

ISSN-1680-1245

SUMQAYIT DÖVLƏT UNIVERSİTETİ  
СУМГАЙЫТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SUMGAYIT STATE UNIVERSITY

ELMİ XƏVƏRLƏR  
НАУЧНЫЕ ИЗВЕСТИЯ  
SCIENTIFIC NEWS

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

*Cild 15*

*2015*

*№2*



---

## Sumqayıt – 2015

### Sumqayıt Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər. Təbiət və texniki elmləri bölməsi

#### **BAŞ REDAKTOR**

Fəlsəfə elmləri namizədi, dos.

Elxan Hüseynov

#### **BAŞ REDAKTOR MÜAVİNİ**

Filologiya üzrə elmlər doktoru, prof.

Ramazan Məmmədov

#### **MƏSUL KATİB**

Fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, dos.

Əkbər Məmmədov

#### **REDAKSİYA HEYƏTİNİN ÜZVLƏRİ**

##### **Texnika elmləri üzrə**

Akademik, texnika elmləri doktoru, prof.

AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru, prof.

Texnika elmləri doktoru, prof.

Texnika elmləri doktoru, prof.

Texnika elmləri doktoru, prof. (məsul redaktor)

Texnika elmləri doktoru, prof.

Telman Əliyev

Firudin Məmmədov

Məhəmməd Əhmədov

Nadir Kazımov

Fazil Ələkbərli

Cavanşir Məmmədov

##### **Təbiət elmləri üzrə**

##### **Fizika və riyaziyyat elmləri üzrə**

AMEA-nın müxbir üzvü, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, prof.

Fizika - riyaziyyat elmləri doktoru, prof. (məsul redaktor)

Fizika - riyaziyyat elmləri doktoru, prof.

Fizika - riyaziyyat elmləri doktoru, prof.

Fizika - riyaziyyat elmləri doktoru, prof.

Fizika - riyaziyyat elmləri doktoru, prof.

Fizika - riyaziyyat elmləri doktoru, prof.

Fizika - riyaziyyat elmləri doktoru, prof.

Yusif Məmmədov

Məhəmmədəli Zərbəliyev

Fikrət Feyziyev

Polad Qəhrəmanov

Məmməd Yaqubov

Eldar Məsimov

Vaqif Salmanov

Həmdulla Aslanov

##### **Kimya elmləri üzrə**

Akademik, kimya elmləri doktoru, prof.

Akademik, kimya elmləri doktoru, prof.

Kimya elmləri doktoru, prof.

Kimya elmləri doktoru, prof. (məsul redaktor)

Kimya elmləri doktoru, prof.

Vaqif Abbasov

Akif Əzizov

Teymur İlyasov

Dursun Aşurov

Əkbər Ağayev

##### **Biologiya elmləri üzrə**

AMEA-nın müxbir üzvü, biologiya elmləri doktoru, prof.

Biologiya elmləri doktoru, prof.

Biologiya elmləri doktoru, prof.

Biologiya elmləri namizədi, dos. (məsul redaktor)

Elşad Qurbanov

Pənah Muradov

Əli Əliyev

Nizami Namazov

---

**Сумгайытский государственный университет**  
**Научные Известия. Серия: Естественные и технические науки.**

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

Кандидат философских наук, доц.

**Эльхан Гусейнов**

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА**

Доктор филологических наук, проф.

**Рамазан Мамедов**

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ**

Кандидат физико-математических наук, доц.

**Акбер Мамедов**

**ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ**

**Технические науки**

Академик, доктор технических наук, проф.

Член-корр. НАНА, доктор технических наук, проф.

Доктор технических наук, проф.

Доктор технических наук, проф.

Доктор технических наук, проф. (ответственный редактор)

Доктор технических наук, проф.

Тельман Алиев

Фирудин Мамедов

Магомед Ахмедов

Надир Кязимов

Фазиль Алекберли

Джаваншир Мамедов

**Естественные науки**

**Физика и математика**

Член-корр. НАНА, доктор физико-математических наук, проф.

Доктор физико-математических наук, проф.

(ответственный редактор)

Доктор физико-математических наук, проф.

Доктор физико-математических наук, проф.

Доктор физико-математических наук, проф.

Доктор физико-математических наук, проф.

Доктор физико-математических наук, проф.

Доктор физико-математических наук, проф.

Юсиф Мамедов

Магомедали Зарбалиев

Фикрат Фейзиев

Полад Гахраманов

Мамед Ягубов

Эльдар Масимов

Вагиф Салманов

Хамдулла Асланов

**Химия**

Академик, доктор химических наук, проф.

Академик, доктор химических наук, проф.

Доктор химических наук, проф.

Доктор химических наук, проф. (ответственный редактор)

Доктор химических наук, проф.

Вагиф Аббасов

Акиф Азизов

Теймур Ильясов

Дурсун Ашуров

Акбер Агаев

---

## **Биология**

Член-корр. НАНА, доктор биологических наук, проф.

Доктор биологических наук, проф.

Доктор биологических наук, проф.

Кандидат биологических наук, доц. (ответственный редактор)

Эльшад Гурбанов

Панах Мурадов

Али Алиев

Низами Намазов

## **Sumgayit State University Scientific News. Series for Natural and Technology Sciences.**

### **EDITOR-IN-CHIEF**

**PhD, associate prof.**

**Elkhan Guseynov**

### **ASSISTANT EDITOR**

**D.Sc. (Philology), prof.**

**Ramazan Mammadov**

### **EXECUTIVE SECRETARY**

**PhD., associate prof.**

**Akber Mammadov**

### **EDITORIAL BOARD**

#### **Technical Sciences**

Academician, D.Sc (Technikal), prof.

The member-correspondent NASA, D.Sc. (Technikal), prof.

D.Sc. (Technikal), prof.

D.Sc. (Technikal), prof.

D.Sc. (Technikal), prof. (executive editor)

D.Sc. (Technikal), prof.

Telman Aliyev

Firudin Mammadov

Magammad Akhmadov

Nadir Kazimov

Fazil Alakbarli

Dzhavanshir Mammadov

#### **Natural Sciences**

##### **Physics and Mathematics**

The member-correspondent NASA, D.Sc. (Ph&M), prof.

D.Sc. (Ph&M), prof. (executive editor)

D.Sc. (Ph&M), prof.

D.Sc. (Ph&M), prof.

D.Sc. (Ph&M), prof.

D.Sc. (Ph&M), prof.

D.Sc. (Ph&M), prof.

D.Sc. (Ph&M), prof.

Yusif Mammadov

Mahammadali Zarbaliyev

Fikrat Feyziev

Polad Gahramanov

Mammad Yagubov

Eldar Masimov

Vagif Salmanov

Hamdulla Aslanov

##### **Chemistry**

Academician, D.Sc. (Chemistry), prof.

Academician, D.Sc. (Chemistry), prof.

D.Sc. (Chemistry), prof.

Vagif Abbasov

Akif Azizov

Teymur Ilyasov

---

D.Sc. (Chemistry), prof. (executive editor)  
D.Sc. (Chemistry), prof.

Dursun Ashurov  
Akber Agayev

### **Biology**

The member-corespondent NASA, D.Sc. (Ph&M), prof.  
D.Sc. (Biology), prof.  
D.Sc. (Biology), prof.  
PhD(Biology), associate prof. (executive editor)

Elshad Qurbanov  
Panah Muradov  
Ali Aliyev  
Nizami Namazov

### **Təsisçi: Sumqayıt Dövlət Universiteti**

“Elmi xəbərlər” jurnalı Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin 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.

### **Учредитель: Сумгайытский государственный университет**

Журнал «Научные Известия» издается на основании приказа 991 Министерства 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.

### **Constitutor: Sumqayit State University**

The Journal of "Scientific News" is published to order according to 991 Ministry of Education of the Azerbaijan Republic from 27.10.2000 year.  
It is have been received to registration by The Ministry of Justices of the Azerbaijan Republic.  
It is included to list of scientific publications of the Supreme Attestation Commission under the President of Azerbaijan Republic.

© Sumqayıt Dövlət Universiteti, 2015

UOT 644.02.54

**TlGa<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Se<sub>2</sub> (0,001≤x≤0,003) BƏRK MƏHLULUNUN  
RENTGENQURULUŞ ANALİZİ VƏ İSTİDƏN GENİŞLƏNMƏSİ**

**QURBANOV MEHDİ MƏHƏMMƏD oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**MƏMMƏDOV SƏMƏNDƏR CƏFƏR oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**BAYRAMOV COŞQUN CÜMŞÜD oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosenti*

*e-mail: [cosqun59@mail.ru](mailto:cosqun59@mail.ru)*

*Açar sözlər: rentgenquruluş analizi, istidən genişlənmə, bərk məhlul, Debay temperaturu, orta kvadratik yerdəyişmə.*

*Məqalədə TlGa<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Se<sub>2</sub> (0,001≤x≤0,003) bərk məhlulunun rentgenquruluş analizi və istidən genişlənmə əmsalının ölçülməsindən alınan nəticələr verilmişdir. Müxtəlif temperaturalarda istidən genişlənmə əmsalının qiymətləri əsasında Debay xarakteristik temperaturu və atomlararası orta kvadratik yerdəyişmə hesablanmışdır.*

A<sup>III</sup>B<sup>VI</sup>-tipli birləşmələr əsasında alınan üçqat birləşmələrdə qallium atomlarının qismən lantanoidlərlə əvəz edilməsi yolu ilə alınan bərk məhlullar da həm nəzəri, həm də praktik baxımdan maraqlıdır. Bu cür əvəzetmə halında qəfəs parametrlərində və qadağan olunmuş zonanın enində baş verən dəyişikliklər kristal qəfəsində atomlararası kimyəvi rabitə qüvvəsinin qiymətinə də təsir göstərir ki, bu təsir özünü istilik parametrlərinin temperatur asılılığında və digər termodinamik parametrlərin qiymətində kəskin büruzə verir [1,2].

Bu işdə qadalinium atomlarının qismən tərkibə daxil edilməsi yolu ilə TlGaSe<sub>2</sub> birləşməsinin kristallik quruluşunda və istidən genişlənmə əmsalının qiymətində baş verəcək dəyişikliyi müəyyən etmək üçün TlGa<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Se<sub>2</sub> (0,001≤x≤0,003) bərk məhlulunun rentgenquruluş analizi aparılmış və istidən genişlənmə əmsalı ölçülmüşdür.

TlGa<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Se<sub>2</sub> bərk məhlulu mövcud metodika əsasında sintez edilmişdir [3]. Tərkiblərdən hazırlanmış nümunələrdən aparılan rentgenquruluş analizi göstərmişdir ki, alınan bütün bərk məhlullar monoklin quruluşda (pseudotetraqonal) kristallaşır. Ayrı-ayrı tərkiblər üçün qəfəs parametrlərinin qiymətləri belə olmuşdur:

TlGaSe<sub>2</sub> üçün a=10,772 Å; b=10,771 Å; c=15,63 Å; β=100<sup>0</sup>; z=16

TlGa<sub>0,999</sub>Gd<sub>0,001</sub>Se<sub>2</sub> tərkibi üçün a=10,773 Å; b=10,772 Å; c=15,631 Å; β=100<sup>0</sup>; z=16

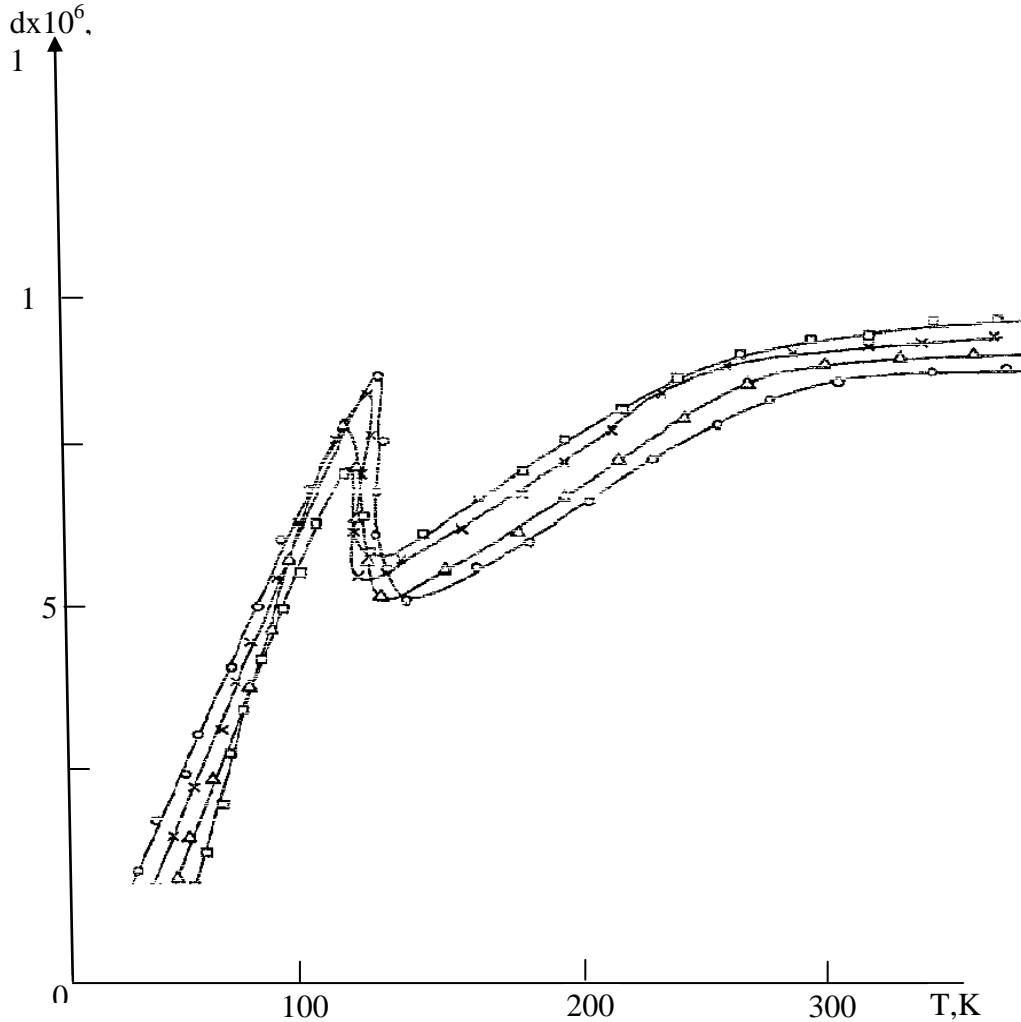
TlGa<sub>0,998</sub>Gd<sub>0,002</sub>Se<sub>2</sub> tərkibi üçün a=10,774 Å; b=10,772 Å; c=15,632 Å; β=100<sup>0</sup>; z=16

TlGa<sub>0,997</sub>Gd<sub>0,003</sub>Se<sub>2</sub> tərkibi üçün a=10,775 Å; b=10,773 Å; c=15,663 Å; β=100<sup>0</sup>; z=16

Qəfəs parametrlərinin böyüməsi qadaliniumun ion radiusunun qalliumun ion radiusuna nisbətən böyük olmasından irəli gəlir. (r<sub>Ga</sub>=0,620 Å; r<sub>Gd</sub>=0,938 Å). Tədqiq edilən bərk məhlulların kristal qəfəsində baş verən dəyişiklik cədvəl 1-də verilmişdir.

TlGa<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Se<sub>2</sub> (0,001≤x≤0,003) bərk məhlulunun istidən genişlənmə əmsalı geniş temperatur intervalında (77÷300 K) ədəbiyyatdan mövcud olan təcrübi qurğuda ölçülmüşdür [4]. İstidən genişlənmə əmsalının ölçülməsi zamanı təcrübənin nisbi xətası ~0,5% təşkil etmişdir. Bütün tərkiblər üçün istidən genişlənmə əmsalının temperatur asılılığı şəkil 1-də göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, həm TlGaSe<sub>2</sub>, həm də tərkibə qadalinium daxil edilən hallarda eyni

temperatur intervalında (105÷120 K) faza keçidi müşahidə edilir. İstidən genişlənmə əmsalının həmin oblastda dəyişməsinin xarakterinə görə bu faza keçidinin ikinci növ faza keçidi olduğunu demək olar.



**Şəkil 1.**  $TlGa_{1-x}Gd_xSe_2$  bərk məhlullarının istidən genişlənmə əmsalının ( $\alpha$ ) temperatur asılılığı  $0-TlGaSe_2$   
 $x$ -  $TlGa_{0,999}Gd_{0,001}Se_2$ ,  $\Delta$ - $TlGa_{0,998}Gd_{0,002}Se_2$ ,  $\square$ - $TlGa_{0,997}Gd_{0,003}Se_2$

İstidən genişlənmə əmsalının təcrübi qiymətləri əsasında Debay xarakteristik temperaturu ( $\theta$ ) və atomlararası orta kvadratik dinamik yerdəyişmənin ( $\sqrt{U^2}$ ) qiyməti hesablanmışdır. Hesablamalar ədəbiyyatdan mövcud olan empirik düsturlar əsasında aparılmışdır [5].

$$\theta = \frac{19,37}{(\bar{A}V^{2/3}\alpha)^{1/2}} \quad (1)$$

və

$$\bar{U}^2 = \frac{4,3 \cdot 10^{-14} \left[ D(\theta \setminus T) + \frac{1}{4} \right]}{\bar{A} \cdot \theta} \quad (2)$$

Burada  $\bar{A}$  -orta kvadratik atom kütləsi, V-atomar həcm, D(θ\T)-Debay funksiyasıdır. Hesablamaların nəticəsi cədvəl 2-də verilmişdir.

**Cədvəl 2.**

T, K	TlGaSe <sub>2</sub>		TlGa <sub>0,999</sub> Gd <sub>0,001</sub> Se <sub>2</sub>		TlGa <sub>0,998</sub> Gd <sub>0,002</sub> Se <sub>2</sub>		TlGa <sub>0,997</sub> Gd <sub>0,003</sub> Se <sub>2</sub>	
	θ <sup>0</sup> ,K	√ $\bar{U}^2$ , Å	θ <sup>0</sup> ,K	√ $\bar{U}^2$ , Å	θ <sup>0</sup> ,K	√ $\bar{U}^2$ , Å	θ <sup>0</sup> ,K	√ $\bar{U}^2$ , Å
90	420	0,142	428	0,140	424	0,139	426	0,137
100	390	0,155	403	0,151	411	0,149	412	0,147
120	380	0,164	320	0,158	405	0,156	406	0,154
140	335	0,192	356	0,189	396	0,185	399	0,181
160	300	0,216	326	0,214	388	0,211	391	0,207
180	288	0,245	314	0,239	375	0,237	378	0,234
200	275	0,276	302	0,271	363	0,268	366	0,263
250	270	0,307	295	0,304	351	0,265	354	0,259
300	260	0,341	273	0,338	330	0,261	338	0,257

Cədvəldən göründüyü kimi, bütün tərkiblərdə temperaturun artması ilə Debay xarakteristik temperaturu azalır, atomlararası orta kvadratik yerdəyişmənin qiyməti artır. Hər iki dəyişiklik, həm temperaturun artması, həm də tərkibə daxil edilən qadaliniumun artması nəticəsində kristal qəfəsində atomlararası rabitə qüvvəsinin azalması ilə izah edilə bilər.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Qurbanov M.M., Məmmədov S.C., Məhərrəmov Ə.B., Bayramov C.C.. TlGa<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Se<sub>2</sub> (0,01 ≤ x ≤ 0,03) bərk məhlulunun istidən genişlənməsi / Fizikanın müasir problemləri V Respublika konfransının materialları. 16-17 dekabr. Bakı: 2011, s.50-52.
2. Qurbanov M.M., Məmmədov S.C., Əhmədova A.M., Cəfərova Ş.M. TlGa<sub>1-x</sub>Yb<sub>x</sub>Te<sub>2</sub> (0,01 ≤ x ≤ 0,03) bərk məhlullarının rentgenquruluş analizi, istidən genişlənməsi və termodinamik parametrlərin EHM-də hesablanması // SDU Elmi xəbərlər, c.13, 2013, № 2, s.8-12.
3. Годжаев Э.М., Зейналов Г.И., Мамедов С.Д.. Синтез и рентгенографическое исследование сплавов системы TlInS<sub>2</sub>-TlDyS<sub>2</sub>//Изв.АН СССР. Неорган. Материалы, Т.22, 1986, №12, с.1805-1907.
4. Годжаев Э.М., Зарбалиев М.М., Курбанов М.М. Дилатометр для измерения ТКЛР твердых тел в широком интервале температур// Измерит.техника 1985, №2, с.44-45.
5. Гурбанов М.М. Тепловое расширение и изотермическая сжимаемость TlGaTe<sub>2</sub> . Изв РАН Неорган. Мат. Том 41. М.: 2005, №12, с.1-3





**РЕЗЮМЕ**

**КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ И РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ТВЕРДОГО РАСТВОРА TlGa<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Se<sub>2</sub>(0,001 ≤ x ≤ 0,003)**

*Курбанов М.М., Мамедов С. Д., Байрамов Д.Д.*

*Ключевые слова: рентгеноструктурный анализ, тепловое расширение, твердый раствор, температура Дебая, среднеквадратичное смещение*

В статье приводятся результаты рентгеноструктурного анализа и экспериментальных данных коэффициента теплового расширения твердого раствора TlGa<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Se<sub>2</sub> (0,001 ≤ x ≤ 0,003).

На основе значений коэффициента теплового расширения в различных температурах вычислены характеристическая температура Дебая и среднеквадратичное смещение между атомами.

**SUMMARY**

**THERMAL EXPANSION COEFFICIENT AND X-ray ANALYSIS OF TlGa<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Se<sub>2</sub> (0,001 ≤ x ≤ 0,003) SOLID SOLUTION**

*Gurbanov M.M., Mamedov S.J., Bayramov J.J.*

*Keywords: X-ray analysis, thermal expansion, solid solution, Debye temperature, root-mean-square displacement.*

In the article results of X-ray analysis and experimental data on thermal expansion coefficient for TlGa<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Se<sub>2</sub> (0,001 ≤ x ≤ 0,003) of solid solution are presented.

On the basis of values of thermal expansion coefficient at various temperatures characteristic Debye temperature and root-mean-square displacement of atoms have been calculated.

Daxil olma tarixi: İlk variant 06.03.2015  
Son variant 30.03.2015

УДК 512.98

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОЛЬВЕНТЫ ОПЕРАТОРНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА НА ПОЛУОСИ

**АСЛАНОВ ГАМИДУЛЛА ИСРАФИЛ оглы**

*Институт математики и механики НАНА, заведующий отделом, профессор*

**АБДУЛЛАЕВА НОВРАСТА СИДГАЛИ гызы**

*Сумгайытский государственный университет, диссертант*

*e-mail: [aslanov.50@mail.ru](mailto:aslanov.50@mail.ru)*

**Ключевые слова:** оператор, пространство, резольвента, спектр, функция Грина, собственные значения.

*Изучается функция Грина операторно-дифференциального уравнения высокого порядка на полуоси. Используя метод замораживания коэффициентов сначала построена функция Грина соответствующего уравнения с постоянными коэффициентами удовлетворяющего заданным краевым условиям. Далее строится интегральное уравнение для функции Грина заданного уравнения и исследуется решение этого интегрального уравнения в специально построенных банаховых пространствах операторнозначных функций.*

Пусть  $H$  – сепарабельное гильбертово пространство. В пространстве  $H_1 = L_2[H; [0, \infty))$  определим оператор  $L$ , порожденный дифференциальным выражением

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

и граничным условиям

$$y^{(l_1)}(0) = y^{(l_2)}(0) = \dots = y^{(l_n)}(0) = 0 \quad (2)$$

Здесь  $0 \leq l_1 < l_2 < \dots < l_n \leq 2n - 1$ ,  $y \in H_1$  и производные понимаются в сильном смысле.

Пусть  $D'$  – совокупность всех функций вида  $\sum_{k=1}^p \varphi_k(x)f_k$ , где  $\varphi_k(x)$  – финитные  $2n - 1$  раз непрерывно дифференцируемые скалярные функции и  $f_k \in D\{Q\}$ .

Определим оператор  $L'$ , порожденный выражением (1) и граничными условиями (2), с областью определения  $D'$ . При выполнении определенных условий оператор  $L'$  является положительным симметрическим оператором в  $H_1$ . Будем предполагать, что замыкание  $L$  оператора  $L'$  является самосопряженным и полуограниченным снизу оператором в  $H_1$ .

В данной работе изучается функция Грина оператора  $L$ . Отметим, что функция Грина уравнения Штурма-Лиувилля с самосопряженным операторным коэффициентом изучена Б.М.Левитаном [1]. В работе А.Г.Костюченко и Б.М.Левитана [2] изучена дискретность спектра и асимптотическое распределение собственных значений самосопряженного операторного уравнения Штурма-Лиувилля. Функция Грина и асимптотическое распределение собственных значений оператора  $L$ , порожденного выражением

$$l(y) = -(P(x)y')' + Q(x)y \quad (3)$$

с самосопряженными коэффициентами изучен Е.Абдукадыровым [3]. В работах Е.Г.Клеймана [4], М.Г.Душдурова [5], Г.И.Касумовой [6] исследованы функция Грина

уравнения Штурма-Лиувилля с нормальными операторными коэффициентами. В работе М.Байрамоглы [7] построены и исследованы некоторые свойства функции Грина и асимптотическое распределение собственных значений операторно-дифференциального уравнения высокого четного порядка на всей оси. Случаи полуоси рассмотрены в работах Г.И.Асланова [8], А.А.Абудова и Г.И.Асланова [9], Г.И.Касумовой [10]. Функции Грина операторно-дифференциального уравнения высокого порядка на конечном отрезке изучены Г.И.Асланов и К.Г.Бадаловой [11].

Предположим, что операторные функции  $P(x)$  и  $Q(x)$  удовлетворяют следующим условиям:

1. Операторная функция  $P(x)$   $n$ -раз равномерно дифференцируема при всех  $x \in [0, \infty)$  и удовлетворяют условие  $m(h, h)_H \leq (P(x)h, h)_H \leq M(h, h)$  для всех  $h \in H$ .
2. В пространстве  $H$  существует общее для всех  $x \in [0, \infty)$  всюду плотное множество  $D\{Q(x)\} = D(Q)$ , на котором  $Q(x)$  определены и самосопряжены, равномерно снизу ограничены, т.е. существует такое постоянное число  $d > 0$ , что почти для всех  $x \in [0, \infty)$  и всех  $f \in D(Q)$   $(Q(x)f, f)_H \geq d(f, f)_H$ .
3. Существуют постоянные числа  $c > 0$ ,  $0 < a < \frac{2n+1}{2n}$  такие, что при всех  $x$  и

$|x - \xi| \leq 1$  справедливо неравенство

$$\| [Q(x) - Q(\xi)] Q^{-a}(x) \|_H < c|x - \xi|$$

4. Для  $|x - \xi| > 1$  выполняется неравенство

$$\left\| K(\xi) \exp\left(-\frac{Jm\varepsilon_1}{2}|x - \xi|\omega\right) \right\|_H < c,$$

где

$$K(x) = p^{-\frac{1}{2}}(x)Q(x)P^{-\frac{1}{2}}(x), \quad \omega = \{K(x) + \mu P^{-1}(x)\}^{\frac{1}{2n}}, \quad \mu > 0,$$

$$Jm\varepsilon_1 = \min_i \{Jm\varepsilon_i > 0, \quad \varepsilon_i^{2n} = -1\}$$

5. Для всех  $x$  и  $\xi$  из  $[0, +\infty)$  выполняются неравенства  $\left\| Q(x)P^{\pm\frac{1}{2}}(x)Q^{-1}(x) \right\|_H < c$ ,

$$\left\| Q(x)P^{-\frac{1}{2}}(x)P^{\frac{1}{2}}(\xi)Q^{-1}(\xi) \right\|_H < c$$

6. Предположим, что  $Q(x)$  почти для всех  $x \in [0, \infty)$  является обратным к вполне непрерывному оператору. Тогда  $K(x)$  также почти для всех  $x$  является обратным у вполне непрерывному оператору. Обозначим через  $-\alpha_1(x) \leq \alpha_2(x) \leq \dots \leq \alpha_n(x) \leq \dots$  – собственные значения оператора  $K(x)$ , относительно которых будем предполагать, что они являются измеримыми функциями. Предполагается, что для почти всех  $x$  сходится ряд  $\sum_{i=1}^{\infty} \alpha_i^{\frac{1-4n}{2n}}(x)$  и его сумма  $F(x) \in L_1[0, +\infty)$ .

Основным результатом данной статьи является следующая теорема.

**Теорема.** Если выполняются условия 1)-6), то при достаточно больших значениях параметра  $\mu > 0$  оператор  $R_\mu = (L + \mu E)^{-1}$  существует и является интегральным

оператором с операторными ядром  $G(x, \eta; \mu)$ , которое называется функцией Грина оператора  $L$ .  $G(x, \eta; \mu)$  есть операторная функция в  $H$ , которое зависит от двух переменных  $x$  и  $\eta$  ( $0 \leq x, \eta < \infty$ ) и параметра  $\mu$  и удовлетворяет условиям:

а)  $\frac{\partial^k G(x, \eta; \mu)}{\partial \eta^k}$ ,  $k = 0, 1, \dots, 2n - 2$  сильно непрерывна по переменным  $(x, \eta)$

б) существует сильная производная  $\frac{\partial G^{2n-1}(x, \eta; \mu)}{\partial \eta^{2n-1}}$ , причем

$$\frac{\partial^{2n-1} G(x, x+0; \mu)}{\partial \eta^{2n-1}} - \frac{\partial^{2n-1} G(x, x-0; \mu)}{\partial \eta^{2n-1}} = (-1)^n P^{-1}(x)$$

в)  $(-1)^n \left( P(n) \frac{\partial^n G}{\partial \eta^n} \right)_\eta^{(n)} + Q(\eta)G(x, \eta; \mu) + \mu G(x, \eta; \mu) = 0$

$$\frac{\partial^l G}{\partial \eta^l} \Big|_{x=0} = \frac{\partial^l G}{\partial \eta^l} \Big|_{x=0} = \dots = \frac{\partial^l G}{\partial \eta^l} \Big|_{x=0} = 0$$

г)  $G^*(x; \eta; \mu) = G(\eta, x; \mu)$

д)  $\int_0^\infty \|G(x, \eta; \mu)\|_H^2 d\eta < \infty$

Как известно [7], функция Грина  $G(x, \eta; \mu)$  оператора  $L$  удовлетворяет следующему интегральному уравнению:

$$\begin{aligned} G(x, \eta; \mu) = & G_0(x, \eta; \mu) - \int_0^\infty G_0(x, \xi; \mu) [Q(\xi) - Q(x)] G_0(\xi, \eta; \mu) d\xi + \\ & + \frac{1}{2ni} \int_0^\infty P^{-\frac{1}{2}}(x) \omega \sum_{k=1}^n \varepsilon_k \exp(i\varepsilon_k |x - \xi| \omega) (E - r(x, \xi; \mu)) P^{-\frac{1}{2}}(x) [P(\xi) - P(x)] G_0(x, \xi; \mu) d\xi + \\ & + (-1)^n \sum_{m=1}^n C_n^m \int_0^\infty G_0^{(2n-m)}(x, \xi; \mu) P^m(\xi) G_0(\eta, \xi; \mu) d\xi \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь  $G_0(x, \eta; \mu)$  функция Грина оператора  $L_1$ , порожденного дифференциальным выражением (1) с «замороженными» в точке « $\xi$ » коэффициентами и граничными условиями (2):

$$\begin{cases} l_0(y) = (-1)^n (P(\xi) y^{(n)})' + Q(\xi) y + \mu y \\ y^{(l_1)}(0) = y^{(l_2)}(0) = \dots = y^{(l_n)}(0) = 0, \end{cases} \quad (4)$$

Здесь « $\xi$ » фиксированная точка интервала  $[0, \infty)$ . Функция Грина  $G_0(x, \eta; \mu)$  задачи (4) ищутся в виде

$$G_0(x, \eta; \mu) = g(x, \eta; \xi; \mu) + V(x, \eta; \xi; \mu) \quad (5)$$

где  $g(x, \eta, \xi; \mu)$  функция Грина уравнения  $l_0(y) = 0$  на всей оси. Как известно, они имеет вид:

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

$$\frac{1}{2\pi i} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k \exp(i\varepsilon_k |x-\eta| \omega) P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \quad (6)$$

Здесь через  $\xi_k$  обозначены корни из  $(-1)$  степени  $2n$ , лежащие в верхней полуплоскости и  $\omega = [K(\omega) + \mu P^{-1}(\xi)]^{\frac{1}{2n}}$ ,  $K(\xi) = P^{-\frac{1}{2}}(\xi) Q(\xi) P^{-\frac{1}{2}}(\xi)$ .

Функция  $V(x, \eta, \xi; \mu)$  является ограниченной при  $x \rightarrow \infty$  решением следующей задачи

$$(-1)^n (P(\xi) y^{(n)})^{(n)} + Q(\xi) y + \mu y = 0 \quad (7)$$

$$V^{(l_j)}(x, \eta, \xi; \mu) \Big|_{x=0} = -g^{(l_j)}(x, \eta, \xi; \mu) \Big|_{x=0} \quad (8)$$

Общим решением уравнение (7) имеет вид

$$V(x, \eta, \xi; \mu) = \frac{1}{2\pi i} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n A_k(\eta, \xi; \mu) e^{i\varepsilon_k \omega x} \quad (9)$$

Коэффициенты  $A_k(\eta, \xi; \mu)$  определяются из краевых условий (8). Подставляя выражение (9) в краевые условия (8), для определения коэффициентов  $A_k(\eta, \xi; \mu)$  получим систему линейных уравнений

$$\sum_{k=1}^n A_k \varepsilon_k^{l_j} = -\sum_{k=1}^n \varepsilon_k^{1+l_j} e^{i\varepsilon_k \omega \eta}, \quad j = 1, \dots, n-1$$

Обозначим

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} \varepsilon_1^{l_1} & \varepsilon_2^{l_1} & \dots & \varepsilon_n^{l_1} \\ \varepsilon_1^{l_2} & \varepsilon_2^{l_2} & \dots & \varepsilon_n^{l_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varepsilon_1^{l_n} & \varepsilon_2^{l_n} & \dots & \varepsilon_n^{l_n} \end{vmatrix}, \quad \Delta_k = \begin{vmatrix} \varepsilon_1^{l_1} & \dots & -\sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon_k^{1+l_1} e^{i\varepsilon_k \omega \eta} & \dots & \varepsilon_n^{l_1} \\ \varepsilon_1^{l_2} & \dots & -\sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon_k^{1+l_2} e^{i\varepsilon_k \omega \eta} & \dots & \varepsilon_n^{l_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varepsilon_1^{l_n} & \dots & -\sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon_k^{1+l_n} e^{i\varepsilon_k \omega \eta} & \dots & \varepsilon_n^{l_n} \end{vmatrix}$$

Легко показать, что  $\Delta_k = -\varepsilon_k e^{i\varepsilon_k \omega \eta} \Delta_0$ . Тогда  $A_k = \frac{\Delta_k}{\Delta_0} = -\varepsilon_k e^{i\varepsilon_k \omega \eta}$ .

Подставляя выражения  $A_k$  в равенстве (9) получаем

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

Тогда функция Грина задачи (4) будем иметь вид

$$G_0(x, \eta, \xi; \mu) = \frac{1}{2\pi i} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k e^{i\varepsilon_k \omega \eta |x-\eta|} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) - \\ - \frac{1}{2\pi i} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k e^{i\varepsilon_k \omega \eta (x+\eta)} P^{-\frac{1}{2}}(\xi)$$

Функцию  $G_0(x, \eta, \xi, \mu)$  можно написать в виде

$$G_0(x, \eta, \xi, \mu) = \begin{cases} \frac{1}{2ni} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k e^{i\varepsilon_k \omega(x-\eta)} [E - e^{2i\varepsilon_k \omega \eta}] P^{-\frac{1}{2}}(\xi), & x \geq \eta \\ \frac{1}{2ni} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k e^{i\varepsilon_k \omega(\eta-x)} [E - e^{2i\varepsilon_k \omega x}] P^{-\frac{1}{2}}(\xi), & x \leq \eta \end{cases} \quad (11)$$

Так как  $\operatorname{Re}(2i\varepsilon_k \omega \eta) < 0$ , поэтому  $\|e^{2i\varepsilon_k \omega \eta}\|_H \rightarrow 0$ ,  $\|e^{2i\varepsilon_k \omega x}\|_H \rightarrow 0$  при  $\mu \rightarrow +\infty$ .

Таким образом, из (11) следует, что

$$\begin{aligned} G_0(x, \eta, \xi, \mu) &= \frac{1}{2ni} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k e^{i\varepsilon_k \omega |x-\eta|} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) (E - r(x, \eta, \xi, \mu)) = \\ &= g(x, \eta, \xi; \mu) [E - r(x, \eta, \xi, \mu)] \end{aligned}$$

причем для  $\mu \rightarrow \infty$  имеем  $\|r(x, \eta, \xi; \mu)\|_H = o(1)$  равномерно по  $(x, \eta)$ .

Теперь исследуем функцию Грина  $G(x, \eta; \mu)$  оператора  $L$ . Как отмечено выше, функция  $G(x, \eta; \mu)$  является решением интегрального уравнения (3).

Решение интегрального уравнения (3) будем исследовать в пространствах операторно-значных функций  $X_1, X_2, X_3^{(p)}, X_2^{(s)}, X_4^{(s)}$  и  $X_5$  ( $p \geq 1, s \geq 0$ ). Определение и доказательство их полноты в случае  $-\infty < x, \eta < \infty$  даны Б.М.Левитаном в работе [1].

Доказывается, что уравнение (3) при достаточно большом  $\mu > 0$ , может быть решено методом итераций и его решение есть операторная функция Грина для оператора  $L$ .

Вначале оценим норму операторной функции  $G_0(x, \eta; \mu)$ . Так как

$$\begin{aligned} (\{K(x) + \mu P^{-1}(x)\}f, f) &= (K(x)f, f) + (\mu P^{-1}(x)f, f) = \\ &= \left( \{Q(x) + \mu E\} P^{-\frac{1}{2}}(x)f, P^{-\frac{1}{2}}(x)f \right) \geq \gamma(f, f), \quad \gamma = (\mu + d)M^{-1}, \end{aligned}$$

то из спектрального представления оператора  $\omega$  (оператор самосопряжен) легко следует, что

$$\begin{aligned} &\left( \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k \exp(i\varepsilon_k |x-\eta|\omega) \right) (E + r(x, \eta; \mu)f, f) \leq \\ &\leq \gamma^{\frac{1-2n}{2n}} (1 + o(1)) n \exp\left(-Jm\varepsilon_1 |x-\eta| \gamma^{\frac{1}{2n}}\right) (f, f) \end{aligned} \quad (12)$$

Из неравенства (12) следует, что

$$\begin{aligned} \|G_0(x, \eta; \mu)\|_H &\leq \frac{1}{2n} \left\| P^{-\frac{1}{2}}(x) \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k \exp(i\varepsilon_k |x-\eta|\omega) P^{-\frac{1}{2}}(x) \right\|_H (1 + o(1)) \leq \\ &\leq \frac{1}{2n} (1 + o(1)) \gamma^{\frac{1-2n}{2n}} \exp\left(-Jm\varepsilon_1 |x-\eta| \gamma^{\frac{1}{2n}}\right) \end{aligned}$$

Поэтому

$$\int_0^\infty \|G_0(x, \eta; \mu)\|_H^2 d\eta \leq \frac{(1 + o(1))^2}{8n^2 Jm\varepsilon_1} \gamma^{\frac{1-4n}{2n}} \quad (13)$$

Предположим, что выполняется условие 6. Покажем, что в этом случае

$$\int_0^{\infty} \left\{ \int_0^{\infty} \|G_0(x, \eta; \mu)\|_2^2 d\eta \right\} dx < \infty. \quad (14)$$

Отметим, что для всех  $f \in D(K)$  ( $D(K)$  всюду плотно в  $H$ ) имеет место неравенство

$$\left\{ (K(x) + \mu M^{-1})f, f \right\} \leq (\omega^{2n} f, f) \leq \left\{ (K(x) + \mu m^{-1})f, f \right\}$$

Кроме того, операторы  $\left\{ (K(x) + \mu M^{-1})^{-1} \right\}$ ,  $\omega^{2n}$ ,  $\left\{ (K(x) + \mu m^{-1})^{-1} \right\}$  для почти всех  $x$  существуют и вполне непрерывны. Поэтому для всех  $g \in H$  справедливо неравенство

$$\left\{ (K(x) + \mu m^{-1})^{-1} g, g \right\} \leq (\omega^{2n} g, g) \leq \left\{ (K(x) + \mu M^{-1})g, g \right\}$$

Отсюда следует, что

$$\lambda_j^{-2n}(x) \leq (\beta_j(x) + \mu M^{-1})^{-1} \quad (15)$$

где  $\lambda_j(x)$  собственные значения оператора  $\omega$ .

$$\|G_0(x, \eta; \mu)\|_2^2 \leq \frac{1}{4n^2} \left\| P^{-\frac{1}{2}}(x) \right\|^2 \left\| \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k \exp(i\varepsilon_k |x - \eta| \omega) (E + r(x, \eta; \mu)) \right\|_2^2 \left\| P^{-\frac{1}{2}}(x) \right\|^2$$

Здесь  $\|G_0(x, \eta; \mu)\|_2^2$  – норма Гильберта-Шмидта (абсолютная норма) оператор функции  $G_0(x, \eta; \mu)$  в  $H$ . Далее

$$\begin{aligned} \left\| \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k \exp(i\varepsilon_k |x - \eta| \omega) \right\|_2^2 &= \sum_{j=1}^{\infty} \left| \lambda_j^{1-2n}(x) \sum_{k=1}^n \varepsilon_k e^{i\varepsilon_k |x - \eta| \lambda_j(x)} \right|^2 \leq \\ &\leq n(1 + o(1))^2 \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j^{2(1-2n)}(x) e^{2Jm\varepsilon_1 |x - \eta| \lambda_j(x)} \end{aligned}$$

Отсюда

$$\int_0^{\infty} \|G_0(x, \eta; \mu)\|_2^2 dx \leq \frac{1}{2nm^2 Jm\varepsilon_1} \sum_{j=1}^{\infty} (\lambda_j^{-2n}(x))^{\frac{4n-1}{2n}},$$

Учитывая (15), имеем

$$\int_0^{\infty} \|G_0(x, \eta; \mu)\|_2^2 dx \leq \frac{(1 + o(1))^2}{8nm^2 Jm\varepsilon_1} \sum_{j=1}^{\infty} (\beta_j(x) + \mu M^{-1})^{\frac{1-4n}{2n}} = \frac{(1 + o(1))^2}{8nm^2 Jm\varepsilon_1} F(x)$$

Интегрируя последнее неравенство по  $x$  на интервале  $(0, \infty)$ , будем иметь

$$\int_0^{\infty} \left\{ \int_0^{\infty} \|G_0(x, \eta; \mu)\|_2^2 d\eta \right\} dx \leq \frac{(1 + o(1))^2}{8nm^2 Jm\varepsilon_1} \int_0^{\infty} F(x) dx < \infty \quad (16)$$

Теперь рассмотрим оператор  $N$ , определяемый равенством

$$\begin{aligned} NA(x, \eta) &= \int_0^{\infty} G_0(x, \xi; \mu) [Q(\xi) - Q(x)] A(\xi, \eta) d\xi - \\ &- \int_0^{\infty} \frac{1}{2ni} P^{-\frac{1}{2}}(x) \omega^{1-2n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_k \exp(i\varepsilon_k |x - \xi| \omega) [P(\xi) - P(x)] A(\xi, \eta) d\eta + \end{aligned}$$



$$+ \int_0^{\infty} (-1)^n \sum_{m=1}^n C_n^m G_{0\xi}^{(2n-m)}(x, \xi; \mu) P^{(m)}(\xi) A(\xi, \eta) d\eta \quad (17)$$

Учитывая последнее, напишем уравнение (3) в следующем виде:

$$G(x, \eta; \mu) = G_0(x, \eta; \mu) - NG_0(x, \eta; \mu) \quad (18)$$

Оператор  $N$  рассматривается в пространствах  $X_1, X_2, X_3^{(p)}, X_2^{(s)}, X_4^{(s)}$  и  $X^{(5)}$ .

Имеет место следующая важная теорема.

**Теорема.** Если операторные функции  $P(x)$  и  $Q(x)$  удовлетворяют условиям 1-6, то для достаточно больших  $\mu > 0$  оператор  $N$  является сжимающим оператором во всех вышеуказанных пространствах.

Доказательство этой теоремы аналогично доказательству соответствующей теоремы из работы [9], поэтому его здесь не приводим.

Поскольку  $N$  – сжимающий оператор во всех рассмотренных пространствах, то уравнение (3) имеет единственное решение, которое может быть получено с помощью итераций, если только операторная функция  $G_0(x, \eta; \mu)$  принадлежит соответствующему пространству.

Из оценки (13) следует, что  $G_0(x, \eta; \mu) \in X_3^{(1)}$ . Поэтому  $G(x, \eta; \mu)$  для достаточно больших  $\mu$  также принадлежит пространству  $X_3^{(1)}$ , если только операторные функции  $P(x)$  и  $Q(x)$  удовлетворяют условиям 1-5. Если же кроме этих условий, выполняется условие 6), то как мы видим, имеет место неравенство (14) и  $G_0(x, \eta; \mu) \in X_2$  и следовательно,  $G(x, \eta; \mu)$  для достаточно больших  $\mu$  есть также элемент пространства  $X_2$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Левитан Б.М. Исследование функции Грина уравнения Штурма-Лиувилля с операторным коэффициентом // Матем. сб. т.76, 1968, №2, с. 239-270.
2. Костюченко А.Г., Левитан Б.М. Об асимптотическом поведении собственных значений операторной задачи Штурма-Лиувилля. // Функция, анализ и его применения. М.: 1967, вып.1, с.86-96
3. Абдулкадыров Э. О функции Грина уравнения Штурма-Лиувилля с операторными коэффициентами // ДАН СССР, 1970, №3, с.519-522.
4. Клейман Е.Г. О функции Грина уравнения Штурма-Лиувилля с нормальными операторным коэффициентом // Вестник МГУ. М.: 1974, №5, с.17-23
5. Душдуров М.Г. О функции Грина уравнения Штурма-Лиувилля с нормальным операторным коэффициентом на полуоси. Деп. в ВИНТИ, №3249-82.
6. Kazimova G.I. Investigation of the Green function of second order equations with normal operator coefficients on the axis // Transactions of NAS of Azerbaijan. XXVIII, №4, 2008, p.59-64.
7. Байрамоглы М. Асимптотика числа собственных значений обыкновенных дифференциальных операторов с операторными коэффициентами // В сб. «Функ. анализ и его приложения». Баку: Элм, 1971, с.144-166.
8. Асланов Г.И. Асимптотика числа собственных значений обыкновенных дифференциальных уравнений с операторными коэффициентами на полуоси. ДАН Азерб. ССР, 1976, т.32, №2, с.3-7.
9. Абудов А.А., Асланов Г.И. Распределение собственных значений операторно-дифференциальных уравнений порядка  $2n$  // Изв. АН Азерб. ССР сер. физ-техн. и мат. наук, 1979, №2, с.21-25.

10. Касумова Г.И. О функции Грина операторно-дифференциальных уравнений высокого порядка с общими граничными условиями // “Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları” Respublika Elmi konfransının materialları. Sumqayıt, 26-27 noyabr, 2007, s.39-40.
11. Aslanov G.I., Badalova K.G. Investigation of Green function of higher order operator-differential equation in finite segment. Transactions of NAS of Azerbaijan, 2011, vol.XXXI, №4, pp.35-44.

**XÜLASƏ**  
**YARIMOXD A YÜKSƏK TƏRTİBLİ OPERATOR-DİFERENSİAL**  
**TƏNLIKLƏRİN REZOLVENTASININ TƏDQIQI**  
*Aslanov H.İ., Abdullayeva N.S.*

*Açar sözlər: operator, fəza, rezolventa, spektr, Qrin funksiyası, məxsusi ədədlər*

Təqdim edilmiş məqalədə yarımoxda yüksək tərtibli operator-diferensial tənliyin Qrin funksiyası tədqiq edilmişdir. Əvvəlcə Levi metoduna əsaslanaraq tənliyin əmsalları “dondurularaq” sabit əmsallı tənliyin verilmiş sərhəd şərtlərini ödəyən Qrin funksiyası qurulmuşdur. Baxılan məsələnin Qrin funksiyası üçün inteqral tənlik alınmış və bu tənliyin həlli öyrənilmişdir.

**SUMMARY**  
**ON THE REZOLVENT HIGHER ORDER OPERATOR-DIFFERENTIAL**  
**EQUATION ON SEMI-AXIS**  
*Aslanov G.I., Abdullayeva N.S.*

*Key words: operator, space, rezolvent, spectrum, Green function, eigenvalues.*

In the present paper the Green function of a higher order operator-differential equation on semi-axis is studied. Using “frozen” coefficient method, at first Green function of the corresponding equation with constant coefficients, satisfying the given edge conditions is formed. Further integral equation for Green function of the given equation is formed and the solution of this integral equation is being studied.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	29.01.2015
	Son variant	16.02.2015

UOT 517.968.7

**RƏQS EDƏN PROSESLƏR ÜÇÜN ƏLAVƏ MƏHDUDIYYƏTLİ HƏRƏKƏT  
EDƏN OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏSİ**

**MƏMMƏDOV ƏKBƏR COMƏRD oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**YUSİFOV BAKİR MƏHƏMMƏD oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**RAMAZANOVA LİDİYA MƏMMƏDŞAH qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, baş müəllim*

*E-mail: [mammadov.akpar@rambler.ru](mailto:mammadov.akpar@rambler.ru)*

*Açar sözlər: hərəkət edən optimal idarəedicilərin funksional, mümkün idarəedicilərin sinfi, Dirak funksiyası.*

İşdə rəqs tənliyi ilə təsvir olunan sistem üçün hərəkət edən optimal idarəetmə məsələsi əlavə məhdudiyət daxilində tədqiq olunur. Əvvəlcə hər bir qeyd olunmuş mümkün idarəedicilərin üçün uyğun qarışıq məsələnin ümumiləşmiş həlli təyin edilir və tapılan həllin köməyi ilə qoyulan optimal idarəetmə məsələsinin həllinin varlığı haqqında teoremlər isbat olunur.

1. Məsələnin qoyuluşu. Fərz edək ki, idarəolunan proses

$$\rho(x) \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ a(x) \frac{\partial y(x,t)}{\partial x} \right] + b(x)y(x,t) + u(t)\delta(x-z(t)), \quad (1)$$

tənliyi

$$y(x,0) = \varphi(x), \quad y_t(x,0) = \psi(x); \quad 0 < x < \ell \quad (2)$$

başlanğıc şərtləri və

$$y(0,t) = 0, \quad y(\ell,t) = 0, \quad (3)$$

bircins sərhəd şərtləri ilə təsvir olunmuşdur. Burada,  $a(x), b(x), \varphi(x), \psi(x)$  funksiyaları  $[0, \ell]$  parçasında verilmiş kifayət qədər hamar funksiyalardır.  $\delta(x)$  - Dirak funksiyasıdır

$(\int_0^{+\infty} \delta(x)\omega(x)dx = \omega(0))$ ,  $z(t)$  funksiyası isə

$$\dot{z}(t) = q(t)z(t) + p(t), \quad (4)$$

tənliyinin

$$z(0) = z_0, \quad (5)$$

şərtini ödəyən həllidir, burada  $q(t)$   $[0, T]$  parçasında verilmiş kəsilməz funksiya,  $p(t) \in L_2[0, T]$  fəzasında qiymətlər alan idarəedicilərin funksiyasıdır.  $u(t)\delta(x-z(t))$  - funksiyası fiziki olaraq xarici qüvvəni bildirir və  $u(t)$  xarici qüvvənin intensivliyini,  $z(t)$  isə qüvvənin

yerdəyişmə trayektoriyasıdır.  $u(t) \in U = \{u(t) \mid \int_0^T u^2(t)dt \leq 1\}$  idarəedicidir.

Aşağıdakı optimal idarəetmə məsələsinə baxılır: elə  $(u(t), p(t)) \in U \times V$  - idarəedicisini tapmalı ki, o, (1)-(5) şərtləri daxilində

$$J[u, p] = \int_0^\ell \{ [y(x, T) - y_0(x)]^2 + [y'(x, T) - y_1(x)]^2 \} dx \quad (6)$$

funksionalına minimum qiymət versin.

2. Qeyd olunmuş idarəedicini üçün (1)-(5) məsələsinin həllinin təyini.

Əvvəlcə (4)-(5) məsələsinə baxaq. Aydındır ki,  $p(t)$  idarəedicisini qeyd etsək, onda (4)-(5) məsələsinin həlli

$$z(t) = [z_0 + \int_0^t p(\tau) e^{-\int_0^\tau q(s) ds} d\tau] e^{\int_0^t q(\tau) d\tau}, \quad (7)$$

düsturu ilə təyin olunur [1]. Dirak funksiyasının təyini qaydasına görə  $x - z(t) \geq 0$  olmalıdır.  $0 \leq x \leq \ell$  olduğundan  $x - z(t) \geq 0$  bərabərsizliyinin ödənilməsi üçün  $0 \leq z \leq \ell$ ;  $0 \leq t \leq T$  olmalıdır. Buradan (7) düsturunu nəzərə alsaq,

$$0 \leq [z_0 + \int_0^t p(\tau) e^{-\int_0^\tau q(s) ds} d\tau] e^{\int_0^t q(\tau) d\tau} \leq \ell,$$

alırıq. Bərabərsizliyin hər iki tərəfini  $e^{-\int_0^t q(\tau) d\tau} > 0$  ifadəsinə vursaq,

$$0 \leq z_0 + \int_0^t p(\tau) e^{-\int_0^\tau q(s) ds} d\tau \leq \ell \cdot e^{-\int_0^t q(\tau) d\tau}$$

və yaxud

$$0 \leq z_0 + \int_0^T p(\tau) e^{-\int_0^\tau q(s) ds} d\tau \leq \ell \cdot e^{-\int_0^T q(\tau) d\tau}, \quad (8)$$

alınar. Deməli, əgər  $p(t) \in L_2[0, T]$  idarəedicisi üçün (8) bərabərsizliyi ödənilirsə, onda  $0 \leq z(t) \leq \ell$  olar. (8) bərabərsizliyini ödəyən  $p(t)$  idarəedicilər çoxluğunu  $V$  ilə işarə edək. Aydındır ki,  $V$  çoxluğu  $L_2[0, T]$  fəzasının alt fəzasıdır.  $\{X_k(x)\}$ -lə

$$\begin{cases} \frac{d}{dx} \left[ a(x) \frac{dX(x)}{dx} \right] + b(x)X(x) + \lambda \rho(x)X(x) = 0 \\ X(0) = 0, X(\ell) = 0 \end{cases} \quad (9)$$

spektral məsələsinin ortonormal məxsusi funksiyalar sistemini,  $\{\lambda_k\}$  - ilə isə məxsusi ədədlər ardıcılığını işarə edək. Asanlıqla göstərmək olar ki, əgər  $a(x)$  və  $b(x)$  funksiyaları  $[0, \ell]$  parçasında kəsilməz funksiyalardır və  $a'(x) \in C[a, b]$ ,  $a(x) \geq 0$ ,  $b(x) \leq 0$ ,  $0 \leq x \leq \ell$  olarsa, onda (9) spektral məsələsinin  $[0, \ell]$ -də  $\rho(x)$  çəkisinə nəzərən ortonormal məxsusi funksiyalar sistemi  $\{X_k(x)\}$  və artan  $0 < \lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_n < \dots$ , limiti  $+\infty$  olan  $(\lim_{n \rightarrow \infty} \lambda_n = +\infty)$  məxsusi ədədlər ardıcılığı  $\{\lambda_n\}$  var.

Hər bir qeyd olunmuş  $(u(t), q(t)) \in U \times V$  - mümkün idarəedicisi üçün (1)-(3) qarışıq məsələsinin həllini

$$y(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} y_k(t) X_k(x), \quad (10)$$

şəklində axtaraq.

$u(t)\delta(x - z(t))$  - funksiyası hər bir qeyd olunmuş  $t \in [0, T]$  üçün  $L_2(0, \ell)$ -in elementi olduğundan onu  $x$ -ə nəzərən  $[0, \ell]$ -də ortonormal olan  $\{X_k(x)\}$  sisteminə görə Furye sırasına ayırmaq olar, yəni

$$u(t)\delta(x - z(t)) = \sum_{k=1}^{\infty} g_k(t)X_k(x) \quad (11)$$

ayrılışı doğru olar. Burada  $g_k(t)$  Furiye əmsalidir və

$$g_k(t) = \int_0^{\ell} u(t)\delta(x - z(t))\rho(x)X_k(x)dx = u(t)\rho[z(t)]X_k[z(t)],$$

$$u(t)\delta(x - z(t)) = u(t)\rho[z(t)]\sum_{k=1}^{\infty} X_k[z(t)]X_k(x).$$

$u(t)\delta(x - z(t))$  -nin Furiye sırasına ayrılışını və (10) ifadəsini (1) tənliyində yerinə yazsaq

$$\begin{aligned} \rho(x)\sum_{k=1}^{\infty} y_k''(t)X_k(x) &= \sum_{k=1}^{\infty} \left\{ \frac{d}{dx} \left[ a(x) \frac{dX_k(x)}{dx} \right] + b(x)X_k(x) \right\} + y_k(t) + \\ &+ u(t)\rho[z(t)]\sum_{k=1}^{\infty} X_k[z(t)]X_k(x), \end{aligned}$$

alırıq. Alınmış bərabərliyin hər iki tərəfini  $X_n(x)$  -ə vursaq və alınan bərabərliyi  $x$ -ə görə  $[0, \ell]$  parçasında inteqrallasaq və  $\{X_k(x)\}$  - sisteminin  $[0, \ell]$  parçasında  $\rho(x)$  -ə nəzərən ortonormal olduğunu nəzərə alsaq, aşağıdakı alınır:

$$y_k''(t) + \lambda_k y_k(t) = u(t)\rho[z(t)]X_k[z(t)], \quad (12)$$

(12) tənliyinin

$$y_k(0) = \varphi_k, \quad y_k'(0) = \psi_k, \quad (13)$$

başlangıç şərtlərini ödəyən həlli

$$y_k(t) = \varphi_k \cos \sqrt{\lambda_k} t + \frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} \psi_k \sin \sqrt{\lambda_k} t + \frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} \int_0^t u(\tau)\rho[z(\tau)]X_k[z(\tau)]\sin \sqrt{\lambda_k}(t - \tau)d\tau$$

şəklində olar, burada

$$\varphi_k = \int_0^{\ell} \rho(x)\varphi(x)X_k(x)dx, \quad \psi_k = \int_0^{\ell} \rho(x)\psi(x)X_k(x)dx, \quad k = 1, 2, \dots$$

Beləliklə, hər bir qeyd olunmuş  $(u(t), p(t)) \in U \times V$  mümkün idarəedicisi üçün (1)-(3) məsələsinin həlli [2]

$$\begin{aligned} y(x, t) &= \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \varphi_n \cos \sqrt{\lambda_n} t + \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \psi_n \sin \sqrt{\lambda_n} t + \right. \\ &\left. + \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \int_0^t u(\tau)\rho[z(\tau)]X_n[z(\tau)]\sin \sqrt{\lambda_n}(t - \tau)d\tau \right] X_n(x), \end{aligned} \quad (14)$$

şəklində olar.

$$\begin{aligned} &\left| \varphi_n \cos \sqrt{\lambda_n} t + \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \psi_n \sin \sqrt{\lambda_n} t + \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \int_0^t u(\tau)\rho[z(\tau)]X_n[z(\tau)]\sin \sqrt{\lambda_n}(t - \tau)d\tau \right| \leq \\ &\leq |\varphi_n| + \frac{|\psi_n|}{\sqrt{\lambda_n}} + \frac{T}{\sqrt{\lambda_n}}, \end{aligned}$$

olduğundan, əgər  $\sum_{n=1}^{\infty} |\varphi_n|^2 < +\infty$ ,  $|\psi_n| \leq M$ ,  $n \in N$  üçün olarsa, onda (14) bərabərliyi ilə təyin olunan funksiya  $y(x, t) \in L_2[0 \leq x \leq \ell; 0 \leq t \leq T]$  olar.

Beləliklə, mümkün idarəedicilər sinfindən götürülmüş hər bir  $(u(t), p(t))$  - idarəedicisi üçün (1)-(3) qarışıq məsələsinin ümumiləşmiş həlli (14) düsturu ilə təyin olunur.

3. Optimal idarəedicinin varlığı və təyini.

Əvvəlcə (1)-(3) qarışıq məsələsinin həllinin ifadəsindən (14) istifadə edərək  $J[u, p]$  funksionalını eynigüclü çevirmələrlə çevirək və bu zaman  $\{X_k(x)\}$  sisteminin ortonormal olmasından istifadə edək, onda

$$J[u, p] = J + 2 \int_0^T \omega(\tau, p) u(\tau) d\tau + \int_0^T \int_0^T R(\tau, s, p) u(\tau) u(s) d\tau ds, \quad (15)$$

alırıq. Burada aşağıdakı əvəzləmələr aparılmışdır;

$$\begin{aligned} J &= \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \left[ \varphi_n \cos \sqrt{\lambda_n} T + \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \psi_n \sin \sqrt{\lambda_n} T - y_{0n} \right]^2 + \right. \\ &\quad \left. + \left[ -\sqrt{\lambda_n} \varphi_n \sin \sqrt{\lambda_n} T + \psi_n \cos \sqrt{\lambda_n} T - y_{1n} \right]^2 \right\}, \\ \omega(\tau, p) &= 2 \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \left[ \varphi_n \cos \sqrt{\lambda_n} T + \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \psi_n \sin \sqrt{\lambda_n} T - y_{0n} \right] \times \right. \\ &\quad \times \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \rho[z(\tau)] X_n[z(\tau)] \sin \sqrt{\lambda_n} (T - \tau) + \left[ -\sqrt{\lambda_n} \varphi_n \sin \sqrt{\lambda_n} T + \psi_n \cos \sqrt{\lambda_n} T - y_{1n} \right] \times \\ &\quad \times \rho[z(\tau)] X_n[z(\tau)] \cos \sqrt{\lambda_n} (T - \tau) \left. \right\}; \\ R(\tau, s, p) &= \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{1}{\lambda_n} \rho[z(\tau)] X_n[z(\tau)] \rho[z(s)] X_n[z(s)] \sin \sqrt{\lambda_n} (T - \tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (T - s) + \right. \\ &\quad \left. + \rho[z(\tau)] X_n[z(\tau)] \rho[z(s)] X_n[z(s)] \cos \sqrt{\lambda_n} (T - \tau) \cos \sqrt{\lambda_n} (T - s) \right]; \\ y_{0n} &= \int_0^{\ell} \rho(x) y_0(x) X_n(x) dx, \quad y_{1n} = \int_0^{\ell} \rho(x) y_1(x) X_n(x) dx; \quad n=1, 2, \dots \end{aligned}$$

Asanlıqla göstərmək olar ki,  $\omega(\tau, p)$  funksiyası  $0 \leq \tau \leq T$  parçasında,  $R(\tau, s, p)$  - funksiyası isə  $D = [0 \leq \tau \leq T; 0 \leq s \leq T]$  kvadratında kəsilməzdir. Yoxlamaq olar ki,  $R(\tau, s, p)$  funksiyası  $D$  kvadratında müsbət müəyyən nüvə təşkil edir, başqa sözlə desək,

$u(\tau) \neq 0, p(\tau) \neq 0$  olduqda  $\int_0^T \int_0^T R(\tau, s, p) u(\tau) u(s) d\tau ds > 0$  olar.

**Teorem.**  $\varphi(x), \psi(x), y_0(x), y_1(x)$  funksiyaları kifayət qədər hamar funksiyalar olduqda qoyulan optimal idarəetmə məsələsinin  $U \times V$  mümkün idarəedicilər sinfində həlli var.

**İsbati.** Teoremi isbat etmək üçün göstərək ki,  $J[u, p]$  funksionalının Freşe törəməsi var. Bu məqsədlə əvvəlcə  $J[u, p]$  funksionalının  $u(t)$  və  $p(t)$ -yə nəzərən qradientini hesablayaq. Qradientin təyini qaydasından istifadə etsək, bir sıra hesablamalardan sonra

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{J[u + hg, p] - J[u, p]}{h} = 2 \int_0^T [\omega(t, p) + \int_0^T R(t, s, p) u(s) ds] g(t) dt,$$

alırıq. Buradan

$$\text{grad} J_n[u, p] = 2[\omega(t, p) + \int_0^T R(t, s, p) u(s) ds], \quad (16)$$

alınar.

Analoji qayda ilə  $\text{grad} J_p[u, p]$ -ni hesablamaq olar.

Beləliklə, göstərdik ki,  $J[u, p]$  funksionalının  $u(t)$  və  $p(t)$ -yə görə Freşe törəməsi var.  $\omega(\tau, p)$  və  $R(\tau, s, p)$  funksiyalarının dəyişənlərinə görə kəsilməz,  $R(\tau, s, p)$  funksiyasının müsbət müəyyən nüvə təşkil etdiyindən  $J[u, p]$  funksionalı  $U \times V$  mümkün idarəedicilər çoxluğunda aşağıdan yarımkəsilməz olar.  $U \times V$  çoxluğu zəif kompakt olduğundan Vaynberq teoreminə görə,  $J[u, p]$  funksionalı  $U \times V$  mümkün idarəedicilər çoxluğunda minimum qiymət alar və  $J[u, p]$  funksionalına minimum qiymət verən idarəedicilər

$$\begin{cases} \text{grad } J_u[u, p] = 0, \\ \text{grad } J_p[u, p] = 0 \end{cases}$$

sisteminin həlli olar.

Bundan əlavə, əgər  $J[u, p]$  funksionalı ciddi qabarıq funksional olarsa, onda qoyulan optimal idarəetmə məsələsinin yeganə həlli olar.

### ƏDƏBİYYAT

1. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1974, 270 с.
2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1977, 570 с.
3. Мамедов А.Д. Задача оптимального подвижного управления для процесса теплопроводности // Дифференциальные уравнения, 1989, том 25, №26, с.12-16.
4. Вайнберг М.М. Вариационные методы исследования нелинейных операторов М.: ГИТТЛ, 1956, 215 с.
5. Кубышкин В.А., Финелина В.И. Подвижное управление в системах с распределенными параметрами. М.: Синтез, 2005, 420 с.

### РЕЗЮМЕ

#### ЗАДАЧА ПОДВИЖНОГО ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

*Мамедов А.Д., Юсифов Б.М., Рамазанова Л.М.*

**Ключевые слова:** подвижное оптимальное управление, функционал, множество допустимых управлений, функция Дирака.

В работе исследована задача подвижного оптимального управления для колебательных процессов с дополнительными ограничениями. Сначала определено решение граничной задачи для фиксированного допустимого управления. Далее, исследован вопрос существования и единственности поставленной задачи оптимального управления.

### SUMMARY

#### MOBILE OPTIMAL CONTROLLING PROBLEM FOR OSCILLATING PROCESSES WITH COMPLEMENTARY LIMITATION

*Mamedov A.D., Yusifov B.M., Ramazanova L.M.*

**Key words:** mobile optimal control, functional, a set of assumed control, Dirac function.

In the paper mobile optimal controlling problem for the oscillating processes with complementary limitations is studied. At first, boundary problem solution for settled assumed controlling is defined. Further, existing and uniqueness question of the settled problem of the optimal controlling is investigated.

Daxil olma tarixi: İlk variant 04.02.2015  
Son variant 16.03.2015

UOT 541. 128. 3

**DIİZOPROPİL EFİRİNİN KATALİTİK YOLLA ALINMASI****AĞAYEV ƏKBƏR ƏLİ oğlu***Sumqayıt Dövlət Universiteti, professor***CAVADOVA FƏRƏH FUAD qızı***Sumqayıt Dövlət Universiteti, dissertant**e-mail: [fereh.cavadova@mail.ru](mailto:fereh.cavadova@mail.ru)*

**Açar sözlər:** *izopropil spirti, diizopropil efiri, sirkonium tərkibli katalizatorlar, oksigenat Sirkonium tərkibli seolit katalizatorları iştirakı ilə izopropil spirtinin kondensləşmə reaksiyası ilə diizopropil efirinin alınmasının nəticələri verilmişdir. Seçilmiş Zr, H-mordenit iştirakı ilə diizopropil efirinin 93,5-95,5 % selektivliklə sintezinə nail olunmuşdur.*

Keçmiş SSRİ məkanında fəaliyyət göstərən neft emalı zavodlarında istehsal olunan benzinlərin əksəriyyəti Avropa standartlarına cavab vermir. Ona görə də ölkə daxilində istifadə olunan bu növ benzinlər ixrac olunduqda yanacaq kimi yox, xammal rolunu oynayır və sonrakı emala məruz qalır. Buna əsas səbəb benzinlərdə benzolun qatılığının 3.0% -ə qədər, yüksək oktanlı benzinlərdə isə 7.0 % və daha çox olmasıdır. Digər tərəfdən, istehsal olunan benzinlərdə katalitik krekinq benzinlərinin, alkilat, izomerizat və oksigenatların payı da aşağıdır.

Oksigenat aşqarları xüsusi texnologiya ilə sintez edilmiş yüksək oktanlı oksigen tərkibli birləşmələr olub, benzinlərin ekoloji göstəricilərini kökündən yaxşılaşdırırlar. Belə birləşmələr kimi, C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> spirtləri, onların sadə efirlərini, tərkibində üçlü karbon atomu olan digər törəmələrini göstərmək olar.

Oktan qaldırıcı əlavələr kimi metilüçlübutil efirindən daha çox istifadə olunur. İlk dəfə onun istehsalı İtaliyada 1973-cü ildə təşkil olunmuş və qurğunun məhsuldarlığı 100 min t/il olmuşdur (1). Ravenne şəhərində tikilib istifadəyə verilmiş bu qurğu İtaliyanın Cnampromcetti şirkətinin lisenziyasına əsaslanır. Bu şirkət sonralar Macarıstan, Avstriya, ABŞ, Almaniya, Yunanıstan və Serbiyada da analoji qurğuları tikib istifadəyə verdi.

Hazırda dünyada fəaliyyət göstərən metilüçlübutil efiri istehsal edən qurğuların böyük əksəriyyəti bu şirkətlə yanaşı, Almaniyanın Xüls və ABŞ-ın “Arko”, “Teksako”, “Texas petrokemikls” və “Sell” şirkətlərinin texnologiyasına əsaslanır. (2) Bu oksigenatın dünyada illik istehsalı 2005-ci ildə 30 milyon ton olmuşdur.

Metilüçlübutil efirinin sintezi efirləşmə reaksiyasına əsaslanır. Bu prosesdə katalizator kimi, stirolsulfonat və divinilbenzolun birləşmə polimeri əsasında hazırlanmış makroməsəməli ion əvəz olunmuş qətranları, təbii və süni seolitləri, seolit tərkibli alümosilikatları göstərmək olar (3). Alınan efirin 5-15 % miqdarda benzinlərə əlavə edilməsi onların oktan ədədini tədqiqat üsulu ilə 117 punkt, motor üsulu ilə 101 punkta qaldırır.

Metilüçlübutil efiri saxlanıldıqda tutumlardan sızdığına görə su hövzələrini zəhərləyə bilər. Bu təhlükənin qarşısını almaq üçün əlavə təhlükəsizlik tədbirləri görülür. Hətta ABŞ-ın bəzi ştatlarında onun istehsalının qismən azaldılmasını da təklif edirlər. Buna baxmayaraq benzinlərdə oksigenin miqdarını 2 % saxlanılması şərti ilə metilüçlübutil efirindən bu gün də uğurla istifadə olunur. Bəzi ölkələrdə isə etilüçlübutil efirinə və ya metilizopropil efirinə də üstünlük verilir.

Diizopropil efiri istismar xassələrinə görə digər efirlərə yaxındır. Onu digər efirlərdən fərqləndirən cəhət xammal bazasının daha çox olmasıdır. Belə ki, propilenin resursları izobutilen və izoamilenləri qat-qat üstələyir. Piroliz və katalitik krekinq proseslərində alınan propilenlə yanaşı, aseton və izopropil spirti istehsalında alınan yan məhsul olan propileni də nəzərə alsaq



onun geniş xammal bazasına malik olduğu şübhə doğurmur. Ona görə də diizopropil efirinin istehsalı hər bir neft emalı və neft – kimya sintezi zavodunda təşkil oluna bilər.

Deməli, diizopropil efiri metilüçlübutil efirinin perspektiv əvəzləyicisi olub. ondan aşağı uçuculuğu və təhlükəsizliyi ilə fərqlənir.

Izoolefinlərdən fərqli olaraq, propilen aşağı reaksiyaya girmə qabiliyyətinə malik olduğundan onun daha sərt şəraitdə hidrotasiyasını aparırlar. Məsələn, Mobil şəbəkənin yaratdığı üsulda seolit katalizatoru iştirakı ilə prosesin temperaturu 250-350<sup>0</sup> C , təzyiqi isə 14 MPa olur. Bu istiqamətdə aparılmış tədqiqatların nəticəsi göstərmişdir ki, diizopropil efirinin alınmasında iki mərhələli üsula daha çox üstünlük verilir. Birinci mərhələdə propilenin su ilə hidrotasiyasından alınan izopropanol ikinci mərhələdə kondensləşərək diizopropil efirini əmələ gətirir.

Azərbaycanın kimya sənayesində uzun illərdir ki, izopropil spirtinin istehsalı fəaliyyət göstərir. Bu istehsal H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> iştirakı ilə propilenin su ilə hidrotasiyası üsuluna əsaslanır. Alınan 2-propanol kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərinə görə, ölkənin tələbatını tam ödəməklə yanaşı qonşu ölkələrə də ( Rusiya, Orta Asiya respublikaları və s.) ixrac olunur. Bunu nəzərə alaraq diizopropil efirinin alınma üsulunun ikinci mərhələsinin tədqiqi istiqamətində araşdırmalar aparılmışdır. Daha dəqiq desək, izopropanolun kondensləşməsi ilə diizopropil efirinin sintezi həyata keçirilmişdir.

Qeyd edək ki, bu reaksiyada istifadə olunan seolit, heteropoli turşular, sirkonium oksidi kimi, katalizatorlar (4) lazimi nəticənin əldə edilməsinə kömək etməmişdir.

İzopropil spirtinin kondensləşməsi reaksiyası axan növlü reaktorda 200-300<sup>0</sup> C temperaturda , ≤ 1.0 MPa təzyiqdə azot mühitində aparılmışdır. Reaksiyanın gedişinə xromatoqrafik yolla nəzarət edilmiş, alınan maye məhsulların nümunəsi hər 15-20 dəqiqədən bir qəbulədicidən götürülərək analiz edilmişdir. Analiz Xrom-5 cihazında katorometrli detektorda aparılmış , maye faza kimi polisorb (PS-1) götürülərək, 2 m x 3 mm ölçülü kalona doldurularaq istifadə edilmişdir.

Katalizator kimi sirkonium tərkibli kontaktlardan, o cümlədən, modifikasiya olunmuş Zr silikagel, Zr,H-mordenit, ZrCaY və Zr-HZSM istifadə edilmişdir. Tədqiqatlar 220<sup>0</sup>C temperaturda , 1.0 MPa təzyiqdə aparılmış və alınan nəticələr 1 sayılı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 1

*Sirkonium tərkibli katalizator iştirakı ilə izopropanolun kondensləşmə reaksiyasının nəticələri*

Katalizatorun tərkibi	İzopropanolun konversiyası, %	Reaksiya məhsullarının çevrilmiş izopropanola görə hesablanmış çıxımları, %		
		diizopropilefiri	Propilen	Yüksək temperaturda qaynayan maddələr
Zr silikagel	2.7	97.0	3.0	-
Zr,H- mordenit	18.5	93.5	3.5	3.0
ZrCaY	14.0	87.0	7.0	5.8
Zr-HZSM	5.7	90.0	5.0	4.8

Müqayisəedici göstərici kimi, izopropil spirtinin konversiyası və alınan diizopropilefirininə görə reaksiyanın selektivliyi götürülmüşdür. Göründüyü kimi, bu katalizatorlar iştirakı ilə baş verən kataliz zamanı spirtin molekul daxili və molekullararası dehidrotasiya reaksiyaları baş verir. Bu çevrilmələr içərisində molekullararası dehidrotasiya daha çox üstünlük təşkil edir. Ona görə də alınan məhsullar içərisində diizopropilefirinə görə reaksiyanın selektivliyi 87.0-97.0 % təşkil edir. Molekul daxili dehidrotasiya reaksiyası isə ZrCaY olan halda çoxdur. 1 sayılı cədvəldən göründüyü kimi bu zaman propilenə görə selektivlik 7.0 %, onun əsasında alınan

yüksək molekululu birləşmələrə görə selektivlik isə 5.8 % olur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, Zr-HZSM seoliti də öz katalitik xassələrinə görə ZrCaY-ə yaxındır. Molekul daxili dehidrotasiya reaksiyası təzyiqin azalması ilə də artır. Ümumiyyətlə, modifikasiya olunmuş sirkonium tərkibli katalizatorların aktivliyi spirtin konversiyasına əsaslanırsa onda bu göstərici aşağıdakı sıra üzrə azalır : ZrH- mordenit > ZrCaY > Zr-HZSM > Zr-silikagel .

2 sayılı cədvəldə izopropil spirtinin tərkibində olan suyun kondensləşmə reaksiyasının göstəricilərinə təsiri verilmişdir.

*Cədvəl 2*

*Zr,H-mordenit katalizatoru iştirakı ilə izopropil spirtinin tərkibindəki suyun qatılığının onun katalitik çevrilməsinə təsiri*

Suyun spirtdəki qatılığı, % kütlə	Izopropil spirtinin konversiyası, %	Alınan məhsulların çevrilmiş izopropil spirtinə görə hesablanmış çıxımları, %		
		Diizopropilefiri	Propilen	Yüksək temperaturda qaynayan maddələr
2.0	18.5	93.5	3.5	3.0
4.0	16.0	95.5	2.5	2.0
6.0	11.2	97.0	1.5	1.5
8.0	10.0	98.0	1.4	0.6
12.0	8.5	98.8	1.2	-

Göründüyü kimi, spirtə suyun qatılığının artması onun konversiyasını aşağı salmaqla yanaşı, əmələ gələn diizopropilefirinə görə reaksiyanın selektivliyi artırır, propilen və onun əsasında alınan yüksək temperaturda qaynayan maddələrə görə selektivlikləri isə aşağı salır. İzopropil spirtinin su ilə azeotrop qarışığı olan halda isə (12 kütlə %) katalizatorun sabit işi kifayət qədər olsa da, izopropil spirtinin birdəfəlik konversiyası cəmi 8.5 % təşkil edir. Lakin bu halda diizopropilefirinin çevrilmiş izopropanola görə hesablanmış çıxımı ən yüksək olur (98.8 %) və katalizatda propilenin kənar çevrilməsinə rast gəlinmir.

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar nəticəsində izopropanolun kondensləşmə reaksiyasında ən fəal katalizator kimi Zr-H mordenit seçilmiş və onun iştirakı ilə diizopropilefirinin 93.5 – 95.5 % selektivliklə sintezinə nail olunmuşdur. Spirtin tərkibində suyun 2-.4.0 % olması propanolun birdəfəlik konversiyasını 16 – 18.5 % edir. Çevrilməyən izopropil spirtinin sistemdə 4-5 dəfəlik dövr etdirilməsi onun tam şəkildə yuxarıda göstərilmiş selektivliklə diizopropil efirinə çevrilməsini təmin edir. Ona görə də bu üsul böyük praktiki əhəmiyyət daşıyır və gələcəkdə sənayedə tətbiq edilməsi labüddür.

## ƏDƏBİYYAT

1. Емельянов В.У. Проблемы производства отечественных автомобильных бензинов и пути их решения // Мир нефтепродуктов. М.: 2010, №3, с 10-13
2. Козин В.С., Солодова Н.Л., Башкириева Н.Ю., Абдуллин А.И. Современные технологии производства компонентов моторных топлив. Казань: 2009, 328 с.
3. Капустин В.М. Глубокая переработка углеводородного сырья в условиях финансового кризиса// Мир нефтепродуктов. М.: 2010, №3, с 8-10
4. Левинбук М.И., Винокуров В.А., Бородачева А.В. Основные направления модернизации нефтеперерабатывающей промышленности России. М.: Макс Пресс, 2008, 92 с.

**РЕЗЮМЕ**  
**ПОЛУЧЕНИЕ ДИИЗОПРОПИЛОВОГО ЭФИРА КАТАЛИТИЧЕСКИМ ПУТЕМ**  
*Агаев А.А., Джавадова Ф.Ф.*

*Ключевые слова:* *изопропиловый спирт, диизопропиловый эфир, цирконий содержащий катализатор, оксигенат.*

Приводятся результаты получения диизопропилового эфира реакцией конденсации изопропилового спирта в присутствии цирконийсодержащих цеолитных катализаторов. Селективность получения диизопропилового эфира над выбранным Zr,H-морденитом составляет 93,5-95,5 % .

**SUMMARY**  
**OBTAINING THE DIISOPROPYL ETHER BY CATALYTIC METHOD**  
*Agayev A.A., Javadova F.F.*

*Key words:* *isopropyl alcohol, diisopropyl alcohol, catalyst containing zirconium, oxygenat.*

Results of obtaining diisopropyl ether by condensation reaction of isopropyl alcohol in the presence of zirconium-containing zeolite catalysts are suggested. The selectivity? Obtaining the diisopropyl etger over the chosen Zr, H-mordenit is 93,5-95,5%.

Daxil olma tarixi:	Ilkin variant	12.02.2015
	Son variant	05.03.2015

УДК 547.37+547.569

**СИНТЕЗ И СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОЕ ТИЛИРОВАНИЕ 2-ЗАМЕЩЕННЫХ 4-МЕТИЛЕН-1,3-ДИОКСОЛАНОВ****РАМАЗАНОВ ГАФАР АБДУЛАЛИ оглы***Сумгайытский государственный университет, профессор***ГУЛИЕВ ТЕЛМАН ДАДАШ оглы***Сумгайытский государственный университет, доцент***АБДУЛАЗИМОВА ЗАМИНА УЛКЕР кызы***Сумгайытский государственный университет, ассистент***ГУЛИЕВ АББАСГУЛУ МАМЕД оглы***Институт полимерных материалов НАН Азербайджана, профессор**e-mail: qafar.ramazanov@gmail.com***Ключевые слова:** тиофенол, метилendioксолан, радикальное присоединение.

Дегидрохлорированием 4-хлорметилдиооксоланов, полученных по методике, описанной в работе [1] в присутствии метилата натрия в растворе ДМФА, синтезированы 2-замещенные 4-метилен-1,3-диооксоланы. Проведено свободнорадикальное присоединение тиофенола (ТФ) к синтезированным метилendioксоланам и установлена зависимость состава образующихся аддуктов от соотношения исходных соединений и структурных особенностей диоксолановых соединений.

В последнее время полимеризация циклических мономеров, протекающая с раскрытием цикла, привлекает особое внимание исследователей как с теоретической, так и с практической точек зрения, так как она позволяет получить новые полимеры с необычными структурными звеньями малодоступные или практически не доступные обычным методам полимеризации виниловых мономеров.

В связи с этим в последние годы разрабатываются новые мономерные соединения, полимеризация которых протекает с раскрытием цикла [2-3].

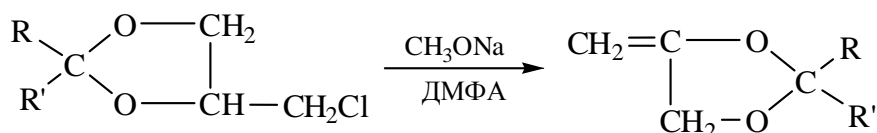
Одним из основных методов получения подобных соединений являются реакции оксиранов с карбонильными соединениями, благодаря которым были получены различные 1,3-диоксоциклоалканы. Этим способом были также получены алкены, сложные эфиры, лактоны и их производные.

Такие соединения обладают свойствами, присущими органическим растворителям, пластификаторам, ингибиторам коррозии металлов и применяются в качестве биологически активных веществ и лекарственных препаратов [4].

В данной работе приводятся результаты синтеза и тилирования 4-метилен 1,3-диооксолана (I) и его 2-метил (II), 2,2-диметил (III) и 2-фенил (IV) производные.

**Экспериментальная часть.** ИК-спектры снимались на приборе UR-20 в области призм KBr, NaCl, LiF в виде тонких пленок. ПМР-спектры снимались на спектрометре BS 487 В фирмы “Tesla” (ЧССР) в растворе CCl<sub>4</sub>, внутренний-стандарт-гексаметилдисилоксан, δ-шкала. Чистоту синтезированных соединений определяли методом ГЖХ-анализа на хроматографе ЛХМ-8 МД, модель-3. Неподвижная фаза карбовакс и ХЕ-60 на хроматоне N-AW-DMCS. Температура 110-200<sup>0</sup>С, газ-носитель-гелий, V<sub>не</sub> =50-60 мл/мин.

**Получение 2-замещенных-4-метилен-1,3-диооксоланов**



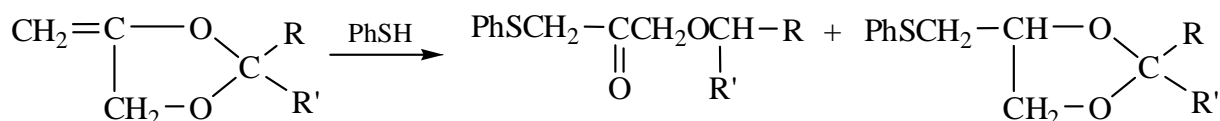
К раствору 0.2 моль соответствующего хлорметилдиоксолана в 200 мл ДМФА при перемешивании по каплям добавляли раствор 0.5 моль метилата натрия в 100 мл ДМФА при комнатной температуре. Смесь перемешивали 4 часа при той же температуре и вливали в 150 мл воды, после чего экстрагировали эфиром. Органический слой отделяли и сушили над  $\text{MgSO}_4$ . Эфирные вытяжки выпаривали, а остаток перегоняли в вакууме.

Таблица 1

Физико-химические константы синтезированных 2-замещенных 4-метилен 1,3-диоксоланов (I-IV)

Шифр соед.	Название	$T_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}/$ мм.рт.ст.	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$	Выход, %
I	4-метилен-1,3-диоксолан	36/10	1.4450	0.9580	87.0
II	2-метил-4-метилен-1,3-диоксолан	46/10	1.4490	0.9620	84.0
III	2,2-диметил-4-метилен-1,3-диоксолан	58-59/10	1.4310	0.9670	82.0
IV	2-фенил-4-метилен-1,3-диоксолан	82-83/5	1.5330	1.0120	88.0

### Присоединение тиофенола



Присоединение ТФ к 2-замещенным 4-метилен-1,3-диоксоланам проводилось следующим образом: в ампулу емкостью 20 мл поместили 0.02 моль 2-замещенного 4-метилен-1,3-диоксолана, 2.32 г (0.021 моль) ТФ и 0.5 вес.% ДАК. Ампулу запаивали и нагревали в термостате при  $80^\circ\text{C}$  в течение 4-х часов. По окончании реакции смесь охлаждали, 3-4 раза промывали 10%-ным раствором соды (для удаления избытка ТФ) и экстрагировали эфиром. После сушки над  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  эфир отгоняли, а продукт реакции перегоняли в вакууме.

Физико-химические характеристики синтезированных аддуктов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-химические характеристики синтезированных аддуктов тиофенола с 2-замещенными 4-метилен-1,3-диоксоланами

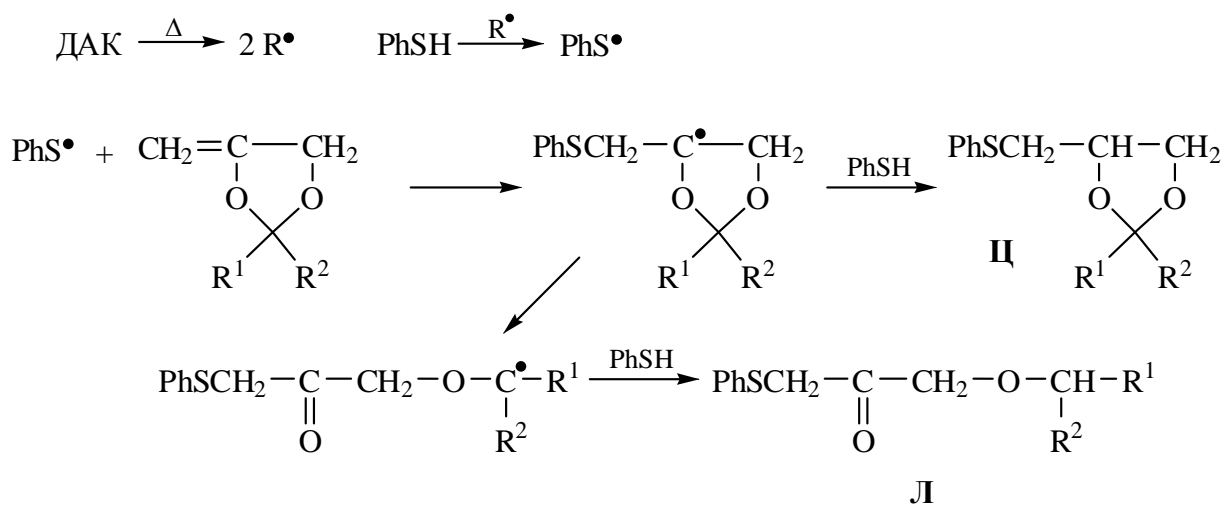
Аддукт на основе	Выход, %	$T_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}/\text{мм}$	$n_D^{20}$	Содержание S, %	
				Найдено	Вычислено
I	96	120-122/3	1.5390	16.25	16.32
II	94	131-133/3	1.5330	15.16	15.23
III	90	144-146/3	1.5250	14.15	14.29
IV	97	176-178	1.5910	11.65	11.76



Сигналы протонов ароматического ядра проявляются в виде мультиплетного сигнала в области  $\delta=7.15-7.30$  м.д.

Синтезированные соединения I-IV – прозрачные жидкости со специфическим запахом, растворяющиеся в эфирах, кетонах, диоксане и др. растворителях, но нерастворимые в воде.

Для выявления механизма радикальной гомополимеризации 2-замещенных 4-метилена-1,3-диоксоланов нами осуществлена модельная реакция – присоединение тиофенола (ТФ) к этим мономерам. Эта реакция, прежде всего, дает возможность определить направление атаки тиильных радикалов и установить микроструктуру элементарных звеньев полученных полимеров при их гомополимеризации [5-6]. Механизм реакции присоединения ТФ к 2-замещенным 4-метилена-1,3-диоксоланам может быть представлен следующей схемой:



Присоединение ТФ к 2-замещенным 4-метилена-1,3-диоксоланам I-IV мы осуществляли при 70°C в присутствии ДАК при различных соотношениях исходных реагентов.

Хроматографический анализ продуктов реакции показал, что в результате присоединения ТФ к соединениям I-IV образуется смесь двух продуктов в различных соотношениях.

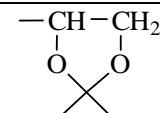
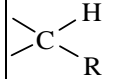
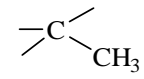
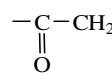
В ИК-спектрах полученных аддуктов, наряду с полосами поглощения характерными для С–О–С-связи, присутствует также интенсивная полоса поглощения при  $1720 \text{ см}^{-1}$ , характерная для карбонильной группы. Это указывает на то, что присоединение ТФ к соединениям I-IV протекает как с раскрытием диоксоланового кольца, так и без раскрытия его. Анализ данных ПМР-спектров аддуктов также подтверждал сделанные отнесения (таблица 4). Поскольку в результате реакции присоединения ТФ к этим мономерам могли образоваться циклические и линейные аддукты (аддукты Ц и Л), то в ПМР-спектрах этих аддуктов мы должны были наблюдать проявление двух групп сигналов протонов  $\text{SCH}_2$ -фрагмента. В циклическом аддукте сигналы протонов  $\text{SCH}_2$ -группы должны проявляться дублетными сигналами, в то время как при линейном аддукте сигналы протонов этих групп должны иметь синглетный характер. Действительно, как показал анализ ПМР-спектров полученных аддуктов, сигналы протонов  $\text{SCH}_2$ -группы в циклическом аддукте проявляются дублетным сигналом в области  $\delta=3.50-3.70$  м.д., в то время как сигналы протонов  $\text{SCH}_2$ -группы в линейных аддуктах проявляются при  $\delta=3.20$  м.д. в виде синглета. Кроме того, сигналы протонов  $-\text{C}-\text{CH}_2$ -группы в линейных аддуктах, проявляются в виде синглетного сигнала при  $\delta=4.20$  м.д.

Сигналы протонов ароматического ядра проявляются в виде мультиплетного сигнала в области  $\delta=7.0-7.25$  м.д

Установлено, что соотношения образующихся аддуктов Ц и Л зависят от первоначального соотношения исходных соединений. Для этого реакцию присоединения ТФ к соединениям I-IV осуществляли при различных соотношениях исходных компонентов. Выявлено что, при осуществлении реакции при большем количестве ТФ наблюдается увеличение доли циклического аддукта над линейным. Это указывает на то, что в начальных стадиях присоединения образующийся циклический радикал быстро отрывает протон от ТФ, поскольку концентрация последнего в реакционной зоне более, чем достаточна. При осуществлении реакции в избытке метилendiоксоланов I-IV промежуточно образующийся циклический радикал имеет достаточное время жизни, чтобы перегруппировываться с раскрытием цикла. В результате отрыва водорода от ТФ, радикал, возникающий при раскрытии цикла, образует линейный аддукт. Соотношение образующихся циклических и линейных аддуктов, кроме всего зависит также от природы заместителей, находящихся у  $C_2$ -атома углерода диоксоланового кольца.

Таблица 4

Данные ПМР-спектров аддуктов тиофенола с 2-замещенными 4-метилен-1,3-диоксоланами

Исходный метилен-диоксолан	Химические сдвиги протонов групп ( $\delta$ , м.д.)							
	Циклические аддукты				Линейные аддукты			
	SCH <sub>2</sub> -				SCH <sub>2</sub> -		-O-CH <sub>2</sub>	-C-CH <sub>3</sub>
I	3.52	3.80	4.3	-	3.12	4.20	3.20	-
II	3.56	4.12	-	-	3.20	4.16	3.16	1.30
III	3.70	4.06	-	1.20	3.25	4.25	3.25	1.30
IV	3.60	3.85	4.35	-	3.20	4.25	3.10	-

Составы продуктов реакции ТФ с метилendiоксоланами приведены в таблице 5.

Как следует из данных таблицы 5, в случае использования 4-метилен-1,3-диоксолана-I наблюдается образование в большом количестве циклического аддукта по сравнению с другими диоксоланами, но во всех случаях количество линейных аддуктов превалирует над количеством циклических.

В случае использования 2-фенил-4-метилен-1,3-диоксолана-IV количество линейных аддуктов соответствует количественно циклическим.

Эти результаты могут быть объяснены путем сопоставления уровней стабилизации как промежуточно образующихся циклических, так и образующихся в результате раскрытия цикла радикалов.

Состав продуктов реакции тиофенола с метилendiоксоланами

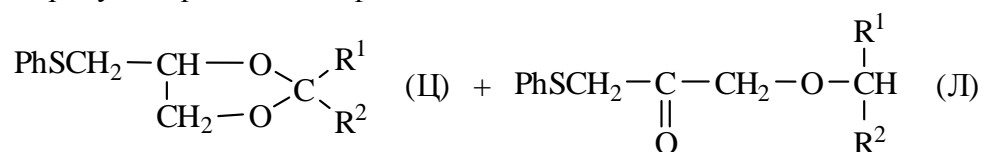




Таблица 5

Метилendiokсолан		Аддукт циклической структуры типа Ц. %		Аддукт линейной структуры типа Л. %		
R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	По данным ПМР-спектри	По данным ГЖХ-анализа	По данным ПМР-спектри	По данным ГЖХ-анализа	
I	H	H	18	19	82	81
II	H	CH <sub>3</sub>	14	16	86	84
III	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	8	9	92	91
IV	H	Ph	2	2	98	98

Таким образом, полученные результаты указывает, что радикальное присоединение ТФ к 2-замещенным 4-метилен-1,3-диоксоланам протекает как с раскрытием диоксоланового кольца с образованием линейных аддуктов, так и без раскрытия с образованием циклических аддуктов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рамазанов Г.А., Синтез циклопропансодержащих метилен 1,3-диоксоланов. // СГУ, Научные известия, Сумгаит: 2003, №2, с. 30-33
2. Sanda F., Endo T. Radical Ring-Opening Polymerization // J. Polym. Sci., A, Polym. Chem., 2001, v. 39, p. 265-276
3. Morariu S., Bercea M. Synthesis, characterization and conformational transitions in copolymers of 2-(o-chlorophenyl)-4-methylene-1,3-dioxolane with vinyl monomers // Polymer, 2004, 53, p. 1253-1258
4. Малиновский М.С. Окиси олефинов и их производные. М.: Наука, 1968, 192 с.
5. Гулиев А.М., Рамазанов Г.А., Гасанова С.С., Нефедов О.М. . Некоторые свободнорадикальные реакции аллилового эфира 2-винил-2-метилциклопропанкарбоновой-1-кислоты // Изв. АН СССР, серия химическая. М.: 1984, № 12, с. 2729-2731
6. Гулиев М.Ф., Рамазанов Г.А., Гулиев А.М. Свободнорадикальное присоединение тиофенола к ацетоксиметилзамещенным винилциклопропанам. Химические проблемы. М.: 2004, № 4, с. 12-16

#### XÜLASƏ

#### 2 ƏVƏZOLUNMUŞ 4-METILEN-1,3 DIOKSOLANLARIN SINTEZI VƏ SƏRBƏST RADİKAL TİLLƏŞMƏSİ

*Ramazanov Q.Ə., Quliyev T.D., Abduləzimova Z.Ü., Quliyev A.M.*

**Açar sözlər:** *tiyofenol, metilendioksolan, radikal birləşmə*

4-xlormetildioksolanların natrium metilat iştirakında DMFA məhlulunda dehidroxlorlaşması ilə 2-əvəzli 4-metilen 1,3 dioksolanlar sintez edilmişdir. Sintez edilmiş metilendioksolanlara tiyofenolun sərbəst radikal birləşmə reaksiyası aparılmış və alınmış adduktların tərkiblərinin ilkin birləşmələrin nisbətindən və metilendioksolanların quruluşundan asılılığı müəyyən edilmişdir.

**SUMMARY**

**SYNTHESIS AND FREE-RADICAL TIELARIZATION OF  
2-SUBSTITUTED 4-METHYLEN-1,3DIOXOLANS**

*Ramazanov G.A., Guliyev T.D., Abdulazimova Z.Y., Guliyev A.M.*

*Keywords: thiophenol, methylenedioxlane, radical combination*

By the dehydrochlorination of 4-chlorinmethyldioxolanes in the presence of methylate sodium within the DMFA solution 2-substituted 4-methylene-1,3-dioxolanes are synthesized. Free-radical addition of thiophenol upon synthesized methylenedioxlanes was carried out and the dependence of the composition of the formed adducts from the relation of initial connections was ascertained.

Daxil olma tarixi:	Ilkin variant	19.02.2015
	Son variant	05.03.2015

UOT 581.5

**EFİRYAĞLI BİTKİLƏRİN MİKOBİOTASININ FORMALAŞMASINDA  
İŞTİRAK EDƏN NÖVLƏRİN RASTGƏLMƏ TEZLİYİ****NAMAZOV NİZAMİ RZA oğlu***Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent**e- mail: [nizami.namazov63@gmail.com](mailto:nizami.namazov63@gmail.com)*

**Açar sözlər:** *fitopatogen, mikromiset, mikobiota, deyteromiset, toksin, mikotoksikoz, allergiya, dominant növlərin rastgəlmə tezliyi, allergen və şərti patogen növlər.*

*Məqalədə qeyd olunur ki, aparılan tədqiqatlardan, eləcə də ədəbiyyat məlumatlarından bəllidir ki, efir yağlı bitkilər də mikromisetlərin əsas məskunlaşma yerlərindən biridir. Hansı ki, onların həyat fəaliyyəti nəticəsində bir sıra metabolitlər əmələ gəlir ki, onun da bir qismi toksiki təsirə malik güclü zəhərlərdir. Bu zəhərli maddələr göbələklərin mitseliləri vasitəsi ilə məskunlaşdıqları bitkinin daxili toxumalarına qədər çatır. Odur ki, efiryağlı dərman bitkilərinin üzərində məskunlaşan mikobiotanın növ tərkibini, onların inkişafı və yayılmasını mikoloji metodlarla tədqiq etmək lazımdır. Bu məqsədlə Azərbaycan florasına daxil olan efir yağlı dərman bitkilərinin 68 növünün mikobiotası tədqiq edilmişdir.*

Məlum olduğu kimi, mikromisetlər həm də patogenliyinə görə xarakterizə olunurlar və bu aspektdən onları şərti və həqiqi patogenlər kimi də qruplaşdırırlar. Bəzi mənbələrdə şərti patogenləri opportunist və ya fürsətçil göbələklər də adlandırırırlar. Belə ki, bunlara əksər biosenozlarda rast gəlinir, lakin əlverişli şərait yarandıqda onlar müxtəlif mikozların və ya allergiyaların törənməsinə səbəb olur.

Eyni zamanda qeydə alınan göbələklərin bir çoxu məskunlaşdığı substratları həyat fəaliyyəti nəticəsində əmələ gətirdiyi metabolitlərlə zənginləşdirir ki, həmin metabolitlərin bir çoxu canlıların, o cümlədən, insan sağlamlığı üçün təhlükəlidir və bunları ümumi şəkildə mikotoksinlər adlandırılır. Bəzi müəlliflər göbələkləri bu aspektdən də xarakterizə edirlər və bu xarakteristikaya uyğun gələnləri toksigen göbələklər adlandırırırlar və onların təyinatı üçün xüsusi təyinedicilər hazırlanır.

Efir yağlı bitkilərdən istifadə zamanı göbələklərin qeyd edilən bu aspektlərdən xarakterizə edilməsinin də faydalı olacağını nəzərə alaraq, tədqiqatlarda yayılması qeydə alınan göbələklərin qeyd edilən bölgüyə uyğun analiz edilməsi də məqsəduyğun hesab edilmişdir. Aydın olmuşdur ki, 23 növ (*Alternaria alternata*, *Ascochyta betae*, *Aspergillus flavus*, *A.fumigatus*, *A.nidulans*, *A.niger*, *A.ochraeus*, *A.repens*, *A.versicolor*, *Cladosporium cladosporides*, *C.herbarum*, *Fuzarium moniliforma*, *F.oxusporum*, *F.semitechium*, *M.rasemous*, *Paecilomyces variottii*, *Penicillium citrinum*, *P.chrysogenum*, *P.cuclopium*, *P.expansum*, *P.purpurogenium*, *Rh. stolonifer*, *Septoria menthae*) şərti patogenlərə aiddir ki, bu da qeydə alınan göbələklərin ümumi sayının 26,4%-ni təşkil edir.

Analoji hesablamaların allergiya mənbəyi olması haqqında ədəbiyyat məlumatı olan göbələklər üçün aparıldıqda isə məlum olur ki, *A.alternate*, *A.flavus*, *A.fumigatus*, *A.niger*, *A.ochraeus*, *A.repens*, *A.versicolor*, *B.cinerea*, *C.cladosporides*, *C.herbarum*, *M.sitophila*, *M.rasemous*, *Paecilomyces variottii*, *P.chrysogenum*, *P.cuclopium*, *P.expansum*, *Rh. stolonifer* və *T.viride* kimi növlər belə xarakterizaya uyğun gəlir, yəni qeydə alınan göbələklərin 20,7%-i allergiya mənbəyi ola bilər.

Mikotoksinlərin aktiv produsentləri kimi efiryağlı bitkilərdə qeydə alınan göbələklərin xarakteristikası zamanı aydın oldu ki, qeydə alınan göbələklər arasında belələri də az deyil.

Məsələn, son zamanlar Aspergillus, Fuzarium, Penicillium və s. cinslərə aid olan *A.fumigatus*, *A.niger*, *A.ochraeus*, *F.moniliforma*, *F.oxysporum*, *P.cuclopium* və s. göbələk növlərinin əmələ gətirdikləri oxratoksin, zerallon kimi mikotoksinlərin insan sağlamlığı üçün də nə qədər təhlükəli olması aparılan bir çox tədqiqatlarda öz təsdiqini tapmışdır. Göründüyü kimi, müxtəlif təhlükəli toksigen göbələklərdən hesab edilən 3 növ (*A. niger*, *F.oxysporum*, *P.cuslopium*) efir yağlı bitkilərin mikobiotasının dominant nüvəsinə, qalan hissəsi isə tez-tez rast gəlinən növlərə daxildir.

**Cədvəl -1**

**Tədqiq edilən bitkilərdə rast gəlinən göbələklərin taksonomik strukturu**

<i>Şöbə</i>	<i>Sinif</i>	<i>Sıra</i>	<i>Fəsilə</i>	<i>Cins(növ say)</i>
Zygomucota	Mucoromycotina	Mucorales,	Mycocladaceae	Absidia(1)
			Mucoraceae	Mucor(4)
				Rhizopus(2)
Ascomycota	Leotiomycetes	Erysiphales	Erysiphaceae	Erysiphe(1)
		Helotiales	Sclerotiniaceae	Sphaerotheca(1)
				Sclerotina(2)
Bazidiomycota	ucciniomycetes,	Pucciniales	Pucciniaceae	Puccinia(3)
				Uromyces(1)
				Alternaria(4)
Deuteromycota	Deuteromycetes			Aspergillus(7)
				Ascochyta(5)
				Botrytis(1)
				Cladosporium(4)
				Colletotrichum(5)
				Fuzarium(5)
				Macrosporium(2)
				Monilia (1)
				Paecilomyces(1)
				Penicillium(12)
				Phoma(8)
				Phomopsis(1)
				Septoria(6)
				Stemphylium(3)
				Thielaviopsis(1)
				Trichoderma(4)
Trichothecium(1)				
Vertisillium(1)				

Aparılan tədqiqatlardan aydın olmuşdur ki, tədqiq edilən bitkilərin mikobiotasının formalaşmasında mikromisetlərin 87 növü (cədv.1) iştirak edir ki, onların da əksəriyyəti anamorf göbələklərə (72 növ), yəni Deuteromycota şöbəsinə aiddir. Başqa sözlə, qeydə alınan göbələklərin 82,8%-ni məhz qeyri-müəyyən göbələklər təşkil edir. Qalan göbələklərin taksonomik struktur vahidi üzrə paylanma ardıcılığı aşağıdakı kimi olmuşdur: Zygomycota – 8,0%, Ascomycota – 4,6%, Bazidiomycota – 4,6%. Qeydə alınan göbələklər efir yağlı dərman bitkilərinin müvafiq olaraq həm vegetativ (gövdə, kök və yarpaq), həm də generativ (çiçək və meyvə) orqanlarında məskunlaşa bilirlər.

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, göbələklər gövdə, kök və yarpaqlarla müqayisədə, çiçək və meyvələrdə daha çox məskunlaşırlar. Bu isə vegetativ orqanlarla müqayisədə generativ orqanlarda metabolizm məhsullarının daha çox miqdarda toplanması ilə əlaqədardır. Məsələn, əgər meyvə və çiçəklərdə ümumilikdə 43 növ qeydə alınmışsa, gövdə, kök və yarpaqlarda bu say 59 növlə xarakterizə olunur. Lakin 15 növ göbələyə isə tədqiq edilən bitkilərin həm vegetativ, həm də generativ orqanlarda məskunlaşa bilər. Yayılmasına görə belə göbələkləri “universal” göbələklər adlandırırlar.

Qeyd etmək yerinə düşər ki, *Colletotrichum panacicola* Nak. et Fak., *Septoria menthae* (Thüm.) Oudem. *Phoma exigua* Desm. və *Thielaviopsis basicola* (Berk. & Broome) Ferraris göbələklərinin Azərbaycanda yayılması haqqında əvvəldən ədəbiyyat məlumatlarına rast gəlinmir. Başqa sözlə, bu göbələklər Azərbaycan təbiətinə xas olan mikobiota üçün yenidir və qeydə alınan göbələklərin ümumi sayının 4,6%-ni təşkil edir.

Göbələklərin ayrı-ayrı bitki növləri üzrə paylanması da eyni xarakter daşımır, yəni müxtəlif kəmiyyət göstəriciləri ilə xarakterizə olunur. Apardığımız müşahidələr göstərir ki, bu aspektdə qeydə alınan göbələkləri şərti olaraq üç qrupa bölmək olar ki, birinci qrupa adətən tədqiqatların gedişində 1-3 bitki növündə rast gəlinənləri, yəni sahib bitkiləri məhdud sayda olanları, ikincilərə 4-9 növ bitki üzrəndə qeydə alınanları, sonuncu qrupa isə geniş sahib bitki spektrinə malik olanları (10 və daha çox növdə aşkar edilənlər) aid etmək olar. Qeydə alınan göbələklər içərisində birinci qrupa aid olanlar az saylıdırlar və efir yağlı bitkilərin mikobiotasında cəmi 9 növlə (*Ascochyta iridis*, *Colletotrichum panacicola*, *Marssonina rosae*, *Phoma exigua*, *Ph. lavandulae*, *Puccinia menthae*, *Septoria carotae*, *Thielaviopsis basicola*, *Uromyces appendicutatus*) təmsil olunurlar. Üçüncü qrupa daxil olanlar da növ sayına görə o qədər də yüksək kəmiyyət göstəricisi ilə xarakterizə olunmurlar, cəmisi 15 növ (*Alternaria alternata*, *A.radicina*, *Aspergillus flavus*, *A.niger*, *A.ochraceus*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides*, *Fuzarium moniliforme*, *F.oxysporum*, *F.solani*, *Penicillium chrysogenum*, *P.cyclopium*, *Rhizopus nigricans* *Trichoderma lignorum*, *Verticellium dahliae*) . Qalan 63 növ isə ikinci qrup üçün xarakterik olan xüsusiyyətə malikdir, yəni rast gəlinəni sahib bitkilərin növ sayı 10-a qədərdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, bu bölgü, yuxarıda da qeyd edildiyi kimi, şərtidir və tədqiqatlarda yayılması müəyyən edilən göbələklərin bəziləri istisna olmaqla, əksəriyyəti üçüncü qrupa aid əlamətlərin daşıyıcıları hesab olunurlar. Belə ki, onlar çoxsaylı ot, kol və ağac bitkilərinin mikobiotasının formalaşmasında iştirak edir, müxtəlif funksiyalar yerinə yetirir və bitkilərdə müxtəlif patologiyalar törədirlər. Bu barədə də kifayət qədər ədəbiyyat məlumatlarına rast gəlinir.

Tədqiq edilən efir yağlı bitkilər arasında fərdi qaydada ən zəngin mikobiotaya malik olanlar arasında üçyarpaq yoncanı (*Trifolium pratense*) qeyd etmək olar ki, onun mikobiotasının formalaşmasında 27-ə qədər göbələk növü iştirak edir. Bu baxımdan quşüzümü (*Datura stramonium* Mill.) və bəlgəmotu (*Althea officinalis* L.) kimi bitkilərin mikobiotasını isə növ tərkibinə görə isə ən kəskin hesab etmək olar. Belə ki, bunların mikobiotasının formalaşmasında iştirak edən göbələk növlərinin sayı 7-ə qədərdir.

Məlumdur ki, göbələklər məskunlaşdığı ekosistemlərə, o cümlədən, sahib bitkilərə münasibətinə görə dominant, tez-tez rast gəlinən və nadir növlər kimi xarakterizə edilirlər və bu məsələnin göbələklərin həmin ekosistemdə, eləcə də bu və ya digər qrup bitkilərdə rastgəlmə tezliyinə görə müəyyənləşdirilməsi daha düzgün yanaşma ola bilər. Bu aspektdən efir yağlı bitkilərin mikobiotasına daxil olan göbələkləri xarakterizə etsək, onda aydın olar ki, Azərbaycan florasına daxil olan efir yağlı bitkilərin mikobiotasının dominant nüvəsinin formalaşmasında *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporium*, *Penicillium cuslopium* və *Trichoderma liqnorum* kimi 5 növ, yəni qeydə alınan göbələklərin ümumi sayının 5,6%-i iştirak edir və onların tədqiq edilən bitkilər üzrə rastgəlmə tezliyi 41,3- 60,5% arasında variasiya edir.

Efir yağlı bitkilər üzrə tez-tez rast gəlinən göbləklər üçün də rastgəlmə tezliyinin kəmiyyət göstəricisinin 10-40% (daha dəqiqi 10,2-37,8%) arasında olması xarakterikdir ki, bu xarakteristikaya uyğun gələn göbləklərin növ tərkibi nisbətən daha zəngindir və qeydə alınan göbləklərdən 64 növ belə gösətriciylə səciyyələnir.

Sonunculara, yəni nadir və ya təsadüfi növlərə isə cəmi 18 növ (*Ascochyta iridis*, *A.leonuri*, *Aspergillus awamori*, *Colletotrichum panacicola*, *Marssonina rosae*, *Penicillium citrinum*, *Phoma exigua*, *Ph.lavandulae*, *Puccinia menthae*, *P.nigrescens*, *P.porri*, *Septoria carotae*, *S.menthae*, *Rhizopus stolonifer*, *Thielaviopsis basicola*, *Trichoderma viride*, *Trichothecium roseum*, *Uromyces appendicutatus*) daxildir ki, onlar üçün də rastgəlmə tezliyinin 10%-dən az olması xarakterikdir.

Göründüyü kimi, efir yağlı bitkilərin mikobiotasının formalaşmasında iştirak edən göbləklərin 5,7%-i dominant, 73,6%-i tez-tez rast gəlinən, 20,7%-i isə təsadüfi və ya nadir növlər kimi xarakterizə olunurlar.

## ƏDƏBİYYAT

1. Baxşəliyeva K.F., İbadullayeva S.C., Sultanova N.R., Namazov N.R. Azərbaycan florasına daxil olan bəzi ot bitkilərinin antifungal aktivliyi./ Biokimyəvi nəzəriyyələrin aktual problemləri mövzusunda II beynəlxalq konfransın materialları. Gəncə: 2011, s.50-53.
2. Dəmirov Ə.İ., İsmayılov N.A., Kərimov Y.V., Mahmudov R.M. Azərbaycanın müalicə əhəmiyyətli bitkiləri. Bakı: Azərnaşr, 1988, 231 s.
3. Əliyev N. Azərbaycanın dərman bitkiləri və fitoterapiya. Bakı: Elm, 1998, 343 s.
4. Əliyev M.İ., Hacıyev İ.A., Səfərova P.Ə., Ələsgərova Ə.N., İbrahimova S.İ. *Artemisia L.* cinsi növlərindən alınan efir yağlarının “*Culex pipiens molestus* ağcaqanadına” hürküdücü təsirinin öyrənilməsi.//AMEA-nın Botanika İnstitutunun elmi əsərləri. Bakı: 2011, XXXI c., s.319-322.
5. Hüseynov T.H., Namazov N.R., Seyidova G.A., Baxşəliyeva K.F., Əliyev İ.Ə. Şirquyruğu- *Leonurus Cardiac* bitkisinin bioekoloji xüsusiyyətləri və antifungal aktivliyi.//AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri. Bakı: Elm, 2011, c.9.№2, s. 234-236.
6. İbadullayeva S.C., Cəfərli İ.Ə. Efir yağları və aromaterapiya. Bakı: Elm, 2007, 119 s.
7. İbadullayeva S.C., Talıbova F.Z., Zeynalova S.Q. Kərəvüskimilərin bəzi növlərinin efir yağlarının antimikrob xüsusiyyətləri. // AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri. Bakı: Elm, 2007, V c., s. 63-65

## РЕЗЮМЕ

### ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ ВИДОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В ФОРМИРОВАНИИ МИКОБИОТЫ РАСТЕНИЙ С ЭФИРНЫМИ МАСЛАМИ

*Намазов Н.Р.*

**Ключевые слова:** фитопатоген, микромицет, микобиота, дейтеромицет, токсин, микотоксикоз, аллергия, частота встречаемости, доминантные виды, аллергенные и условно патогенные грибы.

В результате проведенных исследований и информации из литературы выясняется, что растения с эфирными маслами являются одним из основных мест поселения микромицетов, в результате жизнедеятельности которых образуются ряд метаболитов, обладающих иногда большой токсичностью. Эти ядовитые вещества посредством мицелий грибов доходят до внутренних тканей растений, на которых поселяются. Поэтому необходимо исследовать микологическими методами видовой состав, развитие и

распространение микобиот, поселяющихся на лекарственных растениях с эфирными маслами. С этой целью были исследованы микобиоты 68 видов лекарственных растений с эфирными маслами, входящих во флору Азербайджана.

**SUMMARY**  
**THE SPECIES PRESENCE FREQUENCY OF ETHER OILED**  
**PLANTS FORMING MICOBIOTAS**

*Namazov N.R.*

**Key words:** *fytopatogen, micromiset, mycobiota, deyteromiset, toxin, mycotoxicoz, allergy, the frequency of occurrence of dominant species, allergenic and conditionally pathogenic*

As a result of made experiments and informatuin got from the literature it is clear that the plants with ether oils is one of the main places for existing the micromisets appearance, in the result of their life activities a series of metobolyts sometimes appear obtaining more toxicity. These poisonous substances reach the inner tessues of the plants. That's why it's necessary to investigate by mycological methods of view composition, development and mucobiota widening existence on herbs with ether oils. 68 types of herbs with ether oils included intoAzerbaijan flora were studied.

Daxil olma tarixi:	Ilkin variant	17.04.2015
	Son variant	01.06.2015

UDK 551.509 (470.32)

## SUMQAYIT ŞƏHƏRİNİN HAVA HÖVZƏSİNİN ÇİRLƏNMƏ ŞƏRAİTİNİN FİZİKİ STATİSTİK ÜSULLA TƏDQIQI

**AĞAYEV TAHİR DÖVLƏT oğlu**  
*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*  
**SÜLEYMANLI DİLŞAD QÜRBƏT qızı**  
*Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent*  
**ELDAROV NƏZƏR ŞƏFA oğlu**  
*Sumqayıt Dövlət Universiteti, baş müəllim*  
*e-mail: [Aqayev.Tahir@mail.ru](mailto:Aqayev.Tahir@mail.ru)*

**Açar sözlər:** havanın çirklənməsi, avtonəqliyyat vasitələri, stasionar mənbələr

Məqalədə Sumqayıt şəhərinin hava hövzəsinin çirklənmə şəraitinin fiziki-statistik üsulla tədqiqi məsələsinə baxılmışdır. Çoxillik məlumatların statistik analizi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, şəhərdə stasionar mənbələrdən atmosfərə atılan çirkləndiricilərin miqdarının azalması müşahidə edilir. Lakin bununla yanaşı, ilbəlil respublikamızda avtonəqliyyat vasitələrinin miqdarının artması hava hövzəsinin çirklənməsinə səbəb olur. Bunun qarşısını almaq üçün köklü tədbirlər görülməlidir.

Məlum olduğu kimi, respublikamızın ən mühüm sənaye, nəqliyyat, ticarət, elm, maarif və mədəniyyət mərkəzlərindən biri Sumqayıt şəhəridir. Respublikada olan müxtəlif və çoxsahəli iri sənaye müəssisələrinin bir hissəsi bu şəhərdə cəmlənmişdir. Bu şəhərdə illərlə ekoloji məsələlər həll olunmamış, yığılıb qalmışdır və bunlar öz həllini gözləyir. Təqdim edilən məqalədə Sumqayıt şəhərinin hava hövzəsinin çirklənmə şəraiti fiziki-statistik üsulla araşdırılmışdır.

**1. Materiallar və üsullar.** İşdə verilənlərin fiziki-statistik analiz metodları tətbiq edilmiş və Xəzərin qərb sahilində yerləşən aeroloji və yerüstü meteoroloji məlumatlarından, eləcə də baxılan şəhərlərin atmosferinin çirklənməsinin fiziki-statistik hesablama məlumatlarından istifadə edilmişdir.

**2. Təcrübi hissə.** Sənaye müəssisələrinin yerləşmə prinsipinə görə, Sumqayıt şəhəri ikinci tipə aiddir. Çünki çirklənmə mənbələri olan sənaye müəssisələri başlıca olaraq ayrılıqda, şəhərin şimal-qərbində, qərbində və cənub-qərbində cəmlənmişdir. Yaşayış sahəsi sənaye zonasından uzaqlaşdırılmışdır və şəhərin yaşayış massivi cənub-şərq istiqamətində inkişaf etmişdir. Lakin bununla yanaşı, Sumqayıtın tikilməsində bütün tələbatlar nəzərə alınmasına baxmayaraq, şəhərin mövcud meteoroloji şəraiti, xüsusilə, külək gülü nəzərə alınmamışdır. Bununla əlaqədar, qeyri-əlverişli şəraitdə-küləyin sənaye müəssisələri tərəfdən əsməsi zamanı şəhərin yaşayış sahəsinin hava hövzəsində çirkləndiricilərin toplanması müşahidə edilir.

Məlum olduğu kimi, hava hövzəsinin çirklənmə səviyyəsini müəyyən etmək üçün aparılan fiziki-statistik analizdə çirkləndiricilərin konsentrasiyalarının orta qiyməti ( $\bar{q}_{or}$ ,  $\text{mq/m}^3$ ), orta kvadratik meylin hesablanması ( $\delta$ ,  $\text{mq/m}^3$ ), variasiya əmsalı (V), yol verilən qatılıq (YVQ) həddini keçmənin təkrarlanması (F,%), maksimal qiymətin seçilməsi ( $q_m$ ,  $\text{mq/m}^3$ ) və s. daxildir [1-3,5].

Çirkləndiricilərin konsentrasiyası yalnız müsbət kəmiyyət aldığı üçün paylanma həmişə assimetrik olur. Çirkləndiricilərin konsentrasiyasının təkrarlanmasının paylanmasını təsvir etmək üçün loqorifmik normal qanundan istifadə etmək olar. Bu halda çirkləndiricilərin konsentrasiyasının paylanma ehtimalı sıxlığı aşağıdakı formulu ilə ifadə olunacaq.

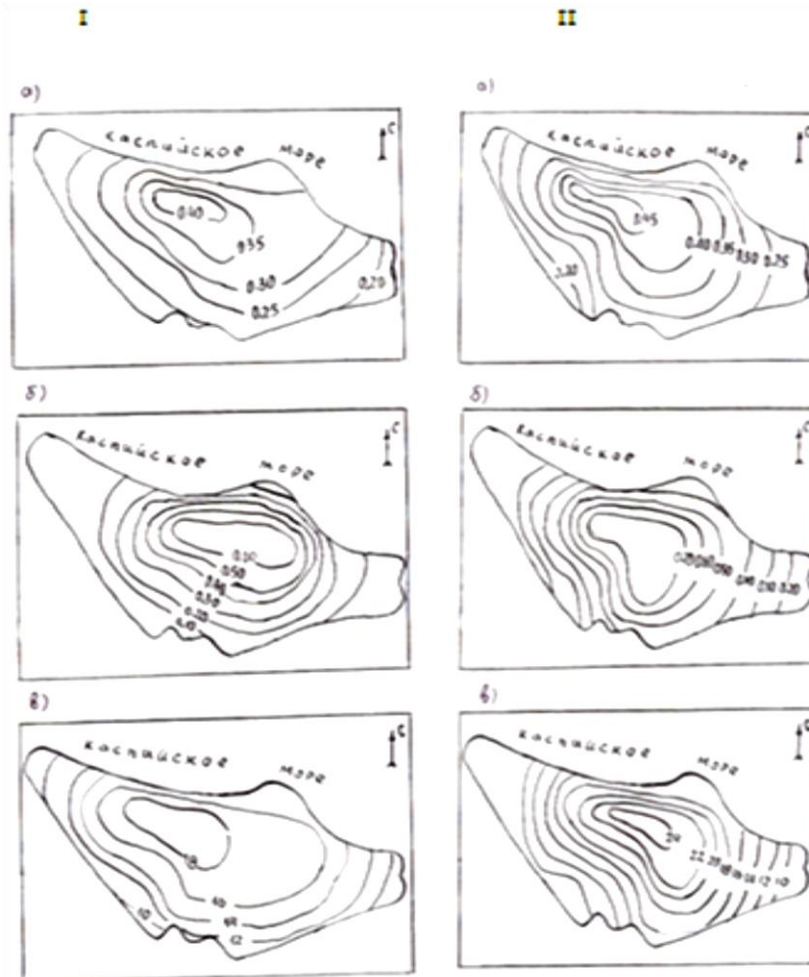


$$f(q) = \frac{1}{sq\sqrt{2\tau_1}} = e^{-\frac{\ln^2 \frac{q}{m}}{2s^2}} \quad (1)$$

burada  $s$  və  $m$  – loqarifmik normal paylanmasının parametrləridir. Bir şərtlə ki, tədqiq edilən kəmiyyətlərin loqarifmik normal olsun. Humbolt öz işində çirkləndiricilərin qatılığının orta qiymətinin  $\bar{q}_1$ , onların dispersiyasının  $\delta^2$ , variasiya əmsalının  $V$  analitik ifadələrini verir [1-3].

Hesablamalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, Sumqayıtda kükürd qazının YVQ-nın yuxarı hədləri şəhərin şimal-qərb hissəsi, sənaye sahəsi üçün səciyyəvidir (şəkil 1). Bu ayrı-ayrı sənaye obyektlərinin lokal tullantılarını molekulyar və turbulent diffuziya yolu ilə yayılaraq, müəssisələrdən müəyyən məsafədə yer səthinə düşməsi ilə izah edilir[5]. İzoxətlər ərazidə hakim şimal küləkləri istiqamətində (təkrarlanma 58%) uzanır (şəkil 1).

Kükürd qazının ümumi analizi Sumqayıt şəhərində 2 zonanı ayırmağa imkan verir. Birinci zona sənaye sahəsindən 2 km məsafədə yerləşir (şəhərin şimal-qərb və cənub hissəsi) və burada bütün baxılan parametrlərin yüksək qiymətə malik olması səciyyəvidir -  $\bar{q} = 0,35 \pm 0,43 \text{ mq/m}^3$ ,  $\delta^2 = (0,612 \pm 0,648)$  və  $F_1(q > YVQ) = 17,7 \pm 23,3\%$ .



Şəkil 1. Şimal (I) və cənub (II) istiqamətli küləklərdə kükürd qazının yayılması: a)  $\bar{q}$ ; b)  $\sigma^2$ ; v)  $F(q_{so^2} > YVQ)$

İkinci zona isə daha uzaq məsafədə yerləşir və şəhərin kənarına qədər yayılır. Parametrlər aşağıdakı kimi səciyyələnir -  $\bar{q}_{11} = 0,30 \pm 0,35 \text{ mq/m}^3$ ,  $\delta^2 = 0,161 \pm 0,435$  və  $F_{11}(q > YVQ) = 15,1 \pm 17,9\%$ . Burada çirklənmə səviyyəsi başlıca olaraq, meteoroloji şəraitdən asılıdır.

2003- cü ildə şəhərin stasionar mənbələrindən 32.3 min ton çirkləndirici atılmışdır. Bunların başlıca hissəsi kimya müəssisələrinin (50 %-dən çox), metallurgiya, energetik və nəqliyyatın payına düşür [1,5]. Bu tullantıların tərkibini başlıca olaraq toz, kükürd qazı, azot oksidləri, karbohidrogenlər, xlor, dəm qazı və s. təşkil edir. Kükürd qazı başlıca olaraq, superfosfat və istilik elektrik mərkəzləri, dəm qazı, metallurgiya və avtonəqliyyat, karbohidrogenlər və xlor kimya müəssisələri, azot oksidləri İEM və avtonəqliyyat, sənaye tozu isə qara metallur -giya və alüminium zavodları tərəfindən atılır.

Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatlarına görə, son illərdə Azərbaycanda sənaye tullantılarının gözə çarpacaq dərəcədə azalması müşahidə edilir [1-4]. Belə ki, 1995-ci illə müqayisədə ölkənin hava hövzəsinə atılan tullantıların miqdarı 2007-ci ildə 355,5 min ton azalmışdır. Bunun başlıca səbəbi həm sənaye istehsalının aşağı düşməsi, həm də atmosfer havasının mühafizəsinə yönəldilmiş bir çox tədbirlərin həyata keçirilməsidir. Lakin bununla yanaşı, ilbəl respublikamızda avtonəqliyyat vasitələrinin (ANV) miqdarı artır. Əgər 1995-ci illə (bu vaxtı ANV miqdarı 392165 ədəd təşkil edirdi) müqayisə etsək, görürük ki, 2007-ci ildə onların miqdarı 773318-ə qədər artmışdır. Həm də digər hərəkət edən vasitələrə nisbətən minik avtomobillərin sayı üstünlük təşkil edir, onların miqdarı 616853-ə qədər artmışdır. Şəhərlərdə avtonəqliyyat təsərrüfatının tez bir zamanda inkişafı ilə əlaqədar olaraq, bu hərəkət vasitələrinin tullantılarının atmosferi çirkləndirməsi atılan zərərli sənaye tullantılarının həcmi üstələyir. Belə ki, Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatlarına görə 1995-ci ildə respublikanın hava hövzəsinə çirkləndiricilər əsasən stasionar mənbələrdən daxil olurdu (cədvəl 1). 2003-cü ildə respublikanın üç böyük şəhərindən (Bakı, Sumqayıt, Gəncə) birlikdə atmosfərə 689,6 min t. zərərli maddə daxil olmuşdur ki, bunlardan da 321.9 min t. (46,7 %) yalnız ANV payına düşürdü. 2007-ci ildə isə ANV tərəfindən atmosfərə atılan çirkləndiricilərin miqdarı artıq ümumi həcmə 60%-dən çoxunu təşkil edirdi [4].

Qeyd etmək lazımdır ki, 2007-ci ildə stasionar mənbələrdən ölkənin hava hövzəsinə 385,9 min t. zərərli maddə daxil olmuşdur. Onlardan 357,5 min t. qazşəkilli və maye, 28,4 min t. isə bərk maddələrin payına düşürdü. Həm də ölkə üzrə  $\text{SO}_2$ -9,2 min t.,  $\text{NO}_2$ -23,1 min t.,  $\text{CO}$ -25,3 min t (cədvəl 2) təşkil edir. Bu vaxtı Bakı şəhərinin hava hövzəsinə 299,4 min t, Sumqayıtın -15,77 min t zərərli maddə daxil olmuşdu.

**Cədvəl 1.**

Azərbaycanın böyük şəhərlərinin atmosfer tullantılarının nisbi göstəriciləri (min t. ilə)

Şəhərlər	Cəmi		Stasionar mənbələr		Avtonəqliyyat	
	1990	2003	1990	2003	1990	2003
Bakı	1590,9	621,2	1393,9	331,4	197,0	289,8
Sumqayıt	112,5	38,1	96,5	32,3	16,0	5,8
Gəncə	78,3	30,3	55,0	4,0	23,3	26,3

Stasionar mənbələrdən ölkənin atmosfer havasına atılan zərərli tullantı maddələri (inqredientlər üzrə)

İllər	Atmosferə cəmi	O cümlədən				
		Bərk maddələr	Qazşəkilli və maye maddələr	onlardan		
				SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO
min ton						
1990	2108,5	148,1	196,4	90,3	59,2	70,6
1995	878,6	22,7	855,9	50,0	31,6	21,6
2000	515,4	19,2	496,2	35,1	24,2	26,3
2001	577,1	28,3	548,8	14,7	27,1	27,9
2002	217,4	29,4	188,0	13,6	26,3	18,2
2003	425,9	34,1	391,8	15,5	24,2	25,4
2004	539,8	43,5	496,3	13,2	25,2	42,5
2005	557,9	28,2	529,7	13,8	25,8	26,1
2006	344,2	23,7	320,5	12,4	16,0	20,3
2007	385,9	28,4	357,5	9,2	25,3	23,1

Faktiki məlumatların araşdırmaları göstərir ki, Abşeron yarımadasının şəhərlərində avtonəqliyyat vasitələrinin tullantıları hesabına bəzi zərərli maddələrin konsentrasiyası ayrı-ayrı günlərdə yolverilən qatılıq (YVQ) həddini bir neçə dəfə keçə bilər. Məsələn, 28.11.2005-ci ildə Bakı və Sumqayıt şəhərlərində NO<sub>2</sub> konsentrasiyası müvafiq olaraq, 1,1 və 1,3 mq/m<sup>3</sup> idi. Bu isə YVQ həddindən bir neçə dəfə çoxdur.

**Nəticə.** Sumqayıt şəhərində son illərdə sənaye müəssisələrindən atmosfərə atılan çirkləndiricilərin miqdarının azalması müşahidə edilir. Bu həm sənaye istehsalının aşağı düşməsi, həm də atmosfer havasının mahafizəsinə yönəldilmiş bir çox tədbirlərdir. Lakin ilbəl respublikamızda avtonəqliyyat vasitələrinin miqdarının artması ilə əlaqədar atmosferin çirklənməsinə qarşı köklü tədbirlər görülməlidir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Агаев Т.Д. Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы // Труды географического общества Азербайджана. Баку: 2004, Том IX. с. 333-337
2. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л.: Гидрометиздат, 1980, 184 с.
3. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометиздат, 1975, 448 с.
4. Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatları. Bakı: 2000-2011.
5. Ağayev T.D., Shirinova D.V., Ahmedova A.F. Methods of Determination of Absheron contamination potential. /Energy, Ecology, Economy, 4<sup>th</sup> Baku International congress. Baku, September 21-24, 1999.

**РЕЗЮМЕ**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА**  
**ГОРОДА СУМГАИТА ФИЗИКО-СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

*Агаев Т.Д., Сулейманлы Д.Г., Эльдаров Н.Ш.*

**Ключевые слова:** *загрязнение воздуха, автотранспортные средства, стационарные источники*

В статье приведены результаты исследования условия загрязнения воздушного бассейна города Сумгаита физико-статистическим методом. В результате статистического анализа данных многолетних наблюдений установлено, что в настоящее время наблюдается уменьшение выбросов от стационарных источников. Но вместо этого с каждым годом увеличиваются выбросы от автотранспорта, для предотвращения которых следует проводить коренные мероприятия по улучшению воздуха города

**SUMMARY**  
**A STUDY OF AIR SWIMMING POOL POLLUTION OF SUMGAIT**  
**BY PHYSICO-STATISTICAL METHOD**

*Agayev T.D., Suleymanli D.G., Eldarov N.Sh.*

**Keywords:** *air pollution, auto-transport, vehicles, stationary sources*

The study of air swimming pool pollution of Sumgait by physico-statistical methods are shown. As a result of the statistical analysis of long-term records revealed that currently there is a reduction of emissions from stationary sources. But instead, each year the emissions from motor vehicles increase. To prevent those there should be radical measures to improve the air of the city.

Daxil olma tarixi:	Ilkin variant	04.06.2015
	Son variant	22.06.2015

UOT.282.538.3

## TEXNOGEN TULLANTILARIN SƏNAYEDƏ İSTİFADƏSİ PROBLEMİNİN AKTUALLIĞI

**RƏHİMOVA KÖNÜL ELBRUS qızı**

*Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, baş müəllim*

**Açar sözlər:** *texnogen tullantılar, neft lilləri, istifadə sahələri, vəzifələr*

*Məqalədə texnogen tullantıların istifadəsi probleminin aktuallığı əsaslandırılmışdır. Neft lillərinin metallurgiya sənayesində, o cümlədən, tökmə istehsalında istifadəsi üçün mütəxəssislərin qarşısında duran vəzifələrin vacibliyi və aktuallığı qeyd olunmuşdur.*

Azərbaycan Respublikasında son onillikdə xeyli sayda sənaye müəssisələri işə salınmışdır. Neft və kimya emalı, energetika müəssisələri, metal emalı və maşınqayırma zavodları böyük miqdarda təbii ehtiyatlar, xammal və materialları emal və məhsul istehsal edirlər. Bu müəssisələrdə nəhəng miqyaslarda texnogen mənşəli tullantılar yaranır [1].

Bir çox istehsalat prosesləri üçün çirklənmiş sular və maye tullantıları qaçılmazdır. Bizim ölkə neft və neft məhsullarının böyük istehsalçısı olduğundan ətraf mühiti çirkləndirən tullantıların sırasında neft emalı tullantıları daha geniş yayılmışdır [2].

Statistik və ekspert qiymətləndirmələrinə görə hazırda bizim ölkədə 3–5 mln. ton texnogen tullantılar toplanmışdır və onun yarısından çoxu neft emalı zavodlarının tullantılarıdır. Bir qayda olaraq, neft emalı tullantıları, eləcə də çirklənmiş sular təmizləndikdən sonra alınan lillə heç bir istehsalata cəlb olunmur, onlar boş sahələrə daşınır, çox vaxt utilləşdirilmir və deməli, ətraf mühiti çirkləndirir [3].

Tullantıların daşınmasına böyük xərclər çəkilir, onların yerləşdirilməsi üçün xeyli torpaq sahələri ayrılır. Həmin sahələrdə və onun ətrafında böyük ərazilərdə flora və fauna məhv olur. Atmosfer yağıntıları ilə belə tullantılar və lillərdə olan zərərli maddələr (toksinlər) torpağa nüfuz edir, sonra yeraltı sularla su hövzələrinə, çay və göllərə sızır [4,5].

Bundan başqa, tullantıların basdırılma sahələrindən daim buxarlanma gedir və atmosfer zəhərlənir. Yay vaxtlarında birbaşa günəş şüaları və küləklər zərərli maddələri yaşayış məntəqələrinə, havası onsuz da ifrat “yüklənmiş” şəhərlərin üzərinə gətirir [3].

İsti yay günlərində uzun illər nəzarətsiz qalan belə poliqonlarda yanğın halları da baş verir. Bu zaman yaxın yerləşmiş şəhər və qəsəbələrin əhalisi boğucu tüstünün bir neçə həftə “əsiri” olurlar.

Bu problemin çətinliyi texnogen tullantıların emalının rentabelli üsullarının və utilləşdirilməsinin ekoloji əsaslandırılmış metodlarının hələ də kifayət qədər işlənməməsidir. Bu sahəyə diqqətin az olması, elmi əsaslandırılmış təklif və tövsiyələrin kifayət qədər əhatəli olmaması ekologiyaya ciddi ziyan vurur [6].

Belə ki, Bakı Neft Emalı zavodunda təmizləyici qurğuların bir il iş müddətində ilkin saxlama bunkerləri tərkibində neft olan dib çöküntüləri ilə 70%-dək dolmuşdur. Avadanlıqların yuyulması və təmizlənməsindən sonra istehsalat tullantı suları, xammal çənlərinin buxarlandırılmaqla təmizlənməsi, zavodun işçi sahələrinin təmizlənməsindən alınan tullantılar, eləcə də yağış-sel suları da zavod ərazisindən ilkin təmizləyici-saxlanma və çökdürmə bunkerlərinə daxil olur. Əmələ gələn çökmüş lillə qatı saxlama bunkerlərinin işinin səmərəliliyini azaldır və son nəticədə tullantı suların təmizlənmə keyfiyyəti aşağı düşür.

Bakı Neft Emalı zavodunda Lukoyl şirkətinin texnologiyası əsasında yeni tipli təmizləmə qurğusunun işə salınmasınadək tutumların təmizlənməsi, avadanlığın yuyulması, qalıq və distilyat yağlarının kontakt təmizlənməsindən yaranan tullantılar, kokslaşdırma qurğularından

sonra yaranan əlavə məhsullar, neftin ilkin emalı zamanı yaranan neft tərkibli tullantılar lill yığıcı gölməçələrə daşınırdı.

Hazırda Abşeron yarımadasında bir neçə ərazidə (Hövstan, Balaxanı, Böyük Şor, Qanlı göl və s.) belə süni texnogen mənşəli gölməçələr yaranmışdır, onlar Bakının atmosferi, flora və faunasına mənfi təsir göstərir. Belə su hövzələrində ekoloji cəhətdən təhlükəsiz olmayan milyonlarla ton lillər toplanıb qalmışdır, onlar açıq səma altında nəhəng sahələri tutmuşlar.

Göstərilən dib çöküntüləri özlüyündə qara rəngli, yağlı, mazutaoxşar, ağır çəkili, müxtəlif karbohidrogen tərkibli kütlədən ibarətdir. Tərkibində 40%-dək suyun olması bu lillərin sonrakı emalı və utilləşdirilməsi üçün bir sıra çətinliklər törədir. Çünki əksər texnoloji proseslərdə tərkibdə belə böyük miqdar suyun olması yol verilən deyil. Suyun ayrılması isə əməli cəhətdən çətin və enerji tutumlu bir prosesdir.

Mövcud vəziyyətdən daha məqsəduyğun çıxış yolu ətraf mühit üçün ekoloji təhlükəsizliyi azaltmağa imkan verən neft lillərinin zərərsizləşdirilmə texnologiyasının yaradılması və tullantıların səmərəli və əlverişli istifadə sahələrinin müəyyən edilməsidir.

Bu zaman ilk növbədə texnogen tullantıların digər istehsalat sahələrində istifadə imkanlarını araşdırmaq lazımdır.

Məlumdur ki, tökmə istehsalında qəlib və içlik qarışıqlarına yanığəleyhinə əlavələr qismində karbondərkibli materiallar verilir. Mazut, neft tullantıları, kub qalıqlar və s. töküklərdə yanıyla mübarizə üçün geniş istifadə olunur [5].

Yanığ (və ya yanıb yapışma) – töküklərin səthində çox ciddi bir qüsurdur, yanığ metalın yonqar itkisinə və qəlib materiallarının əlavə sərfələrinə səbəb olmaqla yanaşı, tökmə sexlərinin təmizləmə şöbələrində işləyən insanlarda peşə xəstəliklərinin (silikoz) yaranmasına rəvac verir.

Lakin sadalanan materiallardan əksəriyyəti ya bahalıdır, yaxud nəqləndirmədə rahat deyillər, ya da digər istehsalatlar üçün xammal qismində istifadə oluna bilər. Bununla əlaqədar olaraq, yuxarıda adı çəkilən neft lilləri və digər texnogen tullantıları töküklərin səthinin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün qəlib və içlik qarışıqlarında əlavələr qismində tədqiq etmək təklifini perspektivli hesab etmək olar.

Beləliklə, yuxarıda şərh olunanlar əsasında texnogen tullantıların utilləşdirilməsi və təkrar emalı ölkəmizdə, xüsusən də Abşeron yarımadasında ekoloji problemlərin həlli üçün vacibdir. Tökmə istehsalında neft tərkibli lillərin və digər texnogen tullantıların istifadəsi və ətraf mühitin sənaye tullantıları ilə çirklənməsinin aradan qaldırılması üzrə əməli tədbirlər və texniki həllər işlənməlidir.

Qoyulmuş məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlərin həlli zəruridir. Əvvəla, neft emalı və digər texnogen tullantıların kimyəvi tərkibləri öyrənilməlidir. Bununla yanaşı, texnogen tullantıların toksikoloji və radiasiya təhlükəliliyinin qiymətləndirilməsi mühüm bir vəzifə kimi yerinə yetirilməlidir. Bundan sonra texnogen tullantıların komponent tərkibinin müəyyən edilməsi üçün müasir metodikalar tətbiq edilməlidir. Sonrakı mərhələlərdə isə metal-qəlib kontakt zonasında gedən fiziki – kimyəvi prosesləri öyrənmək lazımdır.

Metallurgiya sənayesində tətbiqini nəzərdə tutaraq, yüksək temperaturlarda texnogen tullantılarında baş verən istilik-fiziki proseslərin öyrənilməsi də mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Texnogen tullantıların tökmə istehsalında qəlib materialı qismində istifadə edilməsi məqsədi ilə aşağıdakı ümdə vəzifələri həyata keçirmək lazımdır:

- neft emalı tullantılarının istifadə etməklə tərkibində yanığ əleyhinə əlavələri olan qəlib və içlik qarışıqlarının optimal tərkiblərinin işlənməsi;
- digər texnogen tullantıların metallurgiya istehsalında tətbiqi imkanlarının araşdırılması;
- işlənməmiş təklif və tövsiyələrin sənaye sınaqlarının aparılması;
- tökmə sexində işçi atmosfer havasının qaz analizinin aparılması;
- neft lillərinin tökmə istehsalında tətbiqinin iqtisadi səmərəsinin qiymətləndirilməsi.

**Nəticə.** Texnogen tullantıların metallurgiya sənayesində, o cümlədən, tökmə istehsalında istifadəsi aktual elmi-texniki problemdir və həllini gözləyir. Neft və neft məhsulları istehsal edən

ölkəmiz üçün bu problemin həlli böyük texniki iqtisadi, ekoloji və sosial səmərə verə bilər. Odur ki, sənaye mütəxəssisləri və tədqiqatçıların bu məsələyə daha çox diqqət yetirməsi zəruridir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədov Ə.M. Sənaye ekologiyası. Bakı: Elm, 2008, 286с.
2. Xəlilova A.A. və b. Ekologiyanın əsasları. Bakı: AzTU, 2009, 320 с.
3. Mirbabayev M.F. Hava məkanının ekologiyası. Bakı: AzTU, 2005, 162 s.
4. Розанов С.И. Общая экология. М.,С-Пб.: 2003, 288с.
5. Эйвазов Б.Ю. Экология металлургических процессов. Баку: Элм, 2005, 362 с.
6. İsmayilov N.Ş. Tökmə qəlibinin texnologiyası. Bakı: Az.TU, 2000, 260s.
7. Rəhimova K.E. Texnogen tullantıların istifadə imkanları // Beynəlxalq konfransın materialları. Bakı: AzTU, 2013, s.161-163

#### РЕЗЮМЕ

#### АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Рагимова К.Э.*

**Ключевые слова:** техногенные отходы, нефтяные шламы, области применения, задачи специалистов

Обоснована актуальность проблемы использования техногенных отходов нефтеперерабатывающей промышленности. Подчеркнута важность и неотложность задач, стоящих перед специалистами в утилизации нефтяных шламов в металлургической отрасли, в том числе в литейном производстве.

#### SUMMARY

#### THE URGENCY OF THE USE OF MAN-MADE WASTE INDUSTRY

*Ragimova K.E.*

**Key words:** industrial waste, oil sludge, use scope, professionals objectives.

The urgency of the problem of using anthropogenic waste industry is considered. The importance and urgency of the challenges facing professionals and utilization of oil sludge in the metallurgical industry, including foundries are underlined.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	23.02.2015
	Son variant	05.03.2015

UOT 62.19

## AKTİV ELEMENTLƏRİN MANEƏLİ MÜHİTDƏ HƏRƏKƏT TRAYEKTORİYALARININ MODELLEŞDİRİLMƏSİ

**RƏHİMOV ŞƏFAHƏT RƏHİM oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**MƏMMƏDOVA GÜLNARƏ ABDULLA qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent*

**ORUCOVA GÜLŞƏN ELŞAD qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent*

*e-mail: [Shafahat\\_61@mail.ru](mailto:Shafahat_61@mail.ru)*

**Açar sözlər:** *aktiv element, modelləşdirmə, hərəkət trayektoriyası, robot-manipulyator, maneəli mühit.*

*Təqdim olunan məqalədə aktiv elementlərin maneəli mühitdə hərəkət trayektoriyalarının qurulmasının metodları araşdırılır və müvafiq qaydada modelləşdirilməsinin prinsipləri müəyyənləşdirilir. Təklif olunan modelləşdirilmə prinsipləri əsasında aktiv elementlərin optimal hərəkətləri qurulur.*

Çevik istehsal sistemlərinin tərkib komponentlərindən olan aktiv elementlərin proqram təminatı hazırlanarkən əsas məsələlərdən biri də onların maneəli mühitdə qəza vəziyyətlərinin qarşısının alınmasıdır. Bu işə aktiv elementlərin hərəkət trayektoriyaları boyunca baş verə biləcək qəza vəziyyətlərinin optimal (ən qısa) zaman ərzində müəyyənləşdirilməsi üçün alqoritmin və proqram təminatının hazırlanmasını [ 1 ] tələb edir.

Aktiv elementlərin həm özlərinin funksional idarə olunmasının modelləşdirilməsi, həm də xarici mühitlə qarşılıqlı kompleks şəkildə modelləşdirilməsi onların hərəkət trayektoriyaları boyunca rastlaşa biləcək toqquşma vəziyyətlərinin təyini reallaşdırır.

İdarəetmə sistemində obyekt kimi qəbul olunan hər bir aktiv element yalnız məxsusi unikal parametrlərlə xarakterizə olunur ki, bu da onların hər birinin təhlilini zəruri edir. Bununla birgə problemin həlli kimi iki nöqtə arası yerləşən maneədən aktiv elementlərin qəzasız ötürülməsinin idarə olunmasının təmin edilməsi üçün hərəkət trayektoriyalarının modelləşdirilməsidir.

Modelləşdirilən hərəkət trayektoriyaları boyunca keçid nöqtələrinin düzgün seçilməsi konkret modelləşdirilmə prinsipləri əsasında aparılır.

Tutaq ki, hər hansı aktiv elementlərdən təşkil olunan A çoxluğu verilib. Aktiv elementlərin hərəkət trayektoriyalarının modelləşdirilməsi isə X adlı xarici mühit daxilində icra olunur.

Başlanğıc  $t_0$  anında A-dan götürülən aktiv element X-dan olan  $V_0(x_0, y_0, z_0)$  nöqtəsində yerləşib. Modelləşdirilmənin birinci prinsipinə əsasən aktiv elementin  $V_0$  nöqtəsindən X-in yeni  $V_1(x_1, y_1, z_1)$  nöqtəsinə keçidinin təmini üçün elə hərəkət trayektoriyası qurmaq lazımdır ki, aktiv elementin xarici aləmdə olan digər obyektlərlə və yaxud aktiv elementin özünün tərkib hissələri ilə toqquşma kimi qəza hadisələrinin qarşısı alınsın. Modelləşdirilmənin ikinci prinsipinə görə isə aktiv elementin qurulmuş hərəkət planı əsasında həm də verilmiş xarici mühitdə onun təhlükəsiz funksional idarə olunmasının təminatını da müəyyənləşdirmək üçün müvafiq təhlillər də aparmaq mümkün olsun.

Kompleks idarəetmənin modelləşdirilməsi üçün aktiv elementlərin də konkretləşdirilməsi zəruriyyəti yaranır. Belə ki, aktiv elementlər dedikdə çevik istehsal sistemlərinin tərkib hissələrindən olan robotlar, manipulyatorlar, robot-manipulyatorlar və digər bu kimi dinamik



sistemlər başa düşülür. Əgər aktiv element kimi robot-manipulyator qəbul olunarsa, onda manipulyatorun tutqacı da hər hansı alt aktiv element olmaqla A çoxluğuna daxil edilir.

Aktiv elementin vaxta görə optimal yerdəyişmə trayektoriyası

$$F(N) = T(N) + \frac{P(N)}{V_{\min}} + \varepsilon(N)$$

funksiyası ilə qiymətləndirilir.

$T(N)$  – başlanğıc vəziyyətindən  $N$ -ci vəziyyətə keçidə sərf olunan vaxt;  $P(N)$  –  $N$ -ci vəziyyətdən başlayaraq məqsəd nöqtəsinə qədər robot- manipulyatorun tutqacının düzxətli hərəkət məsafəsi;  $V_{\min}$  – robotun kinematik qovşaqlarında baş verə biləcək düzxətli hərəkətlər içərisindən seçilən minimal sürət;  $\varepsilon(N)$ -  $N$ -ci vəziyyətə keçidin mümkünlüyünü təyin edən vaxt. Ola bilər ki,  $(N-1)$ -ci vəziyyətdən  $N$ -ci vəziyyətdə olan keçidə qadağa qoyulub. Bu halda  $\varepsilon(N) = t_N$  olacaq.  $t_N$  vaxtına aktiv elementin gecikmə vaxtı da deyilir.

$t_N$  – aktiv elementin  $N$ -ci vəziyyətə keçmədən  $(N-1)$ -ci vəziyyətdə dayanma vaxtıdır. Əks halda, əgər  $N$ -ci vəziyyətə keçid varsa, onda  $\varepsilon(N) = 0$  olacaq. Deməli

$$\varepsilon(N) = \begin{cases} 0, & \text{keçid var} \\ t_N, & \text{keçid yoxdur} \end{cases}$$

kimi təyin edilir.

Modelləşdirilən vəziyyətlər fəzasında tətbiq olunan seçmə üsulu [ 2 ] imkan verir ki, manipulyatorun hərəkəti zamanı maneə ilə rastlaşmanı ötür keçmə kimi yeni informasiyalar çoxluğu yaradılsın. Belə ki, manipulyatorun planlaşdırılmış ilkin hərəkət trayektoriyası boyunca hər hansı maneənin varlığı haqqında əvvəlcədən informasiyalar çoxluğu verilmir. Bu halda manipulyatorun digər maneələrlə toqquşması haqqında məlumatlar kimi manipulyatorun cari andakı vəziyyətini təyin edən qrafik informasiyalar götürülür.

Hərəkət trayektoriyasının planlaşdırılması prosesində qadağan olunmuş vəziyyətlər üçün informasiyalar toplanılır. Bu işə xarakteristikası əvvəlcədən məlum olmayan xarici mühit daxilində hərəkət trayektoriyasının planlaşdırılmasına imkan verir.

Qurulan alqoritmin giriş qiymətləri kimi tətbiq olunan obyektin qrafik xarakteristikalarını ifadə edən verilənlər daxil edilir. Həmçinin obyektin hərəkət komponentlərinin koordinatları arasında xətti yerdəyişməsi də giriş qiymətləri kimi verilməlidir. Obyektin hərəkət komponentləri dedikdə hər hansı zaman intervalında yerdəyişmə icra edə biləcək fiziki qurğular başa düşülür. Deməli obyektin dinamik qurğuları hərəkət komponentləri kimi də qəbul oluna bilər.

Başlanğıc vəziyyətlə sonuncu, yəni  $N$ -ci vəziyyət arasında  $(N-1)$  sayda keçidlər işə

$$F(N) = R(N-1) + \sum_{k=1}^M b_k(N) \cdot F_k + Q(N) \cdot F_{\min} + \varepsilon(N)$$

düsturu ilə ifadə olunur.

$R(N-1)$  - başlanğıc vəziyyətdən  $(N-1)$ -ci vəziyyətə keçid zamanı sərf olunan işin qiymətləndirmə funksiyası;  $\sum_{k=1}^M b_k(N) \cdot F_k$  -  $(N-1)$ -ci vəziyyətdən  $N$ -ci vəziyyətə keçid zamanı sərf olunan işin qiymətləndirməsi;  $b_k(N)$  -  $k$ -ci aktiv elementlə bağlı  $(N-1)$ -ci vəziyyətdən  $N$ -ci vəziyyətə keçidi icra edən yerdəyişmə əmsalı;  $F_k$  -  $k$ -ci aktiv elementlə bağlı  $(N-1)$ -ci vəziyyətdən  $N$ -ci vəziyyətə keçidi icra edən vahid yerdəyişməyə sərf olunan qüvvə;  $Q(N)$  -  $N$ -ci vəziyyətdə yerləşən aktiv elementin məqsəd nöqtəsinə qədər düzxətli məsafəsi;  $F_{\min}$  - vahid yerdəyişməyə sərf olunan minimal qüvvə;  $\varepsilon(N)$ -  $N$ -ci vəziyyətə keçidin

mümkünlüyünü təyin edən vaxt. Bir vəziyyətdən digər vəziyyətə olan keçidin məhdudlaşdırılması həm fiziki, həm də həndəsi olur.

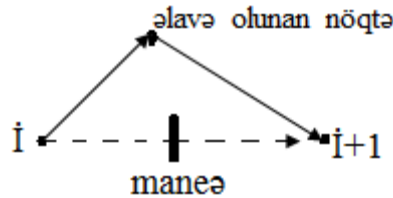
$F(N)$  funksiyasının köməyi ilə aktiv elementin hərəkətinin qiymətləndirilməsi imkan verir ki, təhlili aparılan vəziyyətlər nöqtələrinin sayı azaldılsın. Hərəkət trayektoriyasının  $F(N)$  funksiyasının tətbiqi ilə qiymətləndirilməsində keçid nöqtələri iki hissəyə bölünərək, təhlilləri aparılır. Yəni,  $F(N)$  funksiyası iki hissənin qiymətləndirilməsindən ibarətdir. Birinci hissə qiymətləndirmə başlanğıc nöqtədən N-ci nöqtəyə qədər, ikinci hissə isə N-ci nöqtədən məqsəd nöqtəsinə qədər qiymətləndirməni yerinə yetirir. Funksiyanın əsas xarakteristikalarından biri də hərəkət istiqamətinin məqsədyönlü seçilməsidir. Məqsədyönlü seçim dedikdə konkret məqsədə çatmaq üçün P nöqtələr çoxluğundan seçilən optimal keçidli nöqtələr toplusu başa düşülür. Əgər optimal keçidli nöqtələr L adlı çoxluq təşkil edərsə, onda  $L \subset P$  olacaq. Məqsədyönlü seçim imkan verir ki, təsadüfi seçimlərin ehtimalı sıfıra bərabər olsun.

$F(N)$  funksiyasını modifikasiya etmək üçün yeni  $\beta$  əmsalını daxil edək.

$$F(N) = \beta \left( R(N-1) + \sum_{K=1}^M b_K(N) \cdot F_K \right) + (1-\beta) \cdot Q(N) \cdot F_{\min} + \varepsilon(N)$$

$\beta$ - əmsalı  $(0 ; 1)$  intervalından qəbul edilən qiymətdir. Məsələn,  $\beta=0.35$  olarsa, robot-manipulyatoru;  $\beta=0.25$  olarsa, ancaq robotu;  $\beta=0.3$  olarsa, ancaq manipulyatoru;  $\beta=0.2$  olarsa, robot-manipulyatorun tutqacını bildirir.

Tutaq ki, i-ci keçid ilə sonrakı (i+1)-ci keçid arasında maneə var. Deməli növbəti (i+1)-ci nöqtəyə (mövqeyə) keçid qəza ilə nəticələnə bilər. Göründüyü kimi qəzanın aradan qaldırılması üçün i-ci və (i+1)-ci nöqtələri arasında üçüncü, yəni əvvəlcədən nəzərdə tutulmayan əlavə nöqtə də daxil edilməlidir.



Şəraitdən, yəni maneədən asılı olaraq hərəkət trayektoriyasına əlavə olunan nöqtələrin (mövqələrin) sayı iki və ya ikidən çox da ola bilər. Maneəni ötür keçmə əməliyyatı şəraitdən asılı olaraq həm soldan, həm də sağdan ötməklə yerinə yetirilə bilər. Yaxud maneəni ötür keçmə əməliyyatı müvafiq P nöqtələr çoxluğundan seçim etməklə də icra oluna bilər.

Fəzada trayektoriya planının qurulması məqsədilə aktiv elementin hərəkət vəziyyətlərini təyin edən diskret qiymətlər tapılır. Diskret qiymətlər çoxluğuna cədvəl qiymətləri də deyilir.

Hərəkət trayektoriyasının daha da yaxşılaşdırılması məqsədilə diskret qiymətlər çoxluğundan istifadə etməklə hərəkətin kəsilməz funksiyası qurulur. Belə ki, diskret qiymətlər çoxluğunun approksimasiyası (yaxınlaşması) aparılır. Nəzərə almaq lazımdır ki, hərəkət planının qurulmasında diskret nöqtələrin sayı artdıqca hərəkətin analitik (kəsilməz) formada təsviri mürəkkəbləşir.

Approksimasiyası prosesi ilə birgə həm də trayektoriyanın hamarlaşması da icra olunur. Hərəkətin approksimasiyası və hamarlaşması prosesində aktiv elementlərin sürəti də nəzərə alınmalıdır. Hərəkət trayektoriyasının hamarlaşması üçün

$$\overline{x}_i = F_m(i) = \sum_{j=1}^m ax_j i^{m-j}$$

şəklində verilən m tərtibli çoxhədli qurulur. Çoxhədlidə verilən  $ax_j$  əmsalı isə

$$\begin{cases} \dots \\ \sum_{i=0}^{n-1} [F_m(i) - x_i] \cdot i^{m-j} = 0 \\ \dots \end{cases}$$

xətti tənliklər sisteminin kökləri olmalıdır. Digər y və z koordinatları da eyni üsulla tapılır.

Məlumdur ki, hərəkət trayektoriyası boyunca seçilən nöqtələr çoxluğunun qiymətləndirilməsində üç vəziyyət ola bilər:

- 1-ci vəziyyət: başlanğıc nöqtə;
- 2-ci vəziyyət: aralıq nöqtə;
- 3-cü vəziyyət: son (məqsəd) nöqtə.

Məntiqi proqramlaşdırma dilində hər hansı nöqtənin qiymətləndirilməsini yalnız iki parametrlə (doğru və ya yalan) ifadə etmək üçün üç sayda predikat qəbul edək.

*Ilkin(Q)*, *son(Q)* və *keçid(Q)*.

Əgər hərəkət trayektoriyasında Q başlanğıc nöqtədirsə, onda *Ilkin(Q)* predikatı doğru qiymət alacaq. Yəni *Ilkin(V<sub>0</sub>(x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>, z<sub>0</sub>))* məntiqi ifadəsi doğru qiymətini alır. Əks halda, yəni  $Q \neq V_0(x_0, y_0, z_0)$  olduqda, *Ilkin(Q)* predikatı yalan qiymətini alacaq.

Əgər Q nöqtəsi hərəkət trayektoriyasının son (məqsəd) nöqtəsidirsə, onda *son(Q)* predikatı doğru, əks halda, *son(Q)* predikatı yalan qiymətini alacaq.

Başlanğıc və məqsəd nöqtələri istisna olmaqla, digər bütün nöqtələrdə isə *keçid(Q)* predikatı doğru qiymət alacaq.

Məlumdur ki, *keçid(V<sub>0</sub>(x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>, z<sub>0</sub>))* və *keçid(V<sub>1</sub>(x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>, z<sub>1</sub>))* faktları həmişə yalan qiymət kimi təyin olunur.

Deməli  $Z = (Ilkin(Q) \wedge son(Q) \wedge keçid(Q))$  məntiqi ifadəsi Q-nin ixtiyari qiymətində yalan,  $D = (Ilkin(Q) \vee son(Q) \vee keçid(Q))$  məntiqi ifadəsi isə Q-nin ixtiyari qiymətində doğru qiymətlərini alır.

$\wedge$  - məntiqi vurmanı;  $\vee$  - məntiqi toplamanı bildirir.

Ümumilikdə aktiv elementlərin hərəkət trayektoriyası üçün qurulan alqoritm imkan verir ki, maneəli mühitdə düzgün trayektoriya seçilsin. Seçilən trayektoriya maneələrin mövqelərindən, sayından asılı olaraq dəyişir. Qurulan alqoritmin tətbiqi ilə aktiv elementin başlanğıc nöqtəsindən son (məqsəd) nöqtəsinə optimal keçidi qurulur.

## ƏDƏBİYYAT

1. Рагимов Ш.Р. Структурное моделирование активных элементов ГПС и определение эффективности их функционирования // Автоматика и вычислительная техника. Рига: 2000, № 5, с.65-70
2. Булгаков А.Г. Промышленные роботы: кинематика, динамика, контроль и управление. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2007, 488 с.

**РЕЗЮМЕ**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ АКТИВНЫХ**  
**ЭЛЕМЕНТОВ В СРЕДЕ ПРЕПЯТСТВИЙ**

*Рагимов Ш.Р., Мамедова Г.А., Оруджева Г.Э.*

**Ключевые слова:** *активный элемент, моделирование, траектория движения, робот-манипулятор, среда препятствия.*

В представленной статье рассматриваются методы построения траекторий движения активных элементов в среде препятствия и определяются принципы моделирования. На основе предложенных принципов моделирования разрабатываются оптимальные движения активных элементов.

**SUMMARY**  
**TRAJECTORY SIMULATION OF ACTIVE ELEMENTS**  
**MOVEMENT IN THE OBSTACED AREA**

*Rahimov Sh.R., Mammadova G.A., Orujeva G.E.*

**Keywords:** *an active element, simulation, movement trajectory, robot-manipulator, obstructed area.*

In the presented paper the methods of building trajectory of active elements movement in the area of obstructed area are considered and the simulation principles are defined. On the basis of the preferred simulation principles optimal movement of active elements are worked out.

Daxil olma tarixi:	Ilkin variant	03.02.2015
	Son variant	05.03.2015

UOT 627.841:628.15:628.82

## SUMQAYIT DÖVLƏT UNIVERSİTETİNDƏ ELMİ-TEXNOLOJİ PARKIN İDARƏETMƏ BÖLMƏLƏRİNİN FƏALİYYƏT SXEMİ

**MƏMMƏDOV CAVANŞİR FİRUDİN oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, professor*

**MƏMMƏDOVA GÜLNARƏ ABDULLA qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent*

**GƏNCƏLİYEVƏ GÜLNARƏ QƏRİB qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent*

**QULİYEVƏ ÜLVİYYƏ RƏŞİD qızı**

*Azərbaycan Müəllimlər İnstitutunun Sumqayıt filialı, baş müəllim*

*e-mail: [cavan62@mail.ru](mailto:cavan62@mail.ru)*

**Açar sözlər:** *texnoloji park, idarəetmə, layihələndirmə mərhələləri, biznes inkubator, marketing.*

*Məqalədə baxılan məsələlər inkişaf edən dövlətlərdə mövcud texnoparkların təhlilinə və Sumqayıt Dövlət Universitetinin bazasında yaradılan elmi-texnoloji parkın bölmələrinin idarə edilməsinə həsr edilib. SDU-nun elmi-texnoloji parkın layihələndirmə mərhələləri təyin edilmiş, onun və Dövlət Tədqiqat Mərkəzlərilə qarşılıqlı əlaqələri təmin edən fəaliyyət modeli seçilmişdir.*

*SDU və dövlət tədqiqat mərkəzlərilə qarşılıqlı əlaqələri təmin edən modellər müqaisəli təhlil edilmiş, qiymətləndirmə aparılmışdır. Sumqayıt Dövlət Universitetinin elmi-texnoloji parkında biznesin təşkili məsələsinə də baxılıb.*

Azərbaycanın ali təhsil müəssisələrinin beynəlxalq təhsil prinsiplərinə uyğunlaşdırılması, statusunun artırılması istiqamətində tədrisdə innovativ üsulların, innovativ elmi-tədqiqat sahələrinin, yeni texnologiyaların, avtomatlaşdırılmış informasiya sistemlərinin geniş tətbiqi tələb olunur. İnnovasiya inkişaf modelinin realizə edilməsi üçün prioritet sahələrdən biri texnoparklardır [1,2]. Azərbaycanın Ali Təhsil Müəssisəsində elmi-tədqiqat, tədris istiqamətlərinin seçilməsi, elmi və kadr potensialından səmərəli istifadəsi, yeni layihələrin yerli və xarici bazarlarda marketingini təmin etmək üçün elmi texnoloji parkın təşkil edilməsi və onun fəaliyyət modelinin qurulması elmi cəhətdən aktual problem hesab olunur. Bu mənada Sumqayıt sənaye şəhərinin Sumqayıt Dövlət Universitetində elmi-texnoloji parkın yaradılması məqsədəuyğundur.

Ali təhsil müəssisəsində yaradılan elmi-texnoloji parkın əsas məsələləri - elmi tədqiqatların və layihələrin inkişaf etdirilməsi, elmi işlərin nəticələrinin istehsalatda tətbiqi, yeni elmi texnologiyaların yaradılması və inkişaf etdirilməsi, innovasiya sahəsində regionlararası və beynəlxalq əlaqələrin inkişafını təmin etməkdir. Müəyyən edilən məsələləri səmərəli həyata keçirmək məqsədilə nəzəri və praktiki işlərin mərhələli sxemi təklif edilir (şəx. 1): səmərəli innovativ layihələrin seçilməsi; tətbiqi elmin və istehsalatın inteqrasiya sxeminin işlənməsi və realizə edilməsi; texnoparkda işləyən bütün təşkilatların innovasiya fəaliyyətinin informasiya bazasının yaradılması; müəssisə-istehsalçıların səmərəli fəaliyyətinin icrası üçün tələb olunan şəraitin yaradılması; yüksək keyfiyyətli texnoloji məhsulun daxili və xarici bazara çıxarılması; bazar iqtisadiyyatı şəraitində innovasiya fəaliyyəti üçün kadrların hazırlığı. Sumqayıt Dövlət Universitetində elmi texnoparkın səmərəli işini təmin etmək üçün mərhələli quruluş prinsipi tətbiq olunur. İlk mərhələdə beynəlxalq sertifikatla malik olan informasiya analitik mərkəzi yaradılmalıdır.

Onun maliyyələşdirilməsi Dövlət və İnnovasiya Texnoloji Müəssisələrinin büdcəsi hesabına həyata keçirilir. Növbəti mərhələdə texnoparkın iki müxtəlif problemlərinin həlli təmin olunur: kiçik istehsal biznesinin inkişafının stimullaşdırılması; iqtisadiyatın inkişafının innovasiya yolunun axtarışı (şək. 2).

Hər iki problemin həlli üçün kompleks biznes işləri aparılır. Kiçik biznesin inkişafının stimullaşdırılması üçün ölkədə əlverişli vergi siyasəti və administrativ şərait tətbiq olunur, xüsusi biznes inkubatorların köməyiylə “sıfırdan” kiçik istehsal biznesi təmin olunur, kiçik biznesin rentabelli işini təmin edən az miqdarda arenda ödənişi həyata keçirilir, hər bir şəxs öz biznesini inkişaf etdirir, lazım olan bahalı və müasir avadanlıqlar istifadə olunur [3].

Sumqayıt Dövlət Universitetinin elmi texnoparkının yaradılmasının vacib məsələlərindən biri layihənin səmərəli realizə edilməsidir. Bu məqsədlə aşağıdakı idarəetmə bölmələri təşkil olunur [4]:

- ekspert qiymətləndirmə və layihələrin seçilməsi funksiyalarını yerinə yetirən, texnoparkın ekspert şurası. Şuraya Sumqayıt Dövlət Universitetinin rektoru, profillər üzrə elmi mərkəzlərin rəhbərləri, ekspert mütəxəssislər, elmi-texniki sahədə kiçik müəssisələrin inkişafını təmin edən fond daxildir;
- texnoparkın məqsəd və məsələlərinin səmərəli həlli üçün idarəedici kompaniya yaradılır. Bu qurumun vəzifəsi yüksək texnologiya sahəsində texnoparkın obyektlərinin layihəndirilməsi və tikilməsidir.

SDU-nun elmi-texnoloji parkında müxtəlif biznes işlərinin inkişafını təmin etmək üçün aşağıdakı stimullaşdırılma məsələləri tətbiq olunmalıdır:

- “vergi reforması” – əlverişli vergi və administrativ şərait texnoparkın biznesini sərbəst inkişaf etməyə imkan verir;
- xüsusi biznes inkubatorların köməyiylə “sıfırdan” kiçik istehsal biznesi təmin olunmalıdır. Biznes inkubator vasitəsilə aşağıdakı tələb olunan şəraitlər yaradılır:
- kiçik arenda ödənişi təmin olunur (kiçik biznesin rentabelli işləməsinə imkan yaradılır). Bunun üçün xüsusi zonalar təşkil edilməlidir;
- hər bir şəxs öz biznesini inkişaf etdirir;
- lazım olan bahalı və müasir avadanlıqlar istifadə olunur;
- kiçik istehsal sahələrində məhdud kiçik ərazi və az işçi personal tələb olunur.

SDU-nun elmi-texnoloji parkın layihəsinin icra edilməsi üçün mərhələlərdə aşağıdakı işlər həyata keçirilməlidir [5]:

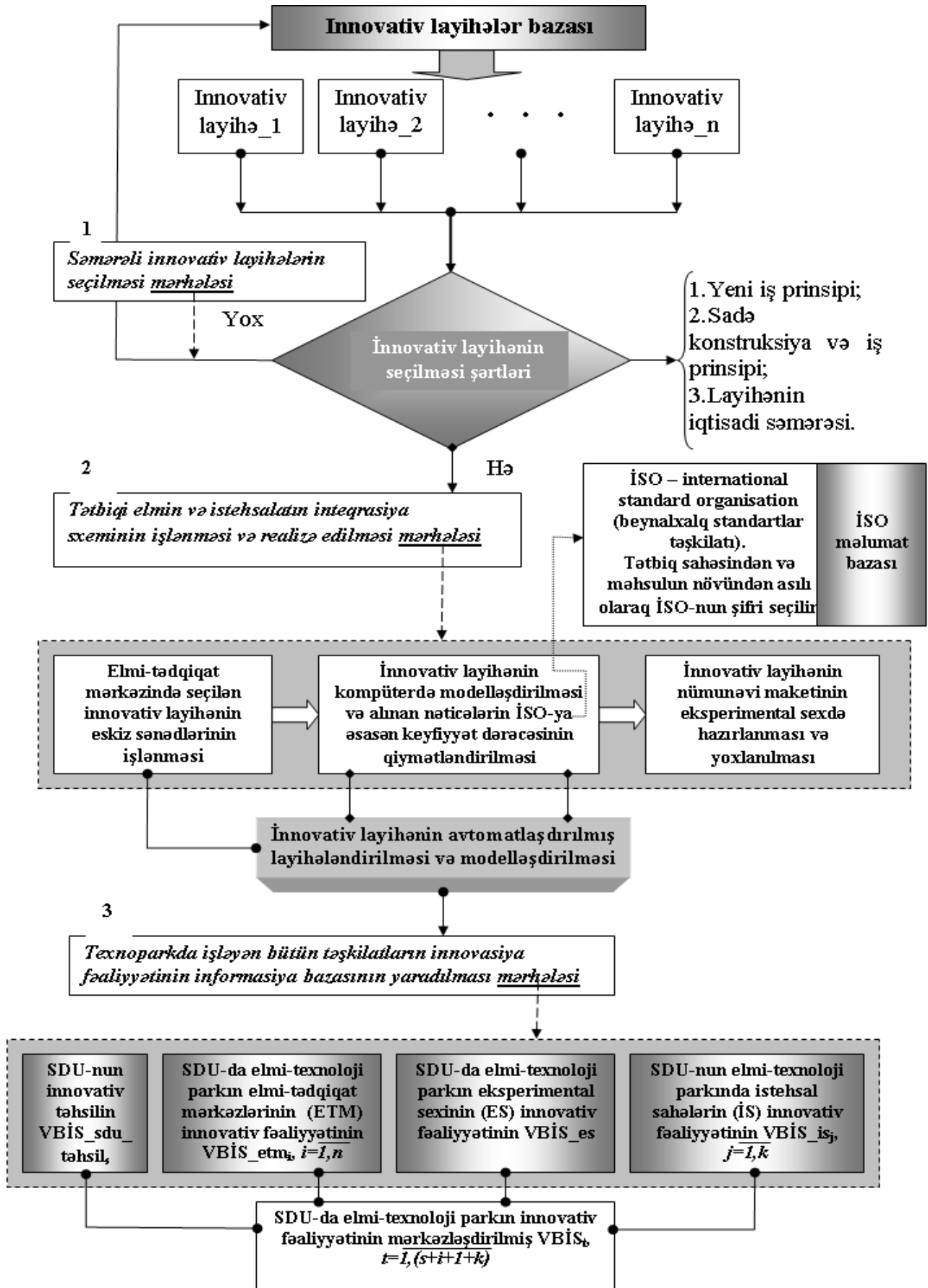
**1-ci mərhələdə** texnoparkın administrativ, işçi və köməyçi obyektləri tikilir;

**2-ci mərhələdə** biznes inkubatorun, tədris mərkəzinin və maşınların saxlanması binaları tikilir;

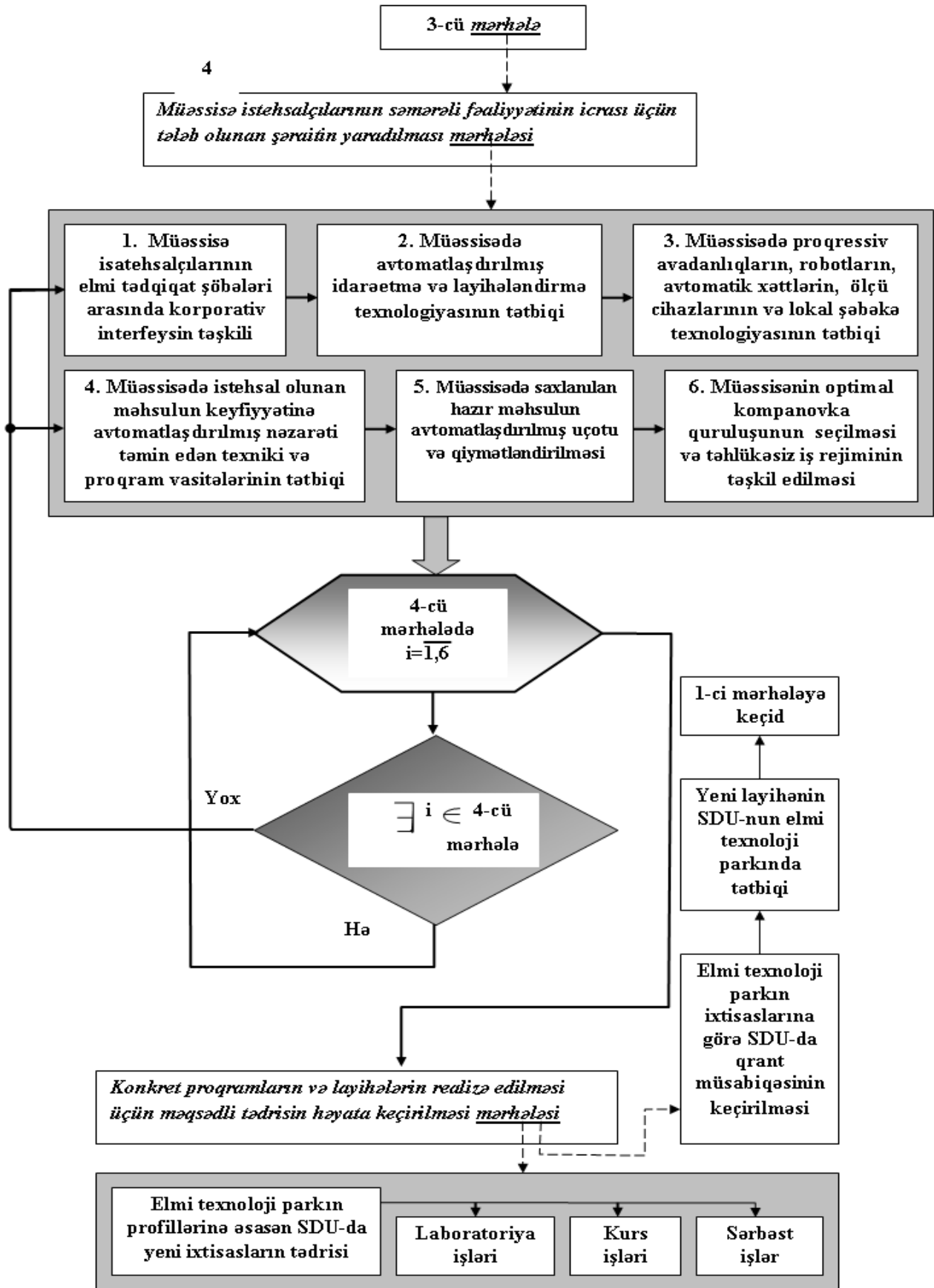
**3-cü mərhələdə** texnoparkın əsas fəaliyyətini təmin edən mühəndis infrastruktur obyektlərinin, binaların və digər tikintilərin layihələndirilməsi təmin olunur.

**4-cü mərhələdə** mühəndis şəbəkəsinin, sosial infrastruktur obyektlərinin layihələndirilməsi və tikilməsi təmin olunur.

Layihə işləri kompaniyalar və beynəlxalq vençur fondları tərəfindən aparılır. SDU-nun elmi-texnoloji parkında dövlət qrantlarından başqa əlavə gəlir mənbəylərini əldə etmək, elmi-tədqiqat işlərinin nəticələrini texnoparkda tətbiq etmək və müasir tələblərə cavab verən məhsulların istehsalını təmin etmək, “layihə ideyası – son məhsulun istehsalı” innovasiya dövrünün qısaldılması, innovasiya fəaliyyətini təmin edən peşəkar mütəxəssislərin hazırlanması, kiçik və orta innovasiya müəssisələrinin yaradılması, xarici bazarda məhsulun diffuziyasını təmin etmək üçün kiçik biznes inkubatoru və ya texnoloji biznes inkubatoru (TBI) tətbiq olunur. TBI faktiki olaraq texnoparkın iqtisadi inkişafını təmin edir.

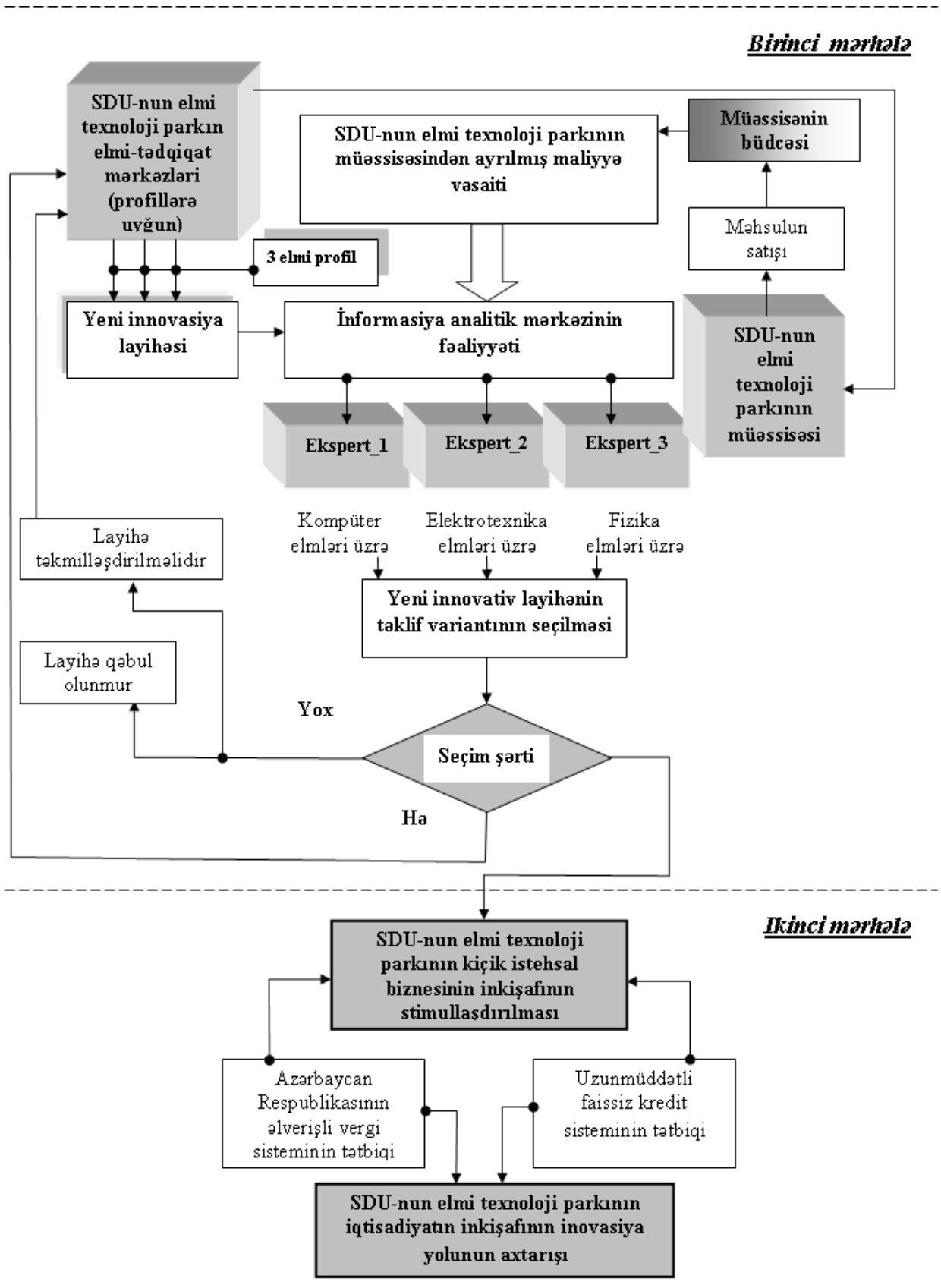


Şək. 1.



Şək. 1-in davamı





Şək. 2.

SDU və Dövlət Tədqiqat Mərkəzlərilə qarşılıqlı əlaqələri təmin etmək üçün aşağıdakı modellərdən istifadə olunur:

1. SDU elmi texnoparkı öz daxili quruluş qurumu kimi yaradır (20%);
2. SDU elmi texnoparkı sərbəst quruluş vahidi kimi yaradır (10%);
3. SDU elmi innovasiya layihələrinin icraçıları ilə müqavilə bağlayır (28%);
4. SDU elmi texnoparkı birgə müəssisə kimi yaradır (38%);
5. SDU elmi texnoparkı dövlət (hökumət) qurumu ilə birgə yaradır (4%).

Yuxarıda qeyd olunan modellərin güclü və zəif tərəflərinin müqayisəli təhlili nəticəsində aşağıdakı qiymətləndirmə aparılmışdır:

*Cədvəl 1.*

Modelin növü	Maliyyə riski	SDU-nun iştirakı	Sənayeyə təsiri
1	yüksək	yüksək	aşağı
2	orta	orta	orta
3	orta	aşağı	orta
4	aşağı	aşağı	yüksək
5	aşağı	aşağı	yüksək

ABŞ-in 50 illik texnoparkının yaradılması və işləməsi təcrübəsi göstərir ki, bütövlükdə texnologiyaların kommersiyalaşdırılması sistemi mükəmməl hesab olunur. Texnoparkların ABŞ konsepsiyası, yerli xüsusiyyətləri nəzərə almaqla, bütün dünyada texnoparkların yaradılmasının baza modeli kimi istifadə olunur.

SDU-da elmi-texnoloji park aşağıdakı funksiyaları təmin edir:

- SDU-nun iqtisadi cəhətdən inkişaf etdirilməsi;
- SDU-nun tədrisinin yaxşılaşdırılması;
- SDU-dan sənayeyə texnoloji transferin həyata keçirilməsi;
- SDU-da tədqiqat işlərinin artırılması;
- SDU-da yüksək texnoloji işçi şəraitinin stimullaşdırılması;
- kompaniya-arendatorlar üçün dərslərin keçirilməsi, işçilərin istirahəti, təsərrüfat xidmətlərinin, konfrans zallarının və avadanlıqların pulsuz təklif edilməsi;
- kompaniya-arendatorlar üçün kapitalın artırılması, biznes və marketinq planlarının işlənməsi və intellektual mülkiyyətin müdafiə edilməsi məsələlərinə aid məsləhət xidmətlərinin həyata keçirilməsi;
- bütün kommunal xidmətlərlə birgə sərffəli аренда ödənişi;
- SDU-nun müəllimlərinə verilən üstünlüklər kompaniya-arendatorların işçilərinə də aiddir;
- kompleks maliyyə xidmətindən kompaniya-arendatorların işçiləri tərəfindən istifadə edilməsi;
- SDU-nun yüksək səviyyəli tədqiqatlarından istifadə edilməsi;
- geniş istifadəçi kompüter şəbəkə və informasiya xidmətindən istifadə edilməsi;
- SDU-nun avadanlıqlarının sərffəli əsaslarla аренда edilməsi;
- SDU-nun yüksək kvalifikasiyalı müəllimlərinin və tələbələrinin işə dəvət edilməsi;
- Ali Təhsil Müəssisəsinin idman və mədəni proqramlarına cəlb edilməsi;
- SDU-nun elmi texnoparkının yanında yerləşən orta məktəblərdən, istirahət və mənzərəli yerlərdən, supermarketlər və sərffəli qiymətlərə yaşayış yerlərindən istifadə edilməsi.

Texnopark tərəfindən bacarıqlı tədqiqatçıların yüksək məvaciblər alması təmin olunaraq SDU-nun intellektual mülkiyyətinin həcmi artır və o, kiçik kompaniyalara ötürülür. Sənayenin tələbləri və SDU-nun imkanları arasında körpü vəzifəsini yerinə yetirən elmi texnopark aşağıdakıları həyata keçirir:

- kompaniya nümayəndələrilə görüşlər onun tələbatlarını təyin edir;

- SDU-da hazırlanan layihələrin sistemətik monitorinqi aparılaraq, onların kommersiyası (icrası) təmin olunur;
- sənaye ilə işləri yerinə yetirmək üçün fakültələrin tədqiqat imkanları haqda verilənlər bazası yaradılır;
- SDU-ya kompaniya nümayəndələrinin gəlişi maliyyələşdirilir;
- kompaniyaların SDU nümayəndələrinin gəlişi maliyyələşdirilir.

Reklam və əlaqələrin köməyi ilə texnopark tərəfindən sahibkarlar seçilir. Belə vəziyyət o halda olur ki, tədqiqatçıların və texnologiya müəlliflərinin kommersiya işlərinin aparılmasında çətinlikləri yaranır. Riskə gedən iş adamları böyük şəbəkə sahəsində tanışları, dostları və hər bir maraqlı insanları bu işə cəlb edir.

Maliyyə kapitalını təşkil etməklə əlaqələr inkişaf edir və layihə təkliflərinin hazırlanması üçün kömək göstərilir. Hökumət və iri kompaniyadan maliyyə dəstəyinin reallaşdırılması üçün kompaniya tərəfindən layihə təklifi düzgün hazırlanmalıdır.

Marketinq tədqiqatları əsasında texnologiyanın kommersiya potensialı təyin olunur. Kompaniya üçün texnoparkda işləyən istehsalçıyı tapmaq texnopark rəhbərliyinin başlıca vəzifəsidir, çünki bu halda maliyyə məsələsi birbaşa həll olunur. Texnoparkın yeni kompaniyası yaradıldıqda Ali Təhsil Müəssisəsinin işçiləri tərəfindən istifadə olunan üç müxtəlif model mövcuddur:

1. Ali Təhsil Müəssisəsinin işçisi öz fəaliyyətini dayandırır;
2. Ali Təhsil Müəssisəsinin işçisi bir vaxtda təhsil müəssisəsində və kompaniyada işləyir;
3. Ali Təhsil Müəssisəsinin işçisinin kompaniyada iştirakı minimaldır.

Əlaqələri istifadə etməklə istehlakçılar tapılır. Kompaniyaların işini aparmaq üçün ilk növbədə onların tələbatlarını təyin etmək tələb olunur. Bunun üçün SDU-nun iqtisadiyyat sahəsində oxuyan işçiləri, tələbələr və ya aspirantlar, kiçik biznesə kömək göstərən dövlət təşkilatları, və yaxud ayrı-ayrı problemə görə ekspertizanın aparılması üçün kompaniyalar işə cəlb olunur. Əlavə olaraq, texnopark kiçik kompaniyaların biznes planlaşdırılmasını, marketinqini və onların fəaliyyətinin maliyyələşdirilməsini təmin edir.

SDU-nun elmi texnoparkı maliyyə problemlərini və uyğun risklərin müəyyən hissəsini öz üzərinə götürür. Məsələn, müəyyən hallarda kompaniyalar tərəfindən icra olunan arenda ödənişi gecikdirilə bilər. Texnopark kompaniyaları lazım olan əlaqələrlə təmin edir. Əlaqələr texnoparkın işçiləri tərəfindən yaradılan şəbəkə sistemi vasitəsilə həyata keçirilir. Bu şəxslər siyasətçilər və ya iqtisadi inkişaf sahəsində mütəxəssislər, banklar və ya vençur kapitallı firmalar ola bilər. Parkın vacib aspektlərindən biri kompaniyaların bir-birinə təqdim edilməsidir, çünki onlar digər kompaniyalar haqqında az məlumatlıdırlar. Bu problemləri aradan qaldırmaq üçün kompaniyalar arasında qeyri-formal görüşlər, istirahət zonalarına birgə gedişi və digər işlər aparılır.

Texnopark tərəfindən SDU-da biznes, maliyyə və kommersiya məsələləri üzrə pulsuz tədris təmin olunur. Texnopark seminarlar və konfranslar təşkil edir. Məsələn kimi vençur kompaniyalar və ya biznes strategiyasının analizi üzrə seminarı göstərmək olar.

Texnoparkın maliyyə mənbələrilə əlaqə təmin olunur. Bunun üçün bank bölmələri texnoparkda yerləşdirilərək ssudaların verilməsi əməliyyatları asanlaşır, çünki bank işçilərinin kompaniyalara inamı artır. Texnoparkın digər vacib məsələsi investisiya qoyuluşunu kompaniyalara edə bilən imkanlı şəxsləri axtarmaqdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Евсеев В.И., Ищенко А.А., Кривицкий В.С., Ткаченко С.С. Инновационная деятельность и технопарки. М.: Литейщик России, № 2, 2006, с. 4-8
2. Мазур А.А., Гагауз И.Б. Современные инновационные структуры : монография / Институт электросварки им. Е. О. Патона, Центр развития малого бизнеса. К.: 2005, 347 с.
3. Цихан Т. Инновационная инфраструктура: опыт создания бизнес-инкубаторов, Теория и практика управления, №7, июль 2004
4. Mamedov J.F. Organization of technology park and its structure at high educational school of Azerbaijan. European researcher, 2011. № 10 (13). p. 1370-1375
5. Javanshir F. Mammadov Organization of technopark at higher educational school by creation of technopark. Nauka i studia, № 10 (41), Poland, 2011, p. 95-97

## РЕЗЮМЕ

### СХЕМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОТДЕЛОВ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПАРКА СУМГАЙЫТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

*Мамедов Дж.Ф., Мамедова Г.А., Ганжалиева Г.Г, Гулиева У.Р.*

**Ключевые слова:** *технологический парк, управление, этапы проектирования, бизнес инкубатор, маркетинг.*

Задачи, рассматриваемые в статье, посвящены анализу существующих технопарков в развитых странах и управлению отделов созданного технологического парка на базе Сумгайытского государственного университета (СГУ). Были определены этапы проектирования научного технологического парка СГУ, а также выбрана модель функционирования технопарка и государственных исследовательских центров.

Был проведен сравнительный анализ моделей, обеспечивающих взаимодействие между СГУ и государственными исследовательскими центрами, и получены их результаты. В статье также рассматривается вопрос обеспечения бизнеса в научном технологическом парке СГУ.

## SUMMARY

### THE SCHEME OF WORKING THE DIRECTIONS OF MANAGEMENT OF SCIENTIFIC TECHNOLOGICAL PARK OF SUMGAIT STATE UNIVERSITY

*Mammadov J.F., Mammadova G.A., Ganjaliyeva G.Q., Guliyeva U.R.*

**Keywords:** *technological park, management, designing stages, business incubator, marketing.*

The problems being considered in the article are dedicated to the analysis of the existing technoparks in the developing countries and the department management of a created technological park on the basis of Sumgait State University. The designing stages of the scientific technological park of SSU were defined and the model of technopark functioning and state research centers are also chosen.

The comparative model analysis providing interrelation between SSU and state research centers was carried out their results were also received.

Daxil olma tarixi: İlk variant 09.02.2015  
Son variant 05.03.2015

UOT 519.8.

**QEYRİ-XƏTTİ OPTİMAL TƏQVİM PLANLAŞDIRMA MƏSƏLƏLƏRİNİN  
HƏLLİNİN SONUNCU YAXINLAŞMA ŞƏRTLƏRİNDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ  
TEZLƏŞDİRİLMƏSİ**

**MİRZƏYEV GƏNCƏLİ ABASƏLİ oğlu**  
*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*  
**SALMANOVA MƏLAHƏT NƏSİMAN qızı**  
*Sumqayıt Dövlət Universiteti, baş müəllim*  
*E-mail:mirzoyevga@mail.ru*

*Açar sözlər: təqvim planlaşdırma, kvadratik məqsəd funksiyası, Zoytendeyk üsulu*

*Planlaşdırma və idarəetmə məsələləri istehsal prosesində nə qədər vacibdirsə, onların optimallaşdırma üsulları ilə həll edilməsi daha mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu məsələlərin riyazi modelləri dinamik təqvim planlaşdırma məsələlərinə gətirildikdə, xüsusilə, qeyri-xətti halında hesablama prosesində müəyyən çətinliklər yaranır. Məlum parçalama üsulları qismən də olsa, bu çətinliyi aradan qaldırsa da, belə vəziyyət kompüter resurslarına tələbatı lazımı qədər aradan qaldıra bilmir.*

Parçalama üsulunda böyük ölçülü ilkin məsələ, ardıcıl həll edilən bir nizamlayıcı məsələyə və bir neçə bu məsələ ilə ardıcıl əlaqəli məsələlərin, çoxaddımlı, iterasiyalı, qarşılıqlı əlaqəli həllinə gətirir ki, bu da məsələ həllinin yerinə yetirilməsi vaxtını artırır və həllin operativlik keyfiyyətini aşağı salır. Kiçik ölçülü alt məsələlərin həllinə yenidən parçalama üsullunun tətbiq edilməsi və yenidən bir nizamlayıcı məsələ və bir neçə kiçik həcmli alt məsələlərin həlli, çoxsəviyyəli, iyerarxiya tabeliyində olan qarşılıqlı məsələlərin həllinə gətirir. Belə qaydanın tətbiqi böyük ölçülü məsələləri, qarşılıqlı əlaqəli kiçik məsələlərə gətirsə də, bu yalnız cari yaddaşa olan tələbatı azaldır. Lakin bu ardıcıl həll prosesi iterasiyalı olduğundan, həll vaxtının azaldılması probleminin həlli üçün yeni səmərəli üsul seçilməsi aktual və vacibdir.

Çoxsəviyyəli riyazi modelə, hər səviyyə modelini üçün optimallaşdırma məqsəd funksiyası, xammal məsrəfləri üçün məhdudiyyətlər, məsrəflərə qoyulan limit məhdudiyyətləri, enerji məhdudiyyətləri və istehsal olunan məhsullara qoyulan məhdudiyyətlər daxildir. Bu şərtlərdən əlavə olaraq, modelə əsas və köməkçi dəyişənlər arasında qoyulan balans tənlikləri, anbarlarda olan ehtiyatlar və onların dəyişmə qiymətlərinə qoyulan məhdudiyyətlər, ayrı-ayrı blokların istehsal gücünə qoyulan məhdudiyyətlər, yuxarı səviyyənin verdiyi plan məhdudiyyətləri daxildir.

Belə modellərə daxil olan dəyişənlərin sayı orta səviyyəli neft emalı, neft-kimya kompleksləri üçün minlərlə ölçülür. Məsələnin operativliyi onun həll vaxtının kompüterdə, xüsusilə, operativ məsələlər üçün ani olmasını tələb edir. Belə tələbin ortaya çıxması operativ məsələlərin həlli effektlərini aşağı salır. Həll edilən praktik məsələlərin quruluş xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla təqvim-planlaşdırma məsələlərinin alt məsələsində məhdudiyyət xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla, məsələnin həllinə sərf olunan vaxtı aşağıdakı halları nəzərə almaqla lazımı qədər azaltmaq olar:

- a) Dəyişənlər və funksional məhdudiyyətlər iki tərəfli olduqda;
- b) Məsələdə əsas və köməkçi dəyişənlər arasında balans tənlikləri olduqda.

Məsələlərin həlli vaxtının azaldılması, çoxsəviyyəli təqvim planlaşdırma məsələləri üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu isə öz növbəsində çoxsəviyyəli təqvim planlaşdırma məsələsinin alt məsələlərinin də həll edilmə vaxtının azaldılmasını vacib edir.

Məsələnin məqsəd funksiyası qeyri-xətti olduqda, həll üçün Zoytendeyk üsulunun seçilməsi, məhdudiyyətlərin xətti olduğu halda [1] üsulunun seçilməsi, istər bütün məsələ, istərsə də alt məsələlərin həlli üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Qeyd olunanları nəzərə alaraq, qeyri-xətti məqsəd funksiyası ilə xətti məhdudiyyətlər şərti daxilində Zoytendeyk üsulunun bəzi xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla həll vaxtını kifayət qədər azaltmaq olar.

Məlum olduğu kimi, Zoytendeyk üsulunun tətbiqi ilə həll prosesindəki hesablamaların sayını azaltmaq məqsədilə, qoşmalılıq şərtini birinci köməkçi məsələyə əlavə etdikdən sonra, ikinci köməkçi məsələni həll edərkən, iterasiyalarda [2]-də göstərilən üsulun tətbiq edilməsi həll keyfiyyətini daha da artırır. Burada birinci yaxınlaşmadan sonra, başlanğıc yaxınlaşma şərtində, Zoytendeyk üsulundan fərqli olaraq başqa ardıcılıq, yəni birinci köməkçi məsələnin son iterasiyasının nəticələri istifadə olunur.

Hər bir qeyri-xətti məqsəd funksiyalı alt məsələni

$$q = dx + xCx^l \rightarrow \max(\min) \quad (1)$$

$$a_{ij}x_j \leq \geq b_i \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad (2)$$

$$x \geq 0 \quad (3)$$

kimi yazmaq olar. Burada  $q$  qeyri-xətti məqsəd funksiyası,  $d$ -dəyişənlərin əmsallarından ibarət vektor-sütun;  $C$ -müsbət elementli kvadratik matris;  $x$ -elementləri axtarılan dəyişənlər olub sətir vektordur;  $a_{ij}$  – elementləri  $x_j$  dəyişənlərinin riyazi modeldəki əmsalları;  $b_i$  – elementləri isə  $i$  –cu sətirin məhdudiyyətləridir.

Bu qoyuluşda məsələni həll etmək üçün köməkçi məsələnin həlli zamanı Zoytendeykin beşinci normallaşdırma şərtində tətbiq olunan alqoritm istifadə olunur.

(1)-(3) məsələsinin həlli üçün təklif olunan alqoritmın mahiyyəti aşağıda göstərilən mərhələlərdən ibarətdir:

1. İlk götürülmüş  $x_0$  nöqtəsi üçün  $x = x^0$  qəbul edərək  $q$ -nü  $x = x^0$ -da hesablanır:

$$q^0 = dx_0 + 2x_0Cx_0^l \quad (4)$$

2. Optimal həll istiqamətindəki ( $l$  ilk yaxınlaşmadan sonra  $l \geq 1$ ) şüanın  $s$  - istiqamətini təyin etmək üçün köməkçi məsələsinin

$$q^l s \rightarrow \max(\min) \quad (5)$$

$$\bar{a}_{ij}^l s \leq (\geq) b_j^l \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad (6)$$

$$s \geq 0 \quad (7)$$

şərtləri daxilində həlli tapılır.

Burada  $q^l = q$  qəbul etsək, onda  $q_0^l = q^l|_{x=x_0}$ ;  $\bar{a}_j^l = a_j^l$  və nəticədə birinci köməkçi məsələnin  $s^l$  həlli tapılır.

3. Normallaşdırıcı  $\lambda^l$  vuruğu

$$\lambda^l = q_0^l s^l / 2 (s^l)' C s^l \quad (8)$$

şəklində hesablanır. Burada  $l$  ( $l \geq 1$ ) Zoytendeyk üsulundakı iterasiyaların sayıdır.

4. Növbəti  $x^{l+1} = x^l + \lambda^l s^l$  hesablanır.

5.  $s = s^l$  qəbul edib (5) hesablanır.

6.  $\lambda^l \geq 1$  şərti ödənərsə, onda ikinci köməkçi məsələnin formalaşdırılması üçün qoşmalılıq şərti nəzərə alınmadan, 8-ci bəndə keçilir. Əgər  $\lambda^l < 1$  şərti ödənərsə, onda (5) - (8) şərtinə

$$s^{l'} C s^l = 0 \quad (9)$$

qoşmalılıq şərti əlavə olunur.

7.  $s^l$  -i  $t$  ilə əvəz edərək və (9) şərtini  $t^l C t^l = 0$  ilə əvəz edərək ikinci (5) - (8) şəklində köməkçi məsələ həll edilir (birinci köməkçi məsələnin son iterasiyasının bazis dəyişənlərini qalan dəyişənlərlə əvəz edilməsi şərti ilə).

Bu zaman həm də

$$q^l = (q^l)'; \quad \bar{a}_j^l = a_j^l \quad ; \quad b_j = b_j \quad ; \quad (10)$$

$$t^l C t = 0 \quad (11)$$

şərtləri qəbul edilərək (5) - (8) məsələsi həll edilir.

Burada k-birinci köməkçi məsələnin sonuncu iterasiyasının nömrəsi,  $a_j^l \quad ; \quad b_j \quad$  -isə k-cı iterasiyada birinci köməkçi məsələnin elementləridir.

8.  $t^l$  təyin olunandan sonra (10) nəzərə alınmadan 7-ci bənddəki məsələ həll edilir.  $s^l = t^l - x^l$  təyin edilir və  $s^l = 0$  şərti yoxlanılır. Əgər şərt ödənilsə, onda  $x^l$  həlli (1)-(3) məsələsinin həlli kimi qəbul olunur, əks halda (1)-(3) məsələsinin həlli prosesini davam etdirmək üçün 3-cü bəndə keçid edilir.

Müqayisə üçün qeyd edək ki, praktiki çox səviyyəli təqvim-planlaşdırma məsələləri üçün, qarşılıqlı əlaqələri və razılaşdırılmış çox iterasiyalı həlli almaq üçün belə üsulun vacibliyi aydın görünür. Belə yanaşma həm də Zoytendeyk üsulunun praktik məsələlər üçün tətbiq sahəsini genişləndirir. Praktik məsələlərin həlli zamanı belə yanaşma özünün yüksək praktik xüsusiyyətlərini göstərir.

### ƏDƏBİYYAT

1. Кюнц Г., Крелле В. Нелинейное программирование М.: Советское радио, 1965, с. 149-164
2. Мирзоев Г.А. Исследование чувствительности решения подзадач к изменению объективно обусловленных оценок условий линейного модели при двухуровневом планировании // Изв.АН Аз.ССР, серия Экономика, Баку: 1983, №1, с.80-84

### РЕЗЮМЕ

#### РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ, С УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТА ПОСЛЕДНИХ ИТЕРАЦИЙ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ЕЕ РЕШЕНИЯ Mirzoyev G.A., Salmanova M.N.

*Ключевые слова:* календарное планирование, квадратичная целевая функция, метод Зойтендейка

В статье рассматривается метод для ускорения решения многоуровневой задачи оптимизации с использованием метода Зойтендейка, которая позволяет решение задачи КП большой размерности, особенно в условиях создания АСУ. Постановка и решение такой задачи позволяет повысить эффективность плановых решений задачи КП.

### SUMMARY

#### SOLUTION OF THE NONLINEAR OPTIMIZATION PROBLEM, TAKING INTO ACCOUNT THE RESULTS OF THE LATEST ITERATIONS FOR ITS SOLUTIONS ACCELERATION Mirzoyev G.A., Salmanova M.N.

*Key words:* calendar planning, quadratic efficiency function, Zoytendeyk method

In the article the method for the solution acceleration of multistage optimization problem using Zoytendeyk method that allows the problem solution with large size, particularly in the condition of creating AIS (automatic control methods) is considered. Formulation and solution such a problem permits to increase the efficiency of planned problem solution.

Daxil olma tarixi: İlk variant 02.02.2015  
Son variant 05.03.2015

UOT 627.841:6 28.15:628.82

## SU PAYLANMASININ AVTOMATLAŞDIRILMIŞ İDARƏETMƏ SİSTEMİNİN İNFORMASIYA TƏMİNATININ YARADILMASI

**İSGƏNDƏROV ƏLƏSGƏR ƏLƏKBƏR oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, professor*

**SƏLİMOVA XAVƏR FAZİL qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dissertant*

*E-mail: [elesger\\_54@mail.ru](mailto:elesger_54@mail.ru)*

**Açar sözlər:** *Su paylanması, informasiya təminatı, informasiya emalı, nəzarət, idarəetmə, telemexanika, vericilər.*

*İşdə su paylanmasının avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin (SPAİS) informasiya təminatının yaradılması üçün su təchizatı obyektlərinin ümumiləşmiş strukturu təhlil olunur, texniki vasitələr kompleksinə daxil olan elementlər və SPAİS-də həll edilən ümumi məsələlər müəyyən edilir. Sistemin informasiya-məlumat, informasiya-məsləhət və informasiya-idarəetmə rejimlərində işləyə biləcəyi göstərilir, bu rejimlərdə sistemin əsas bloklarının informasiya əlaqəsinin sxemi və su paylanması prosesinin ümumiləşmiş alqoritmik strukturu verilir.*

**Giriş.** Öz ölçüsünə və görülən işlərin həcminə görə meliorasiya sahəsi kənd təsərrüfatında ən əhəmiyyətli yerlərdən birini tutur. Bu sahə yenidən yaradılan, bərpa olunan və texniki cəhətdən daim inkişaf etdirilən sahələrdən biridir. Azərbaycanda və MDB məkanına daxil olan ölkələrin hər birində meliorasiyanın inkişafı ilə məşğul olan onlarla elmi-tədqiqat və layihələndirmə institutları fəaliyyət göstərir.

Meliorasiya sahələrinin texniki cəhətdən inkişaf etdirilməsi zamanı yaxşı təşkil olunmuş kompleks avtomatlaşdırmaya getdikcə daha çox üstünlük verilir və su paylanmasının daha mükəmməl avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri işləyib hazırlanır.

Su paylanmasının avtomatlaşdırılması aşağıdakı əməliyyatların yerinə yetirilməsini tələb edir: Su təchizatı sisteminin müxtəlif nöqtələrindən informasiya toplanması, toplanmış verilənlərin işlənməsi, tənzimləyici qurğulara idarəedici təsirlərin hazırlanması və ötürülməsi. Bu prosesləri yerinə yetirmək üçün telemexaniki əlaqə vasitələrinin olması vacib şərtlərdən biridir. Çünki, qərarların qəbul olunması üçün geniş ərazidə paylanmış obyektlərdə texnoloji parametrlər haqqında məlumatları bilmək və dispetçerdən xeyli aralı məsafədə yerləşən nəzarət məntəqələrində iş rejimlərini dəyişmək üçün hazırlanmış təsirləri həmin nöqtələrə vaxtında ötürmək lazımdır.

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq, su paylanması avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərinin (SPAİS) informasiya təminatının yaradılması üçün texniki vasitələr kompleksinə aşağıdakı elementlər daxil edilməlidir:

- texnoloji parametrlərin ölçülməsi və alınan informasiyanın əlaqə kanalları vasitəsi ilə ötürülə bilən vəziyyətə salınması üçün teleölçmə vericiləri;
- teleölçmə informasiyasının əlaqə kanalları vasitəsi ilə ötürülməsi, qəbul edilməsi və ilkin emalı üçün əlverişli şəkllə salınması, həmçinin idarəedici təsirlərin icra məntəqələrinə ötürülməsi üçün telemexaniki qurğular;
- idarəetmə ilə əlaqəli funksiyaları yerinə yetirən informasiya emalı vasitələri: rəqəmli çap aparatları, parametrlərin qiymətlərinin qoyulmuş təsirlərlə müqayisəsi, dəqiqləşdirilmiş əmsalların və parametrləri xarakterizə edən əyriyənin uçotu, informasiyanın SPAİS-in yuxarı səviyyəsinə və ya idarəedici hesablama maşınlarına çıxarışı;
- hesablama texnikası vasitələri.



Su paylanması sisteminin ümumi iqtisadi və istismar göstəriciləri konkret müəyyən edilmiş sistem, informasiya və funksional xarakteristikalar ilə müəyyən olunur. Informasiya xarakteristikaları informasiyanın toplanması, ötürülməsi və çevrilməsindən asılıdır.

**Avtomatlaşdırılmış su təchizatı komplekslərinin əsas məsələləri.** Bütün yenidən qurulan və təkmilləşdirilən avtomatlaşdırılmış su təchizatı komplekslərində aşağıdakı mürəkkəb məsələlər həll olunur:

- obyektin xarakteristikalarının (qurğuların dinamik və statik xarakteristikalarının, sistemdə informasiya maneələri, həyəcanlanmalar və s.) tədqiqi;
- sistemdə informasiya axınının analizi;
- mərkəzi nəzarət və idarəetmə vasitələri kompleksinin (MNİVK) əsas parametrlərinin təyin edilməsi;
- kompleksin optimal iş rejimini müəyyən edən aparatların yaradılması və seçilməsi;
- MNİVK-nin iş rejimlərinin tədqiqi və onların işini həyata keçirən alqoritmlərin yaradılması.

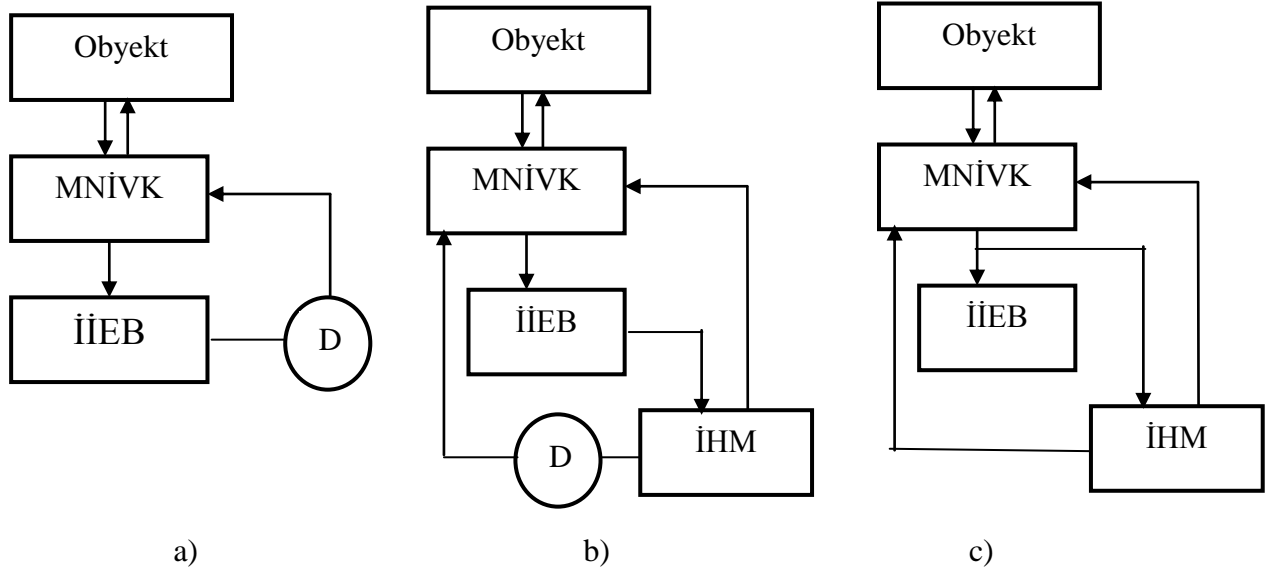
Bu məsələlərin həlli mürəkkəb tədqiqatların aparılmasını tələb edir, çünki idarəetmə məsələlərinin əsas xarakteristikaları çox zaman sistemin xüsusiyyətləri ilə müəyyən olunur və bir-birinə əksdir. Məsələn, iyerarxiya strukturu pillələr arasında informasiya axını azaldır, amma aparatı mürəkkəbləşdirir və sistemin işinin etibarlılıq göstəricilərini dəyişdirir. Hətta idarəetmə sisteminin verilmiş funksional və sistem xarakteristikalarında müxtəlif variantlar bir-birindən fərqlənir. Məsələn, MNİVK-nin iş sürətinin artırılması idarəetmə obyektlərində əlavə yaddaşın təşkil olunmasına və nəticədə aparatın bahalaşmasına səbəb olur. Digər tərəfdən, həddən artıq tez işləyən sistemlərdə istifadə olunan əlaqə kanallarının və aparatın qiyməti yüksək olur. Telemexikanın enerji məsrəfi böyük olduqca onun konstruksiyası da mürəkkəbləşir və komplekslərin yaradılmasına kapital qoyuluşu da artır.

Əsas texniki xarakteristikalara ötürülən və emal edilən informasiyanın həcmi, suyun istifadə rejimləri, telemexanika və hesablama əməliyyatlarının tezliyi, istismar etibarlılığı daxildir.

Sistemin informasiya tutumunun təyini zamanı telemexanika obyektlərində ölçmə və idarəetmə əməliyyatlarının həcmi və onların avtomatlaşdırılması əsas rol oynayır. Nəzərə almaq lazımdır ki, mərkəzi nəzarət və idarəetmə sisteminin parametrləri idarəetmənin strukturu və alqoritmlərinin hazırlanmasından sonra da əsaslandırıla bilər. Digər tərəfdən, sistemin optimal variantı MNİVK-nin texniki strukturu layihələndirildikdən sonra da yaradıla bilər. Sistemin ölçülərinin çox böyük olmasına görə bu məsələ daha da çətinləşir. Buna görə aşağıdakı yanaşmadan istifadə edilir: MNİVK-nin informasiya parametrlərinin qiymətləndirilməsi su paylanması əvvəl yerinə yetirilir, sistemin texniki strukturu isə səmərəlilik və xərclərin müqayisəsi nəzərə alınmaqla seçilir. Belə yanaşma su təchizatı sisteminin yaradılma ardıcılığını sistemləşdirməyə imkan verir.

**SPAİS-lərin informasiya-idarəetmə rejimləri.** Ümumiyyətlə, SPAİS üç variantda fəaliyyət göstərə bilər: informasiya –məlumat rejimində (şəkil 1, a), informasiya –məsləhət rejimində (şəkil 1, b) və informasiya –idarəetmə rejimində (şəkil 1, c). Şəkil 1-də MNİVK – mərkəzi nəzarət və idarəetmə vasitələri kompleksi, İİEB – informasiyanın ilkin emalı bloku, İHM – idarəedici hesablama maşını, D – dispetçerdir.

**İnformasiya–məlumat** rejimində operativ idarəetmə yerinə yetirilir. Bu zaman MNİS kompleks vasitələri telemexanika sistemindən, texnoloji parametrlərin teleölçmə vericilərindən, və MNİS kompleks vasitələrinin avtomatlaşdırılmış iş rejimi aparatlarından ibarət olur. Bu sistem obyekt haqqında informasiya toplayır və idarəetmə təsirləri hazırlayır. Bundan əlavə, MNİS-ə daxil olan yerli avtomatika vasitələri avtonom tənzimləmə sistemlərinin iş rejimlərinin stabiləşdirilməsini və qəza hallarında kanalların hidrotexniki qurğularının qorunmasını təmin edir. Informasiyanın ilkin emalı blokları (İİEB) isə toplanmış verilənləri çevirir və onları aşkar şəkildə dispetçərə təqdim edir. Dispetçer bu verilənlər əsasında müəyyən olunmuş alqoritmə görə obyektə idarə edir.



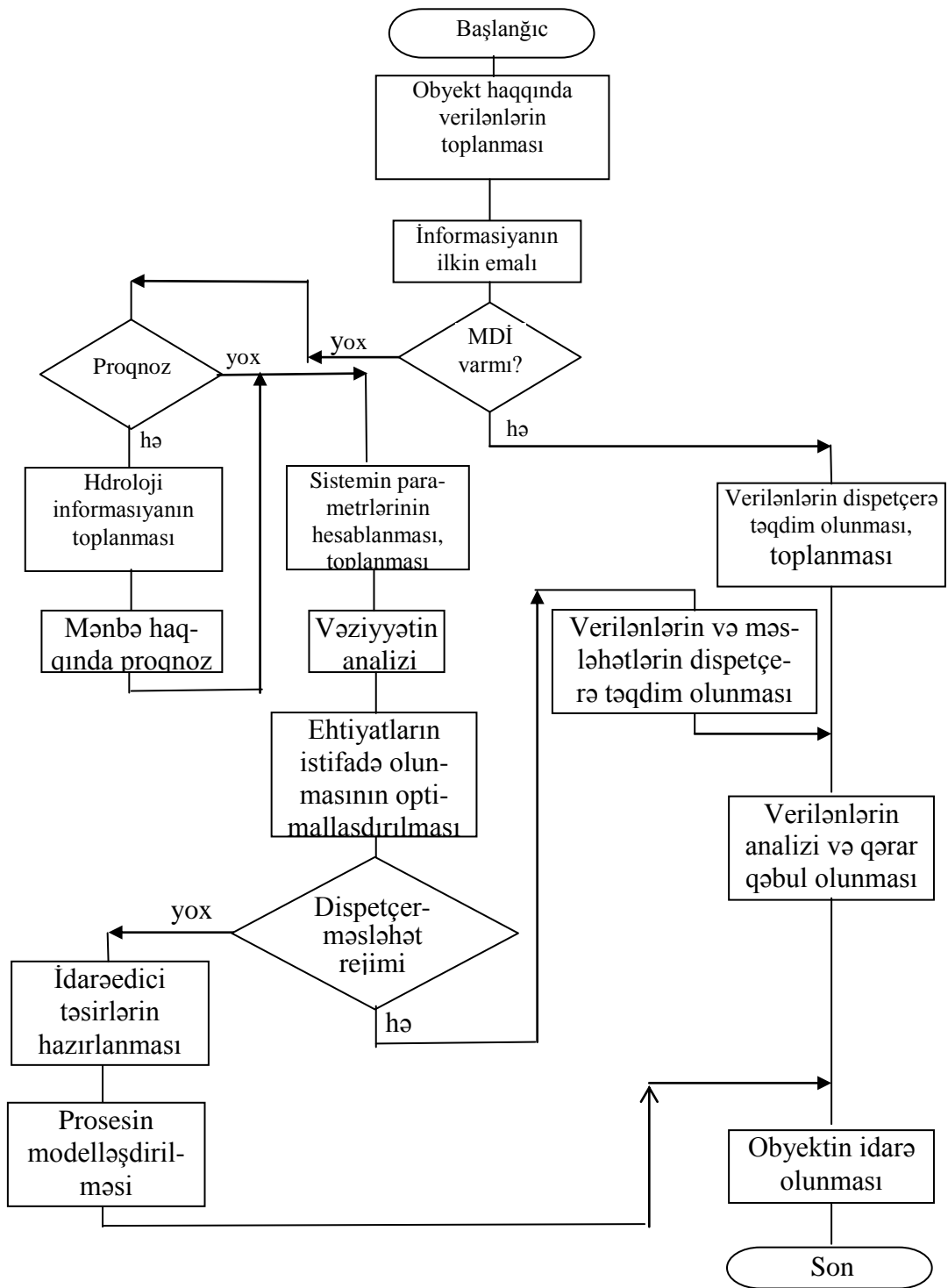
Şəkil 1. (a)-İnformasiya – məlumat, (b) – informasiya – məsləhət, (c)- informasiya – idarəetmə rejimlərinin sxemi

**İnformasiya–məsləhət sistemlərində** (dispetçerin məsləhətçi rejimi) konstruktiv sistemlərə idarəedici hesablaşma maşınları (İHM) əlavə edilir. Bu maşınlar obyekt haqqında informasiyanı toplayır və emal edir, situasiyanı qiymətləndirir və dispetçərə sistemi idarə etmək üçün məsləhətlər verir. Dispetçer MNİS-nin idarəetmə vasitələrinin köməyi ilə texnoloji prosesi idarə edir.

**İnformasiya–idarəetmə** sistemləri (maşın-dispetçer rejimi) dispetçer olmadan İHM-in köməyi ilə informasiya prosesini yerinə yetirməyə və texnoloji prosesi idarə etməyə imkan verir. Şəkildən görüldüyü kimi, informasiya –idarəetmə sistemlərində dispetçerin olmasına ehtiyac yoxdur. Burada İHM-ə daxil edilmiş idarəetmə alqoritmi dispetçerin əvəzinə optimal qərarlar qəbul edərək, idarəedici qurğular vasitəsi ilə sistemi idarə edir.

Su paylanması rejiminin idarə olunması prosesinin alqoritmik strukturuna baxaq (Şəkil 2).

Şəkildən görüldüyü kimi, verilənlərin toplanması və emalından sonra rejimin seçilməsi prosesi yerinə yetirilir. Mərkəzi idarəetmə rejimində (I rejim) dispetçer ona verilmiş informasiyanı analiz edir və obyektin idarə edilməsi haqqında qərar qəbul edir. İHM vasitəsi ilə dispetçərə məsləhət verilməsi halında (II rejim) dispetçerin aldığı informasiya əsasında sistemin dinamik və statik parametrləri hesablanır, situasiyalar analiz olunur, ehtiyatların optimal istifadə olunması prosesi hesablanır və dispetçərə məsləhət verilməsi prosesi həyata keçirilir. “Maşın - dispetçer” rejimində (III rejim) situasiya analiz edildikdən sonra İHM vasitəsi ilə idarəetmənin modelləşdirilmə alqoritmi realizə olunur. Qeyd edək ki, alqoritmləşmə dərəcəsi nə qədər yüksək olarsa, o qədər mürəkkəb məsələlər qoyub həll etmək mümkündür.



Şəkil 2. Su paylanması prosesinin ümumiləşmiş alqoritmik strukturu.

## ƏDƏBİYYAT

1. Искендеров А.А., Салимова Х.Ф. Требования к информационному обеспечению автоматизированных оросительных систем // Сборник материалов V Международной научно-практической конференции Управление инновациями: теория, методология, практика, Новосибирск: 2013, с.158-164.
2. Куротченко В.И. Принципы построения средств централизованного управления процессом водораспределения. Фрунзе: Илим, 1979, с. 3-22

## РЕЗЮМЕ

### СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

*Искендеров А.А., Салимова Х.Ф.*

**Ключевые слова:** водораспределение, информационное обеспечение, информационная обработка, контроль, управление, телемеханика, датчики.

В работе анализируется обобщенная структура объектов системы водоснабжения для создания информационного обеспечения автоматизированной системы управления водораспределерия (АСУВР), определяются элементы, входящие в комплекс технических средств, и вопросы входящие в систему АСУВР. Показана возможность работы системы в режимах “информация – совет” и “информация – управление”. Дается схема информационной связи основных блоков системы в этих режимах и обобщенная алгоритмическая структура процесса водораспределения.

## SUMMARY

### SOFTWARE DESIGNING FOR AUTOMATED WATERDISTRIBUTION MANAGENT SYSTEM.

*Isgenderov A.A., Salimova Kh.F.*

**Key words:** water distribution, software, data processing, control, management, tele mechanics, tele mechanics, transmitters.

In the work generalized installation structure of watersupply system for creating automated control system software of water distribution is analysed, the elements entering into the complex of technical means and the problems occurring in the system AWDMS are defined.

Work system in the regimes “information – advice” and “information – management” is shown. The scheme of information relation of main block systems in these regimes and the generalized algorithmic structure of waterdistribution process are presented.

Daxil olma tarixi:	Ilkin variant	19.01.2015
	Son variant	02.02.2015

UOT 681.54

**ETAN-ETİLEN FRAKSİYASININ ALINMASI PROSESİNİN OPTİMAL İDARƏETMƏ ALQORİTMİNİN İŞLƏNMƏSİ**

**BALAYEV VAQİF AĞARZA oğlu,**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**QULİEV ZAHİD AĞA QULU oğlu,**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**MƏMMƏDOV VALEH GÜLMƏMMƏD oğlu,**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**QULİYEVA AİDƏ AĞA QULU qızı,**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent*

*e-mail: [z.farkhadov@gmail.com](mailto:z.farkhadov@gmail.com)*

*Açar sözlər: etan-etilen, alqoritm, maksimumluq prinsipi, faza müstəvisi, obyekt, idarə qanunu*

*Məqalədə Pontryaginın maksimumluq prinsipindən istifadə edərək etan-etilen fraksiyasının optimal idarəetmə alqoritmının alınmasına baxılmışdır. Prosesin idarə olunma alqoritmı tapılır və bunun əsasında sistemin optimal prosesi təyin edilir.*

Etan-etilen fraksiyasının (EEF) alınması prosesində istifadə olunan əsas aparatlardan biri rektifikasiya kalonudur.

Metan kalonunun kub məhsulu müəyyən temperaturda etan-etilen fraksiyasının ayrılması üçün rektifikasiya kalonunun kubuna verilir. Burada xammalın dövrü qızdırılması baş verir. Qazaoxşar etan-etilen fraksiyası kalonun yuxarı hissəsinə daxil olur və defleqmatorda propilenin hesabına qazaoxşar EEF-in soyudulması baş verir. Kalonun kub məhsulu müəyyən temperaturda (80-85<sup>0</sup> S) propan-propilen fraksiyasının ayrılması kalonuna verilir. Texnoloji prosesin gedişindən məlum olur ki, kalonda temperatur rejimi əsas götürülür və onda gedən prosesin dinamikasına fikir verilir. Ona görə də bir sıra elmi mənbələrə istinad edərək, kalonda gedən prosesin dinamikasını aşağıdakı diferensial tənliklə ifadə etmək olar.

$$k\ddot{x} = u \quad (1)$$

Burada  $k$  – gücləndirmə əmsalı,  $u$  – idarə faktorudur.

Maksimumluq prinsipindən istifadə edərək, prosesin optimal idarəetmə alqoritmının təyin olunması məsələsinə baxılmışdır. Tənliyə daxil olan parametrlərin qiymətləri təcrübə yolu ilə təyin olunmuşdur, yəni

$$k=12, \quad u=20$$

Aparatda olan temperaturun idarə qanununun minimum zaman kriterisi üzrə sintezi, texnoloji rejimdə meyil etmələrin tez aradan qaldırılmasına yönəldilmişdir. İdarə məsələsinin sintezi  $t=0$  zamanı  $x=0$ ;  $\dot{x}=0$  vəziyyətindən  $x=x_n$ ;  $\dot{x}=0$  vəziyyətinə minimum vaxt ərzində obyektin bir vəziyyətindən digər vəziyyətinə keçməsinin idarə alqoritmının təyininə əsaslanmışdır. Göründüyü kimi, qarşıya qoyulan məsələ cəldişləmə kriterisinə görə optimal trayektoriyanın axtarılması məsələsidir.

Məlumdur ki, L.S. Pontryaginın maksimumluq prinsipindən irəli gələn optimallıq şərtindən istifadə edərək idarə qanununu sintez etmək mümkündür. Bunun üçün araşdırmanı  $(x, \dot{x})$  faza müstəvisində aparmaq lazımdır.

Obyekti ifadə edən tənliyi normal vəziyyətə gətirmək üçün faza koordinatlarından istifadə edək. (1) tənliyində müəyyən çevrilmələr apararaq yaza bilərik.

$$x = x_1; \quad \dot{x} = x_2 \quad (2)$$

(2) şərtini nəzərə alaraq obyektin hərəkət tənliyini aşağıdakı kimi yaza bilərik.

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}_1 = x_2 = f_1 \\ \dot{x}_2 = ku = f_2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

(3) tənliklər sistemini tərtib etmək üçün köməkçi tənliklər aşağıdakı kimi yazılır:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi_1}{dt} = - \left[ \frac{\partial f_1}{\partial x_1} \psi_1 + \frac{\partial f_2}{\partial x_1} \psi_2 \right] = 0 \\ \frac{d\psi_2}{dt} = - \left[ \frac{\partial f_1}{\partial x_2} \psi_1 + \frac{\partial f_2}{\partial x_2} \psi_2 \right] = -\psi_1 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

(4) tənliklər sisteminin həlli aşağıdakı nəticələri verir:

$$\psi_1 = c_1; \quad \psi_2 = c_2 - c_1 t \quad (5)$$

Burada  $c_1$  və  $c_2$  - integral sabitləridir. Onda Homilton ifadəsini aşağıdakı kimi yazmaq olar.

$$H = \psi_1 f_1 + \psi_2 f_2 = c_1 x_2 + c_2 ku - c_1 kut \quad (6)$$

(6) ifadəsinin idarə parametrlərindən asılı olan hissəsini götürək,

$$H^* = (c_2 k - c_1 kt)u \quad (7)$$

Optimal idarə alqoritmi

$$u(t) = \sigma u_{\max} \quad (8)$$

olacaqdır. Burada

$$\sigma = \text{sign}(c_2 k - c_1 kt) \quad (9)$$

$(c_2 k - c_1 kt)$  funksiyası  $c_1$ , və  $c_2$  -nin istənilən T - zaman kəsiyində olan idarə öz işarəsini bir dəfədən artıq dəyişmir.

Beləliklə, optimal idarəetmə  $u(t)$  kəsik sabit funksiya adlanaraq  $\pm u_{\max}$  qiymətini alır və iki intervaldan ibarət olur. Belə ki, xətti funksiya  $c_2 k - c_1 kt$  öz işarəsini bir dəfədən artıq dəyişməyəcəkdir. Verilmiş obyekt ifadə edən tənliyin həlli  $u = +U_{\max}$  idarə intervalında aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t) &= \int_0^t \frac{u_{\max}}{k} dt = \frac{u_{\max}}{k} t + c_3 \\ x(t) &= \int_0^t \left[ c_3 + \frac{u_{\max}}{k} t \right] dt = c_4 + c_3 t + \frac{u_{\max}}{2k} t^2 \\ 0 \leq t \leq t_1 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

$t_1$ - birinci hissənin davam etmə müddətidir,  $c_3, c_4$  – inteqral sabitləridir. Başlanğıc şərtlərdən istifadə edərək inteqral sabitlərini təyin edirik:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(0) &= c_3 = 0 \\ x(0) &= c_4 = 0 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$t_1$  momenti üçün  $\dot{x}$  və  $x$  koordinatları belə təyin olunur:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t_1) &= \frac{u_{\max}}{k} t_1 \\ x(t_1) &= \frac{u_{\max}}{2k} t_1^2 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

İkinci sahədə idarə  $u = u_{\max}$  olduqda  $\dot{x}$  və  $x$  koordinatları aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t) &= \int_{t_1}^t -\frac{u_{\max}}{k} dt + \dot{x}(t_1) = \dot{x}(t_1) - \frac{u_{\max}}{k} (t - t_1) \\ x(t) &= \int_{t_1}^t \left[ \dot{x}(t_1) - \frac{u_{\max}}{k} (t - t_1) \right] dt + x(t_1) = x(t_1) + \dot{x}(t_1)(t - t_1) - \frac{u_{\max}}{2k} (t - t_1)^2 \\ t_1 \leq t \leq t_2, t_2 = T \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

$t_2 = T$  zaman momentində  $x(t) = 1, \dot{x}(T) = 0$  son vəziyyətinə gəldikdə aşağıdakı tənliklər alınır:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t_2) &= \dot{x}(t_1) - \frac{u_{\max}}{k} (t_2 - t_1) = 0 \\ x(t_2) &= x(t_1) + \dot{x}(t_1)(t_2 - t_1) - \frac{u_{\max}}{2k} (t_2 - t_1)^2 = 1 \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

(11) ifadəsini nəzərə almaqla sistemin parametrlərinin ədədi qiymətlərini (10) və (12) ifadələrində yerinə yazsaq

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t) &= 1,67t \\ x(t) &= 0,83t^2 \\ 0 \leq t \leq t_1 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t) &= 1,67t_1 \\ x(t) &= 0,83t_1^2 \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

alınır. (16) ifadələrini nəzərə alaraq parametrlərin qiymətlərini (13), (14) tənliklərində yerinə yazsaq

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t) &= 3,34t_1 - 1,67t \\ x(t) &= 3,34tt_1 - 1,67t_1^2 - 0,83t^2 \\ t_1 &\leq t \leq t_2 \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

$$\left. \begin{aligned} 2t_1 &= t_2 \\ 6,68t_1t_2 - 1,67t_1^2 - 0,83 \cdot 4t_1^2 &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

alınar. (18) ifadəsindən keçirici momenti təyin etmək olar:

$$t_1 = 0,775 \text{ san}; \quad t_2 = 1,55 \text{ san}$$

Keçirici momenti nəzərə almaqla idarəetmənin 2-ci hissəsində sistemin koordinatları üçün (17) ifadəsi aşağıdakı kimi yazılır:

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= 2,589 - 1,67t \\ x(t) &= 2,589t - 1,0072 - 0,83t^2 \\ t_1 &\geq t \geq t_2 \end{aligned}$$

(15) və (18) ifadələri əsasında sistemin optimal prosesinin ayrılərini qurmaq olar.

### ƏDƏBİYYAT

1. Abdullayev Ə.Ə. Avtomatik tənzimləmə. Bakı: Maarif, 1972, 298 s.
2. Rüstəmov Q.Ə. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsi. 2-ci hissə. Bakı: Nəsir, 1978, 380 s.
3. Əfəndizadə N.Ə. Avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsi: Dərs vəsaiti. Bakı: Maarif, 1981, 335 s.
4. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. Москва: Наука, 1966, 350 с.

### РЕЗЮМЕ

#### РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ФРАКЦИИ ЭТАН-ЭТИЛЕНА

*Балаев В.А., Гулиев З.А., Мамедов В.Г., Гулиева А.А.*

**Ключевые слова:** этан – этилен, алгоритм, принцип максимума, фазовая плоскость, объект, закон управления.

В статье рассмотрены вопросы получения алгоритма оптимального управления фракции этан-этилена, с использованием принципа максимума Понтрягина. Найден алгоритм управления процесса, на основе которого определяется оптимальный процесс системы.

### SUMMARY

#### ALGORITHM INVESTIGATION OF OPTIMAL MANAGEMENT OF OBTAINING ETHANE-ETHYLENE FRAKTION

*Balayev V.A., Guliyev Z.A. Mamedov V.G., Guliyeva A.A.*

**Keywords:** ethane-ethylene, algorithm, maximum principle, phase plane, installation, management law.

In the article the problems of obtaining of optimal management algorithm of ethane-ethylene fraction using Pontragine maximum are studied. Management process algorithm is found, on the basis of which optimal process of system is determined.

Daxil olma tarixi: İlk variant 03.03.2015  
Son variant 30.03.2015



UOT 621.311.24(06)

## ABŞERON REGIONUNDA KÜLƏK ELEKTRİK STANSİYALARININ QURASHDIRILMASI

**ƏMRƏLİYEV ASƏF BAYRAM oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**HƏŞİMOVA AŞURA RZA qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**ƏLİYEVƏ NATƏVAN OQTAY qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent*

**AĞAXANOVA KƏMALƏ ABİŞ qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, böyük laborant*

*e-mail: [kamalaagahanova@mail.ru](mailto:kamalaagahanova@mail.ru)*

**Açar sözlər:** Külək qurğuları, küləyin sürəti, həqiqi külək potensialı

Məqalə Abşeron yarımadasında KES-nin inşası üçün mümkün olan ərazilərdə quraşdırılması məqsədə uyğun olan KEQ-nin sayının, onlarda istifadə olunan elektrik maşınlarının tipinin və gücünün müəyyənləşdirilməsinə həsr olunmuşdur.

KEQ-də istifadə olunacaq elektrik maşınlarının müxtəlif variantlarına baxılmış, onların KEQ-də tətbiqi və istismarı zamanı vacib məsələlər müəyyənləşdirilərək qurğuların energetik göstəricilərinin yaxşılaşması aşkar edilmişdir. Xəzər dənizinin mərkəzinə doğru 500 metr məsafədə dənizin 10-15 m dərinliyində KEQ-nin inşasının və lazım olan materiallarının isə dərin özüllər zavodunda istehsalının mümkünlüyü göstərilmişdir. 2014-2020-ci illərdə 3 mərhələ üzrə gücü 512,5 MVt olan KES-in tikilməsinin reallaşacağı öz əksini tapmışdır.

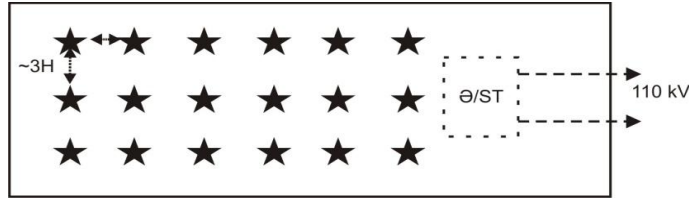
Azərbaycanın külək enerji potensialı 800MVt-dan çoxdur. Bu 1 mln.ton şərti yanacağa qənaət deməkdir. Ekoloji cəhətdən də təmiz enerjidir, atmosfərə zərərli tullantılar buraxılmır [1], [5].

Azərbaycan Respublikası üzrə külək zonalarının yerləşmə xəritəsinə əsasən, Abşeron yarımadasında küləyin orta illik sürəti 7,8 m/san təşkil edir.

Küləyin orta aylıq qiymətinin hesablanması göstərir ki, araşdırılan il üzrə orta aylıq qiymətlər ardıcıl olaraq 6,61 m/san-dən 9,1 m/san-ə qədər artır, orta illik göstərici isə 8,09 m/san təşkil edir [1]. Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq, belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, Abşeronda küləyin orta illik sürətinin yüksək olması vahid güclü böyük olan KEQ-nin effektiv tətbiqinə imkan yaradır.

Hazırda Bakı-Quba yolunun 55 km-də Şurabad qəsəbəsi zonasında hər birinin gücü 3000 kVt olan 16 ədəd külək elektrik qurğusu (KEQ) quraşdırılmışdır ki, bu isə gələcəkdə 48 MVt gücündə KES-in istismara verilməsi deməkdir. Bu zonada həmçinin 3 KES-in quraşdırılması mümkündür. Məlumdur ki, KEQ arasındakı məsafə 3H-5H (H-bir külək qurğusunun ümumi hündürlüyüdür) olmalıdır. Yeni Yaşmada quraşdırılacaq KEQ-in hündürlüyü 82 m, pərlərinin diametri isə 90 m-dir. Əgər KEQ arasındakı məsafəni hündürlüyünün təqribən 3H götürsək (yəni 250 m), onda KES-in inşası üçün ayrılan sahədə 18 ədəd KEQ quraşdırmaq olar. KES quraşdırılması planı şəkil 1-də verilmişdir.

Bakı-Quba yolunun 55 km-də olan KES-in sol tərəfindəki silsilə yamaqların üstü hamarlansa, böyük güclü külək elektrik stansiyasını tikmək üçün meydança alınar və orada 100 MVt gücündə KES tikmək olar. Çox böyük maliyyə xərci çəkmədən buranı hamarlamaq, bütün kommunikasiya xətlərini çəkmək olar. Bu zonada 15 m hündürlükdə küləyin orta illik sürəti 5 m/san-dən çox olub 6,9 m/san təşkil edir [1]. VESTAS firmasının istehsal etdiyi KEQ küləyin sürəti 5 m/san olduqda işə düşür, 4 m/san olduqda isə güc hasil edə bilmir, halbuki bu zonada küləyin sürəti çox nadir hallarda 4 m/san-dən aşağı olur.



Şəkil 1. KES-in quraşdırılması planı

Sumqayıt Dövlət Universitetinin Elmi-tədqiqat laboratoriyasının əməkdaşlarının apardığı üçillik müşahidələrin nəticəsi olaraq demək olar ki, Z.Tağıyev qəsəbəsinin dəniz sahilindən Yaşma qəsəbəsinin dəniz sahilinədək olan zonasında KEQ quraşdırmaq olar. Göstərilən bu ərazidə sahilədən dənizin 500 m içərilərinə qədər zonasında suyun dərinliyi 10-15 m- dən çox deyildir. Beləliklə, demək olar ki, Xəzər dənizinin Yaşma zonasında dəniz sahili və dənizdə KEQ quraşdırmaq olar [2].

VESTAS firmasının istehsal etdiyi KEQ-də iki tərəfdən qidalanan sinxronlaşdırılmış asinxron maşınlarından istifadə olunmaqdadır. Yaşma zonasında quraşdırılması təklif olunan KES-də uzununa-eninə təsirlənməsi olan sinxron maşınların istifadə olunması ilə istehsal edilən KEQ-in tətbiqini təklif edirik. Generator şəbəkəyə paralel işləyərkən lövbər dolağının tutum cərəyanı təsirlənmə cərəyanının mütləq azalmasını tələb edir, bu da maşının dayanıqlığını aşağı salır. Bu halda öz-özünə təsirlənmənin iki forması mümkündür. Öz-özünə təsirlənmənin hər iki formasının söndürülməsinin effektiv tətbiqi eninə ox üzrə təsirlənməsinin tənzimlənməsindən ibarətdir [3].

Öz-özünə təsirlənmə zamanı lövbər dövrəsinin aktiv müqavimətindəki enerji itkisi, rotor tərəfdən daxil olan enerjinin hesabına (yəni elektromaqnit momentin) ödənilir.

Eninə ox üzrə təsirlənmənin tənzimlənməsi ilə tutum cərəyanından yaranan momenti sıfıra bərabər etməklə, öz-özünə təsirlənmə aradan qaldırılır. Bu halda təsirlənmə dolağının kiçik zaman sabiti səbəbindən eninə təsirlənmə dolaqlarında öz-özünə təsirlənmənin söndürülməsi prosesi kifayət qədər intensiv baş verir.

Qeyd etmək lazımdır ki, son illər uzununa-eninə təsirlənən sinxron maşınlarının (ya da sinxronlaşdırılmış asinxron maşınları) enerji sistemi ilə paralel işləyən KEQ-da daha çox istifadə olunmasına başlanmışdır. Bu cür sistemlərə sistemli KEQ-lər deyilir və bu sahədə bir neçə istiqamətdə elmi-tədqiqat işləri aparılır[3]:

**1-ci istiqamət:** KEQ-də asinxronlaşdırılmış sinxron maşınların tətbiqi (ASM). Adətən, bu cür maşınlar özünün iş prinsipinə görə sinxron maşını olaraq qalır, dəyişən bucaq sürəti ilə fırlana bilirlər. Bilavasitə maşının bu xüsusiyyəti ən qiymətli sayıla bilər, belə ki, sinxron maşının bu xüsusiyyəti külək mühərrikinin maksimal aerodinamik f.i.ə.-ı olmağına imkan verir. Nəticə olaraq, bütün qurğunun f.i.ə. kifayət qədər artmış olacaqdır. Bununla belə, təsirlənmə dolağını tənzimlənen tezlikli dəyişən cərəyanla qidalandırmaq lazım gəlir ki, bu tənzimləmə sisteminin xeyli mürəkkəbləşdirilməsinə səbəb olur (Bu zaman generatorun özünün gücünün 30%-n təşkil edən gücə malik tezlik çeviricisi tələb olunur).

**2-ci istiqamət:** KEQ-də uzununa-eninə təsirlənən sinxron maşınların tətbiqi. Bu cür maşınlar sabit sinxron bucaq sürəti ilə fırlanır, bu mənada asinxronlaşdırılmış sinxron maşınlarından geri qalırlar. Eyni zamanda, onlar daha sadə təsirlənmə sisteminə malik olmaqla ucuz başa gəlir. Rotorda təsirlənmə dolağından başqa, əlavə eninə dolağın olması KEQ-də yaranan bir sıra məsələlərin, o cümlədən, küləyin sürətinin dəyişməsi ilə əlaqədar yükün kəskin dəyişməsi zamanı yaranan məsələlərin həllinə imkan verir.

**3-cü istiqamət.** KEQ-da sinxronlaşdırılmış asinxron maşınların tətbiqi. Bu cür maşınlar konstruksiyalarına görə kontakt həlqəli asinxron maşınlarıdır, sinxron maşınları kimi işləyə bilər.

Bunun üçün rotorun faz dolaqlarına sabit cərəyan vermək lazımdır. Uzununa-eninə təsirlənməni təmin edən rotor dolaqlarının qidalanma sxemləri işlənib hazırlanmışdır.

Bu istiqamətlərdə aparılan işlərin nəticələrinin konkret tətbiqi Yaşma zonasında tikilməsi və istismarı nəzərdə tutulan KES-in təyinatından və onun tikiləcək yerinin (zonanın) ekoloji problemlərindən asılıdır. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, Bakı-Quba yolunun sağ tərəfində -Yeni Yaşma zonasında tikilən bir neçə ədəd KEQ-in Sumqayıt elektrik şəbəkəsi ilə paralel işləməsi məsələsinə baxarkən V52-VESTAS KEQ-də iki tərəfdən qidalanan sinxronlaşdırılmış asinxron generatorun riyazi modelləşdirilməsindən istifadə edilmişdir.

Yolun sağ tərəfində də KES-in inşası üçün lazımı şərait vardır. Bütün yol sistemi, kommunikasiya şəbəkələrinin və bunlarla yanaşı, KES-də istehsal ediləcək elektrik enerjisinin respublikanın energetik sisteminə ötürəcək elektrik verilişi xətlərinin (EVX) tikilməsi üçün xərclənəcək maliyyə vəsaiti də çox olmayacaqdır. Bu KES-in yerləşmə planı şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 2. Yeni Yaşma zonasında yolun sağ tərəfində tikiləcək KES-in planı

Əgər planlaşdırılan KES-də hər birinin gücü 3,0 MVt olan V100 markalı VESTAS firmasının KEQ-dan istifadə etsək, onda elektrik stansiyasının qoyuluş gücü  $3 \times 3,0 \times 10 = 90$  MVt olacaqdır. Nəzərdə tutulan sahə külək elektrik qurğularının sayını artırmaqla elektrik stansiyasının gücünü 150 MVt-a kimi çatdırmağa imkan verir. Respublikamızda fəaliyyət göstərən “APA-EKONOMİCS” şirkəti KES-in tikilməsi ilə məşğuldur. Bu şirkət Bakı elektrik şəbəkəsi ilə müqavilə bağlamışdır və artıq gücü 48 MVt olan KES-in inşasına başlanmışdır.

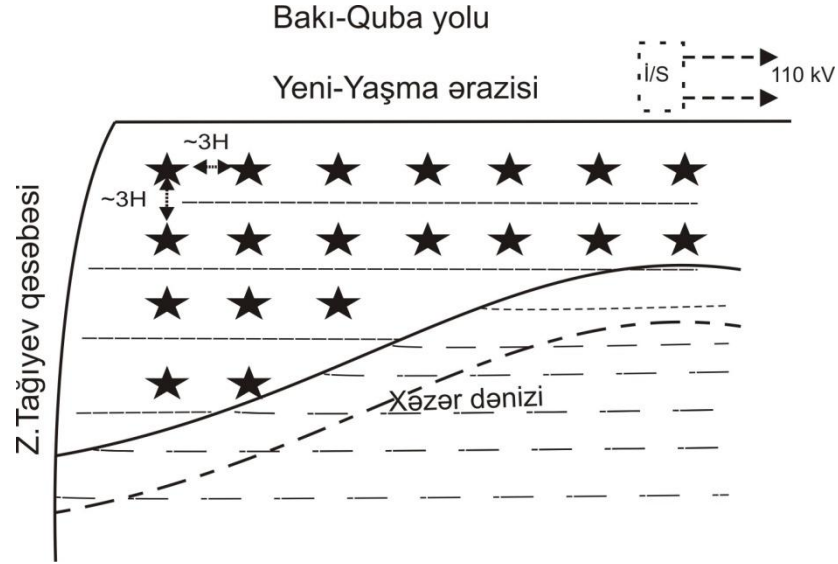
Ümumiyyətlə, Azərbaycanda ümumi gücü 512,5 MVt külək elektrik stansiyaları inşa ediləcəkdir. Bu stansiyaların 2014 – 2020-ci illər ərzində tikilməsi nəzərdə tutulur.

Azərbaycan Respublikası Alternativ və Bərpa Olunan Enerji Mənbələri üzrə Dövlət Agentliyindən bildirmişlər ki, üç mərhələdə reallaşdırılması planlaşdırılan layihələrin 2014-2016-cı illəri əhatə edən birinci mərhələsində 150 MVt gücündə külək elektrik stansiyaları tikilərək istifadəyə veriləcəkdir. İkinci mərhələdə, yəni 2017-2018-ci illər ərzində 150 MVt gücündə və 2019-2020-ci illəri əhatə edən üçüncü mərhələdə isə 212,5 MVt gücündə külək elektrik stansiyaları inşa ediləcəkdir [5]. İstehsal olunan elektrik enerjisi respublikanın enerji sisteminə ötürüləcəkdir.

Respublikamızda inşası nəzərdə tutulan külək elektrik stansiyalarına bizim tərəfimizdən təklif olunan dəniz sahilində və dənizdə tikilməsi nəzərdə tutulan külək elektrik stansiyalarını da aid etmək olar. Sumqayıt Dövlət Universitetinin Enerjetikanın problemləri ETL-in əməkdaşlarının Abşeron yarımadasının Z.Tağıyev qəsəbəsi ilə Yaşma zonası arasında dəniz sahili və dənizdə apardığı müşahidələri (küləyin illik orta sürəti, şəkil 3-də verilmiş plan üzrə hər

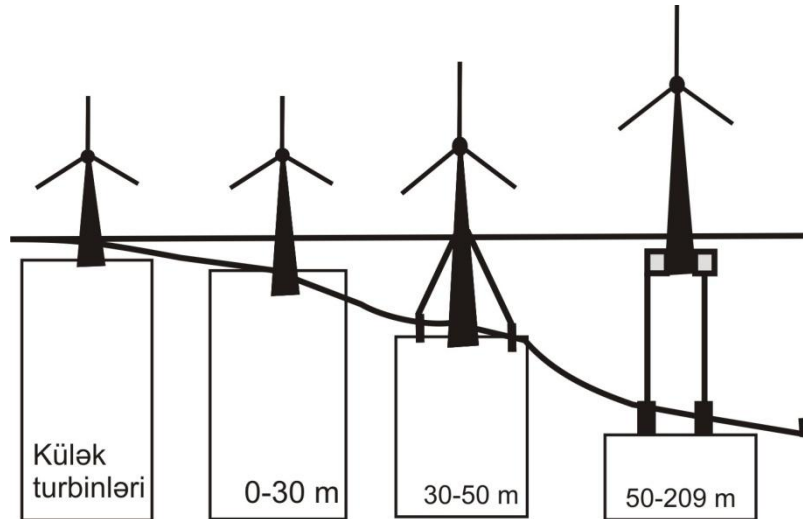
birinin gücü 3,0 MVt olan 20 ədəd KEQ-dan ibarət olan gücü  $3 \times 20 = 60 \text{ MVt}$  KES-ı qurmaq olar.

Respublikamızda mövcud olan H.Əliyev adına dərin özüllər zavodunda bu KEQ üçün özül meydançalar istehsal etmək olar, hətta bu müəssisədə KEQ-in fermaları da yığıla bilər. Külək mühərriklərinin, sinxronlaşdırılmış asinxron generatorların, çeviricilərin və transformatorların istehsalını isə Sumqayıt Texnologiyalar Parkı zavodlarında həyata keçirmək olar.



Şəkil 3. Z.Tağıyev qəsəbəsi ilə Yeni Yaşma zonası arasında dənizdə tikilməsi təklif olunan KES-in planı

Dənizdə özül üzərində quraşdırılan KEQ-lər müxtəlif konstruksiyalarda olur. Bunlara misal olaraq, bir çox inkişaf etmiş və külək enerjisindən maksimum istifadə edən ölkələrin müxtəlif dərinlikli özül konstruksiyaları şəkil 4-də verilir [1].



Şəkil 4. Müxtəlif dərinliklərdə yerləşdirilən özüllər

Burada dörd növ özülün yerləşdirilməsi sxemi göstərilmişdir.

1-ci özül yer səthində (dəniz sahilində); 2-ci özül 0-30m dərinliyində; 3-cü özül 30-50m; 4-cü özül isə 50-209m arasında olan dərinlikdə yerləşdirilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Beləliklə,

məqalədə Abşeron rayonunun Yaşma zonasında 54 mVt-lıq 18 ədəd KEQ-in, Bakı-Quba yolunun sol sahilində 50 MVt, sol sahilinin dağ hissəsində 100 MVt, yolun sağ sahilində 90 MVt, sağ sahilinin dəniz hissəsində isə 60 MVt güc almağa imkan verən KES-in tikilməsi təklif olunur.

**Nəticə.** Məqalə Azərbaycan Respublikasının Abşeron regionunda KES-in inşası üçün mümkün olan ərazilərdə quraşdırılması məqsədə uyğun olan KEQ-nın sayının və gücünün müəyyən olunmasına həsr edilmişdir.

Burada həmçinin quraşdırılacaq KEQ-də istifadə olunacaq elektrik maşınlarının müxtəlif variantlarına baxılmış, bu maşınların KEQ-də istifadəsi zamanı tədqiqatın aparılması vacib olan məsələlər aşkar edilmiş və bu maşınların tətbiqi ilə qurğuların energetik göstəricilərinin yaxşılaşması aşkar edilmişdir. Eyni zamanda, məqalədə Xəzər dənizinin 10-15m dərinliyində KEQ-in inşasının və bu qurğuların inşası üçün lazım olan materialların dərin özülləri zavodunda istehsalının mümkünlüyü, həmçinin 2014-2020-ci illər ərzində üç mərhələ üzrə 512,5 MVt gücündə KES-in tikintisinin reallaşacağı öz əksini tapmışdır.

### ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycan Respublikası üzrə külək enerjisinin potensialı. Bakı: Azərenerji, 2010, 96 s.
2. Əmrəliyev A.B., Abdulova N.A., Abdullayeva S.C., Məmmədova Ş.T. Yaşma ərazisində külək energetik qurğularının yerləşdirilməsi // SDU Azərbaycan Elmi-tədqiqat və layihə axtarışı Energetika İnstitutu MMC. Energetikanın Müasir Problemləri Respublika Elmi konfransının materialları. Sumqayıt: 2011, s.53-54
3. Мустафаев Р.И., Абдулкадыров А.И. Применение синхронизированного асинхронного генератора в ветроэнергетической установке // Проблемы Энергетики. Баку: 2003, №1, с.28-32
4. Əmrəliyev A.B., Abdulova N.A., Abdullayeva S.C., Məmmədova Ş.T. Abşeron rayonunun Yaşma ərazisində külək rejiminin müəyyənləşdirilməsi məsələləri // "Energetikanın müasir problemləri" Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi SDU Beynəlxalq Elmi Konf.Materialları. Sumqayıt: 2011, s.51-53
5. Əmrəliyev A.B., Abdulova N.A., Abdullayeva S.C., Məmmədova Ş.T. Azərbaycanda qeyri-ənənəvi enerji mənbələri və onların istifadəsi imkanları // Energetikanın Problemləri. Bakı: 2012, №2. s.79-86.

### РЕЗЮМЕ

#### УСТАНОВКА ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ЗОНЕ АПШЕРОНСКОГО РЕГИОНА

Амралиев А.Б., Гашимова А.Р., Алиева Н.О., Агаханова К.А.

**Ключевые слова:** ветровые установки, скорость ветра, действительный ветропотенциал.

Статья посвящена строительству ВЭС на предполагаемой территории Апшеронского полуострова Азербайджанской Республики с подбором количества и мощности ВЭУ.

Рассматриваются различные варианты асинхронных электрических машин с двойным питанием для установки в ВЭУ. Во время эксплуатации этих машин в ВЭУ были выявлены вопросы, требующие их исследования. Внедрение этих машин в ВЭУ способствовало улучшению энергетических показателей данных установок.

В то же время, в статье отмечена возможность производства необходимых материалов ВЭУ на заводе глубоководных оснований для сооружения ВЭС на расстоянии 500 м глубине 10-15 м. Введение этих машин в ВЭУ в 2014-2020-х годах в три этапа внесет свой вклад в науку.

### SUMMARY

---

## THE CONTRACTION OF WIND ELECTRIC STATIONS IN ABSHERON REGION

**Amraliyev A.B.**, Hashimova A.R., Aliyeva N.O., Agakhanova K.A.

**Key words:** *wind divices, wind speed, real wind potential*

The article deals with the WES installation in available area of Absheron peninsula and the number of convenient WED (wind electric devices), defining the type and power of electric machine. The different variants of the electric machines which will be used in WED have been looked through and the important problems in operation period and application in WED, energetic indicators have been revealed.

WED installation to the centre of Caspian Sea, 500m direction, 10-15 depth and possibility production of necessary materials in Deep Water Cacket Factory named after H.Aliyev were shown.

WES 512,5 MVt power on 3 level will be installed in 2014-2020.

Daxil olma tarixi:	Ilkin variant	02.03.2015
	Son variant	30.03.2015

UOT 621.314.621

## BİRFAZALI İNTELLEKTUAL ELEKTROMAQNİTLƏRDƏ İSTİLİK PROSESLƏRİ

**MƏMMƏDOV FİRUDİN İBRAHİM oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, professor*

**QÜDRƏTLİ İLHAMƏ RAFİQ qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, doktorant*

**RƏSULOV HAFİZ RZA oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, laboratoriya müdiri*

**YUSİFOV RAMİN ƏLİ oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dissertant*

*E mail: [ms.ilhama@77 mail.ru](mailto:ms.ilhama@77 mail.ru)*

**Açar sözlər:** *Elektromaqnit, nüvə, generator, lövbər*

*Elektromaqnit vibrotəsirləndiricilər geniş imkanlara malik olduğu üçün müasir dövrümüzdə tikinti, sənaye, kənd təsərrüfatından tutmuş məişətdə mətbəx avadanlığına qədər tətbiqini tapmışdır. Mərmər üzərində ən gözəl təsviri incəsənət əsərlərinin yaranması bu mexanizmlərə məxsusdur. Silikəlanən müstəvilərin ən müasiri və sadə növü elektromaqnitlərin iştirakı ilə mümkün olmuşdur.*

Sənayenin elə bir sahəsi yoxdur ki, elektromaqnitlərin dartı qüvvəsindən istifadə olunmasın. Müxtəlif tip rele, maqnit işəburaxıcıları, vibroiqtıqalların idarə dövrələri, qüvvə momenti yaradan qurğular və s. hamısı elektromaqnitlərin özünə dartma xüsusiyyətindən irəli gələn amillərə hesablanmışdır.

Birfazlı elektromaqnitlərin dartı qüvvələrini ətraf mühitin vəziyyətindən (isti, soyuq, rütubət, atmosfer təzyiği və s.) uyğun olaraq tənzimlənməsi onu intellektual səviyyəyə çatdırır. Müasir elektromaqnitlərin bu səviyyəyə çatdırılması hələ son hədd deyil.

Ferromaqnit nüvə materiallarının yeniləşməsi idarə sxemlərinin günü-gündən mükəmməlləşməsi vacib olmuşdur. Elektromaqnitlərin çəkirlərinin yüngülləşdirilməsi günün tələbi kimi ortaya çıxdığından, elektromaqnitlərdə çıxış xarakteristikalarına təsir edən istilik proseslərinə yenidən baxılmasını zəruri edir. Xüsusi istilik seli vattlarla ölçülüb, elektromaqnitin xarici səthinin  $1 \text{ sm}^2$  hissəsinə düşən istiliyi əhatə edir və bu halda temperatur buraxıla bilən qiymətə qədər arta bilər.  $\delta$ , kəmiyyəti buraxıla bilən temperatur artmasını, istilik ötürmənin keyfiyyətini və elektromaqnitin işləmə şəraitini nəzərə alır və bu hal təcrübə yolu ilə təyin edilir. Mühəndis praktikasında elektromaqnitlərin, istilik rejimləri metodu ilə təyin olunması geniş yer tutur. İstilik hesabı üçün əvəzəmə istilik sxemlərindən və ya ekvivalent istilik metodlarından istifadə edilir. İstilik metodları əvəz sxemi Om və Furye qanunlarının elektrik keçiriciliyinə əsaslanır. İstilik və elektrik sxemləri arasındakı əlaqə istilik mənbəyi ilə generatorların istilik seli arasında analoq kimi ortaya çıxır. Elektromaqnitlərin potensialı istilik itkiləri funksiyası olub, bu sxem üçün əsas tənlik

$$V = Q \cdot R_t \quad (1)$$

Burada, V- istilik enerjisi selini yaradan potensial olub, həmin elementdə temperatur düşgüsünə uyğundur,  $C^0 (V = \theta)$ .

Q -elementdən keçən istilik selinin enerjisi, Vt.

$R_t$  - istilik müqaviməti, dər/Vt

İstilik sxemi ilə aparılan istilik hesabı gövdənin temperaturunun təyin olunmasına, eyni zamanda empirik düsturlarla sxemin müqavimətinin təyin olunmasına və ardıcıl yaxınlaşma metodu ilə ayrı-ayrı hissələrdə temperaturun artmasına əsaslanır.

Ekvivalent itkilər metodu maşının istilik parametrlərindən asılı olan əmsallardan istifadə edərək dolaqda istilik artımının hesablanmasına imkan verir.

Qərarlaşmış istilik artımını  $\theta_s$  təyin etmək üçün əvvəlcə maşının istilik müqavimətini  $R_{\theta_s}$  və ekvivalent itkiləri  $P_{ekv}$  tapılır.

$$\theta_s = R_{\theta_s} \cdot P_{ekv} \quad (2)$$

Ekvivalent itkilər həqiqi itkilər tənliyi ilə aşağıdakı kimidir:

$$P_{ekv} = P_{MS} + K_{st} P_s + K_R P_{MR} + K_g P_g \quad (3)$$

$P_{MS}, P_s, P_{MR}, P_g$  - stator dolağında, maqnit, rotorda elektrik itkiləri və əlavə itkilərdir.

Maşının dolağının müqavimət istiliyi təcrübi yolla nümunələr üzərində aparılır.

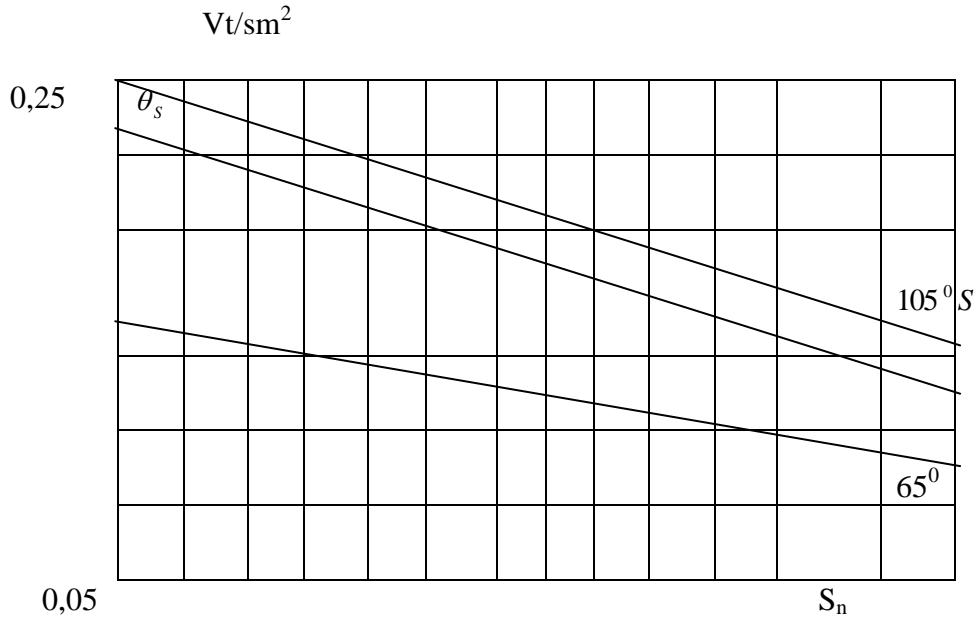
Ekvivalent itkilər metodu seriyalı istehsalın istilik hesabında daha çox faydalı olur.

Elektromaqnitlər elektrik maşınlarının daha ağır rejimlərində işləyən hissəsi olduğundan onlarda istilik hesabının aparılması zərurət təşkil edir. [ 1 ]

Xüsusi istilik seli, adətən, lövbərin dartılmamış vəziyyətində təyin edilir.

$$\zeta_s = \frac{P_{sk}}{S_n}, \quad \text{Vt/sm}^2 \quad (4)$$

Burada,  $P_{sk}$  - lövbərin dartılmamış anında tələb etdiyi güc,  $S_n$  - elektromaqnitin xarici səthidir,  $\text{sm}^2$   
 $\zeta_s$  - elektromaqnitin dolağının  $\theta_s$  temperatur artımının qiymətindən asılı kəmiyyətdir. Xarici mühit temperaturu üzərindəki artım  $\theta_{s1} = 65^\circ$  və  $C$  təcrübə yolu ilə tapılır. Şəkil 1-də görüldüyü kimi, xüsusi istilik tutumu elektromaqnitin soyutma səthi böyüdükcə sıxılmış olur.



**Şəkil 1.** Elektromaqnitin xüsusi istilik selinin səthin sahəsindən  $\zeta_s = f(S_n)$ ,  $\theta_s = 65^\circ C$   
 və  $\theta_s = 105^\circ C$  temperaturunda asılılığı

Birfazlı elektromaqnitlərdə istilik ötürməsi konveksiya üsulu ilə getdiyindən xüsusi istilik seli:

$$\zeta_s = (\alpha_k + \alpha_{izl}) \cdot \theta_k \quad \text{vt/sm}^2 \quad (5)$$

burada  $\alpha_k, \alpha_{izl}$  konveksiya üsulu ilə istilik ötürmə əmsalları,  $\text{vt/sm}^2 \cdot C^0$

$\theta_k$  - gövdədə istilik artımı,  $S^0$

Gövdədə temperatur artımı:



$$\theta_k = \frac{\theta_s}{1,05 \div 1,15} \quad (6)$$

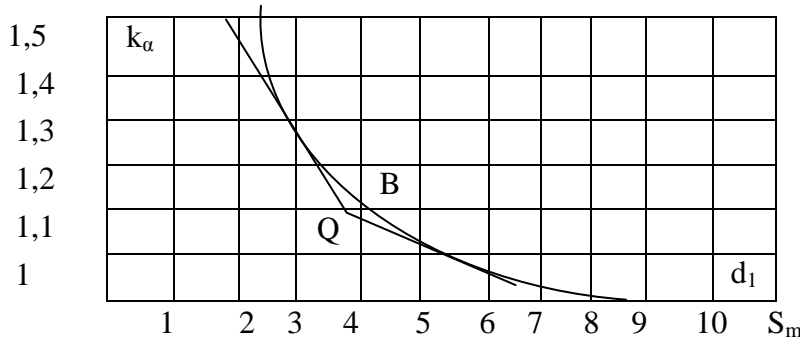
burada  $\theta_s$  – elektromaqnitin dolağında temperatura artımıdır,  $C^0$ ; (6) düsturundan göründüyü kimi əsas temperatur düşgüsü gövdədən ətraf mühitə yayıldıqda baş verir.

Konvensiya üsulu ilə istilik ötürmədə əmsal:

$$\alpha_k = k_\alpha \cdot 4,54 \sqrt{\frac{\theta_k}{d_1} \left( \frac{P}{760} \right)^{0,5}} \cdot 10^{-4} \quad (7)$$

Burada  $d_1$  – gövdənin xarici diametri, sm(şəkil 3), P- təzyiq, mm civə sütunu

İstilik ötürmə əmsalı elektromaqnitin şaquli və ya üfüqi yerləşməsindən asılı olur. Bu vəziyyət (7) düsturunda  $k_\alpha$  əmsalında nəzərə alınır.  $k_\alpha$  əmsalı elektromaqnitin xarici diametrindən asılıdır.

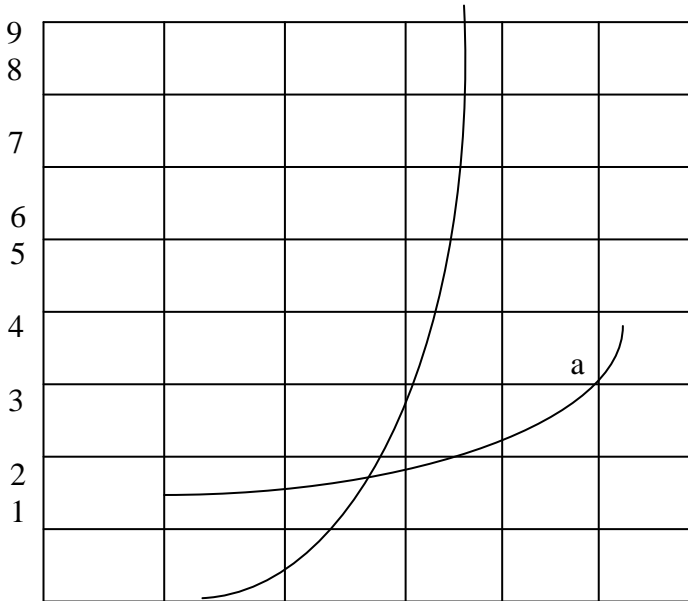


**Şəkil 2.**  $k_\alpha$  əmsalının elektromaqnitin xarici  $d_1$  diametrindən Q (üfüqi) və B (şaquli) vəziyyətdə yerləşdiyi zaman asılılığıdır

Xüsusi istilik seli oturma yerinin istiliyi ötürmə imkanına görə də tapıla bilər.

$$\zeta'_s = \zeta_s (a - \zeta_s \cdot b) \quad (8)$$

Burada  $\zeta_s$  - xüsusi istilik seli olub, istilik verməni nəzərə almır. a və b əmsalları şəkil 3-dən götürülür.



**Şəkil 3.** Gövdənin  $d_1$  xarici diametrindən asılı olan a və b əmsalları

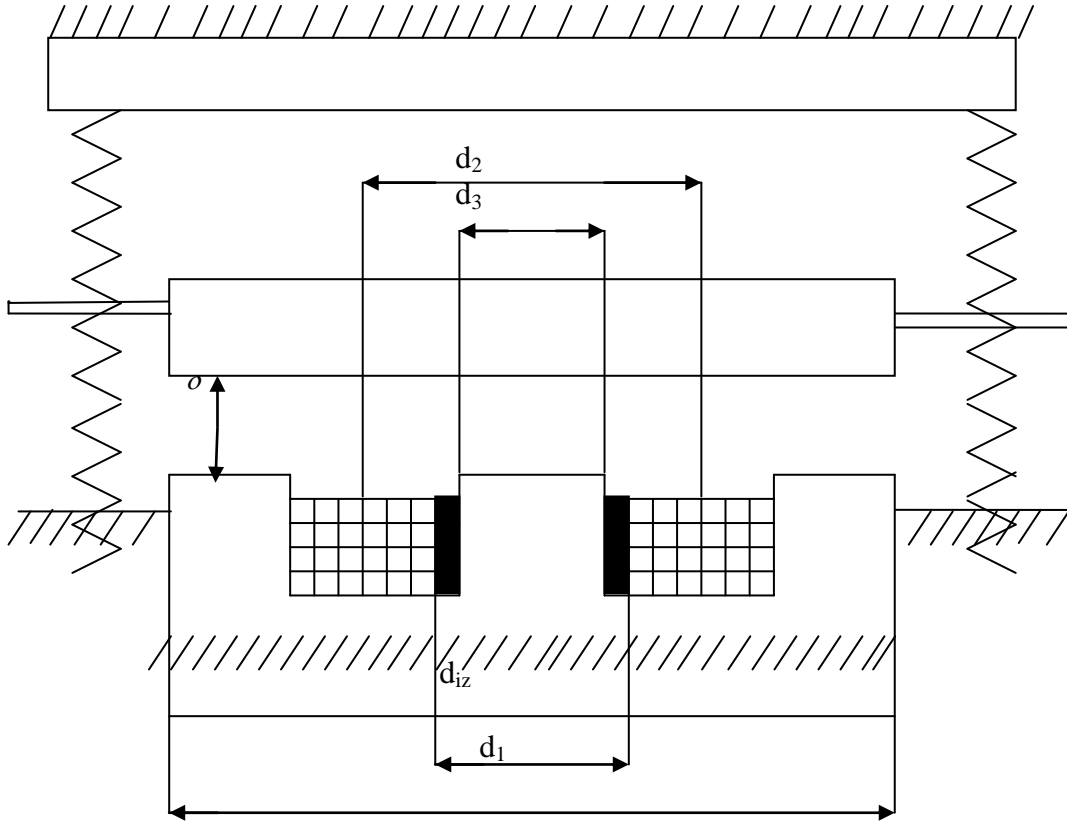
Birfazlı elektromaqnitlər uzun müddətli iş rejimində işlədikdə istilik əvəz sxemlərindən istifadə etmək zəruri olur. Əvəz sxemlərini tərtib edərkən aşağıdakı qeyd olunan sadələşdirici məsələləri yerinə yetirmək lazım gəlir: [ 2]

1. Elektromaqnitin alın hissələrindəki ayrılan istilik xaricə ötürülür.
2. Elektromaqnit daxilində kəsiyi III olan yarmodan istilik gövdəyə və oradan da ətraf mühitə ötürülür.
3. Yaylarda sıxılma və dartılma hesabına ayrılan istilik elektromaqnit ümumi itkilərinə əlavə olunur. Həqiqətdə elektromaqnitlərdə istilik mübadiləsi prosesi çox mürəkkəbdir, amma əvəz sxemində alınan nəticələri qənaətbəxş hesab etmək olar.

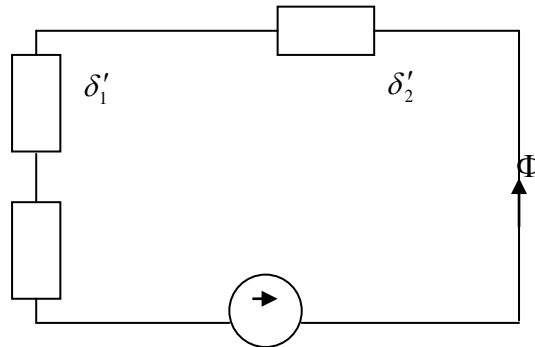
Elektromaqnitlərin istilik hesabını aparmaq üçün aşağıdakı parametrləri bilmək lazımdır:

Şəkil 4-də elektromaqnit ölçüləri:  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  –xarici, orta və nüvənin diametri, sm

$\delta$  –tərpənməz dolaqlar yerləşdirilmiş kəsiyi III olan nüvə ilə hərəkət edən lövbər arasındakı hava boşluğudur.



Şəkil 4. Birfazlı vibrasiya qurğusunun modeli



Şəkil 5. Vericinin əvəz sxemi

Elektromaqnitlərin istilik hesabı üç mərhələdə aparılır:

1. İstilik müqavimətlərinin hesabı
  2. Gövdənin temperaturunun hesabı
  3. Şəkil 5-də verilmiş sxemə görə istilik artımının bir fazada təyin olunması
- Yarmo üzərinə yerləşdirilmiş izolyasiyalı dolaq məfillərinin müqaviməti, naqillərin şərti sayı və getdiyi yolda  $\frac{d_2}{2}$  izolyasiyanın qalınlığı (şəkil 3)

$$n_1 = \frac{d_{or} \cdot d_2}{2d_{iz}}$$

$$\delta'_1 = \delta'(n_1 - 1) + \frac{\delta'}{2}$$

Burada  $d_{or}$  dəmir içliyin daxili diametridir,  $\delta'$  - naqilləri iki tərəfli izolyasiya qatının qalınlığıdır.

Dolaq naqillərinin şərti sayı və getdiyi yolda izolyasiya qatının qalınlığı  $\frac{h \cdot z_s}{2}$ -dir.

$$n_2 = \frac{h \cdot z_s}{2d_{iz}}; \quad \delta'_2 = \delta'(n_2 - 1) + \frac{\delta'}{2}$$

İstilik əvəz sxeminə görə izolyasiyanın ekvivalent qalınlığı

$$\delta'_\eta = \frac{\delta'_1 \cdot \delta'_2}{2\delta'_2 + \delta'_1}$$

Naqil izolyasiyanın istilik müqaviməti

$$R_l = \frac{\delta'_\eta}{z_s \cdot l_1 \cdot P \cdot k_{i0}}$$

Burada  $l_1 = l_s \cdot k_c$

$k_c$  -doldurma əmsalıdır.  $k_c = 1$

$P$  – yarmonun perimetri;  $k_{i0}$  – dolaq naqillərinin izolyasiyasının istilik ötürmə əmsalı (PEV -2 üçün  $k_{i0} = 0,0004$ )

Gövdənin temperaturunun hesablanması üçün  $\theta_{ehate}$  – əhatə mühitin temperaturu verilir. Poladda (yarmoda) itkilər:

$$V_p = 0,5 \cdot P_p \cdot R_{ps}$$

Burada  $P_p$ -yarmoda daxili və xarici itkilər;

Yarmonun tam müqaviməti:

$$R_{ps} = R_p + R_y$$

Yarmoda mis itkiləri:

$$V_{m.s} = P'_{m.s} \cdot R_i$$

Burada  $P'_{m.s} = P_{m.s} + 0,5P_\circ$

$P_\circ$  – əlavə itkilərdir.

Gövdədə temperatur artımı

$$\theta'_G = \frac{\sum P}{S_1 \cdot K_1}$$

Elektrik maqnitin xarici səthi

$$S_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{2} + \pi \cdot d_3^2$$

$$k_1 = 0,56 \cdot 10^{-3} d_1^{0.5}$$

Konveksiya üsulu ilə səpələnmə istiliyi

$$P_i = \sum P - P_{izol}$$

Gövdədə orta temperatur artımı

$$\theta_i = \left( \frac{5360 \cdot k_2 \cdot P_G}{S \cdot d_1^{0.5}} \right)^{0.8}$$

Burada  $k_2 = 0,87 \div 0,94$

### **NƏTİCƏ**

1. İstilik hesabı intellektual birfazlı elektromaqnitlərin dolaqlarının optimal təyin olunmasında əsas yer tutur.
2. Maqnit keçirici metalda, nüvə, yarmo və misdə itkilərin azaldırılmasına imkan yaranır.
3. Kommutasiyanı kifayət qədər sadə və mükəmməl edir.
4. İzolyasiyaya düşən buraxıla bilən temperaturun saxlanması mümkün olur.

### **ƏDƏBİYYAT**

1. Лопухина Е.М., Сомихина Г.С. Проектирование асинхронных микромашин с полым ротором. Москва: Энергия, 1968 г., с. 328
2. Sənaye tullantılarının zərərsizləşdirilməsi və onlardan istifadə. // Beynəlxalq Kimya ilinə həsr olunmuş Respublika konfransı. Sumqayıt: 2011, 207 s.

### **РЕЗЮМЕ**

#### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ОДНОФАЗНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ТЕРМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**

*Мамедов Ф.И., Гудретли И.Р., Расулов Х.Р., Юсифов Р.А.*

**Ключевые слова:** *электромагнит, сердечник, генератор, якорь*

Изучение тепловых процессов интеллектуальных электромагнитов делает возможным оптимальное выполнение обмоток и уменьшение потерь в меди, сердечнике и магнитоприводе.

### **SUMMARY**

#### **INTELLECTUAL SINGLE-PHASE ELECTROMAGNETIC THERMAL PROCESSES**

*Mamedov F.I., Gudretli I.R., Rasulov H.R., Yussifov R.A.*

**Key words:** *electromagnetic, core, generator, anchor*

The study of thermal processes of intelligent electromagnets enables optimal performance of windings and decrease losses in the copper, core and magnetodrive.

Daxil olma tarixi: İlk variant 29.03.2015  
Son variant 20.04.2015

UOT 621.311

## REAKTİV GÜC MƏNBƏLƏRİ OLAN ELEKTRİK ŞƏBƏKƏLƏRİNDƏ GƏRGİNLİYİN QEYRİ-SİNUSOİDALLIĞININ TƏDQIQI

**QULİYEV HÜSEYNQULU BAYRAM oğlu**

*Azərbaycan Elmi-Tədqiqat və Layihə-Axtarış Energetika İnstitutu, şöbə rəisi, dosent*

**HACIYEV NAİB İSMIXAN oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, . prorektor, baş müəllim*

*E-mail: huseyngulu@mail.ru*

**Açar sözlər:** *elektrik şəbəkəsi, gərginliyin qeyri-sinusoidalılığı, qeyri-xətti yük, kompensasiya.*

Enerji sistemin şəbəkələrində elektrik enerjisinin paylanması effektivliyinin yüksəldilməsi üzrə texniki tədbirlərin yerinə yetirilməsi zamanı qeyri-xətti yüklərin təsirinin nəzərə alınması məqsədilə yüksək gərginlik harmonikalarının səviyyəsi qiymətləndirilmiş, müəyyən tezliklərdə rezonan halının yaranma ehtimalı araşdırılmışdır. Bir neçə harmonik təhrif mənbəyi olan standart şəbəkə sxemi üçün yüksək harmonikaların qismən kompensasiya effekti yoxlanılmışdır.

Elektrik şəbəkələrində qeyri-sinusoidal rejimlərin tədqiqinin uzun illər davam etməsinə baxmayaraq son illər bu sahədə sanki bir durğunluq müşahidə olunmaqdadır. Bunu məlum müəyyən dövr üçün sənaye istehsalının inkişafındakı ləngimələrlə əlaqələndirmək olar. Lakin istehsal və digər sahələrin hazırkı yüksək tempfli inkişafı şəraitlərində gərginliyin qeyri-sinusoidalığının təsirinin azaldılması yenidən aktualıq kəsb etməyə başlamışdır. Belə ki, sənaye müəssisələrində, məişət və nəqliyyatda qeyri-xətti volt-amper xarakteristikalı elektrik işlədicilərinin çəkisinin əhəmiyyətli dərəcədə artması qidalandırıcı şəbəkələrdə gərginlik və cərəyanın yüksək harmonik mürəkkəbələrinin (YHM) səviyyəsinin daha da yüksəlməsinə gətirib çıxarmışdır. Məlumdur ki, bunun nəticəsində şəbəkə elementlərində əlavə elektrik enerjiləri yaranır, sabit cərəyan maşınlarının komutasiya şəraiti pisləşir, avtomatik idarəetmə sistemlərinin işləmə keyfiyyəti aşağı düşür və s. [1]. Şəbəkədə gərginliyin (cərəyanın) YHM-nin yaranması səbəbindən rele mühafizəsi və avtomatika qurğularının səhv işləmə ehtimalı artır. Qeyri-sinusoidal gərginlikdə elektrik avadanlıqlarının izolyasiyası vaxtından əvvəl köhnəlir və istismarı mümkün olmur.

Məlumdur ki, statik kondensator batareyalarının (SKB) YHM səviyyəsi yüksək olan elektrik şəbəkələrdə işləməsi praktik olaraq mümkün olmur - onlar cərəyan və gərginlik üzrə ifrat yüklənmələrdən ya açılırlar ya da sıradan çıxırlar [2]. Qeyri-xətti voltamper xarakteristikalı işlədicilərin şəbəkəyə generasiya etdikləri rezonans harmonik qrup cərəyanları əhəmiyyətli dərəcədə artırlar və qeyd etmək olar ki, bu harmonikaların gərginliyi bilavasitə SKB-yə tətbiq olunur. Bununla yanaşı, SKB-nin tutum müqaviməti harmonikanın nömrəsi artdıqca azalır. Bu ona gətirib çıxarır ki, SKB vasitəsilə birinci harmonika ilə eyni ölçüdə, bəzən isə ondan artıq olan rezonans cərəyanları axır. Kondensatorlar cərəyan üzrə 30%-ə qədər, gərginlik üzrə isə 10%-ə qədər ifrat yüklənə bilər [3]. Əslində isə, rezonans nəticəsində cərəyan üzrə ifrat yüklənmə 400-500%-ə çata bilər, belə ki, rezonans tezlik cərəyanları birinci harmonika cərəyanını əhəmiyyətli dərəcədə keçə bilər. SKB-nin gücünü və quraşdırılma yerini seçərkən qeyri-xətti yüklərin generasiya etdikləri harmonik gərginlik və cərəyan tezliklərinin birində rezonans hadisəsinin baş vermə ehtimalını nəzərə almaq lazımdır. Məsələn, reaktiv gücün kompensasiyası məqsədilə sənaye müəssisələrinin birində layihə üzrə ümumi gücü 11500 kVAr olan SKB quraşdırılmışdır. Lakin yarımkeçirici düzləndirici aqreqlərin generasiya etdiyi yüksək harmonikalar səbəbindən onların işə qoşulması mümkün olmamışdır. Kəskin cərəyan sıçrayışların 150-180%-a çatması kondensatorların sıradan çıxmasına səbəb olmur: 5 saat

ərzində ümumi gücü 1400kVAr olan 50 kondensator bankası işdən çıxmışdır. SKB-nin qeyri-normal "uğultusu" və onun maksimal mühafizədən açılması müşahidə olunmuşdur. Eyni zamanda qeyd etmək lazımdır ki, reaktiv gücü kompensasiya etmədən qurğunun normal işləməsi mümkün deyil, çünki güc əmsalı  $\cos\varphi = 0,57 \div 0,6$  təşkil edir [4].

Gərginliyin qeyri-sinusoidallığı şəraitlərində SKB-nin işinə qidalandırıcı şəbəkənin və kondensator batareyalarının yüksək harmonikalarının qarşılıqlı təsiri mövqeyindən baxmaq lazımdır. Eyni zamanda bir neçə YHM mənbəyi olduqda müəyyən olunmuşdur ki, yüksək harmonikaların qismən kompensasiyaları baş verir ki, bu da gərginliyin qeyri-sinusoidallıq göstəricilərini müəyyən dərəcədə azaldır [5-7]. Aparılmış çoxsaylı təcrübələr göstərmişdir ki, ventil çeviriciləri olan dartqı yarımstansiyalarının qidalandığı paylayıcı elektrik şəbəkələrində gərginliyin qeyri-sinusoidallığı, bir qayda olaraq, standartın müəyyən etdiyi normaları keçir [6], bəzi hallarda isə 20%-ə çatır. Ona görə də, qeyd olunan qeyri-xətti yüklü şəbəkələrdə RGK məsələsi hələlik tam həllini tapmamışdır.

Ventil çeviricili elektrik şəbəkələrinin hesabı göstərmişdir ki, RGK məqsədilə SKB-ni işə qoşduqda onun cərəyanı tələb olunan normanı çox dəfələrlə keçir ki, bu da kondensatorların zədələnməsinə gətirib çıxarır. Yekun harmonik mürəkkəbə əmsalı  $K_U$  SKB-nin qoşulduğu nöqtədə kəskin artır.

Beləliklə, qeyri-xətti volt-ampere xarakteristikalı yüklərin payı yüksək olan şəbəkələrdə RGK məqsədilə SKB-lərdən istifadə olunması problem məsələdir. Hər bir konkret halda batareyanın rezonans qrup harmonikalar ilə ifrat yüklənməsinin hesabını aparmaq tələb olunur. Bəzi hallarda, xüsusən, SKB-nin tutumu kiçik olduqda, belə hesablar kifayət qədər yüksək tərtibli harmonikalara qədər aparılmalıdır [7].

Baxılan işdə qeyri-xətti yüklər olan elektrik şəbəkələrində gərginliyin yüksək harmonikalarının səviyyəsinin və bir neçə YHM mənbəyi olan halda onların qismən kompensasiyası effektivliyinin qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılır, kompüter eksperimentlərinin nəticələri verilir.

**Gərginliyin qeyri-sinusoidallıq göstəriciləri və onların normaları.** Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, qeyri-xətti volt-ampere xarakteristikalı yüklərin generasiya etdikləri yüksək harmonik mürəkkəblər statik kondensator batareyalarının tətbiqi ilə reaktiv gücün kompensasiyası və onun idarə olunması zamanı əlavə çətinliklər yaradır. Bu ilk növbədə kondensatorların gərginlik və cərəyanın qeyri-sinusoidallığının səviyyəsindən asılı olaraq onların ifrat yüklənmə ehtimalı ilə əlaqədardır. Odur ki, belə spesifik yükləri olan şəbəkələrdə RGK ilə əlaqədar tədbirlərin görülməsindən əvvəl gərginlik və cərəyanın qeyri-sinusoidallıq göstəricilərinin tədqiqini aparmaq lazımdır.

Ümumi təyinatlı elektrik təchizat sistemlərində elektrik enerjisinin keyfiyyət normaları artıq 2013-cü ildə qüvvəyə minmiş MDB ölkələri tərəfindən qəbul edilmiş (Azərbaycan sənədin qəbulunda iştirak etməmişdir) QOST 32144-2013 Beynəlxalq standartı ilə tənzimlənir. Sözügedən Standarta əsasən gərginliyin qeyri sinusoidallığı aşağıdakı göstəricilərlə xarakterizə olunur [8]:

- elektrik enerjisi verilişi nöqtəsində gərginliyin  $U_1$  birinci harmonikasına nisbətə 40-cı tərtibə qədər yüksək harmonik mürəkkəbə əmsallarının  $K_{U(n)}$  qiymətləri:

$$K_{U(n)}, \% = \frac{U_n}{U_1} \cdot 100$$

burada,  $U_1$  – gərginliyin əsas harmonikasının təsiredici qiyməti;  $U_n$  – gərginliyin n-ci harmonikasının ( $n = \overline{2, 40}$ ).

[8] - ə əsasən gərginliyin 40 harmonikasının nəzərə alınması kifayətdir. Gərginliyin harmonik mürəkkəbə əmsallarının  $K_{U(n)}$  qiymətləri kanonik tərtibli mürəkkəbələr üçün [8] üzrə müəyyən edilir.

- elektrik enerjisinin verilişi nöqtəsində 40-cı tərtibə qədər bütün yüksək harmonik mürəkkəbələrin qiymətlərinin cəminin orta kvadratik qiymətinin əsas mürəkkəbənin təsiredici qiymətinə nisbəti ifadə edən gərginliyin yekun harmonik mürəkkəbə əmsalı -  $K_U, %$  :

$$K_U, \% = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_n}}{U_1} \cdot 100$$

Gərginliyin yekun harmonik mürəkkəbə əmsalının 10 dəq zaman intervalında ortalaşdırılmış qiyməti cədvəl 1-də verilmiş qiymətləri bir həftədəki zaman intervalının 95%-i müddətindən, cədvəl 2-də verilmiş qiymətləri isə bir həftədəki zaman intervalının 100%-i müddətindən artıq keçməməlidir [8].

**Cədvəl 1.**

**Gərginliyin yekun harmonik mürəkkəbə əmsalının  $K_U, %$  qiymətləri**

Elektrik şəbəkəsinin gərginliyi, kV			
0,38	6-25	35	110 - 220
8,0	5,0	4,0	2,0

**Cədvəl 2.**

**Gərginliyin yekun harmonik mürəkkəbə əmsalının  $K_U, %$  qiymətləri**

Elektrik şəbəkəsinin gərginliyi, kV			
0,38	6-25	35	110 - 220
12,0	8,0	6,0	3,0

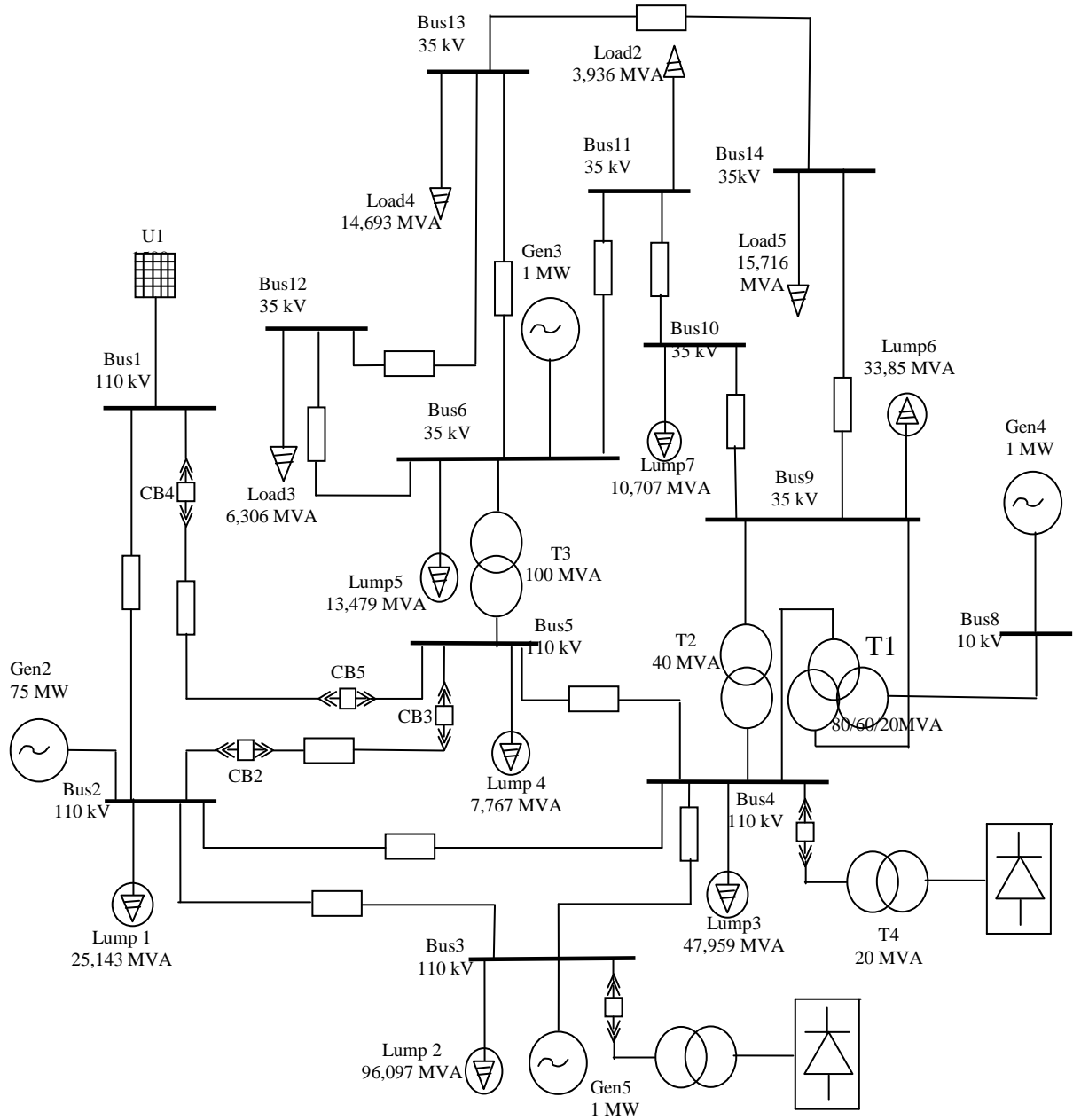
Tezlik çeviricilərinin və digər idarəedici avadanlıqların işi ilə əlaqədar yaranan gərginliyin interharmonik mürəkkəbələrinin buraxıla bilən səviyyələri baxılmaq mərhələsindədir.

**Tipik elektrik şəbəkəsi üçün gərginliyin YHM-in tədqiqi.** Qeyri-xətti yüklər şəraitində gərginliyin qeyri-sinusoidalıq göstəricilərinin səviyyələrinin qiymətləndirilməsi məqsədilə 14 düyünlü standart IEEE sxemi üzrə (şəkil 1) şintlərdə gərginliyin və qollarda cərəyanın yüksək harmonikalarının kompüter hesabları aparılmışdır. Hesabatlar ETAP proqram kompleksi formatında yerinə yetirilmişdir [9].

14 düyünlü sxemdə iki şinə 6 fazalı düzləndiricidən ibarət yüksək harmonika mənbəyi qoşulmuşdur. 4-cü şində YHM olan hal üçün B1, B2, B4 və B14 şintlər üçün gərginliyin yekun harmonik mürəkkəbə əmsalının  $K_U$  (THD) hesabat nəticələri şəkil 2-də verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, maksimal yük rejimində 4, 9, 14-cü düyünlərdə  $K_U$  əmsalının qiymətləri uyğun olaraq 7%, 6% və 4,1% təşkil edir. Bu isə [8] - də qoyulan norma hədlərindən kənara çıxır. Minimal rejimdə də məsələn, 4-cü və 9-cü rejimlərdə yekun harmonik mürəkkəbə əmsalı 3%-ə yaxın alınır və nəzərə alınmalıdır. Digər şintlərdə  $K_U$  əmsalı norma hədlərində yerləşir.

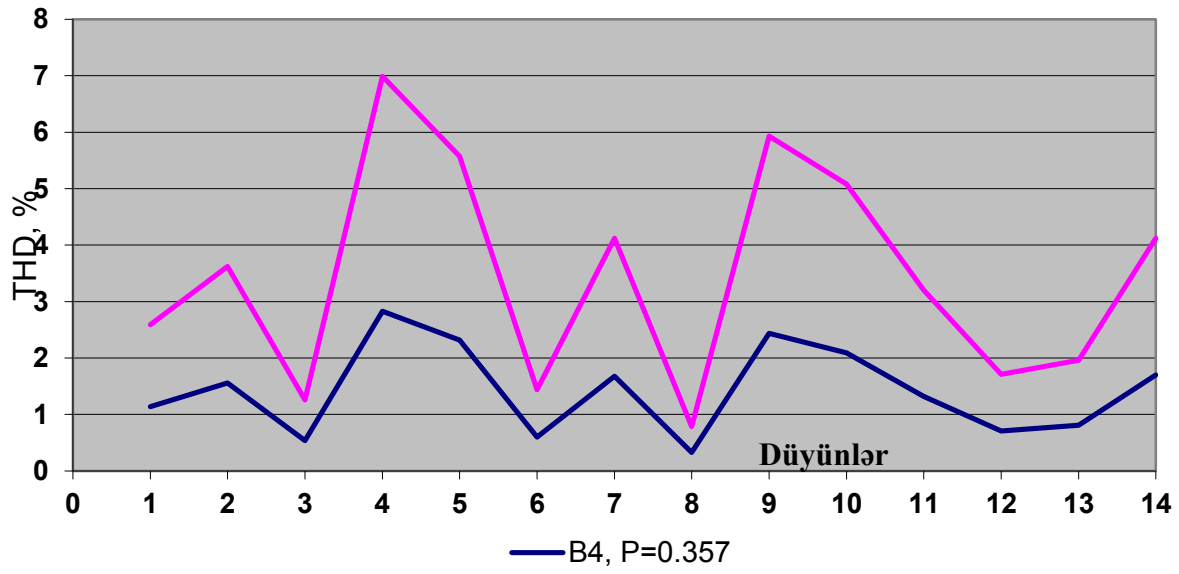
Şəkil 3-də B1,B2,B4,B14-cü düyünlər üçün gərginliyin harmonik spektrləri təsvir olunmuşdur. Görüldüyü kimi gərginliyin spektral tərkibində 5-ci harmonikadan başlayaraq 29-cu harmonika üstünlük təşkil edir. Şəkil 3,a və e-dən görüldüyü kimi spektrdə səviyyəsi az olmasına baxmayaraq 67 (0,15%) və 71-ci (0,1%) harmonikalar da mövcud olduğundan həmin tezliklərdə təhlükəli rezonans hadisəsinin baş verməsi imkanı yaranır. Gərginliyin yekun

harmonik mürəkkəbə əmsalı yükün maksimal qiymətində B4 şinində 7%-ə bərabər olur ki, bu da [8] üzrə normadan artıqdır.

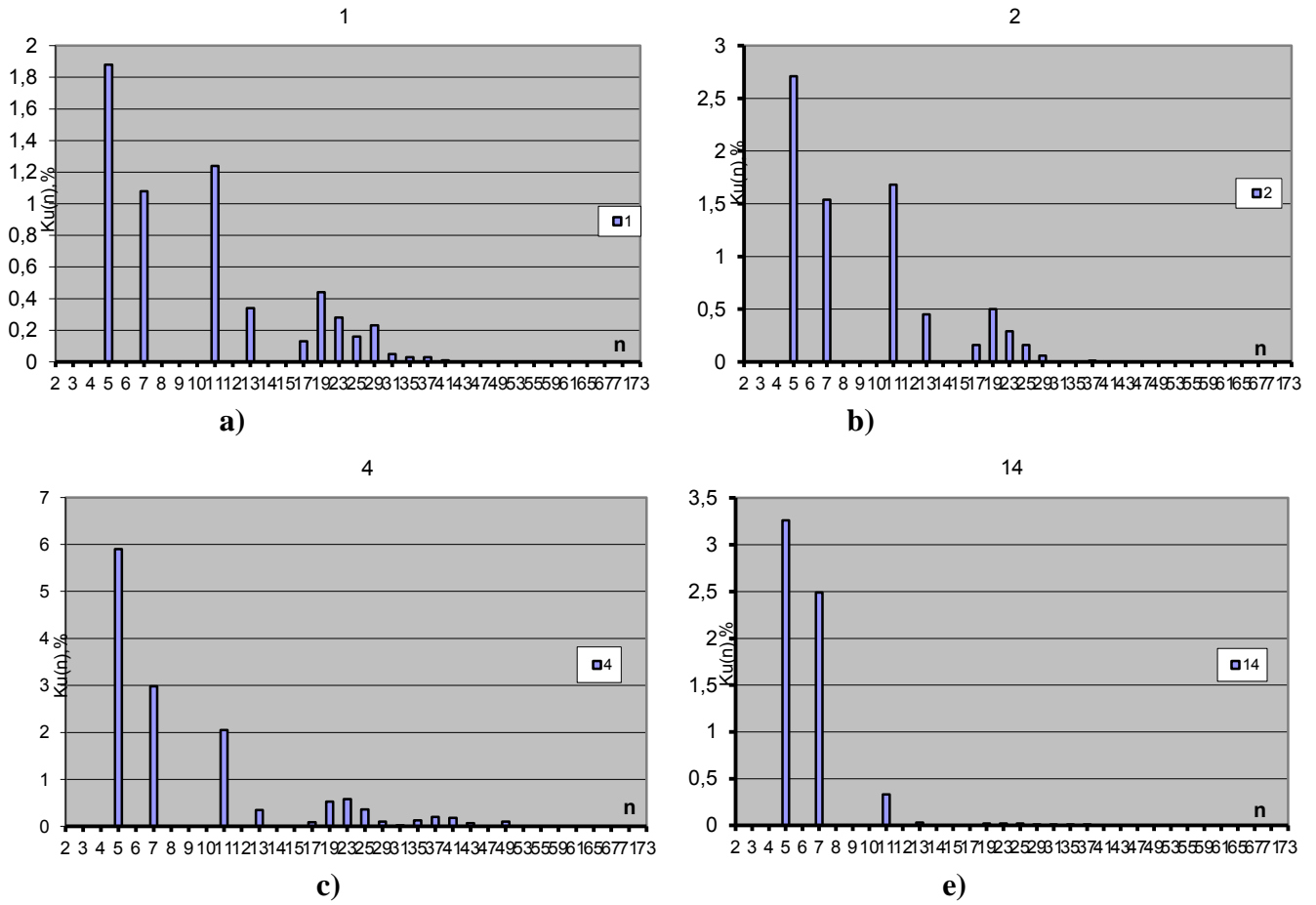


Şəkil 1. Standart 14 düyünlü IEEE sxemi





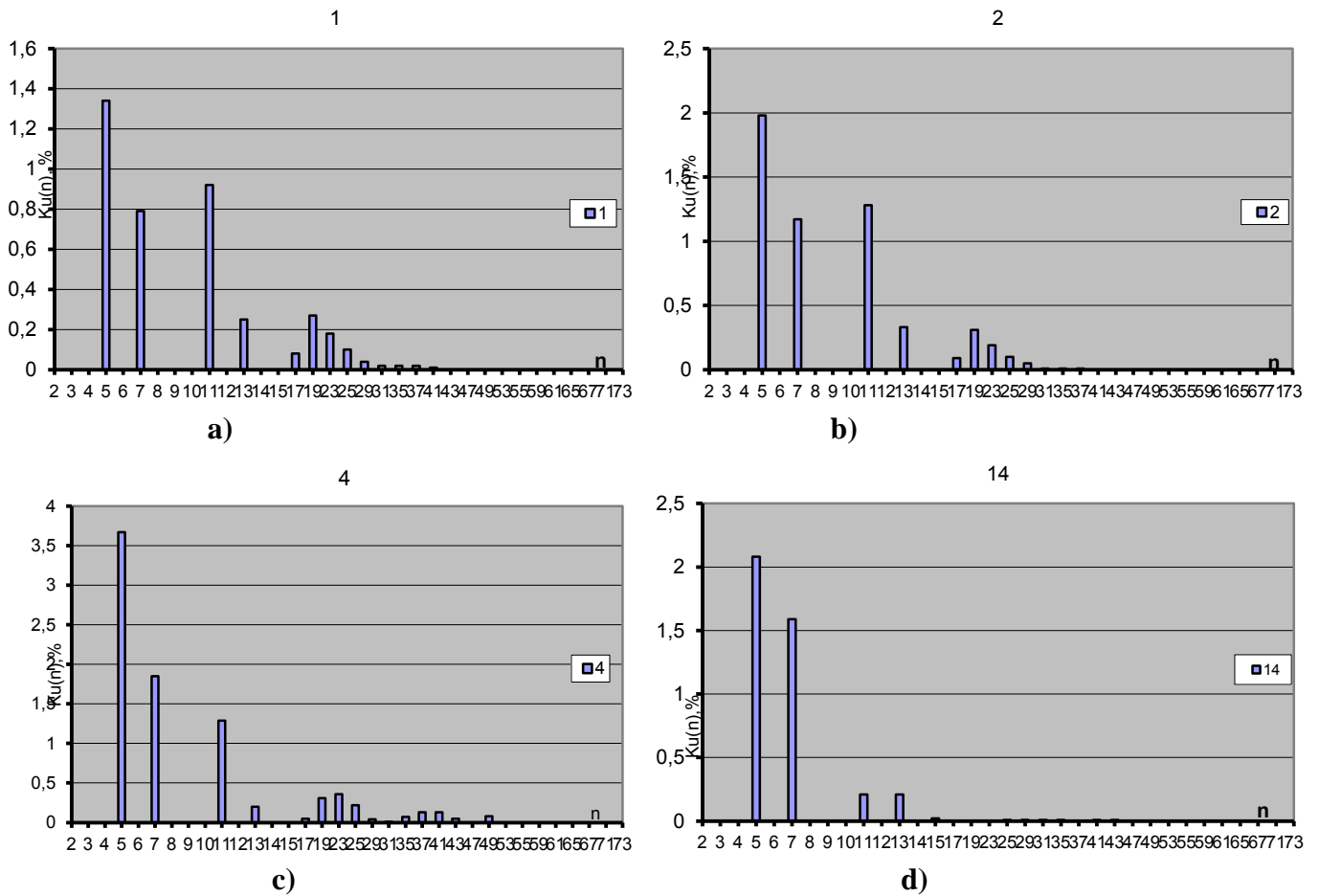
Şəkil 2.  $K_U$  əmsalının profili



Şəkil 3. B4 düyününə YHM qoşulan hal üçün gərginliyin spektral tərkibi  
a-B1 şini; b-B2 şini; c-B4 şini; d-B14 şini

14 düyünlü sxemin B3 və B4 şinlərinə YHM qoşulan hallar üçün yekun harmonik mürəkkəbə əmsalının qiymətləri və gərginliyin spektral tərkibinin təyini üzrə kompüter eksperimenti nəticələri şəkil 4-də təsvir olunmuşdur. Hesabatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki,  $K_U$  -nin qiymətləri baxılan xarakterik şinlər üçün 5% həddi keçmir (ən böyük B4 şinində 4,4%). Bu ilk növbədə yuxarıda qeyd edildiyi kimi, onunla izah olunur ki, müxtəlif YHM-lərin yaratdıqları gərginlik harmonikalarının bucaqlarının işarəsi və qiymətlərinə əsasən onların qismən kompensasiyaları baş verir və bunun nəticəsində  $K_U$  əmsalının yekun qiyməti azalır.

Şəkil 3-dən görüldüyü kimi, B3 və B4 şinlərinə YHM-lər qoşulan hal üçün xarakterik düyünlərdə gərginliyin spektrlərindəki xarakterik harmonikalar əsasən 5, 7, 11-ci harmonikalardır. Qeyd olunan harmonikalar üzrə rezonans hadisəsinin baş vermə ehtimalı vardır.



Şəkil 4. B3 və B4 düyünlərinə YHM qoşulan hal üçün gərginliyin spektral tərkibi  
a-B1 şini; b-B2 şini; c-B4 şini; d-B14 şini

Hesabatlar göstərmişdir ki, təhrifedici yükün minimal qiymətində bəzi 110kV-luq düyünlərdə  $K_U > 2\%$  olduğundan gərginliyin yüksək harmonikalarının azaldılması və belə şəraitlərdə, məsələn, SKB-nin xüsusi idarəetmə alqoritminin işlənməsi tələb olunur.

Beləliklə, aparılan hesabatlar onu qeyd etməyə əsas verir ki, qeyri-xətti təhrifedici xarakterli yüklər şəraitində reaktiv gücün kompensasiyası və onun idarə olunması alqoritmini işləyərkən SKB-nin tez-tez ifrat yüklənmələrinin və müvafiq olaraq onların vaxtından əvvəl sıradan çıxmalarının qarşısının alınmasının təmin olunması üçün gərginliyin yekun harmonik mürəkkəbə əmsalının qiymətlərini nəzərə almaq vacibdir.

**Nəticə.** 1. Müasir inkişaf şəraitində elektrik şəbəkələrinin ümumi yükündə qeyri-xətti volt-ampere xarakteristikalı elektrik işlədicilərinin çəkisinin əhəmiyyətli dərəcədə artması qidalandırıcı şəbəkələrdə gərginlik və cərəyanın yüksək harmonik mürəkkəbələrinin səviyyəsinin daha da yüksəlməsinə gətirib çıxarmışdır. Belə hal, enerjisistemin paylayıcı şəbəkələrində elektrik enerjisinin paylanması effektivliyi üzrə müəyyən texniki tədbirlərin yerinə yetirilməsi zamanı bu faktorun nəzərə alınmasını tələb edir.

2. Standart 14 düyünlü IEEE sxemi əsasında iki şinə yüksək harmonika mənbəyi qoşulan hal üçün gərginliyin qeyri-sinusoidalıq göstəricilərinin səviyyələrinin qiymətləndirilməsi üzrə kompüter hesabatları aparılmışdır. Gərginliyin spektrində daha yüksək tərtibli harmonikalr (69, 71) müşahidə olunmuşdur, hesabat nəticələri yekun harmonik mürəkkəbə əmsalının bəzi hallarda norma hədlərindən yuxarı olduğunu göstərmişdir və bu yüksək tezliklərdə şəbəkədə rezonans vəziyyətinin yaranma ehtimalını artırır.

### ƏDƏBİYYAT

1. Карташев И.И. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения. М.: МЭИ, , 2000. 120 с.

2. Овсейчук В.А., Трофимов Г.Г. Техничко-экономическая эффективность регулирования реактивной мощности и напряжения в распределительных электрических сетях. М.: ИПКГосслужбы, 2009, 70 с.

3. Гулиев Г.Б. Оптимизация режима реактивной мощности в сети электроснабжения промышленного предприятия с потребителями создающими гармонические искажения // Научные Известия СГУ, №3, 2006, с.92-95.

4. Иванов В.С., Соколов В.И. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1987, 336 с.

5. Фархадзаде Э.М., Гулиев Г.Б. Расчет показателей несинусоидального режима узла нагрузки. Москва : Электричество, 2002, №8, с. 20-26.

6. Farkhadzade E.M., Guliyev H.B. Bases of the theory of distortion in electrical circuits with nonlinear Power. Fizika, 2003, №2, p.29-33.

7. Гулиев Г.Б. Методические особенности расчета и измерения мощности (энергии) в цепях с нелинейной нагрузкой. М.: Проблемы энергетики, 2008, №4, с. 46-52.

8. ГОСТ 32144 - 2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Стандартинформ, 2014 .

9. ETAP, PowerStation 4.0, User Guide. Volume II, Analysis Modules. Operation Technology, Inc. Registered to ISO 9001, Certification No. A3147, 2002.

### РЕЗЮМЕ

#### ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИСТОЧНИКАМИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

*Гулиев Г.Б., Гаджиев Н.И.*

**Ключевые слова:** *электрическая сеть, несинусоидальность напряжения, нелинейная нагрузка, компенсация.*

Проведена оценка уровня высших гармонических напряжений с целью учета влияния нелинейных нагрузок при выполнении технических мероприятий для повышения эффективности распределения электроэнергии в сети энергосистем и исследование вероятности возникновения резонансных явлений на определенных частотах. Проверен эффект частичной компенсации высших гармоник для схемы стандартной сети с несколькими источниками гармонических искажений.

**SUMMARY**  
**RESEARCH NOT SINUSOIDALITY VOLTAGE IN THE ELECTRIC**  
**NETS WITH SOURCES OF REACTIVE CAPACITY**

*Guliyev H.B., Hajiyev N.I.*

**Keywords:** *an electric net, unsinusoidality voltage, nonlinear loading, indemnification.*

Estimation of level of the higher harmonious voltage for the purpose of the account of influence of nonlinear loadings at performance of technical actions for increase of efficiency of distribution of the electric power to networks of power supply systems and research probability occurrence of the resonant phenomena on certain frequencies is made. Effect of partial indemnifications of the higher harmonics for the scheme of a standard network with several sources of harmonious distortions is checked up.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	01.06.2015
	Son variant	22.06.2015

UOT 621.771.2

**DƏMİR FİLİZİNİ ZƏNGİNLƏŞDİRMƏ MAŞININDA FIRLANAN KONSTRUKTIV  
ELEMENTLƏRİN DAYANIQLIĞININ ARTIRILMASI**

**ABDULLAYEV QURBAN SADIX oğlu,**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**ABBASOV QUDRƏT SALMAN oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**BAĞIROV ZİYAFƏT ORUC oğlu,**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, b.m.*

*e-mail: [Abdullayev.qs@bk.Ru](mailto:Abdullayev.qs@bk.Ru)*

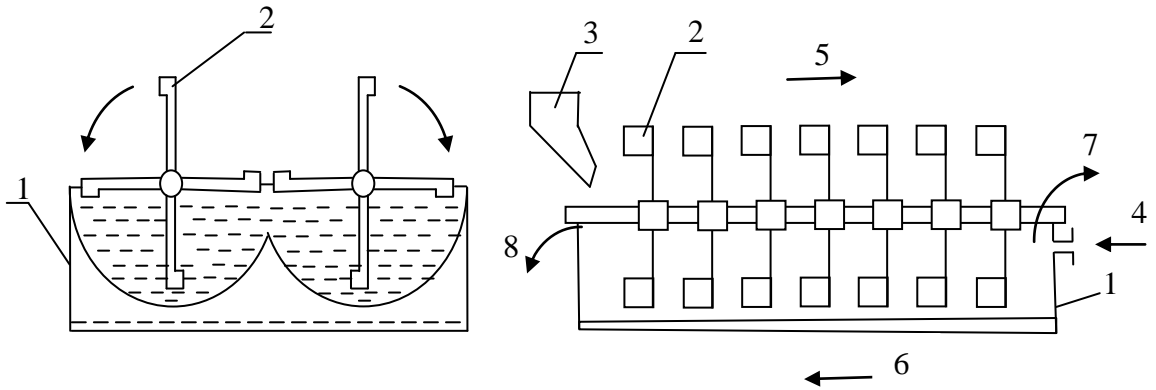
***Açar sözlər:** zənginləşdirmə, filiz, yuma maşını, korroziya, nəqletdirici val*

*Məqalə dəmir filizin zənginləşdirmə maşınında fırlanan konstruktiv elementlərin dayanıqlığını artırmaq və korroziyadan qorunması üçün xüsusi antikorrozion örtüklərin tətbiqi ilə avadanlığın konstruksiyasının təkmilləşdirilməsinə həsr olunmuşdur. Məqalənin həlli üçün vanna tipli filiz zənginləşdirmə maşınının yeni texnoloji sisteminin işlənməsi və maşının fırlanan konstruktiv elementlərinin səthinin sinklə örtülməsi təklif olunmuşdur.*

**Giriş.** Son dövrdə respublikada metallurgiya sənayesinin inkişaf etdirilməsi, metallurgiya avadanlıqlarının daha məhsuldar, iqtisadi cəhətdən səmərəli avadanlıqla təmin olunması tələb olunur. Ona görə də metallurgiya sənayesinin əsas texniki sahələrindən biri hesab olunan dəmir filizinin zənginləşdirmə maşınının fırlanan konstruktiv elementlərinin davamlılığının artırılmasına aktual məsələ kimi baxmaq olar.

Məlumdur ki, bəzi hallarda filizdə faydalı metal elə az miqdarda olur ki, belə filizdən metal və ya ərintinin alınması iqtisadi cəhətdən əlverişli olmur. Odur ki, əvvəlcə filizin istifadə üçün yararlığı müəyyən edilir, yəni filizin tərkibindəki faydalı elementin miqdarı təyin olunur və lazım gələrsə, o, zənginləşdirmə prosesinə uğradılır. Zənginləşdirmə prosesi filizi təşkil edən ayrı-ayrı komponentlərin müxtəlif fiziki-kimyəvi xassələrə malik olmasına əsaslanır. Zənginləşdirməni – yuma, qravitasiya, maqnitli seperasiya, flotasiya, yandırma və s. kimi üsullardan birini və ya bir neçəsini tətbiq etməklə aparmaq olar. Yuma prosesi müxtəlif konstruksiyalı qurğularda yerinə yetirilir. Hər bir qurğu müəyyən olunmuş prinsiplə işləyir. Məsələn, baraban tipli yuyucu qurğuda filizin yumşaq boş süxurları asanlıqla yuyulur və su ilə kənar olunur. Baraban tipli yuyucu maşının yüksək məhsuldarlığı (150-190 t/saat) olsa da, bu maşında suyun sərfinin (3-5 m<sup>3</sup>/t) yüksək olması və filizin dəmirli hissəsinin itkisinin (25 %-ə qədər dəmir birləşmələri) çox olması, qurğuda intiqal tipli dişli çarx ötürmələrindən istifadə olunması, bu maşının çatışmayan cəhəti hesab olunursa, onun istehsalatda geniş tətbiqini məhdudlaşdırır. Göstərilən çatışmazlığı aradan qaldırmaq üçün su ilə yuma prinsipi ilə işləyən digər konstruksiya yaradılmışdır. Bunlardan biri qülləli yuma qurğusudur. Bu qurğuda filizin faydalı hissəsinin çıxarılma dərəcəsi  $\varepsilon = 95\%$  olsa da, onun mürəkkəb konstruksiyaya malik olması, qurğuda sudan və sıxılmış havadan istifadə olunması, qurğunun konstruksiyasının mürəkkəbliyi onun istehsalatda istifadəsini məhdudlaşdırır.

Vanna tipli yuma maşını aşağıdakı göstəricilərlə xarakterizə olunur: maşının məhsuldarlığı 60-80 t/saat, su sərfi 2-5 m<sup>3</sup>/t, filizin dəmirli birləşməsinin çıxarılma dərəcəsi  $\varepsilon = 85-90\%$ -dir. Mövcud vanna tipli yuma maşınının texnoloji sxemi şəkil 1-də verilmişdir.



**Şəkil 1.** Mövcud vannalı yuma maşınının sxemi.

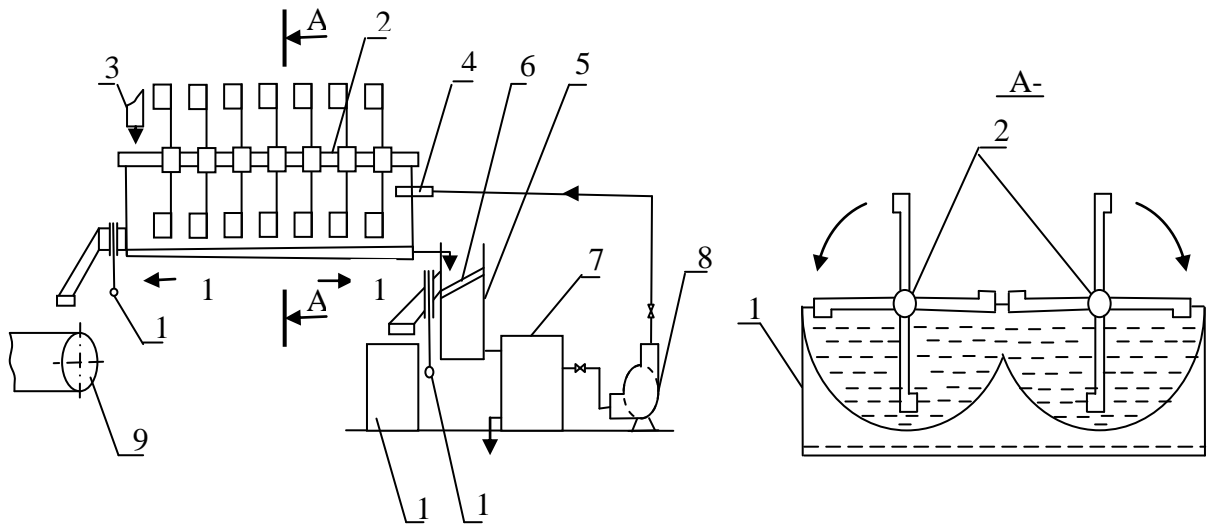
1-maşının vannası; 2-pərli nəqliyicisi; 3-filizi vannaya ötürən nov; 4-suyun vannaya verilmə yolu; 5-filizin vannada hərəkət istiqaməti; 6-suyun vannada hərəkət istiqaməti; 7-zənginləşmiş filizin kənar edilməsi; 8-gilli suyun kənar olunması

Bu maşının çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, onun fırlanan konstruktiv elementlərinin üst səthi daim çirkli suda işlədiyi üçün tez korroziyaya uğrayır və fırlanan konstruktiv elementlərin tez-tez dəyişdirilməsi lazım gəlir. Bu maşında su sərfinin yüksək olması, filizin filiz yuma maşınına yüklənməsinin və yuyulmuş filizin maşından götürülməsinin mexanikləşdirilməməsidir.

Göstərilən çatışmazlıqları aradan qaldırmaq üçün:

1. Vanna tipli yuma maşınında fırlanan konstruktiv elementlərin pərli nəqliyicinin sinklərtülməsi;
2. Yuma maşınında istifadə olunan suyun dövredici sistemlə təmin olunması;
3. Filizin yuma maşınına yüklənməsi üçün şnek ötürməsindən istifadə olunması;
4. Yuyulmuş filizin maşından götürülməsi üçün lentli konveyerdən, istifadə edilməsi təklif olunmuşdur.

Təklif olunan vannalı filiz yuma maşınının texnoloji sxemi şəkil 2-də verilmişdir.



**Şəkil 2.** Təklif olunan vannalı filiz yuma maşınının texnoloji sxemi.

1-maşının vannası; 2-pərli nəqliyicisi valları; 3- filizi vannaya yükləyən şnek; 4-su çiləyici başlıqlar; 5-çökdürücü çən; 6-süzəgəli altlıq; 7-su çəni; 8-nasos; 9-lentli konveyer; 10-çəftələr; 11-filizin vannada hərəkət istiqaməti; 12-suyun vannada hərəkət istiqaməti; 13-çöküntü çəni.

Vanna tipli filiz yuma maşının nəqledici valının və onun pərlərinin termodiffuziya üsulu ilə sinklə örtülməsi üçün termodiffuziya vannasının texniki xarakteristikası sinklənmənin texnoloji prosesi aşağıda verilmişdir:

I. Termodiffuziya vannasının texniki xarakteristikası:

1. Eyni vaxtda emal olunan hissələrin çəkisi 500 kq-a qədər;
2. Vannanın qızdırılma temperaturu  $-380-420^{\circ}\text{C}$ ;
3. Vannanın fırlanma sürəti 8-10 dövr/dəq.;
4. Vannanın qabarit ölçüləri  $500 \times 500 \times 5000$  mm.;
5. Vanna üçün elektrik xəttindən tələb olunan güc 40 kVt.

II. Vannada sinklənmənin texnoloji prosesi:

1. Vannada sink tozunun yüklənməsi və 8-10 dövr/dəq. Sürətlə fırlanması, fırlanmanı dayandıraraq mexaniki təmizlənmiş hissələrin vannaya yüklənməsi;
2.  $200^{\circ}\text{C}$  –yə qədər qızdırılma və fırlanmaya qoşulması;
3. Hissələri  $400^{\circ}\text{C}$  –də, 1-2 saat müddətdə saxlanması;
4. Qızdırmanın saxlanması və  $200^{\circ}\text{C}$  –də fırlanmanın saxlanması;
5. Vanna soyuduqdan sonra hissələrin çıxarılması.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, termodiffuziya üsulu ilə sinklənməmiş hissələrin korroziyaya dayanıqlığı 1,5-2 dəfə artır.

**Məqalənin məqsədi:** fırlanan konstruktiv elementlərin dayanıqlığını artırmaq və korroziyadan qorunması üçün xüsusi antikorroziyon örtüklərdən istifadə etməkdir. Fırlanma zamanı örtüklə silindrik səth arasında yaranan müxtəlif gərginliklər aşağıdakı kimi hesablanır.

Silindrik səthlərin örtüklərində yaranan yüklər və gərginlikləri nəzərdən keçirsək, onda örtük divarının qalınlığı və xarici yüklərin ancaq meridian boyu dəyişdiyini və həlqəvi kəsiklərdə sabit qaldığını qəbul edirik [4]. Onda  $U$  və  $T$  qüvvələrindən yaranan gərginlikləri aşağıdakı formullarla hesablamaq olar.

$$\sigma_m = \frac{U}{S'}; \quad \sigma_h = \frac{T}{S'} \quad (1)$$

Burada  $S'$  –divarın qalınlığı;  $U$  –həlqəvi kəsinin meridianal qüvvəsi;  $T$  –həlqəvi qüvvə.

Əyici momentlərdən yaranan gərginlik:  $\sigma_1 = \pm \frac{6M_m}{(S')^2}; \quad \sigma_2 = \pm \frac{6M_n}{(S')^2}$  (2)

Ümumi meridianal və həlqəvi gərginliklər:

$$\sigma_{mu} = \sigma_m + \sigma_1 = \frac{U}{S'} + \frac{6M_m}{(S')^2}; \quad (3)$$

$$\sigma_{hu} = \sigma_h + \sigma_2 = \frac{T}{S'} + \frac{6M_h}{(S')^2} \quad (4)$$

Onda eninə yaranan qüvvə

$$\tau = \frac{N}{S'} \quad (5)$$

Burada  $N$  –normal gərginlik;  $M_m$  –meridianal əyici momentdir,  $M_h$  –həlqəvi əyici moment.

**Nəticə.** Aparılmış tədqiqatlardan belə nəticəyə gəlmək olar ki, pərli nəqletdirici valları antikorroziyon örtüklə örtülməsi yuyucu maşının uzunömürlülüyünü artırır və təmirin aparılmasını yüngülləşdirir. Bu da iqtisadi cəhətdən əlverişli üsul sayılır. Bununla yanaşı, maşının məhsuldarlığını artırmaq üçün dəmir filizlərin yuyucu maşına nəql etirilməsi üçün əlavə olaraq şneq mexanizminin tətbiqi məqsəduyğun sayılır.

#### **ƏDƏBİYYAT**

1. İsmayilov S., Hüseynov F., Hacızadə E. Azərbaycanda qara metallurgiya sənayesi, inkişaf mərhələləri. //Azərbaycanın vergi jurnalı, 2013, 129 s.
2. [http : //www.president.az](http://www.president.az) – Azərbaycan Respublikası prezidentinin rəsmi saytı.
3. Şükürov R.İ., Rəhimov M.M. Metallurgiya. Bakı: Maarif, 1985, 225 s.
4. Abdullayev R.X., Mürşüdü C.C., Məmmədov Q.Ə. Kimyəvi avadanlıqların hesabı və konstruksiya edilməsinin əsasları. I hissə. Bakı: 2000, 57 s.

#### **РЕЗЮМЕ**

#### **УВЕЛИЧЕНИЕ СТОЙКОСТИ ВРАЩАЮЩИХСЯ ЭЛЕМЕНТОВ В МАШИНЕ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ**

*Абдуллаев Г. С., Аббасов Г.С., Багиров З.О.*

*Ключевые слова: обогащение, руда, моечная машина, коррозия, транспортируемый вал.*

В статье рассматривается вопрос увеличения коррозионной износостойкости вращающихся конструктивных элементов в машине обогащения руды.

На основании проведенных исследований в целях увеличения коррозионной износостойкости вращающихся конструктивных элементов разработан способ технология термодиффузионного покрытия.

#### **SUMMARY**

#### **RESISTANCE INCREASE OF ROTATING ELEMENTS IN IRON-ORE ENRICHED MACHINE**

*Abdullayev G.S., Abbasov G.S., Bagirov Z.O.*

*Keywords: enrichment, ore, washing, machine, corrosion, transporting shaft*

This article presents the issue of increasing corrosion-resistance of rotating structural elements in iron-ore enriched machine.

On the basis of researches for the purpose of corrosion-resistance increase of rotating structural elements method of thermodiffusion coating technology was developed.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	31.03.2015
	Son variant	20.04.2015



## MÜNDƏRİCAT

### *Fizika və riyaziyyat*

- 1 *Qurbanov M.M., Məmmədov S.C., Bayramov C.C.*  $TlGa_{1-x}Gd_xSe_2$  ( $0,001 \leq x \leq 0,003$ ) bərk məhlulunun rentgenquruluş analizi və istidən genişlənməsi 6
- 2 *Aslanov H.İ., Abdullayeva N.S.* Yarımoxda yüksək tərtibli operator-diferensial tənliklərin rezolventasının tədqiqi ..... 11
- 3 *Məmmədov Ə.C., Yusifov B.M., Ramazanova L.M.* Rəqs edən proseslər üçün əlavə məhdudiyətli hərəkət edən optimal idarəetmə məsələsi ..... 19

### *Kimya*

- 4 *Ağayev Ə.Ə., Cavadova F.F.* Diizopropil efirinin katalitik yolla alınması ..... 24
- 5 *Ramazanov Q.Ə., Quliyev T.D., Abduləzimova Z.Ü., Quliyev A.M.* 2 əvəz olunmuş 4-metilen-1,3 dioksolanların sintezi və sərbəst radikal tiilləşməsi ..... 28
- 6 *Namazov N.R.* Efiryəğli bitkilərin mikobiotasının formalaşmasında iştirak edən növlərin rastgəlmə tezliyi 35
- 7 *Ağayev T.D., Süleymanlı D.Q., Eldarov N.Ş.* Sumqayıt şəhərinin hava hövzəsinin çirklənmə şəraitinin fiziki statistik üsulla tədqiqi ..... 40
- 8 *Rəhimova K.E.* Texnogen tullantıların sənayedə istifadəsi probleminin aktualığı 45

### *Texnika*

- 9 *Rəhimov Ş.R., Məmmədova G.A., Orucova G.E.* Aktiv elementlərin maneəli mühitdə hərəkət trayektoriyalarının modelləşdirilməsi ..... 48
- 10 *Məmmədov C.F., Məmmədova G.A., Gəncəliyeva G.Q., Quliyeva Ü.R.* Sumqayıt Dövlət Universitetində elmi-texnoloji parkın idarəetmə bölmələrinin fəaliyyət sxemi ..... 53
- 11 *Mirzəyev G.A., Salmanova M.N.* Qeyri-xətti optimal təqvim planlaşdırma məsələlərinin həllinin sonuncu yaxınlaşma şərtlərindən istifadə etməklə tezləşdirilməsi ..... 61
- 12 *İsgəndərov Ə.Ə., Səlimova X.F.* Su paylanması avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin informasiya təminatının yaradılması ..... 64
- 13 *Balayev V.A., Quliev Z.A., Məmmədov V.G., Quliyeva A.A.* Etan-etilen fraksiyasının alınması prosesinin optimal idarəetmə alqoritminin işlənməsi ..... 69
- 14 *Əmrəliyev A.B., Həşimova A.R., Əliyeva N.O., Ağaxanova K.A.* Abşeron regionunda külək elektrik stansiyalarının quraşdırılması ..... 73
- 15 *Məmmədov F.İ., Qüdrətli İ.R., Rəsulov H.R., Yusifov R.Ə.* Bifazlı intellektual elektromaqnitlərdə istilik prosesləri ..... 79
- 16 *Quliyev H.B., Hacıyev N.İ.* Reaktiv güc mənbələri olan elektrik şəbəkələrində gərginliyin qeyri-sinusoidallığının tədqiqi ..... 85
- 17 *Abdullayev Q.S., Abbasov Q.S., Bağırov Z.O.* Dəmir filizini zənginləşdirmə məhsulunda fırlanan konstruktiv elementlərin dayanıqlığının artırılması ..... 93

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Физика и математика**

- 1 Курбанов М.М., Мамедов С. Д., Байрамов Д.Д. Коэффициент теплового расширения и рентгеноструктурный анализ твердого раствора  $TlGa_{1-x}Gd_xSe_2(0,001 \leq x \leq 0,003)$  ..... 6
- 2 Асланов Г.И., Абдуллаева Н.С. Исследование резольвенты операторно-дифференциального уравнения высокого порядка на полуоси ..... 11
- 3 Мамедов А.Д., Юсифов Б.М., Рамазанова Л.М. Задача подвижного оптимального управления для колебательных процессов с дополнительными ..... 19

### **Химия**

- 4 Агаев А.А., Джавадова Ф.Ф. Получение диизопропилового эфира каталитическим путем ..... 24
- 5 Рамазанов Г.А., Гулиев Т.Д., Абдулазимова З.У., Гулиев А.М. Синтез и свободнорадикальное тиолирование 2-замещенных 4-метилена-1,3 диоксоланов ..... 28
- 6 Намазов Н.Р. Частота встречающихся видов, участвующих в формировании микобиоты растений с эфирными маслами ..... 35
- 7 Агаев Т.Д., Сулейманлы Д.Г., Эльдаров Н.Ш. Исследование условий загрязнения воздушного бассейна города Сумгаита физико-статистическим методом ..... 40
- 8 Рагимова К.Э. Актуальность проблемы использования техногенных отходов в промышленности ..... 45

### **Техника**

- 9 Рагимов Ш.Р., Мамедова Г.А., Оруджева Г.Э. Моделирование траекторий движения активных элементов в среде препятствий ..... 48
- 10 Мамедов Дж.Ф., Мамедова Г.А., Ганжалиева Г.Г., Гулиева У.Р. Схема функционирования отделов управления научно-технологического парка Сумгайытского государственного университета ..... 53
- 11 Мирзоев Г.А., Салманова М.Н. Решение нелинейной задачи оптимизации, с учетом результата последних итераций для ускорения ее решения ..... 61
- 12 Искендеров А.А., Салимова Х.Ф. Создание системы информационного обеспечения автоматизированного управления водораспределения ..... 64
- 13 Балаев В.А., Гулиев З.А., Мамедов В.Г., Гулиева А.А. Разработка алгоритма оптимального управления процесса получения фракции этан-этилена ..... 69
- 14 Амралиев А.Б., Гашимова А.Р., Алиева Н.О., Агаханова К.А. Установка ветровых электростанций в зоне апшеронского региона ..... 73
- 15 Мамедов Ф.И., Гудретли И.Р., Расулов Х.Р., Юсифов Р.А. Интеллектуальный однофазный электромагнитные термические процессы ..... 79
- 16 Гулиев Г.Б., Гаджиев Н.И. Исследования несинусоидальности напряжения в электрических сетях с источниками реактивной мощности ..... 85
- 17 Абдуллаев Г. С., Аббасов Г.С., Багиров З.О. Увеличение стойкости вращающихся элементов в машине обогащения железной руды ..... 93

---

## CONTENTS

### *Physics and Mathematics*

- 1 *Gurbanov M.M., Mamedov S.J., Bayramov J.J.* Thermal expansion coefficient and X-ray analysis of  $TlGa_{1-x}Gd_xSe_2$  ( $0,001 \leq x \leq 0,003$ ) solid solution ..... 6
- 2 *Aslanov G.I., Abdullayeva N.S.* On the rezolvent higher order operator-differential equation on semi-axis ..... 11
- 3 *Mamedov A.D., Yusifov B.M., Ramazanova L.M.* Mobile optimal controlling problem for oscillating processes with complementary limitation ..... 19

### *Chemistry*

- 4 *Agayev A.A., Javadova F.F.* Obtaining the diisopropyl ether by catalytic method ... 24
- 5 *Ramazanov G.A., Guliyev T.D., Abdulazimova Z.Y., Guliyev A.M.* Synthesis and free-radical tielarization of 2-substituted 4-methylen-1,3dioxolans ..... 28
- 6 *Namazov N.R.* The species presence frequency of ether oiled plants forming microbiotas 35
- 7 *Agayev T.D., Suleymanli D.G., Eldarov N.Sh.* A study of air swimming pool pollution of sumgait by physico-statistical method ..... 40
- 8 *Ragimova K.E.* The urgency of the use of man-made waste industry ..... 45

### *Technics*

- 9 *Rahimov Sh.R., Mammadova G.A., Orujeva G.E.* Trajectory simulation of active elements movement in the obstructed area ..... 48
- 10 *Mammadov J.F., Mammadova G.A., Ganjalijeva G.Q., Guliyeva U.R.* The scheme of working the directions of management of scientific technological park of Sumgait State University ..... 53
- 11 *Mirzoyev G.A., Salmanova M.N.* Solution of the nonlinear optimization problem, taking into account the results of the latest iterations for its solutions acceleration 61
- 12 *Isgenderov A.A., Salimova Kh.F.* Software designing for automated waterdistribution managent system ..... 64
- 13 *Balayev V.A., Guliyev Z.A. Mamedov V.G., Guliyeva A.A.* Algorithm investigation of optimal management of obtaining ethane-ethylene fraction ..... 69
- 14 *Amraliyev A.B., Hashimova A.R., Aliyeva N.O., Agakhanova K.A.* The contraction of wind electric stations in Absheron region ..... 73
- 15 *Mamedov F.I., Qudretli I.R., Rasulov H.R., Yusifov R.A.* Intellectual single- phase elektromagnetic thermal processes ..... 79
- 16 *Guliyev H.B., Hajiyev N.I.* Research not sinusoidality voltage in the electric nets with sources of reactive capacity ..... 85
- 17 *Abdullayev Q.S., Abbasov Q.S., Bagirov Z.O.* Resistance increased of rotating elements in iron-ore enriched machine..... 93

---

## MƏQALƏLƏRİN TƏRTİBATI QAYDALARI

Dərc olunacaq məqalə redaksiyaya həm kağız, həm də elektron formada təqdim olunmalıdır. Məqalə hazırlanarkən aşağıdakı tələblər nəzərə alınmalıdır:

1. Məqalə azərbaycan, rus və ingilis dillərində hazırlanmalıdır.
2. Məqalənin adı, xülasə və açar sözlər hər üç dildə təqdim olmalıdır.
3. Məqalə Microsoft Word mətn redaktorunda A4 formatda (soldan, yuxarıdan, aşağıdan və sağdan – 2 sm), Times News Roman şrifti ilə 12 pt. ölçüdə, vahid sətirarası intervala və mətn daxili yazıda 1 sm. abzas buraxmaqla hazırlanmalı və 8 səhifədən artıq olmamalıdır.
4. Məqalənin mətninin aşağıdakı bölmələrdən ibarət olması tövsiyyə olunur:
  - Giriş (məsələnin aktuallığı, problemin hazırkı vəziyyəti);
  - Tədqiqatın məqsədi, məsələnin qoyuluşu;
  - Məsələnin həlli üsulları və aprobeasiyası;
  - Alınan nəticələrin tətbiqi;
  - Nəticə.
5. Məqalə aşağıdakı ardıcılıqla hazırlanmalıdır:
  - UOT – soldan, böyük hərflərlə, qalın şriftlə, sonda 6 pt. interval;
  - məqalənin adı – ortadan, böyük hərflərlə, qalın şriftlə, sonda 6 pt. interval;
  - müəlliflərin inisialları və soyadı – ortadan, böyük hərflərlə, qalın şriftlə;
  - müəlliflərin iş yeri, şəhər, ölkə və e-poçt ünvanı – ortadan, 6 pt. interval;
  - xülasə (mətn təqdim olunan dildə) – sonda 6 pt. interval;
  - açar sözlər – kursivlə, sonda 6 pt. interval;
  - giriş və digər alt başlıqlar – soldan qalın şriftlə, əvvəlində və sonunda 6 pt. interval.
6. Ədəbiyyat siyahısı: hər bir istinad olunan mənbənin adı tərcümə olunmadan, məqalədə istifadə ardıcılığına uyğun olaraq nömrələnir.
7. Ədəbiyyat siyahısından sonra məqalənin hazırlandığı dildən fərqli digər 2 dildə məqalənin adı, müəllifin soyadı, atasının adı, müəlliflərin iş yeri, şəhər, ölkə və e-poçt ünvanı, xülasə və açar sözlər təqdim olunur.
8. Məqalədə cədvəl və şəkillər nömrələnir: cədvəl – cədvəlin yuxarısında kursivlə, ortadan, (məs., *cədvəl 1.*), şəkil – şəkilin altında, kursivlə, ortadan (məs., *şəkil 1.*) və mətn hissədən (yuxarıdan və aşağıdan) 1 boş sətir buraxmaqla göstərilməlidir. Cədvəllər bilavasitə məqalənin mətnində yerləşdirilməlidir.
9. Düsturlar Microsoft Equation-də standart parametr ilə yığılır. Mətnə ancaq istifadə olunan düsturlar nömrələnir. Düsturun nömrəsi sağda mötərizədə yazılır.
10. Müəssisədə yerinə yetirilən tədqiqatın nəticələrini açıqlayan məqalənin çap edilməsi üçün müvafiq yazılı razılıq olmalıdır.
11. Məqalədə göstərilən məlumat və faktlara görə müəllif məsuliyyət daşıyır.
12. Redaksiya məqalədə əsas məzmununa xələl gətirməqən redaktə dəyişiklikləri və ixtisarlara etmək hüququnu özündə saxlayır.
13. Məqalə çapa tövsiyyə edildikdə redaksiya heyətinin qərarı barədə müəllifə məlumat verilir.
14. Məqalə sadalanan tələblərə cavab verməzsə baxılmaq üçün qəbul edilmir və müəllifə qaytarılır. Əlyazmanın daxil olduğu vaxt mətnin son variantının redaksiyaya daxil olduğu gündən sayılır.
15. Redaksiyanın ünvanı : **Sumqayıt Dövlət Universiteti**

---

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

Публикуемая статья должна быть представлена в редакцию в бумажном и в электронном виде. При подготовке статьи должны быть выполнены следующие требования:

1. Статья должна быть подготовлена на одном из языков – азербайджанском, русском или английском.
2. Название статьи, аннотация и ключевые слова должны быть представлены на трех языках.
3. Электронный вариант статьи должен выполняться в текстовом редакторе MicrosoftWord в формате А4 (поля: левое, правое, верхнее и нижнее – 2 см), шрифтом TimesNewsRoman размером 12 пт. Межстрочный интервал – одинарный, абзацный отступ – 1 см, размер статьи не должен превышать 8 страниц.
4. Текст статьи рекомендуется составлять из нижеследующих разделов:
  - введение (актуальность проблемы, нынешнее состояние проблемы);
  - цель исследования, постановка задачи;
  - методы решения и апробация задачи;
  - внедрение полученных результатов;
  - результат.
5. Статья должна быть подготовлена в следующей последовательности:
  - УДК – слева жирным шрифтом, в конце интервал 6 пт;
  - название статьи – в центре, прописным и жирным шрифтом, в конце интервал 6 пт;
  - инициалы и фамилии авторов в центре прописным и жирным шрифтом;
  - место работы авторов, страна, город и адрес электронной почты – по центру, в конце интервал 6 пт;
  - аннотации (на языке представленного текста) – в конце интервал 6 пт; ключевые слова – курсивом, в конце интервал 6 пт;
  - введение и другие подзаголовки – слева, жирным шрифтом. В начале и конце интервал 6 пт.
6. Список литературы: название каждого источника не переводится и нумеруется в статье в соответствии с последовательностью использования.
7. После списка литературы название статьи, инициалы и фамилия авторов, место работы авторов, страна, город и адрес электронной почты, аннотация и ключевые слова представляются также на двух других языках.
8. В статье нумеруются таблицы и рисунки: таблица – верхней части таблицы, курсивом, в центре (например, *таблица 1*), рисунок – под рисунком, курсивом, в центре (например, *рисунок 1*) и, пропуская одну пустую строку от текста (из верхней и нижней частей).
9. Формулы набираются стандартными параметрами в MicrosoftEquation. Номер формулы пишется в скобках с правой стороны. В тексте нумеруются только использованные формулы.
10. Статьи, излагающие результаты, исследований выполняемых в учреждениях, должны иметь соответствующие разрешения и опубликование.
11. Автор несет ответственность за информацию и факты, указанные в статье.
12. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения и сокращения, не искажающие основное содержание статьи.
13. В случае отклонения статьи редакция сообщает автору решение редколлегии.
14. Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются и возвращаются авторам. Датой поступления рукописи считается день получения редакцией окончательного текста.
15. Адрес редакции: **Сумгайытский государственный университет**

---

## RULES OF ARTICLE FORMATION

The article being published must be submitted to the editorship in paper or electron form/. In preparing the article the following requirements must be accomplished|:

1. An article must be prepared in one of the languages – Azeri, Russian or English.
2. The title, the summary and the key words must be submitted in there languages.
3. The electron variant of an article must be performed in the text-editor Microsoft Word in A4 format (margins: left side, right side, top, bottom – 2 cm), in Times News Roman type of size 12 pt. The vertical spasing is unary, paragraph indention – 1 cm, the article must not surpass 8 pages.
4. The text of an article is recommended to be prepared of the divisions mentioned below:
  - introduction (problem actuality, present state of the problem);
  - the aim of the investigation, task statement;
  - solution methods and task approbation;
  - introduction of the received results;
  - result.
5. An article must be prepared in the following sequence:
  - UDK – left-side – with extra bold type, at the end – the interval 6 pt;
  - The title of an article must be in the center, in a capital letter with extra-bold type, at the end the interval 6 pt;
  - Authors’ initials and last names – in the center, in a capital letter with extra-bold type;
  - Authors’ work places country, city and e-mail towards the center, at the end the interval 6 pt;
  - Summaries (in the language of the submitted text) – at the end the interval 6 pt; key words in italic type, at the end the interval 6 pt;
  - Introduction and other subtitles – on the left-side with extra-bold type, at the beginning and at the end the interval 6 pt.
6. Literature list: the title of each source isn’t translated and is numbered in the article in correspondence with the usage sequence.
7. After the literature list, the title of the article, initials and authors’ last names, their work places, the country, the city, e-mail, summary and key words are presented in two other languages.
8. In the article tables and drawings are numbered: the table – in the upper part of the table, italicized, in the center (for example: *table 1*), the drawing – below the center (for example: *drawing 1*) and missing one blank line of the text (of upper and lower parts).
9. The formulas are collected in standard parameters in Microsoft Equation. The number of the formula is written in brackets on the right-side. In the text only used formulas are numbered.
10. The articles given account of results of the investigations realized in the enterprises must have corresponding permission and publication.
11. The author is responsible for the information and facts, given in the text.
12. The editorship reserves the right to make editorial changes and abbreviations not distorting the main contents of the article.
13. In case of article deflection the editorship informs the author about the decision of the editorial board.
14. The articles, not meeting the above mentioned requirements, aren’t taken into consideration and are returned to their authors. The date of the manuscript accession is considered the day of getting the completed text.
15. Editorship address: **Sumqait State University**

---

Üz qabığının dizaynı – *S.Şahverdiyeva*  
Kompüter yığımı – *S.Şahverdiyeva*  
Korrektorlar: – *B.Eminli*  
– *Ş.Nəcəfova*  
– *G.Hüseynova*  
Texniki redaktor – *E.Həsəratova*

Yığılmağa verilmişdir: 01.06.2015- ci il  
Çapa imzalanmışdır: 25.06.2015-ci il  
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70\*108 ¼  
Yüksək çap üsulu  
Şerti çap vərəqi 6,372  
Sifariş 91.  
Tiraj 250 nüsxə.  
Qiyməti müqavilə yolu ilə.  
Sumqayıt Dövlət Universitetinin mətbəəsində çap olunmuşdur.

**Müxbir ünvan:**

Azərbaycan, 5008, Sumqayıt,  
43-cü məhəllə  
Tel: (0-12) 448-12-74  
(0-18) 644-88-10  
Faks: (0-18) 642-02-70  
**Web: [www.sdu.az](http://www.sdu.az)**  
**E-mail: [sdu@sdu.az](mailto:sdu@sdu.az)**