

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



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
MINISTRY OF EDUCATION THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN



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
Том
Volume

21 № 4

Sumqayıt - 2021

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 21

2021

№ 4



Sumqayıt – 2021

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	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).
Riyaziyyat	
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 Abduev , 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	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), 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).
Математика	
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.,

	<i>Азербайджан), Мухтар Самедов, проф. (Азербайджан), Махал Мурадов, доц. (Азербайджан).</i>
Биология	<i>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).</i>
География	<i>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).</i>
Технические науки	<i>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).</i>

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

EDITORIAL STAFF

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

MEMBERS OF EDITORIAL STAFF

Physics	<i>Albert Gilmutdinov, acad. (Russia), Seong-Cho Yu, prof. (South Korea), Suleyman Ozchelikh, prof. (Turkey), Kazimir Yanushkevich, prof. (Belarus), Kamil Sabitov, prof. (Russia), Kamil Mansimov, 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).</i>
Mathematics	
Chemical sciences	<i>Ramil Bakhtizin, acad.(Russia), Vagif Abbasov, acad.(Azerbaijan), Dilgham Taghiyev, acad. (Azerbaijan), Abasgulu Guliyev, prof. (Azerbaijan), Mahammad Babanlı, 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).</i>
Biological sciences	<i>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).</i>
Geographical sciences	<i>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).</i>
Technical sciences	<i>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).</i>

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 İndeksində (REİİ) daxil edilmişdir (müqavilə № 408-10/2019)

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

Hər bir məqaləyə ayrıca unikal DOI identifikatoru verilir. (№ DOI-14054/2021, 15 noyabr 2021-ci il. **Prefiks 10.54758/...**).

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

Каждой статье присваивается уникальный идентификатор DOI (№ DOI-14054/2021 от 15 ноября 2021 года.

Префикс 10.54758/...).

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

Each article is assigned a unique identifier DOI (No. DOI-14054/2021, November 15, 2021. **Prefix 10.54758/...**).

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

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

(TlGaS₂)_x-(TlGaSe₂)_{1-x} (x=0,1; 0,2) BƏRK MƏHLULLARININ İZOTERMİK SIXILMASI VƏ ATOMLARARASI RABİTƏ ENERJİSİ

¹**QURBANOV MEHDİ MƏHƏMMƏD oğlu**

²**MƏMMƏDOV FUAD ƏZİZ oğlu**

³**MƏMMƏDOV SƏMƏNDƏR CƏFƏR oğlu**

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2,3-dosent

xuraman20@mail.ru

Açar sözlər: *rabitə enerjisi, izotermik sıxılma, bərk məhlul, kristallik quruluş, dilatometr, fiziki xassə, dağıdıcı gərginlik*

Məlum olduğu kimi kristalların fiziki xassələri atomlararası rabitə enerjisinin qiymətindən asılı olur. Eksperimental olaraq təsdiq edilmişdir ki, atomlararası rabitə enerjisi artdıqca bərk cisimlərin möhkəmliyi də artır. Belə əlaqə kovalent rabitəyə malik kristallarda və yarımkəçiricilərdə də vardır [1].

Kristal daxilində atomlararası rabitə enerjisinin təyin edilməsi tədqiq edilən maddədə bir sıra termodinamik parametrlərin qiymətləri haqqında, eləcə də onların öz aralarında qarşılıqlı əlaqəsi haqqında məlumat almağa imkan verir. Eyni zamanda bu parametrlərin qiymətini bilməklə yeni nəzəri modellər yaratmağa imkan yaranır.

Nəzəri olaraq göstərilmişdir ki, kristalda hərtərəfli sıxılma modulu məlum olarsa, maksimal dağıdıcı qüvvənin qiymətini də təyin etmək mümkündür. Bu belə bir düstur vasitəsilə təyin edilir:

$$P_{\max} = \frac{K_0}{n+1} \quad (1)$$

Burada K_0 -mütləq sıfıra yaxın temperaturda hərtərəfli sıxılma modulu, n -sabitdir. Kulon qarşılıqlı təsir halında $n = \frac{2}{3}$ olur.

Beləliklə

$$P_{\max} \approx \frac{3}{5} K_0 \quad (2)$$

Bu işdə (TlGaS₂)_x-(TlGaSe₂)_{1-x} (x=0,1;0,2) bərk məhlulları üçün eksperimental olaraq izotermik sıxılma əmsalının temperatur asılılığı təyin edilmişdir.

Bərk məhlullar ədəbiyyatdan mövcud olan üsulla sintez edilmiş, rentgenoqrafik üsulla tərkibin bircinsliliyi, kristallik quruluşu və qəfəs parametri təyin edilmişdir. Tədqiq olunan bərk məhlulların, üçqat ana maddə əsasında monoklin quruluşda kristallaşması müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda müəyyən edilmişdir ki, tərkibində TlGaS₂-nin çəki nisbəti artan halda qəfəs parametrlərinin qiymətində cüzi artım baş verir [2,3].

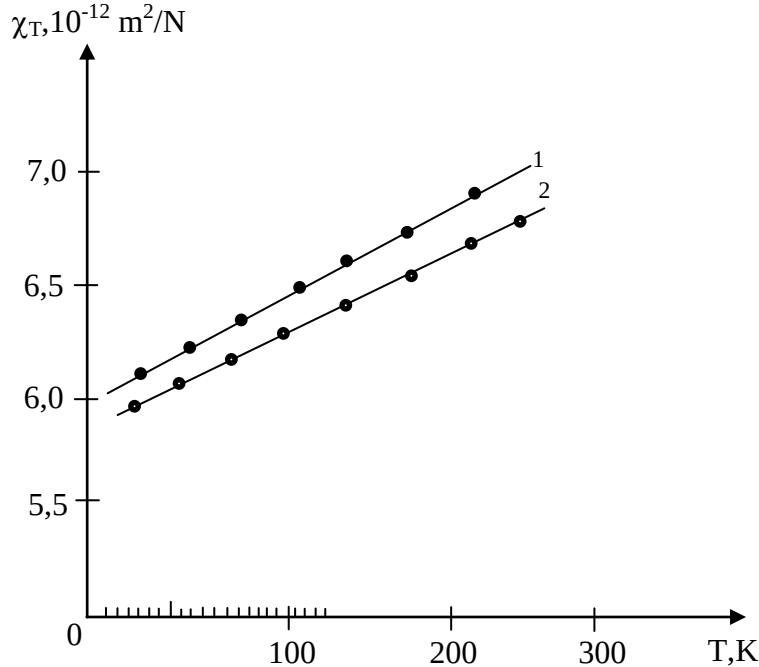
Sintez olunmuş tərkibdən izotermik sıxılmanı ölçmək üçün uzunluğu 0,03 m, diametri 0,005 m olan silindrik formalı nümunələr hazırlanmışdır. Bu məqsədlə sintez olunmuş külçə yenidən xırdalanaraq uyğun ölçülərə malik kvars ampula içərisində əridilmişdir.

İzotermik sıxılma ədəbiyyatdan mövcud olan dilatometrik qurğuda ölçülmüşdür. Təcrübənin nisbi xətası 0,5% təşkil etmişdir [4].

Şəkildən göründüyü kimi həm (TlGaS₂)_{0,1}-(TlGaSe₂)_{0,9} (1), həm də

Ölçmələr 80÷300 K temperatur intervalında aparılmışdır. Ölçmələr əsasında təyin edilmiş izotermik sıxılma əmsallarının temperatur asılılığı şəkil 1-də göstərilmişdir.

Hər iki tərkib üçün izotermik sıxılma əmsallarının temperatur asılılıqlarının xarakteri eynidir və onlarda heç bir faza keçidi müşahidə edilmir.



Şəkil 1. $(\text{TlGaSe}_2)_x-(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}$ bərk məhlulların izotermik sıxılma əmsallarının (χ_T) -temperatur asılılığı. 1- $(\text{TlGaSe}_2)_{0,1}-(\text{TlGaSe}_2)_{0,9}$ 2- $(\text{TlGaSe}_2)_{0,2}-(\text{TlGaSe}_2)_{0,8}$

$T \rightarrow 0$ oblastında izotermik sıxılma əmsalının qiyməti ekstrapolyasiya yolu ilə tapılmışdır. Bu qiymətlər $(\text{TlGaSe}_2)_{0,1}-(\text{TlGaSe}_2)_{0,9}$ bərk məhlulu üçün $5,92 \cdot 10^{-12} \frac{\text{m}^2}{\text{N}}$; $(\text{TlGaSe}_2)_{0,2}-(\text{TlGaSe}_2)_{0,8}$ bərk məhlul üçün isə $5,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{m}^2}{\text{N}}$ olmuşdur.

$K_0 = \frac{1}{\chi_0}$ olduğundan həmin bərk məhlullar üçün hərtərəfli sıxılma modulları $0,169 \cdot 10^{12} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ və $0,171 \cdot 10^{12} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ olmuşdur.

Beləliklə, $P_{\max}$ –üçün tapılan qiymətlər uyğun olaraq $1,01440^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ və $1,026 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ olmuşdur.

Bu qiymətlər əsasında

$$P_{\max} = -\frac{1}{8} \frac{U_0}{V_0} \quad (3)$$

düsturu vasitəsilə qəfəsin minimal enerjisi (atomizasiya enerjisi (U_0) -da) hesablanmışdır. Hesablamaların nəticəsi cədvəldə göstərilmişdir.

$P_{\max}$ və U_0 -ın qiymətləri tədqiq olunan maddənin möhkəmliyi və eləcə də dağıdıcı gərginliyin qiymətləri haqda müəyyən məlumat almağa imkan verir. Belə ki, əgər nəzəri yolla hesablanan qiymətlər eksperimental qiymətlərdən çox böyük olarsa, deməli, tədqiq edilən materialda defektlilik

daha çoxdur. Onu azaltmaq məqsədilə materialda termik tablandırma aparmaq lazımdır. Bu yolla materialda mexaniki gərginliyin təsiri ilə dağılmanın ani baş verməsinə nail olmaq olur. Eyni zamanda dağılma müxtəlif nöqtələrdə deyil, eyni bir nöqtədə baş verir.

Cədvəl

(TlGaS ₂) _{0,1} -(TlGaSe ₂) _{0,9}					(TlGaS ₂) _{0,2} -(TlGaSe ₂) _{0,8}				
$\chi_T^0 \cdot 10^{-12} \frac{m^2}{N}$	$K_0 \cdot 10^{12} \frac{N}{m^2}$	$P_{max} \cdot 10^{11} \frac{N}{m^2}$	$U_0 \cdot 10^5 C$	$V_0 \cdot 10^{-7} m^3$	$\chi_T^0 \cdot 10^{-12} \frac{m^2}{N}$	$K_0 \cdot 10^{12} \frac{N}{m^2}$	$P_{max} \cdot 10^{11} \frac{N}{m^2}$	$V_0 \cdot 10^{-7} m^3$	$U_0 \cdot 10^5 C$
5,92	0,169	1,014	-4,87	6	5,85	0,171	1,026	6	-4,92

Bu səbəbdən kristalın dağıdıcı qüvvəsi heç də tamamilə əlaqə enerjisinin hesablanmış qiyməti ilə tam üst-üstə düşmür. Bu qüvvə bir sıra digər faktorlardan da asılı olur.

Cədvəldən göründüyü kimi tədqiq edilən bərk məhlullarda TlGaS₂-nin çəki nisbəti artdıqca kristal qəfəsində atomlararası rabitə enerjisi də azalmış olur. Bu cür azalma həmin bərk məhlullarda $\theta_D^2 \cdot M$ - hasilində də müşahidə edilmişdir. (θ_D - Debay xarakteristik temperaturu, M-molyar kütlədir). Bu nəticə bir daha təsdiq edir ki, $\theta_D^2 \cdot M$ -hasili də qiymətcə tədqiq edilən yarımkeçirici bərk məhlullarda atomlararası rabitə enerjisinin qiyməti ilə mütənasib olan bir parametrdir.

Hesablamalardan nəticə olaraq alınır ki, laylı yarımkeçiricilərdə sıxılma modulu ilə, atomlararası kimyəvi rabitə qüvvəsinin qiyməti və qəfəsin minimal enerjisi arasında düz mütənasib asılılıq vardır.

ƏDƏBİYYAT

1. Сирота Н.Н. Физические свойства полупроводников в связи с энергией и характером межатомной связи // В кн.: Химическая связь в полупроводниках и термодинамика. – Минск, – 1966, – 340 с.
2. Qurbanov M.M., Məmmədov S.C., Məmmədov F.Ə., Zeynalov H.İ. (TlGaS₂)_x-(TlGaSe₂)_{1-x} (x=0,1; 0,2) bərk məhlulunun kristal qəfəsində atomların kipləşmə sıxlığının rabitə enerjisindən asılılığı // Energetika ixtisasları üzrə kadr hazırlığının aktual məsələləri. Respublika elmi konfransının materialları. – Sumqayıt. – 30-31 may, – 2019. – s.90-91.
3. Годжаев М.М., Зарбалиев М.М. Курбанов М.М. Дилатометр для измерения ТКЛР твердых тел в широком интервале температур // Измерительная техника. – 1985. – №2, с.44-48.
4. Qurbanov M.M. TlGaX₂(x=S,Se,Te) birləşmələrində atomlararası orta kvadratik dinamik yerdəyişmənin Debay xarakteristik temperaturdan asılılığı / M.M.Qurbanov, S.C.Məmmədov, A.M. Əhmədova və b.// SDU.Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2014. –с.14, – №1, – S.10-13
5. Qurbanov M. M. Layli və zəncirvari quruluşlu yarımkeçiricilərin termodinamik parametrlərinin temperatur asılılıqlarında Debay funksiyasının rolu / M. M. Qurbanov, F. Ə. Məmmədov, S. C. Məmmədov, M. M. Qocayev // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 2. – P. 4-8. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43176372>

РЕЗЮМЕ

ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ СЖИМАЕМОСТЬ И ЭНЕРГИЯ МЕЖАТОМНОЙ СВЯЗИ В ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ (TlGaS₂)_x-(TlGaSe₂)_{1-x}(x=0,1; 0,2)

Курбанов М.М., Мамедов Ф.А., Мамедов С.Д.

Ключевые слова: энергия связи, изотермическая сжимаемость, твердый раствор, кристаллическая структура, дилатометр, физическое свойство, разрушающее напряжение

Определение энергии межатомной связи внутри кристалла позволяет получить информацию о значениях ряда термодинамических параметров в исследуемом веществе, а также об их взаимодействии между собой. В то же время, знание цены этих параметров, даёт возможность создания новых теоретических моделей.

В статье приведены значения энергии связи твердых растворов $(\text{TlGaS}_2)_x-(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}$ ($x=0,1; 0,2$) вычисленных на основе модуля всестороннего сжатия. Выявлено, что для сложных полупроводников между модулем всестороннего сжатия, силы связи и минимальной энергией решетки имеется прямо пропорциональная зависимость.

SUMMARY

ISOTHERMAL COMPRESSIBILITY AND INTERATOMIC BOND ENERGY IN SOLID SOLUTIONS $(\text{TlGaS}_2)_x-(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}$ ($x=0,1; 0,2$)

Gurbanov M.M., Mamedov F.A., Mamedov S.C.

Key words: *binding energy, isothermal compressibility, solid solution, crystalline structure, dilatometer, physical properties, destructive stress*

Determination of the interatomic bond energy inside the crystal allows obtaining information about the values of a number of thermodynamic parameters in the substance under study, as well as about their interaction with each other. At the same time, knowing the price of these parameters, it becomes possible to create new theoretical models.

The article presents the values of the binding energy of solid solutions $(\text{TlGaS}_2)_x-(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}$ ($x=0,1; 0,2$) calculated based on the all-round compression module. It is revealed that for complex semiconductors there is a direct pre-proportional relationship between the module of all-round compression, the binding force and the minimum lattice energy.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.09.2021
	Son variant	02.11.2021

К ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО СИНТЕЗА ОДНОГО КЛАССА ДВОИЧНЫХ 3D- МОДУЛЯРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

МЕХТИЕВА МАРАЛ РЗАБАЛА ГЫЗЫ

Бакинский государственный университет, доцент, Баку, Азербайджан

mehdiyevamaral71@gmail.com

Ключевые слова: 3D-модулярные динамические системы, задача оптимального синтеза, полином Волтерры, ортогональные входные последовательности, индивидуальные задачи

Рассматривается задача оптимального синтеза двоичных 3D-модулярных динамических систем с фиксированной памятью, ограниченной связью и заданной степенью. Ограниченная связь представляется в виде Декартового произведения двух ограниченных множеств, которые являются подмножествами множества целых чисел. Предполагается, что на вход 3D-модулярных динамических систем поступают ортогональные входные последовательности. Коротко излагается методика решения задачи синтеза 3D-модулярных динамических систем. На основе этой методики излагается нахождение решения одной индивидуальной задачи оптимального синтеза.

Одной из задач для двоичных модулярных динамических систем (МДС) [1-4] есть задача оптимального синтеза. В работах [5-13] рассмотрены задачи синтеза ряда классов двоичных МДС и разработаны теоретические и технические основы для их решения. Однако при решении индивидуальной задачи синтеза нелинейных классов двоичных МДС возникают определенные трудности. Поэтому в данной работе предлагается решение одной индивидуальной задачи оптимального синтеза для двоичных трехпараметрических МДС (3D-МДС).

1. Постановка задачи. Пусть двоичная 3D-МДС имеет фиксированную память n_0 , ограниченную связь $P = P_1 \times P_2$, максимальную степень S . Эта система имеет следующее представление в виде двухзначного аналога полинома Волтерры [9]:

$$y[n, c_1, c_2] = \sum_{\eta=1}^S \sum_{w=1}^{\lambda(\eta)} \sum_{(\bar{j}, \bar{\mu}) \in L_1(\gamma_1) \times L_2(\gamma_2)} \sum_{\bar{\tau} \in \Gamma[(\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w]} h_{\eta, w}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}] \times \prod_{(\alpha, \beta, \sigma) \in Q_2(\eta, (\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w)} v_{\eta, w}[n - \tau(\alpha, \beta, \sigma), c_1 + p_1(j_\alpha), c_2 + p_2(\mu_\beta)], GF(2). \quad (1)$$

Здесь $n \in T = [0, N] \equiv \{0, 1, \dots, N\}$, $c_1 \in [0, C_1] \equiv \{0, 1, \dots, C_1\}$, $c_2 \in [0, C_2] \equiv \{0, 1, \dots, C_2\}$;

$P_\alpha = \{p_\alpha(1), \dots, p_\alpha(r_\alpha)\}$, $-\infty < p_\alpha(1) < \dots < p_\alpha(r_\alpha) < \infty$, $p_\alpha(\beta) \in Z$, $\beta = \overline{1, r_\alpha}$, $\alpha = \overline{1, 2}$;

$y[n, c_1, c_2] \in GF(2)$ и $v_{\eta, w}[n, c_1, c_2] \in GF(2)$ являются выходной и входной последовательностями 3D –МДС (1) соответственно; $\lambda(\eta)$ – количество элементов множества

$$\begin{aligned}
 F(\eta) &= \{(\gamma_1, \gamma_2, \bar{m}) \mid \bar{m} = (m_{1,1}, \dots, m_{1,\gamma_2}, \dots, m_{\gamma_1,\gamma_2}), \sum_{\alpha=1}^{\gamma_1} \sum_{\beta=1}^{\gamma_2} m_{\alpha,\beta} = \eta, m_{\alpha,\beta} \in \{0, \dots, n_0 + 1\}, \\
 &\quad \alpha = \overline{1, \gamma_1}, \beta = \overline{1, \gamma_2}; (\forall \alpha \in \{1, \dots, \gamma_1\})(\exists \beta \in \{1, \dots, \gamma_2\}) \Rightarrow (m_{\alpha,\beta} \neq 0) \vee \\
 &\quad \vee (\forall \beta \in \{1, \dots, \gamma_2\})(\exists \alpha \in \{1, \dots, \gamma_1\}) \Rightarrow (m_{\alpha,\beta} \neq 0), \gamma_\sigma \in \{1, \dots, r_\sigma\}, \sigma = \overline{1, 2}\}; \\
 L_1(\gamma_1) &= \{(j_1, \dots, j_{\gamma_1}) \mid 1 \leq j_1 < \dots < j_{\gamma_1} \leq r_1\}, L_1(\gamma_2) = \{(\tau_1, \dots, \tau_{\gamma_2}) \mid 1 \leq \tau_1 < \dots < \tau_{\gamma_2} \leq r_2\}; \\
 Q(\eta, \bar{m}) &= \{(\alpha, \beta) \mid m_{\alpha,\beta} - \text{компонента } \bar{m} \text{ и } m_{\alpha,\beta} \neq 0, \alpha = \overline{1, r_1}, \beta = \overline{1, r_2}\}; \\
 \Gamma(\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w &= \prod_{(\alpha, \beta) \in Q_1(\eta, (\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w)} \Gamma_{\alpha, \beta}(m_{\alpha, \beta}), \\
 \Gamma_{\alpha, \beta}(m_{\alpha, \beta}) &= \{\bar{\tau}_{\alpha, \beta} = (\tau(\alpha, \beta, 1), \dots, \tau(\alpha, \beta, m_{\alpha, \beta})) \mid 0 \leq \tau \dots < \tau(\alpha, \beta, m_{\alpha, \beta}) \leq n_0\}, \\
 (\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w &- w - \text{ый элемент множества } F(\eta) \text{ и } w \in \{1, \dots, \lambda(\eta)\}; \\
 Q_1(\eta, (\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w) &= \{(\alpha, \beta) \mid m_{\alpha, \beta} - \text{компонента } \bar{m} \text{ и } m_{\alpha, \beta} \neq 0, \alpha = \overline{1, \gamma_1}, \beta = \overline{1, \gamma_2}\}; \\
 Q_2(\eta, (\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w) &= \{(\alpha, \beta, \sigma) \mid \sigma \in \{1, \dots, m_{\alpha, \beta}\}, (\alpha, \beta) \in Q_1(\eta, (\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w)\}.
 \end{aligned}$$

Задача оптимального синтеза двоичных 3D–МДС (1) заключается в нахождении для каждого $\bar{\tau} \in \Gamma[\eta, (\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w]$, $(\bar{j}, \bar{\mu}) \in L_1(\gamma_1) \times L_2(\gamma_2)$, $w \in \{1, \dots, \lambda(\eta)\}$, $\eta \in \{1, \dots, S\}$, значений для $h_{\eta, w}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}]$, при которых минимизируется функционал

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

где $\{y_0[n, c_1, c_2] : n \in [0, N], c_1 \in [0, C_1], c_2 \in [0, C_2]\}$ – желаемые выходные последовательности (1).

2. Методика решения задачи. Пусть аналогично по [8] из членов последовательности $\{v_{\eta, w}[n, c_1, c_2] : n \in [0, N], c_1 \in [0, \hat{C}_1], c_2 \in [0, \hat{C}_2]\}$, $w \in \{1, \dots, \lambda(\eta)\}$, $\eta \in \{1, \dots, S\}$, образована $(N+1)(C_1+1)(C_2+1) \times 1$ -мерный матрица $V_0(\eta, w, \bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}_\xi)$ и из $V_0(\eta, w, \bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}_\xi)$ образованы последовательно матрицы $V_1(\eta, w, \bar{j}, \bar{\mu})$, $V_2(\eta, w)$, $V_3(\eta)$, V . Матрица V в расширенном виде имеет размерность $(N+1)(C_1+1)(C_2+1) \times A$, где $A = \sum_{\eta=1}^S C_{(n_0+1)r_1r_2}^i$. Пусть из $|\Gamma((\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w)| \times 1$ -мерный вектора

$H_1(\eta, w, \bar{j}, \bar{\mu}) = (h_{\eta, w}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}_1], \dots, h_{\eta, w}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}_{|\Gamma((\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w)|}])^T$ образованы $H_2(\eta, w)$, $H_3(\eta)$, H [9]. Блочная вектор H в расширенном виде имеет размерность $A \times 1$. Пусть

$$\begin{aligned}
 Y_0 &= (y_0[0, 0, 0], \dots, y_0[0, 0, C_2], \dots, y_0[0, C_1, C_2], \dots, y_0[N, C_1, C_2])^T, \\
 Y &= (y[0, 0, 0], \dots, y[0, 0, C_2], \dots, y[0, C_1, C_2], \dots, y[N, C_1, C_2])^T,
 \end{aligned}$$

тогда задача (1), (2) имеет вид

$$Y = V \cdot H, \quad GF(2), \quad J = (Y - Y_0)^T \cdot (Y - Y_0) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Если входные последовательности 3D–МДС (1) есть ортогональные последовательности, т.е. удовлетворяется условия $V^T \cdot V = \text{diag}[d_{1,1}, \dots, d_{A,A}]$, $d_{\alpha, \alpha} > 0$, $\alpha = 1, \dots, A$, тогда решение задачи (3) находится с помощью решения непрерывной задачи квадратичной оптимизации

$$Y = V \cdot K, \quad J = (Y - Y_0)^T (Y - Y_0) \rightarrow \min, \quad (4)$$

где K есть A -мерный вектор. Если k_α и h_α есть α -ый компонент вектора K и H соответственно, тогда решение задачи определяется по правилу [5, 8]: если $k_\alpha > 0.5$, то $h_\alpha = 1$, иначе $h_\alpha = 0$. Решения задачи (4) определяется по формуле

$$K = (V^T \cdot V)^{-1} \cdot V^T \cdot Y_0. \quad (5)$$

3. Решения индивидуальной задачи оптимального синтеза. Пусть $n_0 = 1$, $r_1 = 2$, $r_2 = 2$, $S = 2$, $P_1 = \{p_1(1), p_1(2)\} = \{0,1\}$, $P_2 = \{p_2(1), p_2(2)\} = \{-1,0\}$, $N = 12$, $C_1 = 4$, $C_2 = 4$. В этом случае 3D-МДС (1) имеет вид

$$y[n, c_1, c_2] = \sum_{\eta=1}^2 \sum_{w=1}^{\lambda(\eta)} \sum_{(\bar{j}, \bar{\mu}) \in L_1 \times L_2} \sum_{\bar{\tau} \in \Gamma[(\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w]} h_{\eta, w}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}] \prod_{(\alpha, \beta, \sigma) \in Q_2(\eta, (\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w)} v_{\eta, w}[n - \tau(\alpha, \beta, \sigma), c_1 + p_1(j_\alpha), c_2 + p_2(\mu_\beta)], GF(2). \quad (6)$$

Для удобства записей в дальнейшем будем использовать следующие обозначения:

$$Q_v[\eta, w] = Q_v(\eta, (\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w), \quad v = \overline{1, 2}; \quad \Gamma[\eta, w] = \Gamma[(\gamma_1, \gamma_2, \bar{m})_w].$$

I. $\eta = 1$. При заданных значениях входных данных:

$$\Phi(1) = \{\bar{m} = (m_{1,1}, m_{1,2}, m_{2,1}, m_{2,2}) \mid m_{\ell, k} \in \{0,1\}, \ell = \overline{1, 2}, k = \overline{1, 2}, \sum_{\alpha=1}^2 \sum_{\beta=1}^2 m_{\alpha, \beta} = 1\} = \\ = \{(1,0,0,0), (0,1,0,0), (0,0,1,0), (0,0,0,1)\}.$$

Тогда

$$F(\eta) = F(1) = \{(\gamma_1, \gamma_2, \bar{m}) \mid \bar{m} = (m_{1,1}, \dots, m_{1,\gamma_2}, \dots, m_{\gamma_1, \gamma_2}), \sum_{\alpha=1}^{\gamma_1} \sum_{\beta=1}^{\gamma_2} m_{\alpha, \beta} = 1; \quad m_{\alpha, \beta} \in \{0,1\},$$

$$\alpha = \overline{1, \gamma_1}, \quad \beta = \overline{1, \gamma_2}; \quad (\forall \alpha \in \{1, \dots, \gamma_1\})(\exists \beta \in \{1, \dots, \gamma_2\}) \Rightarrow (m_{\alpha, \beta} \neq 0), \quad (\forall \beta \in \{1, \dots, \gamma_2\}) \wedge \\ \wedge (\exists \alpha \in \{1, \dots, \gamma_1\}) \Rightarrow (m_{\alpha, \beta} \neq 0), \gamma_\sigma \in \{1, \dots, r_\sigma\}, \sigma = \overline{1, 2}\} = \{(\gamma_1, \gamma_2, \bar{m}) = (1, 1, (1))\}.$$

Отсюда ясно, что $\lambda(1) = |F(1)| = 1$ и поэтому в этом случае $\gamma_1 = 1, \gamma_2 = 1, m_{1,1} = 1$,

$$Q_2[1,1] = \{(1,1,1)\}, \quad L_1(1) = L_2(1) = \{(1), (2)\}, \quad \Gamma_{1,1}(1) = \{(0), (1)\},$$

$$\Gamma(1,1, (1,1)) = \Gamma_{1,1}(1) = \{((0), (0)), ((0), (1)), ((1), (0)), ((1), (1))\}.$$

Таким образом, коэффициенты $h_{1,1}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}]$ есть следующие:

$$h_1 = h_{1,1}[(1), (1), ((0))], \quad h_2 = h_{1,1}[(1), (1), ((1))], \quad h_3 = h_{1,1}[(1), (2), ((0))], \quad h_4 = h_{1,1}[(1), (2), ((1))], \\ h_5 = h_{1,1}[(2), (1), ((0))], \quad h_6 = h_{1,1}[(2), (1), ((1))], \quad h_7 = h_{1,1}[(2), (2), ((0))], \quad h_8 = h_{1,1}[(2), (2), ((1))].$$

II. $\eta = 2$. При заданных значениях входных данных:

$$\Phi(2) = \{\bar{m} = (m_{1,1}, m_{1,2}, m_{2,1}, m_{2,2}) \mid m_{\ell, k} \in \{0,1,2\}, \ell = \overline{1, 2}, k = \overline{1, 2}, \sum_{\alpha=1}^2 \sum_{\beta=1}^2 m_{\alpha, \beta} = 2\} = \\ = \{(1,1,0,0), (1,0,1,0), (1,0,0,1), (0,1,1,0), (0,1,0,1), (0,0,1,1), (2,0,0,0), (0,2,0,0), (0,0,2,0), (0,0,0,2)\}.$$

Тогда

$$F(\eta) = F(2) = \{(\gamma_1, \gamma_2, \bar{m}) \mid \bar{m} = (m_{1,1}, \dots, m_{1,\gamma_2}, \dots, m_{\gamma_1, \gamma_2}), \sum_{\alpha=1}^{\gamma_1} \sum_{\beta=1}^{\gamma_2} m_{\alpha, \beta} = 2; \quad m_{\alpha, \beta} \in \{0,1,2\},$$

$$\alpha = \overline{1, \gamma_1}, \quad \beta = \overline{1, \gamma_2}; \quad (\forall \alpha \in \{1, \dots, \gamma_1\})(\exists \beta \in \{1, \dots, \gamma_2\}) \Rightarrow (m_{\alpha, \beta} \neq 0), \quad (\forall \beta \in \{1, \dots, \gamma_2\}) \wedge \\ \wedge (\exists \alpha \in \{1, \dots, \gamma_1\}) \Rightarrow (m_{\alpha, \beta} \neq 0), \gamma_\sigma \in \{1, \dots, r_\sigma\}, \sigma = \overline{1, 2}\} = \\ = \{(\gamma_1, \gamma_2, \bar{m}) : (1, 2, (1,1)), (2, 1, (1,1)), (2, 2, (1,0,1)), (2, 2, (0,1,1)), (1, 1, (2))\},$$

Отсюда видно, что $\lambda(2) = |F(2)| = 5$.

Случай $w = 1$: В этом случае $\gamma_1 = 1, \gamma_2 = 2, m_{1,1} = 1, m_{1,2} = 1, Q_2[2,1] = \{(1,1,1), (1,2,1)\},$

$$L_1(1) = \{(1), (2)\}, \quad L_2(2) = \{(1,2)\}, \quad \Gamma_{1,1}(1) = \{(0), (1)\}, \quad \Gamma_{1,2}(1) = \{(0), (1)\},$$

$$\Gamma(1,2, (1,1)) = \Gamma_{1,1}(1) \times \Gamma_{1,2}(1) = \{((0), (0)), ((0), (1)), ((1), (0)), ((1), (1))\}.$$

Таким образом, коэффициенты $h_{2,1}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}]$ есть следующие:

$$h_9 = h_{2,1}[(1), (1,2), ((0), (0))], \quad h_{10} = h_{2,1}[(1), (1,2), ((0), (1))], \quad h_{11} = h_{2,1}[(1), (1,2), ((1), (0))],$$

$$h_{12} = h_{2,1}[(1), (1,2), ((1), (1))], \quad h_{13} = h_{2,1}[(2), (1,2), ((0), (0))], \quad h_{14} = h_{2,1}[(2), (1,2), ((0), (1))], \\ h_{15} = h_{2,1}[(2), (1,2), ((1), (0))], \quad h_{16} = h_{2,1}[(2), (1,2), ((1), (1))].$$

Случай $w = 2$: В этом случае $\gamma_1 = 2, \gamma_2 = 1, m_{1,1} = 1, m_{2,1} = 1, Q_2[2,2] = \{(1,1,1), (2,1,1)\}$,

$$L_1(2) = \{(1,2)\}, \quad L_2(1) = \{(1), (2)\}, \quad \Gamma_{1,1}(1) = \{(0), (1)\}, \quad \Gamma_{2,1}(1) = \{(0), (1)\},$$

$$\Gamma(2,1, (1,1)) = \Gamma_{1,1}(1) \times \Gamma_{2,1}(1) = \{((0), (0)), ((0), (1)), ((1), (0)), ((1), (1))\}.$$

Таким образом, коэффициенты $h_{2,2}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}]$ есть следующие:

$$h_{17} = h_{2,2}[(1,2), (1), ((0), (0))], \quad h_{18} = h_{2,2}[(1,2), (1), ((0), (1))], \quad h_{19} = h_{2,2}[(1,2), (1), ((1), (0))], \\ h_{20} = h_{2,2}[(1,2), (1), ((1), (1))], \quad h_{21} = h_{2,2}[(1,2), (2), ((0), (0))], \quad h_{22} = h_{2,2}[(1,2), (2), ((0), (1))], \\ h_{23} = h_{2,2}[(1,2), (2), ((1), (0))], \quad h_{24} = h_{2,2}[(1,2), (2), ((1), (1))].$$

Случай $w = 3$: В этом случае $\gamma_1 = 2, \gamma_2 = 2, m_{1,1} = 1, m_{2,2} = 1$,

$$Q_2[2,3] = \{(1,1,1), (2,2,1)\}, \quad L_1(2) = L_2(2) = \{(1,2)\}, \quad \Gamma_{1,1}(1) = \Gamma_{2,2}(1) = \{(0), (1)\},$$

$$\Gamma(2,2, (1,0,0,1)) = \Gamma_{1,1}(1) \times \Gamma_{2,2}(1) = \{((0), (0)), ((0), (1)), ((1), (0)), ((1), (1))\}.$$

Таким образом, коэффициенты $h_{2,3}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}]$ есть следующие:

$$h_{25} = h_{2,3}[(1,2), (1,2), ((0), (0))], \quad h_{26} = h_{2,3}[(1,2), (1,2), ((0), (1))], \\ h_{27} = h_{2,3}[(1,2), (1,2), ((1), (0))], \quad h_{28} = h_{2,3}[(1,2), (1,2), ((1), (1))].$$

Случай $w = 4$: В этом случае $\gamma_1 = 2, \gamma_2 = 2, m_{1,2} = 1, m_{2,1} = 1$,

$$Q_1[2,4] = \{(1,2,1), (2,1,1)\}, \quad L_1(2) = L_2(2) = \{(1,2)\}, \quad \Gamma_{1,2}(1) = \Gamma_{2,1}(1) = \{(0), (1)\},$$

$$\Gamma(2,2, (0,1,1,0)) = \Gamma_{1,2}(1) \times \Gamma_{2,1}(1) = \{((0), (0)), ((0), (1)), ((1), (0)), ((1), (1))\}.$$

Таким образом, коэффициенты $h_{2,4}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}]$ есть следующие:

$$h_{29} = h_{2,4}[(1,2), (1,2), ((0), (0))], \quad h_{30} = h_{2,4}[(1,2), (1,2), ((0), (1))], \\ h_{31} = h_{2,4}[(1,2), (1,2), ((1), (0))], \quad h_{32} = h_{2,4}[(1,2), (1,2), ((1), (1))].$$

Случай $w = 5$: В этом случае $\gamma_1 = 1, \gamma_2 = 1, m_{1,1} = 2, Q_1[2,5] = \{(1,1,1), (1,1,2)\}$,

$$L_1(1) = L_2(1) = \{(1), (2)\}, \quad \Gamma_{1,1}(2) = \{(0,1)\}, \quad \Gamma(1,1, (2)) = \Gamma_{1,1}(2) = \{(0,1)\}.$$

Таким образом, коэффициенты $h_{2,5}[\bar{j}, \bar{\mu}, \bar{\tau}]$ есть следующие:

$$h_{33} = h_{2,5}[(1), (1), ((0,1))], \quad h_{34} = h_{2,5}[(1), (2), ((0,1))], \quad h_{35} = h_{2,5}[(2), (1), ((0,1))], \quad h_{36} = h_{2,5}[(2), (2), ((0,1))].$$

Пусть

$$\begin{aligned} V_1 &= (\nu_{1,1}[n, c_1, c_2 - 1]), \quad V_2 = (\nu_{1,1}[n - 1, c_1, c_2 - 1]), \quad V_3 = (\nu_{1,1}[n, c_1, c_2]), \\ V_4 &= (\nu_{1,1}[n - 1, c_1, c_2]), \quad V_5 = (\nu_{1,1}[n, c_1 + 1, c_2 - 1]), \quad V_6 = (\nu_{1,1}[n - 1, c_1 + 1, c_2 - 1]), \\ V_7 &= (\nu_{1,1}[n, c_1 + 1, c_2]), \quad V_8 = (\nu_{1,1}[n - 1, c_1 + 1, c_2]), \quad V_9 = (\nu_{2,1}[n, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,1}[n, c_1, c_2]), \\ V_{10} &= (\nu_{2,1}[n, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,1}[n - 1, c_1, c_2]), \quad V_{11} = (\nu_{2,1}[n - 1, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,1}[n, c_1, c_2]), \\ V_{12} &= (\nu_{2,1}[n - 1, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,1}[n - 1, c_1, c_2]), \quad V_{13} = (\nu_{2,1}[n, c_1 + 1, c_2 - 1]\nu_{2,1}[n, c_1 + 1, c_2]), \\ V_{14} &= (\nu_{2,1}[n, c_1 + 1, c_2 - 1]\nu_{2,1}[n - 1, c_1 + 1, c_2]), \quad V_{15} = (\nu_{2,1}[n - 1, c_1 + 1, c_2 - 1]\nu_{2,1}[n, c_1 + 1, c_2]), \\ V_{16} &= (\nu_{2,1}[n - 1, c_1 + 1, c_2 - 1]\nu_{2,1}[n - 1, c_1 + 1, c_2]), \quad V_{17} = (\nu_{2,2}[n, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,2}[n, c_1 + 1, c_2 - 1]), \\ V_{18} &= (\nu_{2,2}[n, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,2}[n - 1, c_1 + 1, c_2 - 1]), \quad V_{19} = (\nu_{2,2}[n - 1, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,2}[n, c_1 + 1, c_2 - 1]), \\ V_{20} &= (\nu_{2,2}[n - 1, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,2}[n - 1, c_1 + 1, c_2 - 1]), \quad V_{21} = (\nu_{2,2}[n, c_1, c_2]\nu_{2,2}[n, c_1 + 1, c_2]), \\ V_{22} &= (\nu_{2,2}[n, c_1, c_2]\nu_{2,2}[n - 1, c_1 + 1, c_2]), \quad V_{23} = (\nu_{2,2}[n - 1, c_1, c_2]\nu_{2,2}[n, c_1 + 1, c_2]), \\ V_{24} &= (\nu_{2,2}[n - 1, c_1, c_2]\nu_{2,2}[n - 1, c_1 + 1, c_2]), \quad V_{25} = (\nu_{2,3}[n, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,3}[n, c_1 + 1, c_2]), \\ V_{26} &= (\nu_{2,3}[n, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,3}[n - 1, c_1 + 1, c_2]), \quad V_{27} = (\nu_{2,3}[n - 1, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,3}[n, c_1 + 1, c_2]), \\ V_{28} &= (\nu_{2,3}[n - 1, c_1, c_2 - 1]\nu_{2,3}[n - 1, c_1 + 1, c_2]), \quad V_{29} = (\nu_{2,4}[n, c_1, c_2]\nu_{2,4}[n, c_1 + 1, c_2 - 1]), \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} V_{30} &= (\nu_{2,4}[n, c_1, c_2] \nu_{2,4}[n-1, c_1+1, c_2-1]), V_{31} = (\nu_{2,4}[n-1, c_1, c_2] \nu_{2,4}[n, c_1+1, c_2-1]), \\ V_{32} &= (\nu_{2,4}[n-1, c_1, c_2] \nu_{2,4}[n-1, c_1+1, c_2-1]), V_{33} = (\nu_{2,5}[n, c_1, c_2-1] \nu_{2,5}[n-1, c_1, c_2-1]), \\ V_{34} &= (\nu_{2,5}[n, c_1, c_2] \nu_{2,5}[n-1, c_1, c_2]), V_{35} = (\nu_{2,5}[n, c_1+1, c_2-1] \nu_{2,5}[n-1, c_1+1, c_2-1]), \\ V_{36} &= (\nu_{2,5}[n, c_1+1, c_2] \nu_{2,5}[n-1, c_1+1, c_2]). \end{aligned}$$

Все матрицы $V_1, V_2, \dots, V_{36}$ суть $(N+1)(C_1+1)(C_2+1) \times 1 = 325 \times 1$ -мерные матрицы. Через $V_{\beta, \alpha}$ обозначим α -й элемент матрицы V_β . Тогда $V_\beta = \text{col}(V_{\beta,1}, \dots, V_{\beta,325})$. α -ой строке матрицы V_β , $\beta \in \{1, \dots, 36\}$ соответствует такая тройка (n', c'_1, c'_2) из множества $\{(n, c_1, c_2) | n \in [0, 12], c_1 \in [0, 4], c_2 \in [0, 4]\}$, при которой удовлетворяется

$$\alpha = 65c'_2 + 13c'_1 + n' + 1. \quad (8)$$

Пусть членов последовательности $\nu_{1,1}[n, c_1, c_2]$, $\nu_{2,w}[n, c_1, c_2]$, $w = \overline{1,5}$, задано по формулам:

$$\nu_{\eta,w}[n, c_1, c_2] = \begin{cases} 1, & \text{если } (n, c_1, c_2) \in M_{\eta,w}, \\ 0, & \text{если } (n, c_1, c_2) \notin M_{\eta,w}, \end{cases}$$

где

$$\begin{aligned} M_{1,1} &= \{(0,1,0)\}, M_{2,1} = \{(2,1,0), (4,1,0), (6,1,0), (2,1,1), (5,1,1)\}, \\ M_{2,2} &= \{(8,0,0), (10,0,0), (12,0,0), (8,1,0), (11,1,0)\}, M_{2,3} = \{(0,3,3), (2,3,3), (4,3,3), (0,4,4), (3,4,4)\}, \\ M_{2,4} &= \{(6,4,3), (9,4,3), (6,3,4), (8,3,4), (10,3,4)\}, M_{2,5} = \{(11,4,3), (12,4,3)\}. \end{aligned}$$

На основе последовательности $\nu_{1,1}[n, c_1, c_2]$, $\nu_{2,w}[n, c_1, c_2]$, $w = \overline{1,5}$, вычислим элементы матриц $V_1, \dots, V_{36}$ по формуле (6). Тогда получим, что матрица V_β , $\beta \in \{1, \dots, 36\}$ имеет значения 1 в строках, соответствующих тройке T_β , $\beta \in \{1, \dots, 36\}$, где

$$\begin{aligned} T_1 &= (0,1,1), T_2 = (1,1,1), T_3 = (0,1,0), T_4 = (1,1,0), T_5 = (0,0,1), T_6 = (1,0,1), T_7 = (0,0,0), T_8 = (1,0,0), \\ T_9 &= (2,1,1), T_{10} = (6,1,1), T_{11} = (5,1,1), T_{12} = (3,1,1), T_{13} = (2,0,1), T_{14} = (6,0,1), T_{15} = (5,0,1), \\ T_{16} &= (3,0,1), T_{17} = (8,0,1), T_{18} = (12,0,1), T_{19} = (11,0,1), T_{20} = (9,0,1), T_{21} = (8,0,0), T_{22} = (12,0,0), \\ T_{23} &= (11,0,0), T_{24} = (9,0,0), T_{25} = (0,3,4), T_{26} = (4,3,4), T_{27} = (3,3,4), T_{28} = (1,3,4), T_{29} = (6,3,4), \\ T_{30} &= (10,3,4), T_{31} = (9,3,4), T_{32} = (7,3,4), T_{33} = (12,4,4), T_{34} = (12,4,3), T_{35} = (12,3,4), T_{36} = (12,3,3). \end{aligned} \quad (9)$$

А остальные строки матрицы V_β не совпадающие тройки T_β содержит 0.

Пусть $Y = (y[0,0,0], \dots, y[12,0,0], y[0,1,0], \dots, y[12,1,0], \dots, y[12,4,4])^T$. При $n = \overline{0,12}$, $c_1 = \overline{0,4}$, $c_2 = \overline{0,4}$ формулы (5) можно записать в матрично-векторном виде $Y = V \cdot H$, $GF(2)$, где $H = (h_1, \dots, h_{36})^T$ и $V = (V_1 \ V_2 \ \dots \ V_{36})$ суть имеют размерности 36×1 и 325×36 соответственно. Рассмотрим матрицы $V^T \cdot V$, которое суть матрицы 36-го порядка и

$$V^T \cdot V = \left(\sum_{\xi=1}^{325} V_{\alpha,\xi} V_{\pi,\xi} \right), \alpha = \overline{1,36}, \pi = \overline{1,36}. \quad (10)$$

Из (9) видно, что в каждой строке матрицы V содержится не более одного элемента 1. В каждом столбце матрицы V содержится один ненулевой элемент, т.е. число 1. Поэтому матрица $V^T \cdot V$, определяемая по (10), единичная матрица 36-го порядка и последовательности $\nu_{1,1}[n, c_1, c_2]$, $\nu_{2,w}[n, c_1, c_2]$, $(n, c_1, c_2) \in [0, 12] \times [0, 4] \times [0, 4]$, $w = \overline{1,5}$, суть ортогональные последовательности. Ясно, что $(V^T \cdot V)^{-1} = V^T \cdot V$.

Определим ненулевые элементы матрицы V . Так как в матрице V_β , $\beta \in \{1, \dots, 36\}$ номер строки, соответствующий тройке (n', c'_1, c'_2) определяется по формуле (8), тогда на основе тройки T_β по формуле (7) находим номера ненулевых строк матрицы V_β и обозначим их

через Δ_β , $\beta \in \{1, \dots, 36\}$. Из формулы (9) следует, что

$$\begin{aligned} \Delta_1 = 79, \Delta_2 = 80, \Delta_3 = 14, \Delta_4 = 15, \Delta_5 = 66, \Delta_6 = 67, \Delta_7 = 1, \Delta_8 = 2, \Delta_9 = 81, \Delta_{10} = 85, \\ \Delta_{11} = 84, \Delta_{12} = 82, \Delta_{13} = 68, \Delta_{14} = 72, \Delta_{15} = 71, \Delta_{16} = 69, \Delta_{17} = 74, \Delta_{18} = 78, \Delta_{19} = 77, \Delta_{20} = 75, \\ \Delta_{21} = 9, \Delta_{22} = 13, \Delta_{23} = 12, \Delta_{24} = 10, \Delta_{25} = 300, \Delta_{26} = 304, \Delta_{27} = 303, \Delta_{28} = 301, \\ \Delta_{29} = 306, \Delta_{30} = 310, \Delta_{31} = 309, \Delta_{32} = 307, \Delta_{33} = 325, \Delta_{34} = 260, \Delta_{35} = 312, \Delta_{36} = 247. \end{aligned}$$

Пусть $Y^0 = (y^0[0,0,0], \dots, y^0[12,0,0], y^0[0,1,0], \dots, y^0[12,1,0], \dots, y^0[12,4,4])^T$ есть вектор, полученный от желаемой выходной последовательности $y^0[n, c_1, c_2]$, $n = \overline{0, 12}$, $c_1 = \overline{0, 4}$, $c_2 = \overline{0, 4}$.

Из формулы (5) получим, что

$$K = (V^T \cdot V)^{-1} V^T \cdot Y^0 = V^T \cdot Y^0 = \begin{pmatrix} V_1^T \\ \dots \\ V_{36}^T \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Y_1^0 \\ \dots \\ Y_{325}^0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{\xi=1}^{325} V_{1,\xi} Y^0(\xi) \\ \dots \\ \sum_{\xi=1}^{325} V_{36,\xi} Y^0(\xi) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{1,\Delta_1} Y^0(\Delta_1) \\ \dots \\ V_{36,\Delta_{36}} Y^0(\Delta_{36}) \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Здесь $Y^0(\xi)$ есть ξ -ый компонент вектора Y^0 , соответствующей тройке (n', c'_1, c'_2) при $\xi = 65c'_2 + 13c'_1 + n' + 1$. Таким образом, из-за $V_{\beta, \Delta_\beta} = 1$, $\beta = 1, \dots, 36$, на основе формулы (11) решение задачи определяется по формуле: $h_\beta = k_\beta = Y^0(\Delta_\beta)$, $\beta = 1, \dots, 36$.

4. Заключение. В работе изложена методика решения задачи оптимального синтеза двоичных 3D-модулярных динамических систем с ортогональными входными последовательностями. На основе этой методики решена одна индивидуальная задача оптимального синтеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фараджев Р.Г. Линейные последовательностные машины. / Р.Г. Фараджев –М.: Советское радио, –1975. –248 с.
2. Блюмин С.Л., Фараджев Р.Г. Анализ и синтез конечных линейных последовательностно-клеточных машин // Автоматика и телемеханика. –1981. –№6. –С. 57-66
3. Фараджев Р.Г. Методы и алгоритмы решения задачи квадратичной оптимизации для двоичных последовательностных машин / Р.Г.Фараджев, Ф.Г. Фейзиев. –Баку: Элм, –1996. –180 с.
4. Фейзиев Ф.Г. Модулярные последовательностные машины: основные результаты по теории и приложению / Ф.Г.Фейзиев, М.Р. Фараджева (Мехтиева). –Баку: Элм, –2006. –234 с.
5. Байбатшаев М.Ш. Об одной задаче квадратичной оптимизации двоичных нелинейных последовательностных машин / М.Ш.Байбатшаев, Ю.С. Попков // Автоматика и телемеханика. –1978. –№ 12. –С. 37-47
6. Фараджев Р.Г., Фейзиев Ф.Г. К задаче квадратичной оптимизации для двоичных многомерных нелинейных последовательностно-клеточных машин / Р.Г.Фараджев, Ф.Г.Фейзиев // Автоматика и телемеханика. –1996. –№5. –С. 104-119
7. Фараджев Р.Г. Аналитическое описание и квадратичная оптимизация двоичных многомерных нелинейных последовательностно-клеточных машин / Р.Г.Фараджев, А.Т.Нагиев, Ф.Г. Фейзиев / Докл. РАН. –1998. –Т. 360. –№ 6. –С.750- 752
8. Фейзиев Ф.Г. Задача синтеза двоичных 3D –нелинейных модулярных динамических систем / Ф.Г.Фейзиев, З.А. Самедова // Известия НАН Азербайджана, сер. физ.-техн. и мат. наук: Информатика и проблемы управления, –2009, –Т. XXIX, –№6, –С.126-133.
9. Фейзиев Ф.Г. Полиномиальное соотношение для представления полной реакции 3D- нелинейных модулярных динамических систем / Ф.Г. Фейзиев, З.А.Самедова // Электронное моделирование. –2011. –Т. 33. –№2. –С.33-50

10. Фейзи́ев Ф.Г. Полиномиальное соотношение для представления полной реакции одного класса двоичных 4D-модулярных динамических систем / Ф.Г.Фейзи́ев, Н.Б.Абаева // Вестник Пермского университета. Серия Математика. Механика. Информатика. –2019. – Вып. 2(45). –С 46–54.
11. Фейзи́ев Ф.Г. Аналитическое представление полной реакции одного класса двоичных 3D -многомерных нелинейных модулярных динамических систем / Ф.Г.Фейзи́ев, М.Р.Мехтиева // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. –2019. –№ 49. –С 82–91
12. Фейзи́ев Ф.Г. Задача оптимального синтеза двоичных 4D нелинейных модулярных динамических систем / Ф.Г.Фейзи́ев, Н.Б.Абаева // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика, –2020, –№ 53, –С. 102-109.
13. Фейзи́ев Ф.Г. Условия ортогональности входных последовательностей одного класса двоичных 4D – нелинейных модулярных динамических систем / Ф.Г.Фейзи́ев, Н.Б.Абаева // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика, – 2021, –№ 55, –С. 80-90
14. Мехтиева, М. Р. Алгоритм решения задачи оптимального синтеза двоичных 3d-многомерных нелинейных модулярных динамических систем / М. Р. г. Мехтиева // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2021. – Т. 21. – № 2. – С. 4-12.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=46287055>

XÜLASƏ
BİR SİNİF İKİLİK 3D –MODULYAR DİNAMİK SİSTEMLƏRİN OPTİMAL
SİNTEZİ MƏSƏLƏSİ HAQQINDA
Mehdiyeva M.R.

Açar sözlər: 3D- modulyar dinamik sistemlər; optimal sintez məsələsi; Volterra polinamları; ortoqonal giriş ardıcılıqları; fərdi məsələ.

Qeyd olunmuş yaddaşlı, məhdud əlaqəli, verilmiş dərəcəli ikilik 3D–modulyar dinamik sistemlər üçün optimal sintezi məsələsinə baxılır. Məhdud əlaqə tam ədədlər çoxluğunun iki məhdud altçoxluqlarının Dekat hasili kimi təsvir olunur. Fərz olunur ki, 3D–modulyar dinamik sistemin girişinə ortoqonal giriş ardıcılıqlı daxil olur. 3D–modulyar dinamik sistemin optimal sintezi məsələsinin həlli metodikası qısaca şərh olunur. Bu metodika əsasında bir fərdi optimal sintez məsələsinin həllinin tapılması şərh olunur.

SUMMARY
ON THE PROBLEM OF OPTIMAL SYNTHESIS OF ONE CLASS
OF BINARY 3D- MODULAR DYNAMIC SYSTEMS
Mekhdiyeva M.R.

Key words: 3D- modular dynamic systems; optimal synthesis problems; a Walterra polynomial; orthogonal input sequences; individual problems.

The problem of optimal synthesis for binary 3D-modular dynamical systems with fixed memory, limited connection and a given degree. A limited connection is represented as a Cartesian product of two bounded sets, which are subsets of the sets integer numbers. It is assumed, input of 3D-modular dynamic systems enters ortogonal input sequences. A methology for solving the problem of synthesis of 3D- modular dynamical systems is brieflu described. On the basis of this methology, the finding of a solution to one individual problem of optimal synthesis is presented.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	01.09.2021
	Son variant	29.09.2021

BENZOLUN 2-XLORPROPANLA ELEKTROKİMYƏVİ SİSTEMDƏ ALKİLLƏŞMƏSİ

¹MURADOV MAHAL MAYIL oğlu

²HƏTƏMOV MƏTLƏB MURTUZ oğlu

³ŞAHGƏLDİYEV FİZULİ XANƏLİ oğlu

⁴NƏZƏROVA MÜŞKÜNAZ KİÇMİRZƏ qızı

⁵AĞAYEV ƏKBƏR ƏLİ oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2,4 – dosent, 3-e.i.. 5 - professor

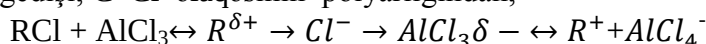
mailoglu@mail.ru

Açar sözlər: elektrokimyəvi sistemdə alkilləşmə, 2-xlorpropan, benzol, alkilat, benzolun konversiyası, izopropil benzol, diizopropilbenzol, katalizator, ekoloji problemlər

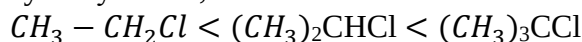
Məlumdur ki, benzol və onun törəmələrinin alkilləşmə məhsulları çox böyük praktiki əhəmiyyətə malik maddələrdir. Onlar boyaların, dərman maddələrinin, səthi aktiv maddələrin alınmasında, bir çox üzvi maddələrin sintezində xammal kimi, həmçinin aviasiya yanacağında, benzinin oktan ədədinin artırılmasında, sürtkü yağlarında aşqar kimi geniş miqyasda istifadə olunurlar. Kimyəvi metodla yanaşı, digər elektrokimyəvi əvəzetmə və birləşmə reaksiyaları içərisində elektrokimyəvi alkilləşmə prosesləri xüsusi qeyd edilməlidir [1].

Xlorlütörəmələr daha geniş təsiretmə diapazonuna malik alkilləşmə agentləridir və onlar C–, O–, S– və N– alkilləşmə, çoxlu element və metalüzvi birləşmələr üçün xüsusi ilə yararlı hesab olunurlar. Bu əsasən xlorlütörəmələrin, olefinlərlə əvəz olunması mümkün olduqda, yaxud onların olefinlərdən ucuz olduğu hallarda daha əlverişli sayılır.

Xlorlütörəmələrin alkilləşməsi əsasən üç müxtəlif qarşılıqlı təsir zamanı baş verir. Qeyd edilməlidir ki, elektrofil əvəzetmənin mexanizmi başlıca olaraq karbon atomunda xlorlaşma üçün xarakterikdir. Olefinlərdən fərqli olaraq reaksiya yalnız aprotonlu turşu (alüminium xlorid) ilə katalizləşir. Reaksiyanın gedişi, C–Cl əlaqəsinin polyarlılığından,

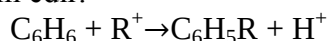


yaxud karbokationun stabilliyindən asılıdır, eləcə də alkilxloridlərin reaksiya qabiliyyəti alkil qruplarının uzunluğu və şaxəliliyi ilə yüksəlir,

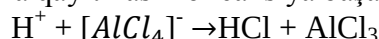


Digər növ reaksiyalar isə oksigen, kükürd və azot atomları üçün xarakterikdir, proses xlor atomunun nuklefil əvəz olunması ilə baş verir.

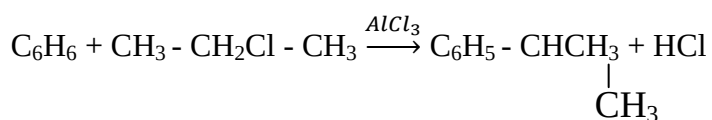
Katalizatorun təsiri (məs., $AlCl_3$) halogen qoparılmasından, karbokation və qısa vaxt ərzində mövcud olan $[AlCl_4]^-$ anionun əmələ gəlməsindən ibarətdir. Əmələ gəlmiş stabil olmayan karbokation (R^+) aromatik nüvəyə hücum edir.



Katalizatorun başlanğıc formasına qayıtması ilə reaksiya başa çatır.



Birli karbokation yenidən qruplaşmaya meyillidir, məsələn, karbokation $-CH_2-CH_2-CH_3$ reaksiyanın gedişində öz-özünə (spontan) daha stabil olan ikili $CH_3-CH^+-CH_3$ -lə yenidən qruplaşır, bununla əlaqədar olaraq benzolun 2-xlorpropanla alkilləşməsində gözlənilən propilbenzol əvəzinə üstünlüklə izopropil-benzol (kumol) alınır.



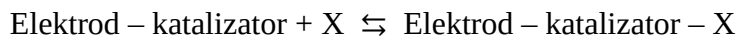
Prosesdə aralıq karbokationun əmələ gəlməsi baş verir. Ümumiyyətlə, ən çox yayılmış alkilləşmə reaksiyalarına alkil-, allil-, yaxud benzilhalogenidlərin katali-zator iştirakında kimyəvi yolla alkilləşmə reaksiyalarını göstərmək olar [2].

Məlumdur ki, benzol nüvəsində əvəzedicilər müsbət yüklərin polyarlaşmasında iştirak etməklə σ - kompleksi stabilləşdirmək, yaxud destabilləşdirməklə benzol nüvəsində halogeni müəyyən vəziyyətə istiqamətləndirir. Əvəzedicinin orientasiya təsir istiqaməti aralıq davamlı σ - kompleksinin əmələ gəlməsi ilə izah olunur [3].

Hal-hazırda kimyəvi metodla yanaşı, elektrokimyəvi alkilləşmə metodu da geniş miqyasda istifadə olunur. Bu onunla izah olunur ki, istifadə olunan AlCl_3 katalizatoru texnoloji prosesdə metal konstruksiyaların korroziyaya uğramasını sürətləndirir, özləri pis regenerasiya olunur, yan məhsulların alınmasına səbəb olur, əsas reaksiyanın selektivliyini aşağı salır, eləcə də alınan alkilbenzolların təmizlənməsi üçün böyük vəsait tələb olunur. Kimyəvi prosesdə AlCl_3 katalizatorunun istifadəsi zamanı çoxlu miqdarda su tələb olunur, nəticədə isə çirkab suların miqdarı artır, həm də bəzi katalizatorlardan fərqli olaraq AlCl_3 bahalı maddədir.

Üzvi maddələrin oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarında elektrik sahəsi elektrodlarda katalizator kimi təsir edir. Digər bərabər şəraitlərdə (temperatur, qatılıq, həlledici) maddənin oksidləşmə yaxud reduksiya sürəti tərkibinə aktiv maddələr daxil edilmiş elektrodun təbiətindən asılı olaraq dəyişir [4]. Bu əlavələr elektronun ötürülmə mexanizmini dəyişir, elektrod və anodla qarşılıqlı təsirdə olan birləşmələr arasında vasitəçi olur.

Katalitik elektrokimyəvi reaksiyalarda maddələrin elektrod üzərində adsorbsiyası böyük rol oynayır, bu zaman adsorbsiya bütövlükdə elektrokimyəvi prosesdə elektrikkeçirici materialın tərkibinə əlavə edilmiş reagentlərdən birinin (X) elektrokimyəvi reaksiyada katalizatorla qarşılıqlı təsiri ilə əlaqədardır [5]:



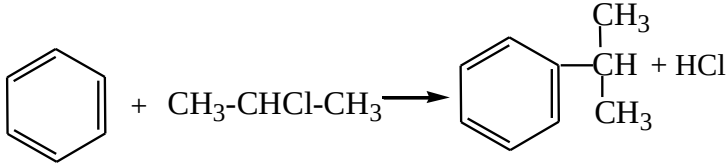
Bərk hetrofazlı katalizatorlar (oksidlər, seolitlər, kationitlər) texnoloji prosesi sadələşdirir (katalizatorun ayrılmasını və regenerasiyasını), xammalın hazırlanması sərfini, reaksiya kütləsinin və turş tullantı sularının neytrallaşmasını və avadanlıqların korroziyasını azaldırlar. Qeyd edilməlidir ki, hal-hazırda istifadə edilən bərk hetrofazlı katalizatorların, o cümlədən iri məsaməli seolitlərin istifadəsi polikon-densləşmə məhsullarının əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, nəticədə katalizatorun koklaşması və onun dezaktivasiyası baş verir [6].

Son illərdə söylənilən çatışmazlıqları aradan qaldırmaq üçün daha səmərəli üsulların işlənilib hazırlanması, sadə və ucuz başa gələn texnologiyadan və o cümlədən, daha effektiv və stabil katalizatorlardan istifadə olunması aktual olaraq qalmaqdadır.

Yuxarıda göstərilən aspektləri nəzərə alaraq təklif olunan işin məqsədi elektrokimyəvi sistemdə benzolun 2-xlorpropanla elektrokimyəvi sistemdə alkilləşməsi prosesinin yerinə yetirilməsindən, mövcud kimyəvi üsullarda istifadə olunan katalizatorun (AlCl_3) daha ucuz katalizatorla əvəz olunmasından, su sərfinin, eləcə də çirkab suların miqdarının azaldılmasından, optimal temperatur rejiminin müəyyən edilməsindən, selektivliyin və benzolun konversiya dərəcəsinin artırılmasından ibarətdir [7].

Təcrübi hissə. Təklif olunan iş laboratoriya şəraitində ilk dəfə tərəfimizdən elektrokimyəvi sistemdə tədqiq edilmişdir. Təcrübənin yerinə yetirilməsi üçün tərəfimizdən elektroliz qurğusu hazırlanmış, elektrodlar seçilmiş, istifadə olunan maddələrin təmizliyinə xüsusi əhəmiyyət verilmişdir. Elektroliz qurğusunun konstruksiyası sxemdə göstərilmişdir.

Proses köynəklə təchiz olunmuş silindrik elektroliz qurğusunda yerinə yetirilmişdir. Qurğuda cərəyan mənbəyi ilə birləşdirilmiş qrafit elektrodlar və qarışdırıcı yerləşdirilmişdir. Qurğuya CCl_4 həlledicisi, alüminium-oksüd katalizatoru, benzol və 2-xlorpropanın uyğun olaraq 3:1 mol nisbəti əlavə edilir, proses 2 saat müddətində yerinə yetirilir. Reaksiya başa çatdıqdan sonra quru alkilat katalizatordan ayrılıb, analiz edilmişdir. Nəticədə, cərəyana görə 60%, maddəyə görə isə 75% çıxımla izopropilbenzol alınır



Proses başa çatdıqdan sonra benzolun konversiyası (çevrilmə dərəcəsinə) %-lə aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$K_b = \frac{C_{ilkin}^B - C_{təcrübi}^B}{C_{ilkin}^B} \cdot 100$$

burada, C_{ilkin}^B – xammalda benzolun qatılığı, kütlə %-i ilə, $C_{təcrübi}^B$ – alkilatda benzolun qatılığı, kütlə %-i ilə.

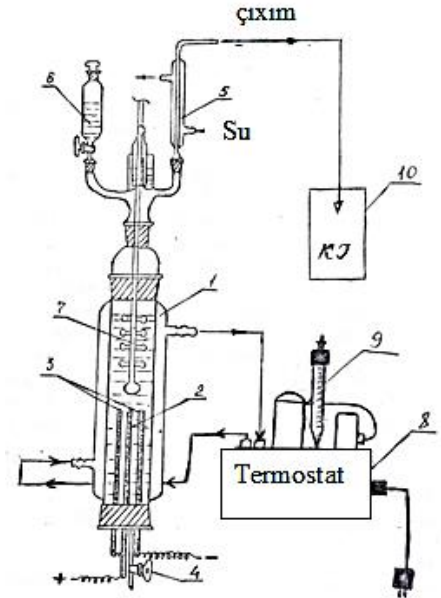
Hesablanan qatılıqda izopropil benzolun və alkilatın kütlə %-i aşağıdakı düsturla müəyyən edilmişdir:

$$X_{nəzəri}^{izop.b} = \frac{\mu^{izop.b}}{B_{izop.b} \cdot \mu^B + \mu^{izop.b}} \cdot 100$$

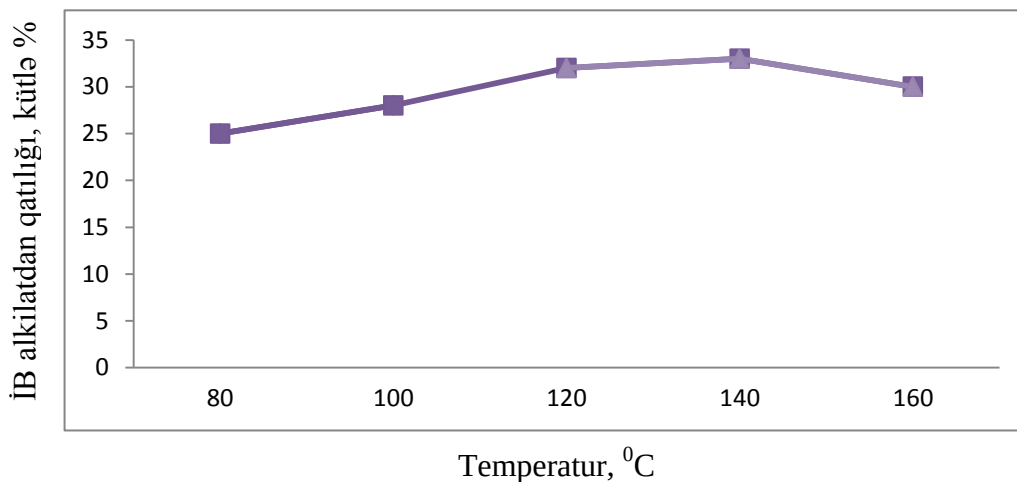
Burada, $\mu^{i.b}$ – izopropil benzolun, μ^B – benzol, $\mu^{i.p.}$ – izopropilenin molyar kütləsidir, q/mol.

1 və 2-ci şəkillərdə verilən məlumatlardan aydın olur ki, temperaturun 80°C -dən 160°C -yə qədər artırılması ilə benzolun 2-xlorpropanla alkilləşməsi reaksiyasının sürəti artır, izopropilbenzolun alkilatda qatılığı və benzolun konversiyası yüksəlir. Temperaturun sonrakı artımı (160°C -yə qədər) əlavə reaksiyaların sürətinin artmasına səbəb olur.

Uyğun olaraq izopropilbenzolun alkilatda kütlə %-i də 32.5% -dən 27% -ə qədər azalır (şəkil 1).

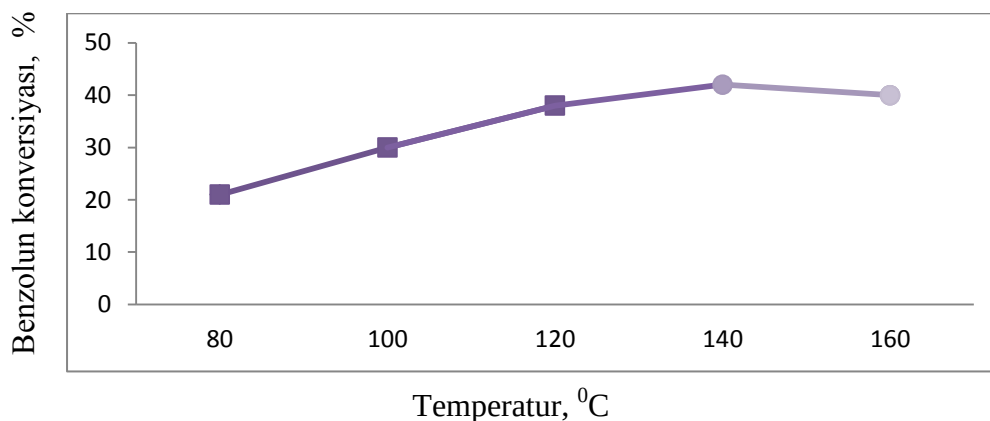


Elektroliz qurğusunun sxemi
1 – elektroliz qurğusunun köynəyi, 2 – anod, 3 – katod, 4 – kran, 5 – əks soyuducu, 6 – damcı qıfı, 7 – qarışdırıcı, 8 – termostat, 9 – termometr, 10 – KJ məhlulu



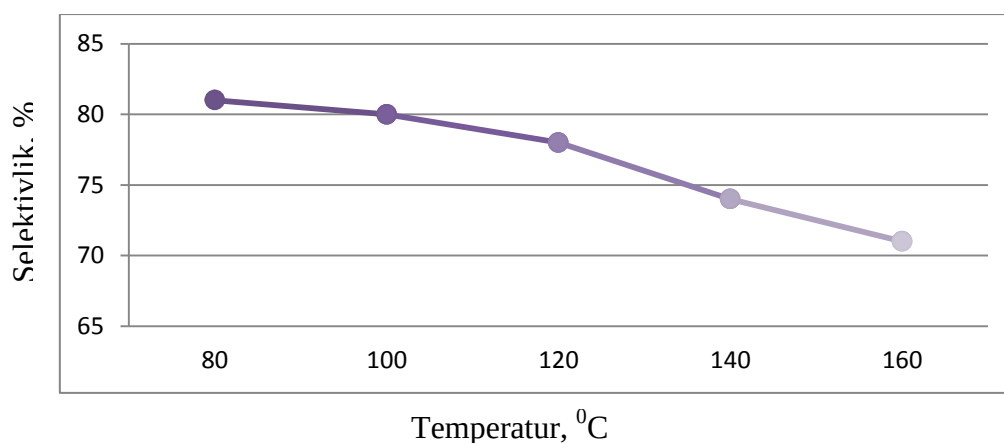
Şəkil 1. İzopropilbenzolun qatılığının reaksiya temperaturundan asılılığı

Şəkildən görüldüyü kimi 140⁰C temperaturda proses zamanı benzolun çevrilmə dərəcəsi 40.5% təşkil edir (şəkil 2).



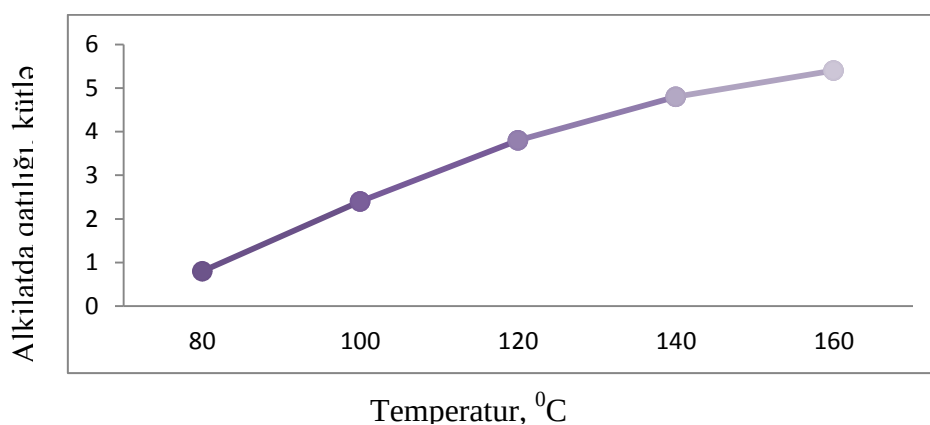
Şəkil 2. Benzolun konversiyasının reaksiya temperaturundan asılılığı

Alınan nəticələrin təhlili göstərir ki, temperaturun artması ilə izopropilbenzola görə selektivliyin 81%-dən 70.6%-ə qədər azalmasına səbəb olur (şəkil 3).



Şəkil 3. İzopropil benzola görə selektivliyin reaksiya temperaturundan asılılığı

Diizopropilbenzolun (DiİPB) qatılığı isə 140⁰C temperaturda 4.8 kütlə %-dən 5.4 kütlə %-ə qədər artır (şəkil 4).



Şəkil 4. DiİPB qatılığının reaksiya temperaturundan asılılığı

Nəticələr və onların müzakirəsi. Alınan nəticələr əsasında prosesin aparılmasının optimal şəraiti müəyyənləşdirilmişdir: İzopropilbenzolun alkilatda qatılığı - 32.5÷27%; izopropilbenzola görə selektivlik - 81÷70.6%; benzolun konversiyası isə ~ 41.5% təşkil edir.

Prosesdə istifadə olunan katalizator yüksək effektivlik göstərir, izopropilben-zolun alkilatda qatılığını, həmçinin izopropilbenzola görə selektivliyi təmin edir.

Reaksiyanın optimal temperaturu 140°C, reaksiya müddəti isə 2 s. təşkil edir. Elektrokimyəvi üsulla alınan alkilləşmə məhsulu yüksək təmizliyə malikdir, istifadə olunan laboratoriya qurğusu sadə və məhsuldardır.

Proses zamanı mövcud kimyəvi üsullardan fərqli olaraq çirkab sular alınmır, ətraf mühitə və atmosfərə zəhərli və zərərli maddələr atılmır, praktiki olaraq yerinə yetirilən alkilləşmə üsulu tullantısız texnologiyaya aid edilə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Parker V.J. Chem. Soc., Ser. D. Chem. Commun., –1969, –№ 19, – P. 1164-1165.
2. Takeda A., Toriis S., Oka H. Tetrahidron Letters, 1968, № 14, p. 1781-1784
3. Muradov M.M. Fenolun elektrokimyəvi üsulla xlorlaşması / Muradov M.M., Hüseynova İ.H., Hətəmov M.M., Nəzərova M.K., Ağayev Ə.Ə. / Elmi xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi. –2017. –Cild 17, –№ 2, –S. 26-28.
https://www.sdu.edu.az/userfiles/file/scientific_publications/EX%202-17T.pdf
4. Taranko L., Perry R.J. Org. Chem. –1969, –vol. 34. –P.226-227
5. Muradov, M. M. O. Aromatik karbohidrogenlərin elektrokimyəvi sistemdə xlorlaşması / M. M. O. Muradov // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 2. – P. 21-32. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43176375>
6. Павлов М.Л. Алкилирование бензола этиленом на отечественном цеолитсодержащем катализаторе /Павлов М.Л., Басимова Р.А., Алябьев А.С., Рахмангулов Ю.Г./ Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», УГНТУ, –Уфа, –2012, –№ 2, –с.470-480
7. Hətəmov M.M., Ağayev Ə.Ə., Abdullayeva M.B., Əliyeva S.Y. Benzolun 2-xlorpropanla elektrokimyəvi sistemdə alkilləşməsi / УГНТУ, Перспективы инновационного развития химической технологии и инженерии, Материалы II Международной Российско-Азербайджанской научной конференции, посвященной 880-летию великого азербайджанского поэта-просветителя Низами Гянджеви – Уфа, –17-19 ноября . –2021, – s.83-84.

РЕЗЮМЕ

АЛКИЛИРОВАНИЕ БЕНЗОЛА 2-ХЛОРПРОПАНОМ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Мурадов М.М., Гатамов М.М., Шахгеди́ев Ф.Х.,

Назарова М.К., Агаев А.А.

Ключевые слова: алкилирование в электрохимической системе, 2-хлорпропан, бензол, алкилат, конверсия бензола, изопропилбензол, диизопропилбензол, катализатор, экологические проблемы

Представленная работа посвящена алкилированию бензола 2-хлорпропаном в электрохимической системе. Изучено влияние температуры, катализатора (AlCl₃), мольного отношения исходных веществ, и времени реакции на ход процесса. Анализ полученных результатов показывает концентрацию изопропилбензола в алкилате 32.5-27%; селективности по изопропилбензолу 81-70.6%; конверсия бензола при 140°C температуре составляет ~ 41.5%. выбор катализатора Al₂O₃ по сравнению с существующими методами обеспечивает эффективности и экологическую безопасности процесса.

SUMMARY

ALKYLATION OF BENZENE 2-CHLORPROPANE IN ELECTROCHEMICAL SYSTEM

Muradov M.M., Gatamov M.M., Shahgeldiyev F.X.,

Nazarova M.K., Agayev A.A.

Keywords: *alkylation in electrochemical system, 2-chloropropane, benzene, alkylate, benzene conversion, isopropyl benzene, diisopropyl benzene, catalyst, environmental problems*

The presented work is devoted to alkylation of benzene with 2-chloropropane in an electrochemical system. The effect of temperature, catalyst (AlCl_3), molar ratio of starting materials, and reaction time on the progress of the process was studied. Analysis of the results showed a concentration of isopropyl benzene in alkylate of 32.5-27%; isopropyl benzene selectivity 81-70.6%; benzene conversion at 140⁰S temperature is ~ 41.5%. Choice of catalyst Al_2O_3 compared to existing methods provides efficiency and environmental safety of the process.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	22.10.2021
	Son variant	02.12.2021

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИСАДКИ К СМАЗОЧНЫМ МАСЛАМ

¹МАМЕДОВА ПАРВИН ШАМХАЛ ГЫЗЫ

²ВЕЛИЕВА СААДАТ МОВСУМ ГЫЗЫ

³КУЛАЛИЕВ ИКРАМ ДЖАННАТАЛИ ОГЛУ

⁴САДИРЗАДА ИНАРА АЛИГЕЙДАР ГЫЗЫ

⁵САЛМАНОВА КАМАЛЯ АЛЕКПЕР ГЫЗЫ

Институт химии присадок НАН Азербайджана, Баку

1-д.х.н., профессор, 2- к.т.н., в.н.с., доцент,

3- к.т.н., в.н.с., 4- н.с., 5- докторант

aki05@mail.ru

Ключевые слова: *нефтяные масла, алкилфенолы, продукт конденсации, присадки, многофункциональность, полусинтетические сульфонаты.*

Разработана упрощенная технология получения моюще-диспергирующих присадок сульфонатного типа на основе смеси нефтяного масла и продуктов совместной конденсации технического додесилфенола и алкил(C₁₈-C₃₀) фенола с формальдегидом. Полученные средне- и высокощелочные полусинтетические сульфонаты кальция обладают высокими физико-химическими и функциональными свойствами и превосходят товарные нефтяные сульфонаты С-150 и С-300, а также зарубежные аналоги – присадки Хайтек 6060М и Коноко С-300. В отличие от аналогов разработанные сульфонаты в качестве многофункциональных присадок значительно улучшают моющие, диспергирующие, противокоррозионные свойства, стабильность против окисления смазочных масел и могут быть использованы при создании пакетов присадок для современных моторных масел.

Увеличение объемов производства высококачественных моторных масел обуславливает необходимость разработки новых высокоэффективных присадок различного функционального назначения. Среди широкого ассортимента этих присадок важное практическое значение имеют сульфонатные присадки с различным уровнем щелочности, вырабатываемые на основе нефтяных масел и синтетических алкилароматических масел [1,2]. Основными функциональными свойствами присадок такого типа является их моюще-диспергирующая эффективность, способность нейтрализовать продукты окисления масла, образующиеся в процессе работы двигателя, и тем самым уменьшать количество отложений на его деталях. В течении ряда лет зарубежные фирмы в области разработки моторных масел успешно применяют сульфонатные присадки в составе композиций присадок к маслам различного назначения [3].

Актуальной проблемой является разработка нового поколения экологически безопасных эффективных присадок сульфонатного типа, которые в малых концентрациях одновременно улучшают несколько свойств смазочных масел, т.е многофункциональных.

Цель работы. Синтез многофункциональных сульфонатных присадок с улучшенными экологическими свойствами на основе смеси нефтяного и синтетического сырья и исследование их влияния на свойства смазочных масел.

Методы решения. Использование смешанного сырья позволяет упростить технологию производства сульфонатов, повысить выход, расширить функции, увеличить эффективность присадок, а также значительно снизить выход кислого гудрона на стадии сульфирования.

В качестве исходного нефтяного сырья использовано масло М-8 из смеси бакинских нефтей, содержащие 17% легких и средних алкилароматических углеводородов. Синтетическим алкилароматическим компонентом служил продукт совместной конденсации технического додецилфенола и алкил(C₁₈-C₃₀)фенола с формальдегидом.

Додецилфенол вырыбатывается с применением тетрамеров пропилена, имеет следующие физико-химические показатели: плотность при 20⁰С, кг/м³ – 924,6; показатель преломления n_D^{20} – 1.5040; молекулярная масса – 260; температура вспышки - 150⁰С.

Алкил(C₁₈-C₃₀)фенол получен алкилированием фенола олигомерами пропилена фракции C₁₈-C₃₀ в присутствии цеолитсодержащего катализатора по известной методике [4], в условиях, обеспечивающих наибольший выход моноалкилпроизводных. Выход алкилфенола составляет 78%; молекулярная масса – 589; показатель преломления n_D^{20} – 1.4870; плотность при 20⁰С, кг/м³ – 883,9.

Совместную конденсацию алкилфенолов с формальдегидом проводили в кислой среде при температуре 96-98⁰С в течение 1 ч известным методом [5] до стадии образования метилен-бис-алкилфенолов. Количество 37%-ного раствора формальдегида, необходимого для конденсации, составляет 20% мас. Расход катализатора (соляной кислоты) - 0.5% мас. Процесс конденсации контролировали по показателю преломления реакционной массы.

Масло М-8 и продукт конденсации смешивали в массовом соотношении 70:30, 60:40, 50:50 в растворе октана и подвергали сульфированию 98%-ной серной кислотой при температуре 35-40⁰С в две стадии. При этом значительно снижается выход кислого гудрона (на 30-35%). Нейтрализацию смеси образующихся сульфокислот осуществляли 20%-ным водным раствором гидроксида кальция при 70-75⁰С в течение 5 ч до слабощелочной реакции. Затем температуру повышали до 125-130⁰С для удаления реакционной воды и выдерживали при этой температуре 3 ч. Полученный продукт растворяли в октане, центрифугированием отделяли механические примеси и отгоняли растворитель. Физико-химические свойства нейтральных сульфонатов, полученных при различных соотношениях ингредиентов, представлены в табл.1. Как видно из приведенных данных, оптимальная добавка продукта конденсации к нефтяному маслу находится в пределах 30- 40% и дальнейшее увеличение его количества приводит к повышению вязкости и увеличению содержания механических примесей в присадках.

Карбонатацией нейтрального сульфоната диоксидом углерода в присутствии избытка гидроксида кальция, промотора – метанола, масла-разбавителя, растворителя – толуола при температуре 40-45⁰С в течение 1 ч получены средне- (типа С-150) и высокощелочные (типа С-300) присадки.

Таблица 1

Физико-химические свойства нейтральных сульфонатных присадок

Исходное сырье, состоящее из смеси, % мас		Выход нейтрального сульфоната, % мас к исходной смеси	Щелочное число, мг КОН/г	Массовая доля, %	
масло М-8	продукт конденсации			сульфоната кальция	механических примесей
70	30	89	20.5	40.7	0.04
60	40	92	22.4	45.9	0.05
50	50	94	24.0	49	0.1
масло М-8		69	13.5	12	0.8

Состав и структура сульфонов подтверждены методами элементного анализа и ИК-спектроскопии. Содержание кальция определяли на металл-анализаторе МР- 4200АЕС. ИК спектры снимали на спектрометре NICOLET IS-10. Содержание активного вещества в присадках определяли методом жидкостной адсорбционной микрохроматографии.

В ИК спектрах сульфонов присутствуют полосы поглощения в области 1050-1070 и 1160-1250 см^{-1} , возникающие в результате валентных симметричных и асимметричных колебаний связей S=O группы SO_3 . Наиболее характерным для спектров щелочных сульфонов является присутствие полос в области 850-880 и 1400-1500 см^{-1} , относящихся к колебаниям иона карбоната CO_3^{2-} .

Исследование физико-химических и функциональных свойств присадок проводили стандартными лабораторными методами [6]. Моющие свойства определяли на установке ПЗВ по ГОСТ 5726-2013, диспергирующие свойства - при 250 $^{\circ}\text{C}$ по методике, описанной в работе [7], противокоррозионные свойства – на приборе ДК-НАМИ при 140 $^{\circ}\text{C}$ в течение 25 ч по ГОСТ 20502-75, стабильность против окисления – на приборе ДК-НАМИ в течение 30 ч при 200 $^{\circ}\text{C}$ по ГОСТ 11063-77. Стабильность коллоидной дисперсии щелочных сульфонов оценивали по методу, заключающемуся в разложении присадок в присутствии 15% воды при 110 $^{\circ}\text{C}$ в течение 4 ч [8]. Стабильность коллоидной дисперсии устанавливали по уменьшению щелочности присадки, выраженной в % от исходной.

Полученные присадки ПСК_{пк} (нейтральная), ПС-150_{пк} (среднещелочная) и ПС-300_{пк} (высокощелочная) представляют вязкие жидкости темно-коричневого цвета, характеристики которых показаны в табл. 2, 3 и 4. Там же для сравнения представлены аналогичные показатели товарных нефтяных сульфонов С-150 и С-300, а также зарубежных аналогов – присадок ОЛОА 246В, Хайтек 6060М и Коноко С-300, испытанных в аналогичных условиях. Синтезированные присадки имеют характерную для сульфонов мицеллярную структуру. Они обладают высокими физико-химическими и функциональными свойствами. При введении разработанных присадок в масло М-11 в концентрации 5% значительно улучшаются его моющие, диспергирующие, нейтрализующие, противокоррозионные свойства и стабильность против окисления.

Таблица 2.

Характеристики нейтральных сульфонатных присадок

Показатели	Нейтральные сульфонаты		
	ПСК _{пк}	НСК	ОЛОА 246 В
Выход, % к исходному сырью	92	70	-
Щелочное число, мг КОН/г	22,4	16,5	23
Массовая доля, %			
сульфоната кальция	45,9	40,1	41,1
кальция	2,3	2	-
механических примесей	0,05	0,09	0,1
Зольность сульфатная, % мас	8,9	8,3	8,6
Моющие свойства на установке ПЗВ, баллы*	0,5	0,5	0,5
Диспергирующая способность при 250 $^{\circ}\text{C}$, %*	45	40	40
Стабильность по индукционному периоду осадкообразования, осадок, %	0,9	3,5	-

*Масло М-11 с 5% присадки

Сопоставление свойств присадок показало, что нейтральный полусинтетический сульфонат имеет более высокое содержание активного вещества, меньшее содержание механических примесей и лучшие диспергирующие свойства по сравнению с соответствующим нефтяным сульфонатом кальция НСК, полученным по сложной и многостадийной технологии, и присадкой ОЛОА 246В. Кроме того, полученная присадка в

отличии от аналогов проявляет антиокислительные свойства. Синтезированные средне- и высокощелочные присадки по моющим свойствам находятся на одном уровне с товарными присадками С-150 и С-300, а по диспергирующим, противокоррозионным свойствам и стабильности против окисления превосходят их.

Таблица 3.

Характеристики среднещелочных сульфонатных присадок

Показатели	Среднещелочные сульфонатные присадки		
	ПС-150 _{пк}	С-150	Хайтек 6060М
Щелочное число, мг КОН/г	153	151	142
Массовая доля сульфоната кальция, %	33,2	31,5	30,1
Зольность сульфатная, %	23,7	22,8	23,1
Массовая доля механических примесей, %	0,04	0,08	0,05
Моющие свойства на установке ПЗВ, баллы *	0	0	0,5
Диспергирующая способность при 250 °С, % *	70	60	60
Коррозия на свинце, г/м ² *	58	79	85
Стабильность по индукционному периоду осадкообразования: осадок, % *	0,4	0,7	0,9
Коллоидная стабильность, %	80	75	76

*Масло М-11 с 5% присадки

Таблица 4.

Характеристики высокощелочных сульфонатных присадок

Показатели	Высокощелочные сульфонатные присадки		
	ПС-300 _{пк}	С-300	Коноко С-300
Щелочное число, мг КОН/г	309	303	300
Массовая доля сульфоната кальция, %	32,1	30,9	33
Зольность сульфатная, %	44,0	42,9	41,4
Массовая доля механических примесей, %	0,06	0,09	-
Моющие свойства на установке ПЗВ, баллы *	0	0	0
Диспергирующая способность при 250 °С, % *	77	70	70
Коррозия на свинце, г/м ² *	47	90	42
Стабильность по индукционному периоду осадкообразования: осадок, % *	0,1	0,3	-
Коллоидная стабильность, %	95	90	91

*Масло М-11 с 5% присадки

Так, диспергирующие свойства присадок ПС-150_{пк} и ПС-300_{пк} составляют 70 и 77% соответственно, в то время как для присадок С-150 и С-300 эти показатели равны 60 и 70%. При введении в масло М-11 разработанных полусинтетических сульфонатов в концентрации 5% коррозионность масла снижается от 180 до 58-47 г/м², а для нефтяных сульфонатов до 90-79 г/м². Полученные результаты свидетельствуют о том, что новые модификации сульфонатных присадок по некоторым показателям качества превосходят зарубежных аналогов. Коллоидная стабильность к действию воды опытных присадок ПС-150_{пк} и ПС-300_{пк} составляет 80 и 95% соответственно, а для присадок Хайтек 6060М и Коноко С-300 эти показатели равны 76 и 91%.

Наблюдаемая многофункциональность и высокая эффективность разработанных присадок объясняется наличием в их структуре алкилфенольного фрагмента в сочетании с сульфогруппой и их внутримолекулярным синергизмом.

Следует также отметить, что в процессе получения предложенных сульфонов значительно снижается образование кислого гудрона (на 15-20%), увеличивается выход целевых продуктов и улучшаются их показатели.

Таким образом, показана возможность получения эффективных многофункциональных присадок с различной щелочностью на основе смеси нефтяного масла и продуктов конденсации додецил и алкил(C_{18} - C_{30}) фенола с формальдегидом. Разработанные полусинтетические сульфонаты могут быть использованы в качестве моюще-диспергирующего компонента при создании моторных масел, работоспособных в жестких условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садыхов К.И. Нефтяные и синтетические сульфонатные присадки к моторным маслам. – Баку: Элм, –2006, –180 с.
2. Суховерхов В.Д., Василькевич И.М. Современные аспекты производства и применения масел и присадок к ним // Мир нефтепродуктов. –2008, –№ 6, –С. 31-34
3. Фиалко В.М. Импортзамещение в области присадок к маслам. // Мир нефтепродуктов. – 2013, –№ 2, –с. 40-43.
4. Магеррамов А.М., Садыхов К.И., Агаев А.Н., Магеррамов М.Н. Цеолитсодержащие катализаторы в экологически чистом производстве сульфонатных присадок к смазочным маслам // Материалы азербайджано-российского симпозиума с международным участием «Катализ в решении проблем нефтехимии и нефтепереработки». –Баку, –28-30 сентября – 2010, –С. 216-217.
5. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. –Л.: Химия, –1985, – 312 с.
6. Нефтепродукты: Масла. Смазки. Присадки. –М.: Стандарты, –1987. –ч. 3, –с. 144-147.
7. Главати О.Л. Физико-химия диспергирующих присадок к маслам. –Киев: Наукова думка, –1989, –183 с.
8. Велиева С.М., Зейналова Н.Н., Кулалиев И.Д., Агаев А.Н. Исследование коллоидной стабильности гидроксилалкилбензилсульфонатных присадок //Азербайджанское Нефтяное Хозяйство. – 2011, –№2, –С. 60-63.
9. Sürtkü yağlarına külsüz aşqarlar / P. Ş. Q. Məmmədova, S. M. Q. Vəliyeva, İ. C. O. Güləliyev, Z. Q. Q. Soltanova // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 4. – P. 25-29. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44600575>

XÜLASƏ

ÇOXFUNKSIYALI AŞQARLAR SÜRTKÜ YAĞLARINA ƏLAVƏ KİMİ

*Məmmədova P.Ş, Vəliyeva S.M, Güləliyev İ.C,
Sədizadə İ.Ə., Salmanova K.Ə*

Açar sözlər: *neft yağları, alkilfenollar, kondensasiya məhsulu, çoxfunksiyalılıq, yarımsintetik sulfonatlar.*

Mineral yağın texniki dodesilfenolun alkil(C_{18} - C_{30}) fenolla birgə kondensləşmə məhsulunun qarışığı əsasında sulfonat tipli yuyucu-dispersedici aşqarların nisbətən sadə alınma texnologiyası işlənib-hazırlanmışdır. Alınmış orta və yüksək qələvili yarımsintetik kalsium sulfonatları yüksək fiziki-kimyəvi və funksional xassələrə malik olub, neft mənşəli əmtəə C-150 və C-300 aşqarlarından və xarici analoqlar olan Hitec 6060M və Conoco C-300 sulfonatlarından üstündür. Analohlardan fərqli olaraq yaradılmış çoxfunksiyalı aşqarlar sürtkü yağlarının yuyucu, dispersedici, korroziyaya və oksidləşməyə qarşı xassələrini

əhəmiyyətli dərəcədə yüksəldir və müasir motor yağlarının hazırlanmasında aşqarlar paketinin tərkibində istifadə edilə bilər.

SUMMARY
MULTIFUNCTIONAL ADDITIVES FOR LUBRICATING OILS

Mammadova P.Sh., Valiyeva S.M., Gulaliyev I.J.
Sadurzadeh I.A., Salmanova K.A

Key words: *petrol oils, alkylphenols, condensation product, additives, multifunctionality, semi synthetic sulfonates.*

A simplified technology has been developed for obtaining sulfonate-type detergent-dispersant additives based on a mixture of petroleum oil and the products of condensation of technical dodesylphenol and alkyl(C₁₈-C₃₀)phenol with formaldehyde. The obtained medium- and high-alkaline semi-synthetic calcium sulfonates have high physico-chemical and functional properties and are superior to commercial oil sulfonates S-150 and S-300, as well as foreign analogues - additives HiTech 6060M and Konoko S-300. In contrast to analogs, the developed sulfonates as multifunctional additives significantly improve detergent, dispersant, anticorrosive properties, stability against oxidation of lubricating oils and can be used to create additive packages for modern engine oils.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	12.11.2021
	Son variant	02.12.2021

UOT 544.653.1

DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_27

2.6 DİMETİL-4-ETİLFENOLUN SİNTEZİ VƏ ONUN DEHİDROGENLƏŞMƏ REAKSİYASINDA OKSİD KATALİZATORLARININ AKTİVLİYİNİN TƏDQIQI

¹QARAYEVA İRADƏ EYVAZ qızı²ŞİRİNOV PƏNAH MƏHƏMMƏD oğlu³ABDULƏZİMOVA ZƏMİNƏ ÜLKƏR qızı⁴ŞİRİNOVA ŞƏMS RƏCƏB qızı*Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-dosent, 2,3 - baş müəllim, 4- dissertant*iradeqarayeva71@gmail.com

Açar sözlər: 2.6-dimetilfenol, etanol, alkilləşmə, 2.6- dimetil-4-etilfenol, dehidrogenləşmə, 2.6-dimetil-4-vinilfenol, oksid katalizatoru, aktivlik, selektivlik.

Dimetilfenolların istifadə sahələri genişdir. Onlar əsasında insektisidlər, polimer materiallar, vitaminlər, dərman preparatları, ətirli maddələr istehsal olunur [1.2]. Onların etil və propil törəmələrindən polimer kimyası üçün böyük əhəmiyyət kəsb edən monomerlərin sintezində geniş istifadə olunur [3-5]. Fenol, krezol və ksilenolların vinil və allil törəmələrinin alınmasında işlədilən fenolların etil- və propil- homoloqları dehidrogenləşmə prosesi nəticəsində bu monomerlərin əldə olunması üçün əlverişli üsullardan bəlkə də birincisi sayılır. Bu sahədə universitetdə də məqsədyönlü tədqiqatlar aparılır [5-6].

Məqalədə 2.6-dimetil-4-etilfenolun 2.6-dimetilfenol və etanol əsasında sintezinin və onun dehidrogenləşmə reaksiyasında tədqiq edilmiş oksid katalizatorlarının aktivliyinin nəticələri verilir.

Təcrübələr axar novlu katalitik reaktorda aparılmış, alınan məhsulların analizi xromatoqrafik və spektral üsullarla həyata keçirilmişdir. Ksilenollar və onların etil törəmələrinin qarışığı xromatoqrafik yolla üzərində dimetilfenol olan xromosorb W ilə doldurulmuş kalonda fərdi izomerlərə ayrılmışdır. Daha effektiv ayrılma 18 kütlə % dimetilfenol saxlayan xromosorbda baş verir. Xromatoqrafik kalonun ölçüləri 36m × 4.0mm, analizin şəraiti isə aşağıdakı kimidir: T-133⁰C, qazdaşıyıcı olan heliumun sərfi 80ml/dəq, diaqramın sürəti 5mm/dəq, verilən nümunənin miqdarı 1mkl.

Vinilksilenolların analizi zamanı maye faza olaraq polietilenqlikolsuksinatdan (15.0 kütlə%) və yaxud polietilenqlikoladipinatdan (10.0 kütlə%) istifadə edilmiş, inert daşıyıcı kimi tselit 545 götürülmüş, analizin temperaturu 190⁰C, kalonun ölçüləri 2.0m × 4.0mm olmuşdur.

Müxtəlif katalizatorlar iştirakında 2.6-dimetilfenolun etanolla alkilləşmə reaksiyasının nəticələri 1-ci cədvəldə verilir. Göründüyü kimi alkilləşmə prosesində kobaltferrit katalizatorundan, vanadium-xrom-alüminium (VXA) oksid sistemindən və Pb,HSVM seolitindən istifadə edilmiş və onların katalitik aktivliyi və xassələri fərqli olmuşdur. Alınan alkilatların çıxımı daha çox ferrit katalizatoru iştirakında, ən az isə Pb,HSVM seoliti götürüldükdə əldə olunur.

Alınan reaksiya məhsulları içərisində üstünlüyü 2.6-dimetilfenolun 4-etil törəməsi təşkil edir. Onun çevrilmiş 2.6-dimetilfenola görə hesablanmış çıxımı daha çox kobaltferrit sistemində (90.5%) təşkil edir. Vanadium-xrom-alüminium sistemi iştirakında 2.6-dimetil-4-etilfenolun selektivliyi 88.5%, Pd,HSVM olan halda isə 87.0% olur.

Alkilləşmə prosesində 2.6-dimetil-3-etilfenol da alınır və ona görə reaksiyanın selektivliyi daha çox vanadium-xrom-alüminium oksid sistemində müşahidə olunur (12.5%). Pd,HSVM orta mövqe (9.5%), CoFe₂O₄ · γ-Al₂O₃ katalizatoru iştirakında isə bu göstərici 5.5% təşkil edir. 2.6-

*2.6 dimetil-4-etilfenolun sintezi və onun dehidrogenləşmə reaksiyasında
oksid katalizatorlarının aktivliyinin tədqiqi*

dimetilfenolun konversiyasına gəldikdə bu göstərici katalizatorlar üzrə aşağıdakı sıra üzrə azalır
Pd,HSV $\text{M} > \text{VXA} > \text{CoFe}_2\text{O}_4 \cdot \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$.

Cədvəl 1.

Müxtəlif katalizatorlar iştirakında 2.6-dimetilfenolun etanolla alkilləşməsinin nəticələri

$T = 360^\circ\text{C}$, $\nu = 1,0 \text{ st}^{-1}$, $\nu = 1:1 \text{ mol/mol}$

Göstəricinin adı	Katalizatorun tərkibi		
	V_2O_5 -3.0 Cr_2O_3 -7.0 Al_2O_3 -90.0	1.0Pd,HSV M	25.0- CoFe_2O_4 75.0- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$
Alkilatın çıxımı, kütlə % ilə	90.5	89.5	92.0
Çevrilmiş 2.6-dimetilfenola görə hesablanmış reaksiya məhsullarının çıxımı			
2.6-dimetil-4-etilfenol	88.5	87.0	90.5
2.6-dimetil-3-etilfenol	12.5	9.5	5.5
2.6-dimetilfenolun konversiyası, %	46.5	51.0	40.0

Aparılmış tədqiqatlar hər üç katalizatorun 2.6-dimetilfenolun etanolla alkilləşməsi reaksiyasında 2.6-dimetil-4-etilfenolun yüksək çıxım və selektivliklə alındığını və bu məhsulun təmizliyinin 98.0-99.0% olduğunu göstərir.

Tədqiqatın növbəti mərhələsində aldığımız 2.6-dimetil-4-etilfenolun müxtəlif katalizatorlar iştirakında dehidrogenləşmə reaksiyası tədqiq edilmişdir. Katalizator kimi nikel-dəmir-xrom (NDX) oksid sistemindən və onun kalium karbonatla modifikasiya olunmuş (KNDX) və ya mislə şəkildəyişdirilmiş (MNDX) nümunələrindən istifadə olunmuşdur. Dehidrogenləşmə prosesində durulaşdırıcı kimi su, həlledici kimi isə benzol götürülmüşdür. Bu onunla əlaqədardır ki, bərk halda olan etilksilenolları həll etmək, alınan reaksiya məhsullarının sonrakı emalını sadələşdirmək və proses zamanı baş verən texnoloji əməliyyatları asanlaşdırmaq lazım gəlir. İlk tədqiqatlar nəticəsində həlledici kimi maye parafin karbohidrogenlərdən (heksan, heptan), biratomlu spirtlərdən (metanol, etanol) və arenlərdən (benzol, toluol) istifadə edilmiş və son nəticədə aromatik karbohidrogenlərə üstünlük verilmişdir. Belə ki, digər həlledicilər götürülən zaman reaksiya şəraitində qismən də olsa, yan çevrilmələrə rast gəlinir. Dehidrogenləşmə şəraitində biratomlu spirtlər alkilləşmə, maye parafin karbohidrogenləri isə parçalanma reaksiyalarına qismən meyillidirlər.

Cədvəl 2.

*Müxtəlif oksid katalizatorları iştirakı ilə 2.6-dimetil-4-etilfenolun dehidrogenləşmə
reaksiyasının nəticələri*

$\text{Reaksiyanın şəraiti: } T = 520^\circ\text{C}$, $\nu = 1,5 \text{ st}^{-1}$

2.6-dimetil-4-etilfenolun suya və benzola olan mol nisbəti 1:12:1

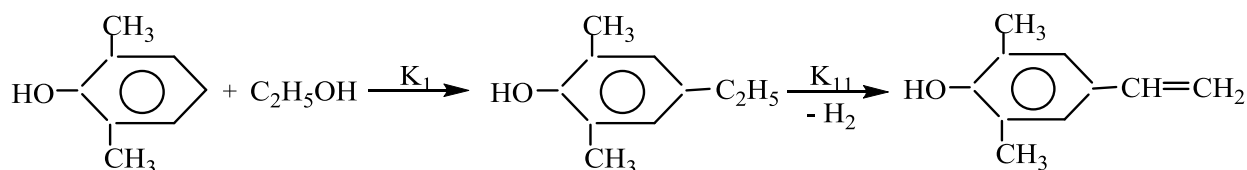
Məhsulun və göstəricinin adı	Katalizatorun tərkibi, kütlə% ilə		
	NiO -32.0 Fe_2O_3 -32.0 Cr_2O_3 -36.0	NiO -31.74 Fe_2O_3 -31.74 Cr_2O_3 -35.52 CuO -1.0	NiO -31.7 Fe_2O_3 -31.7 Cr_2O_3 -35.1 K_2O -1.5
1	2	3	4
Alınmışdır, kütlə % ilə			
Fenol	0.2	-	-
Krezollar	0.8	0.7	0.4
Ksilenollar	2.2	1.8	1.0
2.6-dimetil-4-etilfenol	51.8	49.8	60.0
2.6-dimetil-4-vinilfenol	40.2	43.5	35.6

1	2	3	4
Dimer	1.1	0.8	1.0
Trimer	0.3	-	-
İdentifikasiya olunmamış maddələr	1.2	1.5	1.0
Qaz+ itgi	2.2	1.9	1.0
2.6-dimetil-4-etilfenolun konversiyası, %	48.2	50.2	40.0
2.6-dimetil-4-vinilfenola görə reaksiyanın selektivliyi, %	84.6	87.9	90.1

2 sayılı cədvəldən göründüyü kimi, hər üç katalizator iştirakında alınan katalizatların tərkibi əsasən eynidir. Katalizatların tərkibində fenol, krezol və ksilenollara, çevrilməmiş 2.6-dimetil-4-etilfenola, 2.6-dimetil-4-vinilfenola və onun dimeri və trimerinə rast gəlinir. Qaz halında alınan maddələr içərisində metan və digər karbohidrogenlər də olur. Katalizatorlar iştirakında 2.6-dimetil-4-etilfenolun konversiyası aşağıdakı sıra üzrə azalır $MNDX > NDX > KNDX$.

2.6-dimetil-4-etilfenolun dehidrogenləşməsindən alınan 2.6-dimetil-4-vinilfenolun çevrilmiş xammala görə hesablanmış çıxımı daha çox kalium karbonatla modifikasiya olunmuş nikel-dəmir-xrom oksid sistemi iştirakında əldə olunur və 90.1% təşkil edir. Aşağı nəticə isə NDX üçlü oksid katalizatoru götürüldükdə alınır (84.6%). Başlanğıc 2.6-dimetil-4-etilfenola görə hesablanmış çıxımlar aşağıdakı kimidir. NDX -40.8%, $MNDX$ -44.1%, $KNDX$ -36.1%.

2.6-dimetil-4-vinilfenolun 2.6-dimetilfenol əsasında sintezi ikimərhələli olub, aşağıdakı sxemə əsaslanır.



Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində birinci mərhələni daha yüksək selektivliklə kobaltferrit katalizatoru (90.5%), yüksək çıxımla (44.3%) isə Pd -HSVM seoliti aparmaq iqtidarındadır. İkinci mərhələyə gəldikdə daha əlverişli selektivliyi $KNDX$ katalizatoru, yüksək çıxımı isə, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, $MNDX$ oksid sistemi nümayiş etdirir.

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar nəticəsində 2.6-dimetil-4-etilfenoldan 2.6-dimetil-4-vinilfenolun 2 mərhələli prosesi vasitəsilə alınmasında səmərəli katalitik sistemlər müəyyən edilmiş və gələcəkdə məqsədyönlü tədqiqatların aparılması üçün zəmin yaranmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Харлампович Г.Д., Чуркин Ю.В. Фенолы. –М.:, Химия, –1974, –376 с.
2. Расулов Ч.К., Агамалиева З.З., Гасанов Г.Д. Синтез алкилфенолов и применение их в реакциях аминометилирования. – Баку: Муаллим, –2021, –197 с.
3. Магеррамов А.М., Байрамов М.Р. Химия алкенилфенолов. –Баку: Нурлар. –2015, – 399 с.
4. Горбачев С.Г. Исследование отвержденных композиций на основе поли-р-винилфенола, – М.: НИЖТЕХИМ, –1982, –С. 5-9.
5. Ağayev Ə.Ə., Quliyev T.D., Qarayeva İ.E. Vinilfenolların alınma üsulu, Azərbaycan Respublikasının Patenti İ20030181, Standartlaşma metrologiya və patent üzrə dövlət agentliyi, 2003.
6. Ağayev Ə. Ə. 2-propil-5- metilfenolun katalitik dehidrogenləşməsi / Ə. Ə. O. Ağayev, B. Fuad, İ. E. Q. Qarayeva, M. M. O. Mustafayev // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 3. – P. 20-24. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47176416>

РЕЗЮМЕ

СИНТЕЗ 2,6- ДИМЕТИЛ- 4- ЭТИЛФЕНОЛА И ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В РЕАКЦИИ ЕГО ДЕГИДРИРОВАНИЯ

Гараева И.Э., Ширинов П.М., Абдулазимова З.У., Ширинова Ш.Р.

Ключевые слова: 2,6- диметилфенол, этанол, алкилирование, 2,6- диметил- 4- этилфенол, дегидрирование, 2,6-диметил 4- винилфенол, оксидный катализатор, активность, селективность.

Приводятся результаты синтеза 2,6-диметил-4-этилфенола алкилированием 2,6-ксиленола этиловым спиртом в присутствии различных катализаторов. Показана высокая селективность (90,5%) образования 2,6- диметил- 4-этилфенола над катализатором CoFe_2O_4 γ Al_2O_3 проведено каталитическое дегидрирование 2,6- диметил- 4-этилфенола в присутствии воды, бензола и никель-железо-хром (НЖХ) оксидного катализатора и его модифицированных оксидами меди и калия образцов. Наилучшая селективность образования 2,6-диметил 4-винилфенола (90,1%) достигнута в присутствии НЖХ оксидного катализатора, модифицированного оксидом калия, а наивысший выход (44,1%) наблюдается над медьсодержащей оксидной системой. Предложен двухстадийный способ синтеза винилксиленола на основе 2,6-диметилфенола. Наилучшая селективность образования 2,6-диметил-4-винилфенола (90,1%) была достигнута в присутствии оксидного катализатора NiCr, модифицированного оксидом калия, а самый высокий выход (44,1%) наблюдался в системе оксидов, содержащих медь.

SUMMARY

SYNTHESIS OF 2,6-DIMETHYL-4-ETHYLPHENOL AND STUDY OF THE ACTIVITY OF OXIDE CATALYSTS IN THE REACTION OF ITS DEHYDROGENATION

Garaeva I.E., Shirinov P.M., Abdulazimova Z.U., Shirinova Sh.R.

Key words: 2,6-dimethylphenol, ethanol, alkylation, 2,6-dimethyl-4-ethylphenol, dehydrogenation, 2,6-dimethyl 4-vinylphenol, oxide catalyst, activity, selectivity.

The results of the synthesis of 2,6-dimethyl-4-ethylphenol by alkylation of 2,6-xyleneol with ethyl alcohol in the presence of various catalysts are presented. A high selectivity (90.5%) of the formation of 2,6-dimethyl-4-ethylphenol was shown by the catalyst CoFe_2O_4 γ Al_2O_3 by catalytic dehydrogenation of 2,6-dimethyl-4-ethylphenol in the presence of water, benzol and nickel-iron-chromium (NiCr) oxide catalyst and its samples modified with copper and potassium oxides. The best selectivity for the formation of 2,6-dimethyl 4-vinylphenol (90.1%) was achieved in the presence of NiCr oxide catalyst modified with potassium oxide, and the highest yield (44.1%) was observed over a copper-containing oxide system. A two-stage method for the synthesis of vinylxyleneol based on 2,6-dimethyl phenol has been (is) proposed.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	26.10.2021
	Son variant	02.12.2021

BİTKİ YAĞLARININ SULFAT TÖRƏMƏLƏRİNİN DUZLARININ VƏ KOMPLEKSLƏRİNİN MÜXTƏLİF QATILIQDA MƏHLULLARINDA İŞIĞIN DİNAMİK SƏPƏLƏNMƏSİ ÜSULU İLƏ HİSSƏCİKLƏRİN ÖLÇÜLƏRİNİN TƏYİNİ

ABDULLAYEVA MİNAYƏ BİLAL qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, k.e.i., dissertant, Sumqayıt ş., Azərbaycan

bilalqizi@inbox.ru

Açar sözlər: günəbaxan yağı, amidlər, sulfat törəmələri, duzlar və komplekslər, işığın dinamik səpələnməsi.

Hazırda bərpa olunan xammallar əsasında rəqabət qabiliyyətli reagentlərin yaradılması sahəsində geniş tədqiqatlar aparılır. Belə reagentlərə su səthindən və torpaqdan neft məhsulların yığıcı maddələri də aiddir [1, 2].

Qeyd olunan tip maddələr korroziya inhibitorları, bakterisidlər, inhibitor-bakterisidlər yaradılması istiqamətində də tədqiq olunur [3-7].

Ölkəmizdə əsasən günəbaxan yağı istehsal olunduğundan bu yağ əsasında sintez aparmış və aşağıdakı 11 məhlulu hazırlamışdır.

Məhlul №1. Günəbaxan yağının MEA-lə 1:1 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun kalium duzunun 10%-li məhlulu (90% İPS 10% su)

Məhlul №2. Günəbaxan yağının MEA-lə 1:1 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun oktilamin kompleksinin 15%-li məhlulu (90% İPS 10% su)

Məhlul №3. Günəbaxan yağının DEA-lə 1:1 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun MEA kompleksinin 10%-li məhlulu (90% İPS 10% su)

Məhlul №4. Günəbaxan yağının DEA-lə 1:3 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun Na duzunun İPS-də 10%-li məhlulu

Məhlul №5. Günəbaxan yağının oktilaminlə 1:1 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun trietanolamin kompleksinin 10%-li məhlulu (70% İPS 30% su)

Məhlul №6. Günəbaxan yağının oktilaminlə 1:1 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun oktilamin kompleksinin 10%-li məhlulu (90% İPS 10% su)

Məhlul №7. Günəbaxan yağının oktilaminlə 1:1 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun Na duzunun 10%-li məhlulu (90% İPS 10% su)

Məhlul №8. Günəbaxan yağının oktilaminlə 1:2 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun Na duzunun İPS-də 10%-li məhlulu

Məhlul №9. Günəbaxan yağının oktilaminlə 1:2 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun trietanolamin kompleksinin 10%-li məhlulu (70% İPS 30% su)

Məhlul №10. Günəbaxan yağının oktilaminlə 1:3 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun oktilamin kompleksinin 10%-li məhlulu (60% İPS 40% su)

Məhlul №11. Günəbaxan yağının oktilaminlə 1:2 mol nisbətində amidinin sulfolaşma məhsulunun oktilamin kompleksinin 10%-li məhlulu (70% İPS 30% su)

Hazırlanmış məhlulların tərkibindəki hissəciklərin ölçüləri və miqdarı Yaponiyanın Horiba şirkətinin 4B-550 cihazında öyrənilmişdir (24,5°C temperaturda).

Hər bir məhlul üçün aşağıdakı nəticə alınmışdır.

1 nömrəli nümunə üçün.

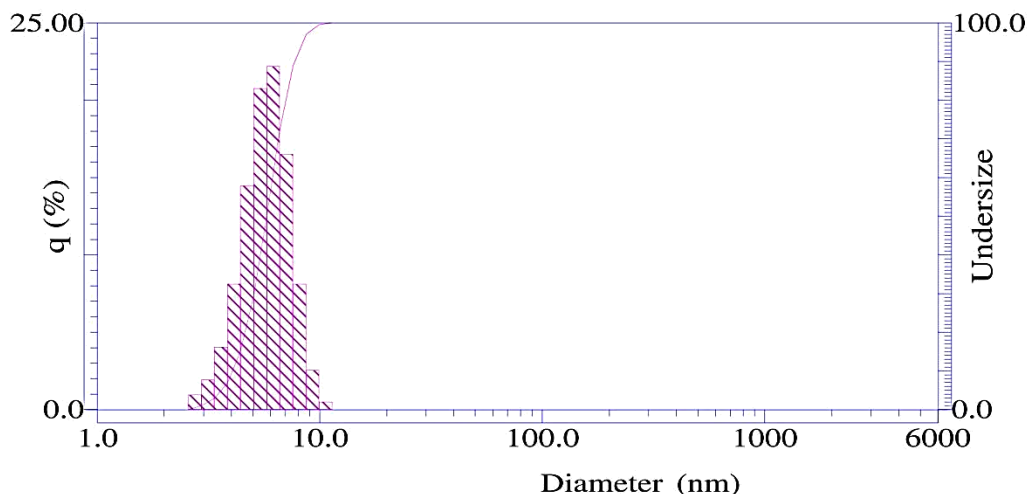
Hissəciyin ölçüsünün orta qiyməti = 5.8 nm

Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 5.7 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 6.1 nm

Diffuziya əmsalı = $6.4281 \times 10^{-11} \text{ (m}^2/\text{s)}$

0 nm-dən 5.7 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün paylanması 5.7 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 5.8 nm, maksimum qiymət 6.1 nm-də qeydə alınmışdır. 6.1 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



2 nömrəli nümunə üçün.

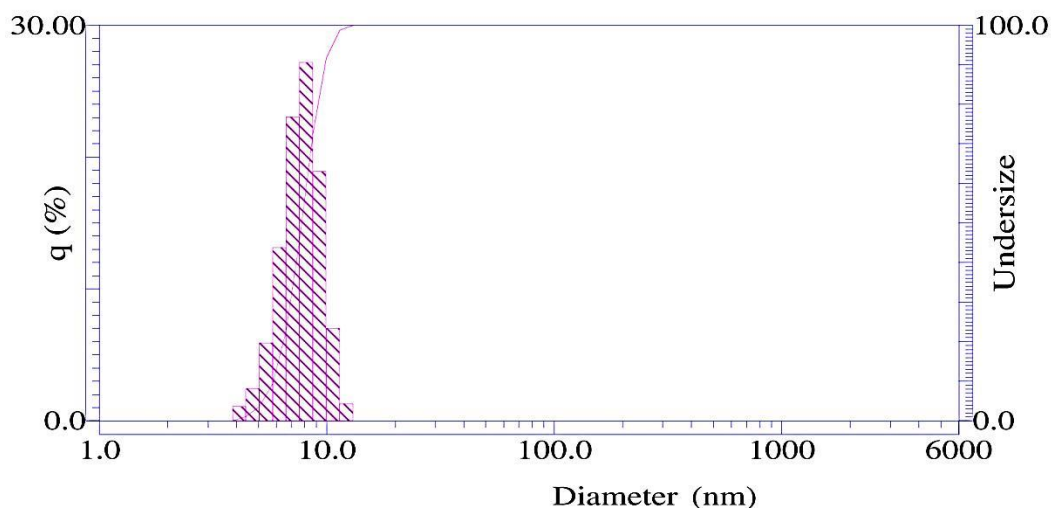
Hissəciyin ölçüsünün orta qiyməti = 7.8 nm

Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 7.6 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 8.0 nm

Diffuziya əmsalı = $4.7932 \times 10^{-11} \text{ (m}^2/\text{s)}$

0 nm-dən 7.6 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün paylanması 7.6 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 7.8 nm, maksimum qiymət 8.0 nm-də qeydə alınmışdır. 8.0 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



3 nömrəli nümunə üçün.

Hissəciyin ölçüsünün orta qiyməti = 7.0 nm

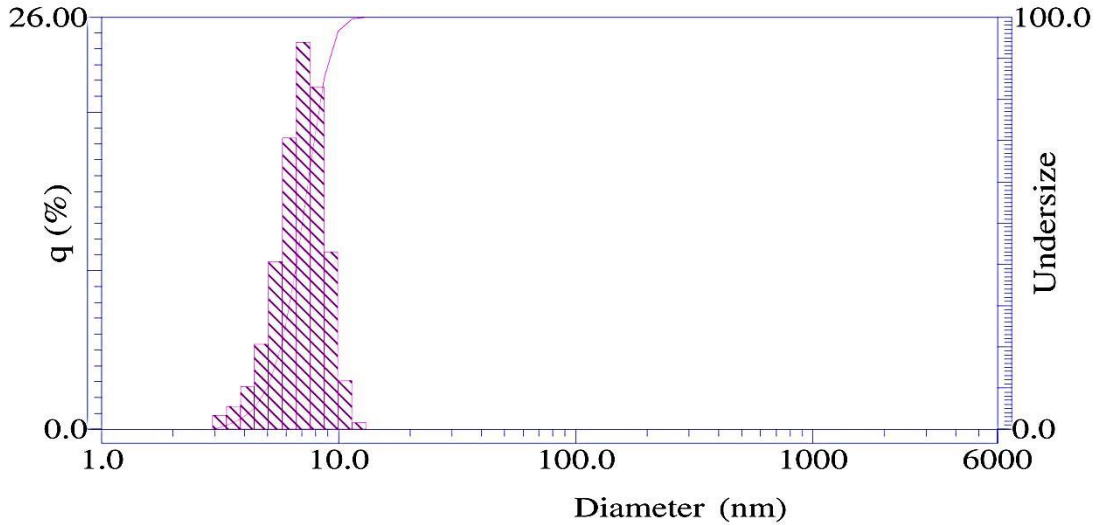
Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 6.9 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 7.2 nm

Diffuziya əmsalı = $5.2803 \times 10^{-11} \text{ (m}^2/\text{s)}$

0 nm-dən 6.9 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün

paylanması 6.9 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 7.0 nm, maksimum qiymət 7.2 nm-də qeydə alınmışdır. 7.2 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



4 nömrəli nümunə üçün.

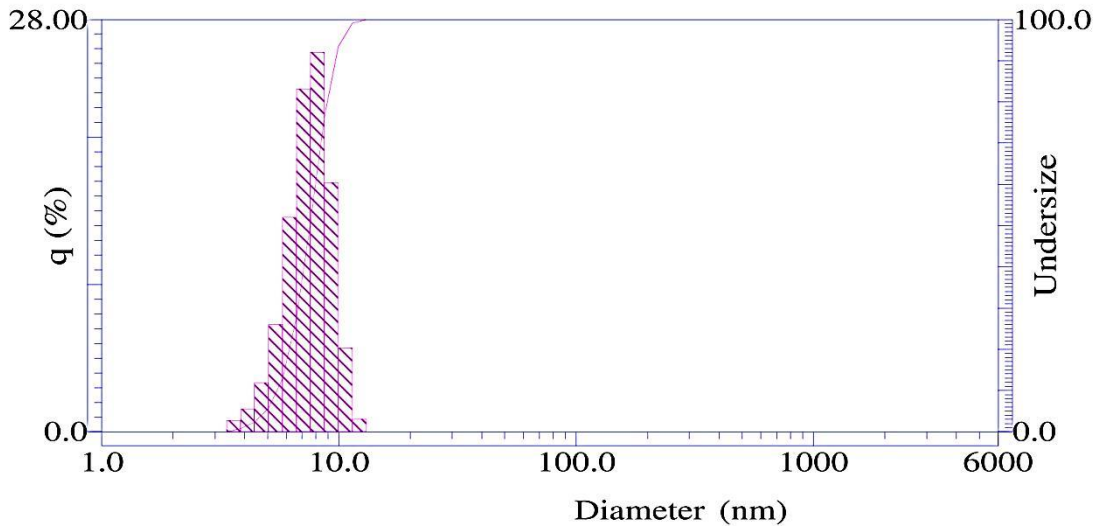
Hissəciyin ölçüsünün orta qiyməti = 7.6 nm

Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 7.4 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 8.0 nm

Diffuziya əmsalı = $4.9261 \text{ E-}11(\text{m}^2/\text{s})$

0 nm-dən 7.4 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün paylanması 7.4 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 7.6 nm, maksimum qiymət 8.0 nm-də qeydə alınmışdır. 8.0 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



5 nömrəli nümunə üçün.

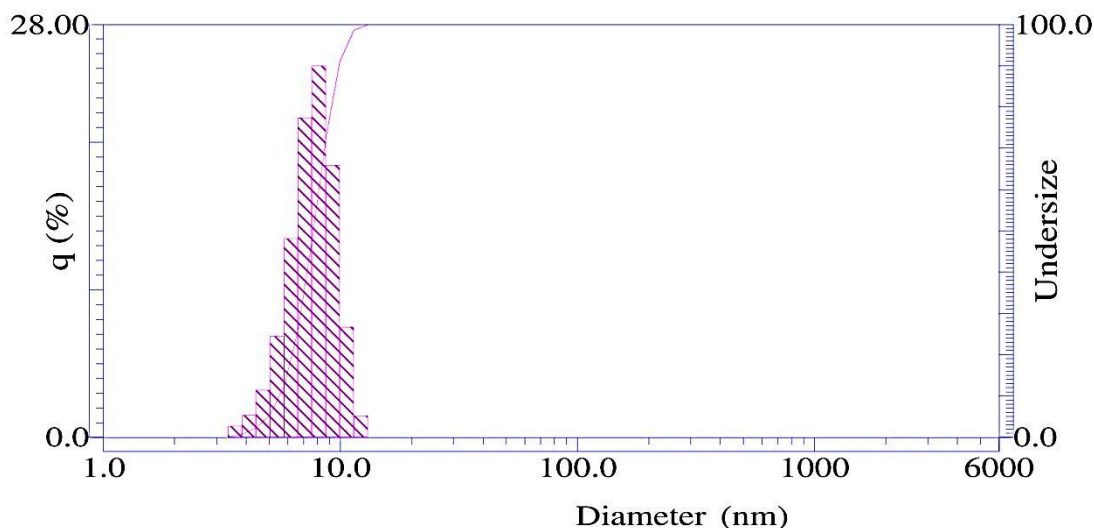
Hissəciyin ölçüsünün orta qiyməti = 7.7 nm

Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 7.5 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 8.0 nm

Diffuziya əmsalı = $4.8286 \text{ E-}11(\text{m}^2/\text{s})$

0 nm-dən 7.5 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün paylanması 7.5 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 7.7 nm, maksimum qiymət 8.0 nm-də qeydə alınmışdır. 8.0 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



6 nömrəli nümunə üçün.

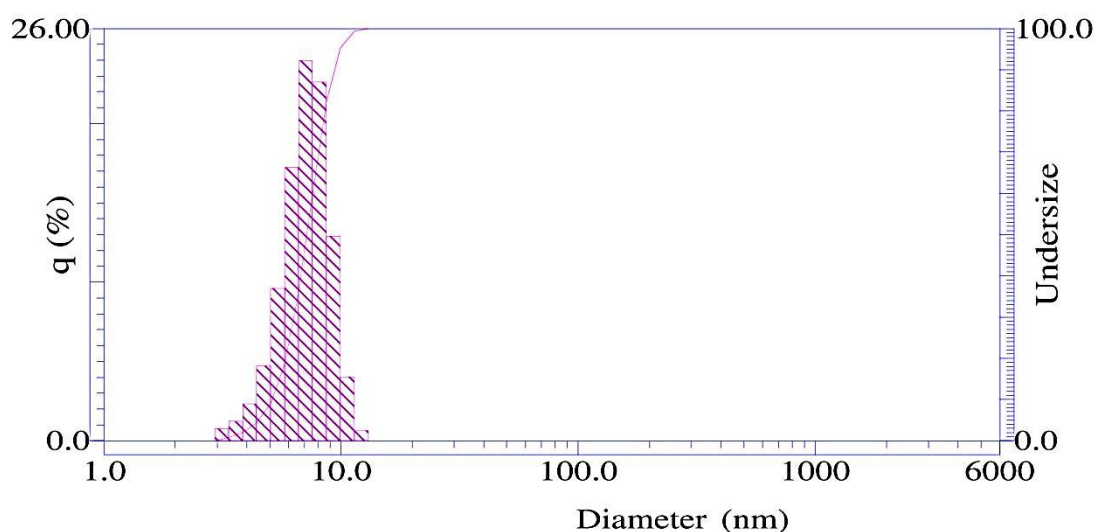
Hissəciyin ölçüsünün orta qiyməti = 7.2 nm

Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 7.0 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 7.2 nm

Diffuziya əmsalı = $5.1750 \times 10^{-11} \text{ (m}^2/\text{s)}$

0 nm-dən 7.0 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün paylanması 7.0 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 7.2 nm, maksimum qiymət 7.2 nm-də qeydə alınmışdır. 7.2 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



7 nömrəli nümunə üçün.

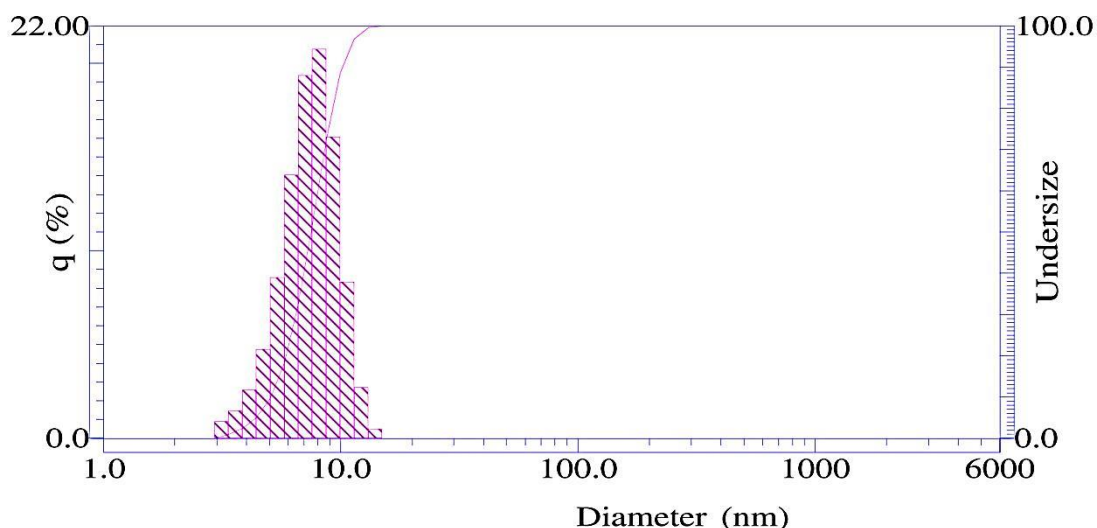
Hissəciyin ölçüsünün orta qiyməti = 7.5 nm

Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 7.3 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 8.0 nm

Diffuziya əmsalı = $4.9525 \times 10^{-11} \text{ (m}^2/\text{s)}$

0 nm-dən 7.3 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün paylanması 7.3 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 7.5 nm, maksimum qiymət 8.0 nm-də qeydə alınmışdır. 8.0 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



8 nömrəli nümunə üçün.

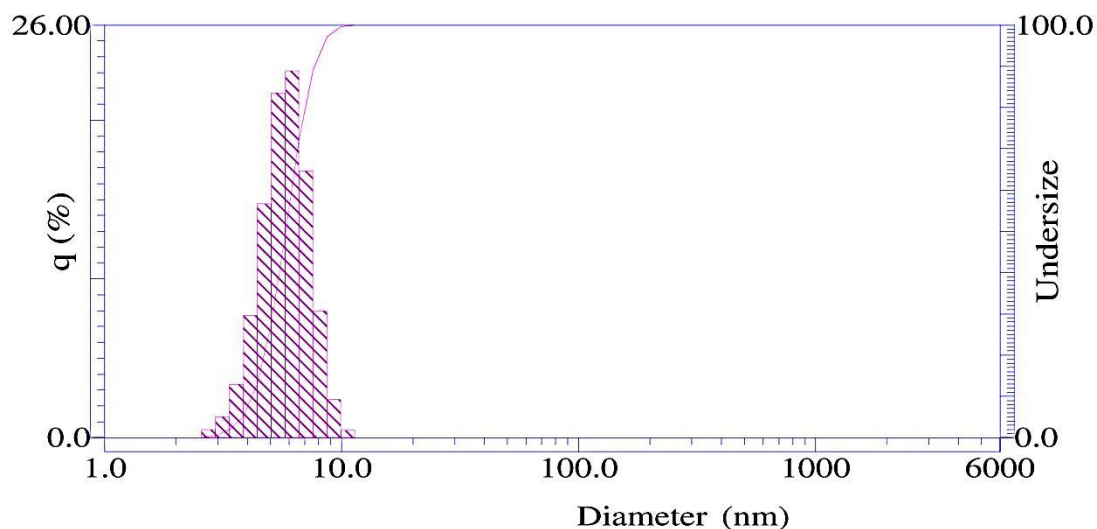
Hissəciyin ölçüsünün orta qiyməti = 5.8 nm

Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 5.7 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 6.1 nm

Diffuziya əmsalı = $6.4007 \text{ E-}11(\text{m}^2/\text{s})$

0 nm-dən 5.7 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün paylanması 5.7 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 5.8 nm, maksimum qiymət 6.1 nm-də qeydə alınmışdır. 6.1 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



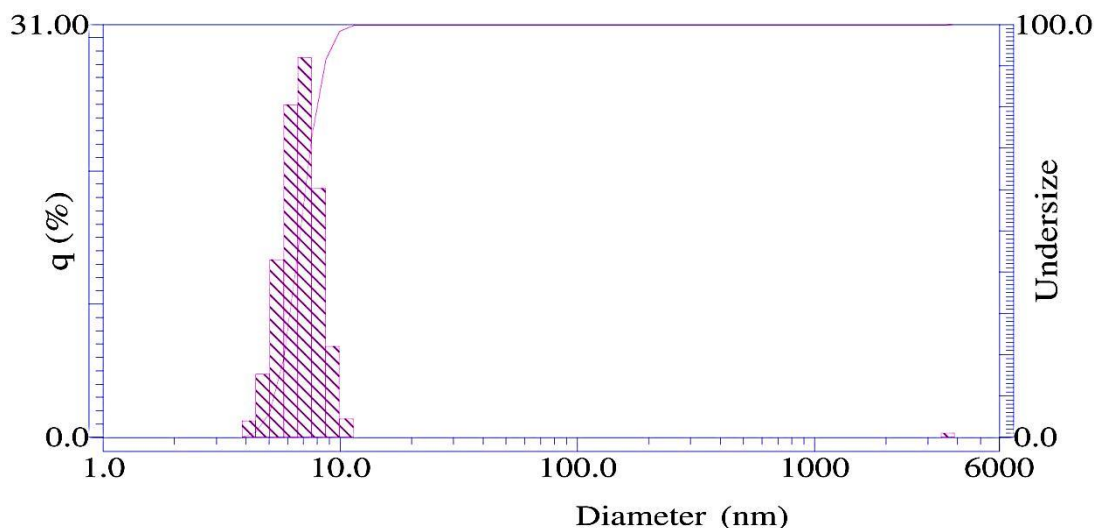
9 nömrəli nümunə üçün.

Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 6.9 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 7.0 nm

Diffuziya əmsalı = $5.4641 \text{ E-}11(\text{m}^2/\text{s})$

0 nm-dən 6.8 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün paylanması 6.8 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 7.0 nm, maksimum qiymət 7.0 nm-də qeydə alınmışdır. 7.0 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



10 nömrəli nümunə üçün.

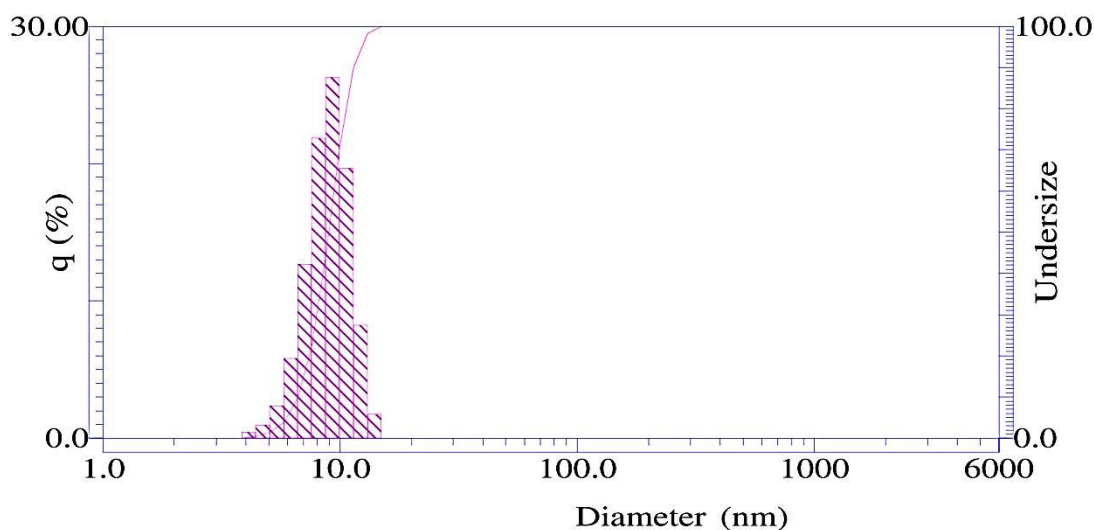
Hissəciyin ölçüsünün orta qiyməti = 9.0 nm

Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 8.8 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 9.2 nm

Diffuziya əmsalı = $4.1577 \text{ E-}11(\text{m}^2/\text{s})$

0 nm-dən 8.8 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün paylanması 8.8 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 9.0 nm, maksimum qiymət 9.2 nm-də qeydə alınmışdır. 9.2 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



11 nömrəli nümunə üçün.

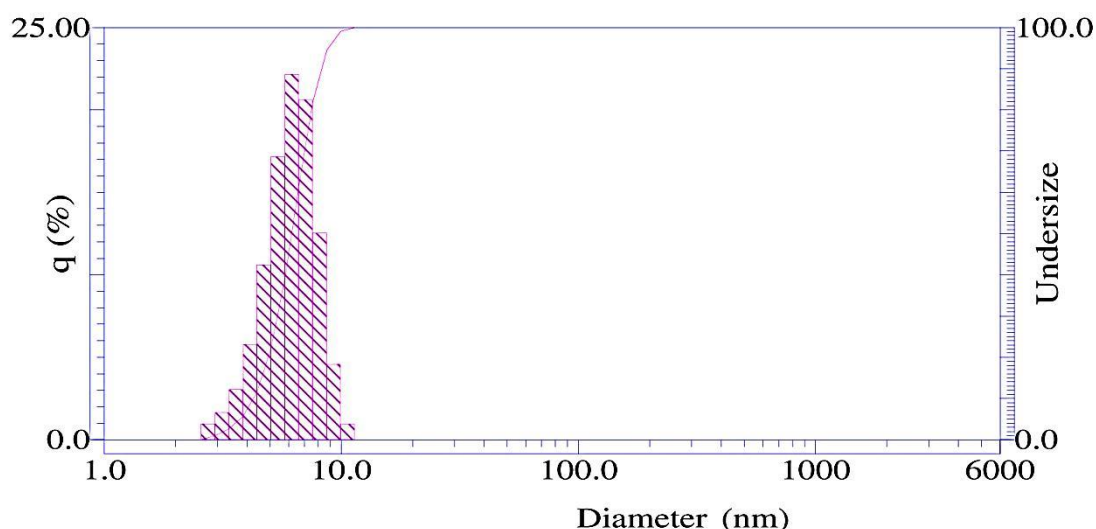
Hissəciyin ölçüsünün orta qiyməti = 6.2 nm

Sıxlığın paylanması orta cəbri qiyməti = 6.0 nm

Paylanma əyrisində hissəcik ölçüsünün maksimumu = 6.3 nm

Diffuziya əmsalı = $6.0298 \text{ E-}11(\text{m}^2/\text{s})$

0 nm-dən 6.0 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Hissəciklərin ölçüsünün paylanması 6.0 nm-dən başlayıb. Orta qiyməti 6.2 nm, maksimum qiymət 6.3 nm-də qeydə alınmışdır. 6.3 nm-dən 1000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.



ƏDƏBİYYAT

1. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. –М.: Ижевск. НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, –2006, –528 с.
2. Асадов З.Г., Ага-Заде А.Д., Ахмедова Г.А. и др. Исследование нефтесобирающих и нефтедиспергирующих свойств высших монокарбоновых кислот и кислотных фракций из масел и жиров // Нефтяное хозяйство, – 2004, –№4, –с.116-119.
3. Алцыбеева А.И., Бурлов В.В., Кузинова Т.М. Палатик Г.Ф. Особенности поведения амидоимидазолиновых ингибиторов коррозии в водно-углеводородных средах // Коррозия: материалы, защита. –2006, –№1, –с.25-30.
4. Mursalov N.I. Characteristic and mechanism of hydrogen sulfide corrosion of steel. // Processes of Petrochemistry and oil Refining. –Baku. –2017, –v.18, –№3, –p.215-228
5. Мамедова Н.М., В.М.Аббасов, Мамедбейли Э.Г. Действие неорганических комплексов, синтезированных на основе пальмового масла против атмосферной и сероводородной коррозии. // Практика противокоррозионной защиты. –2018, –№1, –с.44-50.
6. Аббасов В.М., Агазаде Е.Дж., Абдуллаев Е.Ш., Гасанов Э.К., Мамедханова С.А. Консервационные жидкости и смазки на основе композиции нитросоединений амидоаминов и твердых парафинов. // Нефтепереработка и нефтехимия. –2013, –№ 10, –с.48-54.
7. İsmayilov İ. T. Günəbxan yağının monovə dietanolaminlə amidlərinin sintezi, T-30 yağı ilə kompozisiyalarının konservasiya mayesi kimi tədqiqi / İ. T. O. İsmayilov, T. A. O. İsmayilov, C. D. İ. O. Musayev [və b.] // SDUElmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 2. – P. 21-28. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46287058> .

РЕЗЮМЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА В РАСТВОРАХ СОЛЕЙ И КОМПЛЕКСОВ СУЛЬФАТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ.

Абдуллаева М.Б

Ключевые слова: подсолнечное масло, амиды, сульфатпроизводные, соли и комплексы, динамическое рассеяние света.

Получены различные амидопроизводные подсолнечного масла, сульфатированы и синтезированы их различные соли и комплексы. Готовили 10 и 12,5% растворы синтезированных солей и комплексов в различных растворителях (IPS, смесь IPS-вода). Размер частиц в этих растворах определялся динамическим рассеянием света. Установлено, что минимальный диаметр частиц составляет 5,8 нм, а максимальный - 9,2 нм, в зависимости от растворителя и природы синтезированных солей и комплексов.

SUMMARY

PARTICULAR THROUGH DYNAMIC DISTRIBUTION OF LIGHT IN SOLUTIONS AND COMPLEXES OF VEGETABLE OIL SULFAT DERIVATES IN DIFFERENT CONCENTRATION

Abdullayeva M.B

Key words: sunflower oil, amides, sulfate derivatives, salts and complexes, dynamic scattering of light.

Various amide derivatives of sunflower oil have been obtained, sulfated, and their various salts and complexes have been synthesized. 10 and 12.5% solutions of the synthesized salts and complexes were prepared in various solvents (IPS, IPS-water mixture). The particle size in these solutions was determined by dynamic light scattering. It was found that the minimum particle diameter is 5.8 nm, and the maximum - 9.2 nm, depending on the solvent and the nature of the synthesized salts and complexes.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	27.10.2021
	Son variant	17.11.2021

CƏNUB BÖLGƏSİ MİNERAL VƏ TERMAL SULARININ KİMYƏVİ TƏRKİBİ VƏ AĞIR METAL, URAN İONLARININ SORBSİYA ÜSULU İLƏ ÇIXARILMASI

QƏDİROVA GÜLBƏNİZ ALLAHVERDİ qızı

Lənkəran Dövlət Universiteti, dosent

gadirova@gmail.com

Açar sözlər: uran, mineral və termal, pH, sorbsiya, Fe^{3+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , sorbent, Na-bentonit.

Təbii mineral və termal suların istifadəyə verilməmişdən əvvəl kimyəvi və bioloji tərkibinin öyrənilməsi, onların tərkibindən arzu olunmayan komponentlərin çıxarılması ən mühüm məsələlərdən biridir və aktualdır.

Respublikamızın cənub bölgəsi mineral və termal su mənbələriylə çox zəngindir. Fəsilərdən asılı olmayaraq, müxtəlif mənbələrdən olan termal və mineral suların bir sıra kimyəvi xarakteristikaları dəyişməz olaraq qalır. Bir sözlə bu qəbildən olan suların kimyəvi tərkibləri iqlim şəraitindən asılı olmayaraq sabitdir. Kimyəvi tərkibin dəyişməsi yalnız yerin altında baş verən tektonik dəyişikliklərlə bağlıdır. Termal və mineral suların istifadəyə verilməsi üçün onların tərkibində anion və kationların miqdarı, bir-birinə münasibəti, sinif və qrupların təyini, biogen elementlərin, bir sıra metal ionlarının, oksigenə kimyəvi tələbatını, oksigenə bioloji tələbatın, mikrob ədədinin, bulanlıqlığın, PH-in, oksigenin miqdarı təyin edilir.

Tədqiqatda istifadə olunan materiallar və metodika.

Tədqiqatın gedişində müxtəlif fotokolorimetrlərdən, bir sıra titirləmə və atom absorbsiya üsullarından istifadə olunmuşdur. [1-6]. Tədqiqatın aparılmasında hər bir komponentin təyini üçün müxtəlif növ reaktivlərdən istifadə olunmuşdur.

Bu sistemin hidrokimyəvi rejiminin formalaşmasındakı qanunauyğunluqları aydınlaşdırmaq üçün alınan qiymətlər müqayisə edilmiş, nəticələr çıxarılmış və bu nəticələrdən istifadə edilərək tədqiqatda işlədilmiş suların keyfiyyəti müəyyənləşdirilmişdir. Zaman və məkandan asılı olaraq suyun keyfiyyətinə təsir edən amillər aydınlaşdırılmışdır. Uran, dəmir, manqan, kobalt ionlarının sorbsiya üsulu ilə çıxarılması mümkünlüyü müəyyənləşdirilmişdir.

Tədqiqatların şərh Respublikamızın Lənkəran bölgəsindəki mineral və termal suların miqdarı kifayət dərəcədədir. Onların tərkibinin öyrənilməsi, mineral və sair sərvətlərdən istifadə edilməsi ilə bağlıdır. Bu bölgənin suları kimyəvi tərkibinə görə fərqlənirlər. Lənkəran bölgəsinin suları kimyəvi tərkibinə görə hidrokorbanatlı-sulfatlı, sulfatlı-xlorlu, hidrogen sulfidli, azot qazlı, metan tərkibli olurlar. Suların tərkiblərinin müxtəlifliyi onların öyrənilməsinin zəruriliyini sübut edir.

Tədqiq olunan su nümunələrinin analizi Lənkəran Dövlət Universitetinin kimya laboratoriyasında aparılmışdır. Termal və mineral suların pH, minerallaşma dərəcəsi, temperaturu, tərkibindəki kation) Mg^{2+} , Ca^{2+} və s.), anionların (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^{-}) miqdarları təyin edilmişdir. Alınan nəticələr aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir.

Cədvəl məlumatlarından göründüyü kimi, ərazidə 15 mənbədən bulaqdan götürülmüş su nümunələrinin kimyəvi göstəriciləri eyni olmamışdır. Şəraitdən asılı olaraq su nümunələrinin pH-ı, zəif turş, turş, neytral və qələvi yönümlü olmuşdur. Bir sözlə tədqiqatda istifadə olunan

suların pH, 5.14-7,20 intervalında dəyişmiş olur. Ən yüksək turşuluğa Astara Yanar bulağının (pH=5,15), ən yüksək qələviyə meylilik isə (Masallı) Mədə suyu (pH=7,15) və Şəfa bulağıdır. (pH=7,20.) Buradan göründüyü kimi termal suların PH-ı soyuq suların pH-dan kəskin fərqlənir. Aydın olur ki, analizin nəticələri suların minerallaşma dərəcəsinin fərqli olmasını sübut edir. Beləliklə, ən yüksək minerallaşma dərəcəsinə Donuz ütən (17,3 q/l), İsti su (Masallı, 14,8 q/l), İsti su (12,69 q/l) aiddirlər. Bu sular yüksək temperatura (50-65°S) malik olduğundan onlarda mineralların həll olma miqdarları da çoxdur. Həmçinin, cədvəldən göründüyü kimi, anionlarda HCO₃ anionunun miqdarı cənub zolağında daha az və ya yox dərəcəsidir, Cl⁻ ionlarının miqdarı isə azdır. Soyuq mineral sulara Ca²⁺, isti sulara isə Mg²⁺ ionlarının miqdarı daha çoxdur. Belə bir miqdarın dəyişməsi temperaturun həmin ionların həll olmasına təsiri ilə aydınlaşdırmaq olar.

Cədvəl.

Azərbaycanın cənub bölgəsinin dağətəyi mineral və termal sularının bəzi kimyəvi göstəriciləri.

№	Mineral bulaqların adı	Kation və anionların miqdarı, mq/l									
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ⁻³	CO ₃ ²⁻	Uran	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Co ²⁺
1.	İsti su bulağı (Havzava termal)	2250	24.06	2069	40.0	45.8	5.8	3x10 ⁻⁷	3x10 ⁻⁵	1.5x10 ⁻⁵	2x10 ⁻⁵
2.	Qoşa bulaq I	1750	31.04	8300	32.4	22.6	yox.	2x10 ⁻⁷	2x10 ⁻⁵	1.5x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁵
3.	Qoşa bulaq II	1610	34.01	8200	30.4	20.8	yox.	2x10 ⁻⁷	3,5x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁶	3x10 ⁻⁶
4.	Hirkan bulağı	1550	29.08	7750	34.8	17.00	yox.	1x10 ⁻⁷	2x10 ⁻⁵	3.5x10 ⁻⁶	2,5x10 ⁻⁵
5.	İsti su bulağı I	1310	22.01	6150	26.0	19.00	yox.	2x10 ⁻⁷	4x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁵	1,5x10 ⁻⁵
6.	İsti su bulağı II	1184	33	8220	29.0	20.01	yox.	3x10 ⁻⁷	4,5x10 ⁻⁵	2x10 ⁻⁵	3x10 ⁻⁵
7.	İsti su bulağı (termal)	1800	20.01	2608	56.0	17.00	yox.	3x10 ⁻⁷	2x10 ⁻⁵	5x10 ⁻⁴	3x10 ⁻⁵
8.	Nar bağı bulağı	1200	35.08	6503	33.1	32.01	yox.	2x10 ⁻⁷	2,5x10 ⁻⁵	0.54x10 ⁻⁴	6,5x10 ⁻⁶
9.	Yanar bulağı	1220	22.01	7270	42.1	44.01	4.7	2x10 ⁻⁷	3,5x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁵	12x10 ⁻⁵
10.	Ceyran bulağı	1733.8	17.7	8952	43.1	24.7	2.7	1,5x10 ⁻⁷	2x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁶	6x10 ⁻⁵
11.	Osman bulağı	1888	12.08	6054	41.1	21.0	2.3	2x10 ⁻⁷	3x10 ⁻⁵	2x10 ⁻⁵	5x10 ⁻⁵
12.	Donuz ütən Bulağı(termal)	2189.8	5.7	10688	36.0	36	7.7	8x10 ⁻⁷	4x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁵	4x10 ⁻⁵
13.	İsti su bulağı (termal)	2089.8	4.40	10523	26.0	26	8.9	6x10 ⁻⁷	4,5x10 ⁻⁵	2x10 ⁻⁶	3x10 ⁻⁵
14.	Mədə suyu bulağı	1988.0	6.1	10258	30.5	30.5	6.2	2x10 ⁻⁷	3x10 ⁻⁵	3x10 ⁻⁶	1x10 ⁻⁶
15.	Şəfa bulağı	1808.0	5.4	11725	24	24.0	5.4	5x10 ⁻⁷	4,5x10 ⁻⁶	4.5x10 ⁻⁶	2,5x10 ⁻⁶

Təcrübi nəticələrə əsasən aydınlaşdırılmışdır ki istər termal, istərsə də mineral suların tərkibində ağır metal ionlarının (Fe³⁺, Mn²⁺, Co²⁺) izlərinə, eləcə də uran ionlarına rast gəlinir. Uran ionları UO₂(CO₃)₃⁴⁻, UO₂(OH)₃⁻, UO₂(CO₃)₂²⁻ kompleks formalarında olur. Təcrübi olaraq müəyyənləşdirilmişdir ki, termal sulara uranın miqdarı 1·10⁻⁷ - 8·10⁻⁷ mq/l arasında dəyişir. Uranın miqdarının mineral sularla müqayisədə çox olması temperatur amili ilə izah olunur.

Beləliklə, tədqiqatın aparılması mühüm və məqsədəuyğun olmuşdur. Cənub bölgəsinin mineral və termal sularının keyfiyyətinin öyrənilməsi və bir sıra xüsusiyyətlərinin araşdırılması, bu sistemlərin formalaşmasındakı qanunauyğunluqların aşkar edilməsi, ona təsir edən inqrediyentlərin təyini cənub bölgəsindəki termal və mineral suların istifadəsi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, qeyd etdiyimiz məsələlərin araşdırılması mineral və

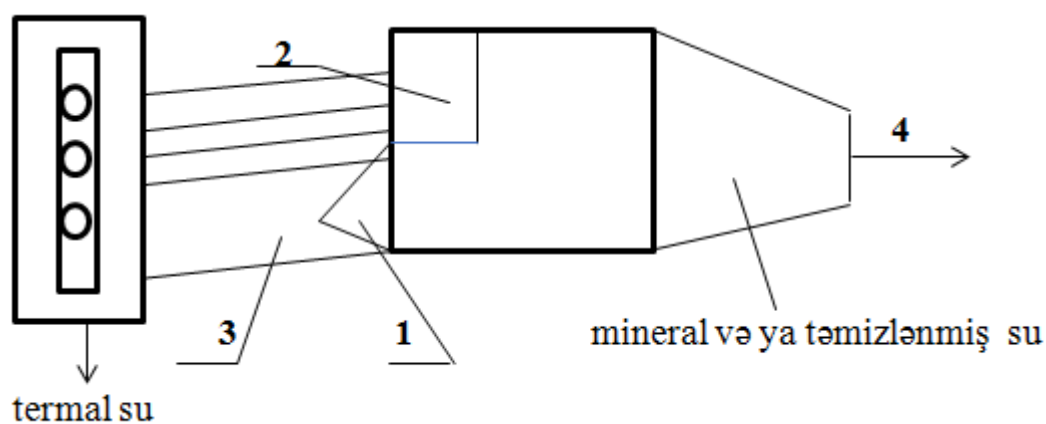
termal suların dinamikasının öyrənilməsi şəraitini yaradır və ona təsir edən amilləri aydınlaşdırır.

Tədqiqatlar əsasında müqayisələr aparılmış, nəticədə bəzi komponentlərin çıxarılması üçün təcrübələr qoyulmuşdur.

Mineral və termal suların istifadəyə verilməmişdən öncə onların tərkibindən ağır metal ionlarının (Fe^{3+} , Mn^{2+} , Co^{2+} və s.) və uran birləşmələrinin çıxarılması üçün sorbsiya üsulundan istifadə etmək daha əlverişlidir. Çünki, bu komponentlərin miqdarı tədqiqatda istifadə etdiyimiz suların tərkibində çox azdır. Uran (^{235}U) birləşmələri isə arzu olunmayandır. Bu məqsədlə təbii və sintetik sorbentlərdən istifadə etmək olar. Lakin təbii sorbentlərdən, o cümlədən sedit və gil minerallı tipli alümosilikatlardan istifadə etmək, bir sıra üstünlüklərə malikdir. Belə ki, onlar daha ucuzdurlar, təbii ehtiyatları daha çoxdur və bir çox hallarda regenerasiyasına ehtiyac duyulmuşdur [7-9].

Tədqiqatın gedişində mineral və termal su nümunələrinin uran birləşmələrindən və ağır metal ionlarından təmizləmək üçün Na- bentonitdən istifadə olunmuşdur. Cədvəl məlumatlarından görüldüyü kimi götürülən su nümunələrinin tərkibində Fe^{3+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3$ ionlarına cüzi miqdarda təsadüf olunur. Qeyd olunan ionların miqdarlarının qadağan olunmuş miqdardan aşağı olması belə insan orqanizmi üçün təhlükəlidir.

Laboratoriya şəraitində müxtəlif mənbələrdən (cədvəl) götürülmüş su nümunələri Na-bentonitlə (100 ml:1 q) nisbətində aşağıdakı şəkildə göstəriləyi kimi aparılmışdır və daha sonra təmizlənmiş suda yuxarıda qeyd olunan ionların miqdarları analitik üsulla təyin olunmuşdur. Təmizlənmiş suda tədqiq olunan suların tərkibində ağır metal və uran ionları aşkar olunmamışdır.



Şəkil. Mineral və ya termal suyun çirkləndiricilərdən təmizlənməsi üçün istifadə olunan qurğunun sxemi.

1 – mineral və ya termal suyun çənə verilməsi;

2 – Na^+ - bentonitin çənə əlavəsi;

3 – təmizlənmiş suyun filtrə (süzgəçə) ötürülməsi və təmizlənmiş suyun çıxarılması;

4 – çöküntünün ayrılması.

Beləliklə, aparılan tədqiqatın nəticəsi göstərir ki, uran, dəmir, manqan, kobalt birləşmələrini mineral və termal suların tərkibindən tam kənarlaşdırmaq mümkündür və onları təmizlənmiş halda istifadəyə vermək olar. Prosesin gedişində alınan çöküntüləri isə müxtəlif məqsəslər üçün istifadə etmək olar.

Nəticələr:

1. Respublikamızın cənub bölgəsində olan mineral və termal suların tərkibində olan bir sıra komponentlərin miqdarı müəyyənləşdirilmişdir. Bu suların tərkibində cüzi miqdarda Fe^{3+} , Co^{2+} , Mn^{2+} və $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$ ionların olması faktı aşkar olunmuşdur.

2. İlk dəfə olaraq Modifikasiya olunmuş Na- bentonitdən istifadə etməklə sorbsiya üsulu ilə Fe^{3+} , Co^{2+} , Mn^{2+} və $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$ ionlarını mineral və termal suların tərkibindən tamamilə kənarlaşdırılmasına nail olmaq mümkündür.

ƏDƏBİYYAT

1. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных. вод. Москва, Химия, 1984 г., стр.436
2. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. Москва, 1973 г., стр.26.
3. Главное управление гидрометеорологической службы при совете Министров СССР. Гидрохимический институт. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Гидрометеиздат Ленинград 1977. стр.213-215,
4. Алекин О.А. Основы гидрохимии. –Ленниград. Гидрометеорологическое издательство. – 1970. – 446 с.
5. Семенов И.Ю. Таблицы и номограммы для расчета результатов химических анализов природных вод. –М.: Изд. Недро, –1974. –160с.
6. Государственные стандарты СССР. Вода питьевая. Методы анализа. –М. –1976 . –192с.
7. Mammadova S.A. Adsorption of methylene blue and rhodamine J on modified bentonite. / Mammadova S.A., Heydarzade G.M., Osmanova U.G. [et all]/Journal Chemical Industry, – 2016, –Vol.93, – №3, –p.143-146
8. Arvand M. 2 Comparative Study for the Removal of Oxadiazon from Aqueous Solutions by Adsorption on Chitosan and Activated Carbon / Arvand M., Latify L., Tajmehri H. [et all]. / Analytical Letters, –2009. –V. 42, –No. 6. –pp. 856-85-69.
9. Nasser A.S, Kiani G., Yagubov A.İ., Nuriyev A.N. Adsorption of transition metal ions from simulated wastewater onto thermally activitied Na-bentonite // Fresenius Enviromental Bulletin bu PSP. –2014. –Vol. 23, –No 7, –pp.1-5.
10. Əhmədova, R.R. Sumqayıtçaydan götürülmüş su nümunələrində fiziki-kimyəvi parametrlərin təyini / R. R. Q. Əhmədova, T. M. Q. Babayeva, N. D. Q. Aşurova // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 3. – P. 48-50.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=47176421>

РЕЗЮМЕ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИНЕРАЛЬНЫХ И ТЕРМИЧЕСКИХ ВОД ЮЖНОГО РЕГИОНА И УДАЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ СОРБЦИИ

Гадирова Г.А.

Ключевые слова: уран, минерально-термический, pH, сорбция, Fe^{3+} , Co^{2+} , Mn^{2+} и, сорбент, Na-бентонит.

Определен химический состав минеральных и термальных вод южного региона республики и разработаны закономерности извлечения ионов урана и тяжелых металлов Na-бентонитом сорбционным методом. Установлено, что количество соединений урана, железа, марганца и кобальта в минеральных и термальных водах можно снизить более чем в 15 раз с помощью сорбционного метода. Результаты проведенного исследования показывают, что соединения урана, железа, марганца, кобальта можно полностью исключить из состава минеральных и термальных вод и применять их в очищенном виде. А осадок, полученный в процессе, можно использовать для различных целей.

SUMMARY

**CHEMICAL COMPOSITION OF MINERAL AND TERMIC WATER OF THE SOUTHERN
REGION AND REMOVAL OF HEAVY IONS METALS METHOD OF SORBTs**

Gadirova GA

Key words: *uranium, mineral-thermal, pH, sorption, Fe^{3+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , sorbent, Na-bentonite.*

The chemical composition of mineral and thermal waters of the southern region of the republic and the regularity of extraction of uranium ions and heavy metals by Na-bentonite sorption method are determined. It has been established that the amount of uranium, iron, manganese and cobalt compounds in mineral and thermal waters can be reduced more than 15 times with the help of the sorption method. the results of the study show that compounds of uranium, iron, manganese, cobalt can be completely excluded from the composition of mineral and thermal waters and used in purified form. And the sediment obtained in the process can be used for various purposes.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	23.09.2021
	Son variant	15.10.2021

CƏBRAYIL RAYONUNUN LANDŞAFT PLANLAŞDIRILMASI ZAMANI TORPAQ AMİLİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

¹**QULİYEV İSMAYIL ƏHLİMAN oğlu**

²**AĞAYEV TAHİR DÖVLƏT oğlu**

³**ABDULOV KAMİL ŞAMİL oğlu**

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,3-dosent 2-professor

aqayev_tahir@mail.ru

Açar sözlər: hərbi-texnogen, antropogen, deqradasiya, kserofit, friqanoid, semiarid, semihumid

Otuz ilə yaxın bir müddətdə Cəbrayıl rayonunun ərazisi hərbi-texnogen təsirə məruz qalmış, bütün yaşayış məntəqələri məhv edilmişdir. Təbii və antropogen landşafta ciddi ziyan dəymişdir. Bunlar yenidən qurulmalı və bərpa olunmalıdır. Ərazidə landşaft planlaşdırma işlərini həyata keçirmək üçün potensial imkanlar düzgün qiymətləndirilməli və torpaqdan səmərəli istifadə olunmalıdır.

Cəbrayıl rayonu ərazisində insanın təsərrüfat fəaliyyəti tarixi çox qədimdir. Xüsusilə, əkinçilik mədəniyyəti, tarixin çox dərinliklərinə gedib çıxır. Lakin ərazidə təsərrüfat fəaliyyətinin istiqaməti dəfələrlə dəyişmişdir. Bunun başlıca səbəbi ərazinin təbii potensialının düzgün qiymətləndirilməməsi ilə bağlı olmuşdur.

Hərbi-texnogen təsir nəticəsində işğaldan azad olmuş bütün ərazilərin, o cümlədən Cəbrayıl rayonunun təsərrüfat sahələri dağıdılmış və torpaq, bitki örtüyünə böyük ziyan dəymişdir. Torpaqlarda ağır hərbi texnikanın hərəkəti, onun deformasiyasına, su-fiziki xassələrinin pozulmasına gətirib çıxarmışdır. Deməli, torpaqlar fiziki deqradasiyaya məruz qalmışdır. Mühəribədən sonra minalardan təmizlənmə işləri torpaqların kimyəvi çirklənməsinə səbəb olmuş və kimyəvi deqradasiyaya məruz qalmışdır. Torpaqların bioloji deqradasiyasına bir illik, çoxillik ot bitkilərinin, ağac və kolların qırılması və hər il ərazidə yanğınların törədilməsi səbəb olmuşdur.

Təhlil və müzakirələr. Cəbrayıl rayonu Kiçik Qafqazın cənub-şərq hissəsində yerləşməklə, geomorfoloji baxımdan arid-denudasion dağlıq, akkumulyativ-denudasion plato və akkumulyativ düzənlikdən ibarətdir. Ərazidə yura, təbaşir yaşlı vulkanogen, çökmə və şərqə doğru dördüncü dövr çöküntüləri yayılmışdır. Ərazinin müasir torpaq örtüyünün formalaşmasında bu çöküntülərin böyük təsiri olmuşdur. Xüsusilə, Cəbrayılın meyilli düzənlikləri əkinçilik üçün əlverişli relyef şəraitinə malikdir. Bu düzənliklər İncəçay, Çərəkənçay, Qozluçay və digər quru çay dərələri vasitəsilə parçalanmışdır. Cəbrayıl rayonu ərazisində genetik torpaqşünaslıq istiqamətdə aparılmış tədqiqatlara [1, 2, 3, 4] əsasən relyefdən asılı olaraq aşağıdakı torpaqəmələgətirən süxurlar yayılmışdır: elüvial-delüvial, karbonatlı delüvial, delüvial-prolüvial, prolüvial-allüvial.

Torpaq məxsus olduğu iqlimin “güzgüsü” hesab olunur. Eyni zamanda İ.V.Fiqurovski (1926) qeyd etdiyi kimi torpaq və bitki örtüyü ərazinin iqlim sferasına, onun rütubətinə və istilik dövrünə böyük təsir göstərir. Cəbrayılın Arazboyu düzənliyini o, mülayim isti və yarımrütubətli kontinental vilayətə aid edir. [5] Müqayisə üçün qeyd edək ki, Azərbaycanın Hadrut yaşayış məntəqəsi ilə Cəbrayıl şəhəri arasında yüz metr mütləq hündürlük fərqi var. Bunun nəticəsidir ki, ən isti yay olan iyulun orta temperaturu 23,6°C (Hadrut) olduğu halda, bu göstərici Cəbrayılда 24,7°C təşkil edir. Orta illik yağıntının miqdarı Hadrutda 560 mm, Cəbrayılда isə ondan 100 mm azdır. Belə fərqli iqlim göstəriciləri fonunda Hadrutda karbonatlı dağ-meşə qəhvəyi torpaqlar formalaşdığı halda, Cəbrayılда dağ boz-qəhvəyi (şabalıdı) torpaq tipi inkişaf etmişdir. Belə iqlim şəraitində

Cəbrayılada əsasən dağ kserofitləri (friqanoidlər), yovşanlı yarımsəhralar (quru çöl elementləri) və subasar cənub bitkiliyi zonası təşəkkül tapmışdır.

Cəbrayıl rayonunun müasir torpaq örtüyünün formalaşmasında iqlim və relyef çox böyük təsirə malik olmuşdur. Ona görə də Yuxarı Qarabağdan fərqli olaraq, Arazboyu düzənliyi və dağətəyin əhatə edən Füzuli, Cəbrayıl, Zəngilan rayonlarında münbit əkin sahələri daha geniş ərazini özündə birləşdirir. Cəbrayılada torpaq-coğrafi tədqiqatlar 50-ci illərdən başlamış, lakin son 30-35 ildə ərazi müharibə zonası olduğundan burda tədqiqat işləri dayandırılmışdır.

Aparılmış tədqiqatlara əsasən ərazidə aşağıdakı torpaqlar yayılmışdır: dağ-meşə karbonatlı qəhvəyi; bozqırlaşmış dağ-qəhvəyi; dağ boz-qəhvəyi (şabalıdı); çəmən boz-qəhvəyi (şabalıdı); allüvial-çəmən.

Verilən torpaq tiplərindən ən geniş yayılmış dağ boz-qəhvəyi (şabalıdı) torpaqlardır. Ərzaidə torpaqların bütün yarımtyplərinə təsadüf olunur. Hətta, Arazboyu akkumulyativ düzənliyin 2-ci, 3-cü terraslarında çəmən-boz qəhvəyi (şabalıdı) torpaqlar formalaşmışdır. Dağ boz-qəhvəyi (şabalıdı) torpaqlar rayon ərazisinin 75-80 %-in əhatə etməklə, dəniz səviyyəsindən 150-200 m-dən başlamış 600-650 m hündürlüyə qədər yayılmışdır. Bu torpaqların konturları hündür hissələrdə bozqırlaşmış qəhvəyi dağ-meşə və qərbdən, şərqdən və cənubdan allüvial-çəmən və çəmən boz-qəhvəyi (şabalıdı) torpaq konturları ilə sərhədlənir.

Dağ boz-qəhvəyi (şabalıdı) torpaqların tam inkişaf etmiş vəziyyətdə humus horizontunun qalınlığı 50-60 sm təşkil edir. Şimal-qərbdən cənub-şərq istiqamətə doğru yüksək taksonomik səviyyədə dəyişikliklər baş verir və eyni zamanda humus horizontun qalınlığı 30-40 sm-ə qədər azalır.

Cədvəldən görüldüyü kimi (cədvəl 1), dağ boz-qəhvəyi (şabalıdı) torpaqlar gilli, ağır gillicəli tərkibə malikdirlər. Fiziki gilin ($< 0,01$ mm) miqdarı üst horizontda $74,21 \pm 17,65$ % təşkil edir. Aşağı qatlara doğru eyni göstərici zəif fərqlə azalır. Lil fraksiyasının kəmiyyəti isə $31,32 \pm 5,56$ % olub, profil boyu çox ciddi fərqlənir.

Humusun miqdarı boz-qəhvəyi (şabalıdı) torpaqlarda relyefdən, hidrotermik şəraitdən asılı olaraq dəyişir. Dəniz səviyyəsindən 500-600 m hündürlüklərdə və şimal ekspozisiyalı zəif meyilli yamaclarda onun miqdarı $3,8 \pm 0,6$ % olduğu halda, Arazboyu quru çöl və yarımsəhra şəraitində bu torpaqlarda humus $2,0 \pm 2,5$ %-ə qədər azalır. Bu torpaqların müsbət xüsusiyyətlərindən biri də humusun torpaq profili üzrə üst qatdan aşağı qatlara doğru tədricən azalmasıdır. Ümumi azotun miqdarı torpağın akkumulyativ horizontunda maksimum 0,28, minimum 0,16 % təşkil edir.

Böyük Qafqaz cənub yamacında olduğu kimi, Kiçik Qafqazın cənub-şərq hissəsində də udulmuş əsaslardan kalsium və maqnezium üstünlük təşkil edir[6]. Humus horizontunda udulmuş əsasların demək olar ki, orta hesabla 85-90 %-i kalsiumun payına düşür. Quru qalıqın miqdarı aşağıdır. İşğaldan öncə bu tədqiqatlardan əvvəllər taxılçılıq, sonralar üzümçülükdə istifadə olunurdu. Bu torpaqlar üzümçülük üçün kəmiyyət və keyfiyyət baxımından əlverişli hesab olunur. Cəbrayıl rayonu ərazisində allüvial-çəmən torpaqları Arazboyu düzənlikdə və Arazın sol qollarının orta və aşağı axınlarında formalaşmışdır. Əhalinin məskunlaşması da, demək olar ki, bu istiqamətdə getmişdir. Bunun başlıca səbəbi bu torpaqların münbit olması və quru çay boyu ərazilərin yeraltı sularla zəngin olması ilə əlaqədardır.

Allüvial-çəmən torpaqların formalaşması Araz çayı və onun sol qollarının relyefin yüksək hissələrindən gətirdikləri materialların hesabınadır. Məsələn, Araz vadisinin eyni adlı torpaqları profilində görünən qırmızı və kofe rəngdə gillərin müşahidə olunmasına səbəb çayın yuxarı axın hövzəsində yayılmış eyni tərkibli və rəngdə olan gillərdir. Yaz ayları Arazın suları həmin gillərin hesabına bu rəngi alır. Araz vadisində və hövzəsində vulkan daşları və küllərinin allüvial çöküntülər arasında müşahidə olunması Qarabağ vulkanik yaylasından və Qarabağ silsiləsindən Arazın sol qollarının vasitəsilə gətirib çökdürülmüş allüvial, allüvial-delüvial çöküntülərdir.

Cəbrayıl rayonu ərazisinin allüvial-çəmən torpaqlarında qrunt suların dərinliyi 0,9-3 m arası dəyişir. Arazın qədim terraslarında və onun sol qollarında dərinlik artır.

Cədvəl 1.

Qarabağın boz-qəhvəyi (şabalıdı) torpaqlarının bəzi fiziki-kimyəvi və morfoloji göstəricilərinin riyazi-statistik təhlili

Torpağın göstəriciləri	Genetik horizon	Nümunələrin sayı (n-1)	$\bar{x} \pm s\bar{x}$		$x \pm +s\bar{x}$	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	s	v, %
			max	min					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fiziki gil (<0,01 mm, %)	A ₁	5	91,84	56,58	74,21 ± 17,63	74,21	5,78	12,98	17,49
	A ₂	5	79,92	59,33	69,63 ± 10,30	69,63	3,69	8,25	11,84
	B	5	75,52	58,69	67,1 ± 8,41	67,1	3,13	6,98	10,4
	B/C	5	74,24	58,74	66,49 ± 7,75	66,49	3,22	7,19	10,72
	C	5	70,16	59,45	64,81 ± 5,36	64,81	3,22	6,92	10,68
Lil fraksiyası (<0,001 mm, %)	A ₁	5	36,88	25,76	31,32 ± 5,56	31,32	2,26	5,06	16,16
	A ₂	5	41,60	28,42	35,01 ± 6,59	35,01	2,54	5,67	16,19
	B	5	40,40	28,54	34,47 ± 5,93	34,47	2,37	5,29	15,35
	B/C	5	38,40	24,80	31,6 ± 6,8	31,6	2,69	6,03	19,1
	C	5	37,52	29,84	33,68 ± 3,84	33,68	1,34	3	8,9
Humus, %	A ₁	5	4,4	3,1	3,7 ± 0,6	3,8	0,33	0,74	19
	A ₂	5	2,9	1,4	2,2 ± 0,8	2,2	0,30	0,66	49
	B	5	2,3	0,3	1,5 ± 0,8	1,3	0,17	0,39	30
	B/C	5	1,9	0,3	1,2 ± 0,8	1,1	0,30	0,67	61
	C	5	1,1	0,42	0,9 ± 0,2	0,76	0,11	0,24	32
Azot, %	A ₁	5	0,28	0,16	0,22 ± 0,06	0,22	0,02	0,05	22,7
	A ₂	5	0,15	0,12	0,14 ± 0,02	0,14	0,014	0,006	10
	B	5	0,12	0,07	0,10 ± 0,03	0,10	0,01	0,025	25
	B/C	5	«__»	«__»	«_____»	«__»	«__»	«__»	«__»
	C	5	«__»	«__»	«_____»	«__»	«__»	«__»	«__»
Ca ²⁺ (100 qr.mütləq quru torpaqda mq/ekv.)	A ₁	5	32,31	21,74	27,03 ± 5,29	27,03	1,95	4,35	16,1
	A ₂	5	33,17	18,43	25,8 ± 4,37	25,8	3,34	7,47	29
	B	5	33,07	15,33	24,42 ± 8,87	24,42	6,65	2,97	27
	B/C	5	27,68	13,80	20,74 ± 6,94	20,74	2,63	5,87	28,3
	C	5	27,58	16,02	21,8 ± 5,78	21,8	2,22	4,96	22,75
Mg ²⁺ (100 qr.mütləq quru torpaqda mq/ekv.)	A ₁	5	8,39	4,51	6,45 ± 1,94	6,45	0,83	1,85	28,7
	A ₂	5	10,22	3,61	6,92 ± 3,31	6,92	1,13	2,53	36,6
	B	5	7,33	2,51	4,92 ± 2,41	4,92	0,86	1,93	44,68
	B/C	5	8,87	1,00	4,69 ± 3,94	4,69	1,47	3,28	70,0
	C	5	8,57	1,80	5,19 ± 3,39	5,19	1,24	2,77	53,4
Na ⁺ (100 qr.mütləq quru torpaqda mq/ekv.)	A ₁	5	1,62	0,30	0,96 ± 0,66	0,96	0,25	0,57	59,4
	A ₂	5	1,26	0,20	0,73 ± 0,53	0,73	0,21	0,48	65,8
	B	5	1,40	0,60	1,00 ± 0,4	1,00	0,15	0,34	34,0
	B/C	5	1,94	0,60	1,27 ± 0,67	1,27	0,26	0,58	45,67
	C	5	1,50	0,10	0,8 ± 0,7	0,8	0,25	0,55	68,75
CO ₂ , %-lə	A ₁	5	9,51	0,90	5,21 ± 4,31	5,21	1,56	3,48	66,8
	A ₂	5	7,93	1,92	4,93 ± 3,01	4,93	1,17	2,62	53,14
	B	5	11,68	3,19	7,44 ± 4,25	7,44	1,47	3,28	44,09
	B/C	5	11,79	1,02	6,41 ± 5,39	6,41	1,97	4,4	68,06
	C	5	11,32	8,56	9,94 ± 1,38	9,94	0,645	1,29	12,98
CaCO ₃ (CO ₂ -yə görə) %-lə	A ₁	5	21,62	2,04	11,83 ± 9,79	11,83	3,6	8,07	68,2
	A ₂	5	18,02	4,25	11,14 ± 6,89	11,14	2,89	6,46	58,0
	B	5	26,57	7,25	16,91 ± 9,66	16,91	3,36	7,52	44,47
	B/C	5	26,83	2,32	14,57 ± 12,26	14,57	4,42	9,89	67,87
	C	5	25,72	19,45	22,59 ± 3,14	22,59	1,47	2,94	13,0

Arazboyu zonada allüvial-çəmən torpaqların mexaniki tərkibi çox dəyişkən olur. Bu torpaqların üst qatlarında mexaniki tərkib gilli və ağır gillicəli olsa da, bəzən həmin qatlarda qum fraksiyalarının miqdarı çoxalır. Son illər çaylar üzərində tikilən su anbarları bu qidalanma rejimini xeyli dəyişdirmişdir. Allüvial-çəmən torpaqların üst akkumulyativ horizontunda ümumi humusun kəmiyyəti 3,4 %-ə qədər yüksələ bilər. Çayların gətirdiyi materialların təsirindən formalaşdıqları üçün, bəzən profilin aşağı qatlarında da humusun miqdarı yüksək olur. Bu torpaqların uducu kompleksi əsaslarla doymuşdur. Udulmuş əsaslardan kalsiumun miqdarı digər əsaslarla müqayisədə üstünlük təşkil edir. Bu torpaqlar Arazboyu zonada formalaşdıqları mütləq hündürlük aşağı düşdükcə torpaq daxili prosesdə udulmuş natrium kationunun konsentrasiyası yüksəlir. Ş.G.Həsənov (1969) qeyd edir ki, bu torpaqlarda udulmuş natrium miqdarı udulmuş əsasların cəminin 7,43-dən 15,66 %-ə qədərini təşkil edir. Bu göstərici şorakətləşmənin getdiyini əks etdirir.

Otuz illik işğaldan azad olmuş Cəbrayıl rayonunun torpaq fondu əkinçilik üçün çox əlverişlidir. Bu həm də torpağın münbitlik xassələri ilə və ərazinin əlverişli coğrafi xüsusiyyətləri ilə bağlıdır. Ərazidə landşaft planlaşdırma işlərini həyata keçirərkən bu amillər nəzərdən qaçmamalıdır. Digər mühüm bir məsələ ondan ibarətdir ki, rayonun qədim tarixə malik əkinçilik mədəniyyəti olub. Bu mədəniyyət insanların uzun illər sınaqlarından, təcrübələrindən keçib gəlib. Planlaşdırma işləri aparılarkən bunları da unutmaz olmaq lazımdır.

Düşmən tərəfindən viran edilmiş bu ərazilərdə, o cümlədən Cəbrayıl rayonunda da hər şey yenidən qurulur. Bu zaman səhvlərə yol verməmək üçün birinci növbədə münbit torpaq sahələrinin düzgün və səmərəli istifadə olunması ön plana çəkilməlidir. İnfrastruktur, yaşayış məntəqələrinin yerləri elə seçilməlidir ki, münbit torpaqlara az ziyan dəysin.

Digər bir məsələ, bütövlükdə işğaldan azad olmuş ərazilərin təbii-coğrafi potensialı düzgün qiymətləndirilməli və bundan istifadə edərək bir sıra iri dövlət əhəmiyyətli layihələri həyata keçirmək olar. Bu layihələrdən biri də ərazinin yeraltı və səth sularının düzgün qiymətləndirilməsi və ondan səmərəli istifadədir. Bir mühüm layihəni diqqətə çəkmək istərdik. Həkkəri çayı Kiçik Qafqazın ən iri çaylarından biridir. Bu çayın çox böyük potensialı var. Həkkəri çayı üzərində ən səmərəli layihələrdən biri Laçın-Qubadlı rayonları sərhədində iri su anbarının inşası ola bilər. Bu su anbarından Cəbrayıl rayonunun əkin sahələrinin 75-80 %-i suvarılmaya cəlb edilə bilər və beləliklə Qubadlı, Cəbrayıl və Zəngilanın arid ərazilərinin mədəni landşaftı tam dəyişə bilər. Çay üzərində ardıcıl olaraq kaskadlar yaratmaqla, bölgənin elektrik enerjisinə olan tələbatının xeyli hissəsini ödəmək olar.

Nəticə.

1. Cəbrayıl rayonu ərazisində landşaft planlaşdırma işlərinin tətbiqi zamanı, nəzərə alınmalı ən mühüm komponent boz-qəhvəyi (şabalıdı) və allüvial-çəmən torpaq tip və yarım tipləridir. Hər iki tip və onun müxtəlif yarım tipləri fiziki-kimyəvi xassələrinə və qida maddələri ilə təminatına görə kənd təsərrüfatı üçün əlverişli torpaqlardır.

2. Rayonun düzən və dağətəyi bölgələrinin torpaqları hərbi-texnogen təsir nəticəsində degradasiyasının bütün tiplərinə (fiziki, kimyəvi, bioloji) məruz qalmışdır. Bu torpaqların potensial imkanlarını və neqativ təsirləri nəzərə alaraq, düzgün və səmərəli istifadə olunmalıdır.

3. Ərazidə torpaqlardan yüksək məhsuldarlıq əldə etmək və semiarid şəraitdə səhrələşmə prosesinin qarşısını almaq üçün bütövlükdə regionun potensial imkanları düzgün qiymətləndirilməli və torpaqların süni suvarılması genişləndirilməlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Гасанов Ш.Г. Почвы приараксинской полосы и их рациональное использование. –Баку, – 1969, –195 с.
2. Салаев М.Э. Почвы области Малого Кавказа / В кн.: Почвы Азербайджанской ССР. –Баку: Изд-во АН АзССР, –1953, –с.128-193
3. Мамедов Р.Г. Агрофизическая характеристика почв и приараксинской полосы. –Баку: ЭЛМ, –1970. –320 с.

4. Ибрагимов А.А. Эрозия почв и меры борьбы с нею в Джебраильском районе. –Баку, – 1964, –195 с.
5. Фигуровский И. В. Климатическое районирование Азербайджана / Материалы по районированию Азербайджанской ССР/ Азерб. центр. испол. ком. Комис. по районированию; –Баку. –1926 –Т. 1, –вып. 1, [ч. 1].
6. Mardanov, I. I. Differentiation of mountain-meadow SOD soils on Southern slope of Great Caucasus by degree of soil erosion / I. I. Mardanov, T. D. Aghayev, N. M. Ahmadova // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 2. – P. 56-59. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43176381>

РЕЗЮМЕ
ОЦЕНКА ПОЧВЕННОГО ФАКТОРА В ЛАНДШАФТНОМ ПЛАНИРОВАНИИ
ДЖАБРАИЛЬСКОГО РАЙОНА
Кулиев И.А., Агаев Т.Д., Абдулов К.Ш.

Ключевые слова: *военно-техногенный, антропогенный, деградация, ксерофит, фриганоид, семиаридный, семигумидный*

В статье анализируются общие физико-химические свойства и плодородие двух наиболее распространенных и важных для сельского хозяйства типов почв освобожденного Джебраильского района - серо-бурых (каштановых) и аллювиально-луговых почв. Отмечается, что очень важно учитывать земельный фактор при проведении ландшафтно-планировочных работ по восстановлению территории, опустошенной армянской оккупацией около 30 лет. В статье также обсуждается деградация земель в результате военно-техногенного воздействия и способы снижения его воздействия.

SUMMARY
ASSESSMENT OF SOIL FACTOR IN LANDSCAPE PLANNING OF JABRAİL DISTRICT
Guliev İ.A., Agayev T.D., Abdulov K.Sh.

Key words: *military-technogenic, anthropogenic, degradation, xerophyte, friganoid, semiarid, semigumid*

The article analyzes the general physicochemical properties and fertility of the two most common and important for agriculture types of soils in the liberated Jebraıl region - gray-brown (chestnut) and alluvial meadow soils. It is noted that it is very important to take into account the land factor when carrying out landscape planning work to restore the territory devastated by the Armenian occupation for about 30 years. The article also discusses land degradation as a result of military-technological impact and ways to reduce its impact.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	08.04.2021
	Son variant	20.09.2021

GEODEZİK TƏMİNATIN MAHİYYƏTİ VƏ DƏQİQLİK TƏLƏBLƏRİ

TALİBOV ƏFQAN TALİB oğlu

Bakı Dövlət Universiteti, c.e.n., dosent, Bakı, Azərbaycan

talibov24@mail.ru

Açar sözlər: *geodezik təminat, koordinat sistemi, ölçmə texnologiyaları, dəqiqlik tələbləri, orta kvadratik səhv*

Müstəqillik illərində ölkə iqtisadiyyatının daha sürətli inkişafı məqsədilə çoxsaylı ölkədaxili və transmilli neft, qaz, nəqliyyat və digər sahələrdə böyük həcmli kommunikasiya layihələri həyata keçirilir. Təcrübi olaraq Yer in fiziki səthində istənilən növ fəaliyyət zamanı ən vacib məsələlərdən biri müvafiq təlimatların tələblərinə uyğun səviyyədə yerinə yetirilən işlərin geodezik təminatıdır. Məlum olduğu kimi, istənilən növ təsərrüfat-sənaye obyektinin inşa edilməsinə onun xəritə üzərində layihəsinin tutulması ilə başlanılır. İnşa edilmə mərhələsində isə həmin layihə elementlərinin geodezik ölçmə üsulları ilə naturaya köçürülməsi zərurəti yaranır. Naturaya köçürmə əməliyyatının təcrübi olaraq yerinə yetirilməsi həmin ərazidə müvafiq geodezik təminat əsaslarını yaratmadan qeyri-mümkündür [2, s.4].

Geodezik təminatda baza rolunu qəbul edilmiş vahid koordinat sistemi oynayır [3, s.5]. Koordinat sisteminin yer üzərində maddi daşıyıcısı isə müxtəlif metodlarla qurulmuş geodeziya şəbəkələridir. Geodeziya şəbəkələri öz aralarında müxtəlif mənşəyə, sıxlığa və dəqiqliyinə malik olmaları ilə fərqlənir. Hal-hazırda Müstəqil Dövlətlər Birliyi (MDB), uzaq və yaxın xarici ölkələr, o cümlədən, Azərbaycan Respublikası (AR) ərazisində həm klassik (optik alətlərlə), həm də, müasir geodeziya ölçmə texnologiyaları ilə (elektron və lazer əsaslı geodeziya alətləri, peyk naviqasiya sistemlərindən istifadəyə əsaslanmış texnologiyalar) qurulmuş geodeziya şəbəkələri mövcuddur. Layihələrin həyata keçirilməsinin bütün mərhələlərində: layihənin tutulması, icrası və istismarı zamanı klassik və müasir geodeziya təminatı sistemlərindən birgə istifadə üsullarının işlənməsi vacib və aktual məsələlərdəndir.

Geodezik təminat icra edilən layihənin növü, obyektin ölçüləri (uzunluğu, sahəsi) və onun yerinə yetirilməsinə qoyulan dəqiqlik tələbləri, eləcə də, obyektin yerləşdiyi məkandan asılı olaraq müxtəlif xüsusi yanaşma üsullarını tələb edir.

Ümumi halda isə geodezik təminat məkanda (fəzada, yer səthində, su hövzəsində, yeraltı işlərdə) hər hansı bir layihənin icrası zamanı onun layihə elementlərinin (səciyyəvi nöqtələrinin, döngə nöqtələrinin, uzunluq və bucaq elementlərinin) naturada müvafiq geodeziya alətləri və ölçmə metodları ilə texniki dəqiqlik tələblərinə uyğun şəkildə verilməsindən (koordinatlarla göstərilməsindən) ibarətdir. Başqa sözlə, məkanda baş verən istənilən fəaliyyətin icra nöqtələrinin koordinatlanması-geodezik təminatı labüddür. Geodezik təminatın əhəmiyyətini belə bir misalla izah etmək olar.

Fərz edək ki, dənizdə geofiziki tədqiqatlarla neft-qaz yatağı aşkar edilmişdir. Əgər həmin yatağın yeri koordinatlarla qeydiyyata alınmamışsa, onda onun sonrakı mərhələdə istismarını həyata keçirmək praktiki olaraq qeyri-mümkün olar, yəni koordinatsız həmin yeri tapmaq, aşkar etmək mümkün olmaz. Ona görə də, Yer in fiziki səthində istənilən fəaliyyətin sonluğu təcrübi olaraq geodezik təminatla (bağlanma ilə) tamamlanır.

Geodezik təminatın dəqiqlik normaları əsasən Dövlət normativ sənədlərində (CHII və DÜST) və təlimatlarda gətirilir. Bir sıra avadanlıqlar üçün dəqiqlik tələbləri onların istismar parametrlərinə uyğun olaraq layihə tələbləri şəklində verilir. Bəzi hallarda geodeziya təminatına dəqiqlik tələbləri nə layihə, nə də normativ sənədlərdə aydın şəkildə görünmədiyindən quraşdırma işlərinin dəqiqliyinə qoyulmuş limit qiymətləri əsasında hesablamalarla müəyyənləşdirilir [1].

Müxtəlif növ işlərin geodeziya təminatına qoyulan çoxsaylı dəqiqlik tələblərinə baxmayaraq, onları qruplaşdıraraq iş növləri üzrə orta kvadratik səhvlərini göstərmək olar. Digər tərəfdən səhvlər dörd qrup: plan vəziyyəti üzrə; yüksəklik vəziyyəti üzrə; düzxətlik kriterisi üzrə; şaquli vəziyyətlər üzrə göstərilir. Geodeziya ölçmə nəticələrinin hansı dəqiqliyə malik olmasını bilmək layihənin naturaya düzgün köçürülməsi üçün olduqca vacibdir. Bununla layihə elementlərinin ölçülmüş qiymətinin onun həqiqi qiymətinə nə dərəcədə yaxın olması müəyyənləşdirilir.

Dövlət normativ sənədlərində isə ölçmələri əsasın yol verilən səhv qiymətləri ilə (bəzən ona icazə verilən səhv də deyilir) səciyyələndirirlər. Ölçmələr üçün səhvlərin yol verilən qiymətləri (icazə verilən qiymətləri) ehtimalla əlaqəli şəkildə təyin edilir. Belə ki, ölçmələr səhvləri nəzəriyyəsində isbat edilir ki, verilmiş ölçmələr sırasında təsadüfi səhvlərin 68,3% sayı $0 \div \pm m$ intervalında ; $0 \div \pm 2m$ aralığında yerləşən səhvlərin sayı ümumi ölçmələrin 95,4%, $0 \div \pm 3m$ aralığında isə 99,7% sayını təşkil edir(m ölçmə nəticələrinin orta kvadratik səhvidir). Yuxarıda qeyd edilənlər başqa sözlə o deməkdir ki, verilmiş ölçmələr sırasının 100 sayda ölçmələr səhvindən yalnız beşi $2m$ həddini aşar və ya ona bərabər qalar, eləcə də, 1000 səhvdən yalnız üçü $3m$ həddindən böyük və ya ona bərabər olar. İstehsalatda bir çox geodeziya işlərində, o cümlədən kommunikasiya xətlərinin salınmasında, ölçmələrin dəqiqliyinə qoyulan tələbləri artırmaq məqsədi ilə $\Delta_{yol verilən} = 2m$ qiyməti götürülür. Bu həddi aşan ölçmə səhvləri kobud səhvlər adlanır və həmin ölçmə nəticələri hesablamalardan uzaqlaşdırılır [1].

Bəzi hallarda ölçmə dəqiqliyini orta kvadratik və yaxud yol verilən hədd səhvinin mütləq qiyməti ilə deyil, nisbi səhvlə səciyyələndirmək daha doğru olur. Məsələn, hər hansı məsafənin orta kvadratik səhv qiymətinin $m=1m$ olması, həmin məsafənin nə dərəcədə dəqiq ölçüldüyü haqda fikir yürütmək imkanı vermir. Belə ki, bu səhv $s=400km$ üçün çox yaxşı olduğu halda, $s=100m$ üçün olduqca kobud sayıla bilər. Qeyd edək ki, geodezik təminat zamanı adətən, tərs məsələ həll edilir, yəni normativ sənədlərdə müvafiq ölçmələrə qoyulmuş dəqiqlik tələbləri əsasında uyğun ölçmə alətləri və ölçmə metod və texnologiyaları seçilir. Ümumən, ölçmə üsulları, metodikaları, texnoloji sxemləri həmin dövrün texniki ölçmə vasitələrinə hesablanır. Bu sahədə yeniliklərin baş verməsi ilə yeni ölçmə üsulları, metodikaları və texnoloji sxemlərin işlənilib hazırlanması zərurəti meydana çıxır.

Hal-hazırda geodeziya ölçmə vasitələri sahəsində inqilabi sıçrayışla inkişaf baş vermişdir. Yəni elektron əsaslı teodolit, taxeometrler, rəqəmli və lazer nivelirlər, GPS və QZONASS peyk naviqasiya sistemlərindən istifadəyə əsaslanmış ölçmə texnologiyaları, onlara dair çoxsaylı proqram təminatları, müxtəlif səciyyəli geodezik məsələlərin avtomatik həllini təmin edən paket-proqramlar və sairə bu kimi vasitələr meydana gəlmişdir[4,6]. Bütün bu yenilikləri köhnə təlimatlar, normativ sənədlər çərçivəsində yerləşdirmək qeyri-mümkündür və düzgün olmazdı. Bu o deməkdir ki, müasir alətlərlə əldə edilən yüksək dəqiqliyə malik ölçmə nəticələrini aşağı dəqiqliyə malik çərçivəyə salmaqla onların keyfiyyəti aşağı salınmış olar. Digər tərəfdən müasir geodeziya ölçmə vasitələrinə hesablanmış təlimat və normativ sənədlərin hazırlanması olduqca vacib və aktual məsələlərdəndir. Ona görə də, belə hallarda $\frac{m_s}{s}$ nisbi səhvi göstərilir.

Nəticə. 1. Son dövrlərdə geodezik təminat əsasən GPS peyk ölçmə texnologiyası və elektron taxeometrlerle (Total Station) həyata keçirilir. Layihələr isə ilk növbədə topoqrafik xəritələr, yəni üfüqi müstəvi təsvir üzərində tutulur. Ona görə də geodezik təminat zamanı elektron taxeometr və yaxud GPS-lə yer səthində alınmış ölçmə nəticələri ilə xəritədəki layihə elementləri arasındakı fərqlənmələr nəzərə alınmalıdır.

2. Azərbaycan ərazisində yerinə yetirilən və perspektivdə aparılacaq transmilli kommunikasiya layihələri digər təsərrüfat obyektlərindən öz həndəsi və texnoloji xüsusiyyətləri ilə kəskin fərqlənir. Ona görə də, bu kimi layihələrin həyata keçirilməsi zamanı geodezik təminat məsələləri xüsusi yanaşma və həll üsullarının işlənilib-hazırlanması tələbini irəli sürür.

ƏDƏBİYYAT

1. Qocamanov M.H., İsmayılov Ə.İ. Transmilli kommunikasiya layihələrinin geodeziya təminatına qoyulan dəqiqlik tələbləri // Coğrafiya və təbii resurslar. Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin əsərləri. –Bakı, –2017. – №1. – S. 107-112.

2. Məmmədov Q.S., Qocamanov M.H. Geodeziya-kartoqrafiya elmi müasir inkişaf mərhələsində: Coğrafi tədqiqatlarda yeri və əhəmiyyəti / Elmi praktiki konfransın materialları. –Bakı, –2014. – S. 7-20.
3. Кафтан В.И. Системы координат и системы отсчета в геодезии, геоинформатике и навигации// Геопрофи. – М. – 2008. –№3. –с.60-63.
4. Годжаманов М.Г. Реконструкция и развитие геодезических сетей с использованием спутниковых технологий. – Москва-Баку. –2008. –256с.
5. Огородова Л.В. Высшая геодезия: X.III. Теоретическая геодезия. –М.: Геодезкартиздат, – 2006. –381с.
6. Gojamanov M.H., Gurbanov Ch.Z., 2016. Geolocation support for water supply and sewerage projects in Azerbaijan / The International Archiver of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, –Vol. XLI-B4, 2016. XXIII ISPRS Congress, 12-19 July 2016, Prague Czech Republic. pp.-777-781
7. Qocamanov, M. H. Xətti obyektlərin kombinə üsulları ilə geodezik təminatı / M. H. O. Qocamanov // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 3. – P. 51-55. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47176422>

РЕЗЮМЕ
СУЩНОСТЬ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И
ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО ТОЧНОСТИ

Талыбов А.Т

Ключевые слова: *геодезическое обеспечение, система координат, измерительные технологии, требования к точности, среднеквадратическая погрешность*

В данной статье рассматривается сущность геодезического обеспечения и требования к его точности. Одним из важнейших вопросов при проведении любого вида деятельности на физической поверхности Земли является геодезическое обеспечение выполняемых работ на уровне точностных требований соответствующих инструкций. В геодезическом обеспечении роль базы играет единая система координат. А материальным носителем системы координат на Земле являются геодезические сети, построенные различными методами. Несмотря на различные виды инженерных работ можно их сгруппировать и оценить точности по среднеквадратическим погрешностям, предъявляемым к их геодезическому обеспечению. Для правильного вынесения проекта в натуру крайне важно знание того, с какой точностью должны быть получены результаты геодезических измерений. На основании требований к точности, предъявляемых к измерениям, выбираются соответствующие средства и методы измерения.

SUMMARY
THE ESSENCE OF GEODETIC SUPPORT AND REQUIREMENTS FOR ITS ACCURACY

Talibov A. T

Key words: *geodetic support, coordinate system, measurement technologies, accuracy requirements, average square error*

This article discusses the essence of geodetic support and the requirements for its accuracy. One of the most important issues in carrying out any type of activity on the physical surface of the Earth is the geodetic support of the work performed at the level of the accuracy requirements of the relevant instructions. In geodetic support, the role of the base is played by a single coordinate system. And the material carrier of the coordinate system on Earth are geodetic networks constructed by various methods. Despite the various types of engineering works, they can be grouped and evaluated for accuracy by the standard errors imposed on their geodetic support. For the correct rendering of the project in nature, it is extremely important to know with what accuracy the results of geodetic measurements should be obtained. Based on the accuracy requirements for measurements, appropriate means and methods of measurement are selected.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	30.03.2021
	Son variant	27.04.2021

УДК 658.5.012.1

DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_52

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГПС В РЕАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

¹АХМЕДОВ МАГОММЕД АЙДЫН оглу²АХМЕДОВА СВЕТЛАНА МАГЕРРАМ кызы

Сумгаитский государственный университет, 1- профессор, 2-ст.преподаватель

Axmedova60@mail.ru

Ключевые слова: имитационное моделирование, анимация, ГПС, производственное правило, сети Петри

Рассматриваются вопросы внедрения результатов имитационного моделирования гибкой производственной системы в реальных производственных системах. Рассмотрены выполненные работы авторами при исследовании ГПС методами имитационного моделирования до этапа испытаний и внедрения в реальных производственных условиях: обоснованы целесообразность применения имитационного моделирования при исследовании на этапе системотехнического проектирования и выбор для этого программного комплекса RAO-studio; этапы имитационных экспериментов, воспроизведение результатов имитации методами анимации и управление динамических процессов с использованием временной сети Петри; показано, что компьютерные эксперименты имитационной модели проводятся в идеальной среде, без учета внешних и внутренних возмущений; предложен алгоритм управления ГПС с использованием результатов имитационных экспериментов и с учетом возмущений, на основе производственных правил.

В результате анализа этапов развития производственных систем, с точки зрения «степени неопределенности» и «разновидностей» состава элементной базы, можно сделать вывод о том, что их эволюционный процесс развивается из относительно простых к категории достаточно сложных производственных систем, а именно: автоматические линии → гибкие производственные модули → гибкие производственные системы → компьютеризированные интегрированные производства → виртуальные производства и др. Ясно, что с расширением разновидностей элементной базы, также повышаются эффективность и функциональные возможности производственной системы в целом. [1]

Опыт проектирования производственных систем до этапа гибких производственных систем (ГПС) показал, что их исследование на этапе системотехнического проектирования (техническое задание, эскизное и техническое проектирование) с точки зрения целесообразности их создания с применением аналитических моделирующих аппаратов, таких как конечные автоматы, параллельно-функционирующие асинхронные процессы, производственные правила, фреймовые и логические модели, автоматические сети Петри и др., обеспечивается получение достаточной информации для дальнейшего продолжения этапов процесса проектирования.

ГПС по сравнению с предыдущими этапами автоматизации производственных систем создается с использованием различного назначения мехатронных устройств, которые облегчают физический труд человека и повышают его функциональные возможности во вредных для человеческого организма условиях. В состав ГПС также входят основные и дополнительные оборудования, автоматически управляемые транспортные системы, станки с ЧПУ, рабочих ячеек, системы управления на базе компьютерной техники и др.

Перечисленные элементы ГПС имеют между собой сложные связи и должны функционировать во взаимодействии всех компонентов в виде динамических мехатронных систем с общими рабочими зонами, соблюдением принципов асинхронности и параллелизма. Поэтому, ГПС относятся к категории сложных производственных систем и для их исследования выше перечисленные моделирующие аппараты не позволяют получить желаемый результат и требуется применение новых эффективных подходов. Одним из таких подходов является применение методов имитационного моделирования.

В статье обсуждается последовательное использование метода имитационного моделирования для исследования ГПС и использование результатов имитации на этапах испытания и внедрения в реальном объекте.

Постановка задачи. Требуется рассмотрение вопросов практического применения методов имитационного моделирования, в целях оценки целесообразности проектирования и создания конкретного объекта в виде ГПС, на этапе системотехнического проектирования и использование результатов имитации на этапах испытания и внедрения в реальном объекте.

Для решения поставленной задачи авторами выполнены нижеперечисленные исследовательские и практические работы, результаты которых обсуждались на международных научно-практических конференциях и опубликованы на страницах ведущих научно-технических журналов.

Последовательно рассмотрим выполненные авторами научные и практические работы.

В работе [2] обосновано исследование и оценка целесообразности проектирования ГПС с использованием методов имитационного моделирования на этапе системотехнического проектирования. Показано, что ГПС относится к категории сложных систем и состоит из множества динамических мехатронных устройств, которые функционируют во взаимодействии для достижения конечной цели в реальном масштабе времени. Следовательно, идеи проектировщиков на начальном этапе проектирования в большинстве случаев не оправдывают себя при испытании натурально реализованных физических моделей. Сказанное еще более усугубляется при внедрении ГПС в реальных производствах. Отмечено, что эффективным подходом является исследование проектируемого объекта компьютерными экспериментами с использованием методов имитационного моделирования. Для решения поставленной задачи предложено использование программного комплекса RAO-complex, предназначенного для разработки и отладки имитационных моделей на языке РДО. С использованием инструментов среды RAO-complex предложена и разработана архитектура инструмента автоматизированного моделирования.

В работах [3÷6] с учетом требований RAO-studio на примере конкретного объекта «ГПС резка рулонных алюминиевых металлических листов на листы требуемого размера и листов на карточки, и очистка их поверхности»(далее в тексте ГПС) последовательно решены следующие задачи: разработка концептуальной модели участка, принятого в качестве объекта исследования; разработка структурно-кинематической схемы ГПС; разработка архитектуры инструмента автоматизированного моделирования; разработка имитационной модели ГПС на языке РДО с использованием закладок RAO-studio; разработка алгоритма управления ГПС в виде временной сети Петри с использованием закладок RAO-studio; разработка обобщенной структуры системы управления ГПС в действующем производстве.

Анализ полученных результатов исследования ГПС методами имитационного моделирования позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Выбор для решения поставленной задачи программного комплекса RAO-studio, предназначенного для разработки и отладки имитационных моделей на языке РДО, который позволяет воспроизводить на компьютере динамику проектируемого объекта, принятие решений сложной системой управления, решение задачи системного анализа и синтеза,

полностью оправдывал себя и может быть использован для моделирования и исследования ГПС относительно сложных структур и назначения.

2. Результаты компьютерных экспериментов с использованием методов имитационного моделирования и воспроизведение результатов имитации анимацией, позволяет заказчику и исполнителю на начальном этапе проектирования пересмотреть некоторые пункты технического задания. Кроме этого демонстрацией результатов имитации предполагаемого объекта на начальном этапе проектирования обеспечивается вотум доверия исполнителю со стороны заказчика.

3. С учетом принципа декомпозиции (разбиение описания объекта на составные части с целью их раздельного исследования с учетом согласования принимаемых решений), ГПС, состоящая из четырех гибких производственных модулей (ГПМ), каждый из которых имитационным моделированием исследуется независимо друг от друга. Следовательно, проектные процедуры каждого ГПМ, с учетом требований принципа декомпозиции, выполняются раздельно и в контексте объединяются в виде ГПС и исследуются в комплексе.

4. После окончательной отладки имитационной модели воспроизведением динамики анимацией, эксперт или высококвалифицированный специалист в данной области, определяет узкие места в ГПМ и предъявляет рекомендации по их устранению. Одновременно с учетом степени загрузки компонентов ГПМ, функционально законченном в каждом цикле, принимается решение об эффективном выборе элементов ГПМ.

5. Исследование ГПС имитационным моделированием осуществляется без учета внутренних и внешних возмущений во время компьютерных экспериментов. Управление функционированием ГПМ в реальном времени осуществляется временной сетью Петри, в которой также не учитываются различного характера возмущения.

Как видно из анализа результатов, все процессы происходящие во время компьютерных экспериментов имитационной модели, осуществляются в идеальной среде без учета внешних (изменение: температуры, давления воздуха, электрических параметров, влажность и др., среды где функционирует ГПМ) и внутренних (аварийные, не предусмотренные производственные простои и др.), возмущений, которые существенно повлияют на производительность ГПС и её безопасному функционированию в целом. Следовательно, для обеспечения эффективного функционирования ГПС в реальных производственных условиях требуется учитывать устранение этих возмущений в системе управления всего комплекса.

В работе на примере ГПМ резки стандартного плоского металлического листа (1) на лист (2) требуемого размера (в зависимости от требований производства) и передачи листа 2 к рабочей зоне следующего ГПМ, рассматривается обеспечение функционирования ГПМ в реальном объекте.

Структурно-кинематическая схема ГПМ (рис.1) состоит из следующих мехатронных устройств: гильотинная ножница (ГН), транспортная система (ТС1,2), подъемно-позиционирующий манипулятор (ППМ) и промышленный робот (ПР).

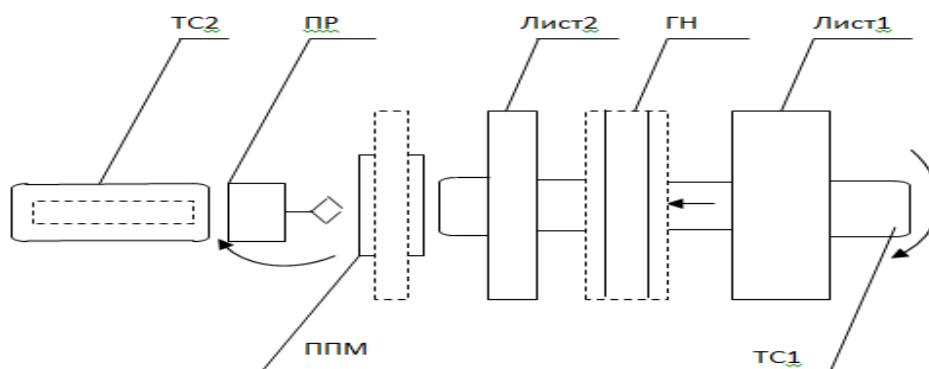


Рис.1. Структурно-кинематическая схема ГПМ

С использованием временной сети Петри ГПМ функционирует следующим образом: Лист1 по ТС1 поступает к рабочей зоне ГН; осуществляется резка Лист1 на Лист2, который по ТС1 перемещается к позиции ППМ; ПР схватывает Лист2, поворачивается на 180^0 и перемещает Лист2 к рабочей зоне ТС2.

Для функционирования ГПМ в реальном объекте разработан алгоритм управления на основе производственных правил. В целях формирования производственных правил экспертами после визуального осмотра результата имитации определяются позиции, где должны устанавливаться сенсоры для идентификации текущих ситуаций. В ГПМ, информации поступающие из различных сенсоров и сигналы для управления мехатронных устройств называются глобальной базой данных. На основе информации, поступающих в различных ситуациях, формируются продукты, которые создают базу знаний и алгоритм управления ГПМ.

В данном случае глобальная база данных создается в виде :

X_1 – ТС1 включена; X_2 – ГН включена ; X_3 - ППМ включен ; X_4 – рука манипулятора в исходном положении; X_5 - рука манипулятора в конечном положении ; X_6 – на ТС1 имеется Лист1; X_7 – в рабочей зоне ГН находится Лист1; X_8 – в рабочей зоне ППМ находится Лист2; X_9 – рабочая зона ТС2 свободна; X_{10} – захват ПР отключен; X_{11} – рабочая зона ППМ свободна; U_1 - включение ТС1; U_2 – включение ГН ; U_3 – включение ППМ; U_4 – включение руки ПР вперед; U_5 – включение поворота руки ПР; U_6 – включение захвата ПР

На основе информации глобальной базы данных формулируется база знаний в виде производственных правил с использованием логических операций И, ИЛИ, НЕ ($\neg$) и импликаций в виде «ЕСЛИ..., ТО...».

- (P1) ЕСЛИ на ТС1 имеется Лист1
И рабочая зона ГН свободна
И рабочая зона ППМ свободна
И ГН отключена
ТО обеспечивается условие включения ТС1
(P1) $(X_6 \& X_{11} \& \neg X_2 \& \neg X_3) \Rightarrow U_1$
- (P2) ЕСЛИ ГН отключена
И имеется Лист1 в рабочей зоне ГН
И рабочая зона ППМ свободна
ТО обеспечивается условие включения ГН
(P2) $(\neg X_2 \& X_7 \& \neg X_3) \Rightarrow U_2$
- (P3) ЕСЛИ отключен ППМ
И имеется Лист2 в рабочей зоне ППМ
И рука ПР в исходном положении
ТО обеспечивается условие включения ППМ
(P3) $(\neg X_3 \& X_8 \& X_4) \Rightarrow U_3$
- (P4) ЕСЛИ имеется Лист2 в рабочей зоне ППМ
И ППМ включен
И захват ПР отключен
И рука ПР в исходном положении
ТО обеспечивается условие включения руки ПР
(P4) $(X_8 \& X_3 \& X_{10} \& X_4) \Rightarrow U_4$
- (P5) ЕСЛИ захват ПР включен
И рука манипулятора в исходном положении
И рабочая зона ТС2 свободна
И ГН отключена
ТО обеспечивается условие включения поворота руки
(P5) $(\neg X_{10} \& X_4 \& X_9) \Rightarrow U_5$

- (P6) ЕСЛИ рука манипулятора в исходном положении
И имеется Лист2 в рабочей зоне ППМ
И ППМ включен
И ГН отключена
ТО обеспечивается условие включения захвата ПР

(P6) $(X_4 \& X_8 \& X_3) \Rightarrow U_6$

Аналогичным образом формируются управляющие сигналы отключения мехатронных устройств.

Таким образом, идентификацией 12-ти текущих ситуаций и формированием управляющих воздействий в циклическом режиме функционирует ГПМ.

При испытании и внедрении ГПС в реальных объектах требуется также учитывать функционирование ГПМ общими рабочими зонами в комплексе ГПС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянов В.В., Ясиновский С.И. Имитационное моделирование системы – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, – 2009, – 584 с.
2. Ахмедов М.А., Ахмедова С.М. Разработка архитектуры инструмента автоматизированного проектирования имитационной модели гибкого производственного модуля // Системы управления и информационные технологии.–Москва-Воронеж, –2015, –№4.1(62). –с.104-107
3. Ахмедов М.А., Ахмедова С.М. Разработка алгоритма имитационного моделирования гибкой производственной системы с использованием программного комплекса RAO-STUDIO на языке РДО / 62-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, –Астрахань, –2018, –23-27 апреля. –с.145.
4. Ахмедова С.М., Магомедли Х.М. Исследование гибкой производственной системы методами имитационного моделирования на этапе системотехнического проектирования / Труды научно-практической конференции с международным участием «Инженерные системы». –М., –2019, –4-5 апреля. –с.493-503
5. Akhmedova S.M. Research of a flexible production system by methods of imitating modeling at a stage of sistemotechnical design // Программные системы и вычислительные методы, – М., –2019, –№4, –с.77-86.
6. Ахмедова С.М., Ахмедов М.А. Реализация алгоритма имитационной модели на примере гибкой производственной системы / Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции «САПР и моделирование в современной электронике», – Брянск, –2019, –24-25 октября, – с.159-16
7. Xəlilov, E. O. Diskret dinamiki sistemlərin imitasiya modelləşdirilməsi ilə tədqiqi və imitasiyanın nəticələrinin animasiyasının mövcud vəziyyətinin analizi / E. O. Xəlilov // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2019. – Vol. 19. – No 4. – P. 72-77. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43167232>

XÜLASƏ

**ÇİS-in İMITASIYA MODELLEŞDİRİLMƏSİNİN NƏTİCƏLƏRİNİN
REAL İSTEHSALAT SİSTEMLƏRİNDƏ TƏTBİQİ
Əhmədov M.A., Əhmədova S.M.**

Açar sözlər: *imitasiya modelləşdirilməsi, animasiya, ÇİS, produksiya qaydaları, Petri şəbəkələri*

Məqalədə çevik istehsal sisteminin imitasiya modelləşdirilməsinin nəticələrinin real istehsal sistemlərində həyata keçirilməsinə baxılır. ÇİS-in imitasiya modelləşdirmə metodları ilə real istehsal şəraitində sınaq və tətbiq mərhələsindən əvvəl müəlliflər tərəfindən görülən işlər nəzərə alınır: sistemotexniki mərhələdə imitasiya modelləşdirməsindən istifadənin məqsədəuyğunluğu və bunun üçün RAO-studiya proqram kompleksinin seçilməsi əsaslandırılmışdır; imitasiya eksperimentlərinin mərhələləri,

animasiya metodlarından istifadə edərək imitasiyanın nəticələrinin və zaman Petri şəbəkələrindən istifadə edərək dinamik proseslərin təsviri; imitasiya modelləşməsinin kompüter eksperimentlərinin xarici və daxili təsirlər nəzərə alınmadan ideal bir mühitdə aparıldığı göstərilir; produksiya qaydalarına əsaslanaraq imitasiya eksperimentlərinin nəticələri və təsirlər nəzərə alınaraq ÇİS-in idarə olunması üçün alqoritm təklif olunur.

SUMMARY
IMPLEMENTATION OF FPS SIMULATION RESULTS IN REAL
PRODUCTION SYSTEMS

Akhmedov M.A., Akhmedova S.M.

Keywords: *simulation, animation, FPS, production rule, Petri nets*

The issues of implementing the results of simulation of a flexible production system in real production systems are considered. The work performed by the authors in the study of FPS by methods of simulation modeling before the stage of testing and implementation in real production conditions is considered: the expediency of using simulation modeling in research at the stage of system engineering design and the choice for this software complex RAO-studio are substantiated; stages of simulation experiments, reproduction of simulation results by animation methods and control of dynamic processes using a temporary Petri net; it is shown that computer experiments of the simulation model are carried out in an ideal environment, without taking into account external and internal disturbances; an algorithm for the control of the FPS is proposed using the results of simulation experiments and taking into account disturbances, based on production rules.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	22.04.2021
	Son variant	20.05.2021

KADRLAR ŞÖBƏSİ ÜÇÜN Z-ƏSASLI QƏRAR QƏBULETMƏ MƏSƏLƏSİNİN HƏLLİ

CABBAROVA KÖNÜL İMRAN qızı

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, t.f.d., dosent
konul.jabbarova@mail.ru

Açar sözlər: VIKOR indeksi, Z-ədəd, faydalılıq ölçüsü, təəssüflük ölçüsü

Çoxmeyarlı kriteriyalı qərarların qəbul edilməsi (BQXD) ən vacib tədqiqat üsullarındandır [1]. Kadr yenidənqurulması və ixtisaslı kadrların seçilməsi istənilən təşkilatın inkişafı üçün zəruridir. Lazımi vəzifəyə uyğun insanın seçilməsi kadr seçimi zamanı qərarların qəbul edilməsi üçün əsas məqamdır. Kadrların seçilməsi prosesi üçün MCDM-nin bəzi üsulları istifadə edilə bilər. [1] işdə personalın seçim meyarlarını sıralamaq üçün PROMETHEE metoduna əsaslanan model hazırlanmışdır. Bu aspektdə PROMETHEE metodundan istifadənin məqsədi meyarların əhəmiyyətini qiymətləndirmək. [2]-də kadr resurslarının seçilməsi metodologiyasında qiymətləndirmə vasitələrinin, həm də seçim meyarlarının normallaşdırılmalı olduğu vurğulanır. Bu məqsədlə heyətin seçimi prosesində baş verən yüksəkqiymətli vəziyyətlərin qarşısını almaq üçün ən uyğun namizədlərin qeyri-səlis seçimi təklif edilmişdir. [3]-də kadr seçimi məsələsinə Entropy–KEMIRA yanaşması tətbiq edilmişdi. Metod üç meyar qrupu üçün istifadə olunur. Çəkilər, elementlərin sayını maksimuma çatdırmaqdan ibarət olan optimallaşdırma problemini həll etməklə hesablanır [3].

Çoxmeyarlı qərar qəbuletmə üsulları bir neçə alternativlərin optimal seçimi çox mürəkkəb ola bilən insan resurslarının idarə olunması üçün əhəmiyyətli dəstək təmin edir [4]. Bu əsasən qeyri-səlis məntiqə əsaslanan çoxmeyarlı qərarqəbuletmə üsullarına aiddir. Bu üsullar insan resurslarının idarə edilməsində üstünlüklə istifadə olunur. Qərarların qəbul edilməsinin çoxkriteriyalı metodlarından biri cüt müqayisələrdən əldə edilən analitik iyerarxik prosesdir (AHP) [5]. [6] - da qeyri-səlis AİP-TOPSİS metodunun kadr seçimi məsələsinə tətbiqi nəzərdən keçirilmişdir. Nəticələr göstərir ki, müxtəlif bölgələrdə bəzi dəyişikliklər yerli dəyərlərin seçim prosesinə təsir göstərə biləcəyini göstərir.

Real problemlər, adətən, həm qeyri-dəqiqlik, həm də informasiyanın qismən düzgünlüyü ilə xarakterizə olunur. Lakin bu çoxmeyarlı qərar qəbuletmə üsulları üzrə mövcud işlərdə nəzərə alınmır. Buna görə professor L.Zadənin Z-ədədlər nəzəriyyəsi təklif etdi. Bu məqalədə Z-informasiyaya əsaslanan kadr seçimi məsələsinə VIKOR modelinin tətbiqinə baxılır.

2. TƏRİFLƏR

Tərif 1. Diskret Z-ədəd [7-10]. Diskret Z-ədəd $Z = (A, B)$ -nizamlanmış cütlükdür. Burada A X təsadüfi dəyişəninə ala biləcəyi qiymətlərə qeyri-səlis məhdudiyyət rolunu oynayan diskret qeyri-səlis ədəddir X isə A . B isə A -nın ehtimal ölçüsünə qeyri-səlis məhdudiyyət rolunu oynayan və mənsubiyyət funksiyası $\mu_B : \{b_1, \dots, b_n\} \rightarrow [0, 1]$, $\{b_1, \dots, b_n\} \subset [0, 1]$ diskret qeyri-səlis ədəddir:

$$P(A) = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i) p(x_i) \text{ is } B. \quad (1)$$

Tərif 2. Diskret Z-ədədlər üzərində riyazi əməliyyatlar [7-10]: Fərz edək ki. X_1 and X_2 -nin diskret Z-ədədlərlə təsvir olunan qiyməti $Z_1 = (A_1, B_1)$ və $Z_2 = (A_2, B_2)$ -dir. $Z_{12} = Z_1 * Z_2$, $*$ $\in \{+, -, \cdot, /\}$ -nin hesablanması nəzərdən keçirək. Birinci mərhələdə $A_{12} = A_1 * A_2$ müəyyən olunur.

İkinci mərhələdə B_{12} -ni təyin edək. Biz elə Z_1 və Z_2 ədədlərini alırıq ki, p_1 və p_2 “dəqiq” ehtimal paylanmaları məlum deyildir. Müqayisədə qeyri-səlis məhdudiyyətlərlə ifadə olunan mənsubiyyət funksiyaları aşağıdakı kimidir:

$$\mu_{p_1}(p_1) = \mu_{B_1} \left(\sum_{k=1}^{n_1} \mu_{A_1}(x_{1k}) p_1(x_{1k}) \right), \quad \mu_{p_2}(p_2) = \mu_{B_2} \left(\sum_{k=1}^{n_2} \mu_{A_2}(x_{2k}) p_2(x_{2k}) \right). \quad (2)$$

Ehtimal paylanmaları $p_{j1}(x_{jk}), k=1, \dots, n$ $X_{12} = X_1 + X_2$ ehtimal qeyri-müəyyənliyi yaradır. İstənilən mümkün p_{1l}, p_{2l} cütünü götürsək, $p_{12s} = p_{1l} \circ p_{2l}$ konvolusiyası aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$p_{12s}(x) = \sum_{x_1+x_2=x} p_{1l}(x_1) p_{2l}(x_2), \quad \forall x \in X_{12}; x_1 \in X_1, x_2 \in X_2 \quad (3)$$

p_{12s} -in qiymətini nəzərə alsaq, A_{12} -ehtimal ölçüsünün qiyməti aşağıdakı kimi hesablanır:

$$P(A_{12}) = \sum_{k=1}^n \mu_{A_{12}}(x_{12k}) p_{12s}(x_{12k}) \quad (4)$$

Lakin p_{1l} və p_{2l} qeyri-səlis konvolusiyalarını yaradan qeyri-səlis məhdudiyyətlərlə təsvir olunur:

$$\mu_{p_{12}}(p_{12}) = \max_{\{p_1, p_2: p_{12} = p_1 \circ p_2\}} \min\{\mu_{p_1}(p_1), \mu_{p_2}(p_2)\} \quad (5)$$

p_{12s} -də informasiyanın qeyri-səlisliyi B_{12} diskret qeyri-səlis ədədi kimi $P(A_{12})$ qeyri-səlisliyini yaradır. Mənsubiyyət funksiyası $\mu_{B_{12}}$ aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\mu_{B_{12}}(b_{12s}) = \sup(\mu_{p_{12s}}(p_{12s})) \quad (6)$$

$$b_{12s} = \sum_k p_{12s}(x_k) \mu_{A_{12}}(x_k) \quad (7)$$

Nəticədə $Z_{12} = Z_1 * Z_2$ $Z_{12} = (A_{12}, B_{12})$ kimi alınır.

Z-ədədin skalyar ədədə vurulması $(Z = \lambda Z_1, \lambda \in R)$ $Z = (\lambda A_1, B_1)$ kimi təyin edilir [10].

Tərif 3. Z-ədədlərin Qeyri-səlis Pareto optimallıq (QSPO) prinsipi əsasında müqayisəsi [11]. Qeyri-səlis Pareto optimallıq (QSPO) prinsipi çoxmeyarlı alternativlərin Pareto optimallıq dərəcəsini müəyyən etməyə imkan verir. Biz bu prinsipi çoxmeyarlı alternativlərin Z-ədədlərinin müqayisəsinə tətbiq edirik- bir meyar dəyişənin qiymətinin ölçüsü, o biri etibarlılıq ölçüsü ilə əlaqədardır. İki $Z_1 = (A_1, B_1)$ və $Z_2 = (A_2, B_2)$ Z-ədədlərin müqayisəsinə əsaslanan bu üsula uyğun olaraq, $do(Z_1)$ və $do(Z_2)$ Z-ədədlərin optimallığının ümumi dərəcəsini göstərir. Bu dərəcələr komponentlərin üstünlüklərlə birgə qiymətlərinə əsasən hesablanır (0 –minimum, 1 - maksimumdur), hansı ki, Z-ədələrdən biri o birindən üstündür. Əgər $do(Z_1) > do(Z_2)$ -sə, Z_1 Z_2 -dən üstündür.

Tərif 4 [13]. Z-ədədlər arasında məsafə. $Z_1 = (A_1, B_1)$ və $Z_2 = (A_2, B_2)$ arasındakı məsafə aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$D(Z_1, Z_2) = \frac{1}{n+1} \sum_{k=1}^n \left\{ |a_{1\alpha_k}^L - a_{2\alpha_k}^L| + |a_{1\alpha_k}^R - a_{2\alpha_k}^R| \right\} + \frac{1}{m+1} \sum_{k=1}^m \left\{ |b_{1\alpha_k}^L - b_{2\alpha_k}^L| + |b_{1\alpha_k}^R - b_{2\alpha_k}^R| \right\}$$

harada ki, $a_{\alpha}^L = \min A^{\alpha}$, $a_{\alpha}^R = \max A^{\alpha}$, $b_{\alpha}^L = \min B^{\alpha}$, $b_{\alpha}^R = \max B^{\alpha}$.

MƏSƏLƏNİN QOYULUŞU VƏ HƏLLİ.

Z- informasiya əsaslanan çoxmeyarlı qərar qəbulətmə məsələsini nəzərdən keçirək. Fərz edək ki, kimya firması yeni onlayn menecer işə götürməyə çalışır [13]. Firmanın kadr şöbəsi, fayda qiymətləndirmə meyarları kimi bir neçə müvafiq seçmə test təklif edir. Bu tapşırıqda Subyektiv

(müəssisə) və obyektiv (bilik, bacarıq testləri) meyarlar var. Bilik testlərinə dil, professionalıq və təhlükəsizlik daxildir. Bacarıq testləri peşəkar və kompüter bacarıqlarından ibarətdir. Müəssisələr panel və təkbətək müəssisələr daxildir [13]. Siyahıda 5 ixtisaslı namizəd var. Subyektiv və obyektiv meyarlar (burada yalnız kəmiyyət məlumatları) cədvəldə verilmişdir. Cədvəl 1 və Cədvəl 2-də Z-ədədlərlə $f_{ij} = (A_{ij}, B_{ij})$ təsvir olunan subyektiv və obyektiv meyarlar verilmişdir. Hər bir subyektiv və obyektiv meyarların çəkirləri Cədvəl 3-də göstərilir.

Cədvəl .

Z-qiymətli qərar matrisi						
	Obyektiv meyarlar			Subyektiv meyarlar		
	Bilik testəri		Bacarıq testləri			
Dil testi C_1	Professionalı q testi C_2	Təhlükəsizlik testi C_3	Professional bacarıqlar C_4	Kompüter bacarıqları C_5	Panel müəssisə C_6	Təkbətək müəssisə C_7
f_1	(0.4,0.44,0.48) (0.8,0.9,1)	(0.37,0.41,0.45) (0.7,0.8,0.9)	(0.48,0.53,0.58) (0.7,0.8,0.9)	(0.39,0.43,0.47) (0.7,0.8,0.9)	(0.4,0.44,0.48) (0.8,0.9,1)	(0.42,0.47,0.52) (0.6,0.7,0.8)
f_2	(0.42,0.47,0.52) (0.8,0.9,1)	(0.34,0.38,0.42) (0.7,0.8,0.9)	(0.41,0.46,0.51) (0.7,0.8,0.9)	(0.39,0.43,0.47) (0.8,0.9,1)	(0.34,0.38,0.42) (0.6,0.7,0.8)	(0.39,0.43,0.47) (0.6,0.7,0.8)
f_3	(0.39,0.43,0.47) (0.8,0.9,1)	(0.48,0.53,0.58) (0.7,0.8,0.9)	(0.4,0.44,0.48) (0.7,0.8,0.9)	(0.41,0.45,0.5) (0.7,0.8,0.9)	(0.44,0.49,0.54) (0.8,0.9,1)	(0.48,0.53,0.58) (0.6,0.7,0.8)
f_4	(0.39,0.43,0.47) (0.8,0.9,1)	(0.45,0.5,0.55) (0.7,0.8,0.9)	(0.38,0.42,0.46) (0.7,0.8,0.9)	(0.43,0.48,0.53) (0.7,0.8,0.9)	(0.33,0.37,0.41) (0.8,0.9,1)	(0.34,0.38,0.42) (0.6,0.7,0.8)
f_5	(0.42,0.47,0.52) (0.8,0.9,1)	(0.36,0.4,0.44) (0.7,0.8,0.9)	(0.33,0.37,0.41) (0.7,0.8,0.9)	(0.38,0.42,0.46) (0.7,0.8,0.9)	(0.44,0.49,0.54) (0.8,0.9,1)	(0.4,0.44,0.48) (0.6,0.7,0.8)
						(0.41,0.46,0.51) (0.6,0.7,0.8)

Cədvəl 2.

Meyarların vaciblik çəkirləri		
No	Meyarlar	Çəkirlər
C ₁	Dil testi	0.066
C ₂	Professionallıq testi	0.196
C ₃	Təhlükəsizlik testi	0.066
C ₄	Professional bacarıqlar	0.130
C ₅	Kompüter bacarıqlar	0.130
C ₆	Panel müsahibə	0.216
C ₇	Təkbətək müsahibə	0.196

Z-informasiyaya əsaslanan VİKOR üsulunun algoritmindən istifadə edərək qarşıya qoyulmuş məsələni həll etmək. Birinci addımda hər bir meyar üçün ən yaxşı və ən pis nöqtələri müəyyənləşdiririk. $f_j^+ = (0.98 \ 0.99 \ 1)(0.8 \ 0.9 \ 1)$, $f_j^- = (0 \ 0.01 \ 0.02)(0.8 \ 0.9 \ 1)$ (daha etibarlı nöqtələr istifadə olunur).

İkinci addımda hər bir alternativ üçün $R_i = (A_{R_i}, B_{R_i})$ təəssüflük ölçüsü müəyyən olunur:

$$R_i = \max \left[w_j \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)} \right] \quad i = 1, \dots, n. \quad (4)$$

(4)-də istifadə olunan bütün riyazi əməliyyatlar Tərif 2-dən istifadə etməklə həyata keçirilir. $R_i = (A_{R_i}, B_{R_i})$ -ni bütün $f_i, i = 1, \dots, n$ üçün hesalayaraq, aşağıdakı nəticələri alırıq:

$$R_1 = (0.104 \ 0.116 \ 0.129)(0.48 \ 0.65 \ 0.88);$$

$$R_2 = (0.110 \ 0.122 \ 0.135)(0.47 \ 0.65 \ 0.88);$$

$$R_3 = (0.08 \ 0.09 \ 0.106)(0.47 \ 0.64 \ 0.89);$$

$$R_4 = (0.121 \ 0.134 \ 0.149)(0.42 \ 0.57 \ 0.78);$$

$$R_5 = (0.106 \ 0.118 \ 0.131)(0.47 \ 0.64 \ 0.87);$$

Üçüncü addımda, $S_i = (A_{S_i}, B_{S_i})$ faydalılıq ölçüsünün qiymətlərini hesablayırıq:

$$S_i = \sum_{j=1}^n \left[w_j \frac{(f_{ij}^+ - f_{ij}^-)}{(f_j^+ - f_j^-)} \right] \quad i = 1, \dots, n \quad (5)$$

Alınmış nəticə aşağıdakı kimidir:

$$S_1 = (0.5 \ 0.55 \ 0.625)(0.41 \ 0.57 \ 0.78);$$

$$S_2 = (0.52 \ 0.57 \ 0.654)(0.42 \ 0.57 \ 0.78);$$

$$S_3 = (0.43 \ 0.5 \ 0.573)(0.42 \ 0.58 \ 0.78);$$

$$S_4 = (0.5 \ 0.57 \ 0.632)(0.42 \ 0.57 \ 0.78);$$

$$S_5 = (0.49 \ 0.58 \ 0.633)(0.41 \ 0.57 \ 0.77);$$

Dördüncü addımda, bütün alternativlər üçün $Q_i = (A_{Q_i}, B_{Q_i})$ VİKOR indeksini hesablamalıyıq:

$$Q_i = \left[v \frac{(S_i - S^-)}{(S^+ - S^-)} + (1-v) \frac{(R_i - R^-)}{(R^+ - R^-)} \right]. \quad (6)$$

Tərif 3-ə əsasən Z-ədədlərin QSPO prinsipinə əsaslanan müqayisə üsulundan istifadə etməklə S^- , S^+ , R^- , R^+ tapılır:

$$S^- = \min_i S_i; S^+ = \max_i S_i; R^- = \min_i R_i; R^+ = \max_i R_i.$$

S^- , S^+ , R^- , R^+ -nin hesablanmış qiymətləri aşağıdakı kimidir:

$$R^+ = (0.110 \ 0.122 \ 0.135)(0.47 \ 0.65 \ 0.88),$$

$$R^- = (0.08 \ 0.09 \ 0.106)(0.47 \ 0.64 \ 0.89)$$

və

$$S^+ = (0.52 \ 0.57 \ 0.654)(0.42 \ 0.57 \ 0.78) ,$$

$$S^- = (0.43 \ 0.5 \ 0.573)(0.42 \ 0.58 \ 0.78) .$$

VIKOR indeksinin hesablanmış qiymətləri aşağıdakı kimidir: $Q_1 = (-4.8 \ 0.35 \ 10.3)(0.08 \ 0.2 \ 0.45);$

$$Q_2 = (-5.5 \ 0.5 \ 11.8)(0.17 \ 0.24 \ 0.46);$$

$$Q_3 = (-7.35 \ 0 \ 7.35)(0.16 \ 0.28 \ 0.52).$$

$$Q_4 = (-4.95 \ 0.5 \ 10.6)(0.08 \ 0.19 \ 0.44).$$

$$Q_5 = (-4.95 \ 0.57 \ 10.6)(0.07 \ 0.19 \ 0.44).$$

Beşinci addımda, Tərif 3-ə əsasən R, S, Q ölçülərini qiymətləri müqayisə olunur və uyğun ölçülərin ardıcıl düzülmüş qiymətləri Cədvəl 3-də göstərilir.

Cədvəl 3.

R, S, Q ölçülərinin nizamlanmış qiymətləri		
R	S	Q
f_3	f_3	f_3
f_1	f_1	f_5
f_5	f_4	f_1
f_4	f_5	f_4
f_2	f_2	f_2

Altıncı addımda, VIKOR algoritminə əsasən C1 və C2 şərtləri yoxlanılır [14]. For brevity, we don't describe them here (they are described in details in [14]). C1 çərti ödənilir. İndi Q_1 və Q_2 nin qiymətləri arasında fərqi tapırıq. Bunun üçün Tərif 4-dən istifadə etməklə $D(Q_1, Q_2)$ məsafəsini tapırıq. Alınan nəticə $D(Q^1, Q^2) = 5.96 > \frac{1}{4} = 0.25$ olur. Bu onu göstərir ki, f_1 kompromis həlldir.

Nəticə. Bu işdə biz kompromislərin müqayisəsi (VIKOR) üsulunu insan resurslarının idarə olunması məsələsinə tətbiq edirik. Alternativlərin bütün dəyəri Z-ədədlərlə təsvir olunur. Faydalılıq, təəssüf ölçüləri və VIKOR indeksinin hesablanmış Z-ədədli qiymətləri Pareto optimallığın qeyri-səlis prinsipi ilə sıralanır. Nəhayət, VIKOR metodunun iki şərtlərini yoxlanılır. Alınan nəticələr bu yanaşmanın effektivliyini göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Afshari, A.R., Anisseh, M., Shahraki, M.R., Hooshyar, S. PROMETHEE use in Personnel selection .In: Proceedings of the International Conference on Ict Management For Global Competitiveness and Economic Growth in Emerging Economies -ICTM, (2016).
2. Timar, D.R., Balas, V.E. Decision making in Human resources selection methodology. In: 2nd International Workshop on Soft Computing Applications, pp. 123-127. IEEE Xplore, (2007). DOI: 10.1109/SOFA.2007.4318316.
3. Krylovas, A., Dadelo S., Kosareva N., Zavadskas E.K. Entropy–KEMIRA Approach for MCDM Problem Solution in Human Resources Selection Task. Int. J. Inf. Tech. Decis. **16(05)**, 1183-1209 (2017). doi.org/10.1142/S0219622017500274.
4. D'Urso, M. G., Masi D. Multi-criteria decision-making methods and their applications for human resources. Int. arch. photogramm. remote sens. spat. inf. sci. VI, 31–37 (2015).
5. Afshari A.R., Nikolić M., Akbari Z. Personnel selection using group fuzzy AHP and SAW methods. Journal of Engineering Management and Competitiveness. 7(1):3-10 (2017).doi:10.5937/jemc1701003A.

6. Kusumawardani, R.P., Agintiara, M. Application of Fuzzy AHP-TOPSIS Method for Decision Making in Human Resource Manager Selection Process. *Procedia Comput. Sci.* 72, 638 – 646 (2015).
7. Aliev, R.A., Alizadeh, A.V., Huseynov O.H.: The arithmetic of discrete Z-numbers. *Information Sciences* 290, 134-155 (2015).
8. Aliev, R.A., Alizadeh, A.V., Huseynov, O.H.: Jabbarova KI. Z-number based Linear Programming. *International Journal of Intelligent Systems* 30(5), 563-589 (2015).
9. Aliev, R.A., Huseynov, O.H.: Decision theory with imperfect information. Singapore: World Scientific (2014).
10. Aliev, R.A., Huseynov, O.H., Aliyev R.R., Alizadeh, A.V. The Arithmetic of Z-numbers. Theory and Applications. Singapore: World Scientific (2015).
11. Aliev, R.A.; Huseynov, O.H.; Serdaroglu, R. Ranking of Z-Numbers and Its Application in Decision Making. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, Vol. 15, Issue 6, pp. 1503-1519 (2016).
12. Aliev, R. A. ; Pedrycz, W. ; Huseynov, O.H. ; Eyupoglu, S.Z.. Approximate Reasoning on a Basis of Z-Number-Valued If-Then Rules. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol.25, Issue: 6, 1589 – 1600 (2017).
13. Shih, H.-Sh., Shyur, H.-J., Lee, S.E. An extension of TOPSIS for group decision making. *Math. Comput. Model.* 4, 801–813 (2007).
14. Chatterjee, P., Chakraborty S.: Comparative analysis of VIKOR method and its variants. *Decision Science Letters* 5(4), 469-486 (2016).

РЕЗЮМЕ
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИНЯТИЯ Z-ОБОСНОВАННЫХ РЕШЕНИЙ
ДЛЯ ОТДЕЛА КАДРОВ
Джаббаровова К.И.

Ключевые слова: MCDM, индекс VIKOR, Z-число, мера сожаления, мера полезности

Оценка и подбор персонала – это действительно необходимый вид деятельности для любой компании. Некоторые проблемы характеризуются как нечеткостью, так и частичной достоверностью информации.

В данной работе мы применяем один из часто используемых методов VIKOR для такого типа задач. Все значения альтернатив описываются Z-числами, проверяются два условия метода VICOR. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности такого подхода.

SUMMARY
SOLVING THE PROBLEM OF MAKING Z-INFORMED DECISIONS FOR THE HR
DEPARTMENT
Jabbarova K.I.

Key words: MCDM, VIKOR index, Z-number, regret measure, utility measure

Personnel assessment and selection is a really essential activity for the any company. Both fuzziness and partial reliability of information are characterized some of problems.

In this paper, we use one of the commonly used VIKOR methods for this type of task. All values of alternatives are described by Z-numbers, two conditions of the VICOR method are checked. The results obtained indicate the effectiveness of this approach.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	08.05.2021
	Son variant	05.06.2021

UOT 681.2

DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_64

FUZZY OUTPUT MECHANISM FOR CONTROLLING THE OPERATION OF EVAPORATORS CHANNEL BLOWING

ATAYEV GAFAR NARIMAN

Sumgait State University, Sumgait, Azerbaijan

gafar_atayev@mail.ru

Key words: production rule, membership functions, channel blowing

Introduction. One of the main areas of practical application of fuzzy inference systems is the solution of control problems for various objects and processes. In this case, the construction of a fuzzy model is based on a formal representation of the characteristics of the system under study in terms of linguistic variables. Since, in addition to the control algorithm, the main concepts of control systems are input and output variables, they are considered as linguistic variables when forming the rule base in fuzzy inference systems. In the general case, the purpose of control is to determine the values of control variables based on the analysis of the current state of the control object, the implementation of which makes it possible to provide the desired behavior or state of the control object. At present, to solve the corresponding problems, the general control theory is used, within the framework of which various algorithms have been developed for finding the optimal control laws for objects of different physical nature.

The fuzzy control model is based on replacing the classical control system with a fuzzy control system, which is used as a fuzzy inference system. In this case, the fuzzy control model is built taking into account the need to implement all stages of fuzzy inference, and the inference process itself is implemented on the basis of fuzzy inference algorithms. In the presented work, a decision-making model has been developed for blowing the channel of aluminum evaporators.

Establishing a rule base for the control and regulation of channel formation in aluminum evaporators. The module for the formation of a channel for aluminum evaporators includes: hydraulic press GP-200; industrial robot (PR); bell opening device; storage for defective evaporators. The module works as follows: if there is an evaporator blank on the table of the lifting-positioning device, the PR grabs the evaporator blank and moves the bell opening device to the table; the latter turns on and at the end of the technological operation, the PR moves the evaporator blank to the position of the hydraulic press; after installing the blank of the evaporator on the die of the hydraulic press, the PR returns to its original position; then the punch of the hydraulic press and the syringe is turned on; while the syringe moves to the bell of the evaporator; at the end of these operations, the water pump is turned on and the evaporator channel is inflated under pressure; on a signal from a contact pressure gauge, when the set pressure is reached, the water pump, the syringe and the actuator of the die punch are sequentially turned off; when the punch reaches its initial state, the PR arm moves to the blowing position of the hydraulic press, grabs the evaporator and moves the latter to the position of the finished products; then the cycle is repeated similarly to the above.

The rule base of fuzzy inference systems is intended for the formal presentation of empirical knowledge or the knowledge of experts in various problem areas. Fuzzy inference systems use the rules of fuzzy productions, in which conditions and conclusions are formulated in terms of fuzzy linguistic statements of the following form [1]:

RULE «#»: IF A_1 IS α_1 AND A_2 IS α_2 AND ... AND A_{m-1} IS α_{m-1} , TO A_n IS α_n ;

here - the names of linguistic variables, - their values, which correspond to individual linguistic terms from the base term-set of individual linguistic variables.

Input and output linguistic variables are considered given if basic term-sets with the corresponding membership functions of each term are defined for them [2]. In this case, trapezoidal membership functions are used as membership functions of terms. To form the rule base of fuzzy production systems, input and output linguistic variables are defined. The following should be formally used as an input linguistic variable [3]: "*evaporator water pressure*"; "*hydropress pressure efforts*".

Formally, the "*water pump valve*" should be used as the output linguistic variable.

The base of fuzzy products for the control and regulation of channel formation in aluminum evaporators consists of the following rules:

- Rule 1: IF the water pressure in the evaporator channel is large negative AND the pressure of the hydraulic press is large, THEN turn the valve of the hydraulic press water pump at a large angle to the right;
- Rule 2: IF the water pressure in the evaporator channel is negative average AND the hydraulic press pressure is negative average, THEN turn the valve of the hydraulic press water pump valve a small angle to the right;
- Rule 3: IF the water pressure in the evaporator duct is negative small AND the pressure of the hydraulic press is negative small, THEN turn the valve of the water pump of the hydraulic press at a small angle to the right;
- Rule 4: IF the water pressure in the evaporator channel is negative, close to normal AND the pressure force of the hydraulic press is negative, close to normal, THEN leave the valve of the hydraulic pump water pump unchanged;
- Rule 5: IF the water pressure in the evaporator channel is normal, close to normal AND the pressure force of the hydraulic press is normal, close to normal, THEN leave the valve of the hydraulic pump water pump unchanged;
- Rule 6: IF the water pressure in the evaporator channel is positive, close to normal AND the pressure of the hydraulic press is positive, close to normal, THEN leave the valve of the hydraulic pump water pump unchanged;
- Rule 7: IF the water pressure in the evaporator channel is positive small AND the pressure of the hydraulic press is positive small, THEN turn the valve of the water pump of the hydraulic press at a small angle to the left;
- Rule 8: IF the water pressure in the evaporator channel is positive average AND the hydraulic press pressure is positive average, THEN turn the valve of the hydraulic press water pump valve a small angle to the left;
- Rule 9: IF the water pressure in the evaporator channel is positive large AND the hydraulic press positive pressure is large, THEN turn the valve of the hydraulic press water pump at a large angle to the left.

To fuzzify the input variables "*evaporator water pressure*", "*hydraulic press pressure*", a trapezoidal membership function is used, which is given by the following expressions [4]:

$$f(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & \text{if } x \leq a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{if } a \leq x \leq b; \\ 1, & \text{if } b \leq x \leq c; \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{if } c \leq x \leq d; \\ 0, & \text{if } d \leq x \end{cases}$$

where a, b, c, d - some arbitrary real numbers satisfying the condition $a \leq b \leq c \leq d$. We will use the following sets as the term-set of all input linguistic variables:

T = (negative large; negative mean; negative small; negative, close to normal; normal, close to normal; positive, close to normal; positive small; positive mean; positive large).

As a term-set of output linguistic variables, we will use the set

T1 = (large angle to the right; small angle to the right; no change; small angle to the left; large angle to the left).

Fuzzifications of input and output linguistic variables are presented in tables 1-3.

Table 1.

The result of fuzzification of the input linguistic variable "evaporator water pressure"

Term name	a	b	c	d	x	$\mu(x_i)$
Negative small	10.000	15.000	20.000	25.000	10.550	0.110
Negative mean	10.000	15.000	20.000	25.000	11.000	0.200
Negative large	10.000	15.000	20.000	25.000	12.000	0.400
Negative, close to normal	10.000	15.000	20.000	25.000	14.000	0.800
Normal, close to normal	10.000	15.000	20.000	25.000	17.000	1.000
Positive, close to normal	10.000	15.000	20.000	25.000	21.000	0.800
Positive small	10.000	15.000	20.000	25.000	23.000	0.400
Positive mean	10.000	15.000	20.000	25.000	24.000	0.200
Positive big	10.000	15.000	20.000	25.000	24.500	0.090

Table 2.

The result of fuzzification of the input linguistic variable

Term name	a	b	c	d	x	$\mu(x_i)$
Negative small	1.000	2.000	7.000	8.000	1.125	0.125
Negative mean	1.000	2.000	7.000	8.000	1.355	0.355
Negative large	1.000	2.000	7.000	8.000	1.595	0.595
Negative, close to normal	1.000	2.000	7.000	8.000	1.825	0.825
Normal, close to normal	1.000	2.000	7.000	8.000	3.695	1.000
Positive, close to normal	1.000	2.000	7.000	8.000	7.125	0.875
Positive small	1.000	2.000	7.000	8.000	7.525	0.475
Positive mean	1.000	2.000	7.000	8.000	7.735	0.265
Positive big	1.000	2.000	7.000	8.000	7.925	0.075

Table 3.

The result of fuzzification of the input linguistic variable

Term name	a	b	c	d	x	$\mu(x_i)$
1	2	3	4	5	6	7
Large angle to the right	0.510	0.650	0.900	1.000	0.525	0.107
Large angle to the right	0.510	0.650	0.900	1.000	0.545	0.250
Small angle to the right	0.510	0.650	0.900	1.000	0.565	0.393

1	2	3	4	5	6	7
Small angle to the right	0.510	0.650	0.900	1.000	0.595	0.607
Without change	0.510	0.650	0.900	1.000	0.755	1.000
Small angle to the left	0.510	0.650	0.900	1.000	0.925	0.750
Small angle to the left	0.510	0.650	0.900	1.000	0.945	0.550
Large angle to the left	0.510	0.650	0.900	1.000	0.965	0.350
Large angle to the left	0.510	0.650	0.900	1.000	0.985	0.150

Conclusion. A fuzzification procedure for all subconditions of input linguistic variables has been implemented. The degrees of truthfulness of conditions in the rules of fuzzy production are determined. The activation procedure was carried out and the values of the degrees of truth of the subconclusions for each rule were found. The value of the membership function of linguistic variables is calculated. As a result of defuzzification, the quantitative values of the output variables were determined.

REFERENCES

1. Mustafaev V.A. Analysis of fuzzy production models of dynamic interacting processes. // Bulletin of computer and information technologies, –Moscow, –2012, – №5 (95), –p. 25-30.
2. Osuga S. Processing of knowledge: Per. from English. – Moscow: –1986, –293 p.
3. Borisov V.V., Kruglov V.V., Fedulov A.S. Fuzzy models and networks. –M. –Telekom, –2012. – 725 p.
4. Leonenkov A.V. Fuzzy modeling in MATLAB and fuzzy TECH. –SPb.; BHV-Petersburg, – 2005. –717s.
5. Атаев, Г. Н. Программная реализация принятия решений для раздувки канала алюминиевых испарителей / Г. Н. о. Атаев // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2021. – T. 21. – № 3. – С. 61-66. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47176424>

XÜLASƏ

BUXARLANDIRICIDA KANALAÇMA PROSESİNƏ NƏZARƏT ÜÇÜN QEYRİ SƏLİS NƏTİCƏ ÇIXARMA MEXANİZMİ

Atayev Q.N.

Açar sözlər: *produksiyalar qaydası, mənsubluq funksiyası, kanalaçma prosesi.*

Məqalədə buxarlandırıcıların alüminium istehsalında kanalaçma prosesinin idarəolunmasının qərar qəbuletmə modeli işlənmişdir. Qeyri-səlis produksiyalar sisteminə əsaslanan qaydalar bazası yaradılmışdır. Qaydalar bazasının giriş və çıxış linqvistik dəyişənlərinin mənsubluq funksiyası trapesiya şəkilli qeyri-səlis interval şəklində seçilmişdir. Produksiyalar qaydasına daxil olan giriş və çıxış linqvistik dəyişənlərinin fuzzifikasiyası reallaşdırılmışdır. Məntiqi nəticə çıxarmaq üçün Mandani alqoritmi tətbiq edilmişdir. Giriş linqvistik dəyişənlərinin aktivizasiyası və akkumulizasiyası proseduraları reallaşdırılaraq, çıxış linqvistik dəyişəninin kəmiyyət göstəriciləri tapılmışdır.

SUMMARY

**МЕХАНИЗМ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОПЕРАЦИИ РАЗДУВКИ
КАНАЛА ИСПАРИТЕЛЯ**

Атаев Г.Н.

Ключевые слова: *продукционные правила, функция принадлежности, раздувка канала.*

В статье описана модель принятия решений по управлению для контроля процессом в раздувке канала алюминиевых испарителей. База правил создана на основе системы нечетких продукций. Функция принадлежности входных и выходных переменных базы правил была выбрана в виде трапециевидного нечеткого интервала. Произведена фаззификация входных и выходных лингвистических переменных, включенных в базу продукционных правил. Для логического вывода применен алгоритм Мандани. Количественные показатели выходной лингвистической переменной были найдены путем выполнения процедур активации и аккумуляции входных лингвистических переменных.

Daxilolma tarixi:	Ilkin variant	15.09.2021
	Son variant	24.11.2021

УДК 519.71

DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_69

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

ГУСЕЙНЗАДЕ ШАХЛА СУРХАЙ ГЫЗЫ

Сумгаитский государственный университет, доцент

shahla.huseynzade@gmail.com

Ключевые слова: динамические системы, нечеткие состояния, искусственный интеллект, универсумы нечетких параметров, лингвистические параметры, продукционные правила.

Предложен подход к математической формализации представления динамических интеллектуальных систем, учитывающих современное состояние внедрения искусственного интеллекта в динамические системы, с целью устранения имеющего существенного различия между реальными и математически представленными лабораторными объектами.

Введение. Законы функционирования ДС описываются в основном качественными, совместно с ними и количественными параметрами, которые из-за сложности ограничивают и очень часто не разрешают применение традиционных аналитических методов представления, но позволяют задаваться посредством продукционных или эмпирических правил с применением лингвистических параметров. В связи с этим со временем классические строгие математические методы теряют актуальность, так как становятся неадекватными и неэффективными способами моделирования ДС. Одним из препятствующих применению современных приложений интеллектуального моделирования сложных ДС в проблемных областях, являются проблемы формального математического представления среды функционирования и различных его состояний и действий, происшедших между ними при разработке системы.

В начальное время своего существования интеллектуальные системы были, в основном динамическими и относились к автоматическому проектированию функционирования технических систем. Эти работы положили начало исследованиям по ДИС и ставили некоторые фундаментальные выводы: создание технических систем, умеющих принять полезные решения и выполнять при этом соответствующие действия возможно только с развитыми системами автоматического интеллектуального управления. Имеются следующие основные типы ДИС [1]: – динамические экспертные системы; – многоагентные системы; – распределенные интеллектуальные системы; – ИСУ; – системы поддержкой принятия решений. Каждый из типов ДИС имеют свои области применения и отличительные признаки. Процессами особо нуждающимся в интеллектуальном управлении являются выполнения – перемещения предметов, распределение ресурсов, транспортировки грузов, боевые операции, перевозки пассажиров, полетов в дальние расстояния, обнаружения нежелательных вторжений и др. Современные высокие технологии создают основы для теоретических исследований по вопросам управления технологическими процессами на новых принципах [2] ИСУ необходимы при выполнении работ опасных для человека, как в глубине скважин и многих других действий в неопределенных средах [3]. В настоящее время практически нет систем управления, где верхний уровень управления представляется сложной ДИС. Такая система более надежна, но сложна для моделирования, т.к. содержит интеллектуальные алгоритмы управления [4].

Для управления динамическими процессами требуется технология, способная справиться с их возрастающей сложностью. Машинное обучение, обработка естественного языка и робототехника – все это потенциальные инструменты трансформации ДС [5]. Прогнозирующее и гибкое моделирование при проектировании является вкладом для успешных разработок в промышленных областях. Необходимы стабильные, интеллектуализированные и высокоавтоматизированные рабочие процессы, подходящие для работы со сложными системами [6]. При исследовании функционирования сложных ДС (технических, экономических, организационных, технологических, социальных, химических, экологических и др.) и разработке систем управления таких систем, необходимо применение подходов и методов теории ИИ.

С целью оценивания потенциальных преимуществ внедрения ИИ в ДС, определен небольшой объем научных трудов, посвященных этому направлению и анализа проведенных работ определил: что исследователи сделали на данный момент в отношении представления и моделирования ДИС и что требует дальнейшего изучения. Рассмотрены опубликованные в последние годы исследовательские работы и представлена классификация научных материалов по трем критическим структурным параметрам: уровень аналитики, алгоритмы и методы искусственного интеллекта, сектор и отрасль применения.

Основным заключением проведенных исследований в области ДИС является то, что сложное поведение ДС еще далеки от построенных прототипов, используемых в компьютерных лабораториях. Существенное различие имеется между действием и восприятием, между рассуждениями и математическими операциями, между заметно присутствующими действительными и лабораторными поведениями. ДС с подкреплением ИИ проходит через восприятие, рассуждение и действия и, таким образом, ДИС завтрашнего дня будет готова информировать о поведении ОУ не только на основе анализа генерированных данных и моделирования, но и на основе экспериментального дизайна мышления. Интеллектуальная теоретическая основа подчеркивает активное восприятие, динамическое планирование и использование структурных закономерностей как ключевых операций для разумного поведения в неопределенных, изменяющихся во времени средах. Такой план задач позволяет изучать гибкие и обобщаемые, но контролируемые модели поведения и, в свою очередь, они позволяют использовать столпы интеллекта – гибкость, предсказание и обобщение свойств [7].

ДИС – удовлетворяют принимаемому определению ДС, одновременно, их динамика описывается продукционными правилами ИС, а состояния описываются временными параметрами, зависящими от переменных количественного (относительно времени) и качественного (относительно логических соотношений) характера.

Учитывая вышесказанные, основные аспекты о внедрении ИИ в ДС, формально ДИС можно представить набором:

$$DIS = \{MT, SS, UI, VII, IV, UO, VOI, OV, \overline{STF}, OD\},$$

где:

- MT (moments in time) – множество моментов (интервал определения) времени;
- SS (set of states) – множество нечетких состояний;
- UI (universes of input parameters) – универсумы входных параметров;
- VII (values of input impacts) – множество нечетких значений входных воздействий;
- IV (input values) – непустое множество допустимых нечетких входных параметров, которые в отдельные моменты времени генерируют конкретные нечеткие значения входных воздействий: $IV \times MT \rightarrow VII$;
- UO (universes of output parameters) – универсумы выходных параметров;
- VOI (values of output impacts) – множество нечетких значений выходных величин;

- OV (output values) – множество нечетких выходных параметров, которые в отдельные моменты времени генерируют конкретные нечетких значений выходных величин: $OV \times MT \rightarrow VOI$;
- $\overline{STF}$ (state transition function) – переходная функция состояния, которая с изменением моментов времени отображает нечетких входных параметров зависимо от состояний системы:

$$STF : MT \times MT \times SS \times IV ;$$

- OD (output display) – отображение, которое в конкретные момент времени зависимо от состояния системы определяет нечетких значений выходных величин: $OD : MT \times SS \rightarrow VOI$.

Заключение. Разработана математическая формализация представления динамических интеллектуальных систем. Предложенная формализация может быть полезной при моделировании сложных ДС систем, функционирующих в неопределенной среде, особенно при больших размерностях элементов системы, множеств нечетких состояний и входных воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем. –М.: Финансы и статистика, ЦИФРА М, –2010. – 432 с.
2. Nəsirova, E. Ə. Q. Çevik istehsalat sisteminin idarəetmə funksiyalarının biliklərin müxtəlif təsvir üsulları ilə modelləşdirilməsi məsələləri / E. Ə. Q. Nəsirova // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 3. – P. 63-69. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44220000>
3. Осипов Г.С. Динамические интеллектуальные системы // Искусственный интеллект и принятие решений, – 2008. –№ 1, –С. 47-54.
4. Гусейнзаде, Ш. С. г. Разработка программного обеспечения автоматизации преобразования конечного автомата в сеть Петри / Ш. С. г. Гусейнзаде // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – T. 20. – № 3. – С. 55-62. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44219999>
5. Riahi, Y. Artificial intelligence applications in supply chain: A descriptive bibliometric analysis and future research directions / Y. Riahi, T. Saikouk, A. Gunasekaran, [et al.] // Expert Systems with Applications. –2021. – V. 173. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114702>
6. Weiss, H. Multiscale Materials Modeling in an Industrial Environment / Weiss H., Deglmann P., Veld P.J., [et al.] // Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering – 2016. – V. 7, – p. 65-86. DOI:10.1146/annurev-chembioeng-080615-033615
7. Noel, J.P. Supporting generalization in non-human primate behavior by tapping into structural knowledge: Examples from sensorimotor mappings, inference, and decision-making / J.P. Noel, B. Caziot, S. Bruni, [et al.] // Progress in Neurobiology. – 2021. –V. 201.

XÜLASƏ

DİNAMİK İNTELLEKTUAL SİSTEMLƏRİN TƏQDİM OLUNMASININ RİYAZİ FORMALLAŞDIRILMASI

Hüseynzadə Ş.S.

Açar sözlər: *dinamik sistemlər, qeyri-səlis vəziyyətlər, süni intellekt, qeyri-səlis parametrlərin universumları, lingvistik parametrlər, produksiya qaydaları.*

Süni intellektin dinamik sistemlərə tətbiq edilməsinin müasir vəziyyəti nəzərə alınmaqla, həqiqi obyektlər və riyazi olaraq təqdim olunan laboratoriya obyektləri arasındakı əhəmiyyətli fərqi aradan qaldırmaq məqsədi ilə dinamik intellektual sistemlərin təqdim olunmasının riyazi formallaşdırılması üçün bir

yanasma təklif olunmuşdur. Təqdim olunan formallaşdırma qeyri-müəyyən mühitdə fəaliyyət göstərən mürəkkəb dinamik sistemlərin modelləşdirilməsində faydalı ola bilər.

SUMMARY

MATHEMATICAL FORMALIZATION OF THE REPRESENTATION OF DYNAMIC INTELLIGENT SYSTEMS

Huseynzade Sh.S.

Key words: *dynamic systems, fuzzy states, artificial intelligence, universes of fuzzy parameters, linguistic parameters, production rules.*

An approach to the mathematical formalization of the representation of dynamic intelligent systems is proposed, which takes into account the current state of the introduction of artificial intelligence into dynamic systems, with the aim of eliminating the significant difference between real and mathematically represented laboratory objects. The presented formalization can be useful in modeling complex dynamic systems operating in an uncertain environment.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.07.2021
	Son variant	15.09.2021

İSTEHSALATIN AVTOMATLAŞDIRILMIŞ İDARƏETMƏ SİSTEMİNİN İNFORMASIYA-ÖLÇMƏ ELEMENTLƏRİNİN VERİLƏNLƏR BAZASININ YARADILMASI

ƏLİYEVƏ SƏBİNƏ BALAKİŞİ qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti,

sabina-1975mm@mail.ru

***Açar sözlər:** çevik istehsal sistemi, avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi, verilənlər bazası, biliklər bazası.*

ÇİS-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin layihələndirilməsi prosesinin ilkin mərhələsində onun informasiya-ölçmə və idarəetməsinin aktiv elementlərinin axtarışı və seçilməsi, verilənlər bazasının yaradılması, idarəetmə alqoritminin modelləşdirilməsi kimi çoxmərhələli proseduralardan və əməliyyatlardan ibarətdir [1, 2]:

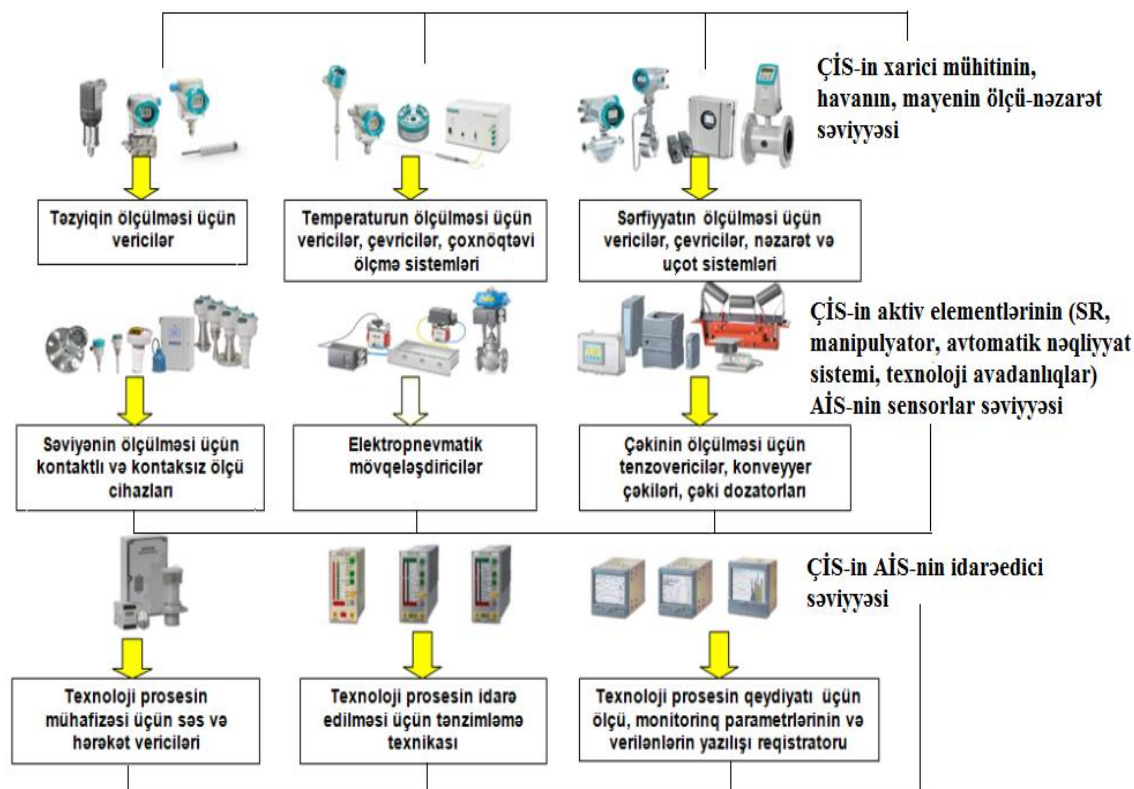
1. Texnoloji avadanlıqların əməliyyatlarına uyğun olaraq vericilərin və icra mexanizmlərinin tiplərinin və sayının təyin edilməsi.
2. Sənaye robotlarının və manipulyatorlarının yerdəyişmə və yükləmə-boşaldılma əməliyyatlarına uyğun olaraq vericilərin və icra mexanizmlərinin tiplərinin və sayının təyin edilməsi.
3. Sənaye robotlarının təhlükəsizlik əməliyyatlarına nəzarət edən texniki görmə sisteminin tipinin və mövqeyinin təyin edilməsi.
4. Texnoloji avadanlıqlarda, sənaye robotlarında, manipulyatorda, xüsusi modullarda və avtomatik nəqliyyat xətlərində normativ təzyiq, emalətmə dərəcəsi, ətraf mühitin rütubətliyi, temperatur parametrlərinə nəzarət edən manometr, rütubətlik vericisinin, termocütün tiplərinin və sayının təyin edilməsi.
5. İstehsal xəttində hazır məhsulun keyfiyyət standartlarına nəzarət sisteminin müəyyənləşdirilməsi.

Yuxarıda qeyd olunan informasiya-ölçmə və idarəetmə elementləri, onların ÇİS-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi ilə qarşılıqlı interfeysinin iyerarxik quruluşu təklif edilir (Şəkil 1).

Şəkil 1-dən göründüyü kimi, ÇİS-in aktiv elementlərinin səmərəli idarə edilməsi üçün vacib layihə məsələlərindən biri AİS-in informasiya-ölçmə və idarəetmə vasitələrinin (vericilərin, icra mexanizmlərinin, tənzimləyicilərin, texniki nəzarət, proqramlaşdırılan məntiqi kontroller və kommunikasiya sistemi) seçilməsi və ÇİS-in AİS-inin verilənlər bazasının idarəetmə sisteminin yaradılmasıdır [3]. Bu məqsədlə, ilk olaraq tədqiq olunan istehsalatın spesifikasiyası, onun aktiv elementlərinin texnoloji əməliyyatlarının növləri, məhsulun keyfiyyətinə nəzarət prinsipləri təhlil edilərək, relyasion üsulla verilənlər bazası qurulur (Cədvəl 1).

ÇİS-in aktiv elementlərinin texnoloji iş prosesində xətti və fırlanma yerdəyişmə hərəkətlərinə görə vericilərin seçilməsi daha dəqiq və etibarlı təmin olunur. Bununla əlaqədar olaraq, ÇİS-in əsas aktiv elementi olan, sənaye robotunun yerinə yetirildiyi texnoloji əməliyyatına görə, tam xəta təyin olunur:

$$\Delta_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Delta S + \sum_{i=1}^n \Delta \varphi \leq [\Delta], \quad (1)$$



Şəkil 1. *ÇİS-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi ilə informasiya-ölçmə, nəzarət elementlərinin iyerarxik quruluşu*

Cədvəl 1.

Kod	ÇİS-in aktiv elementi	AİS-in informasiya-ölçmə elementi	AİS-in idarəedici elementi	AİS-in tənzimləmə elementi	AİS-in texniki nəzarət elementi
A111	Texnoloji avadanlıq	Əməliyyatın başlanğıcını və sonunu qeyd edən verici (2 ədəd)	Proqramlaşdırılan məntiqi kontroller		Avadanlığın texniki nəzarət sistemi
A112	Sənaye robotu	Xətti, bucaq yerdəyişmə vericisi (4, 2 ədəd)			Texniki görmə sistemi
A113	Avtomatik nəqliyyat xətti	Tərtibatı mövqeləşdirən verici (2 ədəd)		Sürət tənzimləyicisi (1 ədəd)	Tərtibatın keyfiyyətinin nəzarəti sistemi
A114	Soba	Termocüt		Termotənzimləyici (1 ədəd)	
A115	Kompressor	Havanın təzyiqini ölçən verici			
A116	İstehsalatın temperatur rejimi			Termotənzimləyici (1 ədəd)	
A117	İstehsalatda gərginlik rejimi			Gərginlik tənzimləyicisi (1 ədəd)	

burada, ΔS –xətti yerdəyişmə hərəkətindən asılı yaranan xəta; $\Delta\varphi$ fırlanma yerdəyişmə hərəkətindən asılı yaranan xəta; $[\Delta] = \frac{\Delta_s}{K_\Delta}$, $K_\Delta = 1.2$ –ehtiyat əmsalıdır.

Δl , Δh , φ yerdəyişmələrdən asılı olaraq mövqeləşdirmə xətası X, Y və Z koordinatlarına uyğun təyin edilir.

Z koordinatına paralel xətti yerdəyişmələr üçün ümumi mövqeləşdirmə xətası aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\Delta z = \frac{\Delta h \sin \varphi K_\Delta}{D_n} + \frac{\Delta l K_\Delta}{D_n} = \frac{2 \cdot 0.45 \cdot 1.2}{32768} = 0.000033 \text{ m} = 0.033 \text{ mm} \quad (2)$$

burada, AD-15B tipli verici üçün $D_n=32768$ -vericinin diskret çevirmədə impulsların sayıdır (cədvəl 2).

Cədvəl 2.

İcra mexanizminin tipi	İşçi həcm	Nominal fırlanma momenti	Porşenin diametri $d_g=d_c$ (mm)	Porşenin uzunluğu L (mm)
E32G18-22	20	490	80	520
E32G18-23	40	980	100	555
E32G18-24	80	1250	120	660
E32G18-25	160	1500	140	700
E32G18-26	240	1800	155	720

Y və –Y koordinatlarına uyğun xətti yerdəyişmələr üçün ümumi mövqeləşdirmə xətası aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\Delta_y = \frac{\Delta l_1 \cos \varphi K_\Delta}{D_n} + \frac{\Delta l K_\Delta}{D_\Delta} = \frac{0.7 \cdot 1.2}{32768} = 0.000026 \text{ mm} = 0.026 \text{ mm} \quad (3)$$

ÇİS-in idarəetmə elementlərindən biri də icra mexanizmləridir. Bu elementin seçilməsi üçün məntiqi və riyazi üsullarla modelinin qurulması tələb olunur. Bu məqsədlə sənaye robotunun hər-bir hərəkət trayektoriyasına uyğun icra mexanizminin normativ parametrləri təyin olunur.

Z koordinatına uyğun dönmə hərəkəti üçün sənaye robotunun icra mexanizminin seçilməsi məqsədi ilə porşenin sahəsi və porşenin a_g giriş və a_c çıxış keçid kəsiklərinin sahələri təyin edilir və məntiqi şərtlərlə yoxlanılır:

Əgər

$$a_1 = \frac{755 p_m}{F V_2} = \frac{755 \cdot 0.5}{10.5 \cdot 0.5} = 72 \text{ və } a_2 = \frac{p_m}{F_i} = 6.4 \quad (4)$$

burada $F=10.5$ H, onda porşenin a_g giriş və a_c çıxış keçid kəsiklərinin sahələri aşağıdakı formada təyin edilir:

$$a_g = \frac{u}{a_1}; \quad a_c = \Omega a_g, \quad (5)$$

burada, $V_1=0.5$ m/s - «RIMP- 401» tipli sənaye robotunun Z oxu boyunca xətti yerdəyişmə sürətidir; $V_2=0.5$ m/s - «RIMP- 401» tipli sənaye robotunun Y oxu boyunca xətti yerdəyişmə sürətidir; $V_3=120$ °/s - «RIMP- 401» tipli sənaye robotunun Z oxu ətrafında dönmə sürətidir; F –icra mexanizminin gücüdür.

Məntiqi-produksiya üsulu ilə icra mexanizmin seçilməsi alqoritmi aşağıdakı kimi ifadə olunur [4]:

Əgər (intiqaalın giriş və çıxış kanalları bərabərdirsə),

Onda (maqistralda təzyiq $p_m = 0.5$ Mpa).

Əgər (icra mexanizmin porşenin dayanıqlıq şərti

$$\delta = V_2 \sqrt{\frac{10^3 m_i}{F l_0}} = 0.5 \sqrt{\frac{1000 \cdot 0.003}{10.5 \cdot 1.2}} = 0.24 \leq 0.25 \quad (6)$$

sənaye robotunun sərbəstlik dərəcəsinə görə ödənilirsə (burada, $F = 10.5 \text{ H}$, $V_2 = 0.5 \text{ m/s}$),

Əgər (intiqaalın silindri birtərəflidirsə),

Onda ($\Omega = 0.5 \Rightarrow u = 10.5 \text{ \& } 1/x = 1.5$) $\wedge$ (icra mexanizmin porşenin sahəsi

$$Sp = \frac{1}{x a_2} = \frac{1.5}{6.4} = 0.234 \text{ m}^2)$$

Əgər (intiqaalın silindri ikitərəflidirsə),

Onda ($\Omega = 1 \Rightarrow u = 9.5 \text{ \& } 1/x = 0.95$) $\wedge$ (icra mexanizmin porşenin sahəsi

$$Sp = \frac{1}{x a_2} = \frac{0.95}{6.4} = 0.15 \text{ m}^2)$$

$$li \Rightarrow \{\Delta l, \Delta h, \varphi l_0\}; \quad mi = Ail_0\rho_i = 0.005 \cdot 1.2 \cdot 0.5 = 0.003$$

burada $Ai = \pi Rb^2 = 3.14 \cdot 0.04^2 = 0.005 \text{ m}^2$ sənaye robotunun irəli və ya geri hərəkət edən bəndinin kəsiyinin sahəsidir ($Rb = 0.04 \text{ m}$); $l_0 = 1.2 \text{ m}$ bəndin uzunluqudur; $\rho_i = 0.5$ irəli və ya geri hərəkət edən bəndin materialının tutumudur.

Sənaye robotunun intiqalının a_g , a_c giriş və çıxış diametrlərini təyin etmək üçün aşağıdakı məntiqi alqoritm tərtib edilir.

$$\text{Əgər} \quad a_g = \frac{u}{a_1} = \frac{10.5}{72} = 0.146$$

$$a_c = \Omega a_g = 0.5 \cdot 0.146 = 0.073$$

Onda (intiqaalın a_g , a_c giriş və çıxış diametrləri

$$d_g = d_c = \sqrt{\frac{a_c}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.073}{3.14}} = 0.15 \text{ m}.$$

Alınmış diametrlərin qiymətləri ($\text{round}(dg) - dsg \rightarrow \min$, ($\text{round}(dc) - dsc \rightarrow \min$) şərtləri ilə yoxlanaraq E32G18-26 standart pnevmatik intiqal cədvəl 2-dən seçilir.

Relyasion üsulla yaradılan ÇİS-in idarəetmə elementlərinin verilənlər bazası və ÇİS-in aktiv elementlərinin vericilərinin, icra mexanizmlərinin seçilməsi üçün riyazi və məntiqi-produksiya üsulları layihə olunan idarəetmə sisteminin informasiya-ölçmə və icraetmə proseslərinin dəqiqliyini və etibarlılığını artırmağa imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Kazimov N.M., Yusifov Ə.A., Xəlilov S.A., Ağayev U.X. Sensor sistemlərinin əsasları. Dərs vəsaiti. –Sumqayıt: SDU, –2011, –129 s.
2. Мамедов Дж.Ф., Абдуллаев Г.С., Генжелиева Г.Г., Валиева Б.А., Ш.Т. Мамедова Исследование измерительно-управляющей системы на базе гибкого производственного участка // Информационные технологии для принятия интеллектуального решения +модели и алгоритмы прикладной оптимизации. 6-ая всероссийская научная конференция. Уфимский государственный авиационный технический университет. –Уфа. –2018. –28-31 мая, –с.112-129
3. Фрайден Дж. Современные датчики / Перевод с английского Ю. А. Заболотной под редакцией Е. Л. Свинцова. ТЕХНОСФЕРА . –М.: Техносфера, –2005, – 430 с.
4. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Учебник. – СПб.: Питер, –2000. –324 с.
5. Muradli, Z. M. Q. Mexaniki yigim sahəsinin İdarəetmə alqoritmünün məlumat bazasının qurulması və Petri şəbəkəsi ilə tədqiqi / Z. M. Q. Muradli // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 3. – P. 85-91.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=44220003>

РЕЗЮМЕ
СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ

Алиева С.Б.

Ключевые слова: *гибкая производственная система, автоматизированная система управления, база данных, база знаний.*

Путем анализа вопросов создания информационного обеспечения на этапах проектирования автоматизированных систем управления (АСУ) гибких производственных систем (ГПС) были определены цель статьи и основные проблемы исследования. Для решения вопроса о создании информационного обеспечения при проектировании АСУ ГПС реляционным методом были выбраны информационно-измерительные и управляющие элементы АСУ и создана база данных в табличной форме. Созданная реляционным методом база данных элементов управления ГПС и точный выбор датчиков, исполнительных механизмов активного элемента ГПС (на примере промышленного робота) обеспечиваются математическими и логико-производственными методами.

SUMMARY
CREATION OF DATABASE OF INFORM-MEASURED ELEMENTS FOR AUTOMATED
CONTROL SYSTEM OF A MANUFACTURE ENTERPRICES
Aliyeva S.B.

Keywords: *flexible manufacture system, automated control system, database, knowledge base.*

By means of analyzing the issues of creating information support at the design stages of automated control systems (ACS) of flexible manufacture systems (FMS), the purpose of the article and the main research issues were identified. For the issue of creating of information support at the design of FMS ACS by relational method information-measuring and control elements of the active elements of ACS were selected and a database in tabular form was established. The database of control elements of the FMS created by the relational method and the exact selection of transmitters, execution mechanisms of the active element of the FMS (on an example of an industrial robot) are provided by mathematical and logical-production methods.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	19.05.2020
	Son variant	11.10.2021

SƏNAYE ROBOTUNUN İDARƏETMƏ SİSTEMİ ÜÇÜN ANALOQ TIPLİ ELEKTROMAQNİT VERİCİLƏRİN SEÇİLMƏSİ VƏ KONSTRUKTOR LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ

VƏLİYEVA BƏNÖVŞƏ ASLAN qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, dissertant

veliyeva.67@bk.ru

Açar sözlər: sənaye robotu, analoq tipli elektromaqnit verici, verilənlər bazası, avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi, SCADA, konstruktor layihəsi.

Avtomatlaşdırılmış istehsal müəssisələrinin və onların texniki sistemlərinin layihələndirmə prosesində onun birbaşa çevikliliyinə, etibarlılığına, məhsuldarlığına və bütövlükdə sistemin səmərəliliyinə təsir edən məsələ onların idarəetmə sisteminin işlənməsidir. Layihələndirmə təcrübəsi göstərir ki, mürəkkəb texniki sistem hesab olunan sənaye robotu (SR) müxtəlif təyinatlı istehsal modullarının, robototexniki komplekslərinin, texnoloji avadanlıqlarının qarşılıqlı funksional, informasiya, təminedicilik əlaqələrinə hesabına fəaliyyət göstərir [1]. SR-in quruluşunun mürəkkəbliyini, çoxsaylı qarşılıqlı əlaqələrini, çoxçeşidli məhsulların daşınmasını nəzərə alaraq, onun avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin informasiya təminatının qurulmasında informasiya – ölçmə sistemləri səviyyəsində informasiya-axtarış və seçim altsisteminin (İASA) yaradılması tələb olunur [2, 3]. Bunun üçün SR-in müxtəlif tətbiq sahələrinə görə avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin İASA-nın tətbiqi nəticəsində analoq tipli elektromaqnit vericilər (ATEV) qlobal şəbəkə sistemindən axtarılaraq, seçilir və sahələrə görə verilənlər bazasının idarəetmə sistemi yaradılır.

SR-in idarəetmə sistemi üçün ATEV-in verilənlər bazasının yaradılması.

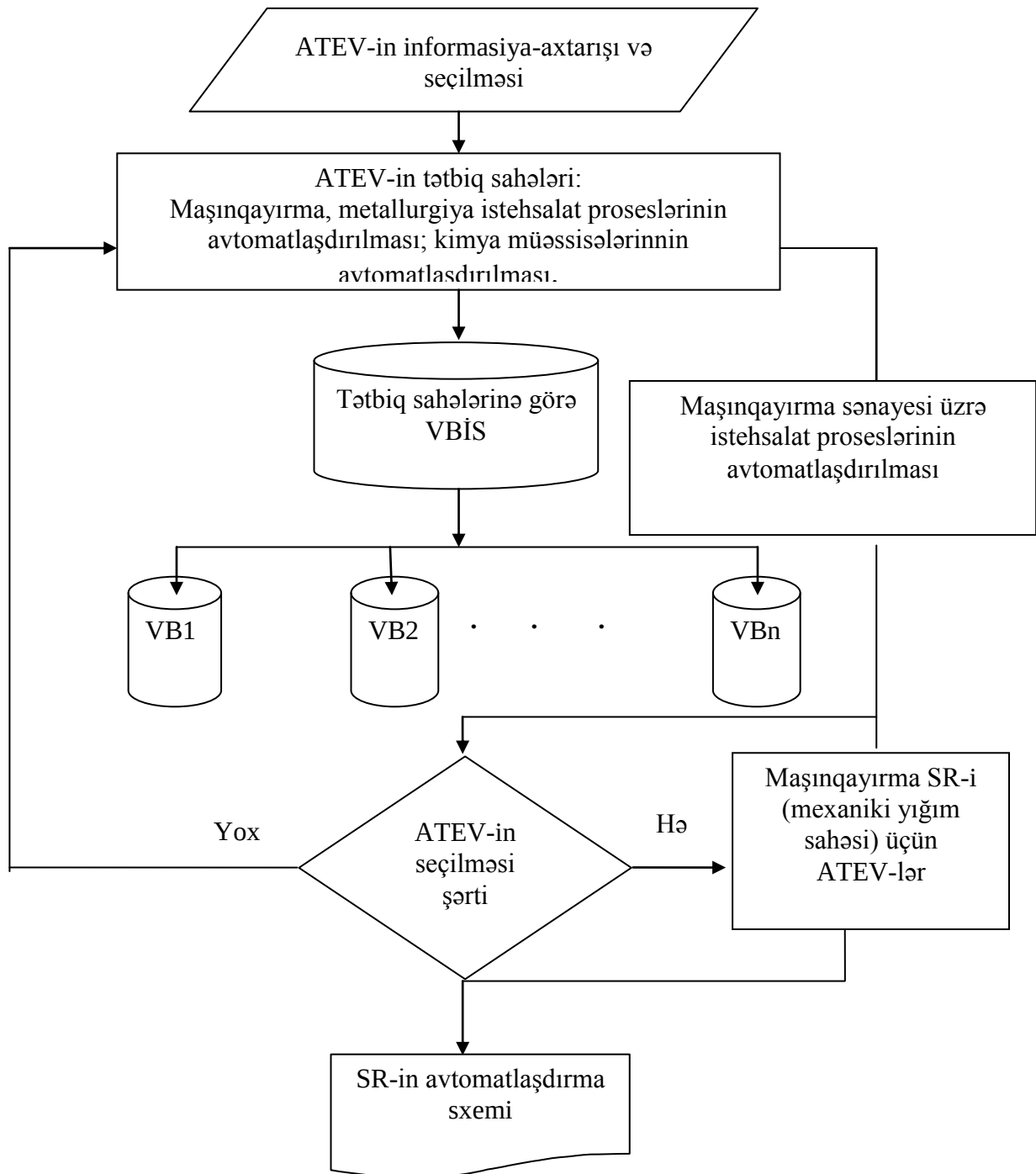
ATEV-in verilənlər bazasının idarəetmə sistemində (VBİS) maşınqayırma, cihazqayırma, metalurgiya və s. sənaye sahələri üzrə texnoloji avadanlıqlar, sənaye robotları, manipulyatorlar və nəqliyyat xəttləri üçün xüsusi elektromaqnit vericilərin ayrı ayrı verilənlər bazaları ($VB_{ev.i}$) formalaşır. ATEV-in informasiya- axtarışı, seçilməsi və verilənlər bazasının formalaşması algoritminin blok – sxemi şəkil 1-də təsvir olunur.

Məlum olduğu kimi SR-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin layihələndirmə prosesində qoyulan standartlara əsasən texniki tapşırıq, texniki təklif, eskiz layihəsi, işçi layihə, sınaq və istehsalatda tətbiqi mərhələlərində həyata keçirilir [4]. Bu mərhələlərdən daha əhəmiyyətli, yaradıcılıq nöqtəyi nəzərdən yüksək intellekt tələb edən, yeni informasiya texnologiyasının və kompüter texnikasının geniş istifadə imkanlarının nəzərə alınan mərhələ – SR-in idarəetmə və nəzarət sisteminin avtomatlaşdırılmış texniki təklif mərhələsidir. Çünki texniki təklif mərhələsində tətbiq sahəsinə görə dəqiq seçilən elektromaqnit vericilər, sonrakı eskiz layihələndirmə mərhələsində AİS-in səmərəli arxitekturasının qurulmasına, idarəetmə algoritminin modelləşdirilməsinə və proqramın kompüter eksperimentləri ilə düzgün qiymətləndirilməsinə imkan yaradır.

SR-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin arxitekturasının informasiya – ölçmə altsistemi səviyyəsində ATEV-in verilənlər bazalarının təşkili üçün aşağıdakı prosedurlar həyata keçirilir [5]. Texnoloji avadanlıqların əməliyyatlarına uyğun olaraq seçilən elektromaqnit vericilərin tipləri, texniki göstəriciləri, tətbiq mövqeləri və sayı təyin olunur.

Sənaye robotlarının təhlükəsizlik hərəkət trayektoriyasının işçi zonasına nəzarət edən elektromaqnit vericilərin tipləri, texniki göstəriciləri və yerləşdirilmə mövqeyləri müəyyən edilir.

İstehsalatın nəqliyyat xətlərinin hərəkətlərini tənzimləyən elektromaqnit vericilərin tipləri, texniki göstəriciləri və yerləşdirilmə mövqeyləri müəyyən edilir.



Şəkil 1. Tətbiq sahələrinə görə SR-də ATEV-in informasiya- axtarışı, seçilməsi və verilənlər bazasının formalaşması algoritminin blok-sxemi

SR-in avtomatlaşdırma sxemi üçün ATEV-in seçim prosesi bu sahədə olan hazır layihələrinin müqayisəli təhlilindən başlanılır. Nəzərə alsaq ki, ATEV-in mövcud layihələrinin geniş təhlili aparılaraq [6], sonrakı mərhələdə onların seçilməsi üçün məntiqi – modelləşdirmə, riyazi optimallaşdırma üsullarından, kompüter eksperimentlərindən və virtual layihələndirmə prosedurundan istifadə etmək daha məqsədəuyğundur.

SR-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi üçün seçilən ATEV-lərlə kommunikasiya vasitələrinin, idarəedici sistemlə (proqramlaşdırılan məntiqi kontroller), operativ əlaqə vasitələrinin, köməkçi və servis avadanlıqlarının, montaj və kabel materiallarının, informasiya-idarəetmə kompleksinin, lokal və global şəbəkə vasitələrinin sazlanması prosesi təmin olunur. Bu mərhələdə robototexniki kompleksin avtomatlaşdırılmış idarəetmə və nəzarət sisteminin SCADA-ilə ATEV-lərin vizual informasiya əlaqələri, operator və dispetçer modullarının kompanovkası və əlaqə kanallarının quraşdırılması işləri həyata keçirilir. ATEV-lərdən idarəedici sistemə informasiyanın ötürülməsi, toplanılması və emal edilməsi məsələləri nəzərdən keçirilir.

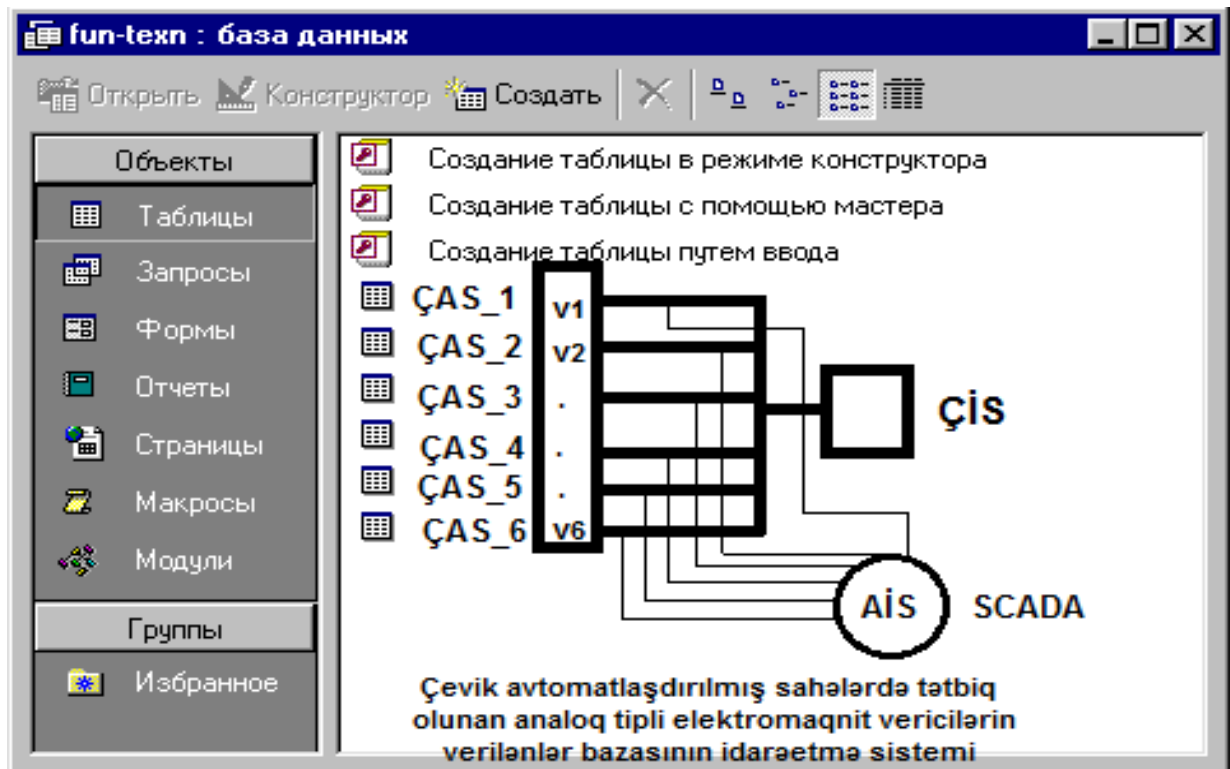
SR-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin arxitekturasının vericilər səviyyəsində ATEV-ilərin istehsalatın texnoloji prosesinə görə modelləşdirilməsi produksiyalı təsvir üsulunun, semantik və freym şəbəkəli evristik modellərinin, qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin modelləri əsasında formalaşır. İstifadə olunan məntiqi simvollar, implikasiyalar və qaydalar idarəetmə və nəzarət elementlərinin optimal seçilməsini, etibarlı və çevik şəkildə texnoloji avadanlığın, sənaye robotunun, manipulyatorun və avtomatik nəqliyyat xəttinin idarəedici alqoritminin yaradılmasını təmin edir.

SR-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin arxitekturasının informasiya – ölçmə səviyyəsində ATEV-in konstruksiyasının layihələndirilməsi, hissələrin materialının seçilməsi və əsaslandırılması, elektroenergetik xarakteristikalarının tədqiqi, idarəedici təsirlərin, siqnalların kommunikasiyasının və şəbəkə marşrutlarının tədqiqi üçün ədəddi hesablama, optimallaşdırma, matris, integrallama və differensial hesablama üsulları ilə riyazi təminatın modelləri qurulur.

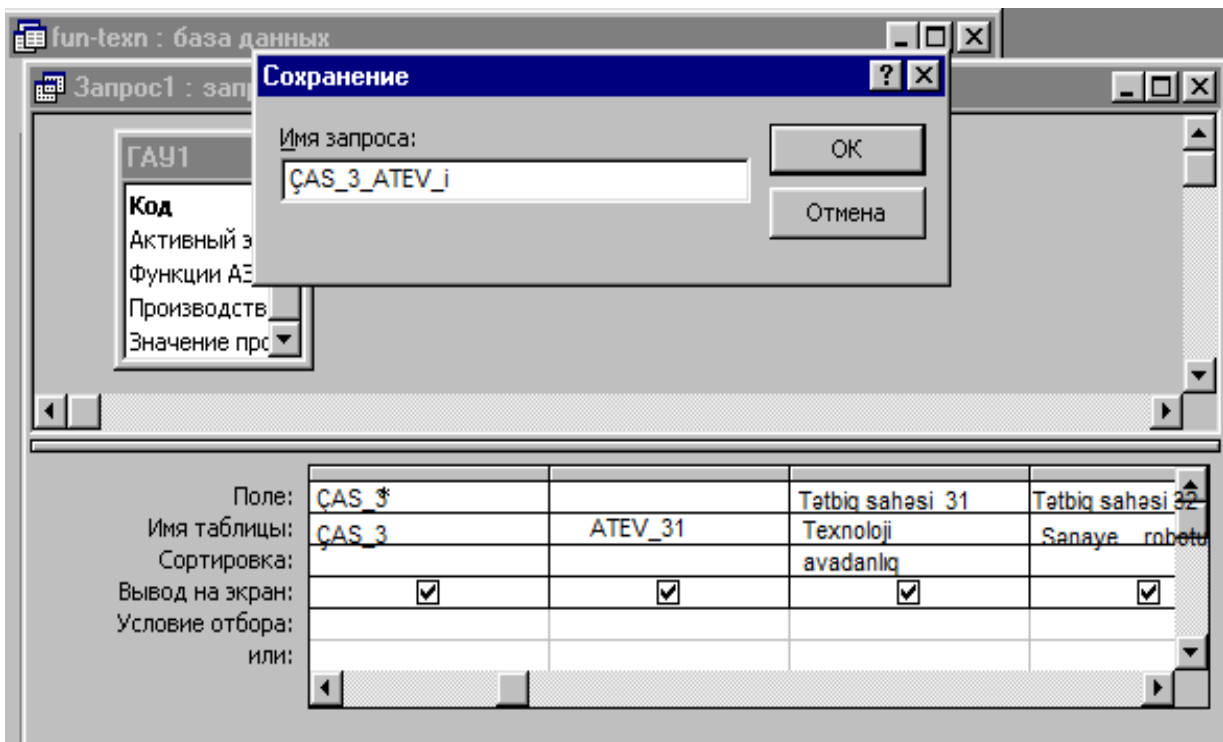
Avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin arxitekturasının informasiya – ölçmə səviyyəsində ATEV-in verilənlər, biliklər bazasının idarəetmə sistemləri və onların alətləri (verilənlər və biliklər bazası, informasiya-axtarış altsistemi) MS Access proqramında qurulur [7]. Verilənlər və biliklər bazasının idarəetmə sistemləri aləti ilə təmin olunan informasiya təyinatlı altsistemə alqoritmik və riyazi məsələlərin həlli nəticəsində ədədi, məntiqi, mətn və qrafik tipli verilənlər daxil edilir. Cədvəl və sorğular proqram sahələrindən ibarət MS Access sistemində verilənlər bazası relyasion cədvəl üsulu ilə işlənir (şək. 2). Axtarış əməliyyatı sorğu blokunda açar ifadəsinin daxil edilməsi nəticəsində həyata keçirilir. Açar məlumatı ədədi (texnoloji əməliyyatlarının yerinə yetirilməsinin dövrü qiymətini əks etdirir), mətn (əməliyyat növünü) və məntiqi (produksiya əmrləri) şəkildə kombinasiyalı ifadə ilə daxil edilir. Nəticədə verilənlər bazasından seçilən idarəetmə sisteminin əməliyyatları sorğu ifadəsinin qiymətlərinə uyğun cədvəl şəklində əks olunur (şək. 3).

SR-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin arxitekturasının informasiya-axtarış səviyyəsində ATEV-lərin seçilməsi, konstruktor layihələndirilməsi, materialın seçilməsi, komputer eksperimentləri üçün proqram təminatı aşağıdakı altsistem sahələrini özündə əks etdirir:

1. İdarəetmə alqoritmələrinin proqram modulu;
2. ÇİS-in idarəetmə elementlərinin verilənlər bazasının və informasiya-axtarış proqram modulları;
3. Riyazi və alqoritmik üsullarla yaradılan modellərinin realizəsi üçün proqram modulları (MathLab);
4. Animasiya və virtual kompüter tədqiqatı modellərinin reəalizə edən proqram modulları (Labview);
5. SR-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin lokal şəbəkədə işini təmin edən TRACE MODE proqram modulu.
6. SR-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin ümumi arxitekturası ilə integrasiyasını təmin edən proqram modulu (SCADA).
7. SR-in idarəetmə sisteminin təhlükəsizliyini, emal edilməsini, arxivləşdirilməsini, defraqmentasiyasını, formatlaşdırılmasını, dispetçer edilməsini, sazlanmasını və digər xüsusi proqram alətlərlə qarşılıqlı əlaqəni təmin edən Windows əməliyyat sistemi.



Şəkil 2. SR-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin SCADA arxitekturasında ATEV-lərin verilənlər bazasının idarəetmə sistemi



Şəkil 3. ATEV-in verilənlər bazasından sorğusu və onun nəticəsi olaraq seçilməsi

SR-də mürəkkəb texnoloji, funksional əlaqəli istehsal modulları, sahələri olduğuna, xüsusi xassəli aktiv elementlər istifadə edildiyinə görə sənaye robotlarında, nəqliyyat xətlərində, xüsusi texnoloji modullarda sistemin kompleks şəkildə çeviklik prinsiplərini təmin etmək üçün avtomatlaşdırma sxeminin idarəetmə, nəzarət elementləri, tətbiq olunur.

SR-in mexatron idarəedici elementlərinin avtomatlaşdırılmış seçilməsini və layihələndirilməsini təmin etmək üçün kompüter – qrafika sisteminin, verilənlər və biliklər bazasının idarəetmə sisteminin, texnoloji təhlil proqram sistemlərinin imkanlarından istifadə olunur.

SR-in idarəetmə sisteminin ATEV-lərini standart elementlərin kompanovka quruluşunda dəqiq mövqelərdə yerləşdirmək, təhlükəsiz məsafələrini təyin etmək, istehsal sahələrinin, modullarının optimal işçi zonalarını hesablamaq üçün ilkin giriş parametrlərinin müəyyən edilməsi:

$$\begin{aligned} M_{KQ_SRI} &\in \{M_{KQ_SRI}, M_{KQ_SR2}, \dots, M_{KQ_SRN}\}, I = \overline{1, N}, \\ \forall M_{ATEV_1j} &\in \{M_{ATEV_11}^{SR1}, M_{ATEV_12}^{SR1}, \dots, M_{ATEV_1M}^{SR1}\}, \\ \forall M_{ATEV_2j} &\in \{M_{ATEV_21}^{SR2}, M_{ATEV_22}^{SR2}, \dots, M_{ATEV_2M}^{SR2}\}, \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ \forall M_{ATEV_NJ} &\in \{M_{ATEV_N1}^{SRN}, M_{ATEV_N2}^{SRN}, \dots, M_{ATEV_NM}^{SRN}\}, \end{aligned}$$

burada M_{KQ_SRI} – SRİ-də kompanovka quruluşlarının çoxluğu; $M_{ATEV_ij}^{SRi}$ – SR-in kompanovka quruluşunda analoq tipli elektromaqnit vericilərin mövcudluğu çoxluğu, $J = \overline{1, N}, J = \overline{1, M}$.

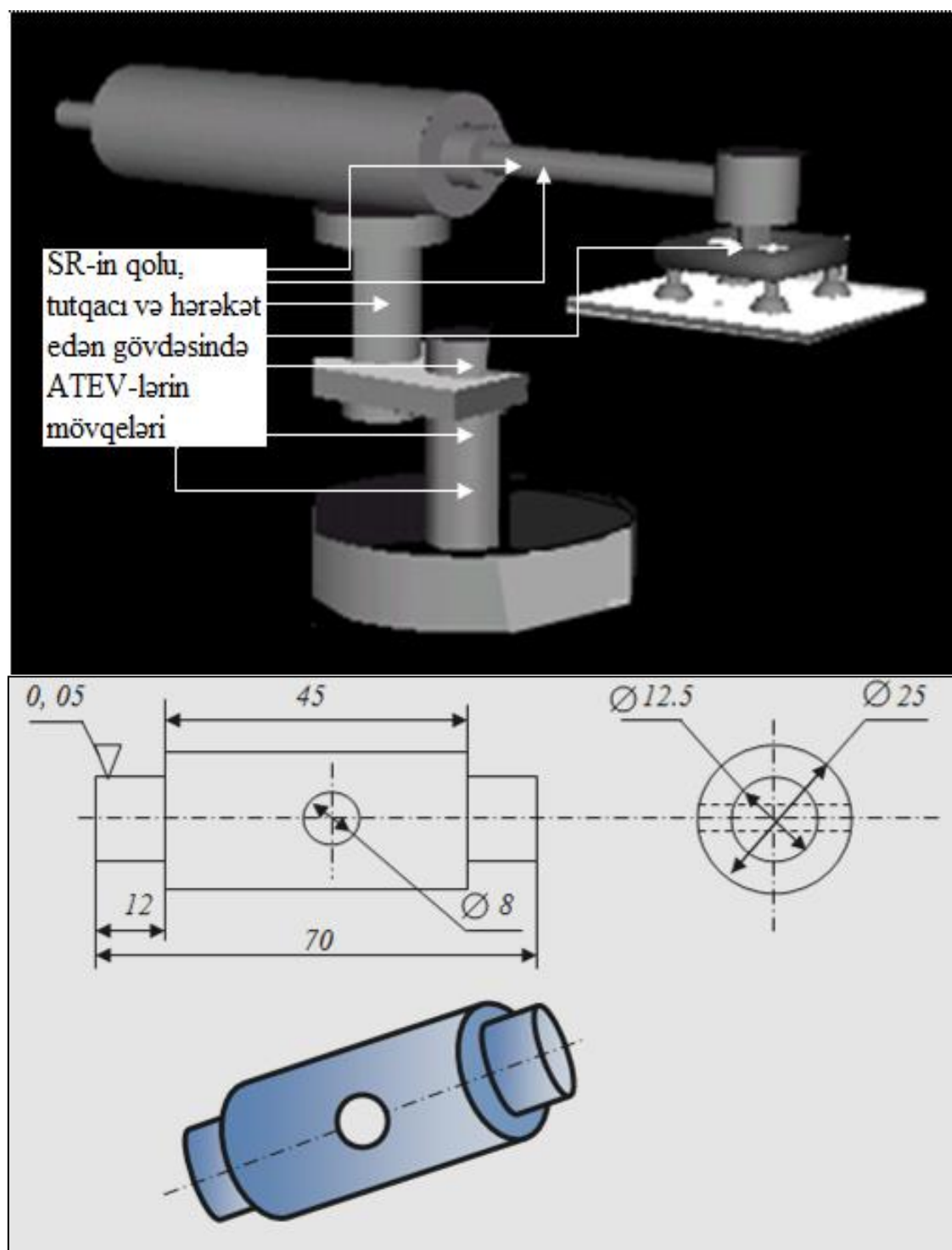
SR-in idarəetmə və funksional xassələrindən asılı olaraq, ATEV-in verilənlər və biliklər bazası əsasında aşağıdakı çoxluqlar formalaşır:

- $M_{ATEV_rm_i}$ – ATEV-in konstruktor hesabat modeli, mexaniki hesabat modeli; kinematik, funksional, dinamik və struktur təhlil modelləri.
- $M_{ATEV_im_j}$ – verilənlər bazasının yaradılması modelləri; informasiya-axtarış və seçim modelləri.
- $M_{ATEV_tm_s}$ – texniki sənədlərin tərtib edilməsi; layihənin təqdimatı; 2 və 3-ölçülü kompüter-qrafika sistemində layihənin işlənməsi modelləri; alqoritmik və riyazi məsələlərinin realizə edilməsi modelləri.

ATEV-in layihələndirmə mərhələsində hazırlanan qrafik-texniki sənədlər, spesifikasiya məlumatları, animasiya tədqiqat modelləri, riyazi və alqoritmik modellərinin nəticələrinə əsasən vericinin laboratoriya şəraitində sınaqları həyata keçirilir. Sənaye robotunun misalında ATEV-lərin yerləşdirilmə mövqeləri və ATEV-in ümumiləşdirilmiş konstruktor cizgisi şəkil 4-də verilir.

SR-in standart elementlərinin idarəetmə sistemi üçün ATEV-lərin axtarışı və seçilməsi altsistemdə formalaşan məntiqi və evristik biliklər, konstruksiya formalarının, kinematik, kompanovka sxemlərinin, möhkəmlik hesabatının və işçi zonalarının təyin olunan göstəriciləri əsasında altsistemdə axtarış sisteminin alqoritmik aləti yaradılır. ATEV-in konstruktor layihə işlərinin səmərəli yerinə yetirilməsini [8] təmin etmək üçün kompüter qrafika sistemi vasitəsilə eskiz sənədlərinin tərtib edilməsi prosedurları avtomatlaşdırılır. Kompüter qrafika sistemində layihəçi tərəfindən daxil edilən giriş informasiya emal olunaraq ATEV-in təsviri üçün tələb olunan formatda, proyeksiya sahələrində 2-ölçülü qrafik elementlərinin seçilməsi, əsas çəkiliş sahəsində tətbiq edilməsi əməliyyatları yerinə yetirilir. ATEV-in təsvirinə əsasən çıxarılış bloku konstruktor sənədlərinin rəqəm verilənlərini qenerasiya edir və əmr formasında məlumatı qrafik qurğuya, qrafik displeyə və ya başqa periferik qurğulara ötürür.

ATEV-in konstruktor sənədləri üzərində düzəliş, yeniləşdirmə və başqa obyektlər üzərində çəkiliş, redaktə, ölçülərin yerləşdirilməsi üçün verilənlər bankına müraciət edilir. CAD sistemində çəkilən ATEV-in həndəsi forması iki və ya üç ölçülü təsvirlərlə verilir.



Şəkil. 4. ATEV-lərin sənaye robotunda yerləşdirilmə mövqeləri və ATEV-in 2-ölçülü və aksonometriyasının ümumiləşdirilmiş konstruktör cizgisi

Nəticə:

1. Tətbiq sahələrinə görə SR-də ATEV-in informasiya- axtarışı, seçilməsi və verilənlər bazasının formalaşması alqoritminin blok-sxemi təklif edilmişdir;
2. SR-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin SCADA arxitekturasında vericilərin verilənlər bazasının idarəetmə sistemi yaradılmışdır;

3. Vericilərin sənaye robotunda yerləşdirilmə mövqeləri və 2-ölçülü və aksonometriyasının ümumiləşdirilmiş konstruktor layihəsi işlənmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Шехов И.С. Алгоритм взаимодействия программного комплекса для автоматического проектирования технологических процессов и производств в машиностроении. / И.С.Шехов, А.Г.Янишевская. Автоматизация. Современные технологии, –2013,– №5, –С. 22-26.
2. Зинченко Ю.В., Голобородько А.А. Обзор современных систем автоматизированного проектирования. Омский государственный технический университет, –2016, –№ 4(21), – с.68-71.
3. Ахмедов М.А., Мамедов Дж.Ф., Тагиева Т.А. Алгоритмическое и программное обеспечение автоматизированного поиска и выбора элементов проектируемого объекта. Области применения и новые технологии образования. Международная научно-техническая конференция. – Гянджа. – 2014. –5-6 июня, –с. 15-1
4. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. – 4-е изд., переработано и дополнено – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, –2009. – 430 с.
5. Мамедов Дж.Ф. Задачи и этапы разработки автоматизированного выбора и проектирования гибких производственных систем./ Мамедов Дж.Ф. // Редакция технической литературы «Издательство Бакинского университета». – 2002, –Баку, –С.175.
6. Əhmədova S.N. Eyni vaxtda üç parametri ölçən intellektual verici. / S.N.Əhmədova, C.F.Məmmədov, T.A.Tağıyeva // Elmi Xəbərləri. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. –2014, – Vol. 14 , No.4, –S. 45-49.
7. Əhmədov M.A., Məmmədov C.F., Heydərov X.M. „Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərində verilənlər bazası və biliklər bazası. Azərbaycan respublikası Təhsil Nazirliyi Elmi-Metodik Şurası «Avtomatika və robototexnika bölməsinin 21.05.2007-ci il tarixli 6 nömrəli iclas protokolu ilə təsdiq edilmişdir», SDU-nun nəşri, –2007, –164 s.
8. Əhmədov M.A., Hüseynov A.H., Məmmədov C.F. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin əsasları. Azərbaycan respublikası Təhsil Nazirliyi Elmi-Metodik Şurası «Avtomatika və robototexnika» bölməsinin _14.02.2003. Dərslik. –Bakı, «Sumqayıt» nəşriyyəti, –2003, –s. 242.
9. Məmmədova, Ş. T. Q. Neftçixarma avadanlıqlarının idarəetmə sistemində istifadə olunan analog tipli elektromaqnit vericilərin seçilməsi və layihələndirilməsi / Ş. T. Q. Məmmədova // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 2. – P. 75-81.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=46287067>

РЕЗЮМЕ

РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ДАТЧИКОВ АНАЛОГОВОГО ТИПА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ РОБОТАМИ *Валиева Б.А.*

Ключевые слова: промышленный робот, аналоговый электромагнитный датчик, база данных, автоматизированная система управления, SCADA, конструкторский проект.

Предложена общая структурная схема поиска формирования базы данных аналоговых электромагнитных датчиков для выбора информационно-измерительных элементов системы управления промышленных роботов по типам и областям применения. Была создана система управления базами данных аналоговых электромагнитных датчиков для автоматизированной системы управления промышленным роботом на базе архитектуры SCADA.

Разработан конструкторский проект для определения позиций аналоговых электромагнитных датчиков в промышленном роботе и обобщенная схема двумерной и аксонометрической представлений проекта.

SUMMARY
DEVELOPMENT AND DESIGN OF ANALOG TYPE ELECTROMAGNETIC
SENSORS FOR INDUSTRIAL ROBOT CONTROL SYSTEM
Valieva B.A.

Keywords: Industrial robot, analog electromagnetic sensor, database, automated control system, SCADA, design project

A general block - scheme of the search with the formation of a database of analog electromagnetic sensors for the choice of information-measuring elements of the control system of industrial robots by types and applications is proposed. A database system of analog electromagnetic sensors was created for an automated industrial robot control system based on the base of SCADA architecture.

A design project was developed to determine the positions of analog electromagnetic sensors in an industrial robot and a generalized scheme of two-dimensional and axonometric representations of the project.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	19.05.2020
	Son variant	02.02.2021

PROQRAM AGENTLƏRİNİN YARADILMASI ÜÇÜN PROQRAMLAŞDIRMA DİLLƏRİ VƏ PROQRAM PLATFORMALARININ TƏTBİQİ

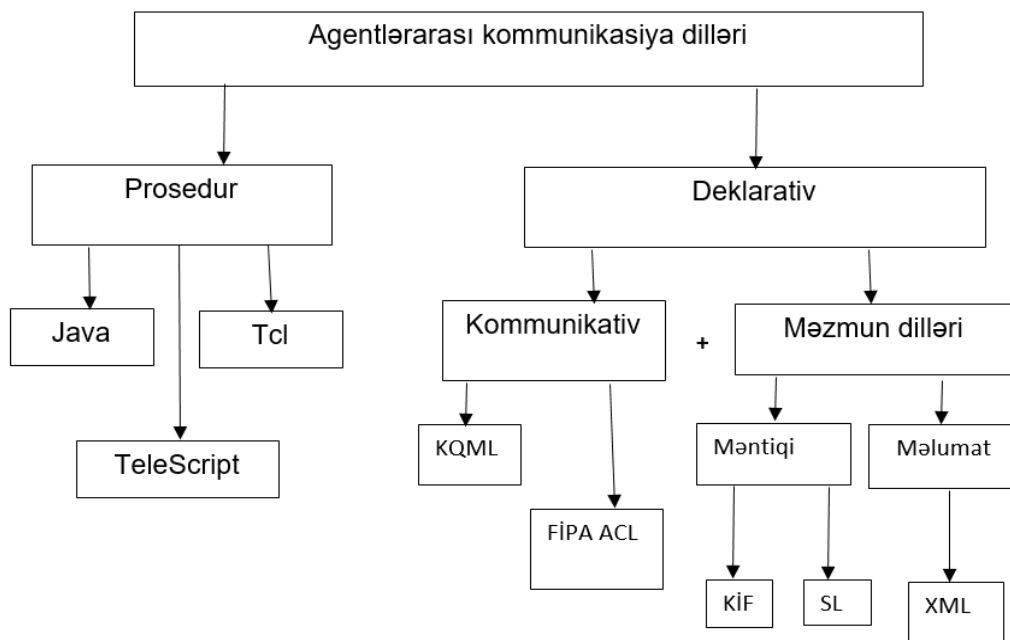
SƏLİMOVA MEHRİBAN RƏŞİD qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent

Mehriban_mr@mail.ru

Açar sözlər: agent, agent platformaları, Java, JADE, netlogo

Agentlərin proqramlaşdırılması üçün universal dillər (Java, C++ , Visual Basic və s.), danışqlar və biliklər mübadiləsi dilləri (KQML, agentspeak, April), ssenarilər dilləri (Tcl/Tk, Python, Perl 5 və s.), ixtisaslaşmış dillər (telescript, COOL, Agent0, agentk və s.), simvol dillər və məntiqi proqramlaşdırma dilləri (Oz, congolog, IMPACT, Dylog, Concurrent METATEM, Ehhf və s.), eyni zamanda digər dillər və agent layihəsi vasitələri tətbiq oluna bilər [1]. Şəkil 1-də agentlərarası kommunikasiya dillərinin klassifikasiyası təqdim olunmuşdur:



Şəkil 1. Agentlərarası ünsiyyət dillərinin təsnifatı

Java, öz kodunu maşından asılı olmayan şəkildə tərtib edən arxitekturdan asılı olmayan bir dil olduğundan, bu qrupun vasitələri ilə hazırlanmış tətbiqetmələr bir çox digər platformalarda işləyə bilər. Vasitələr arasındakı fərq, bütün vasitələrin KQML-dən istifadə edərək nitq mesajlaşmasına dəstək verməməsidir. Çatışmayan cəhəti agentlərin sosial davranışını təyin etmək üçün klassların olmamasıdır.

İkinci qrup instrumental vasitələr, əsasən mürəkkəb dinamik agent strukturlarının layihələndirilməsi və mühitlərin realizasiyası üçün nəzərdə tutulub, baxmayaraq ki, mobil

tətbiqetmələr yaratmaq üçün ayrıca nümunələr var (Telescript, Agent Tcl). Eyni zamanda agentlər BDI modelinə uyğun olaraq layihələndirilir. Kommunikasiya TCP / IP protokolu vasitəsilə həyata keçirilir. Bununla belə, bu cür vasitələr agentlər arasında koordinasiya və əməkdaşlıq üçün zəif imkanlara malikdir və məhdud sayda platformada işləyirlər, çünki proqramlaşdırma dili unifikasiya olunmamışdır[2].

Kommunikasiya dillərinin çoxu (Agent Communication Language - ACL) nitq ünsiyyətinə əsaslanır (nitq hərəkətləri standart açar sözləri ilə ifadə olunurlar). Belə dillərin işlənməsinə iki yanaşma məlumdur – prosedur və deklarativ. Birinci yanaşmada kommunikasiya təlimatın yerinə yetirilməsi zamanı baş verir. Dil Java və ya TCL(Tool Command Language) köməkliyi ilə layihələndirilir. Deklarativ yanaşma zamanı kommunikasiya təsvirlər əsasında həyata keçirilir [3]. Deklarativ yanaşma agentlərin ünsiyyət dillərinin yaradılması üçün daha geniş yayılmışdır ki, bunların da içində KQML-agentlərin qarşılıqlı fəaliyyətinin strukturlaşdırılmış dili daha çox tanınmışdır. Bu dil müxtəlif çoxagentli sistemlərdə və onların proqramlaşdırılması mühitlərində (məsələn, Agent-K, LALO, Java(tm) Agent Template (jatlite)) ünsiyyət dili kimi istifadə olunur.

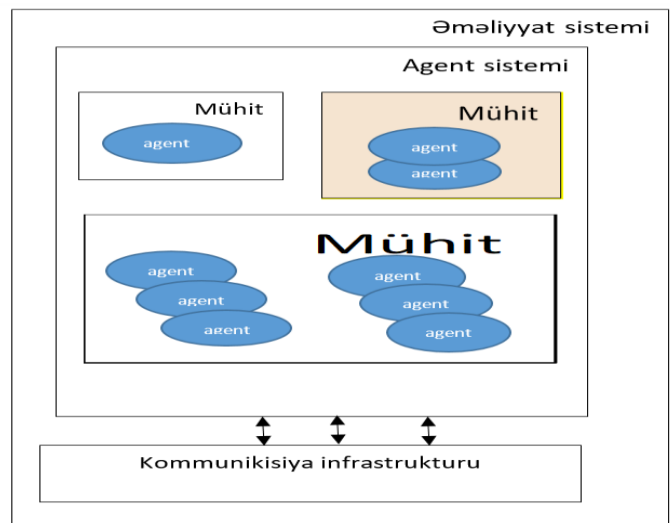
Agentlərarası mesajlaşma yaratmaq üçün məzmunun özünü təmsil edən dilə ehtiyac duyulur. Adətən, bu məqsədlə bilikləri məntiqi ifadələrlə (LISP kimi sintaksislərdən istifadə edərək) təqdim edən “məntiqi dillərdən” və informasiya elementlərinin tiplərini təsviri üçün qaydalar müəyyənləşdirən “informasiya dillərindən” istifadə edilir. Tipik məntiqi məzmun dili – KİF (Knowledge Interchange Format) dilidir ki, bu dil süni intellekt sistemləri arasındakı biliklər mübadiləsinə asanlaşdırır. Bu dil Amerika elmi-tədqiqat layihələrində multiagent sistemlərdə biliklərin təsviri üçün istifadə edilmişdir və dilin sintaksisi Common LISP əsasında qurulmuşdur. KİF formatı müxtəlif sistemlərə ontologiya (müxtəlif predmet oblaslarının biliklərini təsvir edən strukturlar haqda müxtəlif sistemlər arasındakı razılaşma) mübadiləsi aparmağa imkan verən və bu sistemlərin hesablama üstünlüklərindən istifadə edən deklarativ dildir.

İkinci məntiqi məzmun dili FIPA tərəfindən təklif olunan SL (Semantics Language) dilidir. SL cümlələri zehni münasibətlər və hərəkətlər məntiqi ilə ifadə olunurlar. Agentin zehni modeli üç primitivlə təqdim olunur: əminlik, qeyri-müəyyənlik, seçim. SL məntiqinin əsas xassəsi modelləşdirilmiş agentlərə onların zehni münasibətlərinə uyğun olmasına əsas verir.

KİF və SL dillərindən fərqli olaraq, XML dili informasiyanı məntiqi ifadə şəklində təsvir etmir, başqa struktur tipindən istifadə edir. XML-agentlər sorğuya görə ixtiyari verilənlər mənbəyindən informasiyanı vermək qabiliyyətinə malikdir [4].

Multiagent sistemlərin proqram realizasiyası üçün həm agentlərin fəaliyyətinin və mühitin vəziyyətinin proqram təsviri, həm də onların qarşılıqlı fəaliyyət və iş prosesinin izlənməsi və nəzarəti üçün bir sıra alətlər toplusuna malik xüsusi proqram sistemlərindən istifadə edilir. Belə sistemlər agent platformaları adlanır.

Agent platforması, agentləri yarada, şərh edə, işə sala, hərəkət etdirə və məhv edə bilən bir proqram örtüyüdür. Agent platforması agentin fəaliyyəti üçün zəruri olan üçün mühiti təmin edir. Eyni zamanda agent platforması agentin özü kimi, sistemin fəaliyyət göstərdiyi qurumu və ya şəxsi təyin edən səlahiyyətlə əlaqələndirilir [5].



Şəkil 2. Agent sistemi.

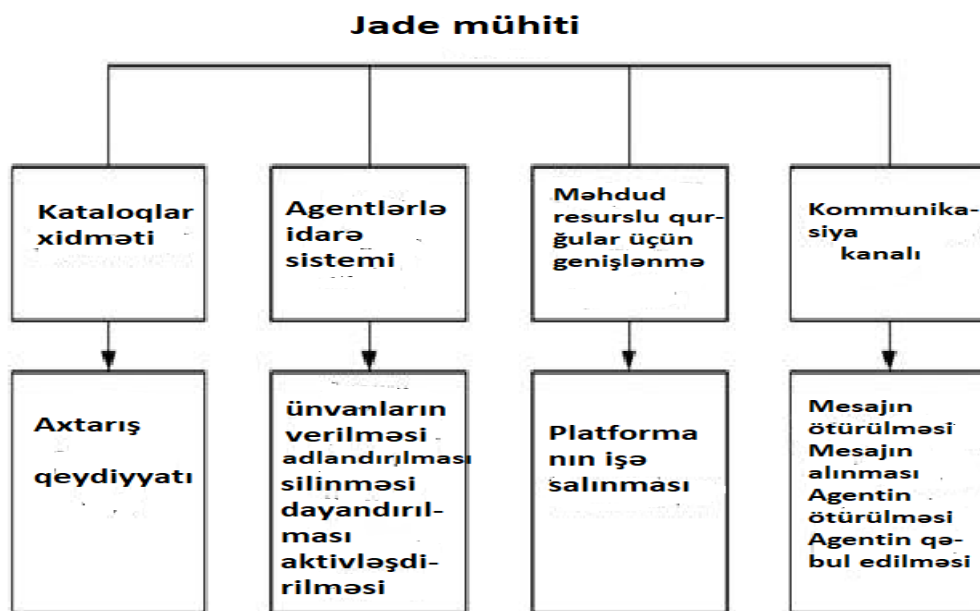
Agent sistemi ad və ünvanı görə unikal şəkildə müəyyən edilir (Şəkil 1). Bir maşında bir neçə agent sistemi yerləşdirilə bilər. Agent sisteminin tipi bir sıra agent parametrlərini təsvir edir. Məsələn, agent sistemin tipi "aglet" olarsa, bu agent sistemin IBM şirkəti tərəfindən yaradıldığı, agentləri tətbiq etmək üçün dil olaraq Java-nı dəstəklədiyi və agentləri ardıcıl formaya çevirmək üçün Java Object Serialization-dan istifadə etməsi deməkdir.

Multiagent sistemlərin yaradılması üçün yetərinə böyük platforma toplusu vardır və bu toplusu getdikcə artır. Buraya netlogo, starlogo, Repast Symphony, Eclipse AMP, JADE, Jason daxildir. Bu platformaların özləri fərqli şəkildə həyata keçirilmişdir: ayrıca layihə mühitlərindən yerləşdirilmiş pluginlərə və qoşulmuş kitabxanalara kimi. Onlar müxtəlif paradigmlərin mövcud olan müxtəlif dilləri kimi, həm də xüsusi olaraq proqram agentlərinin qurulması üçün yaradılmış dillər kimi (məsələn, Jason layihəsi sistemində agentspeak) istifadə oluna bilərlər.

Alətlərin həcmi baxımından platformalar sadə və mürəkkəb platformalara bölünə bilər: Sadə platformalar (netlogo, starlogo) kiçik, lakin güclü alətlərə malikdir ki, yetərinə mürəkkəb proqramları cəld yazmağa imkan verir, lakin böyük sistemlərin yazılması zamanı bu alətlər çatmaya bilərlər. Onu genişləndirmək, öz layihələrinlə tamamlamaq imkanları adətən mümkün olmur. Beləliklə, modelin formalizasiyası və saxlanması üçün sadə sistemlərdə uyğun gəlsə də, realizasiya üçün mürəkkəb də olsa, istifadəsi çətinlik yaratsa da, böyük imkanları olan sistem seçmək daha uyğundur.

Bir neçə agent platformalarını nəzərdən keçirək.

Java-agentlərin işlənməsi platforması JADE (Java Agent Development Framework) intellektual agentlər üçün multiagent sistemlərin və əlavələrin FIPA standartlarına uyğun olaraq yaradılması üçün istifadə olunur və agentlərin fəaliyyət göstərdiyi mühiti özündə saxlayır. Agentlər bu mühitin idarəsi altında qeydiyyatdan keçir və işləyirlər, burada yaratma, məhv etmə, qarşılıqlı hərəkət, agentlərin axtarışı nəzərdən keçirilir (şəkil 2).



***Şəkil 3.** Jade platforması*

JADE Java RMI, Java CORBA IDL, Java Serialization və Java Reflection API-nin imkanlarından istifadə edilməklə bütünlüklə Java proqramlaşdırma dilində yazılmışdır. O, FIPA spesifikasiyalarından yararlanması və sistemdə səhv düzəltmə (debugging) və yerləşdirmə (deployment) fəzalarına sahib olan bir sıra alətlərin (tools) köməkliyi sayəsində multiagent sistemlərin işlənməsini sadələşdirir. Bu agent platforması müxtəlif əməliyyat sistemli kompüterlər

arasında yayıla bilər və məsafədən GUI-interfeys ilə konfigurasiya etmək olar. Bu platformanın konfigurasiya prosesi yetərinə çevikdir: onu hətta proqramı yerinə yetirən zaman da dəyişmək olar, bunun üçün sadəcə olaraq agentləri bir maşından digərinə yerləşdirmək gərəkdir. Bu sistem üçün tək tələbat maşında Java Run Time 1.2 quraşdırılmasıdır.

Netlogo layihələndirmə mühitinə baxaq.

Netlogo proqramlaşdırma dili starlogo dilindən törəmə sayılır və starlogo da öz növbəsində Logo dilinin bazasında yaradılmışdır.

Netlogo mühitində model yaratmaqla layihəçi virtual Aləm yaradır. Bu virtual Aləmin əsas elementləri agentlərdir:

«Ləkə» (Patches);

«Tısbağa» (Turtles);

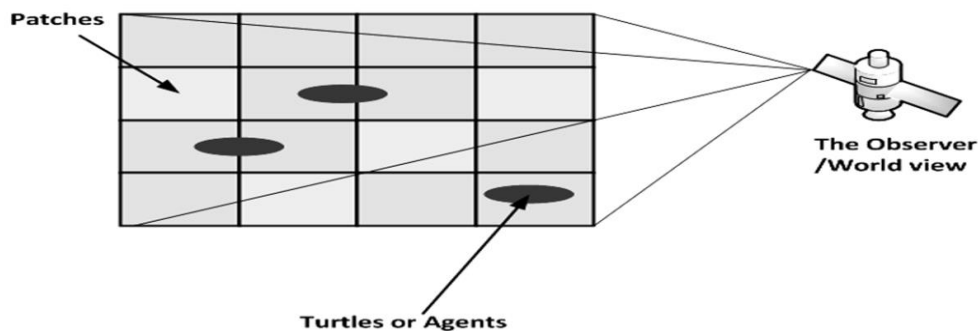
«Müşahidəçi» (Observer);

«Bağlantılar» (Links).

«Ləkə» - burada dördbucaqlı sahədə ikiölçülü aləmdə «tısbağa» agentlər «yaşayırlar».

«Müşahidəçi» virtual aləmdə baş verən dəyişikliklərə nəzarət edir və agentlərin «həyatına» qarışa bilər. «Tısbağalar» arasında bağlantı qurula bilər.

Netlogo virtual aləmin konsepsiyası şəkil 3-də göstərilmişdir. Bu şəkildə bağlantılar əks etdirilmir.



Şəkil 4. Netlogo mühitində multiagent sistemlər.

Agent modelinin koduna prosedurlar toplusu daxildir. Kodun nümunəsi şəkil 5-də göstərilmişdir:

```

Файл Редактировать Средства Увеличение Табы Помощь
Интерфейс Инфо Код
Найти Проверка Процедур автоматический отступ

to setup
  clear-all
  create-turtles 100
  ask turtles [ setxy random-xcor random-ycor ]
  reset-ticks
end

to go
  move-turtles
  tick
end

to move-turtles
  ask turtles [
    right random 360
    forward 1
  ]
end

```

Şəkil 5. Agent mühitinin kodu.

Multiagent sistemlərin işlənməsi üçün ayrıca modulları olan platformalara baxaq. Ayrıca qoşulan modullar hələ öz kitabxanaları deyil, onlarda sistemin yazılması üçün layihə vasitələri vardır, belə ki, onlar istifadəçi ilə qarşılıqlı fəaliyyət metodları toplusuna malikdirlər. Lakin onlar

avtonom sistemlər deyillər, əksinə mövcud layihə vasitələrinə modul kimi qoşulurlar. Bu, yetərincə yaxşı üsuldur, çünki bir sıra standart inkişaf alətlərini yalnız agent əsaslı modelləşdirmə üçün hazırlanmış xüsusi alətlərlə birləşdirməyə imkan verir. Bu alətlər sinfinə Jason və Eclipse AMP sistemləri daxildir.

Bu sistem sinifinin tanınmış təmsilçisi, layihə sistemi (IDE) Eclipse-ə qoşulan Repast Symphony hesab olunur. Birincisi, belə bir tətbiq mühitin mövcud imkanlarından istifadə etməyə imkan verir və yeni proqramlaşdırma dillərini öyrənməyə ehtiyac yoxdur. İkincisi, agent sistemlərini inkişaf etdirmək üçün təqdim olunan metodlar agentlərin yazılması üzərində cəmləşməyə və eyni zamanda əyani və maraqlı vasitələrdən istifadə etməyə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Радченко И.А. Интеллектуальные мультиагентные системы. Учебное пособие. –СПб.: БГТУ, –2006. – 88с. Уральского университета.
2. Səlimova M.R.. Obyektyönlü proqramlaşdırma dilinin tətbiqi ilə multiagent sistemlərin layihələndirilməsinin bəzi aspektləri. / Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXIII Respublika elmi konfransı, –Bakı, Az.İMU, –2019. –S. 83-87.
3. Səlimova, M. R. Unifikasiyalı modelləşdirmə dilinin tətbiqi ilə multiagent sistemlərin layihələndirilməsinin bəzi aspektləri / M. R. Q. Səlimova // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2019. – Vol. 19. – No 4. – P. 86-93. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43167234>
4. Hüseynov A.H. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmədə agent yönümlü əlavələrin işlənmə sisteminin arxitekturasının təyini / A.H.Hüseynov, M.R.Məmmədova // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. –2011. –Vol. 11, –No.3, –C. 103-108.
5. Hyseynov A.H. Agent technology at computing option of flexible manufacture system element and composed structure. //Advanced Mathematical Models and Applications. –2016, –Vol. 1, – No.1, –P. 20-27.

РЕЗЮМЕ

ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНЫХ АГЕНТОВ И ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ ПЛАТФОРМ

Салимова М.Р.

Ключевые слова: агент, агентские платформы, JADE, netlogo

В статье рассматриваются агентные платформы, используемые для создания многоагентных систем. Рассматриваются несколько агентских платформ. Из них изучен принцип работы платформы Jade, описана структурная схема. Затем рассматривается среда проектирования netlogo. Концепция виртуального мира netlogo объясняется тем, как он описывается. Отображается код модели агента. В работе также дается краткий обзор платформ с отдельными кротами для разработки мультиагентных систем.

SUMMARY

PROGRAMMING LANGUAGES FOR CREATING SOFTWARE AGENTS AND APPLICATION OF SOFTWARE PLATFORMS

Salimova M.R.

Keywords: agent, agent platforms, Java, JADE, netlogo

The article discusses agent-based languages, agent-based platforms used to create multi-agent systems. Several agency platforms are under consideration. Of these, the principle of operation of the Jade platform has been studied, a structural diagram is described. The netlogo design environment is then discussed. The concept of the netlogo virtual world is explained by the way it is described. The agent model code is displayed. The dissertation also provides a brief overview of platforms with separate moles for the development of multi-agent systems.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.07.2021
	Son variant	14.09.2021

ASİNXRON GENERATORLU KÜLƏK ELEKTRİK QURĞUSUNUN RİYAZİ MODELİ

¹HƏŞİMOVA AŞURA RZA qızı

²HACIBALAYEV NADİR MİRZƏBALA oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2 – dosent

n.hacibalayev@mail.ru

Açar sözlər: külək seli, külək çarxı, generasiya sistemləri, külək mühərriki, pərlərin dönmə bucağı, gərginlik tənzimləyicisi, kondensator batareyaları, riyazi model.

Qazıntı halında olan təbii yanacaqların gələcəkdə tükənmə təhlükəsi və istilik elektrik stansiyalarından, atom elektrik stansiyalarından külli miqdarda istiliyin ətraf mühitə atılması ekoloji təhlükə yaratdığına görə, qazıntı halında olan yanacaqlardan asılı olmayan, onlara alternativ olan enerji mənbələrindən istifadə etmə texnologiyasını inkişaf etdirməklə enerji istehsalını artırmağı gündəmə gətirir. Bərpa olunan enerji mənbələrindən enerjinin alınması kifayət qədər baha başa gəlir, lakin bu texnikanın inkişaf etdirilməsi yeni texnologiyanın tətbiqi ilə yeni iş yerlərinin açılmasına imkan verir, inkişaf etmiş ölkələri – Avropa ölkələrini, Yaponiyanı, ABŞ-ı və son onilliklərdə Çini cəlb edir.

Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə edilməklə elektrik enerjisinin istehsalında çox böyük pay hidroenergetikanın payına düşür, lakin böyük güclü su elektrik stansiyalarının tikilmə potensialı tükənməkdədir və hal-hazırda və gələcəkdə kiçik güclü su elektrik stansiyalarının tikilməsi və istismarı ilə elektrik enerjisinin alınmasına daha çox diqqət yetirilir. Eyni zamanda bərpa olunan enerji resursları içərisində külək energetikasını inkişaf etdirməklə enerji balansında onun payının artırılması nəzərdə tutulur, çünki külək energetikası bütün dünyada bərpa olunan təmiz enerji mənbəyi kimi qəbul edilməklə, ondan elektrik enerjisi alınması texnologiyası kimi ona olan tələbat artır.

Məlumdur ki, külək elektrik qurğularında elektrik enerjisi hasil etmək üçün və onları elektrik şəbəkəsinə paralel qoşulmasını təmin etmək üçün müasir külək elektrik qurğularının müxtəlif generasiya sistemləri mövcuddur. Belə generasiya sistemlərindən biri külək mühərrikinin pərlərinin dönmə bucağını dəyişməklə (küləyin sürətindən asılı olaraq tənzimləməklə) istifadə edilən sistemdir ki, belə sistemdə külək elektrik qurğusunun fırlanma tezliyi və gücü külək sürətinin nominal qiymətindən yuxarı hədlərdə pərlərin dönmə bucağının dəyişdirilməsi ilə nominal qiyməti aşağı bilmir.

Külək elektrik qurğusu külək selinin kinetik enerjisini qəbul edərək onu elektrik enerjisinə çevirir. Külək mühərrikinin fırlanan valının mexaniki enerjisini elektrik enerjisinə çevirmək üçün generatordan istifadə edilir. Külək elektrik qurğularının generatorlarına onların xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla xüsusi tələblər qoyulur. Bu tələblərdən ən əhəmiyyətli ondan ibarətdir ki, bildiyimiz kimi generator külək çarxının fırlanması ilə hərəkətə gətirilir. Belə fırlanma zamanı yaranan rejim küləyin sürətindən asılıdır və küləyin sürəti isə sabit deyildir [1].

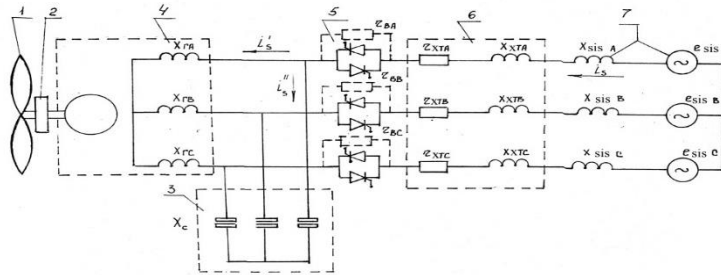
Külək sürətinin dəyişmə şəraitində və bu dəyişmə ilə əlaqədar generatorun fırlanma sürətinin geniş diapazonda dəyişməsi zamanı onun tələb olunan xarakteristikalarını təmin etmək lazımdır. Bundan başqa onun tələb olunan xarakteristikalarının təmin olunması üçün, yəni qararlaşmış iş rejimində işləməsinə ondan qidalanan tələbatçıların yükü də təsir göstərir [2]. Deməli, rotorun fırlanma sürətinin və yükün dəyişməsi şəraitində generatorun çıxışında gərginliyin

stabil qiymətini təmin etmək lazımdır. Bunun üçün gərginliyi tənzimləyin qurğudan istifadə etmək mütləq vacibdir. Belə tənzimləmə üçün adətən ya gərginlik tənzimləyiciləri, sinxron generatorlu külək elektrik qurğularında isə təsirlənmə dolağında cərəyanı tənzimləyən gərginlik tənzimləyicilərindən istifadə olunur. Bu isə generatorun təsirlənmə dolağında əlavə enerji itkilərinə gətirib çıxarır.

Külək elektrik qurğularında tətbiq etmək üçün yararlı hesab edilən elektrik maşınlarının analizindən məlumdur ki, həm tiplərinə, həm də konstruksiyalarına görə müxtəlifdir. Hal-hazırda külək elektrik qurğularında üç tip generator-sabit cərəyan, sinxron və asinxron generatorları tətbiq olunur. Bu generatorların üstün və çatışmayan cəhətlərinin müqayisəsindən aydın olur ki, müxtəlif ölkələrin müxtəlif firmaları tərəfindən hazırlanan külək mühərriklərində əsasən iki tip generatordfan-sinxron və asinxron generatordan istifadə edilir [4].

Asinxron generatorları daha sadə konstruksiyaya malik olmasına baxmayaraq, əvvəllər kiçik həndəsi ölçülü kondensator batareyalarının olmaması səbəbindən az istifadə olunurdu. Bu kondensator batareyaları generatorun təsirlənməsinə reaktiv gücünün kompensasiyasını təmin edir. Hal-hazırda yığcam həcmli kondensatorların və gərginliyin yeni stabilləşdirmə sistemlərinin yaradılması ilə bu problem həll edilmişdir [2]. Böyük güclü elektrik şəbəkəsinə işləyən külək elektrik qurğusunun və stansiyanın işə buraxma, tormozlanma reimlərini, eləcə də çıxış gücünün rəqsini (döyümlərini, dəyişməsinə) zəiflətmək məqsədi ilə idarə olunmanı tədqiq etmək üçün modelləşdirmə məsələlərinə baxılmalıdır. Asinxron maşını bazası əsasında riyazi model, belə külək elektrik qurğularının elektrik şəbəkəsi ilə birgə işləməsinin qiymətləndirilməsinə imkan verir. Külək elektrik qurğusunun və stansiyanın elektrik şəbəkəsi ilə birgə işə qoşulması zamanı onun statiki və dinamiki rejimlərinin qiymətləndirilməsi layihələndirmə zamanı nəzərə alınmalıdır.

Hal-hazırda külək elektrik qurğusunun və stansiyanın şəbəkə ilə birgə işləməsi zamanı onun statiki rejimlərinin qiymətləndirilməsi üçün standart metodlar işlənmişdir. Lakin elə rejimlər vardır ki, məsələn kommutasiya rejimləri, onların qiymətləndirilməsini standart metodlarla aparmaq mümkün deyil, ona görə də şəbəkə tərkibində olan külək elektrik qurğusunun uyğun dinamiki modellərindən istifadəsini tələb edir. Belə model aydındır ki, elektrik şəbəkəsinin, transformatorun, xəttin və asinxron maşını bazasında qurulmuş külək elektrik qurğusunu özündə birləşdirir (şək.1).



Şəkil.

Külək elektrik qurğusu özlüyündə kompleks qarşılıqlı təsir sistemi təsəvvürünü yaradır və onun tənlikləri fəzada tərənəmən $\alpha, \beta, 0$ oxları üzrə tənliklər sistemi kimi yazılır [3]. Elektrik şəbəkəsinə işləyən asinxron generatorlu külək elektrik qurğusunun dinamiki proseslərini ifadə edən tənliklər sistemi aşağıdakı kimidir:

Dinamiki proseslərini ifadə edən tənliklər sistemi aşağıdakı kimidir:

$$\begin{aligned}
 p\Psi_{sa} &= U_{sa} - r_s i'_{sa} ; & i'_{sa} &= k'_{sa} \cdot \Psi_{sa} + k'_{asr} \cdot \Psi_{ra} ; \\
 p\Psi_{s\beta} &= U_{s\beta} - r_s i'_{s\beta} ; & i'_{s\beta} &= k_{as} \cdot \Psi_{s\beta} + k'_{asr} \cdot \Psi_{r\beta} ; \\
 p\Psi_{ra} &= -\Psi_{r\beta} \cdot \omega_r - r_r i_{ra} ; & i_{ra} &= k'_{ar} \cdot \Psi_{ra} + k'_{asr} \cdot \Psi_{sa} ; \\
 p\Psi_{r\beta} &= \Psi_{ra} \cdot \omega_r - r_r i_{r\beta} ; & i_{r\beta} &= k'_{ar} \cdot \Psi_{r\beta} + k'_{asr} \cdot \Psi_{s\beta} ; \\
 T_j p\omega_r &= M_{km} - M_{em} ; & M_{km} &= \Psi_{ra} \cdot i_{r\beta} - \Psi_{r\beta} \cdot i_{ra} ;
 \end{aligned} \tag{1}$$

burada: $U_{sa}, U_{s\beta}, i'_{sa}, i'_{s\beta}, i_{ra}, i_{r\beta}, \Psi_{sa}, \Psi_{s\beta}, \Psi_{ra}, \Psi_{r\beta}$ – uyğun olaraq α, β oxları üzrə stator və rotorun gərgunliyi, cərəyanları və maqnit seli ilişmələridir. r_s, r_r – statorun və rotorun aktiv müqavimətləri; M_{km} – külək mühərrikinin hərəkətdirici momenti; M_{em} – asinxron maşının elektromaqnit momenti; T_j – sürüşmənin $S=1$ -dən $S=0$ -ra qədər dəyişməsində sürətlənmə müddətidir.

Transformatorun və elektrik verilişi xəttinin, statiki kondensator batareyalarının tənlikləri α və β koordinat sistemində aşağıdakı kimi yazılır:

Transformator və xətt üçün

$$\begin{aligned} e_{sa} - U_{sa} &= (R_{Ak} + r_{XT}) \cdot i'_{sa} + (x_{XT} + x_{sis}) \cdot p i'_{sa} \\ e_{s\beta} - U_{s\beta} &= (R_{Ak} + r_{XT}) \cdot i'_{s\beta} + (x_{XT} + x_{sis}) \cdot p i'_{s\beta} \end{aligned} \quad (2)$$

Statiki kondensator batareyaları üçün

$$\begin{aligned} p U_{sa} &= x_c \cdot i''_{sa} \\ p U_{s\beta} &= x_c \cdot i''_{s\beta} \end{aligned} \quad (3)$$

burada: $k'_{sa} = \frac{x_r}{\Delta_4}$; $k'_{ar} = \frac{x_r}{\Delta_4}$; $k'_{sr} = \frac{x_r}{\Delta_4}$; $\Delta_4 = x_s \cdot x_r - x_m^2$ kimi təyin olunur. $i'_{sa}, i'_{s\beta}$ – asinxron generatorun stator dolağından axan cərəyanın toplananları; $i''_{sa}, i''_{s\beta}$ – statik kondensator batareyalarına axan cərəyanın vektorunun proyeksiyalarıdır; x_s, x_r, x_m – statorun, rotorun və stator və rotor konturları arasındakı qarşılıqlı induktiv müqavimətləridir; R_{Ak}, r_{XT}, x_{XT} – asinxron maşının, xəttin və sistemin aktiv və induktiv müqavimətləri; e_{sis}, x_{sis} – sistemin e.h.q-si və induktiv müqavimətidir.

Bu halda cərəyanlar $i_{sa} = i'_{sa} + i''_{sa}$, $i_{s\beta} = i'_{s\beta} + i''_{s\beta}$ kimi təyin olunur.

Verilmiş tənliklər sisteminin həlli əhəmiyyətli dərəcədə çətinlik yaradır, onlar və elektron hesablama maşınında, ya da “MATLAB”-da həll edilməlidir. “MATLAB”-da tədqiqat aparmaq üçün sxemin ayrı-ayrı elementlərinin blokları istifadə edilməklə – yəni külək elektrik qurğusunun işə buraxma blolu və külək elektrik qurğusunun rotorunun verilmiş fırlanma sürəti anında şəbəkəyə qoşmaq üçün idarə blokunun sxemi tərtib olunmalıdır. Yaradılmış modelin doğruluğunun qiymətləndirilməsi, külək elektrik qurğusunun iş rejimlərinin təcrübi yolla tədqiqi zamanı özünü göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Безруких П.П. Ветроэнергетика. М.: Интехэнерго издат, Теплоэнергетик, 2014, 304с.
2. Выбор оптимального генератора для ветроустановки [Электронный ресурс] // интернет-сайт URL.
<http://research-journal.org/tekhnikal/vybor-optimalnogo-generatora-dlya-vetroustanovki/>
3. Həşimova A.R. Asinxron generatorlu KEQ-in iş rejimlərinin tədqiqi / Həşimova A.R., Ələkbərova T.S. // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. –2003, –Vol. 3. –No.3, – S.89.
4. Никишин А.Ю., Казаков В.П. Современное ВЭУ на базе асинхронных машин / А.Ю.Никишин, В.П. Казаков // Современные проблемы науки и образования. – 2012. –№6.
5. Mustafayev R.İ. Şəbəkə gərginliyini tənzimləməklə işə buraxmada və tənzimləmədə asinxron generatorlu külək elektrik qurğusunun dinamik xarakteristikaları / R.İ.Mustafayev, A.R. Həşimova // Energetikanın problemləri. – 2001. –No.3. –S.27.
6. Həşimova, A. R. Q. Külək elektrik qurğusunun statiki iş rejimlərinin tədqiqi / A. R. Q. Həşimova, N. M. O. Hacıbalayev // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 4. – P. 91-94. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44600588>

РЕЗЮМЕ

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ (ВЭУ)
С АСИНХРОННЫМ ГЕНЕРАТОРОМ**

Гашимова А. Р., Гаджибалаев Н.М.

Ключевые слова: *поток ветра, ветроколесо, системы генерирования, ветродвигатель, угол наклона лопастей, регулятор напряжения, конденсаторные батареи, математическая модель.*

В статье рассмотрены вопросы для получения электрической энергии от ветровой энергии с использованием ВЭУ с асинхронным генератором. Произведен сравнительный анализ и выбрана ВЭУ с конденсаторными батареями на базе асинхронного генератора. Затем составлена математическая модель ВЭУ, для исследования пуска, торможения, а также для уменьшения колебаний выходной мощности при управлении.

SUMMARY

**MATHEMATICAL MODEL OF A WIND POWER PLANT (WPP) WITH AN ASYNCHRONOUS
GENERATOR**

Hashimova A. R., Hajibalayev N.M.

Key words: *wind flow, wind wheel, generation systems, wind engine, blade rotation angle, voltage regulator, capacitor banks, mathematical model.*

The article discusses the issues of obtaining electrical energy from wind energy using a wind turbine with an asynchronous generator. A comparative analysis was carried out and a wind turbine with capacitor banks based on an asynchronous generator was selected. Then a mathematical model of the wind turbine was compiled to study starting, braking, and also to reduce fluctuations in output power during control.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	23.04.2021
	Son variant	04.06.2021

MÜNDƏRİCAT * СОДЕРЖАНИЕ * CONTENTS

Fizika və riyaziyyat

1. *Qurbanov M.M., Məmmədov F.Ə., Məmmədov S.C.* $(\text{TlGaS}_2)_x-(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}$ ($x=0,1; 0,2$) bərk məhlullarının izotermik sıxılması və atomlararası rabitə enerjisi 4
2. *Мехтиева М.Р.* К задаче оптимального синтеза одного класса двоичных 3D-модулярных динамических систем 8

Kimya

3. *Muradov M.M., Hətəmov M.M., Şahgəldiyev F.X., Nəzərova M.K., Ağayev Ə.Ə.* Benzolun 2-xlorpropanla elektrokimyəvi sistemdə alkilləşməsi 15
4. *Мамедова П.Ш., Велиева С.М., Кулалиев И.Дж., Садирзада И.А., Салманова К.А.* Многофункциональные присадки к смазочным маслам 21
5. *Qarayeva İ.E., Şirinov P.M., Abduləzimova Z.Ü., Şirinova Ş.R.* 2,6 dimetil-4-etiilfenolun sintezi və onun dehidrogenləşmə reaksiyasında oksid katalizatorlarının aktivliyinin tədqiqi 27
6. *Abdullayeva M.B.* Bitki yağlarının sulfat törəmələrinin duzlarının və komplekslərinin müxtəlif qatılıqda məhlullarında işığın dinamik səpələnməsi üsulu ilə hissəciklərin ölçülərinin təyini 31

Ekologiya

7. *Qədirova G.A.* Cənub bölgəsi mineral və termal sularının kimyəvi tərkibi və ağır metal, uran ionlarının sorbsiya üsulu ilə çıxarılması 39

Coğrafiya

8. *Quliyev İ.Ə., Ağayev T.D., Abdulov K.Ş.* Cəbrayıl rayonunun landşaft planlaşdırılması zamanı torpaq amilinin qiymətləndirilməsi 44
9. *Talıbov Ə.T.* Geodezik təminatın mahiyyəti və dəqiqlik tələbləri 49

Texnika

10. *Axmedov M.A., Axmedova C.M.* Применение результатов имитационного моделирования ГПС в реальных производственных системах 52
11. *Cabbarova K.İ.* Kadrlar şöbəsi üçün Z-əsaslı qərar qəbul etmə məsələsinin həlli 58
12. *Atayev G.N.* Fuzzy output mechanism for controlling the operation of evaporators channel blowing 64
13. *Гусейнзаде Ш.С.* Математическая формализация представления динамических интеллектуальных систем 69
14. *Əliyeva S.B.* İstehsalatın avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin informasiya-ölçmə elementlərinin verilənlər bazasının yaradılması 73
15. *Vəliyeva B.A.* Sənaye robotunun idarəetmə sistemi üçün analoq tipli elektromaqnit vericilərin seçilməsi və konstruktor layihələndirilməsi 78
16. *Səlimova M.R.* Proqram agentlərinin yaradılması üçün proqramlaşdırma dilləri və proqram platformalarının tətbiqi 86
17. *Həşimova A.R., Hacıbalayev N.M.* Asinxron generatorlu külək elektrik qurğusunun riyazi modeli 91

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

Çapa imzalanmışdır: 28.12.2021-ci il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¼
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.
Sifariş 104. 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

