslik kimi təsdiq edilmişdir. –Bakı, –2011, –332 s.
3. Мамедов Дж.Ф. Модель выбора траектории движения промышленного робота / – Баку: Известие Академии Наук Азербайджана, серия физико-технических наук, –2000, № 2-3, – с. 148-151
4. Шахинпур М. Курс робототехники : Пер.с англ. –М.: Мир, –1990., –527 с.
5. Əhmədov, M.A. Texniki sistemlərin avtomatlaşdırılmış layihələndirməsi / Əhmədov M.A., Məmmədov C.F., Hüseynov A.H. – Bakı:Sumqayıt , –2011, –115 s.

6. Hüseynov, A. H. Su mühitində ölçmələr aparən konduktometrik ölçü çeviricilərinin dinamik xarakteristikalarının tədqiqi / A. H. O. Hüseynov, İ. R. O. Həsənov // SDU.Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – C. 20. – № 2. – p. 74-78.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43176385>

РЕЗЮМЕ
РАЗРАБОТКА РОБОТА ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМОГО
В АГРЕССИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЕ
Оруджева Г.Э.

Ключевые слова: *промышленный робот, агрессивная среда, дистанционное управление, электромагнитный захват, пульт управления.*

Химические заводы, которые непосредственно вредны для здоровья человека, требуют использования специального оборудования с дистанционным управлением, сервисных роботов и манипуляторов для автоматизации технологических операций в процессе производства, транспортировки промышленных и радиоактивных отходов. В связи с этим в статье рассматривается вопрос разработки робота с дистанционным управлением в агрессивной промышленной среде.

Целью статьи является разработка промышленного робота, управляемого с безопасного расстояния и позиции для автоматизации процесса выбора, сбора и транспортировки радиоактивных промышленных отходов на химических предприятиях с агрессивной средой.

Для достижения этой цели была определена структура промышленного робота и выбраны основные механические и электронные детали. Технологические операции предлагаемого промышленного робота были экспериментально изучены в трехмерной системе координат, основанной на линейных и вращательных перемещениях. В рабочей зоне завода была установлена система камер для дистанционного управления такими операциями, как захват, транспортировка и загрузка металлической заготовки на транспортную линию и оборудование с помощью электромагнитного захвата робота, а также был разработан пульт управления всех технологических операций робота.

SUMMARY
DEVELOPMENT OF THE ROBOT WITH DISTANCE CONTROL IN AN AGGRESSIVE
INDUSTRIAL ENVIRONMENT
Orujeva G. E.

Keywords: *industrial robot, aggressive environment, remote control, electromagnetic grip, control panel.*

Chemical plants which are directly harmful to human health, require the use of special remote-controlled equipment, service robots and manipulators to automate technological operations in the production process, transportation of industrial and radioactive waste. In this regard, the article discusses the development of a remote-controlled robot in an aggressive industrial environment.

The aim of the article is to develop an industrial robot controlled from a safe distance and position to automate the process of selection, collection and transportation of radioactive, industrial waste in chemical plants with aggressive environments.

In order to achieve this goal, the structural structure of the industrial robot was determined and the main mechanical and electronic parts were selected. The technological operations of the proposed industrial robot have been studied experimentally in a three-dimensional coordinate system based on linear and rotational displacements. A camera system has been installed in the working area of the plant to remotely control operations such as capturing, transporting and loading iron-type gears on the transport line and equipment by means of the robot's electromagnetic gripper and a technical interface for control of technology operations of a robot has been created.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	08.12.2021
	Son variant	15.03.2022

QEYRİ-MÜƏYYƏN MÜHİTDƏ ROBOTOTEXNOLOJİ KOMPLEKSİN İNTELLEKTUAL İDARƏETMƏ SİSTEMİNİN TƏDQIQI VƏ İŞLƏNMƏSİ

MANAFOVA XƏYALƏ İDRİS qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, dissertant

aqil55@mail.ru

Açar sözlər: robototexnoloji kompleks, intellektual idarəetmə, biliklər bazası, intellektual interfeys, situasiyalı identifikasiya.

İntellektual idarəetmə - müxtəlif fiziki təbiətli obyektlərin idarəsi üçün süni intellekt üsullarının tətbiqindən ibarətdir. Robototexniki sistemin idarəsi sahəsində süni intellekt üsullarının tətbiqi hazırda geniş vüsət almışdır. Bu, birinci növbədə robotların avtonomluğu, tam olmayan məlumat şəraitində formalaşdırılmamış yaradıcı məsələlərin həllinin zəruriliyi və müxtəlif qeyri-müəyyənliklərə əsaslandırılır. Göstərilən məsələlər sinfi son zamanlaradək təbii intellektin idarəetmə obyektinin operatorunun, mühəndisin, alimin, həmçinin insanın hüququnda qalırdı. Avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsi, zəif strukturlaşan məsələlərin intellektual üsullarla formalaşdırılması və mürəkkəb texniki sistemlərin idarə edilməsi sahəsindəki müasir nailiyyətlər çox mürəkkəb robototexniki sistemlərin reallaşdırılmasına imkan verir ki, buna da mobil robotlaşdırılmış platforma, çevik avtomatlaşdırılmış xətt və android robotlar aiddir.

Robototexniki sistemlər giriş məlumatlarının tam olmadığı şəraitdə fəaliyyət göstərir ki, bu zaman prinsipial olaraq bir sıra parametrlərin ölçülməsi mümkün deyildir. Bu da idarəetmə proqramlarına məhdudiyyətlərin qoyulmasına səbəb olur [3,4]. Belə çatışmazlıq dolayı əlamətlərin və ölçülən göstəricilərin əsasında ölçülməyən parametrlərin hesablanmasına imkan verən zəruri baza alqoritmlərinin işlənməsinə gətirib çıxarır.

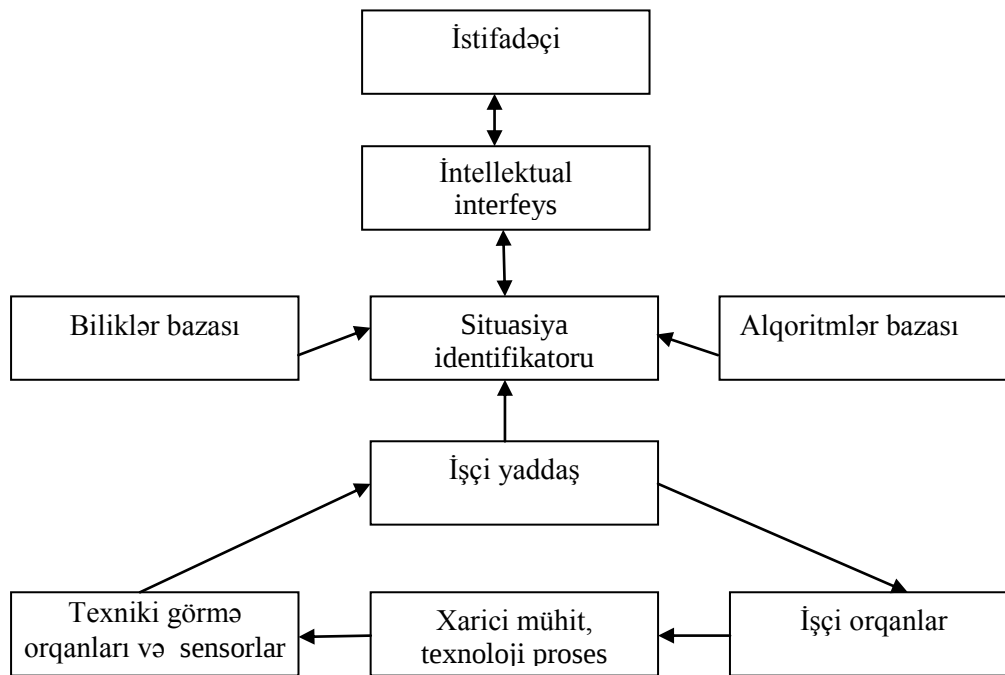
Robototexniki sistemin fəaliyyət göstərdiyi xarici mühitin qeyri-müəyyənliyi məcbur edir ki, idarəetmə sisteminə müxtəlif növ kompensatorlar, adaptasiya modulları, məlumatın toplanması və rəqləşdirilməsi modulları qoşulsun.

Tədqiqatın məqsədi ilkin məlumatın tam olmaması və müxtəlif növ qeyri-müəyyənliyi nəzərə almaqla fəaliyyət spesifikasiyasına münasibətdə invariant robototexniki sistemin intellektual idarə sisteminin qurulmasına yanaşmaların təşkilindən ibarətdir. Qoyulmuş məsələnin həllinə nail olmaq üçün bir sıra qarşılıqlı əlaqəli məsələlərin həlli tələb olunur:

- robototexniki sistemin intellektual idarəetmə sisteminin arxitekturasının analizinin yerinə yetirilməsi;
- robototexniki sistemin idarəetmə sisteminin ümumiləşmiş sxeminin işlənməsi;
- robototexniki sistemin situasiyalı identifikasiyasının ümumiləşmiş alqoritminin işlənməsi;
- mobil robotlaşdırılmış platformanın və çevik avtomatlaşdırılmış xəttin intellektual idarəetmə sisteminin işlənməsi.

İntellektual idarəetmə alqoritmlərinin reallaşdırılması üçün, birinci növbədə, robototexniki sistemin yerləşdiyi vəziyyətin cari identifikasiya məsələsinin təyini yerinə yetirilir. Bu məsələnin həlli üçün situasiyalı identifikasiya sisteminin quruluş sxemi işlənməlidir (şəkil 1).

Texniki görmə və sensorlu hissetmə bloku xarici mühitin vəziyyətinin dəyişməsinə təyin etmək və sonrakı emal üçün sensor xəritəsini təqdim etmək üçündür. Mühitin sensor xəritəsi robotun cari zaman anında yerləşdiyi vəziyyətin obrazından ibarətdir. Predmet sahəsinin spesifikasiyasından asılı olaraq sensor xəritənin qurulmasının zaman intervalı seçilir.



Şəkil 1. *Situasiyalı identifikasiya sisteminin quruluş sxemi*

Texniki görmə və sensorlu hissetmə bloku xarici mühitin vəziyyətinin dəyişməsinə təyin etmək və sonrakı emal üçün sensor xəritəsini təqdim etmək üçündür. Mühitin sensor xəritəsi robotun cari zaman anında yerləşdiyi vəziyyətin obrazından ibarətdir. Predmet sahəsinin spesifikasiyasından asılı olaraq sensor xəritənin qurulmasının zaman intervalı seçilir.

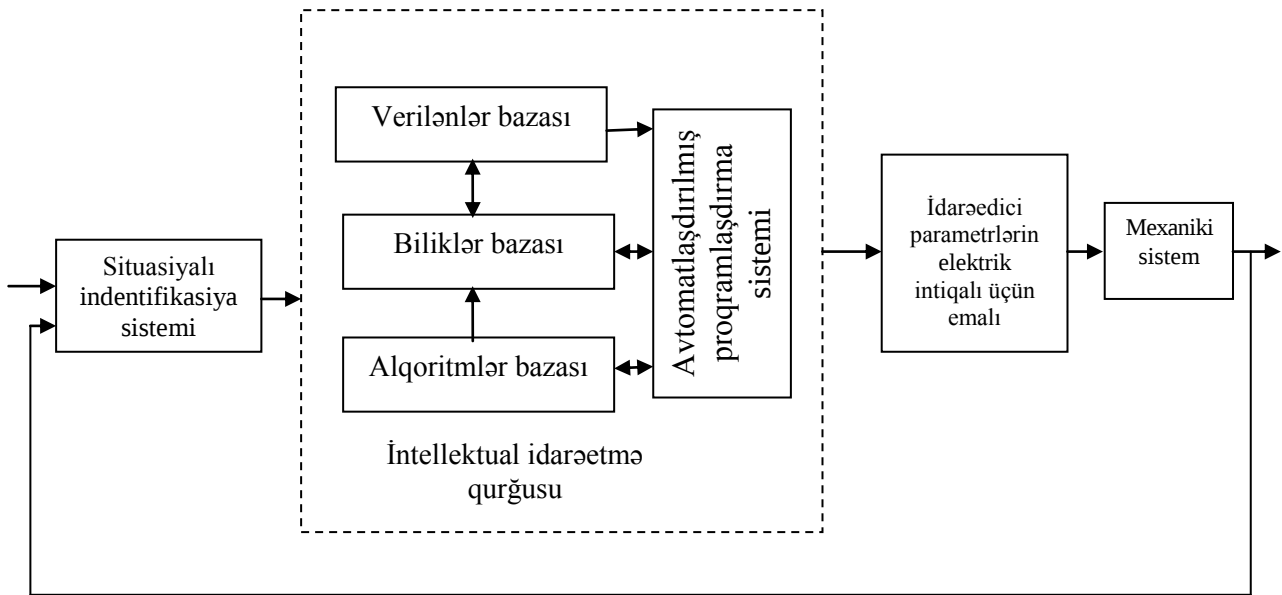
İşçi yaddaş ekspert sistemlərinə və intellektual sistemlərə uyğun olaraq sensorlardan və robototexniki sistemin alqoritmlər bazasının və biliklər bazasının köməyi ilə emal olunaraq daxil olmuş informasiyanın emalı üçündür. Alqoritmlər bazası sensor xəritəni yenidən emal edən (siqnalların ədədi emalı, təsvirlərin və səslərin obrazının tanınması), ölçülə bilməyən parametrlərin hesablanması (ölçülə bilməyən parametrlərdən funksional asılılıq), informasiyanın tamlığının bərpası (biliyin tamlığının və bir-birini inkar etməsinin yoxlanması, qeyri-stasionarlıq və xarici şərtlərin variantlığını nəzərə almaqla biliklərin adaptasiyası), riyazi əməliyyatları və s. alqoritmlərini özündə cəmlənir.

Biliklər bazası robotların fəaliyyəti və xarici mühitlə əlaqəsi prosesində toplanmış tam və bir-birini inkar etməyən, öyrənmə mərhələsində yığılmış biliklərdən ibarət xarici mühit haqqında aprior məlumatdan ibarət mürəkkəb ierarxik quruluşu özündə ifadə edir[5,6].

Vəziyyətlər identifikatoru bloku nisbətən vacib blokdur. Bu blok sensor xəritənin əsasında vəziyyətin obrazının düzgün tanınmasına cavab verir. Bu blokun yerinə yetirilməsinin nəticəsi robototexniki sistemin idarəetmə proqramlarının seçilməsini müəyyən etməkdən ibarətdir.

İstifadəçi ilə əlaqə üçün intellektual interfeysdən istifadə edilir. İstifadəçi robototexniki sistemin fəaliyyətinə nəzarəti, həmçinin qoyulmuş məqsədə nail olmaq məqsədi ilə prosesin monitorinqini yerinə yetirir. Qayda üzrə operatorun robotla əlaqəsi təbii dilin altçoxlğu ilə məhdudlaşan təbii-dil interfeysinin istifadəsi ilə reallaşdırılır.

Robototexniki sistemin qeyri-müəyyənlik şəraitində idarəetmə sisteminin quruluşu. Qeyd edək ki, qeyri-müəyyənlik şəraitində robototexniki sistemin intellektual idarəsinin alqoritm və proqramlarının reallaşdırılması bir sıra nəzərə çarpan çətinliklərlə bağlıdır.



Şəkil 2. Robototexniki sistemin intellektual idarəetmə sisteminin quruluş sxemi

Giriş məlumatlarının ilkin emalının alqoritmlərinin mürəkkəbliyi və robototexniki sistemin özünü aparması modellərinin strukturlu qeyri-müəyyənliyi intellektual idarəetmə sisteminin quruluşunun təyininə səbəb olur. Qeyri müəyyənlik şəraitində (mühitdə) robotların idarəsi məsələlərinin həlli üçün intellektual idarəetmə sisteminin arxitekturası aşağıdakı şəkildə təklif olunur (şəkil 2).

Situasiyalı identifikasiya sistemi (SİS) robototexniki sistemin ixtiyari intellektual idarəetmə sisteminə daxil edilməlidir. İntellektual idarəetmə qurğusu (İİQ) öz tərkibində biliklər bazasını (BB) və idarəetmə proqramlarının seçilməsi blokunu saxlayır.

Bu blokun təyinatı robotun mexaniki sisteminə (MS) təsir edən elektrik intiqalları (Eİ) sistemi üçün idarəedici təsirlərin emalından ibarətdir.

Robototexniki sistemni qeyri-müəyyənlik şəraitində fəaliyyəti problemi çoxamillidir. Qeyri müəyyənlik şəraitində robototexniki sistemin özünü aparmasının planlaşdırılması məsələsinə baxaq. Bunun həlli üçün dinamik ekspert sistemi texnologiyasının tətbiqi nisbətən məqsədə uyğundur. Belə ekspert sistemin biliklər bazası zamandan asılı olaraq korrektirovka olunur. Əgər produksiya qaydaları bazası tətbiq edilsə, onda produksiya qaydaları müntəzəm predmetə görə tədqiq edilir. İnformasiyanın tamlığı və bir-birini inkar etməməsi dəqiqləşdirilir. Bundan başqa adaptasiya alqoritmlərinin hesabına öz aktuallığını itirmiş və köhnəlmiş qaydaların yenilənməsi və dəyişdirilməsi yerinə yetirilir. Ekspert sistemin biliklər bazasının özünəməxsus blokunu robototexniki sistemin intellektual idarəetmə sisteminin layihələndirilməsi mərhələsində ciddi analiz aparılmasını tələb edir. Bu mərhələnin layihə işlərinin yerinə yetirilməsinin keyfiyyətindən qoyulan məsələnin səmərəli həllinin alınması çox asılıdır. O biliyin tamlığı və bir-birini inkar etməməsi, idarəetmənin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi və biliklərin korreksiyası altsistemlərini özündə cəmləməlidir.

Xronoloji olaraq sistemin özünü aparmasının planlaşdırılma mərhələsindən sonra təbii dildə robototexniki sistemin idarəetmə əməllərinin verilməsi problemi yerinə yetirilir. Təbii dil interfeysinin təşkili üçün nisbətən uyğun reallaşdırma aləti qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsidir. Əvvəlcədən müəyyən olunmuş, term-çoxluqlarla təsvir olunmuş informasiyanı özündə saxlayan linqvistik dəyişənlərin köməyi ilə tətbiq sahəsinin təsviri reallaşdırılır. Qeyd edək ki, tətbiq sahəsi robototexniki sistemə təsir göstərən və onların təsiri ilə dəyişən əməllər sistemi və obyektlərlə məhdudlaşdırılır.

Bunun üçün istifadə edilən fazifikasiya və defazifikasiya üsulları, həmçinin qeyri-səlis məntiqi çıxış alqoritmləri robototexniki sistemin işinin sürətinə və idarəedici təsirlərin dəqiq emalına ciddi təsir göstərir.

Bir sıra hallarda, robototexniki sistemlərlə idarəetməyə neyron şəbəkələr tətbiq edilir. Neyron şəbəkələrin əsas üstünlükləri ondan ibarətdir ki, obyektin riyazi modelini tanımaq və təşkil etmək zərurəti buraxıla bilər, neyron şəbəkə universal qeyri-səlis approksimator rolunu oynayır.

Obyekt, yəni robototexniki sistem “qaraqutu” rolunda çıxış edir. Neyron şəbəkə idarə olunan robototexniki sistemin etalon modeli səviyyəsində özünün aparır. Qeyd olunmalıdır ki, bi öyrədici çoxtəbəqəli neyron şəbəkə (obyektin identifikatoru) olmalıdır. Neyroşəbəkə modeli idarəetmə obyektinə obyekt və modelin çıxış siqnallarının razılaşdırılmasına görə tənzimlənir. O seçilmiş keyfiyyət kriteriyalarına uyğun olaraq idarəetmə qurğusunun tənzimlənməsi və korrektirovkası üçün öyrədici seçimləri təşkil edir.

Nəticə olaraq qeyd etmək olar ki, aparılan analiz fəaliyyət spesifikasiyasına münasibətdə invariant olan robototexniki sistemin intellektual idarəetmə sisteminin arxitekturasının sintez edilməsinə kömək edir. İşlənmiş situasiyalı identifikasiya alqoritmı imkan verir ki, xarici mühitin yüksək informasiyalı sensor xəritəsi qurulsun. Robototexniki sistemin intellektualı idarəetmə sisteminin təşkili üçün əsas yanaşmalar təsvir edilir. İdarəedici qurğuların reallaşdırılması üçün tətbiq olunan süni intellekt üsullarının inkişaf perspektivlərinin istiqamətləri göstərilmişdir.

İdarəetmənin səmərəliliyi birbaşa giriş verilənlərinin emalı və sistemləşdirilməsi üsullarının keyfiyyətindən və bu verilənlərin miqdarından asılıdır. Sənaye müəssisələrinin rəqəbətçiliyinin saxlanması üçün giriş verilənlərinin həcmi daim artması ilə əlaqəli informasiya idarəetmə sistemlərinin tətbiq edilməsi və həll qəbulunun dəstəklənməsi sisteminin tətbiq edilməsi zərurəti yaranır. Bu baxımdan informasiyanın emalı və sistemləşdirilməsi üsullarına elmi maraq artır [1].

Qeyd etmək lazımdır ki, idarəetmə məsələlərinin həlli zamanı qarşıda duran əsas məsələlərdən biri də idarə olunan obyekt və qurğuların texniki vəziyyətinin öyrənilməsinin və ya idarəsinin vacibliyidir. Obyektlərin texniki vəziyyətinin idarəsi anlayışı altında texniki obyekt və qurğuların texniki vəziyyətini dəstəkləmək və yaxşılaşdırmaq üçün ona istiqamətlənmiş istənilən təsirlər başa düşülür. İdarəedici həllərin qəbulu üçü üsulların müasir inkişaf tendensiyası texniki obyektlərin cari vəziyyəti haqqında informasiyanın analizinin aparılmasına gətirib çıxarır ki, burayada müxtəlif tipli statik, ekspert, diaqnostik və s. informasiyalar daxildir. Sistemləşdirilməsi üsul və alqoritmlərin onların əsasında intellektual idarəetmə sisteminin reallaşdırılmasının işlənməsi məsələsini aktuallaşdırır [2].

ƏDƏBİYYAT

1. Гаврилюк, Е.А. Управление техническим состоянием сложных систем на основе нечеткой модели / Е.А.Гаврилюк, С.А.Манцеров // Автоматизация процессов управления, –2018, № 1(51), с. 91.
2. Талыбов, Н.Г. Разработка средства автоматизации моделирования интеллектуальной системы управления гибкой производственной системой / Н.Г.Талыбов, А.Г.Гусейнов // Проблема сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов, –2017, № 2, –с.104-110.
3. Зальмарсон, А.Ф. Общесистемные показатели эффективности автоматизированных систем управления (программно-аппаратных комплексов) / А.Ф.Зальмарсон, В.А.Васильев, М.И.Елецкий [и др.] // Автоматизация процессов управления, –2018. №3 (53), –с. 11
4. Волков, М.В. Анализ основных характеристик, определяющих эффективность автоматизированных систем управления и методов их оценки / М.В.Волков, Р.Н.Филиппов // Вестник ВГТУ. –2009. - №3.
5. Əliyeva, S. B. İstehsalatın avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin informasiya-ölçmə elementlərinin verilənlər bazasının yaradılması / S. B. Əliyeva // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 4. – P. 73-77. – DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_73. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47690232>

6. Manafova X.İ. İntellektual idarəetmə sistemlərində biliklər bazasının generasiyası üçün program komponentlərinin təşkilinə yanaşma konsepsiyası // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. Cild 19, №3, –Sumqayıt, –2019, –s.82.

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Манафова Х.И.

Ключевые слова: *робототехнический комплекс, интеллектуальное управление, база знаний, интеллектуальный интерфейс, ситуационная идентификация.*

В работе рассматриваются вопросы создания интеллектуальной системы управления инвариантным робототехническим комплексом, подходы организации в условиях полного отсутствия исходной информации и с учетом различных видов неопределенности. Для решения этой задачи предложена и разработана схема системы ситуационной идентификации. Уточнены функции блоков, входящих в систему управления. Рассмотрены вопросы планирования поведения робототехнического комплекса, в состав которого входит система ситуационной идентификации, в условиях неопределенности.

SUMMARY

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR A ROBOTIC COMPLEX UNDER CONDITIONS OF NON DETERMINATION

Manafova Kh.I.

Key words: *robotic complex, intelligent control, knowledge base, intelligent interface, situational identification.*

The paper deals with the creation of an intelligent control system for an invariant robotic complex, organization approaches in the absence of initial information and taking into account various types of non dermination. To solve this problem, a scheme of a situational identification system is proposed and developed. The functions of the blocks included in the control system have been specified. The tasks of planning the behavior of a robotic complex which includes a situational identification system under conditions of non determination are considered.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	12.04.2022
	Son variant	23.05.2022

YDK 621.316.3

DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_86

YÜKSƏKGƏRGİNLİKLİ HAVA XƏTTİNİN ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ ÜÇÜN İNTEQRASIYA OLUNMUŞ SİSTEM

¹BALAMETOV ƏSRƏF BALAMET oğlu²İSAYEVA TƏRANƏ MUSA qızı*Azərbaycan Elmi-Tədqiqat və Layihə-Axtarış Energetika İnstitutu MMC, 1-professor**Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, 2-dosent*balametov.azniie@gmail.com

Açar sözlər: *ətraf mühitə təsir, hava elektrik verilişi xətləri, elektrik sahəsi, maqnit sahəsi, tac itkisi, radio küylər, akustik səs-küy, elektromaqnit uyğunluğu.*

Hava xətləri məftillərində tac hadisəsi özünü əsasən üçşəkildə göstərir: “Vizual tac” – elektrik cərəyanının həddindən artıq gərginliyin intensivliyinin kritikdən çox olduğu yerlərdə bənövşəyi rəngli işıq saçması ilə təzahür olunur. Hava xətlərində tac hadisəsini izləmək üçün həm gündüz tac kamerası, həm də ultrabənövşəyi kamera istifadə olunur; naqillərin yaratdığı akustik səs-küy, yağıntılar mövcud olduqda küy səslərinin artması ilə əks olunan; radio müdaxiləsi.

Radio müdaxiləsi hava xəttinin ətraf mühitə təsirinin ən ciddi təzahürü kimi seçilir, çünki onun nəticələri uzaq məsafəyə yayıla bilər.

1980-ci illərin əvvəllərindən dünya təcrübəsində həm milli, həm də beynəlxalq normativ sənədlər yaradılmışdır: Beynəlxalq Elektrotexniki Komissiyası standartları, Avropa normaları EN və s. 1990-cı ildən Rusiyada elektromaqnit uyğunluğu sahəsinin inkişafını vacib sayır.

Hava xətlərinin, yarımstansiyaların avadanlığının yaxınlığında və ya istismarda olan işləri yerinə yetirərkən işçi heyəti istehsal mühitində mənfi amillərin kompleksinə məruz qala bilər: sənaye tezliyinin elektrik və maqnit sahələri (ES və MS); insan orqanizminin və keçirici cisimlərin potensiallarının bərabərləşdirilməsi anında baş verən yerdəyişmə cərəyanları və elektrik sahəsi ilə əlaqəli impuls cərəyanları.

Genişzolaqlı tezlik spektrinin elektromaqnit şüalanması, ozon və azot oksidləri, eşidilən çıxtıltı və ultrasəs yaradan tac boşalmaları personala əhəmiyyətli dərəcədə təsir edə bilər.

Yuxarıda göstərilən bütün mənfi amillərin təsirləri mərkəzi sinir sistemində ingihitor proseslərdə, baş ağrısı, yorğunluqda, süstlük, keylik, cansızlıq kimi özünü göstərir. Elektrik qurğularının yaxınlığında işləyən insanlarda qan təzyiqi yüksəlir, ürək döyüntüləri artır, uzun müddət işlədikdən sonra qanın tərkibində dəyişiklik olur.

Bir sıra beynəlxalq təşkilatlar, məsələn, Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı (ÜST), Beynəlxalq Elektrotexniki Komissiya (IEC), Beynəlxalq İonlaşdırıcı Radiasiyadan Mühafizə Assosiasiyası (IRPA), Avropa Elektrik Tənzimləmə Komitəsi (CENELEC) və Avropa İttifaqının komissiyaları (CEU) personala və əhaliyə təsir edən elektrik, maqnit və elektromaqnit sahələrinin tənzimlənməsi məsələlərində iştirak edir. Xaricdə normativ sənədlər tez-tez yenidən işlənir və dəyişdirilir, onların hüquqi statusu fərqli olur.

Hava xətlərinin ətraf mühitə təsiri. Yüksəkgərginlikli hava xətlərinin (HX) ətraf mühitə təsiri məsələləri yüksək gərginlikli 110, 220, 330 kV ifrat yüksək gərginlikli (YG) 500-750 kV və ultra-yüksək gərginlikli (UYG) 1150 kV elektrik şəbəkələrinin inkişafı ilə əlaqədar aktuallaşır.

Maqnit sahəsinin canlı orqanizmlərə və ilk növbədə insanlara zərərli təsiri yalnız çox yüksək temperaturda özünü göstərir. Hava xətti fazalarının naqillərindən 1-1,5 m-ə qədər məsafədə yaranan 150-200 A/m yüksək gərginliklər gərginlik altında işləyərkən təhlükəlidir.

YG HX xətlərinin elektromaqnit sahəsinin insana birbaşa təsiri ürək-damar, mərkəzi və periferik sinir sistemlərinə, əzələ toxumasına və digər orqanlara təsiri ilə əlaqələndirilir. Bu vəziyyətdə təzyiq və nəbzə dəyişikliklər olur ki, bu da ürək döyüntüsü, aritmiya, artan sinir həyəcanı və yorğunluqla nəticələnir. Bir insanın güclü elektrik sahəsində qalmasının zərərli təsiri E sahənin gərginliyindən və onun 5 kV/m-ə məruz qalma müddətindən asılıdır. Elektrik sahəsində dövrü və uzun müddət qalmanın icazə verilən müddəti: 20 kV/m - çətin çatmaq - 10 dəq; 15 kV/m - yaşayış olmayan sahə 90 dəq; 10 kV/m yol kəsişmələri üçün 180 dəq. Bu şərtlərin yerinə yetirilməsi gün ərzində qalıq reaksiyalar, funksional və ya patoloji dəyişikliklər olmadan bədənin özünü sağaltmasını təmin edir.

Radio küyləri məftillərdə tac boşalması, izolyator və fitinqlərdə tac, xətti armatura kontaktlarında qılgıncılar nəticəsində baş verir.

Texniki vasitələrin elektromaqnit uyğunluğu (EMC) bu vasitələrin verilmiş elektromaqnit mühitində buraxıla bilən keyfiyyətlə işləmək və digər texniki vasitələrlə yolverilməz elektromaqnit küyləri yaratmamaq qabiliyyətidir.

Tac boşalmasında hava şəraitinin təsiri. Təhlükəsizlik zonasında radio müdaxiləsini aradan qaldırmaq üçün naqilin səthində gərginliyi azaltmaq lazımdır. HX tac boşalması radio və televiziya qəbuluna, həmçinin akustik səs-küyə mane olur. Radio müdaxiləsi və səs-küyün əsas səbəbi naqillər üzərindəki strimer formalı tacdır. Strimer tacının yaranması üçün ən əlverişli şərait yağıntı zamanı sahənin gərginliyi əhəmiyyətli dərəcədə azaldıqda belə yaranır. Ən güclü radio maneələri və akustik səs-küy yağış və qarlı hava şəraitində çox yüksək gərginlikli xətlərin taclanması zamanı baş verir. Yaxşı havada naqillər çirkləndikcə küylər artır.

Radiomüdaxilə radiasiyasının tezlik spektri 10 kHs-dən 1 GHs-ə qədər olan diapazonu əhatə edir. 30 MHs-dən yuxarı tezliklərdə müdaxilə televiziya qəbuluna müdaxilə təsirinə malikdir və yalnız 750 kV-luq HX zamanı baş verir.

Müxtəlif təyinatlı HX və radioqəbuledicilərin elektromaqnit uyğunluğu problemlərini həll etmək üçün hava xətlərinin yaratdığı küylərin sahə gərginliyinin real səviyyələrini təyin etmək vacibdir.

Radioküylər üçün standartların hazırlanmasında ilkin dəyər faydalı siqnalın zəmanətli səviyyəsidir. Beynəlxalq təcrübəyə uyğun olaraq, 1MHs tezliyində müdaxilədən qorunmalı olan radiosiqnalın minimum sahə gücü 60dB, 0,5MHs tezliyində isə 66dB təşkil edir.

Müxtəlif məqsədlər üçün HX və radioqəbuledicilərin elektromaqnit uyğunluğu problemlərini həll etmək məqsədilə HX-nin yaratdığı küylərin sahəsinin gərginliyinin intensivliyinin real səviyyələri vacibdir. HX küylərin təkcə məftillərdə tacdan deyil, həm də qismən boşalmalar və izolyatorlarda tac, nasaz izolyatorların qırılması və ya üst-üstə düşməsi, xətti armaturlar və paylanmış fazalı məftillərdə tac, həmçinin elementlər arasında qılgıncılar səbəbindən baş verə bilər (xətti armaturlar, ayırıcı naqillərdən və izolyatorlar arasında).

HX radio maneələrin azaldılması və trassa boyunca elektromaqnit vəziyyətinin yaxşılaşdırılması HX radio maneələrin səviyyəsinin tənzimlənməsi ilə həll olunur.

Əksər ölkələrdə HX və YG avadanlıqlardan müdaxilə, ES gərginliyinə milli qaydalar mövcuddur.

Radioküylər üçün standartların hazırlanmasında ilkin dəyər faydalı siqnalın zəmanətli səviyyəsidir. Naqillərdəki tac yüksək və ultra YG HX radio maneələrinin, yüksək tezlikli rabitə kanallarına müdaxilənin əsas mənbəyidir. Tac hadisəsi həm də HX-də əlavə enerji itkilərinə səbəb olur.

HX naqillərinin səthinin yaratdığı pozuntulara əlavə olaraq, həmişə səthin zədələnməsi (cıızıqlar), çirklənmə (yağ izləri, üzvi və qeyri-üzvi mənşəli hissəciklər) və atmosfer çöküntüləri (yağış damcıları, şəh, qar, buz, şaxta) səbəb olur. Bu, yerli elektrik sahəsinin gərginliyinin artmasına və nəticədə naqilin ayrı-ayrı nöqtələrində tacın yerli görünməsinə gətirib çıxarır. Radio küylərin və yerli tac itkilərinin xüsusiyyətləri əsasən naqildəki elektrik sahəsinin gərginliyindən, səthin vəziyyətindən, meteoroloji şəraitdən asılıdır və əhəmiyyətli səpələnmələrə məruz qalır.

Yağıntılar radio maneələrin səviyyəsinə və tac itkilərinin miqyasına güclü təsir göstərir, buna görə də hər biri öz itkilərinin orta səviyyəsi ilə xarakterizə olunan aşağıdakı əsas hava qruplarının orta illik müddəti haqqında məlumat əldə etmək lazımdır: birinci qrup-yaxşı hava (y.h.); ikinci qrup-quru qar (q.q.). Quru qar həmçinin qar yarması, qar dənələri, buz iynələri, çovğunlar, qar yağan çovğunlar (əsən qar fırtınası və naqillərə çatmayan qar yağışları istisna olmaqla); üçüncü qrup - yağış (y.). Çiskin və sulu qar da yağış kimi təsnif edilməlidir, çünki onların tac itkilərinə və radio küylərin səviyyəsinə təsiri yağışın təsirinə yaxındır; dördüncü qrup – şaxta (ş.). Şaxta qrupuna həmçinin daxildir: buz, donmuş qar və yaş donmuş qar.

Elektrik sahəsinin (ES) gərginliyinin intensivliyinin $E \leq 5$ kV/m səviyyələrində tam iş günü ərzində elektrik sahəsində qalmağa icazə verilir.

Elektrik sahəsinin gərginliyinin intensivliyinin $5 < E \leq 20$ kV/m səviyyələrində elektrik sahəsində qalma müddəti aşağıdakı kimi hesablanır.

$$T_E = \frac{50}{E} - 2, \text{ s.}$$

ES $20 < E \leq 25$ kV/m səviyyələrində elektrik sahəsində qalma müddəti 10 dəqiqədən çox deyil. ES $E \geq 25$ kV/m-də qoruyucu vasitələr olmadan elektrik sahəsində qalmağa icazə verilmir.

Əgər işçilər iş günü ərzində müxtəlif elektrik sahəsinin güclü olduğu ərazidə olarsa, o zaman icazə verilən qalma müddəti

$$T_{pr} = 8 \cdot \left(\frac{t_1}{T_{E1}} + \frac{t_2}{T_{E2}} + \dots + \frac{t_i}{T_{Ei}} \right) \quad (1)$$

burada, T_{pr} normallaşdırılmış intensivliyin azaldılmış vaxtı, $t_1, \dots, t_i$, E_1 intensivliyi olan zonalarda qalma vaxtı, hər zona $E_1 \dots E_i$, $T_{E1}, T_{E2}, \dots, T_{Ei}$ - icazə verilən qalma vaxtıdır.

HX naqillərin ətraf mühitə təsirinin qiymətləndirilməsi üçün integrasiya olunmuş sistemin blok-sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.

Naqillərin səthində elektrik sahəsinin gərginliyinin hesablanması. Tac itkilərini və HX radio küylərini müəyyən edən əsas amil naqillərin səthindəki elektrik sahəsinin şiddətinin ilkin tac gərginliyi şiddətinə nisbətidir. Bu nisbətdə kiçik bir dəyişiklik tac itkisində və radio küylərində əhəmiyyətli bir dəyişikliyə səbəb olur.

Təknəqilli hava xətləri üçün naqilin səthindəki elektrik sahəsinin gərginliyi E aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$E = \frac{q \cdot 10^{-3}}{2\pi\epsilon_0 r_0}, \text{ kV/sm } (10^5 \text{ V/m}) \quad (2)$$

burada q - naqildə xətti yük sıxlığı, K/m; r_0 - tək naqilin radiusu, sm (10^{-2} m); ϵ_0 - havanın dielektrik davamlılığıdır.

Parçalanmış məftildə sahənin gərginliyi komponent naqillərin səthi üzərində qeyri-bərabər paylanır. Bu halda naqilin səthindəki sahənin orta gərginliyi E (3) düsturu ilə müəyyən edilir.

$$E = \frac{q \cdot 10^{-3}}{2\pi\epsilon_0 n r_0}, \text{ kV/sm } (10^5 \text{ V/m}) \quad (3)$$

burada r_0 - parçalanmış məftilin komponentlərinin radiusudur, sm (10^{-2} m).

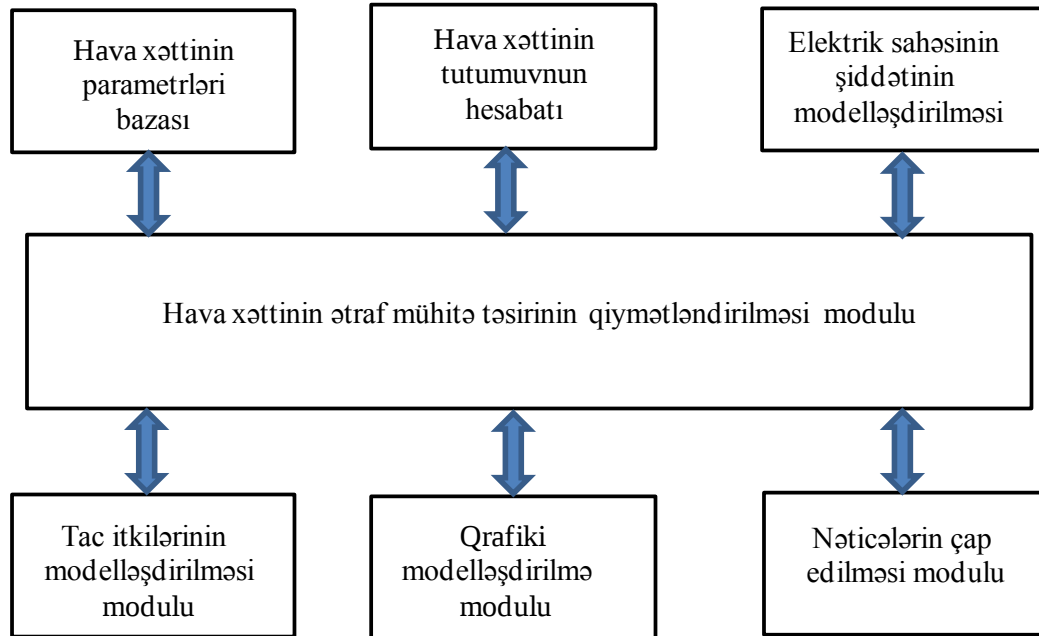
Bir neçə naqildən ibarət məftil üçün maksimum gərginlik

$$E_m = k_n E \cdot \text{kV/sm} (10^5 \text{ V/m}) \quad (4)$$

burada k_n - komponent naqilin səthi üzərində yük paylanması qeyri-bərabərlik əmsalındır.

$$k_n = 1 + (n - 1) \frac{r_0}{r_p} = 1 + \beta \frac{r_0}{a} \quad (5)$$

burada r_p parçalanma radiusudur; a - məftilin bölünmə addımıdır, sm (10^{-2} m).



Şəkil 1. Hava xəttinin ətraf mühitə təsirinin qiymətləndirilməsi üçün integrasiya olunmuş sistem

Parçalanmış məftildə komponent naqillərin sayından asılı olaraq, β dəyəri aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$\beta = 2(n - 1) \sin \frac{\pi}{n} \quad (6)$$

İki trosu ixtiyari üç fazlı HX üçün hesablamaların əsasını Maksvell tənlikləri sistemi təşkil edir [1].

Naqillərdə sahənin şiddətini hesablamaq üçün naqilin xətti yük sıxlığının hava xəttinin faza gərginliyinə nisbəti kimi təyin olunan məftilin işçi tutumundan istifadə olunur.

Tac boşalması güc itkilərinin hesablanması üçün hazırlanmış proqramda, bir və ikitrosu naqillərin ixtiyari təşkili ilə üç fazlı hava xəttinin tutumunun hesablanması alqoritmləri həyata keçirilir (şəkil 1).

Tək ($n=1$) və parçalanmış naqillərlə üçfazlı dəyişən cərəyan hava xətti üçün

$$E = 0,0147 \frac{C_k U}{nr_0} \text{ kV/sm} (10^5 \text{ V/m}) \quad (7)$$

burada C_k - hava xəttinin k -cı fazasının iş tutumu, pF / m (10^{-12} F / m); U - hava xətti boyunca ildə orta işçi gərginliyidir (effektiv dəyər), kV (10^3 V).

Parçalanmış naqillərdə tacın güc itkisini hesablayarkən aşağıdakı düsturla müəyyən edilən ekvivalent elektrik sahəsinin gərginliyi E_e istifadə olunur.

$$E_e = \frac{E + E_m}{2} = \frac{1 + k_n}{2} E \text{ kV/sm} (10^5 \text{ V/m}) \quad (8)$$

Bütün hava qrupları üçün tac itkisi gərginliyi şiddətinin hesablamalarını birləşdirmək məqsədilə naqillərin səthində ilkin sahə şiddətinin qiyməti E_0 tətbiq edilmişdir ki, bu da yaxşı hava şəraitində ümumi tac hadisəsinə uyğundur. E_0 qiyməti aşağıdakı düsturla hesablanır:

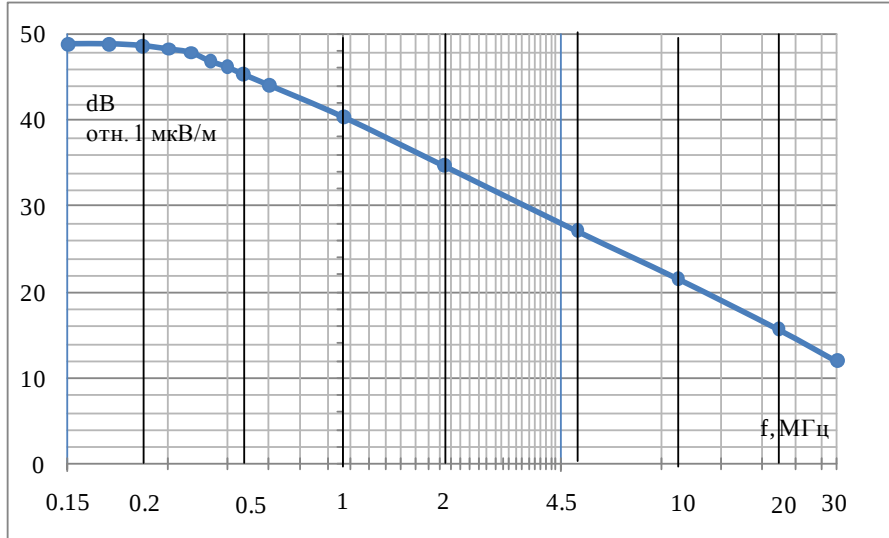
$$E_0 = 24,5 m \delta \left(1 + \frac{0,613}{(r_0 \delta)^{0,4}} \right) \text{ kV/sm} (10^5 \text{ V/m}) \quad (9)$$

burada m - naqilin hamar olmama əmsalı; δ - nisbi hava sıxlığı; r_0 - bölünmüş naqilin komponentlərinin radiusu və ya tək naqilin radiusudur.

Radio küylərinin icazə verilən səviyyələri. Hava xətlərində radio maneələri həm naqillərdəki tacdan, həm də qismən boşalmalar və izolyatorlarda tac, nasaz izolyatorların qırılması və ya üst-üstə düşməsi, xətti fitinqlər və parçalanmış fazlı naqillərin aralarındakı tac, həmçinin zəif

kontaktlarda qığılcımlar səbəbindən baş verə bilər, xətti armaturalarda və izolyatorlar arasında 0,15-dən 30 MHS-ə qədər tezlik diapazonunda hava xətləri tərəfindən yaranan radio maneələri ən kənar məftillərin yerə proyeksiyasından aşağıdakı məsafələrdə normallaşdırılır: 110 və 220 kV-luq hava xətləri üçün -50 m; 330 kV və yuxarı hava xətləri üçün -100 m.

Rusiya Federasiyası normalarında, hava xətlərindən radio küylərin sahə gücünün icazə verilən dəyərlərinin tezlik spektri verilmişdir (şəkil 2).



Şəkil 2. Radio müdaxilə sahəsinin tezlikdən asılı olaraq buraxıla bilən dəyərləri.

$E_m = 23 \div 30 \text{ kV/sm}$ -də yaxşı havada naqillərin səthindəki maksimum elektrik sahəsinin gərginliyindən küylərin asılılığı aşağıdakı formaya malikdir.

$$E_n - E'_n = 2,3 \cdot 10^{-5} (E_m - E'_m) \text{ dB} \quad (10)$$

burada E_n və E'_n elektrik sahəsinin maksimum gərginliklərində, bölünmüş naqilin səthində müvafiq olaraq E_m və E'_m , V/m radio maneələrin səviyyələridir.

Radio küylərinin məftillərin radiuslarından asılılığı $E'_m = \text{const}$ formasına malikdir.

$$E_n - E'_n = 40 \lg \frac{r_0}{r'_0}, \text{ dB} \quad (11)$$

burada E_n və E'_n - müvafiq olaraq naqıl radiusların r_0 və r'_0 qiymətlərində radio küylərin səviyyələridir.

Radio küylərinin tezlikdən asılılığı aşağıdakı ifadə ilə müəyyən edilir:

$$\Delta f E_n = 5 [1 - 2 (\lg 10 f)^2] \text{ dB} \quad (12)$$

burada f - tezlik, MHz; $\Delta f E_n$ - 0,5 MHS tezliyində radio maneələrinin səviyyəsinə nisbətən radio küyləri səviyyəsinin dəyişməsidir.

Radio küylərinin səviyyəsi hava xəttindən uzaqlaşdıqca azalır. Şəkil 3-də 500kV-luq HX üçün radio küylərin eninə profillərini göstərir.

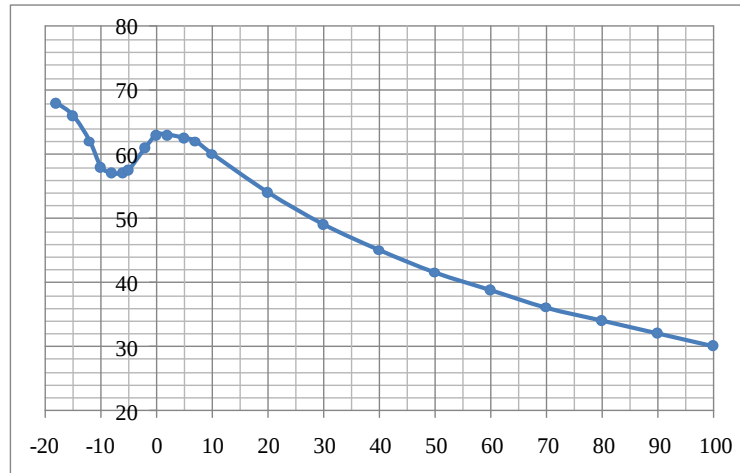
Radio maneələrinin eninə profilinin forması aşağıdakı ifadədən müəyyən edilir:

$$E_n - E'_n = 20 \lg \frac{R^k h^{k-1}}{R_1^k h_1^{k-1}} \text{ dB}, \quad (13)$$

burada E_n və E'_n h_1 və h_2 ölçmə nöqtələrində onun asma hündürlüklərində hava xəttinin ən yaxın kənar naqilindən R və R_1 məsafələrində müvafiq olaraq radio küyləri səviyyələridir; k - radio müdaxiləsinin eninə zəifləmə əmsalıdır və 1,6-ya bərabərdir.

İl ərzində radiomüdaxilə səviyyəsinin paylanması hesablamaq üçün üç hava qrupu fərqləndirilir: yaxşı hava, yağış və quru qar. Qəbul edilən hava qrupları nəzərə alınmaqla radio müdaxilə səviyyələri normaya uyğun olaraq, standart sapılma σ 4-6dB-ə bərabər olmaqla paylanır.

Yağışda radio küylərin orta səviyyələri yaxşı hava ilə müqayisədə 10 dB, quru qarda isə 6 dB yüksəkdir.



Şəkil 3.500 kV-luq hava xətlərindən radio müdaxilələrinin profilləri

İl ərzində radio küylərinin səviyyəsinin icazə verilən dəyərdən artıq olmadığı vaxtın B faizi aşağıdakı düsturla müəyyən edilir.

$$B = 100 \left[\psi_{y.h.} \cdot \Phi^* \left(\frac{E_h^{b.b} - \bar{E}_h^{y.h.}}{\sigma_{y.h.}} \right) + \psi_h \cdot \Phi^* \left(\frac{E_h^{b.b} - \bar{E}_h^{y.}}{\sigma_y} \right) + \psi_q \cdot \Phi^* \left(\frac{E_h^{b.b} - \bar{E}_h^{q.}}{\sigma_q} \right) \right] \bar{E}_h^{y.} \% \quad (14)$$

burada $\psi_{y.h.}$, ψ_y , ψ_q - müvafiq olaraq il ərzində yaxşı havanın, yağış və qarın nisbi müddəti; $\bar{E}_h^{y.h.}$, $\bar{E}_h^{y.}$, $\bar{E}_h^{q.}$ - yaxşı havada, yağışda və qarda müvafiq olaraq verilmiş normallaşdırılmış məsafədə radio müdaxilə səviyyələrinin orta şiddətlərinin qiymətləri; $\sigma_{y.h.}$, σ_y , σ_q - yaxşı havada, yağışda və qarda müvafiq olaraq radio müdaxilə səviyyələrinin paylanması standart kənarlaşmaları; Φ^* -normal paylanma funksiyasıdır.

Hava xətlərindən radiomaneələrin səviyyələrinin müəyyən edilməsi aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilir: radio maneələrin baza səviyyəsi üçün E_{hb} 500 kV-luq hava xəttinə görə müəyyən edilmiş normallaşdırılmış məsafədə radiomaneələrin səviyyələrinin orta qiyməti qəbul edilir. ($E_{hb}=30\text{dB}$, hava xəttinin naqillərindəki maksimum sahə gücü [7] bölməsinə uyğun olaraq hesablanır; hava xəttindən 100 m normallaşdırılmış məsafədə 0,5 MHS tezliyində yaxşı havada radio küylərinin orta səviyyəsinin hesablanması üçün aşağıdakı formuladan istifadə olunur (dB):

$$\bar{E}_h^{y.} = E_{h.b} + 2,3 \cdot 10^{-5} (E_m - E_{mb}) + 40 \lg \frac{r_0}{r_{ob}} + \frac{H}{300} \quad (15)$$

sahənin gərginliyi E_m orta faza üçün götürüldüyü yerdə; B-nin qiyməti düstur (14) ilə hesablanır, burada 0,5 MHS faza tezliyi üçün qiymət $\bar{E}_h^{(y)} = 45 \text{ dB}$ (Şəkil 3);

$$\bar{E}_h^{(y.)} = \bar{E}_h^{(y.h.)} + 10\text{dB}; \quad \bar{E}_h^{(q.)} = \bar{E}_h^{(y.h.)} + 6\text{dB}; \quad \sigma_{y.h.} = \sigma_y = \sigma_q$$

qiyməti 5 dB-ə bərabər götürülür. Mülayim iqlimi olan bölgələrdə naqillərin üfüqi düzlüşü olan elektrik xətləri üçün icazə verilən səviyyənin vəziyyətinə uyğun olaraq hava xətlərinin naqillərinin səthində $E_{b.b.}$ sahəsinin maksimum gərginliyinin icazə verilən qiymətlərinin hesablanması və radio müdaxiləsi aşağıdakı düsturlara uyğun olaraq həyata keçirilir:

-330 və 500 kV-luq hava xətləri üçün

$$E_{b.b} = 31,1 - 17,4 \frac{\lg r_0 \text{ kV}}{\text{sm}} (10^5 \text{ V/m}) \quad (16)$$

-750 kV-luq hava xətləri üçün

$$E_{b.b} = 32,2 - 17,4 \frac{\lg r_0 \text{ kV}}{\text{sm}} (10^5 \text{ V/m}) \quad (17)$$

1kHs-dən başqa istənilən tezlik diapazonunda (Δf) paylanmış müdaxilənin səviyyəsi $P_{\text{maneə.f}}$ düsturla müəyyən edilir.

$$P_{\text{maneə.f}} = P_{\text{maneə}} + 10 \lg \Delta f \text{ dB} \quad (18)$$

Şəkil 4-də 330 kV-luq aralıq dayaq üzrə məlumatların daxil edilməsinin ekran forması verilmişdir.

Ad	Unom	Marka	Mtros	En kesiyi	Radius	Say	Bolumne addimi	EVX uzunluqu	S HO faza 1	S HO faza 2	S HO faza 3
Abseron 2	500	3xAC-330	AC-70	330	1.26	3	40	250	-12	0.5	
Kokcetav	1150	8xAC-300	2AC-70	300	1.24	8	40	500	-24.2	0.1	24
Sankt-Peterburq	750	4xAC-500	AC-70	500	1.53	4	60	300	-19	0.1	
Abseron 6	220	2xAC-300	AC-70	300	1.24	2	40	300	-3.9	6.1	

Şəkil 4. EVX dayağının məlumatlarının ekran forması

2. Akustik səs-küyün modelləşdirilməsi. Akustik səs-küy əsasən pis hava şəraitində, tac korona hadisəsindən məfillərin elektrik sahəsinin intensivliyi artdıqda baş verir. Bu halda səs effekti iki komponentdən ibarətdir: 100 Hs tezliyinə və onun çoxsaylı tezliklərinə uyğun gələn səs; genişzolaqlı səs-küy.

Birinci komponent hər bir dövrdə iki dəfə səs təzyiqi dalgaları yaradan naqillərin yaxınlığında kosmik yükün hərəkəti ilə bağlıdır. İkincisi strimernövlü korona taclanma prosesi tərəfindən yaradılır.

Tacdən yaranan səsi güclü yağış zamanı xüsusilə güclüdür, lakin belə yağışın özü elektrik xəttindən mümkün akustik müdaxiləni aşan səs-küy yaradır. Buna görə də, çiskinli yağış zamanı, dumanda, güclü yağışdan sonra yaş naqillərlə müdaxilə daha əhəmiyyətlidir. Bu hallarda səs səviyyəsi güclü yağışdan 5-6 dB (A) aşağıdır, lakin ümumi səs fonunu əhəmiyyətli dərəcədə üstələyir. Akustik səs-küy "yaş" naqillərin şərtlərinə görə qiymətləndirilir.

Yağışda səsin yüksəkliyini qiymətləndirmək üçün aşağıdakı empirik düsturdan istifadə olunur:

$$A = 16 + 1.14E_{\text{max}} + 9r + 15Lg(n) - 10Lg(l)$$

burada A-səs səviyyəsi, dB (A); r-telin radiusu, sm; $E_{\max}$ -naqillərin səthində maksimum sahə gücü, kV/sm; n-split fazada tellərin sayı; l-ekstremal fazadan məsafə, m.

330 kV HX nümunəsinin proqramın nəticələri: HX gərginliyi 330,0 kV. Məftilin markası ACO-300. Məftilin nominal en kəsiyi 300 mm². Naqilin radiusu 1,2 sm, trosun radiusu 0,77 sm. Naqillərin sayı 1, trosların sayı 1. Aralıq dayaqda naqillərin və həndəsi ox arasındakı məsafə m-s -5,80; 4,8; 8,30; 0,00; 0,00. Dayaqlarda faza asma hündürlüyü m-ilə 22,5; 29,5; 22,5; 37; 0,0. Məftilin sallanması 14,50 m-də. Naqilin hamarlılığı 0,82. Kritik cərəyan sıxlığı 0,00 A/mm². Nisbi hava sıxlığı 1,05. Orta illik hava temperaturu 15°C. Hava növünün saatlarla müddəti $T_{\text{хл}}=7960$ $T_{\text{ss}}=150$ $T_{\text{d}}=600$ $T_{\text{kiz}}=50$. Yağının intensivliyi $DI=1,00$ mm/saat. Hesablama dağlardan keçən hava xətləri üçün aparılır $TOX=1$ $PB=1,05$ $CGT=15,00$ $BHM=100,0$

Aralıq nəticələr. Məftilin bölünmə radiusu 1,20 sm. Məftilin ekvivalent radiusu 0,069 m. Düzensizlik əmsali 1,06. Fazaların tutumları pF/m 10,808; 11,35; 11,486. Kritik tac gərginliyinin intensivliyi 31,498 kV/sm. Kritik tac gərginliyi 442,9 kV. Hava xətlərindən radio müdaxiləsinin səviyyəsi buraxıla biləndən çoxdur ($EMAKC=25,3 > EDOP=29,7$ kV/sm).

Nəticə. Hava xətlərindən məsafələrdə radio müdaxiləsinin faktiki səviyyələrinin modelləşdirilməsi, hava xətlərinin EMU-si yüksək gərginlikli elektrik xətlərinin ətraf mühitə təsirinin radio müdaxiləsi, akustik səs-küy, tac itkiləri və elektromaqnit sahələri baxımından qiymətləndirilir. Bu, sənayedə mövcud olan bir yerdə cəmlənmiş təhlil olunma proqram paketidir. Hava xətlərinin bütün EMU-a xas parametrləri radio müdaxiləsi, akustik səs-küy, tac itkisi, atmosfer şəraiti və keçirici səth şəraiti kimi parametrlər qruplarına sürətli çıxışı təmin edən bir neçə nişanlı idarəetməni ehtiva edən bir əsas pəncərədə təqdim olunur. Elektromaqnit uyğunluğu hava xətlərinin ətraf mühitə təsirinin tam qiymətləndirilməsi üçün integrasiya olunmuş mühit təklif edir. Proqramın məlumatları müəyyən edilə, hesablamalar aparıla və nəticələri vahid interfeysdən görüntülənə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Дьяков, А.Ф. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике / Дьяков, А.Ф. [и др.] –М.: Мир: Энергоатомиздат, –2003. – с. 758.
2. Пик, Ф.В. Диэлектрические явления в технике высоких напряжений / Ф.В. Пик, –М.-Л.: Госэнергоиздат, –1934.
3. Александров, Г.Н. Сверхвысокие напряжения Коронный разряд на линиях электропередач / Г.Н. Александров, – М., Л.: Энергия, –1972.
4. Костенко, М.В. Техника высоких напряжений / Под ред. М.В. Костенко. –М.: Высшая школа, –1973. –528 с.
5. Джуварлы, Ч.М. Коронный разряд в электроотрицательных газах / Под ред. Ч. М. Джуварлы, Ю. В. Горин, Р. Н. Мехтизаде; АН АзССР, Ин-т физики. –Баку : Элм, –1988. – 143 с.
6. Баламетов А.Б. Коронирование проводов ВЛ СВН. Моделирование в установившихся режимах. Монография./ LAP Lambert Academic Publishing. –2013, –310 стр.
7. Руководящие указания по учёту потерь на корону и помех от короны при выборе проводов воздушных линий электропередачи переменного тока 330 - 750 кВ и постоянного тока 800-1500 кВ.-М.:ОГРЭС, 1975.
8. Lazimov, T.M. Elektromaqnit uyğunluğunun nəzəri əsasları və elektrik enerjisinin keyfiyyəti. Dərs vəsaiti. / T.M.Lazimov, –Bakı: Təhsil NPM, –2005, –178 s.

РЕЗЮМЕ
ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ
ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Баламетов А.Б., Исаева Т.М.

Ключевые слова: *воздействие на окружающую среду, воздушные линии электропередачи, электрическое поле, магнитное поле, потери на корону, радиопомехи, акустические шумы, электромагнитная совместимость.*

Рассмотрены вопросы математического моделирования влияния, вызываемого коронным событием, электромагнитными шумами, коронным разрядом, радиопомехами в проводах. Программное обеспечение электромагнитной совместимости разработано для воздействия линий электропередач переменного тока высокого напряжения на окружающую среду. На примере ВЛ 500 кВ представлены результаты интегрированной системы моделирования коронных потерь ВЛ, напряжений электрического поля и активных потерь энергии, возникающих в результате радиопомех.

SUMMARY
INTEGRATED SYSTEM FOR ASSESSING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF A
HIGH-VOLTAGE OVERHEAD LINE

Balametov A.B., Isaeva T.M.

Key words: *environmental impact, overhead power lines, electric field, magnetic field, corona losses, radio noise, acoustic noise, electromagnetic compatibility.*

The issues of mathematical modeling of the influence caused by a corona event, electromagnetic noise, corona discharge, radio noise in wires are considered. The electromagnetic compatibility software is designed for the environmental impact of high voltage AC power lines. On the example of a 500 kV overhead line, the results of an integrated system for modeling corona losses of overhead lines, electric field voltages and active energy losses resulting from radio interference are presented.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.05.2022
	Son variant	13.06.2022

TİKİNTİ-QURAŞDIRMA İŞLƏRİNDƏ İŞLƏYƏNLƏRİN GEYİMLƏRİNİN PARÇALARININ QIRILMA YÜKÜNÜN TƏYİNİ

RƏCƏBOV İLQAR SALEH oğlu

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti (UNEC), dosent

Ilqar67@mail.ru

Açar sözlər: *parça, əriş sapı, arğac sapı, yuyulma, nümunə, xətti sıxlıq, məsaməlilik, səthi doldurulma, xətti doldurulma, qırılma yükü.*

Giriş. Hər hansı bir insan fəaliyyəti xüsusi geyimdən istifadə etməyi nəzərdə tutur. İnşaat işlərində işləyən işçiləri xüsusi geyimsiz təsəvvür etmək qeyri-mümkündür. İş üçün xüsusi geyimlərinin əsas məqsədi bədəni aqressiv maddələrin, temperaturun, tozun, nəmin, günəş radiasiyasının və kiçik mexaniki zərərin təsirindən qorumaqdır. İnşaatçılar vəzifələrini yerinə yetirməsi zamanı ən çox mobil hərəkət edən işçilərdir. Bundan əlavə, inşaatçının hərəkəti çox müxtəlif yönlüdür.

Əlbəttə ki, gündəlikdə xüsusi geyim, işçiləri müxtəlif kimyəvi maddələrin təsirindən də qoruyur [1]. Ona görə də bu geyim tez bir zamanda kirlənir. Respublikamızda tikinti sektoru, bəlkə də, təkcə investorlar üçün deyil, həm də xüsusi işçi geyimləri istehsal edən təchizatçılar üçün də ən cəlbedici sahələrdən biridir. Xüsusi geyimlərin çoxdəfəli yumalara məruz qoyulması inşaat şirkətləri tərəfindən iqtisadi baxımdan sərfəlidir. Eyni zamanda işçi geyimləri şirkətlərin ciddiyyət və peşəkarlığını ön plana çıxaran əsas vasitədir. Geyimlərə olan tələblərin gündən-günə artması, onların keyfiyyətinin yüksəldilməsi üçün daha səmərəli yolların tədqiqini tələb edir.

Tikinti-quraşdırma işləri ilə məşğul olan işçilərin xüsusi geyimlərinin qırılma yükünün təyini. Tikinti quraşdırma işlərində işləyən işçilərin geyimi üçün nəzərdə tutulmuş xüsusi paltarlardan, onların parçalarının davamlılıq dəyişmələrinin tədqiqi üçün, 5 müxtəlif artikullu nümunələr götürülmüşdür (cədvəl 1)

Cədvəl 1.

Nümunə parçaların quruluş xassələri

Göstəricilərin adı	Master	Atlant	Tomboy	Prestij	Meteor
Şərti adlandırma	Nümunə № 1	Nümunə № 2	Nümunə № 3	Nümunə № 4	Nümunə № 5
Lif tərkibi, %	100 % pambıq	60% pam., 40% p.ur.	33%pam., 67% p.ur.	80% pam., 20% p.ur.	20% pam., 80% p.ur.
1	2	3	4	5	6
Parçanın səthi sıxlığı $M_1, \text{qr/m}^2$	280	320	245	250	185
Ərişin xətti sıxlığı T_s , teks	50	45	30	40	35
Arğacın xətti sıxlığı T_a , teks	54	58	40	44	35
100 mm parçada əriş saplarının sayı P_s	300	360	380	300	280
100 mm parçada arğac saplarının sayı P_a	250	250	300	270	250

1	2	3	4	5	6
Parçaların saplarının işlənmələri nəzərə alınmadan hesabi xətti sıxlığı, q/m^2	285	307	234	238,8	185,5
Parçaların faktiki səthi sıxlığının hesabi səthi sıxlığından yayınması Δ , %	1,79	4,06	4,49	4,48	0,27
Parçaların qalınlığı b , mm	0,54	0,63	0,45	0,49	0,33
Parçaların orta sıxlığı δ , mq/mm^3	0,52	0,51	0,54	0,51	0,56
Əriş sapının hesabi diametri d_s , mm	0,28	0,27	0,22	0,25	0,24
Arğac sapının hesabi diametri d_a , mm	0,29	0,30	0,25	0,26	0,24
Parçaların ərişə görə xətti doldurulması E_a , %	84,67	96,39	83,07	75,73	66,12
Parçaların arğaca görə xətti doldurulması E_a , %	73,33	75,99	75,73	71,48	59,03
Səthi doldurulma E_s , %	95,91	99,13	95,89	93,08	86,12
Tutum doldurulması E_v , %	64,81	63,49	68,06	63,78	70,08
Kütlə doldurulması E_k , %	33,67	32,98	35,35	33,13	36,40
Parçaların səthi məsaməliliyi R_s , %	4,09	0,87	4,11	6,92	13,88
Parçaların həcm məsaməliliyi R_v , %	35,19	36,51	31,94	36,22	29,92
Parçaların ümumi məsaməliliyi R_m , %	66,33	67,02	64,65	66,87	63,60
Toxunma növü	Polotno	Sətin	Sarjae	Polotno	Sarjae
İşləmə	Yağ və nəmlik dəf etmə				

Cədvəl 1 -ə əsasən aşağıdakıları demək olar:

1. Arğac sapından istehsal olunmuş yüksək xətti sıxlıqlı 2№-li nümunə, ən çox qalınlığa malikdir.
2. Ən çox qalınlığa 2№-li nümunə, ən az qalınlığa isə 5№-li nümunə malikdir.
3. Bütün nümunələrin əriş üzrə xətti doldurulması arğac üzrə xətti doldurulmadan çoxdur. Bu sapların xətti sıxlıqlarının müxtəlifliyi ilə izah olunur.
4. Ən çox səthi doldurulmaya 2№-li nümunə, ən az səthi doldurulmaya isə 5№-li nümunə malikdir.
5. Ən çox məsaməliliyə 2№-li nümunə, ən az məsaməliliyə 2 isə 5№-li nümunə malikdir.
6. Qeyd etmək lazımdır ki, nümunələrin səthi sıxlıqları arasında böyük fərqin olmasına baxmayaraq, məsaməlikləri böyük variasiya göstərmir.

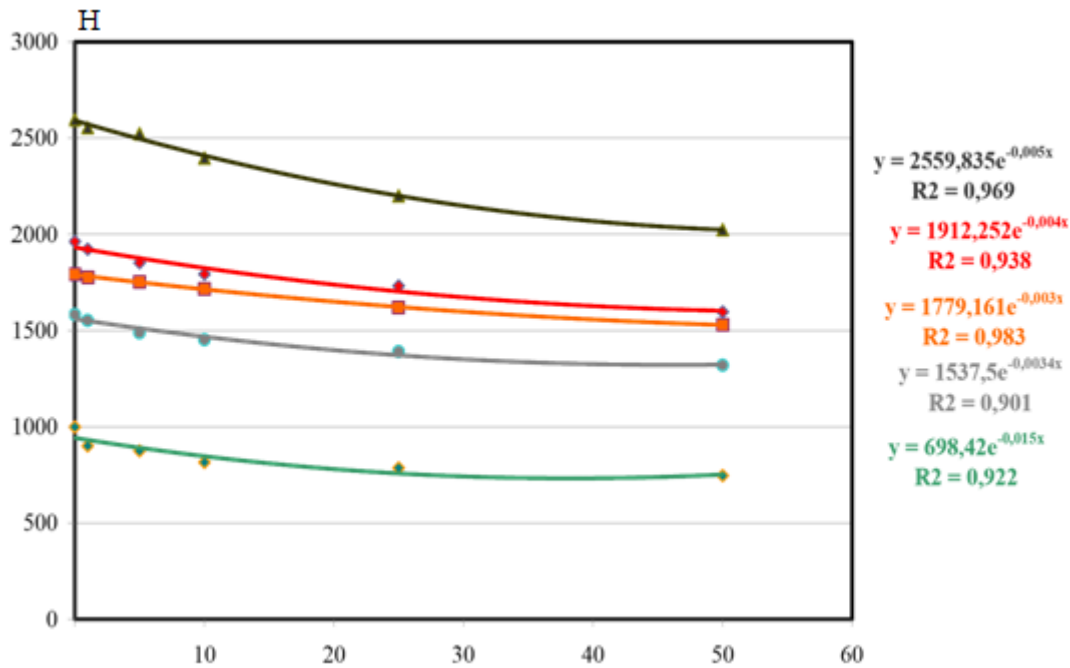
Nümunələr çoxsaylı yumalara məruz olunub. Sınaqlar, tekstil parçaların dağılma xassələri ГОСТ 3813-72 tələblərinə uyğun olaraq, “Instron - 4411” cihazında yerinə yetirilib [2].

Tikinti quraşdırma işləri ilə məşğul olan işçilərin xüsusi geyimlərinin qırılma yükünün təyininin nəticələri cədvəl 2 –də və şəkil 1-2 –də göstərilib.

Bütün nümunələrdə əriş sapının qırılma yükü, arğac sapının qırılma yükündən çoxdur. Bu öz növbəsində parçaların əriş və arğac saplarına nəzərən sıxlığı və toxunma növü ilə əlaqədardır.

Tikinti-quraşdırma işlərində işləyən işçilərin xüsusi geyimlərinin parçalarının qırılma yükü, H

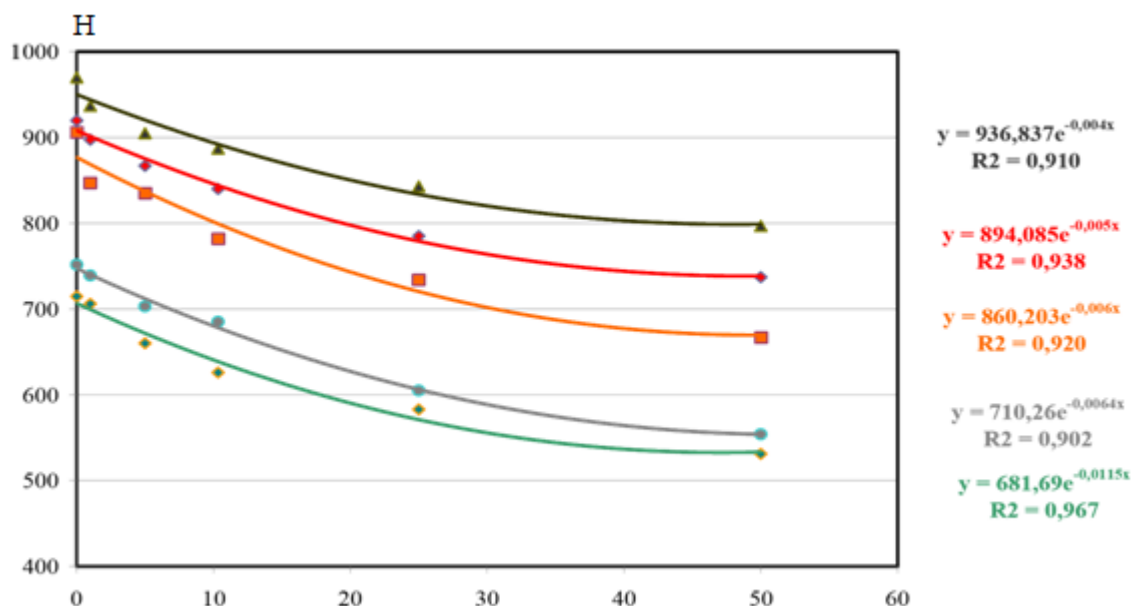
Yumaların sayı	Nümunə № 1		Nümunə № 2		Nümunə № 3		Nümunə № 4		Nümunə № 5	
	Əriş	Arğac	Əriş	Arğac	Əriş	Arğac	Əriş	Arğac	Əriş	Arğac
Yumadan əvvəl	1792,0	906,2	2595,0	970,0	1963,0	919,7	1583,0	751,6	999,0	714,7
1 yuma	1777,0	847,4	2554,0	937,0	1923,0	897,4	1552,0	739,0	900,0	706,0
5 yuma	1752,0	835,0	2523,0	905,0	1852,0	866,9	1488,0	703,0	874,0	660,0
10 yuma	1718,0	782,3	2397,0	887,0	1793,0	840,0	1452,0	685,0	815,0	626,0
25 yuma	1620,0	734,0	2200,0	843,0	1732,0	785,0	1390,0	605,0	786,0	583,0
50 yuma	1529,0	667,0	2024,0	797,0	1597,0	737,2	1319,0	554,0	746,0	531,0



Yumaların sayı: ■ nümunə № 1, ▲ nümunə № 2, ◆ nümunə № 3, ● nümunə № 4, ◆ nümunə № 5

Şəkil 1. Tikinti-quraşdırma işlərində işləyən işçilərin xüsusi geyimlərinin parçalarının əriş sapı üzrə qırılma yükününün yumaların sayından asılılığı

Çoxdəfəli yumalardan sonra, mexaniki və kimyəvi təsirlərdən parçalarda aşınmalar baş verdiyindən onların qırılma yükü azalır. Ən çox azalma 2№-li nümunədə baş verir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu nümunənin sapları digər nümunələrə nisbətən daha sıx toxunub. Lakin sapların nisbətən az burulması ilə əlaqədar olaraq, yuma zamanı sapların quruluşunda yerdəyişmələr yaranır. Bu isə öz növbəsində yumalardan sonra parçanın yumşaq və xovlu olmasına səbəb olur [3]. Buna baxmayaraq 2№-li nümunənin toxunma növündən asılı olaraq, yəni, əriş və arğac sapları üzrə xətti sıxlığının çox olmasından, onun qırılma yükü ən yüksək olur.



Yumaların sayı: ■ nümunə № 1, ▲ nümunə № 2, ◆ nümunə № 3, ● nümunə № 4, ◆ nümunə № 5

Şəkil 2. Tikinti-quraşdırma işlərində işləyən işçilərin xüsusi geyimlərinin parçalarının arğac sapı üzrə qırılma yükünün yumaların sayından asılılığı

Ən az dəyişiklik 1№-li nümunədə baş verir. Bu nümunədə əriş və arğac sapları üzrə intensivlik eynidir. Yumaların sayından asılı olaraq, tikinti quraşdırma işlərində işləyən işçilərin xüsusi geyimlərinin möhkəmliliyinin azalması eksponensial qanunla baş verir[4]:

$$y = a \cdot e - b \cdot x.$$

Burada, y - əriş və arğac üzrə qırılma yükü, H ; x - yumaların sayı; a, b - reqresiya bərabərliyinin hesabi əmsallarıdır.

Nəticələr

1. Xüsusi təyinatlı geyimlərin parçalarının yüksək səthi doldurulmaya malik olması, onların isti – nəm emal, kimyəvi və fiziki təsirlərə məruz qoyulmasından sonra qırılma yükünün buraxıla bilən hədlər daxilində saxlanmasına səbəb olur.

2. Tikinti quraşdırma işlərində işləyən işçilərin xüsusi təyinatlı geyimlərinin parçalarının əriş və arğac sapların nisbətən az burulması, yuma zamanı sapların quruluşunda yerdəyişmələrlə nəticələnir və onun davamlılığı zəifləyir.

ƏDƏBİYYAT

1. Чернышева Л.В Прогнозирование изменения линейных размеров тканей льняного ассортимента после мокрых обработок на этапе их проектирования / Дис....канд.техн. наук/ – Кострома: КГТУ, –2005.
2. ГОСТ 3813 - 72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении».
3. Раджабов И.С. Теоретические определения измерения линейных размеров тканей в зависимости от направления // Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности, – 2012, № 6, –с. 36-40
4. Nuriyev M., Dadashova, K., Radzhabov, I. Development of Methods for Recognition of Structural Defects Using Package Surface Image. ScienceRise, –2016, 4, 2(21): –6-10. DOI: 10.15587/2313–8416.2016.66143.

РЕЗЮМЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗРУШАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ РАБОЧИХ
ПРИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

Раджабов И.С.

Ключевые слова: *ткань, нить основа, нить утка, стирка, образец, линейная плотность, пористость, заполнение поверхности, линейное заполнение, разрушающая нагрузка.*

В статье рассматриваются изменения долговечности специальной одежды, предназначенной для ношения рабочих, работающих на строительно-монтажных работах. Для этой цели было взято 5 различных сочлененных образцов, и были исследованы результаты, полученные от нескольких этих образцов, и была определена нагрузка на разрыв этих частей. Кроме того, после многократных стирок в изделии были исследованы механические и химические воздействия. В зависимости от количества вкусяшек было установлено, что снижение прочности специальной одежды рабочих, участвующих в строительно-монтажных работах, обусловлено экспоненциальным законом.

SUMMARY
DETERMINATION OF BREAKING LOAD OF PARTS OF CLOTHES OF WORKERS IN
CONSTRUCTION INSTALLATION WORKS

Rajabov I.S.

Key words: *fabric, handle handle, handle handle, washer, sample, linear density, porosity, surface fill, linear filling, breaking load.*

The article examines the durability changes of the special clothing, designed for the wear of workers working in the construction and installation work. For this purpose, 5 different articulated samples were taken and the results obtained from multiple samples of these samples were investigated and the breaking load of these parts was determined. In addition, after the multiple washings in the article, mechanical and chemical effects have been investigated. Depending on the number of yummies, it has been determined that the reduction of the strength of the special clothing of the workers involved in the construction and installation work is due to exponential law.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	26.06.2021
	Son variant	15.11.2021

MÜNDƏRİCAT * СОДЕРЖАНИЕ * CONTENTS

Fizika və riyaziyyat

1. *Musayeva M.A.* Variation statement of inverse problem for nonlinear Schredinger type equation 4
2. *Abayeva N.B.* İkilik 4D-qeyri -xətti modulyar dinamik sistemlərin kvadratik meyarlı sintez məsələsinin həll alqoritmi 10

Kimya

3. *Ağayev Ə.Ə., Muradov M.M., Hacıyeva X.Ə., Mütəllibova K.M.* 3-metilfenolun 1-propanolla alkülləşmə reaksiyasının müxtəlif katalizatorlar iştirakında tədqiqi 17
4. *Мамедова Э.С., Салаева З.Ч., Гусейнова А.Э., Мамедалиев Г.А.* Синтез ненасыщенных полиэфиров (полиамидов) и применение их в качестве термопластичного клея 21
5. *Mustafayev M.M.* Dihidrosilanların 2-metil-3-(2¹-sianetoksi)propenə katalitik birləşmə reaksiyasının tədqiqi 26
6. *Zamanova A.M.* 1,3-butilenqlikol, epixlorhidrin və alkanolaminlər əsasında benzinin buxarlanmasını ləngitmə qabiliyyətinə malik səthi-aktiv maddələr 32
7. *Əhmədov İ.Ə.* Sirkoniumun dispersiya, maye-maye mikroekstraksiya və üzvi fazada üzən damcı üsulu ilə spektrofotometrik təyini 39

Coğrafiya

8. *Ağayev T.D., Yusifova S.N., Əhmədova N.M.* Xızı inzibati rayonunun landşaft planlaşdırılmasının inventarlaşdırılması 46
9. *Sadiqov R.Ə., Abdullayeva M.Y.* Coğrafi informasiya sistemləri (CİS) vasitəsilə Xəzər gölünün neftlə çirklənmiş ərazilərində aparılmış ekoloji tədqiqat işlərinin təhlili 53

Biologiya

10. *Baxşalıyev A.E., Axundova S.M., İsayeva K.K.* Stress, onu törədən amillər və mikroorqanizmlər stress şəraitində 59

Texnika

11. *Атаев Г.Н., Зейналабдыева И.С.* Модель принятия решений управления параллельно функционирующих обрабатывающих устройств 64
12. *Rəhimov Ş.R., Məmmədova G.A.* Aktiv elementlərin kompleks hərəkətlərinin məntiqi modelinin qurulması 70
13. *Orucova G.E.* Aqressiv sənaye mühitində məsafədən idarə olunan robotun işlənməsi 75
14. *Manafova X.İ.* Qeyri-müəyyən mühitdə robototexnoloji kompleksin intellektual idarəetmə sisteminin tədqiqi və işlənməsi 81
15. *Balametov Ə.B., İsayeva T.M.* Yüksəkgərginlikli hava xəttinin ətraf mühitə təsirinin qiymətləndirilməsi üçün integrasiya olunmuş sistem 86
16. *Rəcəbov İ.S.* Tikinti quraşdırma işlərində işləyənlərin geyimlərinin parçalarının qırılma yükünün təyini 95

Kompüter yığımı	<i>S.Şahverdiyeva</i>
Texniki redaktor	<i>E.Həsətova</i>
Dil dəstəyi	<i>Linqvistik Mərkəz</i>

Çapa imzalanmışdır: 28.06.2022-ci il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¹/₄
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.
Sifariş . Tiraj 250 nüsxə.
Qiyməti müqavilə yolu ilə.

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi

Müxbir ünvan:

Azərbaycan, 5008, Sumqayıt, 43-cü məhəllə
Tel: (0-12) 448-12-74
(0-18) 644-70-41
Faks: (0-18) 642-02-70

Web: <https://www.ssu-scientificnews.edu.az>

E-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru