

ISSN 1829 – 0043

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ

ԼՐԱԲԵՐ

ԳԻՏԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀՈԴՎԱԾՆԵՐԻ
ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

ВЕСТНИК

ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ АРМЕНИИ

**СБОРНИК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
СТАТЕЙ**

PROCEEDINGS

OF ENGINEERING ACADEMY OF ARMENIA

**SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL
COLLECTED ARTICLES**

XV

ՀԱՏՈՐ TOM VOLUME

№ 1

ԵՐԵՎԱՆ ЕРЕВАН YEREVAN

2018

Печатается согласно решению Президиумов Инженерной академии Армении (ИАА) и Международной инженерной академии (МИА), включен в список публикаций, принятых Высшей аттестационной комиссией (ВАК) РА

(<http://www.boh.am/periodicals.php?langid=1>).

**ВЕСТНИК ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ АРМЕНИИ (ВИАА)
РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Главный редактор	д.т.н., проф. С. Амбарцумян (РА)
Первый заместитель	
гл. редактора	д.т.н., проф. С. Минасян (РА)
Заместители гл. редактора	д.экон.н., проф. А. Гюрджян (РА) , д. архит., проф. Ю. Сафарян (РА) , д.т.н., проф. М. Стакян (РА)
Отв. секретарь	к.т.н., доц. Р. Барсегян (РА) д.т.н., проф. А. Аракелян (РА) , д.экон.н., проф. В. Бостанджян (РА) , д.т.н., проф. А. Варданын (РА) , д.т.н. В. Габзималян (РА) , д.т.н., проф. Г. Галстян (РА) , д.ф.-м.н., проф. А. Гукасян (РА) , д.т.н., проф. Б. Гусев (РФ) , д.архит. Г. Дибан (САР) , д.т.н., проф. Н. Ефимов (РФ) , д.т.н., проф. Ин Самуэл Йен-Лян (Тайвань) , Казуро Имаи (Япония), проф. Р. Калленборн (Норвегия) , д.экон. наук К. Карапетян (РА) , проф. Г. Маргулов (РФ) , проф. В. Марухян (РА) , к.т.н. И. Махрикова (Словения) , д.пед.н. М. Мкртчян (РА) , проф. Дж. Момджян (Германия) , Э. Мороян (США) , проф. С. Паглиара (Италия) , Паоло Дель-Биянко (Италия) , д.т.н., проф. Б. Патон (Украина) , д.т.н., проф. В. Петросян (РА) , д.т.н., проф. И. Пешков (РФ) , канд. архит., проф. Н. Саргсян (РА) , д.хим.н., проф. Г. Торосян (РА) , д.биол.н., проф. А. Трчунян (РА) , проф. П. Хлавинец (Чехия) , д.т.н., проф. В. Чердынцев (Беларусь) , д.экон.наук Чжэн Веньтан (КНР) , д.хим. н., проф. Г. Чилингарян (США)

Printed according to the Decision of Engineering Academy of Armenia (EAA) and International Academy of Engineering (IAE), included into the list of publication accepted by the Highest Certifying Commission (HCC RA) (<http://www.boh.am/periodicals.php?langid=1>)).

**PROCEEDINGS OF ENGINEERING ACADEMY OF ARMENIA (PEAA)
EDITORIAL COUNCIL**

Editor-in-chief	doctor of tech. sci., prof. S. Hambartsumyan (RA)
First deputy Editor-in-chief	doctor of tech. sci., prof. S. Minasyan (RA)
Editor-in-chief deputies	doctor of econ. sci., prof. A. Gyurjyan (RA) , doctor of architecture, prof. Yu. Safaryan (RA) , doctor of tech. sci., prof. M. Stakyan (RA)
Responsible secretary	candidate of tech. sci. R. Barseghyan (RA) doctor of tech. sci., prof. A. Arakelyan (RA) , doctor of econ. sci., prof. V. Bostanjyan (RA) , doctor of tech. sci., prof. V. Cherdintsev (Belarus) , doctor of chem. sci., prof. G. Chilingaryan (USA) , doctor of architecture G. Diban (SAR) , doctor of tech. sci., prof. N. Yefimov (RF) , doctor of tech. sci. V. Gabzimalyan (RA) , doctor of tech. sci., prof. G. Galstyan (RA) , doctor of phys.-math. sci., prof. A. Ghukasyan (RA) , doctor of tech. sci., prof. B. Gusev (RF) , prof. P. Hlavinec (Czech republic) , prof. R. Kallenborn (Norway) , cand. of tech. sci. I. Mahrikova (Slovak republic) , doctor of econ. sci. K. Karapetyan (RA) , Kazuro Ima (Japan) , doctor of tech. sci., prof. H. Margulov (RF) , prof. V. Marukhyan (RA) , doctor of ped. sci. M. Mkrтчян (RA) , prof. J. Momjyan (Germany) , A. Moroyan (USA) , doctor of tech. sci. Paolo Del-Biyanko (Italy) , prof. S. Pagliara (Italy) , doctor of tech. sci., prof. B. Paton (Ukraine) , doctor of tech. sci., prof. V. Petrosyan (RA) , doctor of tech. sci., prof. I. Peshkov (RF) , doctor of tech. sci., prof. Samuel Yen-Liang Yin (Taiwan) , candidate of arc., prof. N. Sargsyan (RA) , doctor of chem. sci., prof. G. Torosyan (RA) , doctor of biol. sci., prof. A. Trchunyan (RA) , doctor of tech. sci., prof. A. Vardanyan (RA) , doctor of econ. sci. Wentang Zheng (PRC)

© ВЕСТНИК ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ АРМЕНИИ (ВИАА), 2018

© PROCEEDINGS OF ENGINEERING ACADEMY OF ARMENIA (PEAA), 2018

Հրատարակվում է Հայաստանի Ճարտարագիտական ակադեմիայի (ՀՃԱ) և Միջազգային Ճարտարագիտական ակադեմիայի (ՄՃԱ) Նախագահությունների որոշմամբ, ընդգրկված է Հայաստանի Հանրապետության Բարձրագույն որակավորման հանձնաժողովի (ՀՀ ԲՈՀ) կողմից **06.03.2012 վերանայված ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ** ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԵՎ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԸՆԴՈՒՆԵԼԻ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ԳԻՏԱԿԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՑՈՒՑԱԿ ՈՒՄ (<http://www.boh.am/periodicals.php?langid=1>)

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԼՐԱԲԵՐ (ՀՃԱԼ) ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

Գլխավոր խմբագիր՝	տ.գ.դ., պրոֆ. Ս. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ (ՀՀ)
Գլխ. խմբագրի առաջին տեղակալ՝	տ.գ.դ., պրոֆ. Ս. ՄԻՆԱՍՅԱՆ (ՀՀ)
Գլխ. խմբագրի տեղակալներ՝	տնտ.գ.դ., պրոֆ. Ա. ԳՅՈՒՐՁՅԱՆ (ՀՀ), ճարտ. դ., պրոֆ. Յու. ՍԱՖԱՐՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. Մ. ՍՏԱԿՅԱՆ (ՀՀ)
Պատ. քարտուղար՝	տ.գ.թ., դոց. Ռ. ԲԱՐՍԵԴՅԱՆ (ՀՀ) տ.գ.դ., պրոֆ. Ա. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ (ՀՀ), տնտ.դ., պրոֆ. Վ. ԲՈՍՏԱՆՁՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ. Վ. ԳԱԲԶԻՄԱԼՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. Գ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ, տ.գ.դ., պրոֆ. Բ. ԳՈՒՄԵՎ (ՈՂ), ճարտ. դ. Գ. ԴԻԲԱՆ (ՍԱՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. Ն. ԵՖԻՄՈՎ (ՈՂ), ք.գ.դ., պրոֆ. Գ. ԹՈՐՈՍՅԱՆ (ՀՀ), կ.գ.դ., պրոֆ. Ա. ԹՈՂՈՒՆՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. ԻՆ ՍԱՄՈՒԵԼ ԻԵՆ-ԼՅԱՆ (Թայվան), տ.գ.դ., ԿԱԶՈՒՐՈՒՄՅԱՆ (Ճապոնիա), պրոֆ. Ռ. ԿԱԼԼԵՆԲՈՐՆ (Նորվեգիա), տնտ.դ. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ (ՀՀ), պրոֆ. Պ. ՀԼԱՎԻՆԵԿ (Չեխիա), ֆ.մ.գ.դ., պրոֆ. Ա. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.թ. Ի. ՄԱՀՐԻԿՈՎԱ (Սլովենիա), պրոֆ. Հ. ՄԱՐԳՈՒԼՈՎ (ՈՂ), պրոֆ. Ո. ՄԱՐՈՒԽՅԱՆ (ՀՀ), մանկ. գ.դ. Մ. ՄԿՐՏՅԱՆ (ՀՀ), պրոֆ. Զ. ՄՈՍՁՅԱՆ (Գերմանիա), Է. ՄՈՈՈՅԱՆ (ԱՄՆ), տնտ.դ. ԶԺԵՆ ՎԵՆՏԱՆ (Չինաստան), տ.գ.դ., պրոֆ. Վ. ԶԵՐԴԻՆՅԵՎ (Բելառուս), ք.գ.դ., պրոֆ. Գ. ԶԻԼԻՆԳԱՐՅԱՆ (ՀՀ), պրոֆ. Ս. ՊԱԳԼԻԱՐԱ (Իտալիա), տ.գ.դ., պրոֆ. Բ. ՊԱՏՈՆ (Ուկրաինա), ՊԱՌԻԼՈՂԵԼ-ԲԻԱՆԿՈ (Իտալիա), տ.գ.դ., պրոֆ. Վ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. Ի. ՊԵՇԿՈՎ (ՈՂ), ճարտ. թ. պրոֆ. Ն. ՍԱՐԳՍՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ (ՀՀ)

«ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԼՐԱԲԵՐ»-ի խմբագրական խորհուրդը շնորհակալություն է հայտնում «ՎիվաՍել-ՄՏՍ» ՓԲԸ գլխավոր տնօրեն **ՌԱԼՖ ՅԻՐԻԿՅԱՆԻՆ ԼՐԱԲԵՐԻ** հրատարակման գործում ցուցաբերած օգնության համար:

Редакционный совет **“ВЕСТНИКА ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ АРМЕНИИ”** благодарит Генерального директора ЗАО “ВиваСелл-МТС” **РАЛЬФА ЙИРИКЯНА** за оказанную помощь при издании **ВЕСТНИКА**.

Editorial council of **“PROCEEDINGS OF ENGINEERING ACADEMY OF ARMENIA”** expresses gratitude to the General Manager of CJSC “VivaCell-MTS” **RALPH YIRIKIAN** for the help in publishing **“PROCEEDINGS”**.

<http://www.engineeracademy.am>

© ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԼՐԱԲԵՐ (ՀՃԱԼ), 2018

A.A. Karapetyan, A.H. Arakelyan

EVALUATING ARMENIA'S COMPARATIVE ADVANTAGES OF EXPORT IN CIS AND EU COUNTRIES

The relevance and the need of determining the comparative advantages of export are studied. There have been observed two different indicators by which Armenia's comparative advantages in CIS and EU countries are evaluated. As a result of the analysis seven products' groups were separated in which Armenia has comparative advantage. The commodity circulation of these products' groups and the share of their export in Armenia's GDP and in Armenia's total export were studied.

Keywords: comparative advantage, trade, export, index, trade policy, product group.

The relevance of research. In the current period, there have been significant changes in the global economy, which may lead to the rise in globalization, the economic integration processes of individual countries or regions, the increase in trade links and trade in general, and the increase in foreign direct investment, which contributes to the global economy growth [1].

In today's conditions, the adoption of a decision to join an economic union for the Republic of Armenia is associated with various risks and potential interests, both of its own and of economic unions that it intends to join. However, it is necessary to take into consideration all the features of the Republic of Armenia, such as tense relations with neighboring countries (Turkey and Azerbaijan), blockade, lack of access to the sea, lack of common border with EAEU member states, which can hamper Armenia's external for the development of trade.

The modern problem of the Republic of Armenia is the development of a favorable economic integration policy, overcoming new emerging political and economic challenges, as well as developing a realistic and correct foreign trade policy.

Thus, the relevance of the topic of work is conditioned by the fact that it is dedicated to identifying the comparative advantages of Armenia's export, which will enable to develop a more effective foreign trade policy.

Purpose. The main purpose of the work is estimation of comparative advantages of exports of separate products' groups of the Republic of Armenia towards CIS and other countries.

To achieve this major goal, the following key issues are the basis of the research:

- Investigate the structure of the foreign trade turnover of the Republic of Armenia,
- Identify different export-specific indicators and analyze the export of the Republic of Armenia.

Subject and object of the research. The object of the research is the export of the Republic of Armenia, in particular export structure, product groups with comparative advantages, their circulation structure, share in GDP and in total export.

The main findings and novelty of the study. The work innovation is based on various methodological and practical results obtained during the research. The comparative advantages of export of separate commodity groups in the Republic of Armenia have been elaborated and evaluated on CIS and other countries, based on which the main commodity groups are separated, by the export of which Armenia has a comparative advantage.

One of the main indicators characterizing the economy of any country is the foreign trade turnover, the export and the import of the country. From 2000 to 2015, the largest share of exports to CIS countries was the export of alcoholic and non-alcoholic products' group. The export in 2015 decreased by almost 12% compared to 2000.

From 2000 to 2008, the largest share of exports to non-CIS countries (other countries) was the export of natural or artificial pearls, precious and semi-precious stones products' group, while export decreased by about 5 times in 2008 compared to 2000. From 2009 to 2015 inclusive, the largest share of exports to other countries was the export of ore, slag and ash products' group, while exports in 2015 increased by about 60% compared to 2009.

Different approaches and indicators have been developed to assess the country's specialization and the structure of international trade, by which a comparative advantage of the country's international trade

can be estimated. These indicators are based on the Balassa's index and can help to evaluate the country's specialization from different perspectives.

Balassa's Index. B. Balassa recommended the International trade competitiveness assessment index [2]. He has revealed that "comparative advantages arise as a result of economic factors, and they can be measurable and immeasurable." According to Balassa, the following specialization index, called the Balassa's Index, is proposed.

$$B_{ij} = 100 \times \frac{x_{ji}}{\sum_{j=1}^N x_{ji}} / \frac{\sum_{i=1}^N x_{ji}}{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^M x_{ji}}, \quad (1)$$

where x_{ji} is the export of j-th product (service) from i-th country. The Balassa (1) Index is limited to 0 below and does not have an upper limit. If the country is specialized in the export of any product or product group, and the mean of that industrial sector is above the average of the rest of the countries, then the branch has a high index of 100, and if that index is less than 100, that branch of industry has a lower degree of expertise than other countries. This value is used to estimate the relative importance of interdisciplinary specialization and cross-border trade. It is well-known (Balassa (1965)) that the higher the interdisciplinary specialization is, the greater is the standard mid-square deviation of the time series derived from the index. It should be noted that the Balassa's index (1) does not give full access to the country's trade, as it only examines the export. For example, the country has a relatively high productivity of any product, but at the same time, the volume of imports is higher than its export. Such an example is the export and import of alcoholic and soft drinks in 2012. Different authors suggest studying other indicators of international trade, including import and export.

Balassa's logarithmic index. The Balassa's index of comparative advantage of the international trade (1) is also presented in the following way:

$$RCA = \ln \left(\frac{X_i}{M_i} \right) \times \left(\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \right) \times 100, \quad (2)$$

where X and M are exported and imported respectively, and i are the product group.

The following is also known as the Balassa's comparative advantage index:

$$RCA_{ij} = \frac{x_{ij}}{\frac{X_i}{x_{aj}}}, \quad (3)$$

where x_{ij} is exported from i-th country, X_i is the total export of i-th country, x_{aj} is the export of the given commodity in the selected region, X_a is the entire export of the selected region.

The country has a comparative advantage, if the value of the Balassa (3) index is greater than 1 for that product group.

We can estimate Armenia's comparative advantages of export in CIS and EU(non-CIS countries-other countries) based on Balassa (1) index, Logarithmical index of Balassa (2), Comparative advantages index of Balassa (3).

Measuring Armenia's comparative advantages by the Logarithmical index of Balassa and by the Comparative advantages index of Balassa, we can separate 7 products' groups in which Armenia has comparative advantages:

- live animals,
- fish and crustaceans,
- alcoholic and non-alcoholic,
- ores, slag and ash,
- salt, sulphur, earths and stone, plastering materials, lime and cement,
- aircraft, spacecraft and parts thereof,
- works of art, antiques.

From analyzation in Table 1-Table 3 [3,4] it was clear that, Armenia in 2000-2003, 2005 and 2007-2008 mostly exported Alcoholic and non-alcoholic products, in 2004, 2006 and 2009-2015 mostly exported Ores, slag and ash products' group.

In 2000 and 2007 mostly imported an aircraft, spacecraft and parts thereof products' group, in 2001 live animals, in 2002-2004, 2006, 2008-2015 mostly exported alcoholic and non-alcoholic products' group, in 2005 ores, slag and ash products' group.

From the product groups of comparative advantage in 2000 and 2007 the most imported were flying machines, spacecraft product group, in 2001 live animal product group, in 2002-2004, 2006 and 2008-2015, Alcohol and soft drinks product group, in 2005, Ore, slag and ash product group.

Moreover, in 2005 the ore, slag and ash product group was imported at \$ 30.6582 million.

It is essential to consider the protection mechanisms for domestic producers' rights in other countries to increase the export volumes of the products' group, that have comparative advantages [5].

The government pursues the goal of expanding the volumes of exported goods by domestic producers to new markets [6]. Therefore, the exporting companies can apply different taxation mechanisms or control exports. But such an approach can not last long. In such a situation, of course, a question arises: how to protect the interests of the exporting companies and, as a consequence, to support them with the aim of increasing the output volumes [7]. For this purpose, the economic peculiarities of export benefits, as well as the role of the state's export promotion policy were reviewed. Particularly, the role of the state in the policy of trade expansion to exporters is great [8].

Table 1

Export/Import for the products' groups in which Armenia has comparative advantages

Products' group	Country	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Live animals	CIS and other countries	0,0047387	0,0772480	0,247434	0,1396360	0,0207367	0,0393596	0,2598399	0,307919
Fish and crustaceans	CIS and other countries	11,580097	4,7012448	12,512598	21,997900	33,681344	1,6664391	6,3272595	5,811982
Alcoholic and nonalcoholic	CIS and other countries	41,926492	28,583369	17,525334	12,164868	7,0080611	5,4906530	3,7679095	3,107110
Ores, slag and ash	CIS and other countries	-	12054,352	2664,3396	342,18705	79,529212	1,6773848	8,6945607	4,867109
Salt; sulphur; earth and stone, plastering materials, lime and cement	CIS and other countries	1,7604676	0,2376808	0,3867066	1,5828694	5,7544235	6,2552994	5,3239705	4,488189
Aircraft, spacecraft and parts thereof	CIS and other countries	0,4797512	0,7439136	0,5139383	0,2503075	0,6303897	0,0488461	7,64591439	0,041224
Works of art, antiques	CIS and other countries	6,4295774	20,924050	28,517110	2,5884021	10,078014	0,1105918	0,1878591	0,311602

Continuation Table 1

Products' group	Country	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Live animals	CIS and other countries	0,27382884	2,44921365	5,009686817	3,5659233	2,1420262	1,915151356	1,582418	0,910743
Fish and crustaceans	CIS and other countries	1,37734392	0,66125457	2,512502037	4,3926115	4,8882435	9,116994382	8,496325	4,359564
Alcoholic and nonalcoholic	CIS and other countries	2,30926058	1,90399935	2,074839495	3,1223469	3,5380363	3,765445211	3,381596	2,300742
Ores, slag and ash	CIS and other countries	14,3142369	120,201638	69,69998789	88,236800	445,17179	277,6756336	169,4718	695,2537
Salt; sulphur; earth and stone, plastering materials, lime and cement	CIS and other countries	3,72722169	1,00479696	0,395939232	0,8120651	1,1043274	1,185024859	0,565824	0,235908
Aircraft, spacecraft and parts thereof	CIS and other countries	8,77801570	2,19166106	0,026605118	0,5261192	0,0660937	1,026662375	391,9677	0,138519
Works of art, antiques	CIS and other countries	0,7139582	0,95546689	0,499792846	0,7939147	0,5207638	2,128520912	2,442729	1,852173

Table 2

The percentage of exports of the product groups with comparative advantage in GDP

<u>Products' group</u>	Country	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Live animals	CIS and other countries	1,88334E-06	5,18E-05	0,000151212	6,18E-05	5,01E-06	1,03E-05	6,31E-05
Fish and crustaceans	CIS and other countries	0,000249595	0,000321	0,000731442	0,00112	0,000813	0,000598	0,000685
Alcoholic and nonalcoholic	CIS and other countries	0,011756526	0,018467	0,018908788	0,021413	0,015947	0,017202	0,012389
Ores, slag and ash	CIS and other countries	0,007973529	0,009674	0,011885723	0,013556	0,020363	0,010494	0,01464
Salt; sulphur; earth and stone, plastering materials, lime and cement	CIS and other countries	0,000677478	0,000111	0,000189763	0,000446	0,001955	0,003035	0,003669
Aircraft, spacecraft and parts thereof	CIS and other countries	0,000306775	0,000381	0,000103193	0,000152	0,00017	4,48E-05	3,08E-05
Works of art, antiques	CIS and other countries	0,000143291	0,000156	0,00031564	0,000227	3,97E-05	7,2E-05	0,000103

Continuation Table 2

<u>Products' group</u>	Country	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Live animals	CIS and other countries	7,6E-05	0,00012732	0,001064	0,001486	0,001319	0,000881	0,001311	0,000808	0,000433
Fish and crustaceans	CIS and other countries	0,000504	0,00042834	0,000373	0,000832	0,00169	0,002143	0,002918	0,002625	0,0014
Alcoholic and nonalcoholic	CIS and other countries	0,013708	0,01246729	0,009264	0,01178	0,01589	0,018734	0,019157	0,016299	0,009894
Ores, slag and ash	CIS and other countries	0,013657	0,01077784	0,013401	0,024858	0,031043	0,028055	0,027285	0,025081	0,034757
Salt; sulphur; earth and stone, plastering materials, lime and cement	CIS and other countries	0,003775	0,00347303	0,001153	0,000597	0,001066	0,001413	0,001425	0,000685	0,000309
Aircraft, spacecraft and parts thereof	CIS and other countries	0,000201	0,00010546	3,77E-05	2,32E-05	0,002137	5,25E-06	0,00066	0,002829	3,47E-06
Works of art, antiques	CIS and other countries	0,00029	0,00011484	0,000102	7,82E-05	9,07E-05	0,000102	0,000157	0,000139	6,27E-05

Table 3

Products' group	Country	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Live animals	CIS and other countries	1,198E-05	0,0003209	0,0007112	0,0002529	2,47614E-05	5,17507E-05	0,0004087	0,0006073
Fish and crustaceans	CIS and other countries	0,0015876	0,0019888	0,0034402	0,0045850	0,004020	0,0030081	0,0044414	0,0040239
Alcoholic and nonalcoholic	CIS and other countries	0,0747840	0,1144505	0,0889344	0,087668	0,0788908	0,0865548	0,0803014	0,1095133
Ores, slag and ash	CIS and other countries	0,0507201	0,0599543	0,0559026	0,0555005	0,1007399	0,0528037	0,0948926	0,1091059
Salt; sulphur; earth and stone, plastering materials, lime and cement	CIS and other countries	0,0043094	0,0006872	0,0008925	0,0018248	0,0096724	0,0152711	0,0237819	0,0301584
Aircraft, spacecraft and parts thereof	CIS and other countries	0,0019514	0,0023601	0,0004853	0,000623	0,0008413	0,0002253	0,0001994	0,001609
Works of art, antiques	CIS and other countries	0,0009114	0,0009672	0,0014845	0,0009310	0,0001965	0,0003620	0,0006703	0,002313

The percentage of the export of the product groups with comparative advantage in Armenia's export

Continuation Table 3

Products' group	Country	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Live animals	CIS and other countries	0,001404	0,0129595	0,0132135	0,0091509	0,0063542	0,0098577	0,0060663	0,0030694
Fish and crustaceans	CIS and other countries	0,004724	0,0045360	0,00740284	0,0117273	0,0154619	0,0219493	0,0196975	0,0099247
Alcoholic and nonalcoholic	CIS and other countries	0,1375137	0,1128051	0,1047653	0,1102680	0,1351531	0,1440925	0,1223007	0,0701411
Ores, slag and ash	CIS and other countries	0,1188791	0,1631743	0,2210770	0,2154239	0,2023947	0,2052287	0,1881900	0,2464024
Salt; sulphur; earth and stone, plastering materials, lime and cement	CIS and other countries	0,0383073	0,0140391	0,0053120	0,0073966	0,0101954	0,0107190	0,0051388	0,0021912
Aircraft, spacecraft and parts thereof	CIS and other countries	0,0011632	0,0004585	0,0002059	0,0148282	3,78931E-05	0,0049607	0,0212285	2,45742E-05
Works of art, antiques	CIS and other countries	0,0012666	0,0012476	0,0006952	0,0006296	0,0007350	0,0011804	0,0010433	0,0004445

In this case, however, importing countries may appeal against the political expansion of RA, as one of the mechanisms for implementing such policy is based on dumping: the exported goods are sold at artificially lower prices and push out the products of the importing country.

Such a policy will also be appealed by other exporting countries, as their exported goods will be pulled out by Armenia's exporting goods.

Thus, Armenia, based on dumping in its export policy, will be the reason for pulling out the products that are introduced in the country of origin, as well as imports from other countries.

There are dumping definitions and differentiation of its types [9].

The laws of the developed countries distinguish two types of dumping:

1. Price dumping, which implies the sale of goods at the exported market at a lower price than in its national market.

2. Value quota, which implies selling a lower price than the cost of exported goods.

According to the Treaty adopted by the EAEU, Member States should apply anti-dumping measures throughout the EAEU. The treaty regulates a clear procedure for the use of anti-dumping measures, which defines the necessary steps of protective measures, starting with submitting an application to the responsible body of the EAEU, consideration of that application before making a decision. More detailed is the concept of dumping, the explanation of the EAEU economic branch, the analysis of the damage caused to the EAEU economic branch as a result of dumping imports.

Conclusion. In order to enlarge products' groups (with comparative advantages) export volume we have to take into account the rights protection mechanisms applicable to domestic producers in other countries. The government aims to expand exports of goods produced by domestic manufacturers in search of new markets. Therefore, the export of goods can be applied to various tax mechanisms to control the export of producer organizations.

References

1. **Libman A.** Models of economic integration – Russian and Post-Soviet experience. – Moscow, 2009. – 413p. // Online at <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/19434/>.
2. **Ballassa B.** The theory of Economic Integration.- Homewood 3, 1961. –304 p.
3. <http://knoema.ru/>
4. <http://www.armstat.am>
5. **Viner J.** The Customs Union Issue.- New York: Carnegie Endowment for International Peace; London: Stevens & Sons Limited, 1950. – 221 p.
6. **Булатов А. Г.** Экономика. – М.: Издательство “Юрист”, 1999. – 632с.
7. **Сальваторе Д.** Международная экономика / Пер. с англ.; Под ред. **А. Аракеляна**. – М.: Изд-во Института внешних связей, 1998. – 714 с..
8. **Российская Бизнес-Газета**, 2011.
9. **Булатов А. Г.** Мировая экономика и международные экономические отношения. – М., 2012. – 654с. 21.02.2018.

Ա.Ա. Կարապետյան, Ա.Ա. Առաքելյան ՀՀ ԱՐՏԱՀԱՆՄԱՆ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ԱՌԱՎԵԼՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԱՊՀ ԵՎ ԵՄ ԵՐԿՐՆԵՐՈՒՄ

Ուսումնասիրվում է արտահանման համեմատական առավելությունների գնահատման անհրաժեշտությունը և հիմնավորվում՝ արդիականությունը: Դիտարկվել է արտահանման համեմատական առավելության գնահատման երկու տարրեր ցուցանիշ, որոնցով գնահատվել են ՀՀ-ի արտահանման համեմատական առավելությունները ԱՊՀ և ԵՄ երկրներում: Վերլուծության արդյունքում առանձնացվել է յոթ ապրանքային խումբ, որոնց արտահանման մեջ ՀՀ-ն ունի համեմատական առավելություն: Ուսումնասիրվել են այդ ապրանքային խմբերի առևտրաշրջանառությունը և դրանց արտահանման տեսակարար կշիռը ՀՀ ՀՆԱ-ի և ընդհանուր արտահանման մեջ:

Առանցքային բառեր. համեմատական առավելություն, առևտուր, արտահանում, ցուցանիշ, առևտրային քաղաքականություն, ապրանքային խումբ:

Ա.Ա. Карапетян, А.А. Аракелян ОЦЕНКА СРАВНИТЕЛЬНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ЭКСПОРТА АРМЕНИИ В СТРАНАХ СНГ И ЕС

Изучаются актуальность и необходимость определения сравнительных преимуществ экспорта. Рассмотрены два разных показателя, по которым оценивались сравнительные оценки экспорта Армении в странах СНГ и ЕС. В результате анализа выделены семь групп продуктов, в которых Армения имеет преимущество при сравнительной оценке экспорта. Изучены товарный оборот групп этих продуктов и доля их экспорта в валовом внутреннем продукте Армении и в общем экспорте Армении.

Ключевые слова: сравнительные преимущества, торговля, экспорт, индекс, торговая политика, группа продуктов.

Karapetyan Armine – Master Student, Department of Mathematical Modeling in Economics, YSU
Arakelyan Aram – Doctor of Technical Sciences, Prof, Head of Chair Department of Mathematical Modeling in Economics, Yerevan State University

Գ.Օ. Ավետիսյան

ԿՈՌՈՒՊՑԻԱՅԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԻՐԱՎՈՒՆՔԻ ԳԵՐԱԿԱՅՈՒԹՅԱՆ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ՎՐԱ

Դիտարկվում են կոռուպցիայի և իրավունքի գերակայության էությունը և հասկացությունը, ինչպես նաև կառավարման գործառնական և համակարգային արդյունավետությունը բնորոշող որոշ գործոններ: Դիտարկվող ցուցիչների հիման վրա կատարվում է գործոնային և ռեգրեսիոն վերլուծություն: Վերլուծությունը հնարավորություն կտա բացահայտել կոռուպցիայի ընկալման համաթիվ ազդեցությունը իրավունքի գերակայության համաթիվ վրա:

Առանցքային բառեր. կոռուպցիա, կոռուպցիայի ընկալման համաթիվ, իրավունքի գերակայություն, կառավարման արդյունավետություն, պանելային սովալներ, գործոնային վերլուծություն, էկոնոմետրիկ գնահատական:

Ներածություն: Ինստիտուցիոնալ և սահմանադրական տնտեսագիտության շրջանակներում լայնորեն քննարկվում և ուսումնասիրվում են իրավունքի գերակայության և կոռուպցիայի հասկացությունները, քանի որ առաջինը երկրի սահմանադրականության համատեքստում ունի ելակետային կարևորություն, իսկ երկրորդը՝ զսպում կամ խոչընդոտում է սահմանադրությամբ ամրագրված դրույթների և այդ դրույթներին ածանցյալ օրենքների օպտիմալ իրացվելիությանը իրական կյանքում [1]: Վերջինիս արդյունքում առաջացող սահմանադրական դեֆիցիտն արտացոլվում է նաև երկրի սոցիալ-տնտեսական զարգացման գործընթացներում [2]: Ուստի, հաշվի առնելով վերը նշվածը, անհրաժեշտություն է առաջանում ուսումնասիրել, մասնավորապես, կոռուպցիայի ունեցած ազդեցությունը իրավունքի գերակայության մակարդակի վրա:

Կոռուպցիայի հասկացությունը և էությունը: Ակադեմիական գրականությունն առաջարկում է կոռուպցիայի բազմաթիվ սահմանումներ, որոնք սովորաբար փոխլրացնում են միմյանց: Առավել հայտնի սահմանումներից են.

- ❖ Վեբստերի (Webster) [3] բառարան. ազնվության կամ շիտակության խաթարման, կամ կորստի գործողություն (գործընթաց):
- ❖ Օքսֆորդի (Oxford) [4] բառարան. իշխանության անարդար կամ անլեգալ վարքագիծ:
- ❖ Համաշխարհային Բանկ (World Bank) [5]. հանրային իշխանության չարաշահումը (անարդյունավետ օգտագործումը), որը հանգեցնում է մասնավոր շահի:

Վերոգրյալ սահմանումներից բխում է, որ կոռուպցիոն գործողությունը այնպիսի իրադարձություն է, երբ մասնակիցներից մեկը սովորաբար պետաիշխանական ոլորտի ներկայացուցիչ է, ով անձնական օգտակարությունը առավելարկելու նպատակով չարաշահում և/կամ անարդյունավետ է օգտագործում օրենսդրությամբ իրեն վերապահված իշխանական լծակները, ինչը բացասաբար է անդրադառնում հանրային բարեկեցության վրա:

Իրավունքի գերակայության հասկացությունը և էությունը: Իրավա-տնտեսագիտական գրականությունն առաջարկում է իրավունքի գերակայության հասկացության զանազան սահմանումներ, որոնցից առավել հայտնիները ներկայացված են ստորև.

- ❖ Վեբստերի (Webster) [6] բառարան. իրավիճակ, որտեղ երկրի օրենքներին ենթարկվում են բոլորը:
- ❖ Օքսֆորդի (Oxford) [7] բառարան. իշխանության կամայականության սահմանափակումը՝ ենթարկելով հստակ որոշված և սահմանված օրենքներին:
- ❖ Իրավունքի գերակայության Ավստրալիայի ինստիտուտ (Rule of Law Institute of Australia) [8]. ժողովուրդը (ներառյալ կառավարությունը) պետք է կառավարվի օրենքի կողմից և ենթարկվի դրան, և օրենքը պետք է լինի այնպիսին, որ ժողովուրդը ունակ լինի հետևելու դրան:

Ի լրացում վերը նշվածի, Համաշխարհային արդարադատության ծրագիրը (World Justice Project) [9] սահմանում է իրավունքի գերակայությունը հիմնված 4 հիմնական հասկացությունների վրա: Դրանք են՝

1. Հաշվետվողականություն. կառավարությունը/պետությունը, ինչպես նաև մասնավոր անձինք հաշվետվողական են օրենքի առաջ:
2. Արդար օրենքներ. օրենքները հստակ են, հրապարակված, կայուն և արդար: Կիրառվում են հավասարապես և պաշտպանում մարդկանց հիմնարար իրավունքները՝ ներառյալ մարդկանց և իրենց ունեցվածքի/սեփականության անվտանգությունը և մարդու այլ հիմնական իրավունքները:
3. Բաց կառավարություն. այն գործընթացները, որոնց միջոցով օրենքները ուժի մեջ են մտնում, կառավարելի են, հասանելի են, արդար են և արդյունավետ:
4. Վեճերի հասանելի և անկողմնակալ լուծում. արդարադատությունը սահմանափակ ժամանակով հանձնվում է իրավասու, մրցունակ և անկախ ներկայացուցիչների, ովքեր ունեն բավարար ռեսուրսներ և ներկայացնում են այն համայնքների շահերը, որոնց ծառայում են:

Այսպիսով, վերոնշյալ սահմանումներից հետևում է, որ իրավունքի գերակայությունը մի կողմից ենթադրում է ողջամիտ և արդարացի օրենսդրական կարգավորումների առկայություն, իսկ մյուս կողմից՝ այդ օրենքների անկողմնակալ և պատշաճ իրացվելիություն: Ստացվում է, որ իրավունքի գերակայության գաղափարը բավական մոտ է սահմանադրականության գաղափարին և նմանօրինակ ազդեցություն ունի երկրի սոցիալ-տնտեսական և ժողովրդավարական զարգացման վրա:

Կոռուպցիայի ազդեցությունը իրավունքի գերակայության մակարդակի վրա: Հաշվի առնելով իրավունքի գերակայության հասկացության <<տարրողունակությունը>> հարց է առաջանում, որո՞նք են կառավարման համակարգային և գործառնական արդյունավետությունը բնորոշող և իրավունքի գերակայության մակարդակը պայմանավորող գործոնները:

Այս հարցին պատասխանելու համար ստորև դիտարկվել են հետևյալ ցուցիչները.

- ❖ Իրավունքի գերակայության համաթիվ (RLI),
- ❖ Կոռուպցիայի ընկալման համաթիվ (CPI),
- ❖ Սեփականության իրավունքի համաթիվ (PRI),
- ❖ Կառավարման արդյունավետության համաթիվ (GEI),
- ❖ Կառավարման հաշվետվողականության համաթիվ (GAI),
- ❖ Կառավարման թափանցիկության համաթիվ (GTI),
- ❖ Իշխանությունների հանդեպ հանրային վստահության համաթիվ (PTPI),
- ❖ Դատական իշխանության զսպումը գործադիր իշխանությանը համաթիվ (JCEI),
- ❖ Օրենսդիր իշխանության զսպումը գործադիր իշխանությանը համաթիվ (LCEI),
- ❖ Իշխանության թևերի տարանջատման համաթիվ (DPI):

Տվյալները ձեռք են բերվել Թրանսփերենսի Ինթերնեյշնլ հակակոռուպցիոն կենտրոնի [10] և Համաշխարհային տնտեսական համաժողովի [11] տվյալների շտեմարաններից: Դիտարկվել են 2011-2015 թթ.-ների տվյալները 127 երկրների համար:

Տվյալներում առկա կոռելացիայի մակարդակը անհրաժեշտություն է ստեղծում կատարել գործոնային վերլուծություն՝ մոդելում բազմակոլենարությունը բացառելու և չափողականությունը կրճատելու նպատակով:

Աղյուսակ 1-ում ներկայացված են գործոնային վերլուծության արդյունքները:

Աղյուսակ 1

Գործոնային վերլուծության արդյունքները		
<i>Rotated Component Matrix^a</i>		
	<i>Component</i>	
	1	2
<i>GTI</i>	0.95	
<i>PTPI</i>	0.92	
<i>GAI</i>	0.82	
<i>LCEI</i>		0.91
<i>JCEI</i>		0.88
<i>DPI</i>		0.80

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 3 iterations.

Ինչպես պարզ է դառնում վերոնշյալ աղյուսակից, կառավարման հաշվետվողականության համաթիվը (GAI), կառավարման թափանցիկության համաթիվը (GTI) և իշխանությունների հանդեպ հանրային վստահության համաթիվը (PTPI) միավորվել են մեկ գործոնում, որն այստեղ կկոչվի կառավարության և հանրության փոխկապվածության գործոն (GSLF): Մյուս կողմից՝ մեկ գործոնում են ներառվել դատական իշխանության զսպումը գործադիր իշխանությանը համաթիվը (JCEI), օրենսդիր իշխանության զսպումը գործադիր իշխանությանը համաթիվը (LCEI) և իշխանության թևերի տարանջատման համաթիվը (DPI), և ստացված գործոնը ներկայացնում է զսպումների և հակակշիռների համակարգը (CBF):

Առկա համաթիվների և ստացված գործոնային փոփոխականների կիրառմամբ կատարվել է ստորև նշված մոդելի գնահատումը՝

$$RLI_{ij} = \beta_0 + \beta_1 * CPI_{ij} + \beta_2 * CBF_{ij} + \beta_3 * PRI_{ij} + \beta_4 * GEI_{ij} + e,$$

որտեղ i -ն երկրի ցուցիչն է, իսկ j -ն՝ տարեթիվը:

Մոդելի գնահատման արդյունքները ներկայացված են աղյուսակ 2-ում և 3-ում:

Աղյուսակ 2

Մոդելի գնահատման արդյունքները (համեմատություն)

Dependent Variable: RLI	M1		M2		M3		M4	
Variables	Coef.	Prob. (t-Stat.)	Coef.	Prob. (t-Stat.)	Coef.	Prob. (t-Stat.)	Coef.	Prob. (t-Stat.)
Const.	-2.0864	0.0000	-1.9677	0.0000	-2.4659	0.0000	-1.5572	0.0000
CPI	0.0474	0.0000	0.0452	0.0000	0.0342	0.0000	0.0203	0.0000
CBF	-	-	0.0826	0.0000	0.1208	0.0000	0.0643	0.0000
PRI	-	-	-	-	0.2337	0.0000	0.1521	0.0000
GEI	-	-	-	-	-	-	0.4322	0.0000
Prob. (F-Stat.)	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	
Adj. R-Squared	0.9104		0.9210		0.9376		0.9571	
Periods	5		5		5		5	
Cross-sections	127		127		127		127	
Total panel obs.	595		595		595		595	

Ինչպես պարզ է դառնում աղյուսակ 2-ից, բոլոր 4 մոդելներում էլ ստացված արդյունքները վիճակագրորեն նշանականակալի են, ունակ և անշեղ: Մասնավորապես, F և t վիճակագրականները ցույց են տալիս մոդելի բացատրող փոփոխականների ստացված գործակիցների զրո լինելու հավանականության բացառումը: 4-րդ մոդելում բացատրող փոփոխականները բացատրում են կախյալ փոփոխականի վարիացիայի 95.7%-ը (*Adjusted R-squared* = 0.9571): Հետագա վերլուծության համար կդիտարկվի վերոնշյալ մոդելներից 4-րդը, քանի որ այդ մոդելում բացատրող փոփոխականները առավելագույն չափով են բացատրում կախյալ փոփոխականի վարիացիան:

Մոդելի գնահատման արդյունքները

<i>Dependent Variable: RLI</i>				
<i>Method: Panel Least Squares</i>				
<i>Sample (adjusted): 2011 2015</i>				
<i>Periods included: 5</i>				
<i>Cross-sections included: 127</i>				
<i>Total panel (unbalanced) observations: 595</i>				
<i>Variables</i>	<i>Coef.</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
<i>CPI</i>	<i>0.0203</i>	<i>0.0013</i>	<i>16.2455</i>	<i>0.0000</i>
<i>CBF</i>	<i>0.0643</i>	<i>0.0105</i>	<i>6.1148</i>	<i>0.0000</i>
<i>PRI</i>	<i>0.1521</i>	<i>0.0164</i>	<i>9.3019</i>	<i>0.0000</i>
<i>GEI</i>	<i>0.4322</i>	<i>0.0268</i>	<i>16.1431</i>	<i>0.0000</i>
<i>Const.</i>	<i>-1.5572</i>	<i>0.0690</i>	<i>-22.5691</i>	<i>0.0000</i>
<i>Effects Specification</i>		<i>Period fixed (dummy variables)</i>		
<i>R-squared</i>	<i>0.9577</i>	<i>Mean dependent var</i>	<i>0.0290</i>	
<i>Adjusted R-squared</i>	<i>0.9571</i>	<i>S.D. dependent var</i>	<i>0.9652</i>	
<i>S.E. of regression</i>	<i>0.1998</i>	<i>Akaike info criterion</i>	<i>-0.3679</i>	
<i>Sum squared resid</i>	<i>23.3946</i>	<i>Schwarz criterion</i>	<i>-0.3015</i>	
<i>Log likelihood</i>	<i>118.4584</i>	<i>Hannan-Quinn criter.</i>	<i>-0.3421</i>	
<i>F-statistic</i>	<i>1659.2417</i>	<i>Durbin-Watson stat</i>	<i>0.2585</i>	
<i>Prob(F-statistic)</i>	<i>0.0000</i>			

Աղյուսակ 3-ից պարզ է դառնում, որ կոռուպցիայի ընկալման համաթվի միավոր փոփոխությունը զուգորդվում է իրավունքի գերակայության համաթվի 0,02 միավոր փոփոխության հետ: Սա իրենից ներկայացնում է բավական ուժեղ ազդեցություն, քանի որ 1-ին համաթիվը տատանվում է 0...100 միջակայքում, իսկ 2-րդը՝ -2,5...2,5 միջակայքում: Զսպումների և հակակշիռների գործոնի միավոր փոփոխությունը զուգորդվում է իրավունքի գերակայության համաթվի 0,06 միավոր փոփոխության հետ, սեփականության իրավունքի համաթվի միավոր փոփոխությունը զուգորդվում է կախյալ փոփոխականի 0,15 միավոր փոփոխության հետ, իսկ կառավարման արդյունավետության համաթվի միավոր փոփոխությունը իրավունքի գերակայության համաթվի 0,43 միավոր փոփոխության հետ:

Շգրակացություն: Այսպիսով, ստացվում է, որ կոռուպցիան և կառավարման արդյունավետությունը ունեն լայնամասշտաբ ազդեցություն երկրում առկա իրավունքի գերակայության մակարդակի վրա: Ուստի իրավունքի գերակայության որոշակի մակարդակ նպատակադրելու համատեքստում անհրաժեշտ է առանձնակի ուշադրություն դարձնել հակակոռուպցիոն ծրագրի արդյունավետ լրամշակմանը, քանի որ վերջինիս օպտիմալ կառավարումը կարող է հանգեցնել երկրում ավելի բարձր օրինավորության մակարդակի և, հետևաբար, հանրային բարեկեցության մակարդակի աճին:

Գրականություն

1. **Տարգսյան Գ.** Некоторые подходы к разработке инструментария и методов реализации конституционной диагностики // Альманах “Конституционное правосудие в новом тысячелетии”. - Ереван, 2016. - С. 78-93.
2. **Harutyunyan, G., Sargsyan, H., and Gevorgyan, R.** Assessment of the Level of Constitutionalism in Transition Economies // Journal of Advanced Research in Law and Economics.- 2017.- Vol. VIII, Summer, 4(26).- P. 1126 – 1135.
3. <http://www.merriam-webster.com/dictionary/corruption>
4. <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/corruption>
5. <http://www1.worldbank.org/publicsector/anticorrupt/corruptn/cor02.htm#define>
6. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/rule%20of%20law>
7. https://en.oxforddictionaries.com/definition/rule_of_law
8. <https://www.ruleoflaw.org.au/what-is-the-rule-of-law/>
9. <https://worldjusticeproject.org/about-us/overview/what-rule-law>
10. <http://transparency.am/hy/cpi>
11. <https://www.weforum.org/>

12.01.2018.

Գ.Օ. Ավետիսյան

ВОЗДЕЙСТВИЕ КОРРУПЦИИ НА УРОВЕНЬ ВЕРХОВЕНСТВА ПРАВА

Рассмотрены сущность и концепция коррупции и верховенства права, а также некоторые факторы, определяющие операционную и системную эффективность управления. Факторный и регрессионный анализы проводятся на основе наблюдаемых показателей. Анализ поможет выявить влияние восприятия коррупции на верховенство права.

Ключевые слова: коррупция, индекс восприятия коррупции, верховенство права, эффективность управления, панельные данные, факторный анализ, эконометрическая оценка.

G.O. Avetisyan

CORRUPTION IMPACT ON THE LEVEL OF RULE OF LAW

The essence and concept of corruption and the rule of law, as well as some factors that determine the operational and systemic effectiveness of governance are considered. Factor and regression analyses are performed based on the observed indicators. Analysis will help to identify the impact of corruption perceptions on the rule of law.

Keywords: corruption, corruption perception index, rule of law, governance efficiency, panel data, factor analysis, econometric evaluation.

Ավետիսյան Գեորգի Օնիկի - ԵՊՀ, Տնտեսագիտության և Կառավարման ֆակուլտետ, ասպիրանտ

Գ.Ռ. Չախոյան

ՍԱՀՄԱՆԱԴՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՄԻԳՐԱՑԻԱՅԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ
ՄԻԿՐՈՏՆՏԵՍԱԳԻՏԱԿԱՆ ԵՎ ՄԱԿՐՈՏՆՏԵՍԱԳԻՏԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼՆԵՐԸ

Ներկայացվում են ՀՀ սահմանադրականության և միգրացիայի փոխազդեցության միկրոտնտեսագիտական և մակրոտնտեսագիտական մոդելները: Առաջարկվել են նոր մոտեցումներ միկրո մակարդակում միգրացիայի որոշիչները հետազոտելու համար, մասնավորապես մոդելում ներառվել է նոր բաղադրիչ, որն արտահայտում է մարդկանց վերաբերմունքը ինստիտուտների գործունեության արդյունավետության նկատմամբ: Մակրո մակարդակում նոր մոտեցումներն առաջարկում են տարածական ռեգրեսիոն մոդելների կիրառությունը, ինչպես նաև այդ մոդելների շրջանակներում ուսումնասիրվում է ՀՀ համայնքներից արտագաղթի և համայնքների զարգացման մակարդակի միջև կապը:

Առաջադրված թափանչ. սահմանադրականություն, միգրացիա, պատահական օգտակարության առավելագույն մոդել, միգրացիայի գործակից, տարածական ռեգրեսիա:

Պայմանավորված 20-րդ դարավերջին և 21-րդ դարասկզբին տարբեր ոլորտների գիտնականների և քաղաքական գործիչների կողմից միգրացիոն գործընթացների վերաբերյալ հետաքրքրվածության կտրուկ աճով՝ տվյալ աշխատանքում փորձ է արվել միկրո և մակրո մակարդակով կառուցել սահմանադրականության և միգրացիայի փոխազդեցության տնտեսագիտամաթեմատիկական մոդելները: Սահմանադրականության և միգրացիայի միկրոտնտեսագիտական մոդելը կառուցվում է Շասթադի առաջարկած մարդկային կապիտալի մոդելի հիման վրա [1], իսկ հիմնական ենթադրությունն այն է, որ երկրում սահմանադրականության մակարդակը միգրացիայի հրահրող կամ պահող գործոն կարող է լինել, ընդ որում, սահմանադրականության ազդեցությունը մարդկանց միգրացիոն հակումների վրա ուղղակի և անուղղակի բնույթ կարող է ունենալ:

Դիտարկենք միջազգային միգրացիայի դեպքը: Դիցուք ունենք n քանակությամբ երկիր: Համաձայն Պատահական օգտակարության մաքսիմալիզացիոն մոդելի (անգլ.՝ Random Utility Maximization (RUM) model) [2]՝ j երկրում բնակվող i անհատը t ժամանակահատվածի ընթացքում k երկիր տեղափոխվելիս ստանում է որոշակի օգտակարություն, որը կազմված է երեք կարևոր բաղադրիչից

$$U_{ijkt} = w_{jkt} - c_{jkt} + s_{ijkt}, \quad (1)$$

որտեղ U_{ijkt} -ն միգրացիայի դիմելիս ստացվող օգտակարությունն է, w_{jkt} -ն օգտակարության այն բաղադրիչն է, որը ֆունկցիա է j և k երկրների տարբեր բնութագրերից, c_{jkt} -ն տեղաշարժման ծախսերն են, իսկ s_{ijkt} -ն օգտակարության անհատական-յուրահատուկ ստոխաստիկ բաղադրիչն է:

Անհատը ժամանակի t պահին <<հաշվարկում>> է բոլոր $n - 1$ ուղղություններով տեղաշարժվելու դեպքում իր օգտակարության փոփոխությունները և ընտրում է այն ուղղությունը, որի համար U_{ijkt} ($k = 1, \dots, n - 1$) մեծությունը առավելագույնն է ստացվում: Եթե բոլոր k -երի համար $U_{ijkt} < 0$, ապա նա մնում է իր երկրում:

w_{jkt} -ն երկու երկրների ընձեռած հնարավորությունների տարբերությունն է, օրինակ, երկու երկրներում միջին աշխատավարձերի տարբերությունը, հանրային ծառայությունների որակի տարբերությունները, երկրի ինստիտուցիոնալ որակի տարբերությունները և այլն: Այլ հավասար պայմաններում ենթադրվում է, որ w_{jkt} -ի և անհատի միգրացիոն հակումների միջև առկա է ուղիղ կախվածություն. որքան մեծ են j երկրից k երկիր տեղաշարժվելու դեպքում անհատի բարեկեցությունը բարձրացնելու հնարավորությունները, այնքան նա ավելի է շահագրգռված այդ ուղղությամբ միգրացիայի դիմելու: Սակայն այդ հնարավորություններից օգտվելու ունակությունները տարբերվում են տարբեր մարդկանց մոտ: Օրինակ, եթե այլ հավասար պայմաններում բոլոր երկրներում միջին աշխատավարձի մեծությունները իրար հավասար են, ապա միայն w_{jkt} բաղադրիչի վրա հիմնվելով՝ կարելի է ենթադրել, որ անհատը չի մեկնի իր երկրից: Եթե նաև ենթադրենք, որ j երկրում տղամարդկանց և կանանց միևնույն աշխատանքը կատարելու դեպքում ստացվող աշխատավարձերի միջև առկա է տարբերություն, օրինակ, տղամարդիկ ստանում են միջինում մոտ 20% ավելի բարձր աշխատավարձ, սակայն մնացած երկրներում այդ տարբերությունները բացակայում են, ապա պատկերը փոխվում է, և այժմ, եթե որոշում կայացնողը կին է, ապա այլ հավասար պայմաններում նա կցանկանա մեկնել իր երկրից, իսկ տղամարդը՝ ոչ: Նշված հանգամանքով է պայմանավորված մոդելում անհատական-յուրահատուկ բաղադրիչը s_{ijkt} , ներառելը: Այն պարունակում է տեղեկություն մարդու անհատական առանձնահատկությունների վերաբերյալ՝ սեռ, տարիք, կրթություն, մասնագիտական ունակություններ և այլն: Մոդելում t բաղադրիչի առկայությունը թույլ է տալիս ենթադրել, որ անհատը կարող է մեկից ավել անգամ դիմել միգրացիայի իր ամբողջ կյանքի ընթացքում:

Եթե արտերկրի բոլոր երկրները համարենք մեկ k երկիր, ապա (1) հավասարմանը համարժեք կլինի հետևյալ հավասարումը՝

$$\Pr(Y_i = 1 | X_j, X_k, s_i) = \beta_0 + \beta_1 X_j + \beta_2 X_k + \beta_3 c_{jk} + \beta_4 s_i + \varepsilon_i, \quad (2)$$

որտեղ Y_i -ն միգրացիայի դիմելու որոշումն է (երկու հնարավոր ելքով՝ մեկնել կամ մնալ), որի հավանականությունը կախված է մարդու բնակության երկրի և k արտերկրի բնութագրիչ առանձնահատկություններից՝ X_j և X_k , միգրացիայի ծախսերից՝ c_{jk} , և մարդու անհատական-յուրահատուկ բնութագրերից՝ s_i , իսկ ε_i -ն այն գործոններն են, որոնք չեն ներառվել մոդելում:

Եթե դիտարկվում է միակողմանի միգրացիան, այսինքն՝ միայն j երկրից արտերկիր մեկնելու դեպքը՝ անկախ մեկնելու ուղղությունից, ապա (2) հավասարումը կլինի՝

$$\Pr(Y_i = 1|X, s_i) = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 s_i + \varepsilon_i, \quad (3)$$

որտեղ $X = X_j$, իսկ մոդելից X_k և c_{jk} փոփոխականները դուրս թողնելու արդյունքում կորուսյալ տեղեկության մի մասը փոխհատուցվում է s_i -ի հաշվին (օրինակ, արտերկրում մոտ բարեկամ կամ ընկեր ունենալու հանգամանքը կարող է փոխարինել միգրացիայի հետ կապված ծախսերի վերաբերյալ փոփոխականին և այլն), մյուս մասն ավելանում է ε_i -ին:

(3) հավասարման տեսքի մոդելներում պետք է մեծ գգուշավորություն ցուցաբերել մեկ հանգամանքի նկատմամբ: Այդ տեսքի միկրոտնտեսագիտական մոդելները գնահատվում են միկրո տվյալների, այսինքն՝ ներկայացուցչական հարցումների օգտագործմամբ, հետևաբար մոդելի X բաղադրիչը, որն ուղարկող երկրի օբյեկտիվորեն չափելի բնութագրիչ առանձնահատկությունն է, իրականում արտահայտվում է երկու գործոնների համատեղման միջոցով: Օրինակ, եթե խոսում ենք երկրում որևէ ինստիտուտի գործունեության արդյունավետության մասին, ապա առաջին գործոնը այդ ինստիտուտի գործունեության արդյունավետության օբյեկտիվ մակարդակն է երկրում, իսկ երկրորդ գործոնը՝ մարդկանց ունեցած կարծիքը առաջին գործոնի վերաբերյալ: Եթե առաջինը անկախ է մարդկանց կամքից և հաստատուն է բոլորի համար, ապա երկրորդը փոփոխվում է մի մարդուց մյուսին անցնելիս: Նշվածը մոդելում արտահայտվում է X -ի տարրալուծմամբ երկու մասի, որոնցից առաջինը բաշխվում է β_0 ազատ անդամի վրա (β_0'), քանի որ նույնն է բոլորի համար, իսկ երկրորդը ավելանում է s_i անհատական-յուրահատուկ որոշիչների շարքին (s_i^a): Արդյունքում վերջնական հավասարումը կլինի՝

$$\Pr(Y_i = 1|s_i, s_i^a) = \beta_0 + \beta_0' + \beta_2 s_i + \beta_3 s_i^a + \varepsilon_i, \quad (4)$$

կամ որ նույնն է՝

$$\Pr(Y_i = 1|s_i, s_i^a) = \beta_0 + \beta_1 s_i + \beta_2 s_i^a + \varepsilon_i: \quad (5)$$

Մեր կողմից արդեն իրականացվել էր (5) հավասարման հիման վրա ՀՀ-ից արտագաղթի որոշիչներին գնահատում՝ օգտագործելով Հետազոտական ռեսուրսերի կովկասյան կենտրոնի (ՀՌԿԿ, անգլ.՝ Caucasus Research Resource Center, CRRC) կողմից 2015թ. անցկացված հարցումների տվյալները [3]: Տվյալների բազայում առկա հարցերը վերաբերում են մարդկանց կյանքի տարբեր ոլորտներին, այդ թվում կան հարցեր, որոնք առնչություն ունեն միգրացիայի հետ: Այդ հարցերից առավել կարևորները չորսն են՝ <<ունե՞ք արդյոք արտերկրում ապրող մոտ բարեկամ>>, <<ունե՞ք արդյոք արտերկրում ապրող մոտ ընկեր>>, <<հետաքրքրվա՞ծ եք արդյոք մշտական միգրացիայի դիմելով>>, <<հետաքրքրվա՞ծ եք արդյոք ժամանակավոր միգրացիայի դիմելով>>: Մյուս կարևոր հարցերը վերաբերում են մարդկանց տարիքին, սեռին, տնային տնտեսությանը (անդամների քանակ, գլխավոր անդամի վերաբերյալ տվյալներ), կրթվածության աստիճանին, զբաղվածությանը, եկամուտներին, ծախսերին և այլն: Մարդկանց նաև այնպիսի հարցեր են տրվում, որոնք փորձում են բացահայտել նրանց ունեցած վերաբերմունքը երկրում ընթացող քաղաքական գործընթացներին և մարդու իրավունքների պաշտպանվածությանը, օրինակ, արդյոք երկրում ընտրությունները արդա՞ր են, ինչքանով է մարդը վստահում տարբեր ինստիտուտներին, ինչքանով է պաշտպանված ազատ խոսելու իրավունքը և այլն: Քանի որ ամբողջ տվյալների բազան կազմված է մարդկանց տրված հարցերին ստացված պատասխաններից, ապա այդ փոփոխականները օբյեկտիվ լինել չեն կարող. դրանք ընդամենը ցույց են տալիս մարդկանց սուբյեկտիվ կարծիքը: Իհարկե, այդ հարցերի մեջ ոչ մի ակնարկ չկա երկրում սահմանադրականության մակարդակի մասին, սակայն մեր կարծիքով այնպիսի հարցերը, ինչպիսիք են <<ինչքանո՞վ եք վստահում երկրի նախագահին, կառավարությանը, ազգային ժողովին, դատական համակարգին>>, <<ինչքանո՞վ են պաշտպանված մարդու իրավունքները>> և նման մյուս հարցերը կարող են բավականին լավ մոտարկում հանդիսանալ <<սահմանադրականության մակարդակ>> փոփոխականի համար: Մյուս կողմից՝ սահմանադրականության մակարդակը ինտեգրալ ցուցանիշ է [4], որը կառուցվում է ժողովրդավարական, քաղաքական, իրավական և սոցիալ-տնտեսական ցուցանիշների հիման վրա: Հետևաբար մեր մոդելում s_i^a -ը կարող ենք ընդունել որպես վեկտոր, որի տարրերը կազմված են սահմանադրականության մակարդակի հիմքը հանդիսացող փոփոխականներից:

Միգրացիայի որոշիչների գնահատման՝ մեր կողմից առաջարկված այս մոտեցումը կարող է հիմք հանդիսանալ հետագա հետազոտությունների համար, որոնցում կենտրոնական հարցը միգրացիայի դիմելու որոշման կախվածությունն է մարդկանց անհատական-յուրահատուկ բնութագրիչներից, և խնդիրը լուծելու համար առկա են լացուցիչ տվյալների բազաներ, որոնցում այդ բնութագրիչները ավելի հստակ են արտահայտված: Սահմանադրականության և միգրացիայի փոխազդեցության **մակրոտնտեսագիտական** մոդելում դիտարկվում են ՀՀ համայնքներից ներքին՝ դեպի այլ համայնքներ և Երևան, և արտաքին՝ դեպի արտերկիր, միգրացիոն հոսքերը: Այն կառուցվում է միկրոտնտեսագիտական մոդելի հիմքի վրա:

Դիցուք N_{jt} -ն t ժամանակահատվածի սկզբում j երկրում ապրող մարդկանց քանակն է, իսկ m_{jkt} -ն՝ t ժամանակահատվածում j երկրից k երկիր տեղաշարժողների քանակը: Եթե $M_{jkt} \in [0,1]$ -ով նշանակենք j երկրից k տեղափոխվածների մասնաբաժինը j երկրի բնակչության մեջ, ապա՝

$$m_{jkt} = M_{jkt} N_{jt} \quad (6)$$

(6) հավասարման մեջ M_{jkt} բաղադրիչի սպասվող արժեքը դուրս բերելու համար կիրառվենք պատահական օգտակարության մաքսիմալացման մոդելի վրա: Չ. Գրոգերը և Գ. Հանսոնը ենթադրում են, որ (1) հավասարման մեջ s_{ijkt} բաղադրիչը՝ օգտակարության անհատական-յուրահատուկ ստոխաստիկ բաղադրիչը, ունի ՄաքՖադենի կողմից առաջարկված անկախ և միևնույն ձևով բաշխված էքստրեմալ արժեքով տիպ-1 բաշխում [5] (անգլ.՝ independent and identically distributed Extreme Value Type-1 distribution) [6]: Մ. Բայնեն, Ս. Բերտոլին և Խ. Մորազան, հիմնվելով այդ ենթադրության վրա, առաջարկում են i անհատի կողմից k երկիրը ընտրելու հավանականությունը ներկայացնել հետևյալ բանաձևով [2]՝

$$E(M_{jkt}) = \frac{e^{w_{jkt} - c_{jlt}}}{\sum_l w_{jlt} - c_{jlt}}, \quad (7)$$

որտեղ w_{jkt} -ն օգտակարության այն բաղադրիչն է, որը ֆունկցիա է j և k երկրների տարբեր բնութագրերից, c_{jlt} -ն տեղաշարժման ծախսերն են, իսկ l ($l = 1, \dots, n-1$)-ը միգրանտին հասանելի երկրներն են:

Այսպիսով, j երկրից k երկիր սպասվող համախառն միգրացիոն հոսքը կլինի՝

$$E(m_{jkt}) = \frac{e^{w_{jkt} - c_{jlt}}}{\sum_l w_{jlt} - c_{jlt}} N_{jt} \quad (8)$$

կամ

$$E(m_{jkt}) = \phi_{jkt} \frac{y_{jkt}}{\Omega_{jt}} N_{jt}, \quad (9)$$

որտեղ $\phi_{jkt} = e^{-c_{jkt}}$, $y_{jkt} = e^{w_{jkt}}$ և $\Omega_{jt} = \sum_l w_{jlt} - c_{jlt}$:

Այսպիսով, j երկրից k երկիր համախառն միգրացիոն հոսքի վրա ազդում են՝

- j երկրի միգրանտ ուղարկելու ունակությունը, որը այդ երկրի բնակչության թվաքանակից է կախված՝ N_{jt} ,
- միգրանտների համար k երկրի համեմատական գրավչությունը j երկրի նկատմամբ՝ y_{jkt} ,
- k երկրի հասանելիությունը j երկրի բնակիչների համար՝ $\phi_{jkt} < 1$,
- այլ երկրների հարաբերական գրավչությունը և հասանելիությունը՝ Ω_{jt} :

Ակնհայտ է, որ $\partial \Omega_{jt} / \partial \phi_{jlt} = y_{jlt} > 0$, որը նշանակում է, որ l այլընտրանքային երկրների հասանելիության նվազումը հանգեցնում է j երկրից k երկիր սպասվող համախառն միգրացիոն հոսքերի աճի:

(9) հավասարումը կիրառելով՝ կարելի է նաև որոշել, թե ինչ գործոններ են ազդում որևէ երկրում մեկնողների և մնացողների սպասվող քանակի հարաբերակցության փոփոխության վրա: Այսպես, եթե m_{jkt} -ն t ժամանակահատվածում j երկրում մնացողների թվաքանակն է, և քանի որ $\phi_{jkt} = e^{-0} = 1$, ապա՝

$$\frac{E(m_{jkt})}{E(m_{jkt})} = \phi_{jkt} \frac{y_{jkt}}{y_{jt}}, \quad (10)$$

ուստի այդ հարաբերակցությունը կախված է միայն երկու երկրների հարաբերական գրավչություններից՝ y_{jkt}/y_{jt} , և k երկրի հասանելիություններից ϕ_{jkt} :

Եթե (9) հավասարման երկու կողմը բաժանենք j երկրի բնակչության N_{jt} թվաքանակին՝

$$E(M_{jkt}) = \frac{E(m_{jkt})}{N_{jt}} = \phi_{jkt} \frac{y_{jkt}}{\Omega_{jt}}, \quad (11)$$

կստանանք, որ դեպի k երկիր մեկնող միգրանտների մասնաբաժինը j երկրի բնակչության մեջ (այլ կերպ ասած՝ միգրացիայի գործակիցը՝ M_{jkt}), կախված է միևնույն փոփոխականներից, ինչ (9) հավասարման դեպքում էր՝ բացառությամբ j երկրի բնակչության թվաքանակից:

Ու. Ռամոսը նշում է, որ (11) հավասարման եմպիրիկ գնահատման պարզագույն մոտեցումը հետևյալ մոդելի գնահատումն է [7]՝

$$M_{jkt} = \frac{\beta'_j x_{jt} \beta'_k x_{kt}}{y'_{jk} x_{jkt}} \varepsilon_{jkt}, \quad (12)$$

որտեղ x_{jt} -ն և x_{kt} -ն j և k երկրների բնութագրիչ առանձնահատկություններն են, իսկ x_{jkt} -ն՝ k երկրի հասանելիությունը j երկրի բնակիչների համար, իսկ ε_{jkt} -ն պատահական սխալն է, որի մաթ. սպասումը 1 է:

(12) հավասարման երկու կողմը լոգարիթմվում է, և ստացվում է վերջնական հավասարումը, որը ենթարկվում է էկոնոմետրիկ գնահատման՝

$$\ln(M_{jkt}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_{jt}) + \beta_2 \ln(x_{kt}) + \beta_3 \ln(x_{jkt}) + \varepsilon_{jkt} \quad (13)$$

Դիտարկենք ՀՀ համայնքներից արտագաղթի դեպքը: Երկու կարևոր առանձնահատկության վրա պետք է ուշադրություն դարձնել: Մեկն այն է, որ հետազոտվելու է համայնքներից դեպի արտերկիր և դեպի Երևան միգրացիան: Հետևաբար անհրաժեշտ է ձևափոխել (13) հավասարումը: Երկու դեպքում էլ գործ ունենք միակողմանի միգրացիայի հետ, այսինքն՝ միայն դիտարկում ենք համայնքներից արտագաղթի դեպքը: Սա նշանակում է, որ (13) մոդելում x_{kt} և x_{jkt} բաղադրիչները նույնն են ստացվում բոլոր համայնքների համար, հետևաբար դրանց ազդեցությունը միգրացիայի վրա ներառվում է β_0 -ի մեջ, ինչպես միկրոտնտեսագիտական մոդելի դեպքում էր: Բացի դրանից, հաշվի առնելով (12) հավասարման կառուցվածքը՝ մոդելից x_{kt} և x_{jkt} բաղադրիչները դուրս թողնելը թույլ է տալիս ազատվել լոգարիթմական տեսքով ներկայացումից: Վերջնական հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$M_{jt} = \beta_0 + \beta_1 x_{jt} + \varepsilon_{jt} \quad (14)$$

ՀՀ համայնքներից արտագաղթի մոդելի մյուս առանձնահատկությունը հետևյալն է. քանի որ համայնքները տարածքով և բնակչության թվաքանակով շատ փոքր են, հետևաբար տարածական ավտոկորելյացիայի դրսևորման մեծ ռիսկ կա, որը կարող է հանգեցնել շեղված գնահատականների ստացման: Հեղինակները նման իրավիճակներում առաջարկում են շարժվել երկու ճանապարհով: Առաջին տարբերակը [8] ենթադրում է W տարածական կշիռների մատրիցը սպեկտրալ դեկոմպոզիցիայի ենթարկել՝ առանձնացնելով մատրիցի սեփական արժեքները և սեփական վեկտորները

$$W = EAE', \quad (15)$$

որտեղ E -ն սեփական վեկտորների մատրիցն է, իսկ A -ն՝ անկյունագծային մատրից է, որի տարրերը սեփական արժեքներն են:

Այնուհետև աստիճանական ռեգրեսիա (անգլ.՝ stepwise regression) կիրառելով՝ ընտրվում են Q սեփական վեկտորներ, որոնք ներառվում են ռեգրեսիոն հավասարման մեջ որպես բացատրող փոփոխականներ՝

$$M_{jt} = \beta_0 + \beta_1 x_{jt} + \sum_{q=1}^Q E_q \theta_q + \varepsilon_{jt}: \quad (16)$$

$\sum_{q=1}^Q E_q \theta_q$ բացառիչը կոչվում է տարածական ֆիլտր [9]:

Մյուս մոտեցմամբ առաջարկվում է կիրառել տարածական ռեգրեսիոն մոդելներ, մասնավորապես, տարածական ավտոռեգրեսիվ մոդել (անգլ.՝ spatial autoregressive model, SAR) և տարածական սխալով մոդել (անգլ.՝ spatial error model, SEM) [10]: Առաջինի դեպքում ենթադրվում է, որ j համայնքից մարդկանց արտահոսքի վրա (14) մոդելում ընդգրկված գործոններից գատ նաև ազդեցություն ունի հարևան համայնքներից արտագաղթի մեծությունը: Դրա ամենավառ դրսևորումը կարող է լինել միգրանտների ցանցերի առաջացումը. օրինակ, արտերկրում ծանոթ ունենալը, ով ամենայն հավանականությամբ լինելու է տվյալ կամ հարևան գյուղից, հնարավոր է էականորեն նվազեցնի տեղափոխվելու և արտերկրում տեղավորվելու հետ կապված ծախսերը: Միգրացիայի համար SAR մոդելն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$M_{jt} = \lambda W M_{zt} + \beta_0 + \beta_1 x_{jt} + \varepsilon_{jt}, \quad (17)$$

որտեղ M_{zt} -ն միգրացիայի գործակիցն է j համայնքին հարևան z համայնքներում:

SEM մոդելի դեպքում իրար հարևան համայնքներում միգրացիայի գործակիցը կարող է փոփոխվել որևէ գործոնի հաշվին, որը յուրահատուկ է տվյալ տարածաշրջանի համար, սակայն չի ներառվում (14) հավասարման աջ մասի գործոնների շարքում: Օրինակ, Սևանա լճին հարևան համայնքներում միգրացիոն հակումները կարող են տարբերվել այլ համայնքներում միգրացիոն հակումներից, սակայն մոդելից բացակայի լճին մոտ լինելու վերաբերյալ փոփոխականը և այլն: SEM մոդելը ներկայացվում է (18), (19) հավասարումներով՝

$$M_{jt} = \beta_0 + \beta_1 x_{jt} + \varepsilon_{jt}, \quad (18)$$

$$\varepsilon_{jt} = \rho W \varepsilon_{jt} + v_{jt}, \quad (19)$$

որտեղ v_{jt} պատահական սխալները նորմալ են բաշխված, և $E(v_{jt} v'_{jt}) = 0$, $E(v_{jt} v'_{jt}) = \sigma^2 I$:

Մեր կողմից էկոնոմետրիկ գնահատման է ենթարկվել (14) մոդելը, ինչպես նաև տարածական լազով և տարածական սխալով մոդելները [11]: Գնահատման համար օգտագործվել են ՀՀ Տարածքային կառավարման և զարգացման նախարարության (ՏԳԶՆ) կողմից համայնքների համար 2015թ. հավաքագրված տվյալները: Նախարարությունն ամեն տարի հարցաթերթիկներ է ուղարկում համայնքների ղեկավարներին, որտեղ ներառված են հարցեր համայնքի ժողովրդագրության, տարածքի, ենթակառուցվածքների, տնտեսության, սոցիալական ոլորտի և այլ բնագավառների վերաբերյալ:

Հաշվի առնելով այն, որ տվյալների մի մասը վերաբերում է միայն գյուղական համայնքներին, մյուս մասը՝ միայն քաղաքայինին, ուստի վերլուծությունը կատարվել է միայն գյուղական համայնքների համար, որոնց քանակը 2015թ. եղել է 829: Տվյալների բազայում կա յուրաքանչյուր համայնքը բնութագրող մոտ 950 ցուցանիշ, որոնց թվում մարդկանց շարժի վերաբերյալ առկա են հետևյալ փոփոխականները՝ տվյալ տարվա ընթացքում ինչքան մարդ է մշտական բնակության նպատակով համայնքից գնացել արտերկիր, Երևան, ՀՀ այլ բնակավայր և Լեռնային Ղարաբաղի Հանրապետություն, ինչպես նաև ինչքան մարդ է եկել համայնք նշված չորս ուղղությունից: Մոդելում որպես կախյալ փոփոխական օգտագործվել են ոչ թե մարդկանց շարժի վերաբերյալ բացարձակ թվերը, այլ հարաբերական ցուցանիշներ, որոնք ցույց են տալիս բնակչության մեջ միգրացիայի դիմած մարդկանց մասնաբաժինը՝ միգրացիայի գործակիցը (M_{jt}):

Ինչ վերաբերում է x_{jt} բաղադրիչներին, ապա դրանք տվյալների բազայի հիման վրա հաշվարկված բազմաթիվ ցուցանիշներ են, որոնք ցույց են տալիս յուրաքանչյուր համայնքի բնութագրիչ առանձնահատկությունները:

Համաձայն ՀՀ Սահմանադրության 86-րդ հոդվածի՝ պետության քաղաքականության հիմնական նպատակներից մեկը տարածքային համաչափ զարգացումն է, իսկ 87-րդ կետի համաձայն՝ պետական և տեղական ինքնակառավարման մարմիններն իրենց իրավասությունների և հնարավորությունների շրջանակում պարտավոր են իրագործել Սահմանադրության 86-րդ կետում նշված նպատակները: Մեկ այլ փաստաթղթում՝ ՀՀ տարածքային զարգացման հայեցակարգում, նշվում է, որ տարածաշրջանների միջև զարգացման անհամաչափությունները սկսել են խորանալ հատկապես 2000-ական թվականներից՝ տնտեսական աճին զուգընթաց, որն արտահայտվել է հիմնականում մայրաքաղաք Երևանի տնտեսական դերի և նշանակության աճով և մայրաքաղաքի ու մյուս մարզերի միջև կենսամակարդակի տարբերությունների խորացմամբ: Այդ տարբերությունների բացասական

հետևանքներից է եղել և մնում թույլ զարգացած համայնքներից բնակչության արտահոսքը դեպի ավելի զարգացած համայնքներ, հատկապես՝ Երևան, և դեպի արտերկիր: Քանի դեռ Սահմանադրության մեջ ներառված այդ դրույթը կյանքում չի իրագործվում, տարածքային անհամաչափ զարգացումը կանխարգելելու և այդ անհամաչափությունները մեղմելու համար պատասխանատու կառավարությունը և տեղական ինքնակառավարման մարմինները ձախողվում են իրենց գործառնություններում, ակնկալվում է, որ բնակչության արտահոսքը շարունակելու է պահպանել իր տեմպը՝ հանգեցնելով համայնքներում բնակեցվածության նոսրացման և բնակչության կենտրոնացման քաղաքային բնակավայրերում:

Հաշվի առնելով վերոնշյալը՝ մոդելները գնահատելիս x_{jt} ցուցանիշների թվում նաև ներառվել է համայնքների զարգացածության մակարդակի վերաբերյալ մեր կողմից հաշվարկված համաթիվը՝ Տարածքային զարգացման համաթիվը՝ SQZ [12]: SQZ -ը համայնքների ընդհանուր զարգացման մակարդակն արտահայտող համաթիվ է, որը թույլ է տալիս իրականացնել համեմատություններ տարբեր համայնքների միջև՝ բացահայտելով վերջիններիս նմանությունները և տարբերությունները, ուժեղ և թույլ կողմերը, և անընդհատ մշտադիտարկման ենթարկել իրականացվող քաղաքականությունների արդյունքները:

Մոդելների գնահատման ժամանակ բացահայտվել է, որ, իրոք, տարածական մոդելներն ավելի լավ արդյունք են ցուցաբերում AIC (Akaike information criterion) և R^2 ցուցանիշների տեսանկյունից, ընդ որում, SAR մոդելը ավելի ցածր AIC և ավելի բարձր R^2 է ունեցել, քան SEM մոդելը: Ինչ վերաբերում է SQZ -ի գործակիցներին, ապա պարզվում է, որ ինչքան համայնքը ավելի զարգացած է, այնքան այդտեղից մարդիկ ավելի շատ են դեպի արտերկիր միգրացիայի դիմում, իսկ Երևանի դեպքում հակառակն է. ինչքան համայնքը զարգացած է, այնքան այդտեղից ավելի քիչ են դեպի Երևան արտագաղթում [11]:

Եզրակացություն: Տվյալ աշխատանքում ներկայացվեցին ՀՀ սահմանադրականության և միգրացիայի փոխազդեցության մոդելները: Նոր մոտեցումներ են առաջարկվել միգրացիայի որոշիչների մոդելավորման և մոդելների պարամետրերի գնահատման համար: Մասնավորապես, սահմանադրականության և միգրացիայի փոխազդեցության մոդելավորումն իրականացվել է միկրո և մակրո մակարդակներով: Միկրո մոդելների նոր կառուցվածք է առաջարկվել, որտեղ լրացուցիչ բաղադրիչ է ներառված, որը ցույց է տալիս մարդկանց պատկերացումները երկրում գործող ինստիտուտների գործունեության որակի մասին: Մակրո մակարդակով մոդելները վերաբերում են ՀՀ համայնքներից դեպի այլ համայնքներ (հատկապես դեպի Երևան) և դեպի արտերկիր մարդկանց արտագաղթի որոշիչների բացահայտմանը: Խնդիրը լուծելու համար առաջարկվել է այլ ոլորտներում, մասնավորապես աշխարհագրության և երկրաբանության մեջ օգտագործվող տարածական ռեգրեսիայի մոդելների կիրառությունը: Այդ մոդելներում կենտրոնական է եղել միգրացիայի վրա ազդող գործոնների շարքում համայնքների զարգացման մակարդակի վերաբերյալ փոփոխականի ներառումը, որը ցույց է տալիս Սահմանադրության մեջ ներառված տարածքային համաչափ զարգացման վերաբերյալ դրույթի իրագործման թերացմամբ պայմանավորված սահմանադրականության մակարդակի պակասությունը:

Փրականություն

1. **Sjaastad L.** The costs and returns of human migration // Journal of Political Economy. – 1962. – Vol. 70. – P. 80–93.
2. **Beine M., Bertoli, S. & Moraga J.** A Practitioners' Guide to Gravity Models of International Migration // The World Economy – 2016. – Vol. 39, No. 4. – P. 496–512.
3. **Չախյան Գ.** ՀՀ բնակչության արտագաղթի որոշիչները // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր (ՀՀԱԱ). – 2017. – Զ. 14, N. 1. – էջ 36–40:
4. **Арутюнян Г.** Система индикаторов для оценки уровня конституционализма // Конституционное Правосудие: Вестник конференции органов конституционного контроля стран новой демократии. – 2016. – В. 4, No. 74. – С. 7–35.
5. **McFadden, D.** Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour / P. Zarembka (ed) // Frontiers in Econometrics. – Academic Press, New York, 1974. – P. 105–142.
6. **Grogger, J. & Hanson, G.** Income maximization and the selection and sorting of international migrants // Journal of Development Economics. – 2011. – Vol. 95, No. 1. – P. 42–57.
7. **Ramos, R.** Modelling Migration / L. Matyas (ed) // The Econometrics of Multi-Dimensional Panels – Theory and Applications. – Springer Verlag, 2017. – P. 377–395.
8. **Chun, Y. & Griffith, D.** Modeling Network Autocorrelation in Space–Time Migration Flow Data: An Eigenvector Spatial Filtering Approach // Annals of the Association of American Geographers. – 2011. – Vol. 101, No. 3. – P. 523–536.
9. **Chun, Y., Griffith, D., Lee, M. & Sinha, P.** Eigenvector selection with stepwise regression techniques to construct eigenvector spatial filters // Journal of Geographical Systems. – 2016. – Vol. 18, No. 1. – P. 67–85.
10. **Saldaña-Zorrilla, S. & Sandberg, K.** Impact of climate-related disasters on human migration in Mexico: a spatial model // Climatic Change. – 2009. – Vol. 96, No. 1. – P. 97–118.
11. **Չախյան, Գ.** ՀՀ ներքին ել արտաքին միգրացիայի միտումները // Բանբեր Երևանի համալսարանի. Մոնիթորինգ, Տնտեսագիտություն. – 2017. – No. 3 (24). – էջ 54–68:

12. **Chakhoyan, G. & Hakobyan, Ye.** Territorial Development Index: Case Study of the Republic of Armenia // Proceedings of Engineering Academy of Armenia (PEAA). – 2017. – Vol.14, No. 3. – P. 355-361.

19.02.2018.

Г.Р. Чахоян

МИКРО- И МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОНСТИТУЦИОНАЛИЗМА И МИГРАЦИИ

Представлены микро- и макроэкономические модели взаимодействия конституционализма и миграции Республики Армения. Предложены новые подходы исследования детерминантов миграции на микроуровне, в частности, в модель включен новый компонент, который выражает отношение людей к эффективности деятельности институтов. На макроуровне новые подходы предлагают использование моделей пространственной регрессии, а также в рамках этих моделей исследуется связь между эмиграцией из общин РА и уровнем развития этих общин.

Ключевые слова: конституционализм, миграция, модель максимизации случайной полезности, коэффициент миграции, пространственная регрессия.

G.R. Chakhoyan

THE MICROECONOMIC AND MACROECONOMIC MODELS OF THE INTERACTION BETWEEN CONSTITUTIONALISM AND MIGRATION

The microeconomic and macroeconomic models of the interaction between constitutionalism and migration of the Republic of Armenia are presented. New approaches of researching migration determinants on microlevel were suggested, particularly a new component was added to the model, which expresses the attitude of people towards the efficiency of the performance of the institutes. On macrolevel the new approaches suggest the use of spatial models, as well as the relation between the emigration from the communities of RA and the development level of these communities is being studied within the frames of these models.

Keywords: constitutionalism, migration, Random Utility Maximization model, migration rate, spatial regression.

Հախոյան Գագիկ Ռոբերտի – ասպիրանտ, Երևանի պետական համալսարան, Տնտեսագիտության մեջ մաթեմատիկական մոդելավորման ամբիոն

S.N. Injighulyan, N.M. Malkhasyan, M.D. Davtyan

THE APPROACH FOR THE ASSESSMENT OF GREENHOUSE ENERGY EFFICIENCY IN ARMENIA

The paper is devoted to the study and analyzing of greenhouses energy efficiency problems. An approach for the assessment of energy efficiency based on the comparing of equipments produced on old and new technologies is given. Greenhouses heating on the use of woods, gas and electrical energy are considered and its classifying is given. We argue that an approach for the assessment given in current research could be used for the classifying of greenhouses based on heater equipment. Simultaneously, the methodology for the assessment of greenhouse energy efficiency is sufficiently wide and as showed in the paper it could be used for assessment not only of energy resources but also is appropriate for the assessment of pollution caused through the use of gas and woods.

Keywords: greenhouse farm, heating equipment, efficiency, gas.

Introduction. Currently in Armenia there are a number of greenhouses. These farms can be divided into 2 groups. The first group has relatively large greenhouses area (3,000 sq. m and more), equipped with the latest built in recent years, machinery and equipment. These greenhouses are constructed of such technology and materials, which allow optimal use of all kinds of resources. Construction and operation of such greenhouses require considerable financial resources. Another group consists of greenhouses, which are relatively small and mainly based on materials that remained from the Soviet Union. Exploitation of these greenhouses is engaged in such greenhouses, which do not have the opportunity to do large investments. As we know, in winter the majority of costs are directed to ensure the heating of greenhouses. It is therefore necessary to examine the existence of the possibility of small heating of greenhouses in Armenia. The purpose of this work is research of individual greenhouses, the assessment efficiency of energy consumption and identifying existing problems.

Notations and definitions. "winter" greenhouses-greenhouses, which are operated throughout the year "spring" greenhouses -greenhouses, which are operated from November to March.

An assessment of energy efficiency assessment. The problem of energy efficiency for greenhouse farms is a debated issue in Armenia. Concerning the definition of energy efficiency different approaches exist. The majority of these definitions are converging to the definition accepted by Wuppertal Institute fur Klima and allowing to define energy efficiency for housing appliances as follows [1]:

$$\text{Energy efficiency} = \frac{\text{Power of Heat}_1 - \text{Power of Heat}_2}{\text{Power HEAT}_1}, \quad (1)$$

where HEAT_1 is greenhouse heater consuming Joule/hour,

HEAT_2 is greenhouse heater consuming Joule/hour,

$$\text{Power of Heat}_1 < \text{Power of Heat}_2.$$

Using this definition we can define energy efficiency for greenhouse and assess its efficiency by accepting as the bases for saved energy resources power. However, taking into consideration the fact that the energy for greenhouses is generating by different technologies we can summarize the definition, depending on the generation technology as follows:

- consideration of energy efficiency in terms of imported gas – driven,
- assessment of environmental pollution expressed in units of emissions due to the use of gas for both greenhouse heating purposes or used in thermal power plants,
- assessment of environmental pollution expressed in units of emissions due to the woods used for greenhouse heating purposes.

- consideration of energy efficiency in terms of greenhouse production as export – driven perspective.

Assessment of energy efficiency expressed in terms of saved imported gas. The formula (1) allows to assess the volume of imported natural gas saved through the use of technology providing the decrease of gas used by greenhouse heating equipment. Thus, considering the volume of the natural gas using for the generation of 1Joul/hour power we can assess the volume of saved total natural gas as follows: Denote as:

- v the volume of natural gas, used for the generation of 1 Joul/hour power.
- $Energysaving = PowerofHEAT_1 - PowerHEAT_2$ energy saving, where consumptions are considered as in formula (1),
- N - the number of greenhouse gas heaters,
- $TotalEnergysaving = TotalPowerofHEAT_1 - TotalPowerHEAT_2$ jOUL/h total energy saving per greenhouse heating unite, where consumptions are considered as in formula (1) for one greenhouse heating unite.

Using these notations we can assess energy efficiency in terms of saved gas as the decrease of the volume of imported natural gas given in formula (2):

$$v * N * TotalEnergysaving \quad (2)$$

Expressing in terms of market economy we can assess decreasing of the ratio of import to GDP as follows:

$$importhefficiency = \frac{v * N * TotalEnergysaving}{GDP} .$$

Statement of the research Existing types of greenhouses of RA. Greenhouses are divided into different types according to several criteria. Depending on the operation and design features for the classification of greenhouses, the following criteria apply: seasonality, cultivation technology, design, etc. By appointment greenhouses are divided: the cultivation of agricultural products (seedlings and seedling) and growing end-use products (vegetables, flowers and other crops). Seasonal greenhouses are divided into "spring" greenhouses and "winter" greenhouses. All greenhouses represent a solar greenhouse, since the basic principle of their work lies in the "greenhouse effect": the accumulation of solar heat during the day.

In the "spring" greenhouses structure and concentration are more simple, technically less equipped than in the "winter" greenhouses that is why winter greenhouses are operated much less frequently for growing high-value vegetables. Spring greenhouses are often built from polyethylene films, although they may be glazed.

Winter greenhouses are used for growing vegetables, flowers and other pre-season crops. Their operation is carried out throughout the year, which is why the basic requirement for such greenhouses is to establish a powerful.

To construct any greenhouses a framework and building materials are needed. Both the first and the second have several kinds of shapes and materials, and which provide all the features and the possibility of building a greenhouse. In addition to construction, the greenhouse should be provided with technical equipment and devices - heating, ventilation, irrigation, lighting and the rest. All this together should be synchronized with each other and comply with the requirements of the plants. As a greenhouse frame are mainly used conventional iron, galvanized steel, aluminum profiles, wooden parts. The main surface of greenhouse roofs and walls are formed mainly from glass, plastic films and polymeric materials which are fixed on a metal structure. Polyethylene films are mainly used to cover greenhouses and glass greenhouses to cover another layer.

Existing types of fuels. Depending on the kind of fuel Armenia has the following types of greenhouses heated fuel or materials, performing the role of fuel: gas, electricity, firewood, fuel oil, diesel fuel, etc.

Types of heating greenhouses in other regions, depending on the number of greenhouses

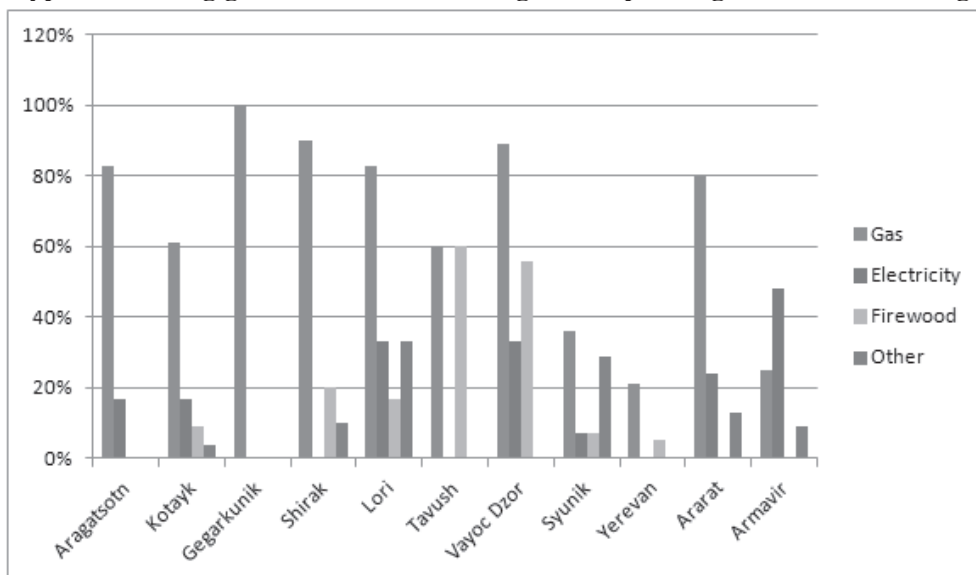


Fig.1. Types according to the actual heating in 2010-2011 depending on the number of greenhouses

In the figures, the total number of greenhouses is not equal to 100% , as there are greenhouses that use more than two kinds of fuel or no heating."Other fuel" species include diesel fuel, burning oil, wood, oil, tires and the like, the use of which is 1.3% for each type of greenhouses.

The main type of fuel in other regions is gas heating, greenhouses installed a gas heating system. But from November to March 2010-2011 in some areas the number of greenhouses, virtually's heating gas, is quite different from their heating capacity.

Analysis. During the operation and analyzed visits were conducted 5 greenhouses. Greenhouses are in one and the same area and all greenhouses have almost identical structure. This factor makes the study more productive as the external conditions (ambient air temperature, lighting) are the same for all the greenhouses.

During the investigation it became clear that in most greenhouses is used improvised stove. Efficiency of heating depends largely on the structure of the heating system as a whole. The efficiency depends largely on the heating pipe installation location. In one case, the pipe is installed on the side wall and on the other case is directly on the ground. The number of tubes used and the amount of water in two cases are almost the same, but studies suggest, that the second type is more effective. In the latter case while using the same amount of fuel the temperature in the greenhouse is recorded at 2-3 degrees above.

By contrast with natural gas heating, wood-burning heating system requires additional financial costs. It is necessary to divide the respective parts of the wood, store it correctly and to monitor the heating boiler during the work. At the very least, for all this you need an extra worker.

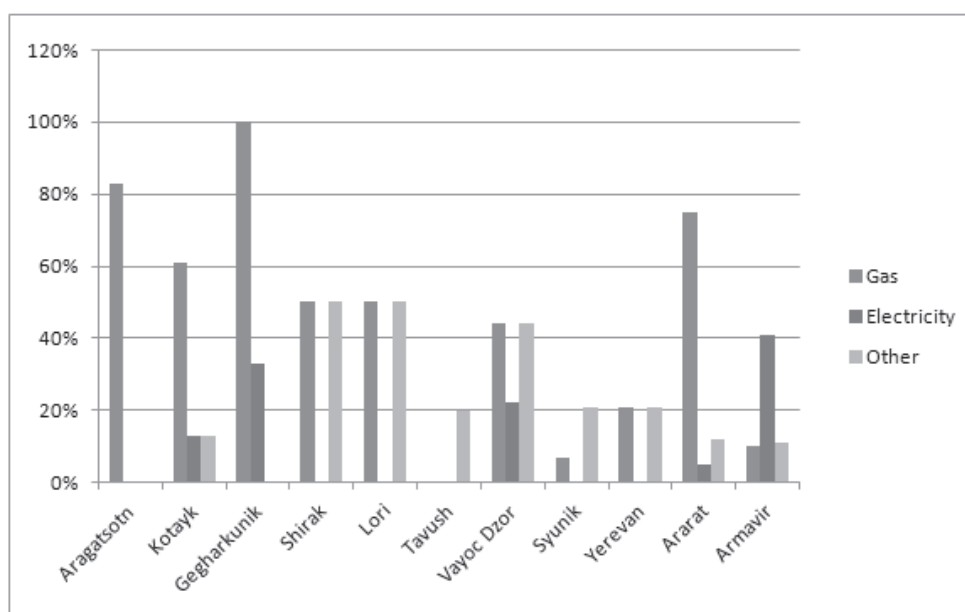


Fig.2.

Wood heating systems are not automated, therefore they do not provide the ability to provide a fixed temperature. These conditions, especially in the case of such plants, which do not need a very high temperature, increase the risk of frostbite. In addition, it is not always possible to buy high-quality wood, which leads to a decrease in the proportion of energy derived from burning wood.

Studies and surveys conducted among greenhouse owners show that at the present time natural gas heating is considered to be the most efficient.

Comparative evaluations conducted between 1, 2 and 3 greenhouses will not be exact, since the average temperature in the greenhouse was different and in the greenhouse number 3 there was no polyethylene coating. At the same time greenhouses number 4 and 5 coincide both in terms of average temperature, and form a polyethylene coating. We study the cost of heating greenhouses number 4 and 5. Wood heating costs amounted to 1260000 dram. Taking into account the results of studies conducted in greenhouse room 5 we see that the cost of natural gas heating of greenhouse no. 4 is amounted to 1007800 drams.

Studies and surveys conducted among the owners of hothouses show that at the present time natural gas heating is considered to be the most efficient, both in terms of maintenance, and in parts of heat. For example, in the regions of Shirak, Lori, Tavush, Vayots Dzor and Syunik the number of greenhouses heated with gas is actually quite low. The assurances of the owners of greenhouses is in more excessive regions, they are heating greenhouses, the heating costs are raising fairly, respectively, income from activities is falling in the winter months.

Conclusion. Now, based on studies and findings, we define existing problems. Often the introduction of natural gas heating system is complicated by several factors. Gasification of some villages has not yet been completed, so the owners of the greenhouses are forced to use alternative fuels. In addition, in heating of greenhouses, you need a high-pressure gas, which must be delivered from the central highway. This is costly. It is also necessary to take into account the fact that often the greenhouses are located far away from residential areas, and it is worth a few times more.

Among the urgent problems of the owners of greenhouses are worry and the problem schedule of payments for the consumed gas. Heating is carried out during the months from November to

March. Monthly bill for the used gas must be paid before the 20th of the following month. While the income is obtained much later. As a result, owners often greenhouses financial problems arise, in particular, they do not have the opportunity to continue the further heating of greenhouses.

Greenhouses	Area (sq. m.)	Type of fuel	Heating months	Polyethylene coating	Costs for heating (AMD)	The average temperature (Celsius)	Pipe fitting	Type of boiler
N.1	2200	Gas	January – April	Only the side surface	8250000	17-18	On the ground	CUENOD C54
N.2	600	Firewood	January – April	Only the side surface	1770000	15-16	On the ground	Self-made
N.3	1100	Gas	January – April	Absent	6500000	20-21	On the ground	Self-made
N.4	750	Firewood	November-March	On the entire surface	1260000	6-7	On the wall	Self-made
N.5	675	Gas	November-March	On the entire surface	980000	6-7	On the wall	Self-made

Reference

1. "YerekArStrategia LLC"-Report about greenhouses of RA.

20.02.2018.

Շ.Ն. Ինջիղույան, Ն.Մ. Մալխասյան, Մ.Դ. Դավթյան ՀՀ ՋԵՐՄՈՑԱՅԻՆ ՏՆՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ ԷՆԵՐԳԱԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄՈՆԵՑՈՒՄԸ

Աշխատանքը նվիրված է ջերմատների էներգախնայողության և վերլուծության ուսումնասիրությանը: Առաջարկվում է էներգախնայողության գնահատման մոտեցում, որը հիմնված է հին և նոր տեխնոլոգիաներով արտադրված սարքավորման գնահատման վրա: Դիտարկվել են փայտով և գազով տաքացվող ջերմատներ և արդյունքում առաջարկվել է ջերմատների դասակարգման մեթոդ: Մենք առաջարկել ենք էներգախնայողության մոտեցում, որը կարելի է կիրառել ցանկացած տեսակի ջերմատան էներգաարդյունավետության գնահատման համար:

Առանցքային բառեր. ջերմոցային տնտեսություն, ջերմատուն, արդյունավետություն, գազ:

Ш.Н. Инджигулян, Н.М. Малхасян, М.Д. Давтян ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ПАРНИКОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ АРМЕНИИ

Работа посвящена изучению подхода для оценки энергоэффективности парникового хозяйства Республики Армения. Предлагается подход к оценке энергоэффективности, который основан на оценке устройств, изготовленных по старой и новой технологиям. Рассматриваются парниковые устройства, отапливаемые газом и дровами. Предлагается метод классификации парниковых устройств. Предлагаемый метод оценки энергоэффективности применим к любому типу парникового хозяйства.

Ключевые слова: парниковое хозяйство, тепловая установка, эффективность, газ.

Injighulyan Shushan - Master student of Yerevan State University
Malkhasyan Norair - PhD, University of International Economic Relations
Davtyan Mher – PhD, Russian Humanitarian University

A.A. Nanyan

MINIMIZING THE CREDIT RISK OF A COMMERCIAL BANK: ON OPTIMAL INTEREST RATES AND REPAYMENT PERIODS OF LOANS

A dynamic economic-mathematical model directed at determination of optimal (in the sense of minimum credit risk) interest rates and repayment periods of loans is proposed. The model is applied to quarterly data of "ARMECONOMBANK" OJSC. Actual and optimal levels of determinants of lending demand are presented.

Keywords: credit risk, commercial bank, interest rate, repayment period, performing assets.

Since the 1990s a number of international financial organisations and research groups have advanced various credit risk assessment systems meant to facilitate practical implementation of certain modelling techniques [1]. The most prominent examples are "KVM Portfolio Management", "CreditRisk+", "CreditPortfolioView" and "CreditMetrics" [2-5]. As a measure of a credit risk they invoke concepts such as the probability of a default, the expected loss in case of a default and the expected decline in the value of the credit portfolio. However, despite their usefulness these frameworks have not found their ways into the risk management practice of Armenian banks. Part of the reason is that they presume well developed financial markets and detailed and high frequency macroeconomic data sets - features, that are not typical to Armenia of today. This is why, these banks have developed their own internal models which are simply testing resilience of profits to exogeneous probable credit defaults.

At the same time, microeconomic foundations of the credit risk of loans are explored only to a limited extent. At least, the models described above lack coherent theoretical basis that would set the structure of the relationship between a bank and a borrower along with the sequence of events and would allow for calculations only with respect to this structure. That being said our paper attempts to construct a structural optimization model that can potentially be used by commercial banks to analyse optimal interest rates and payment periods of loans.

The initial notations necessary for the formulation of the problem are as follows:

- $t \in T = \{1, 2, \dots, \bar{T}\}$ – the index of discrete time;
- $R_t \in [R_t^0, R_t^1]$ – the average interest rate of loans in period t , where R_t^0 and R_t^1 are exogenously given;
- $T_t \in [T_t^0, T_t^1]$ – the average payment period of loans in period t , where T_t^0 and T_t^1 are exogenously given;
- $Y_t \in R_+$ – per capita GDP characterizing economic situation in the country in period t (given);
- $L(R_t, T_t, Y_t) = L_t$ – the volume of loans provided by the bank in period t as a function of R_t , T_t and Y_t (given);
- $p(R_t, T_t, Y_t) = p_t \in [0, 1]$ – the probability that the loan of period t will be performing at the end of period $t + k$ given that it is performing at the beginning of that period for some $k \in N_0^1$ (given). Obviously, the probability that the loan of period t will be non-performing at the end of period $t + k$ given that it is performing at the beginning of that period for some $k \in N_0$ is $1 - p_t$;
- $q(R_t, T_t, Y_t) = q_t \in [0, 1]$ – the probability that the loan of period t will be performing at the end of period $t + k$ given that it is non-performing at the beginning of that period for some $k \in N_0$ (given). Clearly, the probability that the loan of period t will be non-performing in period $t + k$ given that it is non-performing at the beginning of that period for some $k \in N_0$ is $1 - q_t$;
- P_t^0 – the stock of performing assets at the beginning of period t ;
- P_t^1 – the stock of non-performing assets at the end of period t ;
- NP_t^0 – the stock of non-performing assets at the beginning of period t ;
- NP_t^1 – the stock of non-performing assets at the end of period t ;
- $\bar{I}_t$ – the minimum admissible interest income in period t (given);
- Π_t – the transition matrix of period t ;
- $\bar{NP}_t$ – the maximum admissible volume of the stock of non-performing loans in period t (given);
- $c_P \in [0, 1]$ – the rate at which contributions associated with performing loans are made to the Loan Loss Provision (LLP) (given);
- $c_{NP} \in [0, 1]$ – the rate at which contributions associated with non-performing loans are made to the LLP (given)².

In the paper we employ the definitions of non-performing and performing assets provided in the Resolution of the Board of the Central Bank of Armenia entitled as follows: "Procedure on classification of loans and receivables and creation of possible loss reserves for banks operating in the territory of the Republic of Armenia" [6]. According to this regulation, assets are to be recognized as non-performing in the following cases:

¹ Below we shall be more specific about what we mean by the beginning and end of a period.

² Below we shall explain the role of the coefficients c_P and c_{NP} .

- a) repayment of principal amount or its interests is past due, or;
- b) interest payments have been capitalized or;
- c) payment terms have been adjusted (refinanced) or transferred to the amount of the new borrowing (loan).

Further, there non-performing assets are classified as standard, watch, sub-standard, doubtful, or loss. Nevertheless, our analysis does not directly make use of these subgroups and is constrained to the aggregate “non-performing loans”. On the other hand, the Central Bank of Armenia defines performing assets as those that are serviced in compliance with the contract and are not problematic.

Notice that by construction the loan of period $t_0 \in T$ has fixed (time-invariant) transition probabilities p_{t_0} and q_{t_0} . The transition probability is p_{t_0} in period t (for all $t > t_0$) if there it has found itself in the “performing state” and q_{t_0} , otherwise. On the other hand, transition probabilities of loans of different periods are not identical. The latter assumption is motivated by the fact that they are determined under the influence of different period-specific interest rates, payment periods and per capita GDPs. Thus, the main difference between our model and other related studies that evaluate inter-period transition probabilities of different loan groups is that the former explicitly takes into account the structure of the initial (pre-transition) stock of loans by distinguishing when individual components of the latter were lent.

Assumption 1: $L(R_t, T_t, Y_t)$ is strictly increasing in T_t and Y_t and strictly decreasing in R_t , i.e.

$$\frac{\partial L}{\partial R_t} < 0, \frac{\partial L}{\partial T_t} > 0, \frac{\partial L}{\partial Y_t} > 0 \text{ for } \forall Y_t, R_t, T_t. \quad (1)$$

This assumption conveys the idea that, other things equal, the demand for loans will be higher when (i) interest rates are lower, (ii) payment periods are longer and (iii) macroeconomic outlook is better.

Assumption 2: Probabilities $p(R_t, T_t, Y_t)$ and $q(R_t, T_t, Y_t)$ satisfy the following conditions:

$$\frac{\partial p}{\partial R_t} < 0, \frac{\partial p}{\partial T_t} > 0, \frac{\partial p}{\partial Y_t} > 0 \text{ for } \forall Y_t, R_t, T_t, \quad (2)$$

$$\frac{\partial q}{\partial R_t} < 0, \frac{\partial q}{\partial T_t} > 0, \frac{\partial q}{\partial Y_t} > 0 \text{ for } \forall Y_t, R_t, T_t. \quad (3)$$

In words, the lower interest rates and the higher payment periods and GDP per capita are, ceteris paribus the more likely it is that the corresponding loans will remain or become performing.

Given these two assumptions it might appear that relaxing of lending conditions is favourable to the bank in the sense that it reduces the probability of a default of a borrower and, at the same time, augments the demand for loans. Nonetheless, this is not so straightforward as low interest rates, among other things, might also narrow down interest income of the bank. Thus, such a formulation poses a question of optimality of the bank control variables which is investigated below.

The timing of events in every period t ($t = 3, 4, \dots, \bar{T}$) is as follows (see Fig.1):

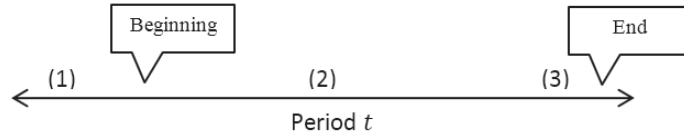


Fig. 1. The timing of events

- (1) - the loans of period $t - 2$, L_{t-2} , are repaid,
- (2) - the loans of the given period t , L_t , are provided by the bank,
- (3) - the transitions between loan groups (performing and nonperforming) available at that point in time (L_{t-1} and L_t) take place.

Definition 1: By the beginning of period t we mean the interval between stages (1) and (2), by the end of period t - the interval after stage (3).

Concerning periods 1 and 2, stage (1) is absent there. Nevertheless, these are the periods that are instrumental to understanding the stochastic dynamics of the process. The following picture (see Fig. 2) depicts their interaction:

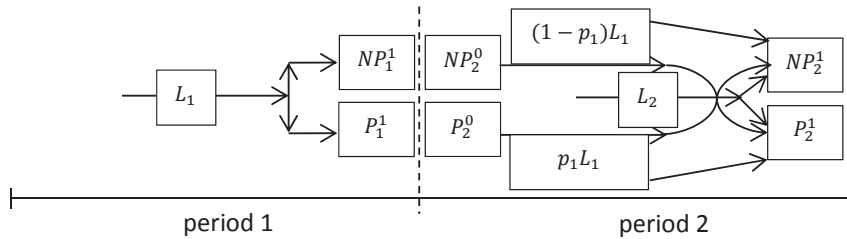


Fig. 2. The interaction of two consecutive periods

Obviously, the process described above exhibits a “Markov property” in the sense that the stock of assets at the end of every period t ($t \geq 2$) solely depends on the loans of the current period and the preceding period and the history in all other periods is of no relevance (clearly, period 1 is an exception). This property is particularly driven by the assumption that at the beginning of every period t ($t \geq 3$) loans of period $t - 2$ are repaid. This also means that the life of loans lasts for two periods.

Notice that at the beginning of every period t ($t \geq 2$) we have that:

$$P_t^0 = p_{t-1}L_{t-1}, \quad (4)$$

$$NP_t^0 = (1 - p_{t-1})L_{t-1}. \quad (5)$$

On the other hand, the end of period t ($t \geq 2$) is described by the following equations:

$$P_t^1 = p_tL_t + p_{t-1}P_t^0 + q_{t-1}NP_t^0 = p_tL_t + p_{t-1}^2L_{t-1} + q_{t-1}(1 - p_{t-1})L_{t-1}, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} NP_t^1 &= (1 - p_t)L_t + (1 - p_{t-1})P_t^0 + (1 - q_{t-1})NP_t^0 = \\ &= (1 - p_t)L_t + (1 - p_{t-1})p_{t-1}L_{t-1} + (1 - q_{t-1})(1 - p_{t-1})L_{t-1}, \end{aligned} \quad (7)$$

meaning that:

$$P_t^1 + NP_t^1 = L_{t-1} + L_t. \quad (8)$$

Equation (8) reflects the fact that the final stock of loans is made up by the flows of loans of the current and preceding periods.

For the initial period it holds that:

$$P_1^0 = NP_1^0 = 0, \quad (9)$$

and

$$P_1^1 = p_1L_1 = P_2^0, \quad (10)$$

$$NP_1^1 = (1 - p_1)L_1 = NP_2^0. \quad (11)$$

It is notable that, for all other periods t ($t \geq 2$):

$$P_{t-1}^1 - P_t^0 = p_{t-2}^2L_{t-2} + q_{t-2}(1 - p_{t-2})L_{t-2} \neq 0, \quad (12)$$

$$NP_{t-1}^1 - NP_t^0 = (1 - p_{t-2})p_{t-2}L_{t-2} + (1 - q_{t-2})(1 - p_{t-2})L_{t-2} \neq 0. \quad (13)$$

Moreover:

$$P_{t-1}^1 - P_t^0 + NP_{t-1}^1 - NP_t^0 = L_{t-2}. \quad (14)$$

Equation (14) is perfectly intuitive because as already emphasized credit stocks at the end of period $t - 1$ and the beginning of period t differ in L_{t-2} , since by assumption the latter is repaid in stage (1).

Obviously, the transition matrix characterizing stage (3) of period t ($t \geq 2$) takes on the following form:

$$\Pi_t = \begin{bmatrix} p_{t-1} & 1 - p_{t-1} \\ q_{t-1} & 1 - q_{t-1} \end{bmatrix}. \quad (15)$$

Then, in matrix notation the fundamental equations of the model are read as follows:

$$A_t^1 = A_t^0 \Pi_t + \bar{\Pi}_t L_t, \quad (16)$$

where:

$$A_t^i = [P_t^i \quad NP_t^i], i = 0, 1, \quad (17)$$

$$\bar{\Pi}_t = [p_t \quad 1 - p_t]. \quad (18)$$

Clearly, the stochastic process introduced in the paper is not stationary in the sense that the transition matrix is time-dependant.

After formalizing the concepts of performing and non-performing loans, let us turn to the definition of the credit risk. The negative consequences of a potential default of a borrower for the revenues of a commercial bank are obvious. Here it is worthwhile to recall that the term “non-performing” refers not only to loans that are in default but also to ones that are close to being in default. Then from the modelling perspective it is essential to clarify how these probable and actual losses are reflected in balance sheets of the bank. Financial accounting addresses this issue in an elegant manner: it presumes a loss allowance which is generated through recording of expenses adjusted to all groups of problem loans. In Armenia, for instance, this principle is governed by the Resolution of the Board of the Central Bank. According to this legal act for assets denominated in Armenian drams commercial banks should form special provisions in the amount of 10...15% for watch assets, 20...25% for substandard assets, 50...70% for doubtful assets and 100% for loss assets [6]. For standard assets banks should record a general provision in the amount of 1%. On the other hand, events that are associated with credit risks (a delay in the scheduled payment, for example) result in changes in the structure and quality of the loan portfolio which, as follows from the above discussion, leads to

additional provisioning (expenses or revenues). In case of extra LLP type expenses, the profit and capital of the bank decline if everything else is held unchanged. Hence, it is plausible to treat these extra costs as the credit risk of the bank.

Assumption 3: Compared to performing loans, non-performing ones are costlier to the bank, i.e.:

$$c_{NP} > c_P. \quad (19)$$

Definition 2: Within the frames of our model by the credit risk of the commercial bank in period t we mean the following expression:

$$C_t = C(R_t, T_t, Y_t) := c_P \Delta P_t + c_{NP} \Delta NP_t, \quad (20)$$

where

$$\Delta P_t := P_t^1 - P_t^0, \quad (21)$$

$$\Delta NP_t := NP_t^1 - NP_t^0. \quad (22)$$

Furthermore, note that:

$$\Delta P_t = (1 - p_t)L_t + (1 - p_{t-1})(1 + p_{t-1} - q_{t-1})L_{t-1} = L_t - \Delta NP_t. \quad (23)$$

Hence by definition 2:

$$C_t = c_P \Delta P_t + c_{NP}(L_t - \Delta P_t) = c_{NP}L_t + (c_P - c_{NP})\Delta P_t. \quad (24)$$

Definition 3: We define Interest Income of the bank in period t as follows:

$$I_t = I(R_t, T_t, Y_t) := p_t L_t R_t + (p_{t-1}^2 + q_{t-1}(1 - p_{t-1}))L_{t-1}[2R_{t-1} + R_{t-1}^2]. \quad (25)$$

(25) shows how much interest income has been generated by the present and past components of P_t^1 up to the end of period t . Put simply, I_t is the interest income corresponding to P_t^1 .

Thus, the bank that primarily cares about the credit risk seeks to minimize the expression given in (24) under the constraint imposed on Interest Income (25). Meanwhile, it should keep feasibility restrictions, namely, $NP_t^1 \leq \overline{NP}_t^3$, $R_t \in [R_t^0, R_t^1]$, $T_t \in [T_t^0, T_t^1]$, $\forall t \in T$, into account. Formally, the optimization problem takes on the following form:

$$\begin{aligned} \min_{\{R_t\}, \{T_t\}} & c_{NP}L(R_t, T_t, Y_t) + (c_P - c_{NP})\{(1 - p(R_t, T_t, Y_t))L(R_t, T_t, Y_t) + \\ & + (1 - p(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1}))(1 + p(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1}) - q(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1}))x \times \\ & \times xL(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1})\} \end{aligned} \quad (26)$$

subject to

$$\begin{aligned} & p(R_t, T_t, Y_t)L(R_t, T_t, Y_t)R_t + ([p(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1})]^2 + \\ & + q(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1})(1 - p(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1})))L(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1})x \times \\ & \times x[2R_{t-1} + R_{t-1}^2] \geq I_t, \forall t \in T, \end{aligned} \quad (27)$$

$$(1 - p(R_t, T_t, Y_t))L(R_t, T_t, Y_t) + (1 - p(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1}))(1 + p(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1}) - q(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1}))L(R_{t-1}, T_{t-1}, Y_{t-1}) \leq \overline{NP}_t, \forall t \in T, \quad (28)$$

$$R_t \in [R_t^0, R_t^1], \forall t \in T, \quad (29)$$

$$T_t \in [T_t^0, T_t^1], \forall t \in T. \quad (30)$$

The application of the model to “ARMECONOMBANK” OJSC. The application of our model to actual data runs into some complications because the exact empirical counterparts of the core variables are not publicly available. In particular, in the theoretical model L_t , for instance, is supposed to be a flow variable⁴ while published financial statements provide information on the respective stock variable. Further, the transformation of data of one type into another is at times impossible, other times – entails further difficulties. This is why in the numerical implementation of the model we are a little sloppy with regard to the distinction of flow and stock variables but this shortcoming can certainly be attenuated given relevant datasets.

Furthermore, for the sake of simplicity we omit the sequence $\{Y_t\}_{t \in T}$ which is taken as given in the model 26-30 and thus is not controlled by the bank. In place of $\{L_t\}_{t \in T}$ we use “Customer Loans and Borrowings” from the quarterly⁵ *Balance Sheets* of the bank, in place of $\{R_t\}_{t \in T}$ – the average interest rate of “Customer Loans and Borrowings” from the disclosures attached to quarterly financial statements⁶. The next challenge is to approximate payment periods $\{T_t\}_{t \in T}$. In case of an Armenian bank it makes sense to employ the table of the section *Liquidity risk* of the Notes to Financial Statements. This table allocates all assets and liabilities into different groups by the length of period until maturity. The following groups corresponding to the item “Customer Loans and Borrowings” are of interest to our analysis: demand (group 1), up to 3 months (group 2), 3-6 months (group 3), 6-12 months (group 4), 1-

³ This constraint is ultimately meant to place certain limits upon the share of non-performing loans in the total portfolio – a requirement particularly desirable from the perspective of risks.

⁴ Notice that such a specification is the most appropriate one in the multiperiod setting.

⁵ Our analysis covers the period from the first quarter of 2007 to the third quarter of 2017. Thus, $T = \{2007q1, \dots, 2017q3\}$.

⁶ In the section *Interest rate risk* of the Notes to Financial Statements Armenian banks report a table with average interest rates of interest bearing assets and liabilities nominated in drams and foreign currencies. In approximating $\{R_t\}_{t \in T}$ we compute the respective weighted average using the stock of loans in drams and foreign currencies as weights. Further, the currency distribution of “Customer Loans and Borrowings” is also given within the same disclosure.

5 years (group 5) and more than 5 years (group 6). Then for the quarter $t \in T$ we calculate the weighted average in the following way:

$$T_t = \frac{\sum_{i=1}^6 m_t^{iL} l_t^i}{\sum_{i=1}^6 l_t^i},$$

where:

$$m_t^i = m_t^{iL} + \frac{m_t^{iU} - m_t^{iL}}{2},$$

m_t^{iL} and m_t^{iU} are the endpoints of group i and are expressed in years, $i = 1, \dots, 6$,

$$m_t^{1L} = 0, m_t^{1U} = 1/12, m_t^{6U} = 10,$$

l_i is the stock of “Customer Loans and Borrowings” corresponding to group i , $i = 1, \dots, 6$.

For the function $L(R_t, T_t)$ we obtain the following **Cochrane-Orcutt** representation:

$$\begin{cases} \log L_t = \underset{(0.98)}{19.69} - \underset{(0.29)}{1.23} \log R_t + \underset{(0.23)}{1.66} \log T_t + u_t, \\ \text{where } u_t = \underset{(0.13)}{0.54} u_{t-1} + \varepsilon_t. \end{cases} \quad (31)$$

In (31) - below coefficients and between parentheses - the respective standard errors are given. Evidently, all these coefficients are significantly different from 0 (at least at the 5% significance level).

As we can see in Fig. 3 autocorrelations of $\{\hat{u}_t\}_{t \in T}$, derived from estimating the first equation of (31) in isolation, are significantly different from 0 at first and second lags meaning that the underlying process $\{u_t\}_{t \in T}$ is certainly not *white noise*⁷. Notably, Cochrane-Orcutt procedure allows to explicitly take care of these autocorrelations and address this concern.

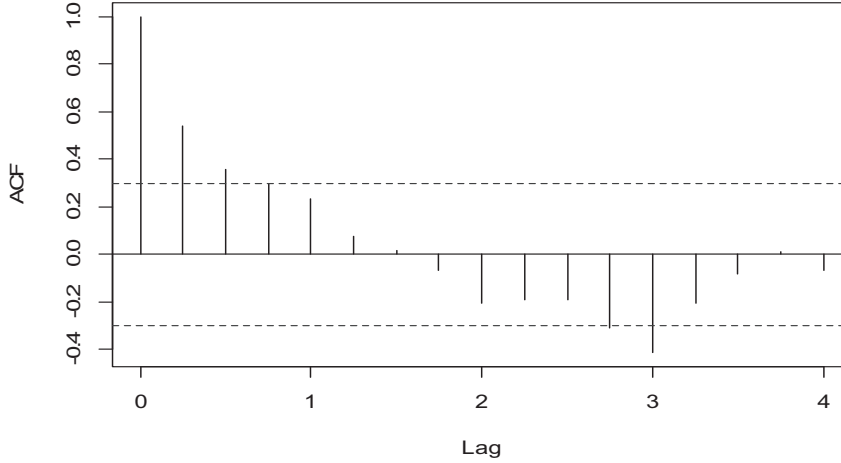


Fig. 3. Correlogram of residuals of the first equation of the system (31)

Indeed, the residuals $\{\hat{\varepsilon}_t\}_{t \in T}$ corresponding to joint estimation of two equations in (31) do represent a realisation of independent identically distributed random variables with mean 0 (Fig. 4). In addition, the chosen specification, namely, the existence of stable relationship between demand for loans and interest rates and payment periods, is justified by the theory. Taken together, these observations imply that the regression (31) is not spurious and its estimates are consistent.

The empirical estimation indicates that, in agreement with assumption 2 of our theoretical model, in “ARMECONOMBANK” interest rates have a negative impact on the demand for loans while the effect of payment periods is positive. In particular, in case of “ARMECONOMBANK”, other things equal, a 1 % (not percentage point) increase in interest rates leads to a decrease in the demand for loans by 1.23%, while a 1 % prolongation of loans is associated with 1.66% increase in their demand. Also, (31) points to a multiplicative relation among L_t , R_t and T_t in a classical Cobb-Douglas form.

⁷ Recall, that for *white noise* $ACF(k) = 0$ for $k > 0$.

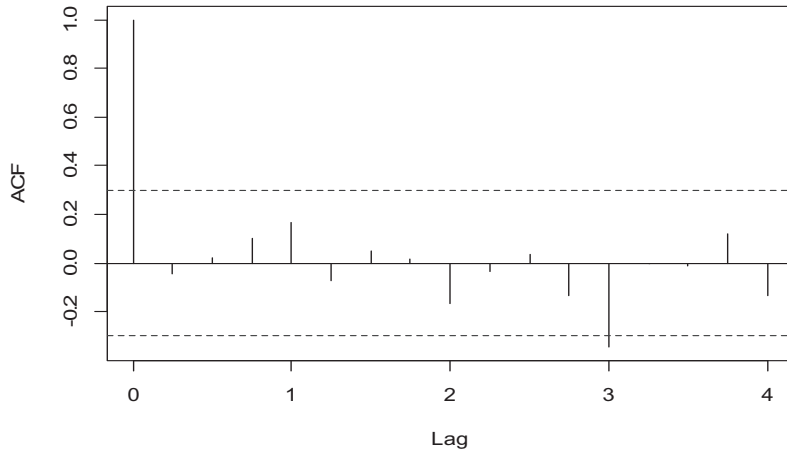


Fig. 4. Correlogram of residuals of the second equation of the system (31)

The next major task is to assess the functional form of $p(R_t, T_t)$. For this purpose, calibration of $\{p_t\}_{t \in T}$ is required. In other words, we are interested in the values of probabilities $\{p_t\}_{t \in T}$ under which the key equation (21) of the theoretical model reproduces actual data as closely as possible. This calibration exercise is accomplished by means of the following optimization problem:

$$\min_{\{p_t\}_{t \in T}, \{q_t\}_{t \in T}} \sum_{t \in T} [(\hat{P}_t^1 - P_t^1)^2 + (\hat{NP}_t^1 - NP_t^1)^2] \quad (32)$$

subject to:

$$\sum_{t \in T} p_t = 1, \quad (33)$$

$$p_t \geq 0, t \in T, \quad (34)$$

where $\hat{P}_t^1$ and $\hat{NP}_t^1$ are the values of performing and non-performing *assets*⁸ predicted by equations (11) and (12) for $t \in \{2007q2, \dots, 2017q3\}$ and by equations (15) and (16) for $t = 2007q1$, P_t^1 and NP_t^1 are the actual (observed) values for all t . Further, $\hat{P}_t^1$ and $\hat{NP}_t^1$ are dependent upon p_t , p_{t-1} and q_{t-1} .

The solution of the problem (32)-(34) indicates, though, that in case of “ARMECONOMBANK” there is no stable relationship either among $\{p_t\}_{t \in T}$, $\{R_t\}_{t \in T}$ and $\{T_t\}_{t \in T}$, or among $\{q_t\}_{t \in T}$, $\{R_t\}_{t \in T}$ and $\{T_t\}_{t \in T}$. This simply implies that in the final model (26)-(31) $\{p_t\}_{t \in T}$ and $\{q_t\}_{t \in T}$ need to be taken as given without reference on their functions.

It remains to insert all these objects into (26)-(31) and solve the resulting optimization problem. Given the structure of the model we employ the recursive solution method. That is, we solve this problem separately for every period (starting from the second one) in the following way: period t ($t > 2007q1$) problem is solved with respect to R_t and T_t given that $R_{t-1} = R_{t-1}^*$ and $T_{t-1} = T_{t-1}^*$, where (R_{t-1}^*, T_{t-1}^*) is the solution of the period $t - 1$ problem. For the initial period $t = 2007q1$ the actual values of R_{2007q1} and T_{2007q1} are taken as optimal. As a result, the following pictures emerge (see Figs. 5 and 6):

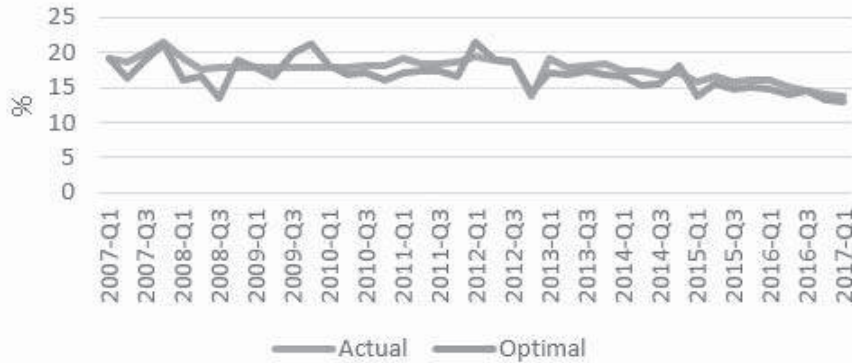


Fig. 5. The actual and optimal interest rates of “ARMECONOMBANK”

⁸ Given the fact that because of limitations in available information we interpret L_t as a stock rather than a flow variable, we substitute performing and non-performing loans by the respective total asset portfolios in the numerical implementation of the model.

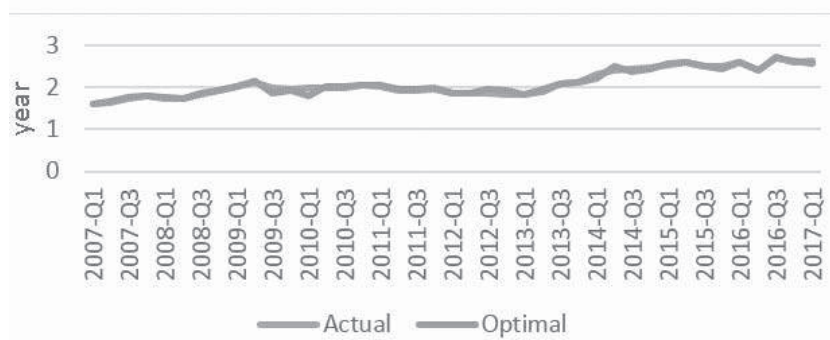


Fig. 6. The actual and optimal payment periods of "ARMECONOMBANK"

References

1. **Altman E., Saunders A.** Credit risk measurement: Developments over the last 20 years // Journal of Banking and Finance.-1988.-21.-P. 1721-1742.
2. **Altman E., Haldeman R., Narayanan P.** Zeta analysis: A new model to identify bankruptcy risk of corporations // Journal of Banking and Finance.-1977.-1.-P. 29-54.
3. **Martin D.** Early warning of bank failure: A logit regression approach // Journal of Banking and Finance.-1977.-1.-P. 249-276.
4. **West R.** A factor-analytic approach to bank condition // Journal of Banking and Finance.-1985.-9.-P. 253-266.
5. **Lawrence E., Smith D., Rhoades M.** An analysis of default risk in mobile home credit // Journal of Banking and Finance.-1992.-16.-P. 299-312.
6. https://www.cba.am/EN/laregulations/Resolution_63.pdf. 27.02.2018.

Ա.Ա. Նանյան

ԱՌԵՎՏՐԱՅԻՆ ԲԱՆԿԻ ՎԱՐԿԱՅԻՆ ՌԻՍԿԻ ՄԻՆԻՄԱԼԱՑՈՒՄԸ. ՎԱՐԿԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ՏՈԿՈՍԱԴՐՈՒՅՔՆԵՐԻ ԵՎ ՄԱՐՄԱՆ ԺԱՄԿԵՏՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Առևտրային բանկի համար առաջարկված է դինամիկ տնտեսագիտամաթեմատիկական մոդել՝ ուղղված վարկային ռիսկի մինիմալացման տեսանկյունից օպտիմալ տոկոսադրույքների և մարման ժամկետների որոշմանը: Մոդելը կիրառված է <<ՀԱՅԷԿՈՆՈՄԲԱՆԿ>> ԲԲԸ-ի եռամսյակային տվյալների նկատմամբ, և ներկայացված են վարկային պահանջարկի որոշիչների փաստացի և օպտիմալ մակարդակները:

Առանցքային բառեր. վարկային ռիսկ, առևտրային բանկ, տոկոսադրույք, մարման ժամկետ, աշխատող ակտիվներ:

А.А. Нанян

МИНИМИЗАЦИЯ КРЕДИТНОГО РИСКА КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА: ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОЦЕНТНЫХ СТАВКАХ И СРОКАХ ПОГАШЕНИЯ КРЕДИТОВ

Предложена динамическая экономико-математическая модель для коммерческого банка, направленная на определение оптимальных, с точки зрения минимизации кредитного риска, процентных ставок и сроков погашения. Модель применена к ежеквартальным данным ОАО «АРМОЭКОНОМБАНК». Представлены фактические и оптимальные уровни детерминантов кредитного спроса.

Ключевые слова: кредитный риск, коммерческий банк, процентная ставка, срок погашения, работающие активы.

Nanyan Ashot Ararat - PHD student, Department of Economics and Management, Yerevan State University

L.V. Avagyan, G.N. Chapanyan, A.H. Arakelyan

THE MODEL OF THE FUNCTIONING OF ARMENIAN BANKS EFFICIENCY ASSESSMENT

The problem of the modeling of Armenian banking system is studied based on the Return on Equity of financial system. The model for the assessment of Return on Equity is presented. The reports and working papers of Armenian Central Bank, yearbooks of Armenian Statistical Survey, Annual Reports of Armenian banks and internet data have been used for the study.

Keywords: ROE, Theil inequality coefficients, cycles, periodogram, Fourier method.

Introduction. For many years economists, statisticians, teachers of finance and also some other scientists like physicists, engineers have been interested in developing and testing models of financial time series behaviour. It has been so interesting that some other fields of science have opened new branches related to finance [1,2], like Banking and Finance engineering. Research on financial time series and price fluctuations is of prime importance for financial institutions. It has many applications, for example in the field of risk assessment and efficiency assessment of new financial instruments and banking time series [2]. Tomorrow's price is uncertain and it must therefore be described by a probability distribution. Time series models may for example be used for prediction or forecasting of factors assessing the behaviour of banks rates of equity and assets, option pricing and risk management. In this article, first we try to briefly give a basic knowledge about financial concepts related to our paper then we explain more about our investigating problem and review some previous works in that area.

1. Literature review

Some properties of financial time series.

1. Regularity: The measurement values of a time series are usually recorded at regular time intervals, this regularity is so important because without regularity, some parameters like moving averages, autocorrelations, and so on would not make sense. In this paper we mostly work on quarterly recorded banking rates of equity and rate of assets which are completely regular.
2. Stationarity: The stationarity of time series briefly means that the statistical characteristics of them do not vary over time! The financial time series are originally non-stationary but the magnitude spectrum analysis of banking rates of equity and rate of assets show that we can find some harmonically stationary objects in feature space of them [3].
3. The stationarity is also important because the spectral analysis and Fourier transform basically assume that the signal is stationary [4] and therefore for getting reliable and reasonable results, the signal must be almost stationary at least in some of its frequency domain statistics.
4. Historicity: Banking rates of equity and rate of assets time series exhibit historicity which means the past is an indicator of the future, but some others don't show any especial historicity. For banking time series, evidence of the historicity is so interesting because if it is the case, it will give us the ability of prediction (predictability) which is the main motivation of analysis and modelling of financial time series

As mentioned several times before, the analysis and modelling of financial time series is too important for predictive applications. The efforts for such a modelling have a long history which started with the Brownian motion model [5]. In general, there are two main approaches for analysing the behaviour of banking time series, one is in "time domain" and the other is in "frequency domain".

Studies based on Statistical approach The first and also more studies for analysis and modeling of financial time series have been based on statistical approach. In this approach, it is tried to model the behaviour of financial or banking time series using statistical methods and models.

Studies based on spectral analysis The Spectral and Fourier analysis of time series are among frequency domain analysing approaches. [6] Two approaches, "time domain" and "frequency domain" are mathematically related in that the autocovariance function of the time domain

approach is the Fourier transform of the spectrum of the frequency domain formulation and vice versa.

Studies based on Time-frequency analysis [6] Fourier and spectral analysis are very appealing when working with time series. However, restricting the researches to stationary time series is not very appealing since most financial time series exhibit quite complicated patterns over time (e.g. trends, abrupt changes, transient events, etc.). The behaviour of financial time series, in particular banking rate of equity and rate of assets, have always remained as an intriguing phenomenon for the general public, as well as academics and policy makers. The first financial application of spectral methods was in 1959 and the first paper (Granger) and the first book [7] were published in 1961, 1964 respectively. After that, the use of spectral methods spread to different areas of economics. Most parts of the economy are inclined to move together at low frequencies. Although some evidence was found for certain low frequency components being especially important (see, for instance, Howrey, 1968 and Harkness, 1968), in general all low frequencies were usually observed to be important for the levels of major economic variables. The relative importance of low frequency components compared to all higher components was found so frequently that a spectrum that steadily declined from low to higher frequencies, except possibly at seasonal frequencies, was called the 'typical spectral shape' in Granger (1966). [7] estimated the spectrum taking the monthly mid range of Woolworth stock prices quoted on the New York stock exchange for the period of January 1946 to December 1960. The spectrum was seen to be very smooth and with the low frequencies predominating a shape frequently found for the spectrum of an economic series.

Godfrey et al (1964) found that most of the points of the spectra were within the 95% confidence limits. However, the strong long run (two or more years) components were larger than expected. The annual component was not apparent in any of the series studied, but several series showed very faint evidence at the harmonics of the seasonal components. In a similar fashion [8] found that a random walk model with no seasonal component appeared to fit the shorter run fluctuations of the series rather well for rate of return on a bond of specific maturity. [9] studied the spectrum of the Sydney ordinary share index over 160 weeks from 1961-64. They observed that the spectrum seemed flat, which was not surprising, as the series was not long enough to reveal other components if they were present. Sharma and Kennedy (1977) made a comparative analysis of stock price behavior on the Bombay, London, and New York stock exchanges. Their results indicated that the spectral densities estimated for the first differences series (raw and log transformed) of each index, confirmed the randomness of series, and no systematic cyclical component or periodicity was present. [10] found departures from the random walk hypothesis in case of Australian share prices and share price indices and 18 moreover there was a clearly defined seasonal pattern in share price indices. Kulkarni (1978) presented an auto-spectral test of the random walk hypothesis about share price movements on the Indian stock exchanges. All the weekly series (all India, Bombay, Calcutta, Madras, Ahmedabad, and Delhi) seemed to behave alike except for Calcutta and Delhi. All the monthly series were found to be influenced by one or two seasonal and other harmonics (cycles). In another study, [11] made an attempt to test weak form of efficient market hypothesis (EMH) and failing to find any support for this, concluded that there was no random walk. Poterba and Summers (1987) and Lo and MacKinlay (1988) challenged the conventional view that stock price returns were unpredictable, i.e., do not form a martingale difference sequence. They suggested that the spectral shape tests may be interpreted as searching over all frequencies of spectral density for martingale difference violations, whereas the variance bounds tests may be interpreted as examining the zero frequency in isolation. [12] extended this literature on using spectral shape to test various hypotheses, which has concentrated on a single statistic, to more general question of analyzing spectral distribution deviations from the straight line as a problem of weak convergence in a random function space. A general asymptotic theory for spectral distribution function permits the construction of many test statistics of the martingale hypothesis. Using the data sets of Lo - MacKinlay (1988) and Poterba and Summers (1987), he found that weekly and monthly stock returns revealed some evidence against the null hypothesis that holding returns are martingale differences. His result confirmed that stock price exhibited long run mean reversion. Violations of the random walk theory appear to be robust to a relatively diffuse formulation of a researcher's beliefs concerning the class of alternatives. Another study by Fond and Ouliaris (1995) supported the view against the martingale hypothesis for exchange rates data and they viewed this rejection is due to long memory influences. [13] Apart from the studies relating to random walk and martingale behavior, a few studies have been made to analyze some other aspects of stock price behavior.

Following findings of recent researchers we explore the frequency domain approach to model return on equity (ROE) as a time series, using Periodogram and Fourier Series Analysis methods, because of their simple way of modeling seasonality and eliminating significant peaks without re-estimating the model. We also seek to use this model to forecast of future values.

The objective of analysis. The main goal of the research is to assess the effectiveness of commercial banks of RA with return on equity (ROE) of financial stability. To achieve this goal, we have set and solved the following key issues:

- explore the series of equity of Armenian commercial banks and changes in 2006-2017 period,
- explore the series of net income of Armenian commercial banks.

Theoretical, informational and methodological bases of analysis. The Reports and Working Papers of Armenian Central Bank, Yearbooks of Armenian Statistical Survey, Annual Reports of Armenian Banks and Internet data have been used for the study.

Methods of analysis. The main methods of analysis of this work are Periodogram and Fourier Series Analysis. If the series is largely influenced by seasonality or periodicity, one can immediately inspect and guess the period or the frequency of the series, but if the series cannot be guessed accurately, it calls for the construction of a Periodogram to determine the period or frequency of series.

In this work, since ROE is affected by other factors, Periodogram analysis becomes necessary to determine the ROE cycle of the series for the period under study.

In constructing the Periodogram, time series is viewed in the frequency-domain view point as one that consists of sine and cosine waves at different frequencies.

$$X_t = T_t + \sum_{i=1}^N [a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t] + \varepsilon_t, \quad (1)$$

where T_t is trend equation, X_t is the series, ω_i the angular frequency measured in radians, ε_t is the error term, a_i, b_i are the coefficients.

In short, the series consists of the trend, seasonal and error components. The series is first detrended and the ordinary least squares estimates of the parameters obtained on the detrended series as:

$$a_i = \frac{2}{N} \sum_{t=1}^N \Delta X_t \cos \omega_i t, \quad (2)$$

$$b_i = \frac{2}{N} \sum_{t=1}^N \Delta X_t \sin \omega_i t \quad (3)$$

$$\text{For } 1 < i < N/2, \omega_i = 2\pi f_i.$$

The above results are obtained from complex variables as orthogonality and independent properties of Fourier Series or sinusoidal models. In case of time series with even number of observations $N = 2q$, $q = N/2$, the same definitions are applicable, except for

$$a_q = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (-1)^t \Delta X_t, \\ b_q = 0.$$

Therefore the Periodogram for a time series ΔX_t with $N = 2q + 1$ (odd number of observations) is defined as the function of intensities $I(f_i)$ at frequency f_i as:

$$I(f_i) = \frac{N}{2} [a_i^2 + b_i^2], i = 1, 2, \dots, q, \quad (4)$$

where f_i is the i-th harmonic of frequency $1/N$ and $0 \leq f_i \leq 0,5$ for even number of observations,

$$I(f_{0,5}) = N a_q^2. \quad (5)$$

The trend is first isolated or removed by fitting the linear trend model or quadratic trend, using the method of least squares. The trend equation is fitted based on its significance in the model. Thus trend equation includes:

$$X_t = a_0 + b_0 t \text{ - Linear trend}$$

$$X_t = a_0 + b_0 t + c_0 t^2 \text{ - Quadratic trend} \quad (6)$$

After detrending the model equation (1) will be given in the following way:

$$\Delta X_t = \sum_{i=1}^k [a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t]. \quad (7)$$

The above equation is cast as a Multiple Linear Regression to obtain the estimates of a_i and b_i .

The original value of ε_t is obtained by subtracting the trend and seasonal components from the original value (X_t). This gives the random error. To estimate ε_t , we first of all determine if the residual values are random. This can be done by assessing the autocorrelation function of the residual. If the residual or error component is not random, the first order autoregressive model can be fitted to the error values as:

$$\varepsilon_t = \phi \varepsilon_{t-1} + \mu_t, \quad (8)$$

where ε_t is error term, ϕ is the autoregressive coefficient, μ_t is the purely random process (white noise).

The estimated equation is given as:

$$\varepsilon_t = \phi \varepsilon_{t-1}. \quad (9)$$

These estimations are done using statistical packages, such as Eviews and Excel.

Data analysis. A clear assessment of the graphical representation of original series shows that there is an existence of trend cyclical and seasonal variations, but the cycle or period of the series cannot be exactly ascertained (see Fig. 1). Thus, we can see that the series is not normal or stable.

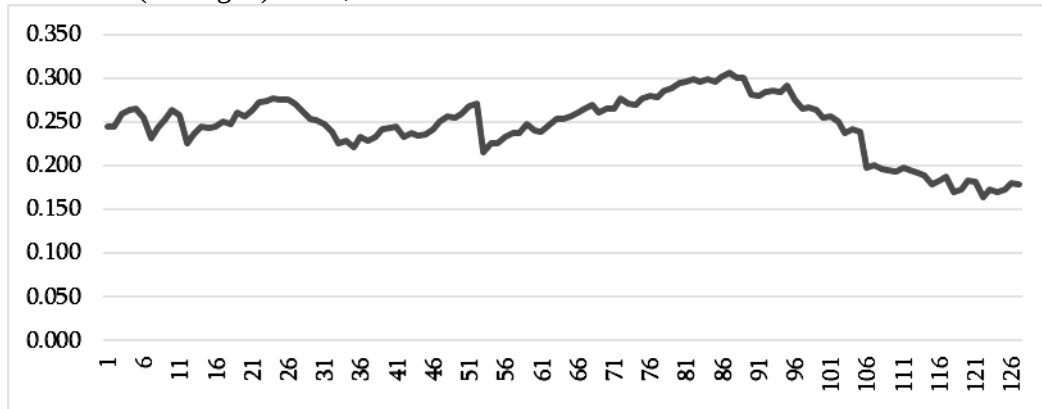


Fig. 1. Changes of return on equity of RA banking system (Jan. 2006 – July 2017)

Periodogram analysis. The intensities $I(f_i)$ at various frequencies (Schuster Periodogram) are obtained using equations (2), (3) and (4) as shown in Fig. 2.

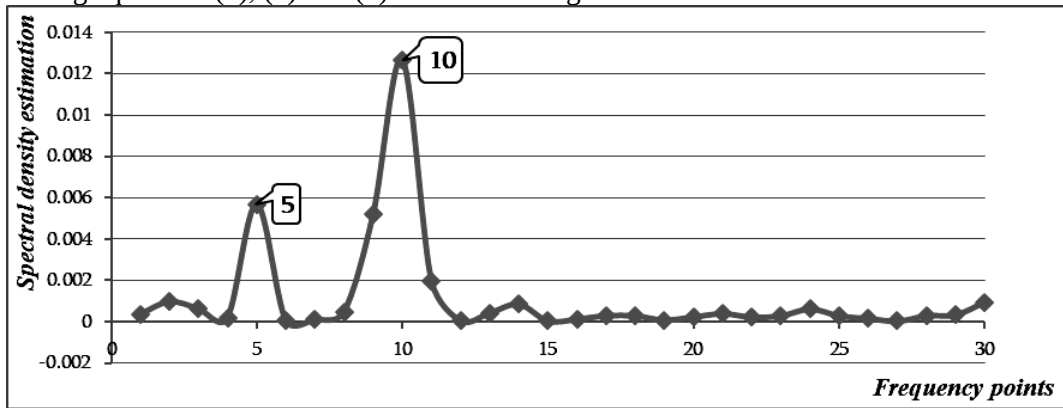


Fig. 2. Schuster Periodogram

From Fig. 2 it is observed that the period or cycle for the data are 6 and 12 months. These are now used to fit the Fourier series model.

Fitting the general Fourier series model. The trend (T_t) is estimated as $T_t = a + bt$, and its analysis is given in Table 1.

From Table 1 it is seen that a and b parameters are significant and the regression equation is

$$T_t = 0.26734 - 0.00033t.$$

Let's assess the autoregression model of the ε_t error component, which is given as

$$\varepsilon_t = a\varepsilon_{t-1} + b. \text{ Its analysis is given in Table 2.}$$

So, the parameters estimated in error component are significant in the model and the autoregression equation is

$$\varepsilon_t = 0.4036\varepsilon_{t-1}$$

Table 1

Test for significance of the parameter estimate in the trend model

Variables	coef.	std. error	t stat.
<i>a</i>	0.267344	0.005809	46.02231
<i>b</i>	-0.000333	7.88E-05	-4.228063
<i>R</i> ²	0.125119		
<i>F</i> stat.	17.87652		
<i>n</i>	127		
<i>k</i>	2		
<i>n-k+1</i>	126		

Table 2

Test for significance of parameter estimate in the error component

Variables	coef.	std. error	t stat.
ε_t	0		
constant	0.4036	0.083856	4.813481
<i>R</i> ²	0.15602		
<i>n</i>	127		
<i>k</i>	1		
<i>n-k+1</i>	127		

The general model for the series, which consists of the estimated trend, seasonal and error component is given as:

$$X_t = 0.26734 - 0.00033t + \sum_{i=1}^{12} [a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t] + 0.4036\varepsilon_{t-1}, \quad (10)$$

where $\omega_i = 2\pi i / 127$, and parameters for a_i, b_i are given in Table 3.

Assessment of transformed models. There are parameters estimates for model (10) given in Table 3. But there are many coefficients, which are used for assessing the models. For example for one-equation including regression model there are used R^2 , F statistic, t statistic and etc. They are used for assessing the model's statistical significance. There are other factors (for example DW) which are used for estimating some particular assumptions. Even using these statistics does not let accept or decline one-equation model properly, especially when its compared with other model. Thus, it is necessary to find out the purpose of the model and the reliability of estimated parameters. Assessment of the model refers to a purpose or target, why it was built. For example for forecasting future values of series the model must have least standard error, when t statistic is more important.

Let's also mention, that regression equation may be statistically significant, but after an imitation transformed model does not approximate to original model. Hence during modeling there is a need to estimate the distance between original series and the transformed one. For forecasting there is widely used quadratic means and root mean square (rms) especially [14].

$$rms \text{ error} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^s - Y_t^a)^2}, \quad (11)$$

where Y_t^s is imitation value of Y_t , Y_t^a is real value, T is number of observations.

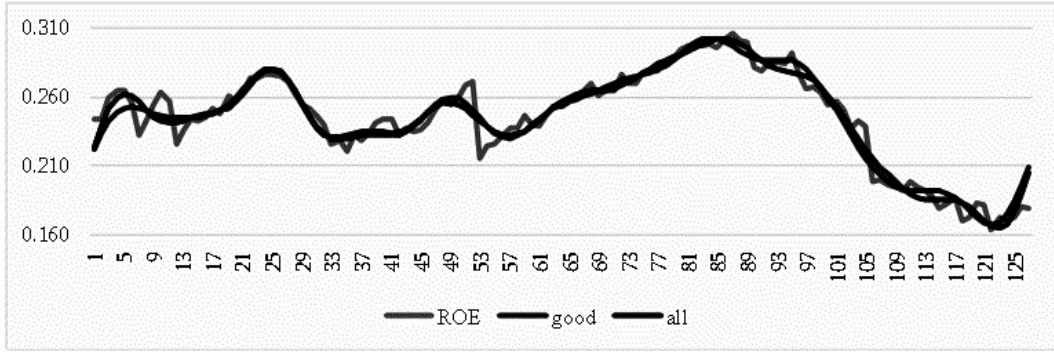


Fig. 3. Plot of original and 2 transformed series (where ROE is the original series, good is transformed series obtained only from significant parameters, all is the series obtained from all parameters of model)

There is another imitation statistic, which refers to rms Theil [14] inequality coefficient, which is given as:

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^s - Y_t^a)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^s)^2 + \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^a)^2}}. \quad (12)$$

As we see the numerator of this equation is rms, but this coefficient lies between 0 and 1.

Theil inequality coefficient can be transformed as following:

$$\frac{1}{T} \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2 = (\bar{Y}^s - \bar{Y}^a)^2 + (\sigma_s - \sigma_a)^2 + 2(1-p)\sigma_s\sigma_a, \quad (13)$$

where $\bar{Y}^s$ and $\bar{Y}^a$ are means of time series, σ_s and σ_a are standard deviations of series and p is the correlation coefficient.

Theil inequality coefficient can be represented by the following proportions:

$$U^M = \frac{(\bar{Y}^s - \bar{Y}^a)^2}{\frac{1}{T} \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2}, \quad U^S = \frac{(\sigma_s - \sigma_a)^2}{\frac{1}{T} \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2}, \quad U^C = \frac{2(1-p)\sigma_s\sigma_a}{\frac{1}{T} \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2}. \quad (14)$$

Table 3

Test for significance of the parameter estimates in (10) model

	coef.	std. error	t stat
cos1	-0.024637	0.001127	-21.8691
sin1	-0.004258	0.001126	-3.78156
cos2	-0.016739	0.001127	-14.8584
sin2	0.030627	0.001126	27.19991
cos3	0.002543	0.001127	2.257656
sin3	0.012992	0.001126	11.53794
cos4	0.000385	0.001127	0.341603
sin4	0.001793	0.001126	1.592599
cos5	0.005418	0.001127	4.809429
sin5	0.001754	0.001126	1.557654
cos6	0.001786	0.001127	1.584996
sin6	0.009084	0.001126	8.067118
cos7	-0.005316	0.001127	-4.71884
sin7	0.004369	0.001126	3.880167
cos8	-0.001631	0.001127	-1.44747
sin8	0.005636	0.001126	5.005203
cos9	-0.001114	0.001127	-0.98911
sin9	0.001687	0.001126	1.497907
cos10	0.002313	0.001127	2.052969
sin10	0.001792	0.001126	1.591483

cos11	-0.001116	0.001127	-0.99041
sin11	0.003814	0.001126	3.387421
cos12	-0.001461	0.001127	-1.29669
sin12	-0.00057	0.001126	-0.50609
C	0.246016	0.000796	308.9048
R sqr	0.932907		
F stat	73.99932		

U^M , U^S , U^C are called as proportions of deviations, variation and covariance respectively. Their interpretation is given in the following way. Proportion of deviation is showing the bias, which is assessing difference between means of Y^a and Y^s time series. Let's also mention, that U^M lies between 0 and 1, because it estimates difference between original and transformed time series. Nevertheless U^M must approximate to 0 for the best result and even if it equals 0.1 or 0.2 the model must be corrected. U^S proportion of variation is emphasizing the reaction of model to vacillation of the studying variables. If its value is big, it means that transformed series has big vacillation and original series has little vacillation and vice versa. Thus, these results are unwanted and model must be corrected. Proportion of covariance U^C is estimating the residual error, i.e. the deviation from means of series. This proportion is less important, because original series and the imitation one can't be correlated. In addition, as $U > 0$, so for ideal example $U^M = U^S = 0$ and $U^C = 1$

Table 4

Theil inequality coefficients for transformed models

Model	Parameters for Theil inequality coefficient
The curve, which obtained all items (both significant and not significant) of our equation	0,01759
The curve, which obtained only significant members of our equation	0,01759

Table 5

Proportions of Theil inequality coefficients for transformed models

Proportion	The curve, which obtained all items (both significant and not significant) of our equation	The curve, which obtained only significant members of our equation
U^M	3.3043E-09	1.68224E-08
U^S	0.01210366	0.01654359
U^C	0.98789634	0.983456394
$U^M + U^S + U^C$	1	1

In Table 4 there are values of Theil coefficients for two fitted models. As we know, the Theil inequality coefficients with all members of the model and with only a significant number are the same 0.01759, which makes it possible to assume that the non-significant members of the model do not affect the model and this indicates the model's high precision. Let's study the results of Table 5 in more details.

1. Proportion of deviation is showing the bias, which is assessing difference between means of original and transformed time series. Its value lies between 0 and 1, but in the ideal case it must be close to 0.
2. Proportion of variation U^M shows the reaction of transformed time series, and as less will be its values, as more it will be close to the original one.
3. U^C shows residual error and assess the deviation from the means of series. In the ideal case its value must be close to 1.

Conclusion. In this paper the periodogram analysis has identified a return on equity cycle for the period under the study to be 6 and 12 months. This analysis was made using Schuster's Periodogram. There is presented Fourier series model, which is really close to a return on equity original time series according to Theil inequality coefficients and other statistic parameters. Thus, this model can be used to make a good forecast of a return on equity.

References

1. **Norsworthy R., Li D., Gorener R.** Wavelet-Based Analysis of Time Series: An Export from Engineering to Finance, 2007.
2. **Sorouchyari E.** Magnitude spectrum of stock prices: An oscillatory model, under review to be submitted in IEEE Transactions on Signal Processing. - May, 2008.
3. **Hornero D.C. and Sorrosal i Forradellas M.T.** Time aggregation problems in Financial Time Series. Available at: http://www.chronos.msu.ru/EREPORTS/hornero_time_aggreg.pdf
4. **Bonanno G., Lillo F., Mantegna R.N.** Dynamics of the number of trades of financial securities // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications.- 2000. - 280 (1). - P. 136- 141.
5. **Bachelier, L.** Theory of Speculation: PhD thesis. - 1990.
6. **Biswal P.C.** An Analysis of Stock Prices in India: Wavelets and Spectral Applications: PhD thesis / Department of Economics, University of Hyderabad. - India, July 2002.
7. **Granger C. W. J., Hatanaka M.** Spectral Analysis of Economic Time Series (Princeton Studies in Mathematical Economics). - Aug., 1964.
8. **Granger C. W. J., Rees H.J.B.** Spectral Analysis of the Term Structure of Interest Rates. - January, 1968.
9. **Granger C. W. J., Morgenstern Oskar:** Predictability of stock market prices. -1970.
10. **Praetz P. D.** A Spectral Analysis Of Australian Share Prices. - June, 1973.
11. **Ranganatham M., Subramanian V.** Weak Form of Efficient Markets Hypothesis: A Spectral Analytic Investigation. - April, 1993 .
12. **Durlauf S.** Nonergodic Economic Growth. - May, 1991.
13. Yahoo! Finance available at: <http://finance.yahoo.com> 39.
14. **Robert S. Pindyck, Daniel L.** Rubinfeld Econometric Models and Economic Forecasts McGraw Hill. - Irwin Series. - 2000. - 638 p.
15. **Aas K., Dimakos X.K.** Statistical modelling of financial time series: An introduction. - March, 2004.
16. **Agrawal R., Faloutsos C., Swami A.** Efficient Similary Search In Sequence Databases, 2005.
17. The Random Character of Stock Market Prices Cootner. P.H. (Ed.). - MIT Press, Cambridge, May, 1964.
18. **Gonul Turhan-Sayan, Serdar Sayan.** Use of Time-Frequency Representations in the Analysis of Stock Market Data. - Jan. 2001.
19. **Kaplan Ian.** DFT of a non-stationary time series, Sep. 2001. Available at: http://www.bearcave.com/misl/misl_tech/signal/nonstat/index.html
20. **Kin-Pong Chan, Ada Wai-Chee Fu.** Efficient Time Series Matching by Wavelets.
21. **Ming-Chya Wu, Ming-Chang Huang, Hai-Chin Yu, and Thomas C. Chiang,** Phase distribution and phase correlation of financial time series.- 1999.
22. **Ping Chen.** A Random-Walk or Color-Chaos on the Stock Market? -Time-Frequency Analysis of S&P Indexes, Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics.- 1996.
23. **Rafiei Davood and Mendelzon Alberto,** Similarity-Based Queries for Time Series Data. - 2004.
24. **Samuelson P.A., Ind. Manage** // Rev. 6 -1965. - 41.
25. **Shasha Dennis.** Time Series in Finance: the array database approach / Department of Computer Science, New York University. Available at: <http://cs.nyu.edu/shasha/papers/jagtalk.html>.
26. 1/f (One-Over-F) Noise (or Related Topics) in Financial Data. Available at: http://linkage.rockefeller.edu/wli/moved.8.04/1fnoise/1fnoise_finance.html.

21.02.2018.

Լ.Վ. Ավագյան, Գ.Ն. Չապանյան, Ա.Հ. Առաքելյան

ՀՀ ԲԱՆԿԵՐԻ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄՈԴԵԼԸ

Ուսումնասիրվել է ՀՀ բանկային համակարգի գործունեության մոդելավորման հիմնախնդիրը՝ հիմք ընդունելով ֆինանսական համակարգի կայունության կապիտալի արդյունավետության ցուցանիշը: Առաջարկվել է սեփական կապիտալի արդյունավետության գնահատման մոդելը: Հետազոտության համար տեղեկատվական հիմք են հանդիսացել ՀՀ կենտրոնական բանկի հաշվետվություններն ու աշխատանքային փաստաթղթերը, ՀՀ ազգային վիճակագրական ծառայության տեղեկագրերն ու տեղեկատվությունը, առևտրային բանկերի տարեկան հաշվետվությունները, վերլուծական նյութերը, դրանց ինտերնետային կայքում առկա տեղեկատվությունը:

Առանցքային բառեր. կապիտալի արդյունավետության ցուցանիշ (ROE), Թեյլի անհավասարության գործակիցներ, պարբերություններ, ժամանակահատված, Ֆուրյեի մեթոդ:

Л.В. Авакян, Г.Н. Чапаян, А.А. Аракелян

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БАНКОВ АРМЕНИИ

Изучена проблема моделирования банковской системы Республики Армения, основанная на показателе эффективности капитала финансовой системы. Предложена модель для оценки эффективности собственного капитала. В качестве данных рассмотрены отчеты и рабочие документы Центрального Банка Республики Армения, ежегодники Национальной статистической службы, отчеты банков, аналитические документы, а также интернет-данные.

Ключевые слова: ROE, коэффициенты неравенства Тейля, циклы, периодограмма, метод Фурье.

Avagyan Lusine - Master Student, Yerevan State University

Chapanyan Gayane - Master Student, Yerevan State University

Arakelyan Aram - Prof., Dr. Head of Department of Mathematical Modeling in Economics, Yerevan State University

ՀՏԴ 338

ԷԿՈՆՈՄԻԿԱ ԵՎ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄ

Մ. Գ. Հարությունյան

ՀՀ ԿԲ ԴՐԱՄԱՎԱՐԿԱՅԻՆ ՔԱՂԱՔԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒՄԸ ԿՈՐՍԻ ՖՈՒՆԿՑԻԱՅԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Առաջարկվել է վերլուծել ՀՀ ԿԲ կողմից իրականացված դրամավարկային քաղաքականությունը գնաճի նպատակադրման ռազմավարության անցնելուց հետո սկսած մինչև հիմա՝ կիրառելով կորստի ֆունկցիայի մեթոդաբանությունը: Համեմատվել են կորստի ֆունկցիաները՝ օգտագործելով նախկինում արդեն գնահատված երկու ՀՆԱ ճեղքերի գնահատականները: Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս՝ կորստի ֆունկցիայի հետազոտված երկու դեպքում էլ նույնն է, ինչպես նաև գնաճի և ՀՆԱ ճեղքի նպաստումներ, ֆունկցիաները տարբերվում են միայն մեծությամբ՝ պայմանավորված ՀՆԱ ճեղքի գնահատականների տարբեր լինելով: Երկրորդ ֆինանսական ճգնաժամի տարիներին կորստի ֆունկցիայի մեծությունը հիմնականում պայմանավորված է եղել ՀՆԱ ճեղքով, իսկ վերջին տարիներին՝ գնաճով: Երրորդ՝ ՀՀ ԿԲ դրամավարկային քաղաքականությունն իրականացնում է ձկուն գնաճային նպատակադրում, ինչը հստակ պետք է ձևակերպվի իր ռազմավարության մեջ:

Առանցքային բառեր. գնաճ, գնաճի նպատակադրում, ՀՆԱ ճեղք, կորստի ֆունկցիա:

Ներածություն: Դրամավարկային քաղաքականության արդյունավետ իրականացման համար անհրաժեշտ ամենակարևոր ցուցանիշներից է ՀՆԱ ճեղքը: Ներկայումս գնաճ նպատակադրող կենտրոնական բանկերի համար իրենց դրամավարկային քաղաքականությունն իրականացնելու և կարճաժամկետ հատվածում գնաճ-արտադրանք երկրնորանքն ավելի ճիշտ կառավարելու երկու հիմնական մոդել գոյություն ունի: 1) Դրամավարկային քաղաքականության արձագանքման ֆունկցիա, որի հիմքում ընկած է Թեյլորի օրենքը, 2) Կորստի մինիմալացման ֆունկցիա, որն ամենապարզ դեպքում գնաճի նպատակից շեղման և ՀՆԱ ճեղքի քառակուսիների գումարն է: Երկու մոդելներն էլ նախատեսված են այնպիսի էնդոգեն քաղաքականության հետազոտված տալու համար, որը երկարաժամկետ հատվածում գնաճը կվերադարձնի իր թիրախին: Վոլդֆորդն [1] իր աշխատանքում ցույց տվեց, որ եթե դրամավարկային քաղաքականությունն իրականացվում է կորստի մինիմալացման ֆունկցիայի միջոցով, դա համարժեք է, որ այն մաքսիմալացնի սոցիալական բարեկեցությունը: Այդ աշխատանքը լայն տարածում գտավ և բազմաթիվ հետազոտողներ, ինչպես նաև գնաճ նպատակադրող կենտրոնական բանկեր սկսեցին ուշադրություն դարձնել կորստի ֆունկցիային: Ներկայումս ՀՀ ԿԲ-ն դրամավարկային քաղաքականությունն իրականացվում է եռամսյակային կանխատեսումային մոդելով, որում տոկոսադրույքը որոշվում է 1-ին եղանակով՝ Թեյլորի օրենքով: Աշխատանքում հաշվարկվել է ՀՀ ԿԲ գնաճի նպատակադրման անցնելուց հետո դրամավարկային քաղաքականության կորստի ֆունկցիան՝ նախորդ աշխատանքներում ՀՆԱ ճեղքի գնահատականներն օգտագործելով: Գնահատումը կատարվել է Չեխիայի ազգային բանկի [2] մեթոդաբանության համաձայն: Գնահատականները ցույց են տալիս, որ հիմնականում կորստի ֆունկցիայի հետազոտված համընկնում են, ընդ որում այն իր առավելագույն արժեքին է հասնում 2008 թվականին ֆինանսական ճգնաժամի և հետճգնաժամային տարիներին՝ հիմնականում պայմանավորված լինելով այդ ժամանակահատվածում եղած բացասական ՀՆԱ ճեղքով, իսկ վերջին ժամանակներս կորստի ֆունկցիան պայմանավորված է ՀՀ տնտեսությունում տիրող ցածր գնաճային միջավայրով: Հատկանշական է, որ վերջին տարիներին ՀՆԱ ճեղքը գրեթե փակ է, այսինքն՝ կարելի է պնդել, որ ԴՎԲ-ն իր թույլ մեղմացնող քաղաքականությամբ փակ է պահել ՀՆԱ ճեղքը, փոխարենը թողել է, որ գնաճը անկում ապրի, այսինքն՝ ՀՀ ԿԲ-ն իրականացնում է ձկուն գնաճի նպատակադրման ռազմավարություն:

Տվյալների նկարագրությունը: Աշխատանքում օգտագործվել են ՀՀ գնաճի եռամսյակային տվյալները, ինչպես նաև նախորդ աշխատանքներում գնահատված տարբեր ՀՆԱ ճեղքի գնահատականները ստացված Հոդրիկ-Պրեսկոտ ֆիլտրով [3], արտադրական եղանակով [4] և եռամսյակային կանխատեսումային բազմագործոն մոդելով [5]:

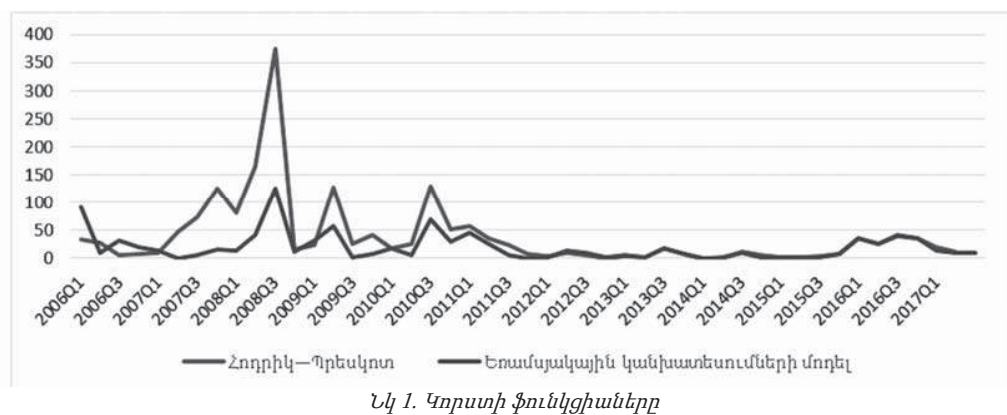
Կորստի ֆունկցիայի հաշվարկը և արդյունքները: Կորստի ֆունկցիան գնաճի թիրախից շեղման և ՀՆԱ ճեղքի քառակուսիների գումարն է՝

$$L_t = \alpha_1(\pi_t - \pi^{Tar}) + \alpha_2 y_t^{gap} \quad , \quad (1)$$

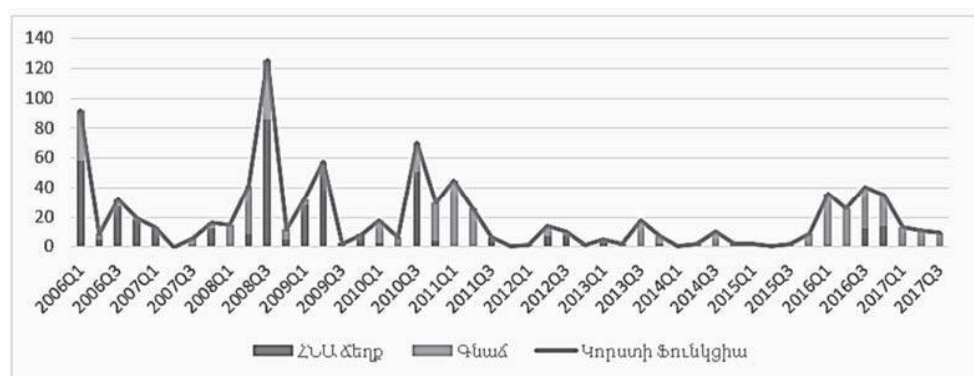
որտեղ π_t -ն գնաճն է, π^{Tar} -ն՝ գնաճի թիրախային արժեքը, որը ՀՀ տնտեսության համար սահմանված է 4 %, y_t^{gap} -ը ՀՆԱ ճեղքն է, α -ն պարամետր է, որով որոշվում է կորստի ֆունկցիայի մեջ գնաճի թիրախից

շեղման կշիռը: Տվյալ աշխատանքում որպես α_1 , α_2 -ի արժեք որոշվել է վերցնել 1, հետևելով Չեխիայի ազգային բանկի օրինակին, որպեսզի գործոնների նպաստումները ավելի ճիշտ կարողանանք գնահատել:

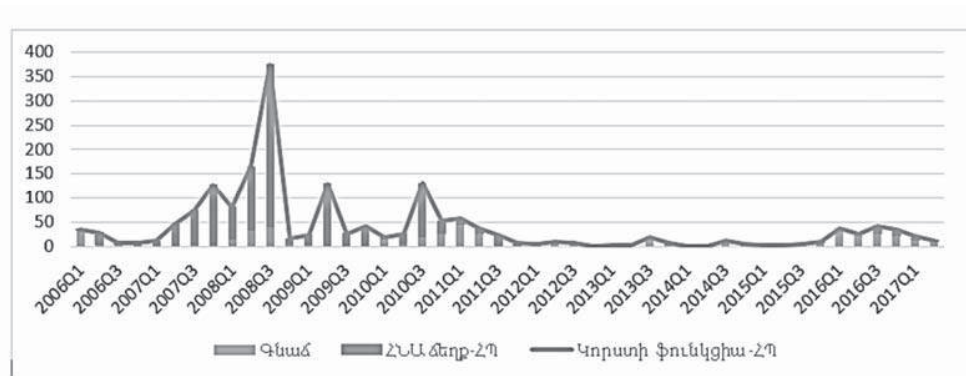
Նկար 1-ում ներկայացված են նախկին աշխատանքներում գնահատված երկու տարբեր ՀՆԱ ճեղքի գնահատականներ՝ Հողիկ—Պրեսկոտ ֆիլտրով և Եռամսյակային կառուցվածքային մոդելով գնահատված, նկ. 2-ում և 3-ում համապատասխանաբար (1) բանաձևով հաշվարկված կորստի ֆունկցիաները: Արդյունքների հիման վրա կարելի է անել հետևություններ. կորստի ֆունկցիաները երկու դեպքում էլ հիմնականում համընկնում են իրենց հետագծով, միայն սանդղակներն են տարբեր, ինչի պատճառը տարբեր ՀՆԱ ճեղքի գնահատականներն են, երկրորդ՝ նկարներից երևում է, որ կորուստն անհամեմատ մեծ է եղել 2008 թվականի Ֆինանսական ճգնաժամի, ինչպես նաև դրան հաջորդող հետճգնաժամային տարիներին, ընդ որում դրան հիմնականում նպաստել է ՀՆԱ ճեղքը: Սա բացատրվում է նրանով, որ այդ տարիներին գրեթե բոլոր երկրներում գնաճը շարունակում էր մնալ թիրախին մոտ, այնինչ անկում էր ապրում տնտեսության իրական հատվածը: Հաշվարկները ցույց են տալիս նաև, որ 2016 թվականից սկսած կորուստը կրկին սկսել է աճել, որին հիմնականում նպաստել է գնաճի բաղադրիչը: Վերջինիս պատճառներն են Ռուսաստանի դեմ կիրառվող տարբեր սանկցիաները և Ռուսաստանի տնտեսական անկումը, ինչպես նաև համաշխարհային թույլ տնտեսական պահանջարկը: Եվ վերջին եզրակացությունն այն է, որ ՀՀ ԿԲ դրամավարկային քաղաքականությունն իրականացնում է ձկուն գնաճի նպատակադրման քաղաքականություն, այսինքն՝ ըստ իրավիճակի՝ կարող է գնաճը կայուն պահել, թողնելով՝ ՀՆԱ-ն տատանվի իր պոտենցիալի շուրջ, և հակառակը՝ ինչպես օրինակ վերջին տարիներին է: Սա շատ կարևոր հատկանիշ է գնաճ նպատակադրող դրամավարկային քաղաքականության համար և պետք է նախապես հստակ սահմանվեր քաղաքականության ռազմավարության մեջ, ինչը մինչ այժմ չի արվել:



Նկ 1. Կորստի ֆունկցիաները



Նկ. 2. Եռամսյակային կանխատեսումների մոդելով գնահատված ՀՆԱ ճեղքով ստացված Կորստի ֆունկցիան՝ իր նպաստումներով



Նկ .3. Հողրիկ-Պրեսկոտ ֆիտրով գնահատված ՀՆԱ ձեղքով ստացված Կորստի ֆունկցիան՝ իր նպաստումներով

Եզրակացություն: ՀՆԱ ձեղքը կարևոր գործիք է գնաձ նպատակադրող կենտրոնական բանկերի դրամավարկային քաղաքականության համար, ՀՆԱ ձեղքի ներկա գնահատականը ցույց է տալիս տնտեսության ընդհանուր պահանջարկի իրական մակարդակը: Այդ մակարդակից կախված էլ համապատասխանաբար որոշվում է իրականացնել խստացնող կամ թուլացնող դրամավարկային քաղաքականություն: Տվյալ աշխատանքում գնահատվել է ՀՀ ԿԲ գնաձի նպատակադրման ռազմավարությանն անցնելուց հետո սկսված մինչև այժմ դրամավարկային քաղաքականության իրականացումից ստացված կորստի ֆունկցիան՝ համեմատելով նախորդ աշխատանքներում գնահատված ՀՆԱ ձեղքերը: Հետազոտությունից ստացված արդյունքները հետևյալն են. կորստի ֆունկցիայի հետագիծը երկու դեպքում էլ նույնն է, ինչպես նաև գնաձի և ՀՆԱ ձեղքի նպաստումները, տարբերվում են միայն մեծությամբ՝ պայմանավորված ՀՆԱ ձեղքի գնահատականներով: Երկրորդ՝ ֆինանսական ճգնաժամի տարիներին կորստի ֆունկցիայի մեծությունը հիմնականում պայմանավորված է եղել ՀՆԱ ձեղքով, իսկ վերջին տարիներին՝ գնաձով: Երրորդ՝ ՀՀ ԿԲ դրամավարկային քաղաքականությունն իրականացնում է ճկուն գնաձային նպատակադրում, ինչը հստակ պետք է ձևակերպվի դրամավարկային քաղաքականության ռազմավարության մեջ:

Գրականություն

1. **Woodford, Michael.** Interest and Prices. - Princeton: Princeton University Press, 2003.
2. **Czech Magic: Implementing Inflation-forecast Targeting at the CNB' / K. Clinton, T. Hlédik, T. Holub, et al // IMF Working Paper.** - 2017. - N17/21.
3. **Հարությունյան Մ.** ՀՀ ՀՆԱ ձեղքի գնահատումը ոչ կառուցվածքային եղանակներով // Ֆինանսներ և էկոնոմիկա. - 2016. - Հատ. 9-10. - էջ 12-15:
4. **Հարությունյան Մ.** Բազմագործոն կառուցվածքային մոդելով ՀՀ ՀՆԱ ձեղքի գնահատումը // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր. - 2017. - Հատ. XIV. - էջ 534-537:
5. **Berg A., Karam P. and Laxton D.** A Practical Model-Based Approach to Monetary Policy Analysis. -Overview, IMF Working Paper 06/80, 2006.

13.03.2018.

М.Г. Арутюнян

АНАЛИЗ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ ЦБ РА ПО ФУНКЦИИ ПОТЕРЬ

Дается анализ денежно-кредитной политики, проводимой ЦБ РА с момента перехода к стратегии таргетирования инфляции с использованием методологии функций потерь. Функции потерь сравнивались с использованием оценок ранее оцененных разрывов ВВП. Результаты исследования показывают, что во-первых, траектории функций потерь в основном совпадают, функции отличаются только по размеру из-за различий в оценках разрыва ВВП; во-вторых, величина потерь функции во время финансового кризиса обусловлена главным образом разрывом ВВП, а в последние годы – инфляцией; в-третьих, денежно-кредитная политика ЦБ РА реализует гибкую инфляционную задачу, которая должна быть четко определена в ее стратегии.

Ключевые слова: инфляция, инфляционное таргетирование, разрыв ВВП, функция потерь .

M.G. Harutyunyan

CALCULATION OF MONETARY POLICY OF RA CBA ON LOSS OF FUNCTION

The analysis of the monetary policy of the CBA is given from the moment of transition to the inflation targeting strategy till now, using the loss function methodology. The loss functions were compared by using estimates of previously assessed gross domestic product gaps. The results of the study indicate that, first, the trajectories of loss functions are the same in both cases, as well as inflation and GDP fracture, the functions differ only in size, due to differences in GDP gap estimates. Second, the magnitude of the loss of function during the financial crisis has been driven mainly by the breakdown of GDP, and in recent years, mainly by inflation. Thirdly, the monetary policy of the Central Bank of Armenia implements a flexible inflation targeting regime, which should be clearly defined in its strategy.

Keywords: inflation, inflation targeting, GDP gap, loss function.

Հարությունյան Մանե Գեղամի – ԵՊՀ ասպիրանտ

Ա.Հ. Քեճեճյան

ՖԻՆԱՆՍԱԿԱՆ ՄԻՋՆՈՐԴՈՒԹՅԱՆ ՕՊՏԻՄԱԼ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ՀՀ ՏՆՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՐ

Փորձ է արվել վերլուծելու առկա վարկային պորտֆելի (տնտեսությունում պարտքի բեռը) համապատասխանությունը եկամուտների ներկա մակարդակին եւ վարկային պորտֆելի հետագա աճի՝ տնտեսությունում լրացուցիչ ռիսկերի առաջացմանը հանգեցնելու հնարավորությունը: Այդ հարցին պատասխանելու համար առաջարկվում է մեթոդաբանություն, որը թույլ է տալիս գնահատել տնտեսությունում պարտքի բեռի երկարաժամկետ կայուն մակարդակը: Աշխատանքի արդյունքները կարող են օգտակար եւ կիրառելի լինել վարկավորման ոլորտում ռիսկերի ճանաչման, քաղաքականության նոր գործիքների մշակման ու ներդրման համար:

Առանցքային բառեր. վարկային պորտֆել, երկարաժամկետ տրենդ, վարկային ռիսկ, վարկեր/ՀՆԱ:

Ներածություն: Ֆինանսական համակարգը տնտեսության համար կատարում է յուրատեսակ «արյունատար համակարգի» դեր, եւ որքան զարգացած է այն, այնքան ավելի արդյունավետ է ռեսուրսների բաշխումը տնտեսության մեջ: Սակայն արդյո՞ք ֆինանսական համակարգի չափազանց ընդլայնումը դրական երեւոյթ է: Նախորդ ֆինանսական եւ տնտեսական ճգնաժամերի համաշխարհային փորձը ցույց է տալիս, որ ֆինանսական համակարգի՝ տնտեսության իրական հատվածի համեմատ չափից ավելի առաջանցիկ ընդլայնումը կարող է հանգեցնել էական ռիսկերի կուտակման տնտեսական ցիկլի վերելքի փուլում եւ դրանց նյութականացման՝ անկման փուլում: Վերելքի փուլում բանկերը եւ վարկառուները սկսում են թերագնահատել վարկավորման հետ կապված ռիսկերը, որոնք առարկայանում են անկման փուլում: Պատճառները հիմնականում կապված են բանկերի կողմից վարկավորման պայմանների չարդարացված թուլացման, եւ վարկառուների կողմից սեփական հարստության եւ վճարունակության գերագնահատված գնահատականների եւ սպասումների հետ: Որպես հետեւանք՝ բանկերի հաշվեկշիռներում սկսում են կուտակվել ակտիվներ, որոնք արտաքուստ հուսալի են, սակայն իրականում պարունակում են էական ռիսկեր: Հենց նման ռիսկերի զսպման անհրաժեշտությամբ է պայմանավորված մակրոպրոդուկցիայի քաղաքականության ակտիվացումը բազմաթիվ երկրների տնտեսական քաղաքականության համակարգում: Մակրոպրոդուկցիայի քաղաքականության նպատակներից մեկը ֆինանսական ցիկլի հարթեցումն է՝ ավելցուկային վարկավորման ճանաչման եւ զսպման միջոցով: Իսկ ինչպես ճանաչել ավելցուկային վարկավորումը: Սույն աշխատանքը հիմնված է այն ենթադրության վրա, որ երկարաժամկետում վարկավորումը պիտի համապատասխանի լինի տնտեսության հիմնարար կարողություններին: Հիմնարար կարողություններով պայմանավորված վարկավորման մակարդակից ցանկացած շեղում ի վերջո կհանգեցնի վարկավորման ծավալների ճշգրտման՝ դեպի հիմնարարներով պայմանավորված հավասարակշիռ մակարդակ:

Տեսական մոդելը [1], [2]: Զարգացած ֆինանսական շուկաներով տնտեսություններում վարկերը կարող են կատարել նույն դերը, ինչ կանխիկը առավել քիչ ֆինանսապես զարգացած երկրներում՝ ֆինանսավորելով ինչպես իրական, այնպես էլ ֆինանսական գործարքները: Օրինակ, Lucas and Stokey (1987)-ի աշխատանքում հիմնավորված է, որ վարկերի տեսակարար կշիռն աճում է ֆինանսական զարգացմանը համընթաց:

Հետևաբար, վարկերի հավասարակշիռ մակարդակը գտնելու համար կարելի է օգտվել փողի պահանջարկի հավասարակշիռ մակարդակի տեսությունից: Այդ նպատակով դիտարկվում է Ֆրիդմանի Փողի քանակական տեսության հավասարումը /1956/.

$$M \times V = T \times P, \quad (1)$$

որտեղ, M -ը փողի քանակությունն է, V -ն՝ փողի արագությունը, T -ն տնտեսությունում առկա ռեալ գործարքներն են, իսկ P -ն՝ միավոր գործարքի միջին գինը:

Նկատի ունենալով այն հանգամանքը, որ տնտեսությունում հետզհետեւ աճում են վարկերի միջոցով կատարվող գործարքները, (1) հավասարման մեջ փողը կարելի է փոխարինել վարկերով՝ CR ՝ ընդհանուր վարկերն են մասնավոր հատվածին:

$$CRxV=TxP: \quad (2)$$

Այնուհետև, գործարքների ծավալը մոտարկվում է իրական ՀՆԱ-ով /gdp/, իսկ գործարքի միջին գինը՝ ՀՆԱ-ի դեֆլատորով /def/: Գնահատման արդյունավետության տեսանկյունից հավասարումը լոգ-գծայնացվում է և թույլ է տրվում, որ իրական եկամտի և գնի առաձգականությունները տարբերվեն 1-ից, այլ կերպ ասած, թույլ է տրվում խուսափել այն կոշտ կոշտ ենթադրությունից, որ ՀՆԱ-ի 1% փոփոխությունը կհանգեցնի վարկերի 1%-ով փոփոխության. β

$$Cr_t-(\beta gdp_t + \beta def_t) = V_t: \quad (3)$$

Վարկերի արագությունը /V/ կարող է պայմանավորված լինել մի շարք գործոններով՝ վարկա-վորման իրական տոկոսադրույք, ավանդների տոկոսադրույք, ինֆլյացիայի մակարդակ, արտար-ծույթով պարտք վերցնելու այլընտրանքային ծախս (բաց տնտեսությամբ երկրների դեպքում) և այլն:

Աղյուսակ 1

ARDL մոդելի գնահատման արդյունքները

Parameter on Variable:	Estimate	Std. Error	t-Statistics	P-value	95% CI
GDP	1.976	0.326	27.211	0.000	[1.875, 2.003]
GDP Deflator	0.384	0.316	3.018	0.001	[0.125, 0.675]
Real interest rate	-0.005	0.009	-3.052	0.003	[-0.008, -0.002]
Lending to deposit spread	-4.413	0.012	-1.599	0.001	[-5.021, -3.214]
Error correction term	-0.068	0.024	-6.938	0.000	[-0.129, 0.028]
Intercept term	0.008	0.289	5.457	0.000	[-0.005, 0.012]

Հաշվի առնելով, որ վարկերի և ավանդների տոկոսադրույքները հաճախ կոռելացված են լինում, նպատակահարմար է՝ որպես վարկերի արագությունը պայմանավորող փոփոխական, վերցնել վարկերի և ավանդների տոկոսադրույքի սփրեդը: Հետևաբար, Վարկերի արագության հավասարումը զարգացող երկրի համար կունենա հետևյալ տեսքը.

$$V_t = \beta rrrr_t + \beta sprd_t: \quad (4)$$

որտեղ rr -ը իրական տոկոսադրույքն է, իսկ $sprd$ -ը՝ վարկերի և ավանդների տոկոսադրույքի սփրեդը:

Հետևաբար, համադրելով (3) և (4) հավասարումները, կունենանք.

$$Cr_t-(\beta gdp_t + \beta def_t) = \beta rrrr_t + \beta sprd_t: \quad (5)$$

(5) հավասարման ձախ կողմը մի կողմից վարկերի գործարքային պահանջարկի ավելցուկն է, մյուս կողմից՝ վարկեր/ՀՆԱ հարաբերակցությունը $\beta_{gdp} = \beta_{def} = 1$ դեպքում: Հավասարման աջ կողմի վարկերի արագության հավասարումը վարկերի նկատմամբ սպեկուլյատիվ պահանջարկն է: Հետևաբար, վարկերի այն մասը, որը չի ուղղվում գործարքային պահանջարկը, ուղղվում է դեպի սպեկուլյատիվը: Հետևաբար, մակրոպրոդեկցիալ քաղաքականությունը, ուղղված լինելով վարկերի երկարաժամկետ կայուն մակարդակի հաստատմանը, պետք է միտված լինի վարկի արագության վրա ազդող գործոնների կարգավորմանը:

Մոդելի կիրառությունը ՀՀ համար: Տվյալ տեսական մոդելը հեշտությամբ կարելի է վերածել ավտոռեգրեսիվ բաշխված լագերով (autoregressive distributed lags - ARDL) մոդելի և լուծելով գտնել վարկերի հավասարակշիռ մակարդակը:

$$\Delta Cr_t = \sum_{m=1}^p \Delta X_{t-m} + \varphi * (Cr_{t-1} - \beta X_{t-1} - b) + \varepsilon_t,$$

որտեղ $X_t = (gdp_t, def_t, rr_t, sprd_t)$ վեկտորն է:

Մոդելի նման ընտրությունը արդարացված է՝ հաշվի առնելով միջազգային փորձը եւ ոչ ստացիոնար փոփոխականների միջեւ երկարաժամկետ կապը հաշվարկելու հնարավորությունը: Ոչ ստացիոնար շարքերը մոդելում կիրառելու դեպքում անհրաժեշտ է, որ այդ շարքերը լինեն $I(1)$ պրոցես (այսինքն՝ դրանց առաջին կարգի տարբերությունը լինի ստացիոնար շարք), եւ լինեն կոինտեգրված, այսինքն՝ երկարաժամկետում շարժվեն համընթաց: Դիտարկվող փոփոխականները բավարարում են վերը նշված պայմաններին: Բոլոր փոփոխականները մոդելում ներառված են լոգարիթմական արտա-հայտությամբ: Ստացված գործակիցները կմեկնաբանվեն որպես առաձգականության գործակիցներ:

Փոփոխականներն ընդգրկում են 1996–2015թթ. ժամանակահատվածը եռամսյակային հաճախականությամբ: Մոդելում ներառված բոլոր փոփոխականները ոչ ստացիոնար $I(1)$ պրոցեսներ են **Ошибка! Закладка не определена.** Նախքան մոդելի գնահատումը անհրաժեշտ է համոզվել, որ

փոփոխականները կոինտեգրված են, այսինքն նրանց միջև գոյություն ունի երկարաժամկետ կապ: Յոհանսենի թեստի արդյունքները ցույց են տալիս առնվազն մեկ կոինտեգրացիոն կապի առկայություն: Մոդելի [3] գնահատման արդյունքները ներկայացված են ստորև:

Գնահատված գործակիցները վիճակագրորեն նշանակալի են $p = 0.05$ մակարդակում եւ առավելապես համապատասխանում են սպասումներին:

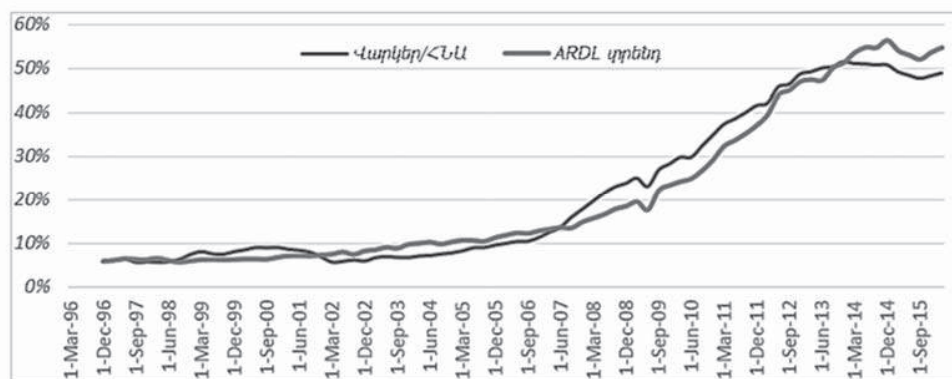
ՀՆԱ-ի գործակիցը դրական է եւ նշանակալի, ինչը ցույց է տալիս, որ եկամտի ցանկացած ավելացում երկարաժամկետում ուղեկցվում է վարկերի հավասարակշիռ մակարդակի ավելացմամբ:

Գնահատված մոդելում իրական տոկոսադրույքն ունի բացասական նշան, ինչը տրամաբանական է, քանի որ տոկոսադրույքը ծախս է, որի աճը նպաստում է վարկերի հանդեպ պահանջարկի նվազմանը:

Սփրեդի գործակցի բացասական նշանը եւս համապատասխանում է սպասումներին, քանի որ դիտարկվող ամբողջ ժամանակահատվածում, հատկապես 2003-2013թթ. սփրեդի նվազումը (կամ որ նույնն է՝ բանկային համակարգում մրցակցության աճը) ուղեկցվել է վարկային պորտֆելի աճով: Բանկային կապիտալի ավելացումը եւս կհանգեցնի վարկերի մակարդակի համապատասխան փոփոխության:

Հետազոտողի տեսանկյունից կարեւոր է «ճշգրտման արագություն» գործակիցը, որն ունի -0.068 արժեքը: Սա նշանակում է, որ եթե վարկերը շեղվել են իրենց հավասարակշիռ մակարդակից, ապա ճշգրտումը տեղի է ունենում մոտ երեք եռամսյակ անց, եւ վարկերը մոտենում են իրենց հավասարակշիռ մակարդակին այդ շեղման մոտ 7%-ի չափով:

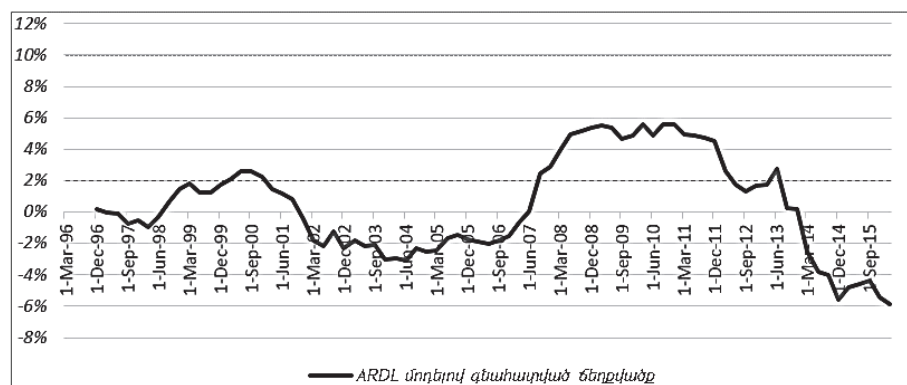
Ըստ մոդելի վարկերի երկարաժամկետ հավասարակշիռ մակարդակը ստանալուց հետո ժամանակն է հաշվարկել ըստ մոդելի հաշվարկված միջնորդության եւ առկա միջնորդության ցուցանիշի տարբերությունը՝ «ճեղքվածքը»: Սա հատկապես կարեւոր է մակրոպրոդեցնիալ քաղաքականության տեսանկյունից, քանի որ հակացիկլային բուֆերները սահմանվում են՝ հաշվի առնելով միջնորդության՝ հավասարակշիռ մակարդակի նկատմամբ ունեցած շեղումները: Բազելյան կոմիտեն առաջարկել է այդ ճեղքվածքի հաշվարկման պարզ մեթոդաբանություն՝ Հոդրիկ-Պրեսկոտ միակողմանի ֆիլտրը: ARDL մոդելով գնահատված երկարաժամկետ տրենդը այլընտրանք է այդ մոտեցմանը: ARDL մոդելով գնահատված տրենդը (Նկ. 1), ըստ էության ոչ այլ ինչ է, քան փոքրագույն քառակուսիների գնահատական, որի պարագայում մեթոդը ձգտում է առկա շարքի եւ գնահատված արժեքների միջև տարբերությունը հասցնել զրոյի. հենց սրանով է բացատրվում ARDL մոդելով գնահատված տրենդի եւ առկա միջնորդության մակարդակի մոտ լինելը:



Նկ. 1. ՀՀ միջնորդության մակարդակի եւ ARDL մոդելով գնահատված տրենդի համեմատությունը

Հետաքրքրություն է ներկայացնում նաեւ այն հարցը, թե երբ պետք է սահմանվի կապիտալի հակացիկլային բուֆերը [4]: Նկ. 2-ից կարելի է նկատել, որ բուֆերը պետք է սահմանվեր 2007թ. երրորդ եռամսյակում (ճեղքվածքը մեծ է 2%-ից): Այլ մեթոդով գնահատված ճեղքվածքի միջոցով կապիտալի հակացիկլային բուֆերի չափը սահմանելիս կարող է անհրաժեշտություն առաջանալ Բազելյան կոմիտեի կողմից սահմանված 2-10% միջակայքը վերանայելու անհրաժեշտություն, քանի որ

ճեղքվածքի 2-10% միջակայքը սահմանվել է HP միակողմանի ֆիլտրով գնահատված ճեղքվածքի համար, եւ կարող է ճիշտ չլինել այլ մեթոդներով գնահատված ճեղքվածքների համար:



Նկ. 2. ARDL մոդելով գնահատված ճեղքվածքը

Եզրակացություն: Այսպիսով, կատարված վերլուծությունը թույլ է տալիս եզրակացնելու, որ, չնայած ՀՀ ֆինանսական ոլորտում մի շարք հիմնարար հատկանիշների դրական փոփոխություններին (վարկային ռեզիստի ներդրում, վարկերի ժամկետայնության աճ եւ այլն), նախքան 2009թ. ֆինանսական եւ տնտեսական ճգնաժամը, ՀՀ վարկավորման շուկայում առկա է եղել «գերտաքացում», այսինքն վարկավորման մակարդակը շեղվել է տնտեսության հիմնարար կարողություններով նախորոշված մակարդակից:

Գրականություն

1. **Buncic D., Melecky M.** Equilibrium Credit: the Reference Point for Macroprudential Supervisors. -Universitat St. Gallen, 2014. Discussion Paper no. 2013-01.
 2. **Kelly R., McQuinn K., Stuart R.** Exploring the Steady State Relationship Between Credit and GDP for a Small Open Economy: The Case of Ireland, 2013.
 3. **Pesaran H., Shin Y.** An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis.- 1999.
 4. **Basel Committee on Banking Supervision.** Countercyclical capital buffer proposal: Consultative Document. - July 2010.
- 13.03.2018.

А.Г. Кечечян

ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ФИНАНСОВОГО ПОСРЕДНИЧЕСТВА ДЛЯ ЭКОНОМИКИ РА

Делается попытка проанализировать, соответствует ли существующий кредитный портфель (долговое бремя в экономике) текущему уровню доходов и не приведет ли будущий рост кредитного портфеля к дополнительным рискам в экономике. Чтобы ответить на этот вопрос, предлагается методология, которая позволяет оценить оптимальный уровень долгосрочного долга в экономике. Результаты исследования могут быть полезны и применимы при распознавании рисков в индустрии кредитования, разработке и внедрении новых инструментов политики.

Ключевые слова: кредитный портфель, долгосрочный тренд, кредитный риск, кредиты/ валовой национальный продукт.

A.H. Ketshtshyan

ESTIMATION OF OPTIMAL LEVEL OF FINANCIAL INTERMEDIATION FOR THE ECONOMY OF RA

An attempt is made to analyze whether the existing loan portfolio (debt burden in the economy) corresponds to the current level of income and if the future growth of the loan portfolio will not lead to additional risks in the economy. To answer that question a methodology is proposed, which allows to evaluate the long-term steady-state debt burden of the economy. The results of the study can be useful and applicable for risk recognition in the crediting industry and for the development and implementation of new policy tools.

Keywords: credit portfolio, long-term trend, credit risk, loans/gross domestic product.

Քեճեճյան Անահիտ Հրաչյայի – ԵՊՀ ասպիրանտ

Մ.Թ. Մխիթարյան

ՄՆՆԴԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ ՆԵՐՔԻՆ ՌԻՍԿԵՐԻ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄԸ ԴԻԱԳՐԱՄԱՅԻՆ ՄՈԴԵԼԻ ՆԵՐԴՐՄԱՄԲ

Մշակվել է սննդի արտադրության կազմակերպությունների ներքին ռիսկերի կառավարման արդյունավետությունը բարձրացնող համակարգ: Վերջինիս հիմնական առանձնահատկությունն այն է, որ հաշվի առնելով սննդի կազմակերպություններին հատուկ անթույլատրելի ռիսկերի բարձր մակարդակը, կապված բնակչության կյանքին և առողջությանը վնաս հասցնելու հետ՝ առաջադրում է դիագրամային մոդել, ինչը հնարավորություն է տալիս տարանջատել և հնարավորինս արդյունավետ կառավարել անթույլատրելի ռիսկերը:

Առանցքային բառեր. անթույլատրելի և թույլատրելի ռիսկեր, սննդի արտադրություն, կառավարման արդյունավետություն, կրիտիկական կետեր, մոնիտորինգ, ինքնաապահովագրում, հեջավորում, դիվերսիֆիկացում:

Ներածություն. Մարդկային գործունեության յուրաքանչյուր ոլորտ լի է ռիսկերով, որոնք սպառնում են ձախողել բնականոն գործունեության ընթացքը և արդյունքը: Վերոնշյալից զերծ չէ նաև ձեռնարկատիրական գործունեությունը, որը մարդկային գործունեության այն եզակի ոլորտներից է, որտեղ նպատակներն ու արդյունքները շոշափելի ու գնահատելի են, կորուստները՝ նույնպես: Հենց այդ նպատակների ու իրականության միջև եղած շեղումն էլ պայմանավորված է ռիսկերի կառավարման արդյունավետությամբ: Ստացվում է, որ ձեռնարկատիրական գործունեության արդյունավետությունը ուղիղ համեմատականության մեջ է ռիսկերի կառավարման արդյունավետությանը: Այսպիսով, մրցունակ ձեռնարկության հաջողության գրավականը ռիսկերի կառավարման ճիշտ քայլերի մշակումն ու իրականացումն է: Կան ռիսկեր, որոնք սպառնում են աշխարհում գործող գրեթե բոլոր ձեռնարկություններին (օրինակ՝ նավթի գների թանկացումը), ռիսկեր, որոնք ազդում են տվյալ երկրում գործող ձեռնարկությունների վրա (օրինակ՝ անբարենպաստ ֆինանսական շուկան կամ հարկային համակարգը), ռիսկեր, որոնք հատուկ են տնտեսության տվյալ ճյուղին կամ ենթաճյուղին և այլն: Նույն տրամաբանությամբ կան նաև ռիսկեր, որոնք հատուկ են հենց սննդի արտադրության կազմակերպություններին: Առհասարակ, սննդի արտադրությունը անմիջականորեն կապված է մարդու կյանքի և առողջության հետ, հետևաբար այս ոլորտին սպառնացող ռիսկերը պետք է լինեն ոչ միայն ձեռնարկությունների, այլև պետության ուշադրության կենտրոնում:

ՀՀ-ում սննդամթերքի շուկան աճի միտումներ ունեցող ճյուղերից է, և նրա հետագա աճի ու զարգացման կարևոր նախապայմաններից մեկը ռիսկերի կառավարման արդյունավետության բարձրացումն է: Մինչդեռ, ուսումնասիրությունները վկայում են ձեռնարկությունների մեծ մասում ռիսկերի կառավարման հստակ կանոնների ու քայլերի բացակայության մասին: Հաճախ ձեռներեցները նույնիսկ պատկերացում չունեն՝ ձեռնարկատիրական ռիսկերի մինչև որ մակարդակը կարելի է համարել թույլատրելի, որ մակարդակից՝ ոչ, ինչպիսի միջոցառումներ պետք է ձեռնարկել այս կամ այն ռիսկի ի հայտ գալու դեպքում և այլն: Կախված այն հանգամանքից, որ սննդի արտադրության կազմակերպություններում ներդրված չէ «ռիսկերի կառավարման մշակույթը»՝ կապված բարձր մասնագիտացում ունեցող աշխատողների, փորձագետների, համակարգչային բարդ ծրագրերի իմացության և այդ ամենի իրականացման համար անհրաժեշտ մեծ ֆինանսական միջոցների անհրաժեշտությամբ՝ փորձ է արվել մշակել ռիսկերի կառավարման հնարավորինս պարզ համակարգ, որը կարող է ներդրվել սննդի արտադրության ձեռնարկությունների կողմից և պրակտիկորեն կիրառվել: Ռիսկերի կառավարման առաջադրված մոտեցումը ձեռներեցին հնարավորություն է տալիս օբյեկտիվորեն առանձնացնել անթույլատրելի ռիսկերը թույլատրելիից և կազմակերպել դրանց կառավարումն ըստ կարևորության, ինչի արդյունքում ռիսկերի կառավարումը դառնում է ավելի արդյունավետ և հնարավորինս բացառում հասարակության առողջությանը սպառնացող վտանգները:

Ռիսկերի կառավարման համակարգի մեթոդաբանությունը. Ուսումնասիրված գրականության [1-5] քննական վերլուծության արդյունքում հեղինակի կողմից առաջադրվել է ռիսկերի կառավարման

հետևյալ, առավել ամբողջական փուլային հաջորդականությունը և յուրաքանչյուր փուլին հատուկ գործելակարգը՝

1. ռիսկերի կառավարման պլանավորում,
2. նպատակների սահմանում,
3. ռիսկակիր օբյեկտների և նրան սպառնացող վտանգների սահմանում (ռիսկի ախտորոշում)
4. ռիսկերի ի հայտ գալու հավանականության և հետևանքների գնահատում ու վարկանշում ըստ թույլատրելի (I խումբ) և անթույլատրելի (II խումբ) խմբերի,
5. ռիսկերի նվազեցման միջոցառումների իրականացում ըստ I և II խմբերի՝
 - 5.1. թույլատրելի ռիսկերի կառավարման արդյունավետության գնահատում և նվազեցման գործիքակազմի ընտրություն,
 - 5.2. անթույլատրելի ռիսկերի կրիտիկական սահմանների գնահատում և դրանց պահպանման միջոցառումների իրականացում:
6. ռիսկերի կառավարման մոնիտորինգ:

Եվ այսպես, առաջին փուլում առաջարկվում է իրականացնել ռիսկերի կառավարման պլանավորումը, այն է՝ ռիսկերի կառավարման մոտեցումների և սկզբունքների ընտրության գործընթացը՝ կառավարման սխեմայի մշակում, կադրային ապահովում և կառավարման պլանավորման համար անհրաժեշտ այլ գործընթացների իրականացում:

Առաջարկվում է սննդի արտադրության ձեռնարկությունը դիտարկել որպես գործունեության հետևյալ ենթատեսակների ամբողջություն՝

- արտադրություն,
- ֆինանսական գործունեություն,
- մարքեթինգ,
- կորպորատիվ կառավարում:

Նախ՝ ձեռնարկությունում պետք է բացվի ռիսկերի կառավարման բաժին, որը պետք է գլխավորվի ռիսկ-մենեջերի կողմից: Այս բաժինը պետք է համաձայնեցնի իր գործունեությունը վերոնշյալ 4 բաժինների հետ՝ կապված անհրաժեշտ ինֆորմացիայի հավաքմամբ և վերլուծությամբ: Ռիսկերի կառավարման բաժինը պետք է ենթարկվի տնտեսական և ֆինանսական գծով ղեկավարներին: Ռիսկ-մենեջերի գլխավոր գործառնությունը պետք է լինի ռիսկերի կառավարման առաջարկված ընթացակարգերի մշակումն ու գործարկումը:

Առաջարկվում է յուրաքանչյուր բաժնում ընտրել մեկ աշխատող, ով պատասխանատու կլինի ռիսկերի կառավարման համար անհրաժեշտ ինֆորմացիայի հավաքման և վերլուծության համար: Վերջինս գործառնաբար պետք է ենթարկվի ռիսկ-մենեջերին, իսկ վարչական մասով՝ տվյալ բաժնի ղեկավարին:

Պատրաստված և փորձառու աշխատողների առկայությունը ռիսկերի արդյունավետ կառավարման գրավականներից մեկն է: Հաշվի առնելով ՀՀ-ում սննդի արտադրության կազմակերպությունների մեծամասնությունում սահմանափակ միջոցների հանգամանքը, ինչպես նաև վերջիններիս համար «ռիսկ-մենեջմենթ» մշակույթի խորթությունը՝ առաջարկվում է ռիսկի կառավարումն իրականացնել՝ չներգրավելով նոր աշխատողներ, փոխարենը՝ վերապատրաստելով արդեն իսկ աշխատող կադրերին ձեռնարկության սահմաններում անցկացվելիք բիզնես-վերապատրաստումների միջոցով: Վերջինս կազմակերպված և պարբերաբար իրականացվող ուսուցում է՝ ուղղված աշխատողների մոտ որոշակի որակների ձևավորմանը, որն անհրաժեշտ է սահմանված աշխատանքը հնարավորինս արդյունավետ իրականացնելու համար: Որպես վերապատրաստման օբյեկտ պետք է հանդիսանա ոչ թե մարդը, այլ այն գործունեությունը, որով նա զբաղվում է: Բիզնես-վերապատրաստումները կարող են իրականացվել թե՛ ժամանակ առ ժամանակ հրավիրվող համապատասխան մասնագետների կողմից, թե՛ ռիսկ-մենեջերի և բաժինների գլխավոր մասնագետների կողմից: Այս փուլի որակն ու ընդգրկվածությունը սերտորեն պայմանավորված է գործունեության մեջ ներգրավված կապիտալի մեծությամբ, ձեռնարկատիրոջ անհատական հատկանիշներով, գործելաոճով և այլն:

Ռիսկերի կառավարման մյուս փուլը նպատակների սահմանումն է: Սա այն փուլն է, որում ձեռ-ներեցը պետք է հստակ պատկերացում կազմի ձեռնարկատիրական գործունեությունից իր սպասելիք-ների մասին և ըստ այդմ փորձի հետագա գործունեությունը համապատասխանեցնել այդ սպասելիք-ներին կամ դրա գերակատարմանը: Նպատակներին համապատասխան ձեռնարկության ղեկավարի

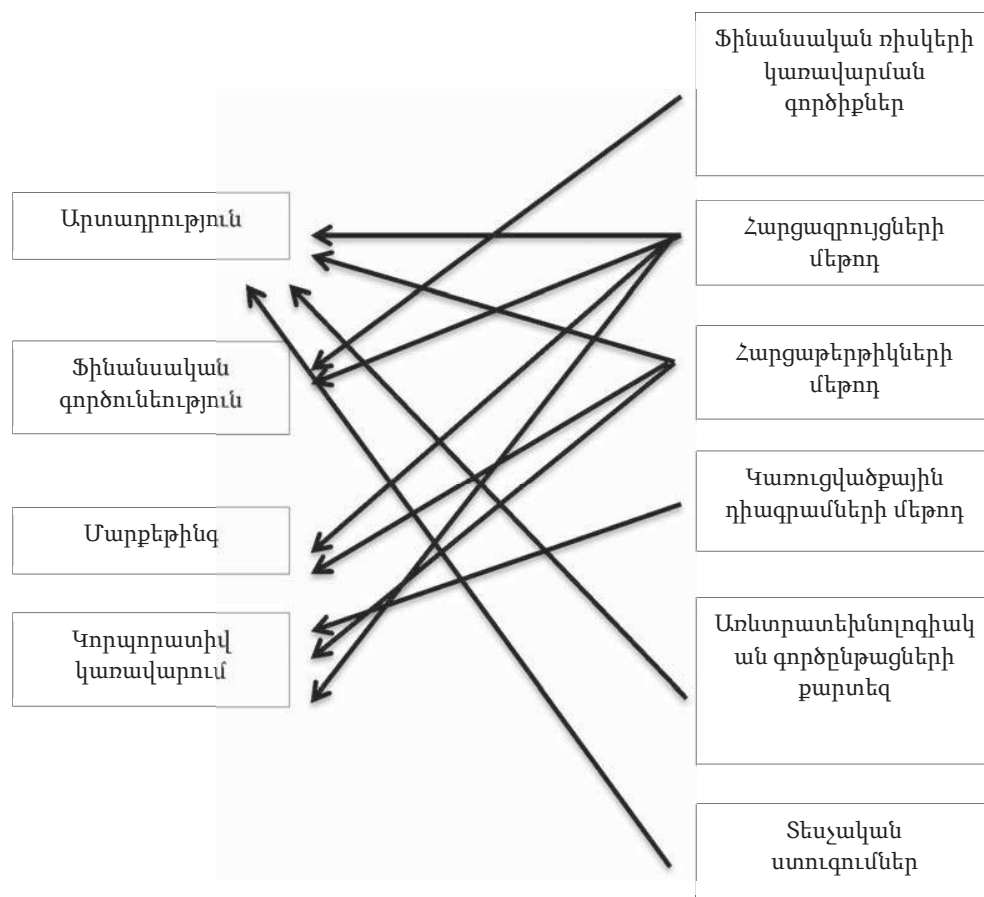
կողմից սահմանվում է ձեռնարկության ռազմավարությունը: Վերջինիս համապատասխան էլ ձևավորվում են ենթաբաժինների ու առանձին աշխատակիցների նպատակներն ու գործառնությունները:

Ելնելով նախորդ փուլի շարունակական տրամաբանությունից՝ այս փուլի նպատակը բոլոր այն իրավիճակների բացահայտումն ու սահմանումն է, որոնք կարող են սպառնալ նախորդ փուլում սահմանված նպատակների և գործառնությունների իրականացմանը: Այս փուլը կարելի է անվանել նաև «Ռիսկի ախտորոշում»: «Ռիսկի ախտորոշումն» առաջարկվում է իրականացնել հետևյալ հաջորդականությամբ՝

- ռիսկակիր օբյեկտի հստակեցում,
- նրան սպառնացող հնարավոր վտանգների և դեպքերի վերաբերյալ տեղեկատվության հավաքագրում:

Վերոնշյալը կարող է իրականացվել որակական գնահատման տարբեր մեթոդների օգտագործմամբ: Տնտեսագիտական գրականության մեջ գոյություն ունեն ռիսկերի որակական գնահատման մի շարք մեթոդներ՝ պարզ կիրառելիից մինչև շատ բարդ և ծախսատար: Կատարվել է գոյություն ունեցող մեթոդների առանձնահատկությունների ուսումնասիրություն և դրա հիման վրա առաջարկվել սխեմա, որում ներկայացված է, թե առկա մեթոդների բազմազանությունից ձեռնարկատիրական գործունեության նախանշված ստորաբաժանումներում ինչ մեթոդ պետք է կիրառել ռիսկերի որակական վերլուծության համար:

Ռիսկային օբյեկտների հստակեցման նպատակով օգտագործվում է հարցաթերթիկների մեթոդը: Նրա գլխավոր առավելություններից մեկն այն է, որ այն կիրառելու առումով շատ պարզ է և կարող է հանդիսանալ ռիսկերի ախտորոշման համար անհրաժեշտ տեղեկատվության մեծ աղբյուր: Հարցերի ճիշտ կազմման դեպքում վերջինիս կարող են պատասխանել ռիսկերից նույնիսկ գաղափար չունեցող աշխատակիցները:



Նկ. 1. Գործունեության յուրաքանչյուր ոլորտում «Ռիսկերի ախտորոշման» համար կիրառվելիք մեթոդների սխեմա

Ըստ այս մեթոդի, բոլոր աշխատակիցներին տրվում են հարցաթերթիկներ, որոնք պետք է պարունակեն հետևյալ բովանդակությամբ հարցերը՝

- Ի՞նչ օբյեկտների են սպառնում ռիսկային գործոններ,
- Ինչու՞ են սպառնում ռիսկային գործոններ:

Բնական է, որ յուրաքանչյուր աշխատակից նշում է այն օբյեկտները, որոնց հետ ուղղակիորեն կամ անուղղակիորեն պայմանավորված են իրեն վերապահված գործառնությունները:

Այնուհետև «ուղեղների գրոհի» մեթոդի միջոցով հարցաթերթիկներում նշված օբյեկտներից ընտրվում են նրանք, որոնք ըստ քննարկման արդյունքների ավելի հիմնավորված են, իրատեսական և առավել հաճախ են կրկնվել հարցաթերթիկներում: Եվ շատ կարևոր է արդյունքների օբյեկտիվության նպատակով պահպանել լրացման «անոնիմությունը»:

«Ուղեղների գրոհի» արդյունքում ընտրված օբյեկտներին սպառնացող հնարավոր վտանգների և դեպքերի վերաբերյալ տեղեկատվության հավաքագրման նպատակով իրականացվում է մյուս հարցումը, որը պետք է ունենա հետևյալ բովանդակությունը՝

- Ի՞նչ վտանգներ են սպառնում տվյալ օբյեկտին,
- Ինչու՞ :

Վերջինիս արդյունքները նախորդի պես գեներացվում են «ուղեղների գրոհի» միջոցով և մնում են այն տարբերակները, որոնք ըստ քննարկման պետք է լինեն ուշադրության կենտրոնում: «Ուղեղների գրոհի» հիմնական մասնակցները պետք է լինեն ղեկավարության անդամները, ռիսկ-մենեջերը և անհրաժեշտության դեպքում՝ բաժնի պատասխանատուները: Ելնելով ձեռնարկության հնարավորություններից ու նպատակներից, անհրաժեշտության դեպքում կարող են մասնակցել նաև հրավիրված փորձագետներ: Այս գործընթացի արդյունքում բացահայտվում են այն ռիսկերը, որոնք հատուկ են տվյալ ձեռնարկատիրական գործունեությանը և հերքվում նրանք, որոնք չեն սպառնում վերջինիս:

Զորորդ փուլի գլխավոր նախապայմանը պետք է լինի ձեռնարկությանը հասանելի տեղեկատվական բազայի հուսալիության գնահատումը: Վերջինս պետք է գնահատվի՝ ելնելով ինչպես տեղեկատվության լիարժեքությունից, այնպես էլ տեղեկատվության հավաստիությունից և արդիականությունից: Ըստ այդմ տեղեկատվական բազան պայմանականորեն կարելի է բաժանել հետևյալ խմբերի՝

- հավաստի տեղեկատվական բազա. երբ ռիսկային իրավիճակի գնահատման համար անհրաժեշտ տեղեկատվությունն առկա է և հավաստի: Որպես այդպիսին կարող են ծառայել արտադրական գործընթացի արդյունքները, հաշվեկշիռը, ֆինանսական արդյունքների մասին հաշվետվությունը, աուդիտի արդյունքները և այլն,

- մասամբ հավաստի տեղեկատվական բազա. ինֆորմացիայի աղբյուր են ծառայում մարքեթինգային հետազոտության արդյունքները, ղեկավարի անձնական փորձը, նախկինում նմանատիպ իրավիճակների հաճախականությունը և այլն,

- ոչ հավաստի տեղեկատվական բազա. երբ ռիսկային իրավիճակի ի հայտ գալու հետ կապված տեղեկատվությունը բացակայում է, և գնահատականները տրվում են համապատասխան մասնագետների եզրակացությունների հիման վրա:

Ելնելով ռիսկի տեսակից, տեղեկատվական բազայի ամբողջականությունից և հավաստիությունից, ռիսկ-մենեջերի մասնագիտացման մակարդակից, տեխնիկական և ծրագրային ապահովվածության մակարդակից՝ ռիսկերը լինում են՝

- հայտնի. հայտնի են առաջացման գործոններն ու անհրաժեշտ տեղեկատվությունը, հետևաբար ռիսկերի ի հայտ գալու հավանականությունն ու կորուստները հնարավոր է գնահատել մեծ ճշգրտությամբ,

- մասամբ կանխատեսելի. նման ռիսկերի ի հայտ գալու հավանականությունը հիմնված է փորձի վրա: Հետևաբար, համապատասխան նախագծերի ու օպերացիաների հետ կապված որոշումների կայացումը, որպես կանոն, կատարվում է մասնակի անորոշության պայմաններում,

- անկանխատեսելի. ռիսկային գործոնների վերաբերյալ տվյալները բացակայում են կամ շատ քիչ են (օրինակ՝ քաղաքական իրավիճակի փոփոխություն, փոփոխություն բանկային քաղաքականության մեջ և այլն) և որոշումները կայացվում են կատարյալ անորոշության պայմաններում:

Պետք է նշել, որ վարկանշման արդյունքներից կախված, տարբեր են նաև ռիսկերի գնահատման ցուցանիշները: Հայտնի ռիսկերի պարագայում ռիսկերի գնահատման ցուցանիշները լինում են բացարձակ (արժեքային, բնեղեն), հարաբերական (տոկոս, գործակից) և միջին: Մասնակի անորոշության պարագայում՝ հավանական և վիճակագրական, լրիվ անորոշության պարագայում՝ փորձագիտական:

Առանձին ռիսկային իրավիճակի համար միավորներով գնահատումը կատարվում է հետևյալ

կերպ. նախ՝ կատարվում է ախտադրման հետևանքների և ղեկավար մարմինների՝ i-րդ ռիսկի ի հայտ գալու հավանականության գնահատում՝ տոկոսային արտահայտությամբ: Այնուհետև կատարվում է գնահատված արդյունքների միջինացում միջին թվաբանականի մեթոդով՝

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^n R_{ij}}{n}, \quad (1)$$

որտեղ՝ R_i -ն i-րդ ռիսկային իրավիճակի ի հայտ գալու հավանականությունն է, n-ը հարցման մասնակիցների քանակը, R_{ij} -ն j-րդ մասնակցի գնահատականն է i-րդ ռիսկային իրավիճակի ի հայտ գալու վերաբերյալ: Հաշվարկն առանձին-առանձին կատարվում է աշխատողների և ղեկավար մարմինների արդյունքներով, որից հետո վերջիններս միջինացվում են՝

$$R_i = \frac{R_{i1} + R_{i2}}{2}, \quad (2)$$

որտեղ՝ R_i -ն i-րդ ռիսկային իրավիճակի ի հայտ գալու վերջնական ցուցանիշն է, R_{i1} -ը i-րդ իրավիճակի ի հայտ գալու միջինացված ցուցանիշն է ըստ աշխատակիցների, R_{i2} -ը i-րդ իրավիճակի ի հայտ գալու միջինացված ցուցանիշն է ըստ ղեկավարության անդամների:

Ռիսկային յուրաքանչյուր իրավիճակի համար ստացված տոկոսային գնահատականը վերածվում է միավորային ըստ աղյուսակ 1-ում ներկայացված կարգի՝

Աղյուսակ 1

<i>Ռիսկային իրավիճակի ի հայտ գալու հավանականությունը</i>				
Միավոր	$R_i < 25\%$	$25\% < R_i < 50\%$	$50\% < R_i < 75\%$	$75\% < R_i$
	1	2	3	4
Ի հայտ գալու հավանականություն	զրոյական	փոքր	միջին	բարձր

Բացասական ֆինանսական հետևանքների գնահատումը ենթադրում է որոշել՝ որքան կկազմեն ֆինանսական կորուստները i-րդ իրավիճակի հանդեպ գալու դեպքում: Դա գնահատելուց հետո, ռիսկային յուրաքանչյուր իրավիճակի հնարավոր բացասական ֆինանսական հետևանքները համեմատվում են սպասվելիք շահույթի, հատույթի և սեփական կապիտալի հետ և ըստ այդմ էլ կատարվում է միավորներով գնահատում աղյուսակ 2-ում ներկայացված համապատասխանությամբ՝

Աղյուսակ 2

<i>Ռիսկային իրավիճակի ի հայտ գալու հետևանքները</i>				
Միավոր	$C_i < \text{շահույթ}$	$C_i \leq \text{շահույթ}$	$\text{Շահույթ} < C_i \leq \text{հատույթ}$	$\text{Հատույթ} < C_i$, սեփական կապիտալ $\leq C_i$
	1	2	3	4
Ըստ հետևանքների	ոչ ռիսկային	թույլատրելի	կրիտիկական	կատաստրոֆիկ

C_i -ը i-րդ ռիսկային իրավիճակի ի հայտ գալու հետևանքով հնարավոր կորուստն է: Բոլոր ռիսկային իրավիճակները ըստ ի հայտ գալու հավանականության և ըստ հետևանքների գնահատելուց հետո կատարվում է վերջիններիս վարկանշում ըստ նկ.2-ում ներկայացված դիագրամի:

Ելնելով հետևյալ դիագրամի արդյունքներից՝ կատարվում է ռիսկերի դասակարգում 2 մեծ խմբի՝ թույլատրելի և անթույլատրելի:

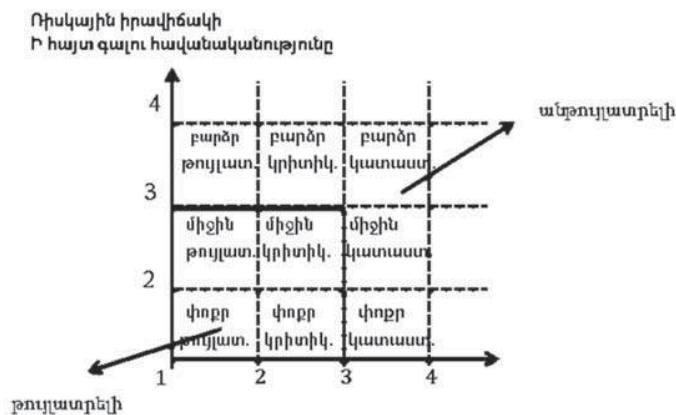
Գրաֆիկից երևում է, որ անթույլատրելի խմբի մեջ մտնում են առավել հավանական ու մեծ կորուստներ հետապնդող ռիսկերը: Վերջիններս, որպես կանոն, օրենսդրական պահանջներին հակասող իրավիճակներն են՝ պայմանավորված հասարակության անվտանգությանն ու առողջությանը վնաս հասցնելու հանգամանքով:

Այս փուլում հեղինակի կողմից ճիշտ է համարվում թույլատրելի և անթույլատրելի ռիսկերի հետագա կառավարման տարբերակված մոտեցումը, համաձայն որի թույլատրելի ռիսկերի գծով նախատեսվում է իրականացնել այնպիսի միջոցառումների խումբ, ինչպիսիք են կառավարման արդյունավետության գնահատումը և համապատասխան մեթոդների կիրառումը ռիսկերի նվազեցման կամ վերացման նպատակով: Անթույլատրելի ռիսկերի հետագա կառավարումն իրականացվում է այլ ուղիով, այն է՝ կրիտիկական կետերի սահմանում և դրանց համապատասխանության նկատմամբ մոնիտորինգի իրականացումը: Ըստ էության, սա կառավարման առումով ոչ մի բարդություն չի ստեղծում, և այս երկու խմբերի հետագա կառավարումը կարելի է իրականացնել զուգահեռաբար:

Եվ այսպես, 5.1 փուլում նախատեսվում է իրականացնել թույլատրելի ռիսկերի կառավարման արդյունավետության գնահատում, այսինքն՝ պարզել՝ որքանով են ներդրված ջանքերն արդարացվում: Դա կարելի է հաշվարկել՝ ելնելով հետևյալ տրամաբանությունից. եթե i-րդ ռիսկի ի

հայտ գալու հավանականությունը տոկոսային արտահայտությամբ R_i է, իսկ դրա 100% ի հայտ գալու դեպքում կրած կորուստները՝ C_i , ապա i -որ ռիսկային իրավիճակի հանդես գալու կորուստը կլինի՝

$$P = R_i \times C_i / 100: \quad (3)$$

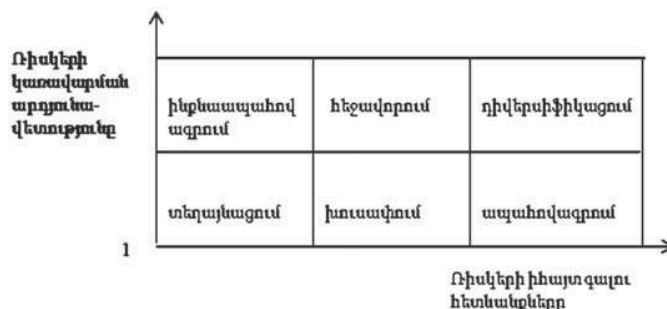


Նկ. 2. Ռիսկերի վարկանշում ըստ ռիսկային իրավիճակի ի հայտ գալու և հետևանքների

Եթե K_i -ով նշանակենք i -րդ ռիսկային իրավիճակի կանխման կամ նվազեցման համար անհրաժեշտ ծախսումները, իսկ T -ով կառավարելիության աստիճանը, ապա i -որ ռիսկային իրավիճակի կառավարման ծախսումները կարելի է ներկայացնել հետևյալ բանաձևով՝

$$H = T \times K_i / 100: \quad (4)$$

Բանաձևում T -ն ցույց է տալիս, թե K_i ծախսումների դեպքում քանի տոկոսով է հավանական վերացնել տվյալ ռիսկը: Ենթադրենք, եթե $T=100$, դա նշանակում է, որ K_i ծախսումներ կատարելով 100%-ով վերացվում է i -րդ ռիսկի ի հայտ գալու հավանականությունը:



Նկ. 3. Ռիսկերի կառավարման արդյունավետությունից և ի հայտ գալու հետևանքներից կախված՝ նվազեցման գործիքակազմի ընտրությունը

i -րդ ռիսկի կառավարման արդյունավետության գործակիցը կորոշվի հետևյալ կերպ՝

$$E = P/H, \quad (5)$$

որտեղ՝ եթե $E > 1$, ապա ռիսկի կառավարումն արդյունավետ է, եթե $E \leq 1$ ՝ ոչ: Ելնելով ռիսկերի կառավարման արդյունավետության գնահատականից և ռիսկերի ի հայտ գալու կորստից՝ իրականացվում է ռիսկային գործոնների վերացման կամ նվազեցմանն ուղղված մեթոդի ընտրությունն ու կիրառումը, որի համար առաջարկվում է կիրառել գծապատկեր 3-ում ներկայացված մատրիցը:

Զուգահեռաբար 5.2 փուլով իրականացվում է ռիսկերի կրիտիկական կետերի սահմանում: Կրիտիկական կետերը սահմանվում են՝ ելնելով օրենսդրական նորմատիվ պահանջներից և ձեռնարկության սահմանած անհատական նորմերից և ներկայացվում աղյուսակ 3-ի տեսքով:

Աղյուսակ 3

Կրիտիկական կետերի սահմանում			
Գործընթացի անվանումը	Կրիտիկական վերահսկողության կետ №	Ռիսկային իրավիճակի բովանդակություն	Վերահսկողության գործիքներ
	1		
	2		
	-		
	i		

Հաջորդ քայլով կատարվում է յուրաքանչյուր ռիսկային իրավիճակի վերահսկողության ու վերացման միջոցառումների սահմանում, որը ներկայացված է աղյուսակ 4-ի տեսքով:

Աղյուսակ 4

Ռիսկերի վերացման պլանավորում:

Կրիտիկական վերահսկողության կետ №	Կրիտիկական սահմանները	Նվազեցման կամ վերացման նպատակաուղղված քայլեր
1		
2		
-		
i		

Յուրաքանչյուր ռիսկային իրավիճակի համար վերահսկողության գործընթացը մշակվում է՝ վեջինիս և նրա ի հայտ գալու փուլի առանձնահատկություններից կախված: Եվ ելնելով վերահսկողության արդյունքներից՝ եթե տվյալ իրավիճակը չի համապատասխանում սահմանված նորմերին, իրականացվում են նախապես մշակված միջոցառումները:

Ի վերջո, մոնիտորինգ փուլում գնահատվում է ռիսկերի կառավարման ողջ գործընթացն ու արդյունավետությունը՝ հաշվի առնելով ռիսկի նվազման միտումները: Մոնիտորինգի հիմնական նպատակն է պարզել՝

- արդյո՞ք ռիսկերին արձագանքելու համակարգը ներդրված է նախագծին համապատասխան,
- փոխվե՞լ է ռիսկի կարևորությունը նախկինի համեմատ,
- ռիսկային գործոնների ներկայիս ազդեցությունը պլանավորված էր, թե՞՝ պատահական:

Գրականություն

1. **Казакова Н.А.** Финансовая среда предпринимательства и предпринимательские риски. -М.: ИНФРА-М, 2015.- 208 с.
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). - USA, Project Management institute, 2000. – 216 p.
3. **Лапуста И. Г., Шаршукова Л. Г.** Риски предпринимательской деятельности. -М.: ИНФРА-М, 1998.- 223 с.
4. **Бланк И. А.** Управление использованием капитала. -М.: Омега-Л, 2008. – 656 с.
5. **Иода Е.В., Мешкова Л.Л.** Управление предпринимательскими рисками. – Тамбов: Тамб гос. техн. ун., 2002. - 212 с.

05.03.2018.

М.Т. Мхитарян

УПРАВЛЕНИЕ ВНУТРЕННИМИ РИСКАМИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ВНЕДРЕННОЙ ДИАГРАММНОЙ МОДЕЛИ

Разработана система повышения эффективности внутреннего управления рисками организаций пищевой промышленности. Главной особенностью является то, что, учитывая высокий уровень неприемлемого риска для пищевых организаций, связанный с жизнью и здоровьем населения, предлагается диаграммная модель, которая позволяет максимально эффективно и без риска отделять и управлять недопустимыми рисками.

Ключевые слова: неприемлемые и допустимые риски, производство продуктов питания, управленческая эффективность, критические точки, мониторинг, самострахование, хеджирование, диверсификация.

M.T. Mkhitarian

INTERNAL RISK MANAGEMENT IN FOOD MANUFACTURING ORGANIZATIONS WITH THE INTEGRATED DIAGRAM MODEL

An internal food production organizational risk analysis system was implemented to increase productivity. The main unique feature is to take into account the food production companies guidelines connected with the high level risks that effect the lifestyles and health of the population. The system suggests a diagram model which allows to separate prohibited risks and to govern them effectively.

Keywords: unacceptable and permissible risks, food production, management efficiency, critical points, monitoring, self-insurance, hedging, diversification.

Մխիթարյան Մարինա Թորոսի - հայցորդ (ՀՊՏՀ)

ՀՏԴ 621.182

ԷԼԵԿՏՐԱՏԵԽՆԻԿԱ ԵՎ ՍԱՐՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ

Տ.Է. Հակոբյան

ԱՅՏԱՎՈՐ ԶԱՐԴԻՉՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱԲԱՆԵՑՄԱՆ ՀԵՌԱՎԱՐ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Մշակված են հանքարդյունաբերությունում լայնորեն կիրառվող այտավոր ջարդիչի հեռակառավարման ֆունկցիոնալ և սկզբունքային սխեմաները: Ջարդիչի էլեկտրաբանեցման կառավարման համակարգի ֆունկցիոնալ մոդուլները CAN շինայի միջոցով միացված են անհատական համակարգիչին, որը հնարավորություն է ընձեռում իրականացնել ջարդիչի հեռակառավարումը:

Առանցքային բառեր. ջարդիչ, միկրոքոնթրոլեր, USB-CAN ինտերֆեյսային կերպափոխիչ, էլեկտրաբանեցում, կառավարման համակարգ:

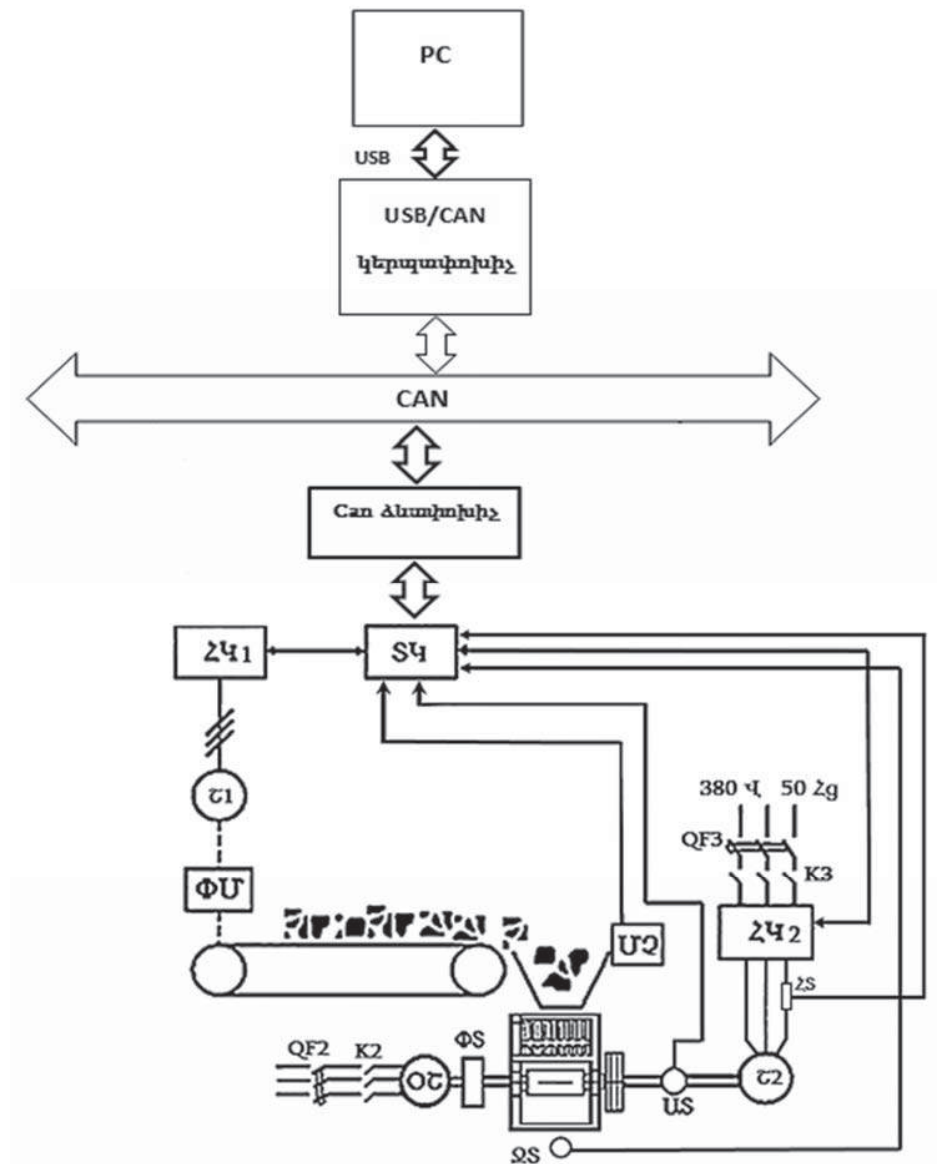
Ներկայումս մեծ նշանակություն է տրվում հանքարդյունաբերության ոլորտի հատկապես որակական զարգացման հեռանկարին՝ շեշտը դնելով արտադրանքի մշակման որակի բարձրացման և սկզբնական սպառման շղթայի ապահովման վրա, ինչը թույլ կտա ապահովել առկա ռեսուրսների կառավարման արդյունավետության բարձր աստիճան, հետևաբար՝ լրացուցիչ եկամուտներ: Ակնհայտ է, որ հանքավայրերից շատերը հնարավոր չէ օգտագործել նույն արդյունավետությամբ, որոշներում անհրաժեշտ է իրականացնել ներդրումներ տեխնիկական վերազինման և հետազոտություններ սկսելու նպատակով: Մինևույն ժամանակ այդ զարգացումները առաջ են բերել մի շարք հիմնախնդիրներ և մարտահրավերներ, որոնք հրատապ լուծման կարիք ունեն: Մասնավորապես հանքաքարի արդյունահանման և վերամշակման ոլորտներում բարոյապես հնացած և ֆիզիկապես մաշված տեխնոլոգիական սարքավորումների կիրառումը, որը, որպես կանոն, պայմանավորում է խտանյութի ինքնարժեքի աճ և տեխնոլոգիական համալիրի շահագործման աշխատանքների ցածր որակական և քանակական ցուցանիշներ: Ելնելով վերոնշյալից՝ առաջ է գալիս ջարդիչների ավտոմատացված էլեկտրաբանեցումների (ԷԲ) կառավարման համակարգերի արդիականացման խնդիրը՝ ժամանակակից ապարատաճրագրային միջոցների հիման վրա:

Ներկայիս ջարդման համալիրները, ըստ տեխնոլոգիական նշանակության, ներառում են իրենց կազմում տարբեր տեսակի ջարդիչներ, փոխակրիչներ, բունկերներ, զանազան տվիչներ, օժանդակ մեխանիզմներ և կառավարվող կիսահաղորդչային կերպափոխիչներ, որոնց ընդհանուր կառավարումը իրականացվում է տեխնոլոգիական քոնթրոլերների միջոցով: Բացի այդ, հաշվի առնելով տեխնոլոգիական սարքավորման շահագործման պայմանները, ի հայտ է գալիս ջարդման համալիրի հեռավար կառավարման ապահովման անհրաժեշտությունը [1, 2]:

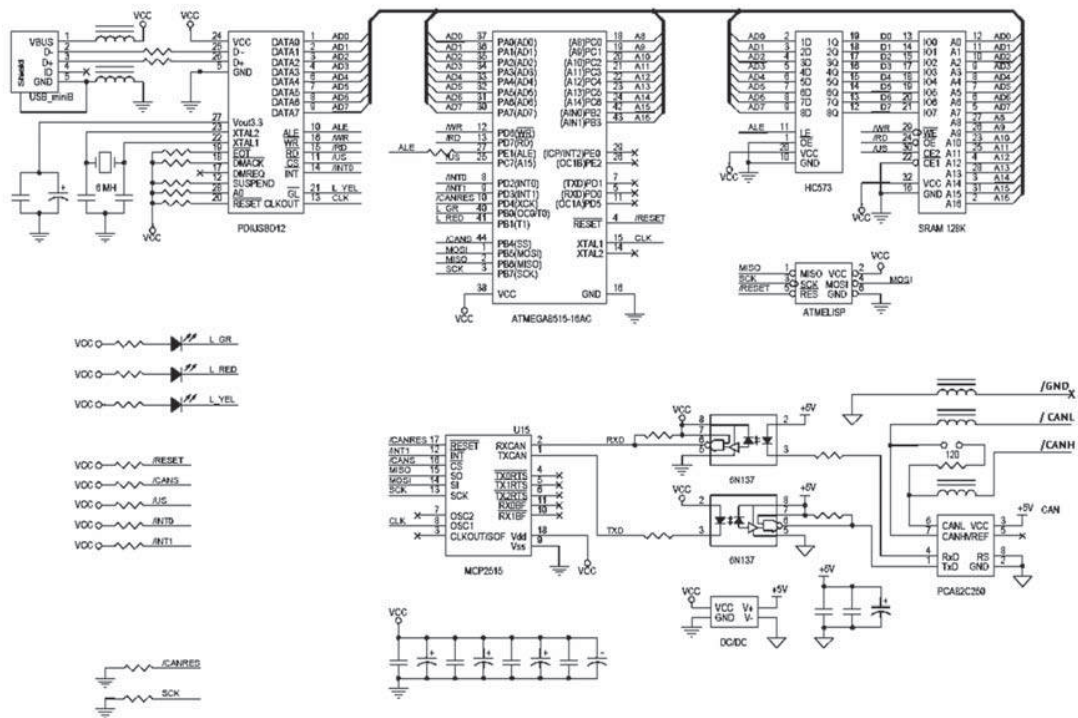
Հաշվի առնելով վերոնշյալը՝ մեր կողմից մշակվել է հանքարդյունաբերությունում լայնորեն օգտագործվող այտավոր ջարդիչի միկրոքոնթրոլերային կառավարման համակարգի ֆունկցիոնալ սխեման, նկ.1, որում իրենց լուծումն են ստացել կառավարման համակարգին ներկայացվող վերոհիշյալ խնդիրները:

Նկ.1-ում ընդունված են հետևյալ նշանակումները. PC ջարդիչի հեռակառավարման սերվերը՝ իրական ժամանակում աշխատող անհատական համակարգիչ է, որի միջոցով իրականացվում է կառավարման համակարգի և արտաքին սերվերի միջև կապը: Անհատական համակարգիչի USB (Universal Serial Bus) կայանին միացված է USB-CAN ինտերֆեյսային կերպափոխիչը, Շ1 և ՀԿ1-ն ջարդիչի հիմնական շարժիչն է և այն սնող հաճախականային կերպափոխիչը, ՕՇ-ն՝ ջարդիչի օժանդակ էլեկտրաշարժիչը, ՓՄ-ն փոխանցման տուփը, ԱՏ-ն՝ օժանդակ շարժիչի պտտման արագության տվիչը, ՄԶ-ն՝ ջարդիչի կուտակիչ բունկերում հանքանյութի մակարդակի չափիչը, ՏԿ-ն՝ տեխնոլոգիական կոնտրոլերը, Շ2 և ՀԿ2-ը՝ ժապավենային կոնվեյերը բանեցնող էլեկտրաշարժիչը և այն սնող հաճախականային կերպափոխիչը, ՀՏ-ն՝ հոսանքի տվիչը, որը կարգավորում է ջարդիչի արտադրողականությունը: Այտավոր ջարդիչի թողարկումը կատարվում է ՕՇ-ի օգնությամբ, քանի որ հիմնական Շ1 էլեկտրաշարժիչով թողարկումն անհնար է, պայմանավորված ջարդիչի մեխանիկական մասի մեծ զանգվածներով, որոնց պատճառով էլ շարժիչի թողարկման հոսանքները տասնյակ անգամ գերազանցում են թույլատրելի արժեքները: Երբ ՕՇ-ի պտտման հաճախությունը հասնում է 20-30պտ/ր,

ըստ ԱՏ-ից ստացված տեղեկատվության, ՏԿ-ն արձակում է ազդանշան՝ անջատելու ՕՇ-ը և թողարկել Շ1, համաձայն որի կատարվում է դրա սահման թողարկումը ՀԿ1-ի միջոցով: Այն բանից հետո, երբ ջարդիչը պատրաստ է աշխատանքի, ՀԿ2-ի օգնությամբ թողարկվում է Շ2-ը, որն էլ իր հերթին ՓՄ-ի միջոցով բանեցնում է կոնվեյերը: Կոնվեյերի վրա եղած ելանյութը ընկնում է բունկեր, որից հետո ջարդիչ: Ջարդիչի արտադրողականությունը կարգավորվում է ՀՏ-ի օգնությամբ, իսկ ՄՉ-ը, որը տեղակայված է բունկերի համապատասխան բարձրության վրա, հսկում է ելանյութի մակարդակը բունկերում և թույլ չի տալիս, որ տեղի ունենա ջարդիչի գերլցում: Եթե ելանյութի մակարդակը բունկերում սկսում է նվազել, ՄՉ-ն ազդանշան է տալիս ՏԿ-ին, որն էլ իր հերթին ՀԿ2-ին համապատասխան ազդանշան տալով՝ դանդաղեցնում է կոնվեյերի արագությունը, իսկ հակառակ դեպքում՝ արագացնում է կոնվեյերի արագությունը:



Նկ. 1. Ջարդիչի հեռակառավարման ֆունկցիոնալ սխեման



Նկ.2. USB-CAN ինտերֆեյսային կերպափոխիչի սկզբունքային էլեկտրական սխեման

CAN (Controller Area Network- քնթրոլերային տարածքային ցանց) ստանդարտների համալիր է, բաշխված արտադրական ցանցերի կառուցման համար, որն օգտագործում է տվյալների հաջորդական փոխանցում իրական ժամանակում՝ հուսալիության և պաշտպանվածության շատ բարձր աստիճանով [3]:

CAN-ը բնութագրվում է հետևյալ հիմնական հատկություններով.

- յուրաքանչյուր հաղորդագրությանը (ոչ, թե սարքավորմանը) տրվում է իր առաջնահերթությունը,
- տվյալների փոխանակման երկու ակտերի միջև երաշխավորված դադարի մեծությամբ,
- հեռաձևակալող հաղորդագրությունների ընդունում ժամանակի սինխրոնացումով,
- տվյալների ոչ իրարամերժ փոխանցում ամբողջ համակարգի մակարդակով,
- ցանցում մի քանի առաջատար (master) սարքավորումների առկայության թույլտվություն,
- սխալանքով ուղարկված հաղորդագրությունների փոխանցման ավտոմատ կրկնում, անմիջապես ցանցը ազատվելուց հետո:

Նկ. 2-ում պատկերված է USB-CAN ինտերֆեյսային կերպափոխիչի սկզբունքային էլեկտրական սխեման: Կերպափոխիչի աշխատանքի համար անհրաժեշտ է ծրագիր-դրայվեր: Դրայվերի հետ աշխատանքի համար օգտագործվում են ֆունկցիաների գրադարաններ: Ադապտերի դրայվերը թույլատրում է մինչև 10 ադապտերի միացում համակարգչի USB շինային: Գրադարանի բոլոր գործառնությունների հետ աշխատելու համար պետք է որպես առաջնային պարամետր նշել ադապտերի համարը (հաջորդիվ CAN-կանալի համար):

Ադապտերների (CAN կանալներ) համարակալումը սկսվում է 0-ից հետևյալ կարգով.

- յուրաքանչյուր նոր միացվող ադապտերին վերագրվում է ամենափոքր ազատ համարը,
- ադապտերի անջատվելուց հետո նրան վերագրված հերթական համարը ազատվում է:

Ադապտերներին վերագրվող համարները գործում են մինչև օպերացիոն համակարգի հաջորդ բեռնումը:

Յուրաքանչյուր CAN-կանալի հետ աշխատելու համար անհրաժեշտ է կանչել կանալի բացման ֆունկցիան UsbCan_Open (UINT Channel, PUSBCAN_INFO DrvInfo): Այս ֆունկցիան իրականացնում է

միացված ադապտերի սկզբնական ինիցիալավորումը աշխատաքից առաջ: Որպես մուտքային պարամետրեր ֆունկցիա է ուղարկվում CAN-կանալի համարը (0- ից 9) և կառուցվածքի հասցեն USBCAN_INFO: Ֆունկցիայի հաջող կատարման արդյունքում կառուցվածքի դաշտերը կլրացվեն հետևյալ արժեքներով.

- ադապտերի դրայվերի վերսիան,
- ադապտերի արտադրողի նույնականացուցիչը,
- ադապտերի նույնականացուցիչը,
- ադապտերի վերսիան,
- ադապտերի OZU-ի չափը բայթերով:

Այն դեպքում, երբ ադապտերը միացված չէ համակարգչին կամ CAN-կանալը արդեն բաց է, կամ այլ սխալներին դեպքում ֆունկցիան վերադարձնում է համապատասխան համակարգային սխալի կոդը: CAN-կանալի հետ աշխատանքը ավարտելուց հետո պետք է կանչել կանալը փակելու ֆունկցիան UsbCan_Close (UINT Channel): Ստորև ներկայացված է C++ ծարագրավորման լեզվով գրված CAN-կանալը բացելու և փակելու ֆունկցիայի ծրագրից հատված.

```
#include "stdafx.h"
#include <stdlib.h>
#include "..\..\include\usbcan2.h"
// դիմամիկ միացվող գրադարանների օգտագործումը
#define __USBCAN2_SHARED_LIBRARY__
#include "..\..\include\usbcanlib2.h"
int main(int argc, char* argv[])
{
    USBCAN_INFO info;
    UINT result;
    UINT channel = 0; // կանալի համարը
    // 0 կանալի բացումը
    result = UsbCan_Open(channel, &info);
    if ( result != ERROR_SUCCESS ) {
        printf("Error to open\n");
        return 1;
    }
    //
    // օգտագործվող ադապտերի և դևայսի մասին ինֆորմացիայի դուրս բերում էկրանին
    //
    printf("Ram size = %X\n", info.BoardRamSize);
    printf("Driver version = %X\n", info.DriverVersion);
    printf("Vendor ID = %X\n", info.VendorID);
    printf("Product ID = %X\n", info.ProductID);
    printf("Device version = %X\n", info.DeviceVersion);
    //...
    //
    // փակում ենք կանալը
    //
    UsbCan_Close(channel);
    return 0;
}
```

CAN կանալի բացվելուց հետո պետք է ինիցիալավորել CAN-քոնթրոլերը: Ինիցիալավորման ֆունկցիայի կանչման ժամանակ նրան են փոխանցվում՝ գլոբալ դիմակների արժեքները և փոխանակման արագության ռեգիստրների արժեքները: Գլոբալ դիմակների արժեքները օգտագործվում են, երբ կապուղու հաղորդագրությունների համար դիմակի անհատական արժեքը հավասար է -1, այսինքն նշված չէ:

CAN քոնթրոլերի ինիցիալավորումից հետո, պետք է կատարել բուֆերի չափերի ինիցիալավորում, հաղորդվող և ընդունվող հաղորդագրությունների համաձայն: Բոլոր բուֆերների

գումարային ծավալը չպետք է գերազանցի ադապտերի O2U-ի ծավալը, որի մեծությունը վերադարձվում է `UsbCan_Open` ֆունկցիան կանչելուց հետո: Ընդունվող հաղորդագրությունների համար նշվում է ընդունման համար օգտագործվող ռեգիստրների գումարային ծավալը: Հաղորդվող հաղորդագրությունների համար նշվում է յուրաքանչյուր հաղորդագրության կանալի բուֆերի ծավալի արժեքը: Եթե հաղորդագրության կապուղին չի օգտագործվում հաղորդագրությունների փոխանցման համար, ապա համապատասխան բուֆերի ծավալի արժեքը պետք է հավասար լինի զրոյի: Բուֆերի չափերի ինիցիալավորումից հետո, այսինքն հիշողությունը բուֆերների վրա բաշխելուց հետո կարելի է կատարել հաղորդագրությունների ընդունում և հաղորդում: Հաղորդագրությունների ընդունումը կարող է իրականացվել ինչպես ընդհանուր բուֆեր, այնպես էլ հաղորդագրության կապուղով նշված առանձին բուֆեր:

Հաղորդագրությունների ընդունման ֆունկցիայի կանչման հաջորդականությունը.

1. Հաղորդագրությունների ընդունման ընդհանուր բուֆերի հասցեի և չափի նշում:

Եթե ընդհանուր հաղորդագրությունների ընդունման համար օգտագործվում է ընդհանուր բուֆեր, ապա հաղորդագրությունների ընդունումը սկսելուց առաջ պետք է նշել բուֆերի հասցեն և չափը՝ կանչելով `UsbCan_SetReceiveBuf` ֆունկցիան: Եթե անհրաժեշտ է նշված կապուղով ընդունված հաղորդագրությունները պահպանել առանձին բուֆերում, ապա բուֆերի հասցեն նշվում է հաղորդագրությունների ընդունման ֆունկցիան կանչելու ժամանակ:

2. Իրական ժամանակի ժամացույցի թողարկում:

Եթե անհրաժեշտ է յուրաքանչյուր ընդունված հաղորդագրության հետ պահպանել նաև ժամանակի նշիչը պետք է կանչել `UsbCan_StartRTC` ֆունկցիան, որից հետո յուրաքանչյուր ընդունված հաղորդագրության հետ կպահպանվի նաև ժամանակի նշիչը, որը հավասար կլինի ընդունված հաղորդագրությունների միջև եղած միջակայքին: Ժամանակային ֆունկցիայի ժամանակային նշիչը 3.2 մկվ է:

3. Հաղորդագրությունների ընդունման մեկնարկ:

Հաղորդագրությունների ընդունումը սկսելու համար անհրաժեշտ է կանչել `UsbCan_StartReceive` ֆունկցիան: Այս ֆունկցիայի պարամետրերն են՝ CAN-կանալի համարը, արբիտրաժի արժեքը, յուրահատուկ դիմակը, ընդունվող հաղորդագրությունների քանակը, դրոշները, հաղորդագրությունների ընդունման ֆիլտրը, հաղորդագրությունների պահպանման բուֆերի չափը և հասցեն:

4. Հաղորդագրությունների ընդունման ավարտի սպասում:

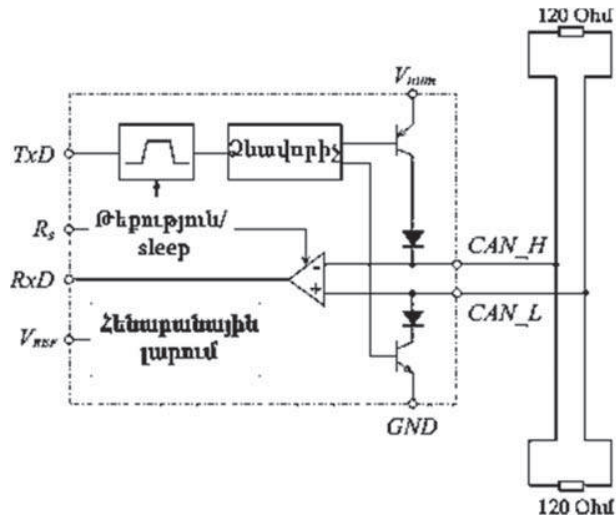
Հաղորդագրությունների ընդունումը սկսելուց հետո հաղորդագրությունների ընդունման ընդհատման համար անհրաժեշտ է կանչել `UsbCan_StopReceive`. ֆունկցիան:

5. Նախապատրաստում հաղորդագրությունների ընդունման կրկնման համար:

Եթե հաղորդագրությունների հաջող ընդունումից հետո անհրաժեշտ է կրկնել ընդունումը այդ բուֆեր, ապա անհրաժեշտ է կանչել `UsbCan_ResetReceiveBuf` ֆունկցիան, որն իրականացնում է նախապատրաստում ընդունման կրկնման համար:

CAN հաղորդիչ-ընդունիչի տիպային կառուցվածքային սխեման բերված է նկ.3-ում: TxD մուտքին (մուտքը ինվերսիվ է) տրամաբանական զրո ազդանշանի առկայության դեպքում, հաղորդիչի ելքային կասկադների երկու տրանզիստորը բացվում են և դիմադրության միջով անցնում է հոսանք՝ գծում ստեղծելով տրամաբանական մեկի համապատասխանող վիճակ: Այնուհանդերձ, CANH ելքի պոտենցիալը միշտ բարձր կլինի, քան CANL մուտքինը: Մուտքում տրամաբանական մեկ ազդանշանի դեպքում հաղորդիչի ելքն անցնում է բարձր դիմադրության վիճակի և դիֆերենցիալ լարումը գծում հասնում է զրոյի:

CAN հաղորդիչն ունի շատ կարևոր առանձնահատկություն. եթե հաղորդիչներից մեկը ցանցում դնում է տրամաբանական զրո, իսկ մյուսը՝ տրամաբանական մեկ, այս վիճակը չի համարվում վթարային, քանի որ միջանցիկ հոսանք չի առաջանում: Այս դեպքում CAN շինայի վիճակը համապատասխանում է տրամաբանական մեկ վիճակին: Այլ կերպ ասած՝ տրամաբանական մեկը միշտ գերիշխում է տրամաբանական զրոյի նկատմամբ, ինչի համար CAN ստանդարտում օգտագործվում է դոմինանտ հակացությունը՝ գծի այն վիճակը, երբ գծում հոսանք կա, և ռեցեսիվ վիճակ՝ դոմինանտին հակառակ վիճակ:



Նկ.3. CAN հաղորդիչ ընդունիչի կառուցվածքային սխեմա

CAN-ի այս հատկությունը հնարավորություն է ընձեռում ստանալ գծին հասանելիության հնարավորություն, համեմատելով գիծ ուղարկվող տրամաբանական մակարդակները այն մակարդակի հետ, որը փաստացիորեն դրվում է նրանում. եթե հաղորդիչը գիծ է ուղարկում ռեցեսիվ վիճակ, իսկ այդ պահին գծում մնում է դոմինանտ վիճակ, ապա նշանակում է գիծը զբաղված է: Այսպիսով, հասանելիություն է ստանում ցանցի այն հանգույցը, որը կարող է ուղարկել դոմինանտ ազդանշան: Ռեցեսիվ ազդանշանով հանգույցները ազատում են ցանցը և սպասում հաջորդ հնարավորությանը:

Գրականություն

1. Вальков В.М., Вершин В.Е. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. 3-е изд., перераб. и доп.-Л.: ПОЛИТЕХНИКА, 1991.- 270с.
2. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов.-М.: Энергия, 2006.-360с.
3. Ишматов З.Ш. Микропроцессорное управление электроприводами и технологическими объектами. Полиномиальные методы.-Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007.-281с.

19.03.2018.

Т.Э. Акопян

РАЗРАБОТКА УДАЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ШЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Разработаны функциональная и принципиальная схемы удаленного управления щековой дробилкой, нашедшей широкое применение в горнорудной промышленности. Функциональные модули системы управления электроприводом дробилки посредством шины CAN подключены к персональному компьютеру, который позволяет осуществлять удаленное управление дробилкой.

Ключевые слова: дробилка, микроконтроллер, USB-CAN интерфейсный преобразователь, электропривод, система управления.

T.E. Hakobyan

DEVELOPMENT OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM OF JAW CRUSHERS' ELECTRICAL DRIVE

Functional and principal schemes of remote control of jaw crusher which have found wide application in the mining industry are developed. The functional modules of the electric drive control system of the crusher via a CAN bus are connected to a personal computer that allows remote control of the crusher.

Keywords: crusher, microcontroller, USB-CAN interface converter, electrical drive, control system.

Հակոբյան Տիգրան Էդուարդի - մագիստրանտ, Էներգետիկայի և էլեկտրատեխնիկայի ինստիտուտ, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան

ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Сделана попытка проанализировать методы многокритериального принятия решений, которые позволяют структурировать проблемы принятия решений и выявить наилучший вариант. В методах многокритериального принятия решений главным этапом исследования является идентификация критериев и создание таблицы эффективности, с помощью которых определяется упорядоченность альтернатив и делаются окончательные выводы. Рассмотрены различные методы многокритериального принятия решений, такие как MAUT/ MAVT (Многокритериальная теория полезности/Многокритериальная теория значений), TOPSIS (Методика выбора предпочтения по сравнению с идеальным решением) и АНР (Метод анализа иерархий).

Ключевые слова: методы многокритериального принятия решений; функция полезности; лицо, принимающее решение (ЛПР); критерии оценки; ядерные энергетические системы (ЯЭС).

Введение. Методы многокритериального принятия решений (MCDA) становятся все более популярными в процессе принятия решений в условиях устойчивого развития энергетики из-за многомерности и сложности социально-экономических и биофизических систем. Критерии энергетических систем обобщены в технической, экономической, экологической и социальной сферах. Методы взвешивания критериев классифицируются по трём категориям: субъективное взвешивание, объективное взвешивание и комбинированные методы взвешивания. Несколько методов, основанных на взвешивании, установлении и превышении приоритетов, методологии нечетких множеств и их комбинации, используются для принятия решений в области энергетики. Можно сказать, что инвестиционная стоимость энергосистемы находится на первой строчке при оценке критериев, далее следуют выбросы CO₂, поскольку защите окружающей среды уделяется особое внимание [1].

Использование MCDA для сравнения ЯЭС. Многокритериальный анализ решений (MCDA) представляет собой группу подходов к методам оценки решений, используемых для структурирования проблем, которые помогают отдельным лицам или группам лиц принимать решения при рассмотрении нескольких целей. Этот инструмент сочетает объективные измерения и субъективность лиц, принимающих решения. MCDA помогает лицам, принимающим решения, понимать и структурировать проблему, оценивать возможные альтернативы и выбирать наиболее предпочтительный вариант [2].

Задачи, которые решаются методами MCDA, могут иметь заранее известное количество альтернатив, либо альтернативы могут быть заданы частично. Каждая альтернатива представлена соответствующими показателями эффективности, оцененными по нескольким критериям. Задача может быть изложена как процесс, поддерживающий поиск наилучшей альтернативы или набора приемлемых альтернатив из всех рассматриваемых вариантов.

Процесс принятия решений начинается с выявления проблемы лицом, ответственным за принятие решений, и группой экспертов по тематике и заинтересованных сторон, который можно представить в следующей последовательности (см. рис.).

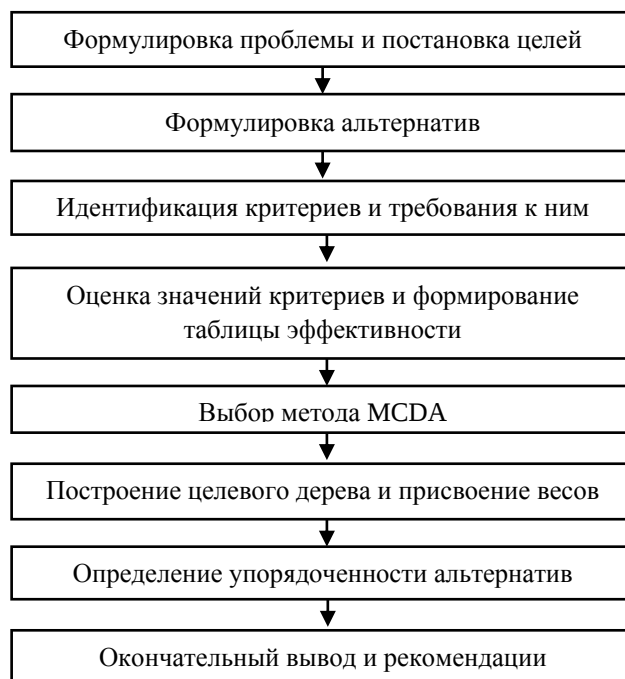


Рис. Схема последовательности операций методов MCDA

Обзор методов MCDA. Методы MCDA представляют собой средство анализа для иерархического дерева с predetermined набором альтернатив. Задачи, рассматриваемые в MCDA, в основном имеют следующий вид: дана группа из N альтернатив и M критериев для сравнения вариантов, каждый из вариантов оценивается экспертами или посредством объективных вычислений, что выводит правило из предпочтений экспертов, которое позволяет упорядочить альтернативы в соответствии с их производительностью, эффективностью и определить наилучшую альтернативу среди всех вариантов [3].

Было разработано большое количество методов MCDA для решения различных проблем. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки и может быть более или менее полезным в зависимости от ситуации.

Использование нескольких различных методов MCDA в рамках конкретного тематического исследования может оказать существенное влияние на процесс принятия решений, поскольку этот процесс поддерживает лицо, принимающее решение, для более глубокого понимания и анализа проблемы, достижения согласованности в суждениях и оценках и, наконец, для получения стабильных и надежных результатов упорядочения. Хотя, в общем, ряды вариантов могут отличаться для разных методов, как правило, они обеспечивают непротиворечивые результаты.

Многокритериальная теория полезности/Многокритериальная теория значений (MAUT/MAVT). MAVT представляет собой метод MCDA, в основе которого лежит функция одного атрибута, объединяющая затраты, риски, преимущества и другие критерии оценки, учитывая мнения экспертов и предпочтения участников, принимающих решения. В рамках MAVT одно атрибутное значение оценивается для каждого критерия, который преобразует различные значения критериев в единую универсальную, безразмерную шкалу, например, от 0 до 1, отражающую суждения экспертов по тематике и лиц, принимающих решения. Все критерии оцениваются по эффективности и важности. Значение каждого критерия нужно умножить на соответствующие значения весовых коэффициентов каждого критерия [4]. MAUT основана на теории полезности, расширяющей MAVT, используя вероятности и ожидания, чтобы включить неопределенности и риски в значения критериев сравнения. Такая неопределенность характеризуется в MAVT случайной величиной с заданной функцией вероятности. Общая функция полезности для каждой альтернативы также считается случайной величиной. Сортировка альтернатив в MAUT основана на сравнении ожидаемой полезности критериев: одна альтернатива более уместна, чем другая, если математическое ожидаемое значение общей функции полезности для этой альтернативы больше соответствующих ожидаемых значений других альтернатив [5].

Метод MAUT имеет следующие особенности:

1. Строится функция полезности, имеющая аксиоматическое (чисто математическое) обоснование.

2. Некоторые условия, определяющие форму этой функции, подвергаются проверке в диалоге с лицом, принимающим решение.

3. Обычно этот метод используется для решения задач с заданными альтернативами, а полученные результаты применяются для оценки заданных альтернатив.

Основные этапы подхода MAUT:

1. Разработать перечень критериев.

2. Построить функции полезности по каждому из критериев (в практических задачах в случае линейной функции полезности бывает достаточно таблицы значений функции для имеющихся значений критерия).

3. Задать веса критериев.

4. Построить зависимость между оценками альтернатив по критериям и общим качеством альтернативы (многокритериальная функция полезности).

5. Оценить все имеющиеся альтернативы и выбрать наилучшую.

В методе MAUT выдвигаются некоторые условия (аксиомы), которым должна удовлетворять функция полезности ЛПР. В MAUT эти условия можно разделить на две группы.

Первая группа — аксиомы общего характера:

1. Аксиома, утверждающая, что может быть установлено отношение между полезностями любых альтернатив: либо одна из них превосходит другую, либо они равны.

2. Аксиома транзитивности: из превосходства полезности альтернативы А над полезностью альтернативы В и превосходства полезности В над полезностью С следует превосходство полезности альтернативы А над полезностью альтернативы С.

3. Для соотношений между полезностями альтернатив А, В, С, имеющих вид $U(A) > U(B) > U(C)$, можно найти такие числа α , β меньше 1 и больше 0, что: $\alpha \cdot U(A) + (1-\alpha) \cdot U(C) = U(B)$, $U(A) \cdot (1-\beta) + \beta \cdot U(B) > U(B)$, где U - многокритериальная функция полезности альтернативы. Аксиома 3 основана на предположении, что функция полезности непрерывна и можно использовать любые малые части полезности альтернатив.

Вторая группа условий специфична для MAUT. Эти условия называются аксиомами (условиями) независимости, позволяющими утверждать, что некоторые взаимоотношения между оценками альтернатив по критериям не зависят от значений по другим критериям:

1. Независимость по разности.

Предпочтения между двумя альтернативами, отличающимися лишь оценками по порядковой шкале одного критерия C_1 , не зависят от одинаковых (фиксированных) оценок по другим критериям $C_2, \dots, C_N$.

2. Независимость по полезности.

Критерий C_1 называется независимым по полезности от критериев $C_2, \dots, C_N$, если порядок предпочтений альтернатив, в которых меняются лишь уровни критерия C_1 , не зависит от фиксированных значений по другим критериям.

3. Независимость по предпочтению.

Независимость по предпочтению является одним из наиболее важных и часто используемых условий. Два критерия C_1 и C_2 независимы по предпочтению от других критериев $C_3, \dots, C_N$, если предпочтения между альтернативами, различающимися лишь оценками по C_1 , C_2 , не зависят от фиксированных значений по другим критериям.

В тех примерах, где три и более критерия зависят от остальных, также проявляется нарушение условия независимости по предпочтению. В связи с этим особое внимание уделяется проверке условия независимости по предпочтению. Если аксиомы первой группы и некоторые из условий независимости выполнены, то из этого следует строгий вывод о существовании многокритериальной функции полезности в определённом виде. По теореме Р. Кини, если условия независимости по полезности и независимости по предпочтению выполнены, то функция полезности является аддитивной:

$$U(x) = \sum_{i=1}^n w_i U_i(x) \text{ при } \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

либо мультипликативной:

$$1 + kU(x) = \prod_{i=1}^n [1 + kw_i U_i(x)] \text{ при } \sum_{i=1}^n w_i \neq 1,$$

где U, U_i — функции полезности, изменяющиеся от 0 до 1; w_i — коэффициенты важности (веса) критериев, причем $0 < w_i < 1$; коэффициент $k > -1$.

Таким образом, многокритериальную функцию полезности можно определить, если известны значения коэффициентов w_i, k , а также однокритериальные функции полезности $U(x)$ [3, 5].

Многокритериальная теория полезности позволяет получить значения в интервальной шкале. Подчеркнем положительные стороны подхода MAUT. Прежде всего, это стройная математическая теория, позволяющая обосновать конкретный вид общей функции полезности в зависимости от предпочтений ЛПР. Несмотря на то, что построение общей функции полезности требует достаточно много времени и усилий ЛПР, полученный результат позволяет оценить любые альтернативы [3].

Методика выбора предпочтения по сравнению с идеальным решением (TOPSIS). TOPSIS является методом многокритериального анализа решений, который первоначально был разработан Hwang и Yoon в 1981 году, с последующим развитием с Yoon в 1987 году и Hwang, Lai и Liu в 1993г. Основная идея метода заключается в том, что наиболее предпочтительная альтернатива должна иметь наибольшую близость к идеальному решению и должна быть дальше всех остальных альтернатив от неприемлемого решения [6].

Метод TOPSIS состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Создать оценочную матрицу, состоящую из m альтернатив и n критериев, с пересечением каждой альтернативы и критериев, заданных как x_{ij} , поэтому мы имеем матрицу $(x_{ij})_{m \times n}$.

Шаг 2. Нормализовать матрицу принятия решений. В классическом подходе TOPSIS нормализованная матрица может быть получена с использованием следующей формулы:

$$n_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij})^2}, j=1, \dots, n, i=1, \dots, m.$$

Следовательно, после такой нормализации каждый из атрибутов будет иметь одинаковую шкалу.

Шаг 3. Вычислить нормализованную матрицу принятия решений, учитывая весовые коэффициенты.

Хорошо известно, что веса критериев в задачах принятия решений не всегда имеют одинаковое значение. Значения такой матрицы вычисляются следующим образом:

$$v_{ij} = w_j \times n_{ij}, j = 1, \dots, n, i = 1, \dots, m,$$

где вектор w_j показывает весовые коэффициенты каждого атрибута.

Весовые коэффициенты могут быть получены различными способами.

Шаг 4. Определить идеальные и неприемлемые решения. Множество идеальных решений A^+ и множество неприемлемых решений A^- определяются следующим образом:

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij}, j \in J \right) \left(\min_i v_{uj}, j \in J' \right) \right\} = t_{bj}, i = 1, 2, \dots, m,$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\min_i v_{uj}, j \in J \right) \left(\max_i v_{ij}, j \in J' \right) \right\} = t_{wj}, i = 1, 2, \dots, m.$$

Шаг 5. Вычислить расстояние между выбранной альтернативой и идеальным решением:

$$d_{iw} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (t_{ij} - t_{wj})^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Вычислить расстояние между выбранной альтернативой и неприемлемым решением:

$$d_{ib} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (t_{ij} - t_{bj})^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Шаг 6. Рассчитать относительную близость к идеальному решению:

$$s_{iw} = \frac{d_{ib}}{d_{iw} + d_{ib}}, 0 \leq s_{iw} \leq 1, i = 1, 2, \dots, m.$$

Шаг 7. Оценить альтернативы согласно

$$s_{iw} (i = 1, 2, \dots, m).$$

Метод анализа иерархий (АНР) – это подход к анализу проблемы принятия решений, который начинается с построения иерархической структуры, включающей цель, критерии, альтернативы и другие рассматриваемые факторы, влияющие на выбор. Эта структура отражает понимание проблемы лицом, принимающим решение. Каждый элемент иерархии может представлять различные аспекты решаемой задачи, причем во внимание могут быть приняты как материальные, так и нематериальные факторы, измеряемые количественные параметры и качественные характеристики, объективные данные и субъективные экспертные оценки. Следующим этапом анализа является определение приоритетов, представляющих относительную важность или предпочтительность элементов построенной иерархической структуры, с помощью процедуры парных сравнений. Безразмерные приоритеты позволяют обоснованно сравнивать разнородные факторы, что является отличительной особенностью АНР. На заключительном этапе анализа выполняется сравнение приоритетов на иерархии, в результате чего вычисляются приоритеты альтернативных решений относительно главной цели. Лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета.

Достоинством метода АНР является то, что этот метод может применяться в случаях, когда эксперты (или ЛПР) не могут дать абсолютные оценки альтернатив по критериям, а пользуются более слабыми сравнительными измерениями. Метод позволяет получить приоритеты в шкале отношений.

Недостатком данного метода считается введение новой, не доминирующей альтернативы, которая может в общем случае привести к изменению предпочтений между ранее заданными альтернативами. При добавлении новой альтернативы необходимо сравнить её со всеми существующими альтернативами по всем критериям, а при добавлении нового критерия – сравнить его по значимости с имеющимися критериями, и произвести попарное сравнение всех альтернатив по новому критерию. Таким образом, изменение модели требует большой работы ЛПР [3, 7].

Сравнение методов MCDA. Сравнение результатов, полученных с использованием различных методов MCDA, является еще одним возможным вариантом для проверки общей стабильности и надежности результатов ранжирования, значительно увеличивающих уровень достоверности. Методы MCDA можно разделить на следующие группы: на основе полезности, на основе превосходства (такие методы в данной статье не рассмотрены), на основе ссылок и др. Методы полезности (например, MAUT/MAVT, АНР и т.д.) основаны на оценке одного общего балла для каждой альтернативы. Методы на основе ссылок (например, TOPSIS и т.д.) определяют сходство рассматриваемых альтернатив с идеальными и антиидеальными альтернативами.

Различия в порядке упорядочения альтернатив могут возникать из-за различных представлений таблицы эффективности, показывающих качественную и количественную эффективность альтернатив по критериям. К сожалению, нет конкретных правил для преобразования различных вариантов таблицы эффективности в универсальную форму, подходящую для использования в различных методах.

Заключение. Методы MCDA, применяемые в многокритериальной сравнительной оценке эффективности ЯЭС, должны включать в себя анализ неопределенности в отношении весов, критериев и других параметров модели. Обработка неопределенностей оценивает влияние неопределенностей параметров модели на общие значения. Баланс должен быть достигнут между устранением источников неопределенностей и переоценкой, что может привести к тому, что альтернативы станут неотличимыми.

Для большинства проблем простые подходы в анализе достаточны для изучения влияния неопределенностей из-за преимуществ их простых реализаций, интуитивной привлекательности и возможностей, которые могут быть реализованы в рамках различных методов MCDA. С помощью этих подходов веса или критерии варьируются как одно значение. В методе MAUT/MAVT анализ чувствительности исследует влияние изменений в показателях, весах и функции ценности на результаты ранжирования. Также стоит отметить, что метод MAUT позволяет определить полезность каждой из альтернатив, и введение новой альтернативы и новых критериев не влияет на процесс оценки, а построение общей функции полезности позволяет оценить любые альтернативы.

Литература

1. **Jiang-Jiang Wang, You-Yin Jing, Chun-Fa Zhang, Jun-Hong Zhao** // Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - Elsevier. China, 2009. - P. 2263-2278.
2. **Belton V., Stewart T.** Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. - Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, 2002. - 372p.
3. **Ларичев О.И.** Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в волшебных странах. - М.: Логос, 2000. - 296с.
4. **Andrianov A.** Key indicators for innovative nuclear energy systems as a guidance and tool to access sustainability of innovations. Comparative assessment of hypothetical innovative nuclear energy systems based on the kind methodology. - Obninsk, 2014. - 46p.
5. **Keeney R., Raiffa H.** Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. - J.Wiley & Sons, New York, 1976. - 569 p.
6. **Hwang C.L., Yoon K.** Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. - Springer, Berlin, Germany, 1981. - 259 p.
7. **Saaty T.L.** The Analytic Hierarchy Process. - McGraw-Hill, New York, NY, USA, 1980. - 287 p.

20.03.2018.

Հ.Ս. Ավագյան

ՈՐՈՇՈՒՄՆԵՐԻ ԸՆԴՈՒՆՄԱՆ ԲԱԶՄԱԶԱՓԱՆԻՇ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԱԿՆԱՐԿԱՅԻՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Փորձ է արվել կատարել որոշումների ընդունման բազմաչափանիշ մեթոդների վերլուծություն, որոնք թույլ են տալիս կառուցել որոշումների կայացման խնդիրները և բացահայտել դրանցից լավագույն տարբերակը: Որոշումների ընդունման բազմաչափանիշ մեթոդների հետազոտության հիմնական փուլը չափանիշների բացահայտումն է և արդյունավետության աղյուսակի ստեղծումը, որի միջոցով որոշվում է այլընտրանքների շարքը և տրվում են վերջնական եզրակացությունները: Դիտարկված են որոշումների ընդունման բազմաչափանիշ տարբեր մեթոդներ, որոնք են՝ MAUT/MAVT (Օգտակարության բազմաչափանիշ տեսություն/Արժեքների բազմաչափանիշ տեսություն), TOPSIS (Բդեալական լուծման համեմատությամբ լավագույն տարբերակի ընտրության մեթոդ) և AHP (Հիերարխիաների վերլուծության մեթոդ):

Առանցքային բառեր. որոշումների ընդունման բազմաչափանիշ մեթոդներ, օգտակարության ֆունկցիա, որոշում կայացնող անձ, գնահատման չափանիշներ, միջուկային էներգետիկական համակարգեր (ՄԷՀ):

H.S. Avagyan

REVIEW ANALYSIS OF METHODS OF MULTICRITERION DECISION-MAKING

An attempt to analyze the methods of multicriterion decision-making that allows to structure problems of decision-making and to identify the best option is made. In the methods of multicriterion decision-making, the main stage of the research is the identification of criteria and the creation of an efficiency table, through which the ordering of alternatives is determined and final conclusions are given. Different methods of multicriterion decision-making are considered, such as MAUT/MAVT (Multi-attribute utility theory/Multi-attribute value theory), TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) and AHP (Analytic hierarchy process).

Keywords: methods of multicriterion on decision-making, utility function, decision-maker (DM), evaluation criterion, nuclear energy systems (NES).

Авагян Овсеп Сосикович – аспирант (НПУА)

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ БЕСКОНТАКТНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

На основе способа бесконтактного фазового регулирования напряжения разработан тиристорный регулятор напряжения силового трансформатора. В пределах каждого полупериода напряжения на нагрузку подается полное напряжение обмотки трансформатора или пониженное напряжение отпайки посредством переключения их тиристорных коммутаторов. Фаза переключения коммутаторов автоматически регулируется в пределах каждого полупериода напряжения сети таким образом, что действующее значение напряжения на выходе трансформатора всегда поддерживается равным номинальному. Целесообразной схемой сопряжения регулятора с силовым трансформатором является исполнение регулятора в виде самостоятельного блока с внутренним автотрансформатором, которое не требует доработки силового трансформатора. Обеспечиваются существенно высокая точность стабилизации выходного напряжения и быстродействие в пределах полупериода напряжения сети.

Ключевые слова: действующее напряжение, фазовое регулирование, регулятор напряжения, тиристорный коммутатор.

Введение. В настоящее время по мере развития технологии производственных процессов и бытового потребления электроэнергии предъявляются более повышенные требования к качеству питающей электроэнергии. Это вызвано как более совершенными техническими характеристиками потребителей, так и требованиями большей экономической эффективности – снижения потерь энергии и повышения надежности оборудования и систем электроснабжения.

Одними из наиболее важных показателей качества электроэнергии являются величины стационарных и переходных отклонений напряжения на шинах потребителей.

Государственным стандартом на качество электроэнергии [1] в распределительных сетях 0,4 кВ установлены допустимые отклонения медленных изменений напряжения в “точке передачи электрической энергии” на уровне $\pm 10\%$ от номинального или некоторого “согласованного” значения напряжения. Длительности провалов и прерываний напряжения установлены Стандартом от 1 до 111 с – в зависимости от величин провалов и прерываний. Такой широкий допуск отклонений напряжения объективно диктуется принятой схемой электроснабжения, использованием автоматически нерегулируемых трансформаторов, разноудаленностью отдельных потребителей от трансформаторной подстанции, резкопеременными графиками нагрузки и пр. В реальности напряжение на шинах потребителей часто отклоняется в еще большей степени, чем это установлено Стандартом. Такие изменения напряжения, даже в допустимых Стандартом пределах, приводят к большим потерям электроэнергии и снижению технических характеристик потребителей [2, 3] и объективно не могут быть признаны удовлетворительными.

Недопустимость подобных отклонений напряжения косвенно подтверждается тем, что для автономных источников электроэнергии – дизель-электроагрегатов – допустимые отклонения напряжения установлены на уровне $\pm 2\%$ от номинального напряжения, а длительность переходных отклонений напряжения – порядка 1...2 с.

Методы исследования. Разработаны способ бесконтактного фазового регулирования напряжения трансформаторов по специальному алгоритму при одной отпайке обмотки трансформатора с использованием силовых коммутационных тиристоров [4], а также тиристорный регулятор напряжения трансформатора, где реализован упомянутый способ.

Работа трансформатора с разработанным регулятором описывается ниже на примере однофазного трансформатора с отпайкой на стороне низкого напряжения. Данный способ регулирования применим также для трехфазных трансформаторов, либо при выполнении отпайки на стороне высокого напряжения (на входе со стороны питающей сети).

Схема трансформатора с тиристорным регулятором напряжения приведена на рис. 1.

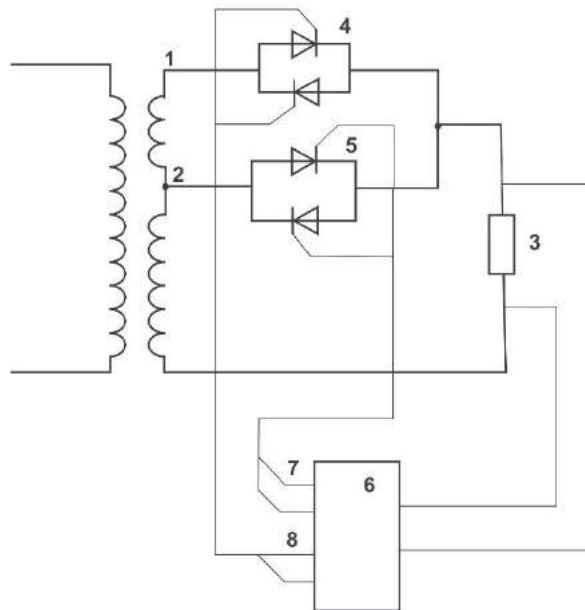


Рис. 1. Схема трансформатора с регулятором напряжения:

1 – конец вторичной обмотки трансформатора, 2 – отпайка вторичной обмотки трансформатора, 3 – нагрузка, 4, 5 – тиристорные коммутаторы конца и отпайки вторичной обмотки трансформатора, 6 – система управления, 7, 8 – каналы управления тиристорными коммутаторами отпайки и конца обмотки

Коэффициенты трансформации трансформатора при использовании существующих отпаяк (или при выполненных специально) подбираются следующим образом:

$$\begin{aligned} K_1 &= W/W_1 = U_{\min}/U_1 = (1 - \Delta U)/U, \\ K_2 &= W/W_2 = U_{\max}/U_2 = (1 + \Delta U)/U, \end{aligned} \quad (1)$$

где W – количество витков первичной обмотки; W_1 , W_2 – количество витков, соответственно, полной и отпайки вторичной обмотки; $U_{\max}$, U_2 – максимально допустимое напряжение на первичной обмотке и, соответственно, напряжение на отпайке вторичной обмотки; $U_{\min}$, U_1 – минимально допустимое напряжение на первичной обмотке и, соответственно, напряжение на полной вторичной обмотке; ΔU – допустимое одностороннее отклонение напряжения от номинального напряжения на входе трансформатора в долях единицы от номинального; U – номинальное напряжение на выходе трансформатора (на нагрузке).

В разработанном устройстве на нагрузку подается напряжение, регулируемое по фазе в пределах каждого полупериода посредством переключения тиристорных коммутаторов по сигналу системы управления. Величина и вид напряжения на нагрузке (рис.2) зависят от фазы переключения α тиристорных коммутаторов в зависимости от величины напряжения на входе трансформатора.

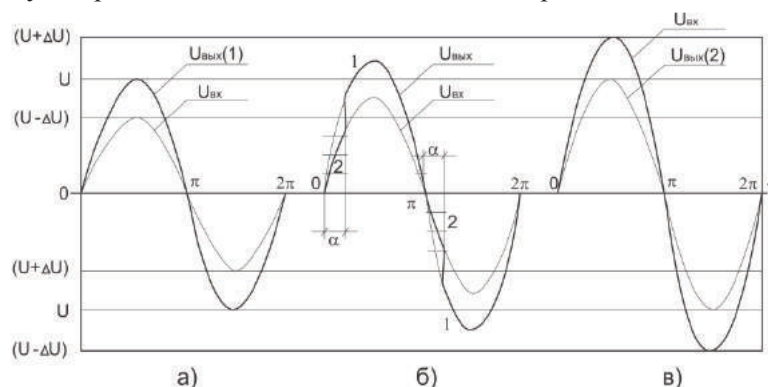


Рис.2. Величина и вид напряжения на нагрузке в зависимости от величины напряжения на входе трансформатора: а – состояние 1, б - состояние 2, в - состояние 3

Стабилизация напряжения выполняется следующим образом. Рассмотрим следующие состояния напряжения на входе трансформатора.

Состояние 1 (рис.2а). Напряжение на входе трансформатора находится в предельно допустимом нижнем уровне $U_{\text{вх}} = (U - \Delta U)$; оно предельно меньше номинального напряжения U . Входное напряжение здесь и далее на рис. 2 приведено к выходному напряжению. Система управления непрерывно контролирует (измеряет) величину выходного напряжения. По сигналу системы управления автоматически включается тиристорный коммутатор 4 конца вторичной обмотки и отключается тиристорный коммутатор 5 отпайки вторичной обмотки, и на выход (на нагрузку) подается напряжение всей обмотки $U_{\text{вых}(1)}$. В соответствии с назначенными коэффициентами трансформации (1) выходное напряжение равно номинальному $U_{\text{вых}(1)} = U$. Форма выходного напряжения синусоидальна – она повторяет форму напряжения сети. Это состояние коммутаторов, вид и величина напряжения на выходе остаются неизменными до тех пор, пока напряжение на входе находится на минимальном уровне $U_{\text{вх}} = (U - \Delta U)$. Если напряжение на входе увеличивается, то система переходит в состояние 2.

Состояние 2 (рис.2б). Напряжение на входе трансформатора находится в интервале предельно допустимых отклонений: $(U - \Delta U) < U_{\text{вх}} < (U + \Delta U)$. В начале каждого следующего полупериода напряжения включается тиристорный коммутатор 5 отпайки вторичной обмотки, отключается тиристорный коммутатор 4 конца вторичной обмотки, и мгновенные напряжения на выходе (на нагрузку) следуют по синусоиде 2 напряжения отпайки. В зависимости от величины напряжения на входе, которое проходит на выход и непрерывно измеряется системой управления, формируется сигнал переключения, который имеет фазу α . (Фаза сигнала переключения называется углом управления). В момент времени α по сигналу переключения отключается тиристорный коммутатор 5 отпайки вторичной обмотки, включается тиристорный коммутатор 4 конца вторичной обмотки, и мгновенные напряжения на выходе (на нагрузку) следуют далее по синусоиде 1 до конца полупериода. Угол управления α формируется системой управления таким образом, что действующее значение разрывной функции напряжения, приведенной на рис.2б, равно номинальному напряжению U . При изменении напряжения на входе трансформатора $U_{\text{вх}}$ автоматически изменяются угол управления и фаза переключения тиристорных коммутаторов таким образом, что действующее значение выходного напряжения всегда равно номинальному.

Форма кривой выходного напряжения несколько отклоняется от синусоидальной формы, но, как показали испытания, коэффициент искажения синусоидальности кривой выходного напряжения во всем интервале допустимых отклонений входного напряжения практически соответствует требованиям Стандарта [4].

Состояние 3 (рис.2в). Напряжение на входе трансформатора находится в предельно допустимом верхнем уровне $U_{\text{вх}} = (U + \Delta U)$; оно предельно больше номинального напряжения U . По сигналу системы управления автоматически включается тиристорный коммутатор 5 отпайки вторичной обмотки и отключается тиристорный коммутатор 4 конца вторичной обмотки, и на выход (на нагрузку) подается напряжение отпайки обмотки $U_{\text{вых}(2)}$. В соответствии с назначенными коэффициентами трансформации (1) выходное напряжение равно номинальному $U_{\text{вых}(2)} = U$. Форма выходного напряжения синусоидальна – она повторяет форму напряжения сети. Это состояние коммутаторов, вид и величина напряжения на выходе остаются неизменными до тех пор, пока напряжение на входе находится на минимальном уровне $U_{\text{вх}} = (U - \Delta U)$. Если напряжение на входе уменьшается, то система переходит в состояние 2.

При соединении этого регулятора с существующими или вновь разработанными трансформаторами обеспечивается автоматическая стабилизация напряжения на вторичной стороне трансформатора с высокой точностью и высоким быстродействием при изменениях напряжения на первичной стороне и изменениях нагрузки трансформатора; исключается необходимость сезонных переключений отпайек трансформатора; исключаются недостатки, присущие существующим способам и устройствам регулирования напряжения трансформаторов посредством механического переключения отпайек.

Результаты исследования. Сопряжение регулятора напряжения с силовым трансформатором может быть выполнено по одному из следующих схемно-конструктивных вариантов, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки.

Вариант 1. Регулятор напряжения в составе: тиристорные коммутаторы 4, 5 и система управления 6 (рис.1) размещаются внутри бака силового трансформатора.

Внешний вид трансформатора, его установочные и присоединительные размеры, внешняя схема соединения, электрические параметры и условия эксплуатации не изменяются.

Достоинства: неизменность внешней конструкции, условий размещения и эксплуатации трансформатора, а также повышение надежности регулятора вследствие размещения его внутри бака трансформатора в масле.

Недостатки: необходимость доработки трансформатора в заводских условиях, трудность реализации на установленных и эксплуатируемых трансформаторах.

Вариант 2. Регулятор напряжения выполняется в виде отдельного блока, который включается между трансформатором и нагрузкой.

Необходима конструктивная доработка трансформатора с целью извлечения из трансформатора конца отпайки 2 вторичной обмотки (рис.1) посредством дополнительного вывода для подключения к регулятору.

Достоинства: регулятор напряжения изготавливается в виде самостоятельного изделия, не связанного с трансформатором.

Недостатки: необходимость доработки трансформатора в заводских условиях.

Вариант 3. Регулятор напряжения выполняется в виде отдельного блока, который включается между трансформатором и нагрузкой, без необходимости конструктивной доработки трансформатора с целью извлечения из трансформатора конца отпайки вторичной обмотки (рис.3).

Достоинства: трансформатор не подвергается конструктивной доработке, регулятор напряжения изготавливается в виде самостоятельного изделия, не связанного с трансформатором.

Недостатки: в составе самостоятельного регулятора напряжения используется дополнительный автотрансформатор.

В вариантах N1 и N2 необходимость доработки трансформатора в заводских условиях является заметным недостатком для изготовленных и эксплуатируемых трансформаторов, т.к. требует возвращения трансформаторов на завод-изготовитель с целью выполнения доработки. При этом могут возникнуть вопросы организационного и коммерческого характера.

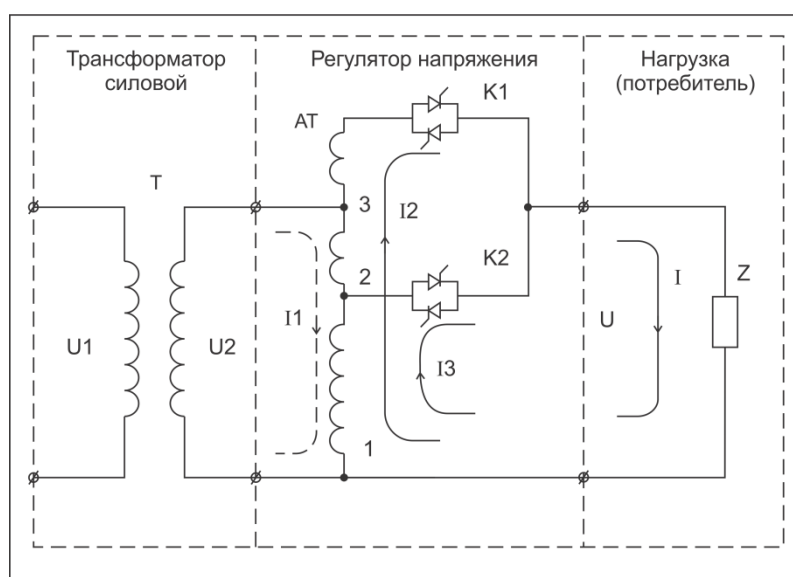


Рис.3. Схема регулятора напряжения и его соединения по варианту N 3

Вариант N3 не требует доработки трансформатора, поэтому он свободен от указанного выше недостатка. Это важное достоинство, которое позволит широко внедрить изложенный способ регулирования, придаст трансформаторам новое качество, повысит качество электропитания в системах электроснабжения и в конечном итоге - технико-экономическую эффективность.

Учитывая изложенное, вариант N3 является более предпочтительным. Схема регулятора напряжения и его соединения по варианту N3 приведены на рис.3.

Силовой трансформатор T и схема его обмоток остаются без изменения. В регуляторе напряжения используется дополнительный автотрансформатор AT , имеющий основную обмотку 1-2-3, на которую подается напряжение U_2 вторичной обмотки трансформатора. От основной обмотки автотрансформатора выведена отпайка 2, и на магнитопроводе автотрансформатора размещена дополнительная обмотка 3-4; K_1 и K_2 – тиристорные коммутаторы, соответственно, конца и отпайки обмотки автотрансформатора; Z – сопротивление нагрузки.

При предельно минимальном напряжении U_1 на входе силового трансформатора и, соответственно, U_2 на основной обмотке автотрансформатора 1-2-3 в течение полупериода напряжения сети включен тиристорный коммутатор K_1 , и на нагрузку подается повышенное напряжение полной обмотки 1-2-3-4 так, что на нагрузке имеет место номинальное напряжение U .

При предельно максимальном напряжении U_1 на входе силового трансформатора и, соответственно, U_2 на основной обмотке автотрансформатора 1-2-3 в течение полупериода напряжения сети включен тиристорный коммутатор K_2 , и на нагрузку подается пониженное напряжение части обмотки 1-2 так, что на нагрузке имеет место номинальное напряжение U .

Количество витков дополнительной обмотки W_{34} и отпайка части обмотки W_{23} выполнены таким образом, что при указанных предельных отклонениях напряжения на входе эти отклонения напряжения компенсируются, и на нагрузке имеет место номинальное напряжение U - так при предельно пониженном напряжении U_2 к нему суммируется напряжение U_{34} дополнительной обмотки W_{34} ; при предельно повышенном напряжении U_2 от него вычитается напряжение U_{23} части обмотки W_{23} . Следовательно, напряжения U_{34} и U_{23} при предельных отклонениях напряжения U_2 равны величине этого отклонения Δ :

$$\begin{aligned} U_{2min} + U_{34} &= U; U(1 - \Delta) + U_{34} = U, \\ U_{2max} - U_{23} &= U; U(1 + \Delta) - U_{23} = U, \end{aligned}$$

откуда

$$U_2 = U_{2min} = U(1 - \Delta)U_{34} = \Delta$$

при

$$U_2 = U_{2max} = U(1 + \Delta)U_{23} = \Delta. \quad (2)$$

В соответствии с изложенным коэффициенты трансформации должны быть

$$\begin{aligned} W_{13}/W_{34} &= U_{13}/U_{34} = (1 - \Delta)/\Delta, \\ W_{13}/W_{23} &= U_{13}/U_{23} = (1 + \Delta)/\Delta. \end{aligned} \quad (3)$$

Процесс регулирования напряжения и алгоритм переключения тиристорных коммутаторов такой же, как для совмещенного регулятора (рис.1).

Определим габаритную мощность автотрансформатора в качестве силового элемента регулятора напряжения (рис.3).

Установленная электрическая мощность автотрансформатора определяется в относительных единицах по максимальным напряжениям и токам его обмоток. Номинальные величины напряжения, тока и полной мощности в относительных единицах принимаются равными единице: $U = 1$; $I = 1$; $S = 1$, в предельных режимах $I_{2max} = I = 1$, $I_{3max} = I = 1$ (рис.3).

Максимальный ток в основной обмотке автотрансформатора 1-2-3 имеет место при предельно минимальном напряжении U_{2min} :

$$I_{1max} = S/U_{2min}. \quad (4)$$

Максимальная установленная электрическая мощность основной обмотки автотрансформатора:

$$\begin{aligned} S_{13} &= U_{2max}(I_{1max} - I_{2max}) = (1 + \Delta)[1/(1 - \Delta) - 1] = \\ &= (1 + \Delta)[(1 - 1 + \Delta)/(1 - \Delta)] = \Delta(1 + \Delta)/(1 - \Delta). \end{aligned} \quad (5)$$

Максимальная установленная электрическая мощность дополнительной обмотки автотрансформатора:

$$S_{34} = U_{34} \cdot I = \Delta \cdot 1 = \Delta. \quad (6)$$

Максимальная установленная электрическая мощность автотрансформатора:

$$S_{am} = S_{13} + S_{34} = \Delta(1 + \Delta)/(1 - \Delta) + \Delta = \Delta(1 + \Delta) + \Delta(1 - \Delta)/1 - \Delta. \quad (7)$$

Габаритная мощность автотрансформатора определяется в долях от габаритной мощности силового трансформатора. При этом следует учесть, что силовой трансформатор должен быть рассчитан на максимальное напряжение $U_{2max} = U(1 + \Delta)$ и максимальный ток $I_{max} = I(1 + \Delta)$. Соответственно, максимальная электрическая мощность силового трансформатора:

$$S_m = U_{2max}I_{max} = U(1 + \Delta)I(1 + \Delta) = S(1 + \Delta)^2 = (1 + \Delta)^2. \quad (8)$$

При определении габаритных мощностей силового трансформатора и автотрансформатора следует учесть, что в силовом трансформаторе электрическая мощность размещается в трех конструктивных единицах: магнитопроводе, первичной обмотке и вторичной обмотке, а в

автотрансформаторе – в двух конструктивных единицах: магнитопроводе и одной совмещенной обмотке.

Габаритная мощность автотрансформатора регулятора напряжения S_{am}^* относительно габаритной мощности силового трансформатора S_m^* :

$$S_{am}^* = K S_m^*.$$

Коэффициент габаритной мощности автотрансформатора регулятора напряжения относительно габаритной мощности силового трансформатора K определяется, учитывая изложенное, следующим образом:

$$K = S_{am}^*/S_m^* = 2S_{am}/3S_m = 4\Delta/[3(1-\Delta)(1+\Delta)^2] = 4 \cdot 0,1/[3 \cdot 0,9 \cdot 1,1^2] = 0,122, \quad (9)$$

где S_{am} , S_m – максимальные электрические мощности, соответственно, автотрансформатора и силового трансформатора; 2, 3 – количество конструктивных единиц, соответственно, автотрансформатора и силового трансформатора.

Габаритная мощность автотрансформатора регулятора напряжения относительно габаритной мощности силового трансформатора составляет таким образом 12,2%.

Проведены испытания опытно-экспериментального образца регулятора напряжения.

а) $U_{вх} = 198 \text{ В}$ ($U_{ном} - 10\%$), $\alpha = 28,8^\circ$, $U_{вых} = 218,5 \text{ В}$;

б) $U_{вх} = 220 \text{ В}$ ($U_{ном}$), $\alpha = 86,4^\circ$, $U_{вых} = 220 \text{ В}$;

в) $U_{вх} = 242 \text{ В}$ ($U_{ном} + 10\%$), $\alpha = 144^\circ$, $U_{вых} = 219,5 \text{ В}$.

Как показали результаты испытаний, точность стабилизации напряжения на выходе регулятора при отклонениях напряжения на входе трансформатора в пределах $\pm 10\%$ от номинального и изменениях нагрузки от холостого хода до номинальной составила примерно $\pm 0,5\%$ от номинального, коэффициент искажения синусоидальности выходного напряжения практически соответствует требованиям Стандарта.

Выводы

1. Одними из наиболее важных показателей качества электроэнергии являются величины стационарных и переходных отклонений напряжения на шинах потребителей. Реально существующие в сетях отклонения напряжения, даже в пределах требований Стандарта, приводят к большим потерям электроэнергии и снижению технических характеристик потребителей. Стабилизация напряжения посредством внешних устройств является актуальной задачей.

2. На основе способа бесконтактного фазового регулирования напряжения трансформаторов разработан тиристорный регулятор напряжения силового трансформатора, который обеспечивает существенно высокую точность стабилизации выходного напряжения и быстродействие в пределах полупериода напряжения сети.

3. Наиболее целесообразной схемой сопряжения регулятора с силовым трансформатором является исполнение регулятора в виде самостоятельного блока с внутренним автотрансформатором, которое не требует схемно-конструктивной доработки силового трансформатора. Габаритная мощность автотрансформатора составляет примерно 12% от мощности силового трансформатора.

Литература

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. [www.GOST.523144-2013\(2\)](http://www.GOST.523144-2013(2)).
2. Манукян А.П. Влияние отклонения напряжения на шинах 0,4 кВ распределительных сетей на работу потребителей // Вестник ИАА. – 2017. – Т. 14, N 2. – С. 234-237.
3. Сергеев П.С., Виноградов Н.В., Горяинов Ф.А. Проектирование электрических машин. – М.: Энергия, 1969. – 632 с.
4. Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. Ч.2. Машины переменного тока. – М.: Госэнергоиздат, 1958. – 651 с.
5. www.einsteins.ru/gidravlika. Зависимость подачи, напора и мощности от числа оборотов насоса.
6. Պալիքյան Շ.Դ. Տրանսֆորմատորի լարման կարգավորման եղանակ: N3161A ՀՀ գյուտիարտոնագիր: Գյուտի արձեցնությունը 11.07.2016: Գրանցված է պետական գրամատյանում 01.02.2018:

23.02.2018.

ՈՒԺԱՅԻՆ ՏՐԱՆՍՖՈՐՄԱՏՈՐՆԵՐԻ ԼԱՐՄԱՆ ԱՐԱԳԱԳՈՐԾ
ԱՆԿՈՆՏԱԿՏ ԿԱՐԳԱՎՈՐԻՉՆԵՐ

Լարման «առանց հպման փուլային կարգավորման» մեթոդի հիման վրա մշակված է ուժային տրանսֆորմատորի թիրիստորային լարման կարգավորիչ: Լարման յուրաքանչյուր կիսապարբերության ընթացքում բեռը մատակարարվում է տրանսֆորմատորային ոլորունի ամբողջ լարմամբ կամ տուփի ցածրացված լարման միջոցով՝ փոխանջատելով իրենց տիրիստորային անջատիչները: Անջատիչների փոխանջատման փուլը ավտոմատ կերպով կարգավորվում է ցանցի լարման յուրաքանչյուր կիսապարբերության սահմաններում այնպես, որ տրանսֆորմատորի ելքում լարման գործող արժեքը միշտ պահվում է հավասար անվանական արժեքին: Կարգավորիչը ուժային տրանսֆորմատորի հետ միաձուլելու համար նպատակահարմար սխեմա է կարգավորիչի ներքին ավտոտրանսֆորմատորով անկախ միավորի ձևով կատարումը, որը չի պահանջում ուժային տրանսֆորմատորի վերջնականացում: Ապահովվում է ելքի լարման կայունացման զգալիորեն բարձր ճշգրտությունը և արագագործությունը ցանցի լարման կիսապարբերության սահմաններում:

Առանցքային բառեր. գործող լարում, փուլային կարգավորում, լարման կարգավորիչ, տիրիստորային անջատիչ:

A.P. Manukyan

QUICK-ACTING CONTACTLESS VOLTAGE STABILIZERS OF POWER
TRANSFORMERS

Thyristor voltage regulator of power transformer has been developed based on the "no-touch phase regulation" method of the voltage. During each half-period of the voltage, the load is supplied by a total voltage of the transformer winding or the lowered voltage of the tap by switching their thyristor switches. The switching phase of the switches is automatically regulated within each half-period of the mains voltage so that the effective value of the voltage at the output of the transformer is always maintained equal to the nominal value. A suitable scheme for coupling the regulator with a power transformer is the execution of the regulator in the form of an independent unit with an internal autotransformer, which does not require the completion of a power transformer. A significantly high accuracy of the output voltage stabilization and speed within the half-period of the mains voltage are provided.

Keywords: operating voltage, phase control, voltage regulator, thyristor switch.

Манукян Арам Паркевович – аспирант кафедры Электроэнергетики, НПУА

А.О. Абоян, С.Г. Агбальян

**ВОЗНИКНОВЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ МУАРОВЫХ
КАРТИН ПРИ АСИММЕТРИЧНЫХ ОТРАЖЕНИЯХ В
ДВУХКРИСТАЛЬНЫХ ИНТЕРФЕРОМЕТРАХ**

Исследовано возникновение рентгеновских муаровых картин в двухкристалльных интерферометрах при асимметричных отражениях. Показано, что при Лауэ-отражениях, когда асимметричность большая (угол между плоскостью отражения и поверхностью входа кристалла намного отличается от $\pi/2$), даже при идеальной геометрии интерферометра возникают муаровые картины. Поворот атомных плоскостей вокруг любой из осей OX , OY , OZ также приводит к возникновению муаровых картин. При асимметричных отражениях, когда угол отражения отличается от точного угла Вульфа-Брегга, даже при идеальной геометрии двухкристалльного интерферометра наблюдаемое муаровое распределение интенсивности получается и в том случае, когда второй кристалл интерферометра представляет собой плоско-параллельную пластинку.

Ключевые слова: двухкристалльные интерферометры, межплоскостное расстояние, асимметричное отражение, дисперсионные поверхности, волновые векторы, маятниковые распределения, Лауэ-отражения, угол Вульфа-Брегга, единичный декремент показателя преломления.

Введение. Применение рентгеновского дифракционного муара является единственным прецизионным методом, позволяющим проводить прямые экспериментальные исследования структуры полей смещений, деформаций и напряжений дислокационных ансамблей, определение плотности дислокаций, величины и направления их векторов Бюргерса, плотности радиационных дефектов в монокристаллах. Рентгеновские двухкристалльные и многокристалльные интерференционные системы дают возможность определить относительные отклонения межплоскостных расстояний с точностью до 10^{-8} , а повороты - с точностью 10^{-7} рад [1-3].

В [4] методом рентгеновских дифракционных муаровых картин исследованы поперечные деформации, создаваемые имплантированными в кремний ионами аргона с энергией 200 кэВ. Исходя из интерферометрических топограмм, определены относительные деформации и интегральные напряжения в зависимости от дозы облучения.

С момента получения от системы кристаллов первых электронных и рентгеновских муаровых картин и до настоящего времени предполагалось, что причиной их образования является отличие между кристаллами данной системы или в межплоскостных расстояниях, или в направлениях отражающих плоскостей, или и в тех и других одновременно [2, 5]. Видимо, это предположение заимствовано из оптики [6], где обычно муаровые картины создают с помощью двух сеток - сетки модели и эталонной сетки.

Однако, оказывается, рентгеновские муаровые картины образуются в случае, когда кристаллы не имеют вышеуказанных отличий. С другой стороны, нередки и случаи, когда эти отличия не приводят к образованию муаровых картин. В [7, 8] даже предполагается, что причинами возникновения муаровых картин являются только ротационные и дилатационные искажения отражающих плоскостей.

Возникновение муаровых картин в общем случае при асимметричных отражениях. В [9] было исследовано возникновение рентгеновских муаровых картин в двухкристалльных интерферометрах при симметричном отражении.

Целью настоящей работы является детальное исследование вопросов возникновения и наблюдения рентгеновских муаровых картин, в частности, в двухкристалльных интерферометрах при асимметричных Лауэ-отражениях.

78

На рис. 2 показано расположение волновых векторов в двухкристальном интерферометре. Кристаллы толстые, и первые поля в них поглощены.

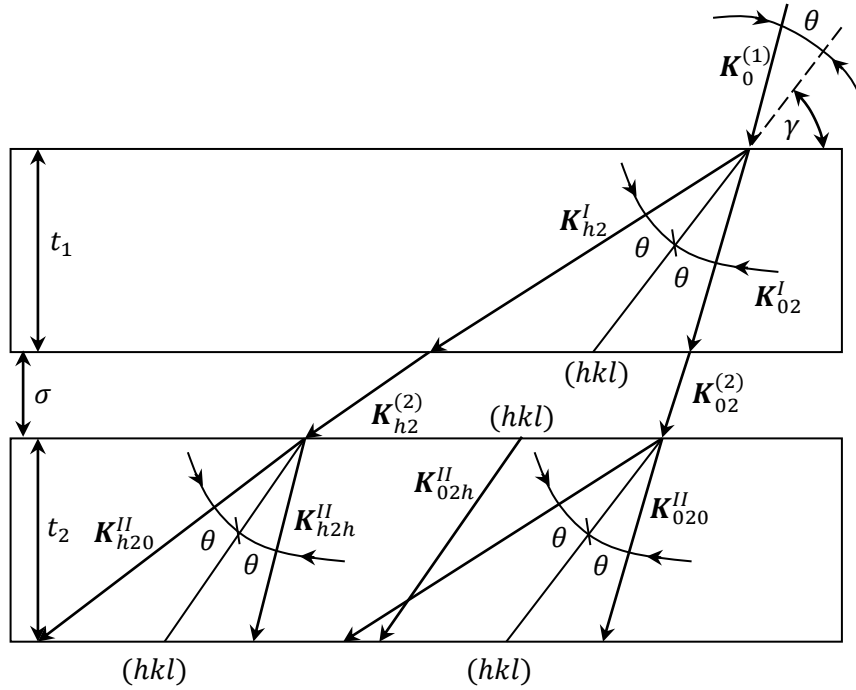


Рис. 2. Расположение волновых векторов в толстых поглощающих кристаллах двухкристального интерферометра при асимметричном отражении

Первичная падающая волна с амплитудой $D_0^{(1)}$ и волновым вектором $K_0^{(1)}$ возбуждает в первом кристалле волны K_{02}^I и K_{h2}^I с амплитудами (второе поле)

$$D_{02}^I = D_0^{(1)} \frac{b}{2} \exp[-i2\pi(K_{02}^I r)], \quad (3)$$

$$D_{h2}^I = D_0^{(1)} \frac{d}{2} \exp[-i2\pi(K_{h2}^I r)],$$

где $b = 1 + \frac{p}{(1+p^2)^{1/2}}$, $d = -\frac{G}{(1+p^2)^{1/2}}$; (4)

p – угловой параметр; G – параметр асимметрии: K_{02}^I и K_{h2}^I – волновые векторы второго поля в первом кристалле.

Волны K_{02}^I и K_{h2}^I , выходя из первого кристалла и падая на входную поверхность второго кристалла, будут иметь следующие амплитуды:

$$D_{02}^{(2)} = \frac{b}{2} D_0^{(1)} \exp \left[-i2\pi \frac{t_1 K_{02}^I + K\sigma}{\sin(\gamma + \theta)} \right], \quad (5)$$

$$D_{h2}^{(2)} = \frac{d}{2} D_0^{(1)} \exp \left[-i2\pi \frac{t_1 K_{h2}^I + K\sigma}{\sin(\gamma - \theta)} \right], \quad (6)$$

где t_1 – толщина первого кристалла; σ – ширина зазора между первым и вторым кристаллами интерферометра; K – абсолютное значение вакуумного волнового вектора.

Волны с амплитудами (5) и (6) во втором кристалле возбуждают волны, амплитуды которых можно представить выражениями

$$D_{020} = \frac{b}{2} \cdot \frac{b_1}{2} D_0^{(1)} \exp \left\{ -i2\pi \left[\frac{t_1 K_{02}^I + K\sigma}{\sin(\gamma + \theta)} + K_{020}^{II} r \right] \right\}, \quad (7)$$

$$D_{02h} = \frac{b}{2} \cdot \frac{d_1}{2} D_0^{(1)} \exp \left\{ -i2\pi \left[\frac{t_1 K_{02}^I + K\sigma}{\sin(\gamma + \theta)} + K_{02h}^{II} r \right] \right\}, \quad (8)$$

$$D_{h20} = \frac{d}{2} \cdot \frac{b'_1}{2} D_0^{(1)} \exp \left\{ -i2\pi \left[\frac{t_1 K_{h2}^I + K\sigma}{\sin(\gamma - \theta)} + K_{h20}^{II} r \right] \right\}, \quad (9)$$

$$D_{h2h} = \frac{d}{2} \cdot \frac{d'_1}{2} D_0^{(1)} \exp \left\{ -i2\pi \left[\frac{t_1 K_{h2}^I + K\sigma}{\sin(\gamma - \theta)} + K_{h2h}^{II} r \right] \right\}, \quad (10)$$

где b_1 , b'_1 , d_1 и d'_1 выражаются через (4) путем замены в них параметра p на p_1 и p'_1 соответственно.

Как видно из рис. 2, волны K_{020}^{II} и K_{h2h}^{II} распространяются в направлении первичной падающей волны $K_0^{(1)}$, а волны K_{02h}^{II} и K_{h20}^{II} - в направлении отраженной волны K_{h2}^I в первом кристалле.

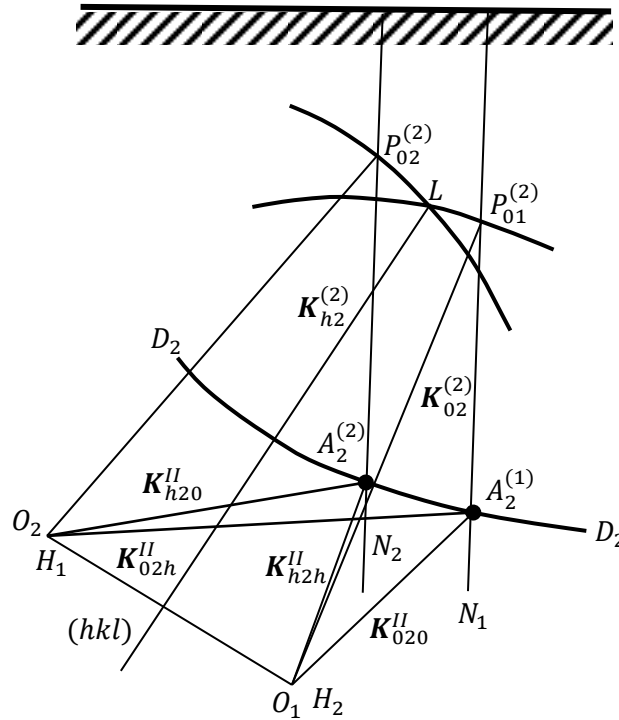


Рис. 3. Точки падения, точки распространения (на дисперсионной поверхности) и волновые векторы во втором поглощающем кристалле с учетом отличия угла отражения от угла Вульфа-Брэгга в зависимости от степени асимметричности отражения: N_1 и N_2 - нормали входной поверхности второго кристалла, проведенные через точки распространения $A_2^{(1)}$ и $A_2^{(2)}$; O_1H_1 , O_2H_2 - векторы обратной решетки для $(h k l)$ и $(\bar{h} \bar{k} \bar{l})$ соответственно; D_2D_2 - верхняя ветвь дисперсионной поверхности

Как известно [12, 13], при геометрии Лауэ угол отражения слабо зависит от асимметричности отражения, поэтому, если угол между отражающими плоскостями и поверхностью входа кристалла ненамного отличается от $\pi/2$, то угол отражения θ почти не отличается от точного угла Вульфа-Брэгга.

Если углы отражения не отличаются от угла Вульфа–Брэгга, то точки падения $P_{01}^{(2)}$ и $P_{02}^{(2)}$ совпадают с точкой Лауэ L , что приводит к совпадению волновых точек $A_2^{(1)}$ и $A_2^{(2)}$ с волновой точкой пересечения нормали, проведенной через точки Лауэ, с дисперсионной поверхностью D_2D_2 , т.е. волновые векторы совпадают друг с другом: $K_{020}^{\parallel}$ с $K_{h2h}^{\parallel}$ и $K_{02h}^{\parallel}$ с $K_{h20}^{\parallel}$ (рис. 3).

Теперь рассмотрим расположение волновых векторов в вакууме за системой – под вторым кристаллом. Как показано на рис. 4, когда во втором кристалле существуют две несовпадающие волновые точки, через них можно провести две нормали к нижней поверхности второго кристалла, и тогда получим две точки падения - P_{01}^t и P_{02}^t (рис. 4) и две точки отражения - P_{h1}^t и P_{h2}^t , которые являются точками пересечения этих нормалей со сферами, проведенными из центров O_1 и H_1 с радиусами $|K_0^{(t)}| = K$.

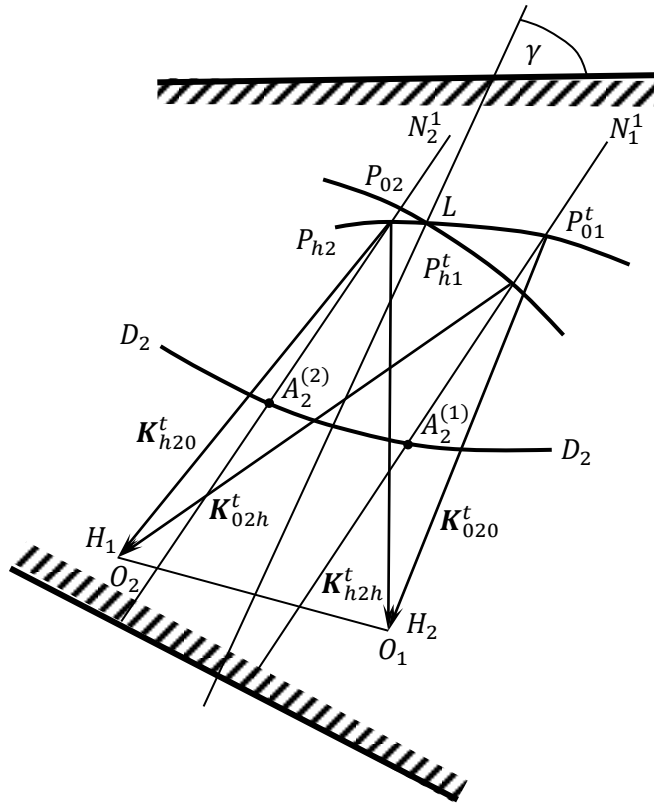


Рис. 4. Расположение волновых векторов за вторым кристаллом (в вакууме): K_{020}^t и K_{h2h}^t - векторы волн, распространяющихся в направлении первичной падающей волны; K_{02h}^t и K_{h20}^t - то же, в направлении первого отражения

Таким образом, из диаграмм, показанных на рис. 2–4, приходим к важному выводу: в двухкристальном интерферометре, когда асимметричность Лауэ - отражений такова, что угол отражения отличается от точного угла Вульфа–Брэгга, даже в интерферометре идеальной геометрии получаются маятниковые распределения интенсивности, которые внутри второго кристалла определяются выражением

$$I = (A_{01} - A_{02})^2 + 4A_{01}A_{02}\cos\left(2\pi\frac{K_1 - K_2}{2}r + \frac{\varphi}{2}\right),$$

где A_{01} и A_{02} – амплитуды; K_1 и K_2 - волновые векторы интерферирующих волн; φ – разность фаз между ними.

В рассматриваемом случае выражения интенсивности примут вид в направлении падения первичного пучка:

$$I_0 = I_{01} + I_{02} \cos^2 [\pi (\mathbf{K}_{020}^{\text{II}} - \mathbf{K}_{h2h}^{\text{II}}) \mathbf{r} + \varphi_1], \quad (11)$$

где

$$I_{01} = \frac{1}{16} |D_0^{(1)}|^2 (bb'_1 - dd'_1),$$

$$I_{02} = 4bb'_1 dd'_1 |D_0^i|^2,$$

$$\varphi_1 = \pi \left[\frac{t_1 \mathbf{K}_{02}^{\text{I}} + \mathbf{K} \sigma}{\sin(\gamma + \theta)} - \frac{t_1 \mathbf{K}_{h2}^{\text{I}} + \mathbf{K} \sigma}{\sin(\gamma - \theta)} \right],$$

в направлении первого отражения (в первом кристалле):

$$I_h = I_{h1} + I_{h2} \cos^2 [\pi (\mathbf{K}_{02h}^{\text{II}} - \mathbf{K}_{h20}^{\text{II}}) \mathbf{r} + \varphi_2], \quad (12)$$

где

$$I_{h1} = \frac{1}{16} |D_0^{(1)}|^2 (bd_1 - b'_1 d),$$

$$I_{h2} = 4b'_1 b d d_1, \quad \varphi_1 = \varphi_2.$$

Как видно из (11) и (12), периоды этих маятниковых распределений энергии определяются соответственно следующими выражениями:

$$\Delta_1 = \frac{1}{\pi (\mathbf{K}_{02h}^{\text{II}} - \mathbf{K}_{h2h}^{\text{II}}) \mathbf{r}}, \quad \Delta_2 = \frac{1}{\pi (\mathbf{K}_{02h}^{\text{II}} - \mathbf{K}_{h20}^{\text{II}}) \mathbf{r}},$$

которые, как видно из рис. 3, можно переписать в виде

$$\Delta_1 = \Delta_2 = \frac{1}{\pi (\mathbf{A}_2^{(2)} \mathbf{A}_2^{(1)}) \mathbf{r}}. \quad (13)$$

Из рис. 4 видно, что периоды маятникового распределения интенсивности вне второго кристалла (за вторым кристаллом) примут следующий вид:

$$\Delta_1^t = \frac{1}{\pi (\mathbf{K}_{020}^t - \mathbf{K}_{h2h}^t) \mathbf{r}} = \frac{1}{\pi (\mathbf{P}_{02}^t \mathbf{P}_{01}^t) \mathbf{r}}, \quad (14)$$

$$\Delta_2^t = \frac{1}{\pi (\mathbf{K}_{02h}^t - \mathbf{K}_{h20}^t) \mathbf{r}} = \frac{1}{\pi (\mathbf{P}_{h2}^t \mathbf{P}_{h1}^t) \mathbf{r}}. \quad (15)$$

Обсуждение результатов и выводы

1. Как видно из (13) – (15), периоды маятникового распределения интенсивности волн, распространяющихся в направлении падения первичного пучка и в направлении первого отражения, внутри второго кристалла одинаковые ($\Delta_1 = \Delta_2$), за вторым кристаллом (Δ_1^t и Δ_2^t) в общем случае они могут отличаться друг от друга (см. рис. 4 и выражения (14) и (15)).

2. Начальная фаза φ (см. (12)) не влияет на величину периода маятниковых полос, а только смещает их.

3. Когда асимметрия не слишком большая (угол γ незначительно отличается от $\pi/2$, рис. 5), то можно пренебречь разностью $\Delta\theta = \theta - \theta_0$, где θ_0 – точный угол Вульфа – Брэгга, что

приводит к совпадению точек $P_{01}^{(2)}$ и $P_{02}^{(2)}$ с точкой L и точек распространения $A_2^{(1)}$ и $A_2^{(2)}$ с одной точкой A .

В результате волновой вектор K_{h20}^{Π} совпадает с K_{02h}^{Π} , а K_{h2h}^{Π} — с K_{020}^{Π} , и муаровое распределение интенсивности исчезает как внутри второго кристалла, так и за ним.

4. Как видно из рис. 6, в рассматриваемом случае ($\theta \neq \theta_0$) распределение не исчезает даже тогда, когда второй кристалл — плоскопараллельная пластинка. Действительно, как видно из рис. 3, появление двух волновых точек $A_2^{(1)}$ и $A_2^{(2)}$ не зависит от того, что второй кристалл — плоскопараллельная пластинка или он клинообразный.

Случай асимметричного отражения, когда межплоскостные расстояния первого и второго кристаллов отличаются друг от друга. Допустим, что межплоскостные расстояния отражающих плоскостей первого кристалла — d_1 , а второго — d_2 ($d_1 \neq d_2$); они так мало отличаются друг от друга, что волны, дифрагированные в первом кристалле, остаются в положении отражения и во втором кристалле. Расположение волновых векторов для этого случая показано на рис. 6.

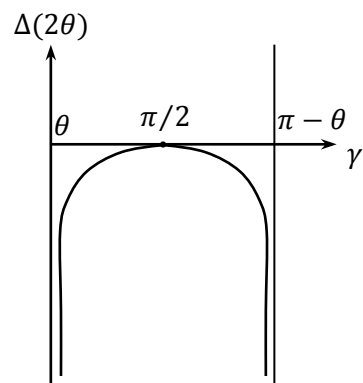


Рис. 5. Изменение угла отражения в зависимости от угла асимметрии γ

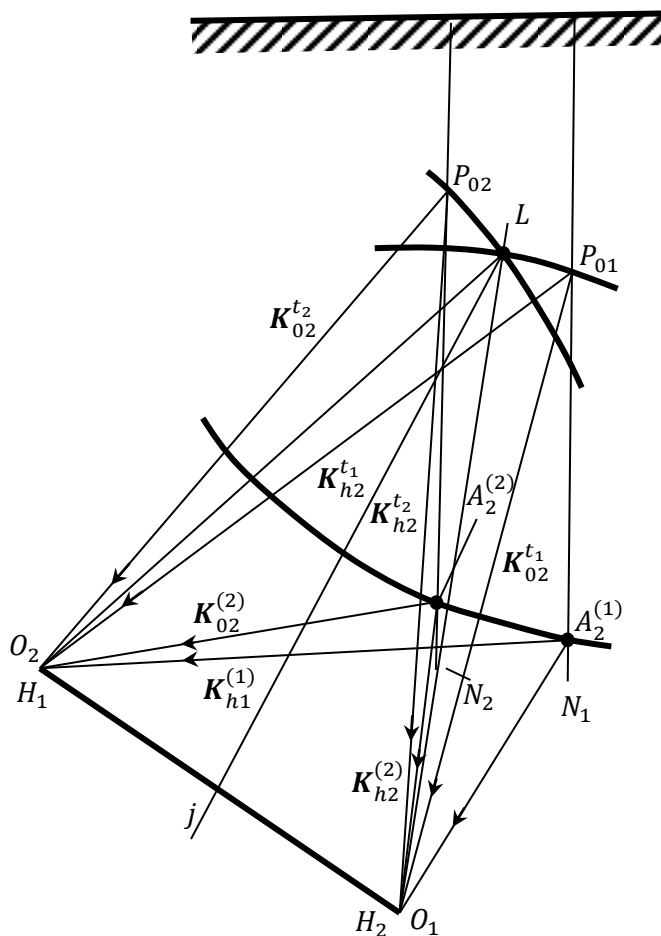


Рис. 6. Расположение волновых векторов во втором кристалле при асимметричном отражении, когда межплоскостные расстояния первого и второго кристаллов отличаются друг от друга

Первичный пучок падает на первый кристалл точно под углом Вульфа–Брэгга (пренебрегаем изменением угла отражения из-за асимметричности отражения). Однако углы падения на второй кристалл отличаются от точного угла Вульфа –Брэгга: P_{01} и P_{02} - точки падения, которые при плоскопараллельной пластинке являются общими для входной и выходной поверхностей второго кристалла. Как видно из рис. 6, в рассматриваемом случае внутри и за вторым кристаллом получается маятниковое распределение интенсивности, периоды которого определяются соотношениями:

- внутри кристалла:

$$\Delta_1 = \Delta_2 = \frac{1}{\pi (K_{02}^{(2)} - K_{h1}^{(1)})r} = \frac{1}{\pi (K_{h2}^{(2)} - K_{01}^{(1)})r} = \frac{1}{\pi (A_2^{(2)} A_2^{(1)})r};$$

- за вторым кристаллом:

$$\Delta_1^t = \Delta_2^t = \frac{1}{\pi (K_{02}^{t2} - K_{h2}^{t1})r} = \frac{1}{\pi (K_{h2}^{t2} - K_{02}^{t1})r} = \frac{1}{\pi (P_{01} P_{02})r}.$$

Как видно из последнего уравнения (рис. 6), плоскости маятникового распределения за вторым кристаллом параллельны отражающим плоскостям.

Случай, когда плоскости второго кристалла повернуты относительно плоскостей первого кристалла. Для асимметричного отражения расположение координатных осей и вектора обратной решетки показано на рис. 7.

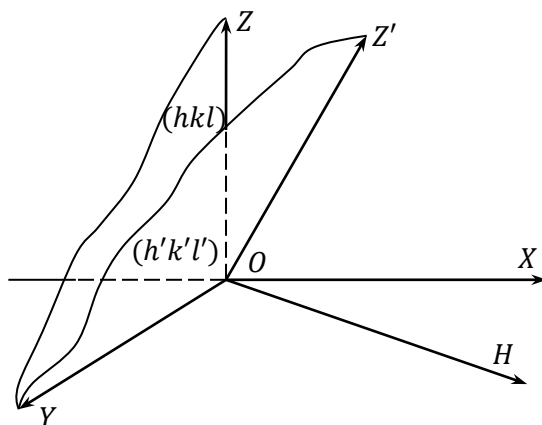


Рис. 7. Расположение координатных осей и вектора обратной решетки в асимметричном случае отражения. Отражающие плоскости обоих кристаллов повернуты вокруг оси OY на угол $\pi/2 - \gamma$; $Z'OY$ – отражающие плоскости (hkl) . Ось OZ перпендикулярна поверхности входа второго кристалла

Рассмотрим следующие случаи.

а) Допустим, что отражающие плоскости (hkl) второго кристалла повернуты относительно отражающих плоскостей первого кристалла вокруг оси OX на небольшой угол $\varepsilon_x \sim 1''$; изменение ΔH_x вектора обратной решетки имеет направление оси OY и равно по величине (см. рис. 8а)

$$\Delta H_x = H \varepsilon_x \cos \gamma.$$

Следовательно, плоскости муарового распределения интенсивности перпендикулярны оси OY (к поверхности входа) и имеют период

$$\Delta_x = \frac{d}{\varepsilon_x \cos \gamma}. \quad (16)$$

б) Пусть отражающие плоскости (hkl) повернуты на малый угол относительно плоскостей первого кристалла вокруг оси OZ на угол $\varepsilon_z \sim 1''$.

Из рис. 8 б видно, что $\Delta H_z = H \varepsilon_z \sin \gamma$, откуда для периодов муарового распределения интенсивности находим

$$\Delta z = \frac{d}{\varepsilon_z \sin \gamma}. \quad (17)$$

В рассматриваемом случае, как и в случае “а”, плоскости муарового распределения перпендикулярны оси ОУ.

в) В случае, когда отражающие плоскости второго кристалла повернуты относительно плоскостей первого кристалла вокруг оси ОУ на небольшой угол ε_y , изменение вектора обратной решетки определяется уравнением (рис.8в) $\Delta \mathbf{H}_y = (\Delta H_y)_x \mathbf{i} + (\Delta H_y)_z \mathbf{k}$, где $\mathbf{i}$ и $\mathbf{k}$ – единичные векторы в направлениях осей ОХ и ОZ соответственно.

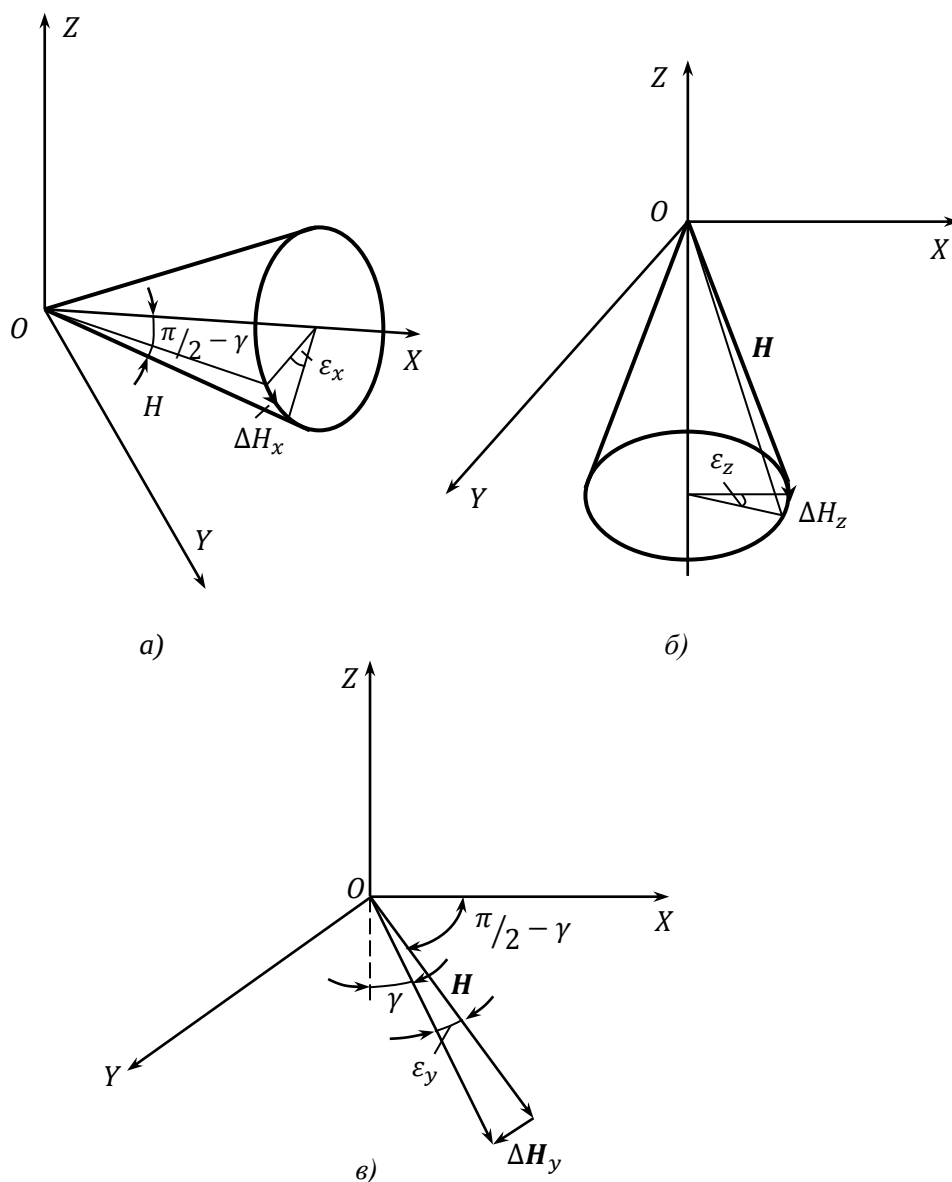


Рис. 8. Вращение атомных плоскостей вокруг координатных осей:
а – ОХ (при очень малых ε_x имеем $\Delta H_x \parallel OY$): б – ОZ (при малых ε_z имеем $\Delta H_z \parallel OY$): в – ОУ

Из рис. 8 в видно, что справедливы следующие соотношения:

$$\begin{aligned}
(\Delta H_y)_x &= \Delta H_y \cos \gamma = H \varepsilon_y \cos \gamma, \\
(\Delta H_y)_z &= \Delta H_y \sin \gamma = H \varepsilon_y \sin \gamma, \\
\Delta H_y &= H \varepsilon_y, \quad \Delta y = d / \varepsilon_y.
\end{aligned}
\tag{18}$$

Таким образом, когда плоскости второго кристалла повернуты вокруг оси ОУ, то плоскости маятникового распределения параллельны оси ОУ и с осью ОZ составляют угол γ . Периоды этих плоскостей определяются выражением (18).

Итак, в результате поворотов отражающих плоскостей вокруг осей ОХ и ОZ образуются маятниковые распределения интенсивностей, плоскости которых перпендикулярны оси ОУ, а периоды определяются выражениями (16) и (17) соответственно. В результате поворота вокруг оси ОУ образуется маятниковое распределение, плоскости которого параллельны оси ОУ и с осью ОХ составляют угол γ , а период этих плоскостей определяется выражением (18).

Сравнение результатов, полученных в данной работе, с результатами [9] показывает, что при асимметричных отражениях даже двухкристалльных интерферометров, кристаллы которых представляют собой плоскопараллельные пластинки, повороты вокруг любой из осей ОХ, ОУ и ОZ приводят к образованию наблюдаемых муаровых картин, в то время как при симметричных отражениях повороты вокруг оси ОУ можно было наблюдать только тогда, когда второй кристалл клинообразный. При симметричных отражениях ось ОХ совпадает с вектором обратной решетки, и поворот вокруг нее ни к чему не приводит.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы.

1. При асимметричных отражениях, когда угол отражения отличается от точного угла Вульфа-Брэгга, даже в идеальной геометрии двухкристалльного интерферометра получается муаровое распределение интенсивности.
2. Начальная фаза не влияет на величину периода муаровых полос, а только смещает их.
3. При асимметричных отражениях муаровое распределение не исчезает даже тогда, когда второй кристалл – плоскопараллельная пластинка.
4. В случае асимметричного отражения, когда межплоскостные расстояния первого и второго кристаллов отличаются друг от друга, плоскости муарового распределения за вторым кристаллом параллельны отражающим плоскостям.
5. При асимметричных отражениях даже в таких двухкристалльных интерферометрах, кристаллы которых представляют собой плоскопараллельные пластинки, повороты вокруг любой из трех осей ОХ, ОУ и ОZ приводят к образованию наблюдаемых муаровых картин.

Литература

1. Bonze U., Hart M. // Appl.Phys. Letters. - 1965. - Vol. 6. - P. 155-161.
2. Абоян А.О. Рентгеноинтерферометрический метод определения плотности радиационных дефектов в монокристаллах // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. –2000. - Т.66, № 6. - С. 22-24.
3. Абоян А.О. Исследование видимости рентгеновских дифракционных муаровых картин трехкратным четырехкристалльным интерферометром // Изв. НАН РА. Физика. -2003. - Т.38, № 5. - С. 326 - 334.
4. Абоян А.О. Исследование полей деформации в кристалле – анализаторе рентгеновского интерферометра, подвергнутого ионной имплантации // Изв. НАН РА. Физика. - 2000. - Т.4, № 4. - С. 212 - 219.
5. Пинскер З.Г. Рентгеновская кристаллооптика. - М.: Наука, 1982.-389 с.
6. Дюрелли А., Паркс В. Анализ деформации с использованием муара.- М.: Мир, 1974.-359 с.
7. Authier A., Milne A.D., Sauvage M. // Phys. Stat.Sol. - 1968. – V. 26. - P. 469-480.
8. Пинскер З.Г. Проблемы современной кристаллографии. - М.: Наука, 1975.- 350 с.
9. Абоян А.О. // Вестник НПУА: Металлургия, материаловедение, недропользование. - 2017. - № 1. - С. 46- 55.

10. Безирганян П.А., Аладжаджян Г.М. // Изв. АН АрмССР. Физика.- 1976. - Т.11, вып. 4. - С. 273 – 279.
11. James R. W. // Solid. State Phys. -1963. – V.15. - P. 53
12. Пинскер З.Г. Динамическое рассеяние рентгеновских лучей в идеальных кристаллах.- М.: Наука, 1974. - 367 с.
13. Иверонова В.И. Теория рассеяния рентгеновских лучей. - М.: Изд-во Моск. ун -та, 1978. - 276 с.

15.11.2017.

Ա.Հ. Աբոյան, Ս.Գ. Աղբալյան

ԵՐԿԲՅՈՒՐԵՂ ԻՆՏԵՐՖԵՐԱԶԱՓԵՐՈՒՄ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՄՈՒԱՐԻ ՊԱՏԿԵՐՆԵՐԻ ԱՌԱՋԱՅՈՒՄԸ ԱՍԻՄԵՏՐԻԿ ԱՆԴՐԱԴԱՐՁՈՒՄՆԵՐԻ ԴԵՊՔՈՒՄ

Հետազոտվել է երկբյուրեղ ինտերֆերաչափերում մուարի պատկերների առաջացումը ասիմետրիկ անդրադարձումների դեպքում: Յույց է տրվել, որ Լաուեի անդրադարձումների դեպքում, երբ ասիմետրիկությունը մեծ է (անդրադարձնող հարթության և բյուրեղի մուտքի մակերևույթի միջև անկյունը բավականին տարբեր է $\pi/2$ -ից), նույնիսկ ինտերֆերաչափի իդեալական երկրաչափության դեպքում առաջանում են մուարի պատկերներ: OX , OY , OZ առանցքներից ցանկացածի շուրջը աստմական հարթությունների պտույտը հանգեցնում է մուարի պատկերների առաջացմանը: Ասիմետրիկ անդրադարձումների ժամանակ, երբ անդրադարձման անկյունը տարբերվում է Վուլֆ-Բրեգի ճշգրիտ անկյունից, նույնիսկ երկբյուրեղ ինտերֆերաչափի իդեալական երկրաչափության պարագայում, դիտվող ինտենսիվության մուարի բաշխումը ստացվում է նաև այն ժամանակ, երբ ինտերֆերաչափի երկրորդ բյուրեղը հարթ զուգահեռ թիթեղ է:

Առանցքային բառեր. երկբյուրեղ ինտերֆերաչափեր, միջհարթությունային հեռավորություն, ասիմետրիկ անդրադարձում, դիսպերսիոն մակերևույթներ, ալիքային վեկտորներ, ճոճանակային բաշխումներ, Լաուեի անդրադարձումներ, Վուլֆ-Բրեգի անկյուն, բեկման ցուցչի միավոր դեկրեմենտ:

A.H. Aboyan, S.G. Aghbalyan

DEVELOPMENT OF X - RAY MOIRE PATTERNS AT ASYMMETRIC REFLECTIONS IN BICRYSTAL INTERFEROMETERS

The development of X - ray moiré patterns in bicrystal interferometers at asymmetric reflections is investigated. It is shown that at Laue reflections, when asymmetry is large (the angle between the reflection plane and the crystal entry surface is significantly different from $\pi/2$), even at the ideal geometry of the interferometer, moiré patterns develop. The rotation of the atomic planes round any of the axes OX , OY , OZ also leads to the creation of moiré patterns. At asymmetric reflections, when the reflection angle differs from the Wolfe-Bragg accurate angle, even at ideal geometry of double – crystal interferometer, the observed moiré distribution of intensity is also obtained in the case, when the second crystal of the interferometer is a flat-parallel plate.

Keywords: bicrystal interferometers, interplane distance, asymmetric reflection, dispersion surfaces, wave vectors, pendulum distributions, Laue reflection, Wolfe - Bragg angle, single decrement of the refraction index.

Абоян Арсен Оганесович - д.физ-мат. наук, профессор (Национальный политехнический университет Армении)

Агбальян Сурен Геворкович – д.техн. наук, профессор (Национальный политехнический университет Армении)

ՀՏԴ 676.2.017.26

ՄԵՔԵՆԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ

Ա.Ա. Մարգարյան, Ռ.Ն. Բարսեղյան, Ս.Վ. Վերլինսկի

ՏՊԱԳՐԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԳՈՏԻՆԵՐՈՒՄ ԼԱՐՎԱԾԱԴԵՖՈՐՄԱՑԻՈՆ ՎԻՃԱԿԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

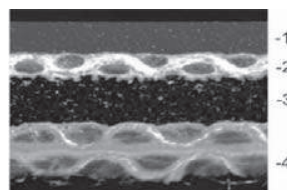
Դիտարկված է օֆսեթ տպագրական մեքենայի տպագլանների հպման գոտիներում առաջացող լարվածադեֆորմացիոն վիճակը, որտեղ միաժամանակ դեֆորմացվում են տպաձևը, բազմաշերտ օֆսեթ թաղանթը, տպաթուղթը և գլանների մետաղյա մակերևույթները: Հաշվի առնելով միաժամանակ ընթացող տարաբնույթ երևույթները՝ լարվածադեֆորմացիոն վիճակի պարամետրերի քանակական գնահատման նպատակով օգտագործված է վերջավոր տարրերի մեթոդով գործող ANSYS ծրագրային փաթեթը: $q = 45 \dots 120$ գ/մ² տեսակարար ծավալով տպաթղթերի համար ստատիկ և դինամիկ բեռնվածության ռեժիմների դեպքում որոշված են լարումների և դեֆորմացիաների արժեքները և դրանց բաշխման առանձնահատկությունները հպագոտում:

Առանցքային բառեր. օֆսեթ թաղանթ, տպաթուղթ, հպման գոտի, վերջավոր տարրերի մեթոդ, ծրագրային փաթեթ:

Պլիգրաֆիական սարքավորումների տպագլանների հպման գոտում առաջացող լարվածադեֆորմացիոն վիճակի պարամետրերը կախված են բեռնվածության բնույթից, գլանների մակերևույթային շերտերի կոշտության աստիճանից և հպման գոտով անցնող տպաթղթի մեխանիկական հատկություններից: Այդ տեսակետից տպագոտում առաջացող վիճակը բավական առանձնահատուկ է՝ կախված հպման գոտում առաջացած ճնշումից, որը կարող է տարբեր լարվածադեֆորմացիոն վիճակներ ստեղծել գլաններում և առաջացնել հարաբերական տեղաշարժեր, որոնք կազդեն տպագրական արտադրանքի որակի վրա [1,2]:

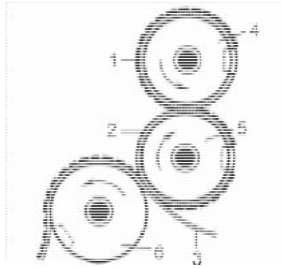
Տպաձևի և գլանի պատրաստման սկզբունքը և տպող հանգույցում առաջացող բեռնվածքը թույլ չեն տալիս թղթի վրա հպման գոտու ողջ մակերևույթում ստանալ միևնույն ճնշումն առանց միջանկյալ, համեմատաբար հեշտ դեֆորմացվող թաղանթի: Այն նպաստում է տպող հանգույցում հավոդ մակերևույթների ամբողջական կիպ հպմանը՝ լրացնելով տպող ապարատի և տպաձևի պատրաստման թերությունները, կարգավորելով հպման գոտում անհրաժեշտ ճնշումը և մարելով հպման գոտում անհամաչափ բեռնվածքից առաջացած տատանումները:

Հպման գոտում լարվածադեֆորմացիոն վիճակն ուսումնասիրելու նպատակով դիտարկված են Printmaster PM 74 մակնիշի տպագրական մեքենայի օֆսեթ գլանի ($L=750$ մմ, $D=213,4$ մմ) մակերևույթային շերտերի տեղաշարժերը, ուր կիրառված է պոլիմերային քառաշերտ ռետինե գործվածք (նկ. 1) [3]:



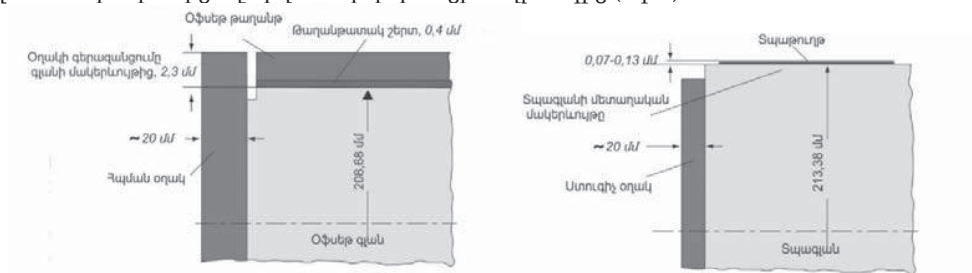
Նկ. 1. Օֆսեթ գլանի մակերևույթի ռետինե թաղանթը. 1-քլորոպրենային կաուչուկ ($\mu_1=0,36$ մմ), 2- գործվածքային ռետին ($\mu_2=0,30$ մմ), 3-ծակոտկեն ռետին ($\mu_3=0,49$ մմ) 4- գործվածքային ռետին ($\mu_4=0,80$ մմ)

Վերլուծված է տպամեքենայի տպող և օֆսեթ գլանների հպման գոտում (նկ.2) առաջացած լարվածադեֆորմացիոն վիճակը տպագրական թղթի անցման ընթացքում: Այդ նպատակով կիրառված է վերջավոր տարրերի մեթոդը (ՎՏՄ) [4,5]:

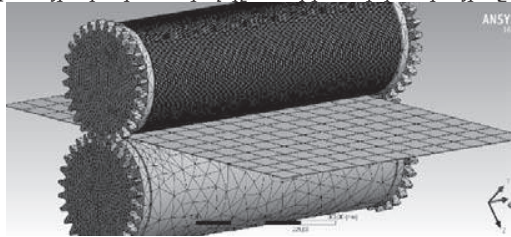


Նկ. 2. Թերթավոր օֆսեր մեքենաների տպող հանգույցը. 1-տպաձև, 2- ռետինե թաղանթ, 3- թուղթ, 4,5,6-տպաձևային, օֆսեր և տպող գլաններ

Կազմված են հալման գոտիներում նշված գլանների մակերևութային շերտերի երկրաչափական պարամետրերի հաշվարկային սխեմաները (նկ. 3) և ընտրված են վերջավոր տարրերի տեսքերը: Վերջիններիս տեսակի, ձևի և չափի ընտրությունը կախված է մարմնի ձևից և լարվածադեֆորմացիոն վիճակից (նկ. 4):



Նկ. 3. Տպագրական մեքենայի օֆսեր և տպող գլանների մակերևութային շերտերի պարամետրերը



Նկ. 4. Տպող հանգույցի գլանների մակերևութի տրոհումը վերջավոր տարրերի

Հանգույցի հավասարակշռության պայմանից, ինչպես նաև բոլոր վերջավոր տարրերի մոդելներում կիրառվող մեթոդների անհամապատասխանությունից կազմվում է հետագոտվող դեֆորմացվող մարմնի մոդելի բոլոր վերջավոր տարրերի հավասարակշռության հավասարումների համակարգը: Ստատիկ խնդիրների համար այն ունի հետևյալ տեսքը [4].

$$[K]\{U\} = \{P\} + \{P\}^q + \{P\}^g + \{P\}^{\epsilon_0} + \{P\}^{\sigma_0}, \quad (1)$$

$$\{U\} = \begin{Bmatrix} U_1 \\ \dots \\ U_i \\ \dots \\ U_n \end{Bmatrix}, \{P\} = \begin{Bmatrix} P_1 \\ \dots \\ P_i \\ \dots \\ P_n \end{Bmatrix}, \quad (2)$$

որտեղ $[K]$ -ն վերջավոր տարրերի մեթոդի մոդելի կոշտության ընդհանուր մատրիցն է, $\{U\}$ -ն տարրերի հանգուցային տեղաշարժերի վեկտորը, $\{P\}$ -ն հանգուցների արտաքին ուժերի ընդհանուր վեկտորը, $\{P\}^q, \{P\}^g, \{P\}^{\epsilon_0}, \{P\}^{\sigma_0}$ -ն հանգուցային ուժերի ընդհանուր վեկտորները, համապատասխանաբար համարժեք մակերևութային և զանգվածային ուժերին, սկզբնական դեֆորմացիաներին և լարումներին (նշված վեկտորների մատրիցները նույնական են (2) -ին): Ստատիկ գծային առաձգական մարմնի մոդելի համար ՎՏՄ-ով ստացված հավասարակշռության հավասարումների ընդհանուր համակարգը մաթեմատիկական տեսանկյունից համարվում է գծային հանրահաշվական հավասարումների համակարգ:

Դինամիկական խնդիրներում Դալամբերի սկզբունքի հիման վրա (1)-ում ավելացվում են իներցիայի ուժերը, որոնք արտահայտվում են արագացումներով, իսկ վերջիններս տեղաշարժերի

երկրորդ կարգի ածանցյալներ են: Արդյունքում (1) –ը ձևավորվում է որպես շարժման դիֆերենցիալ հավասարում [4,5], ուր արտաքին ուժերը կարող են փոփոխական լինել՝

$$[m] \frac{d^2}{dt^2} \{U\} + [C] \frac{d}{dt} \{U\} + [K] \{U\} = \{p(t)\} + \{P^q(t)\} + \{P^g\}, \quad (3)$$

որտեղ $[m]$ և $[C]$ -ն մոդելի զանգվածի և դեֆորմացիայի ընդհանուր մատրիցներն են, որոնք ստացվում են համապատասխան տարրական մատրիցների բաղադրիչներից: (3)-ով կարելի է կատարել դինամիկական գործընթացի ամբողջական վերլուծություն՝ շարժման դիֆերենցիալ հավասարումների ինտեգրման միջոցով, որն իրականացվում է տարբեր թվային մեթոդներով [4,5]: Արդյունքում որոշվում են ցանցային տարրական հանգույցների տեղաշարժերը (դեֆորմացիաները), իսկ դրանց միջոցով՝ մնացած բոլոր անհրաժեշտ պարամետրերը որպես ժամանակային ֆունկցիաներ: Հարթ և ծավալային տարրերի համար, դիֆերենցելով տարրերի ներսում տեղաշարժման ֆունկցիայի մոտարկումը, գտնում են դեֆորմացիան և Հուկի օրենքով հաշվարկում են լարումները:

ANSYS փաթեթում վերջավոր տարրերի մեթոդի իրականացումը: ANSYS համակարգչային փաթեթը ՎՏՄ-ով լուծում է անշարժ և շարժական, գծային և ոչ գծային խնդիրներ ֆիզիկայի տարբեր ոլորտներից, այդ թվում՝ կոշտ դեֆորմացվող մարմինների մեխանիկայից: Կառուցվածքի դեֆորմացիաները որոշելու համար ՎՏՄ-ում կիրառվում է տեղափոխությունների եղանակը: Հիմնարար պարամետրերը, որոնք հաշվարկվում են ANSYS-ի կիրառման դեպքում, հանգուցային կետերի տեղաշարժերն են, որոնց միջոցով էլ որոշվում են կոնստրուկցիոն տարրերի հակազդումները, տեղաշարժերը, լարումները և դեֆորմացիաները: ՎՏՄ եղանակով խնդրի լուծումը ANSYS ծրագրում իրականացվում է երեք փուլով [4]:

1.Առաջին փուլ- հետազոտվող մարմնի հիմնական մոդելի կառուցում:

2.Երկրորդ փուլ- մոդելի վրա անհրաժեշտ ֆիզիկական պայմանների առաջադրում:

3.Երրորդ փուլ- հաշվարկների արդյունքների վերլուծություն:

ՎՏՄ –ով հաշվարկված ֆիզիկական մեծությունները (տեղափոխություններ, դեֆորմացիաներ, լարումներ և այլն) ներկայացվում են ANSYS գրաֆիկական պատուհանում նկարի, աղյուսակի, գրաֆիկի կամ անիմացիայի տեսքով:

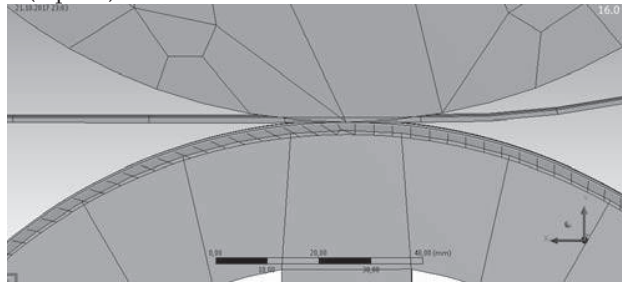
Տպագոտում լարվածադեֆորմացիոն վիճակի մոդելավորումը: Խնդրի լուծման վերը նշված փուլերի իրականացումը համակարգչում ստեղծում է տվյալների բազա, որը պարունակում է մոդելի վերաբերյալ ամբողջական ինֆորմացիա: Մակերևութային շերտի տարրերի ցանցային սխեման (նկ. 4) ունի 1830141 հանգույցներ և 861145 տարր, որոնք բաշխված են տպագլանների մակերևութային շերտերում և տպաթղթի վրա: Վիրտուալ գիտափորձի ընթացքում հպման գոտում գտնվող տպագլանների վրա կիրառված է 0,8 ՄՊա ճնշում: Որպես տպաթուղթ վերցված են ոչ կավճապատ օֆսեթ մակնիշի 3 տարբեր տեսակներ $h = 0,07 \dots 0,15$ մմ հաստությամբ և $\rho = 0,642 \dots 0,800$ գ/սմ³ տեսակարար կշռով: Տպագոտում կիրառված նյութերի մեխանիկական հատկությունները տրված են աղ.1-ում:

Աղյուսակ 1

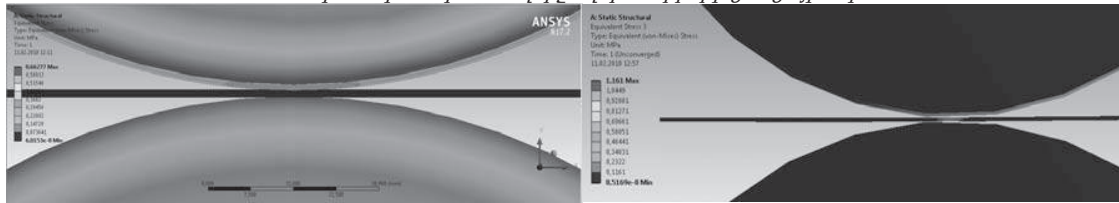
Տպագոտու նյութերի մեխանիկական ցուցանիշները				
N	Տեսակարար ծավալ, q, q/սմ ³	Տեսակարար կշիռ, ρ, ρ/սմ ³	Հաստություն, h, մմ	Ցունգի մոդուլ, E, Պա
1	Տպագլանի նյութը (պողպատ 45X)			
1.1	-	7,85	-	2,1· 10 ⁵
2	Տպագրական թուղթ			
2.1	45	0,642	0,07	1014,6
2.2	60	0,750	0,08	1091,5
2.3	120	0,800	0,15	1113,6
3	Ռետինի շերտերը (նկ. 1)			
3.1	-	1,2	0,36	5102
3.2		1,1	0,30	3231
3.3		1,0	0,49	2516
3.4		1,1	0,80	3231

Ստատիկ և դինամիկ բեռնվածության պայմաններում ANSYS ծրագրով կատարված է <<օֆսեթ գլան-թաղանթ-տպաթուղթ-տպագլան>> համակարգի հպման գոտու լարվածադեֆորմացիոն վիճակի մոդելավորումը նշված երեք տեսակի (N1, N2, N3) տպագրական թղթերի կիրառման դեպքերում:

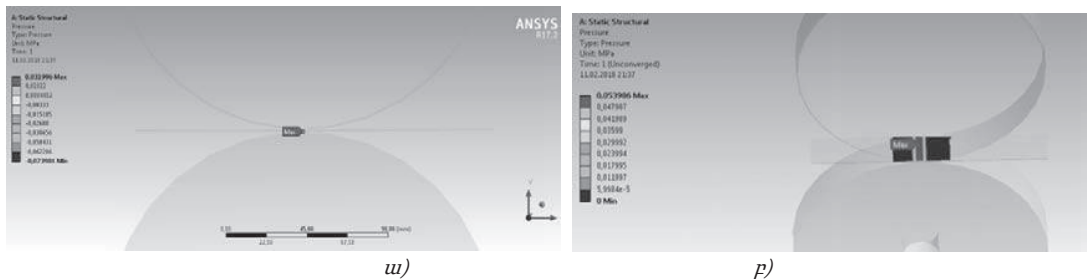
Որպես օրինակ ներկայացված են լարվածադեֆորմացիոն վիճակի պարամետրերը $N2$ տպագրական թղթի համար հպման դեպքում վերջավոր տարրերի ցանցային սխեման (նկ. 5), ինչպես նաև լարումների, ճնշումների, և դեֆորմացիաների բաշխման տվյալները ստատիկ և դինամիկ բեռնվածության դեպքերում (նկ. 6-8):



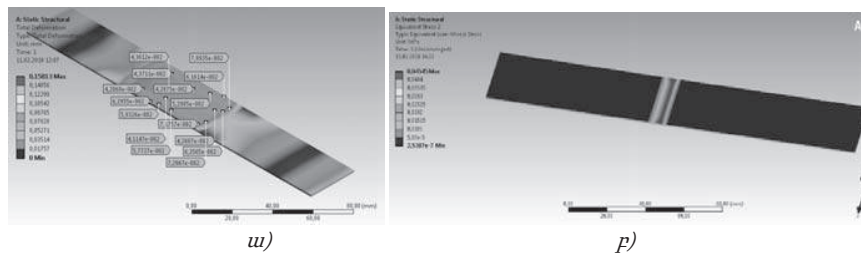
Նկ. 5. Հպման գոտում վերջավոր տարրերի ցանցային սխեման



Նկ. 6. Լարումների բաշխման տվյալները ստատիկ (ա) և դինամիկ (բ) բեռնվածության դեպքում



Նկ. 7. Առավելագույն ճնշման կետերը ստատիկ (ա) և դինամիկ (բ) բեռնվածության դեպքում



Նկ. 8. Դեֆորմացիաների բաշխման տվյալները ստատիկ (ա) և դինամիկ (բ) բեռնվածության դեպքում

Ստացված տվյալները վկայում են հետևյալ առանձնահատկությունների մասին (նկ. 6-8, աղ. 2): Ակնհայտ են ստատիկ և դինամիկ բեռնվածության ռեժիմների դեպքում լարվածադեֆորմացիոն վիճակի պարամետրերի փոփոխությունները և ազդման կետերի տեղաշարժերը, որոնք հաստատվում են նաև տեսական դրույթներով: Զգալի են առավելագույն դեֆորմացիաների փոփոխությունները, որոնք կարող են ազդել տպագրման որակի վրա և որը որպես պարտադիր պայման՝ առաջադրում է վերականգնվող բազմաշերտ և ծակոտկոն պլաստոմերների օգտագործումը օֆսեթ թաղանթների համար:

Փորձարկումների արդյունքում $N2$ թղթի կիրառման դեպքում քլորոպրենային կաուչուկի հպման գոտու առավելագույն լարումը ստատիկ և դինամիկ բեռնվածությունների դեպքերում համապատասխանաբար կազմում են $0,180$ և $0,206$ ՄՊա, իսկ օֆսեթ թաղանթի սեղմման դեֆորմացիաները՝ $5,09 \cdot 10^{-2}$ և $6,23 \cdot 10^{-2}$ մմ:

Հարումների և դեֆորմացիաների բաշխումը

<i>N</i>	Բեռնվածությունը	Տպագր. թղթի տեսակը	Հսկման գոտու առավելագույն լարումները, ՄՊա	Առավելագույն դեֆորմացիաներ, δ , մմ
1	Ստատիկ	<i>N1</i>	0,120	0,11
2		<i>N2</i>	0,122	0,16
3		<i>N3</i>	0,126	0,19
4	Դինամիկ	<i>N1</i>	0,197	0,70
5		<i>N2</i>	0,200	0,76
6		<i>N3</i>	0,210	0,78

Վերջին տասնամյակում տպագրության արտադրողականության կտրուկ աճին զուգընթաց անհրաժեշտություն է առաջանում կատարել հավելյալ տեսական և փորձարարական հետազոտություններ՝ տպվածքի որակի վրա տպագրման շրջանային տեղաշարժի և հարաբերական սահմանի ազդեցությունը գնահատելու համար: Դա ենթադրում է գլանների հսկման գոտիներում իրականացնել առաձգական շերտերի հարաբերական տեղաշարժերի գնահատում և որոշել աշխատանքային մակերևույթների լարվածադեֆորմացիոն վիճակի ազդեցությունը տպագրման որակի վրա:

Գրականություն

1. Деджидас Л., Дистри Т. Листовая офсетная печатная машина: механизмы, эксплуатация, обслуживание. — М.: Принт-Медиа центр, 2007. -488 с.
2. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства / Пер. с нем. - М.: МГУП, 2003. - 1280 с.
3. Солонец В.И. Исследование жесткостных свойств многослойных упругих покрышек офсетных цилиндров//Вестник МГУП.-2008.- №1.-С.207-214.
4. Лукьянова А.Н. Моделирование контактной задачи с помощью программы ANSYS.-Самара: Самар.гос.техн. ун.-т, 2010.-52с.
5. Инженерный анализ в ANSYS Workbench / В.А. Бруйка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова и др.- Самара: СамГТУ, 2010.-271 с.

01.02.2018.

Ա.Ա. Մարգարյան, Ր.Ն. Բարսեգյան, Ս.Վ. Վերլինսկի ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В РАБОЧИХ ЗОНАХ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ МАШИН

Рассмотрено напряженно-деформированное состояние, возникающее в контактных зонах печатных цилиндров офсетной типографской машины, где одновременно деформируются печатная форма, многослойная пленка офсетного цилиндра, типографская бумага и металлические поверхности цилиндров. Учитывая одновременно текущие разнохарактерные явления в контактной зоне, использован программный пакет ANSYS для количественной оценки параметров напряженно-деформированного состояния, работающий методом конечных элементов. Для бумаги с удельным объемом $q = 45 \dots 120 \text{ г/м}^2$ при статическом и динамическом режимах нагружения определены значения напряжений и деформаций, а также особенности их расположения в контактной зоне.

Ключевые слова: офсетная пленка, типографская бумага, контактная зона, метод конечных элементов, программный пакет.

Ա.Ա. Margaryan, Ր.Ն. Barseghyan, Ս.Վ. Verlinski STUDYING THE STRAIN-STRESS STATE IN THE WORKING ZONES OF PRINTING MACHINES

The stress-strain state occurring in the contact zones of the printing cylinders of offset printing machine, where printing plate, multilayer blanket, printing paper and metal surface of cylinders are simultaneously deforming, is discussed. Taking into account simultaneously occurring different events for quantitative assessment of the stress-strain state's parameters the ANSYS program of finite element method was used. For printing papers with $q = 45 \dots 120 \text{ g/m}^2$ unit volume in static and dynamic loading regimes the values of stress and deformations are defined, as well as their distribution features in contact zone.

Keywords: blanket, printing paper, contact zone, finite elements method, program package.

Մարգարյան Արմինե Աշոտի - ՀԱՊՀ Մեքենագիտության ամբիոնի ասպիրանտ

Բարսեղյան Ռազմիկ Նահապետի - ՀԱՊՀ Մեքենագիտության ամբիոնի դոցենտ, տ.գ.թ.

Վերլինսկի Սերգեյ Վիտալիի - ՀԱՊՀ Մեքենագիտության ամբիոնի դոցենտ, ֆ.-մ.գ.թ.

ՀՏԴ 622.143

ՄԵՔԵՆԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ

Ռ.Զ. Հակոբյան Վ.Ս. Հովհաննիսյան

ՀՈՐԱՏԱՆՑՔԻ ԿԱՌՈՒՑՄԱՆ ՆՎԱԶԱԳՈՒՅՆ ԺԱՄԱՆԱԿԻ ՀԱՇՎԱՐԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ ԸՍՏ ԱՌԱՋԱՆՑՄԱՆ ՕԴՏԻՄԱԼ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ

Դիտարկվել է առաջանցման օպտիմալ մեծության հաշվարկը ըստ T -չափանիշի, ինչը հնարավորություն կտա կրճատել հորատանցքի կառուցման ժամկետը:

Առանցքային բառեր. *հորատանցք, հորատգործիք, հանուկ, երթ, առանցքային բեռնվածություն, շրջագծային արագություն:*

Ներածություն: Հորատման գործընթացի վերջնական նպատակն է հորատարկը հասցնել մինչև նախագծային նիշ (H_0) նվազագույն ժամանակում և 1 մ առաջանցման նվազագույն ծախսով: Տվյալ նիշի արժեքին (H_0) կարելի է հասնել համակարգային տարբեր եղանակներով, որոնք անվանվում են հորատանցման ծրագրեր կամ ռազմավարություն: Պրակտիկայից և կատարված հետազոտությունից հայտնի է, որ մի ծրագրով դժվար է ապահովել երկու՝ հորատանցքի առաջանցման և արժեքի բացարձակ մինիմումներ:

Ինչպես հայտնի է, հորատանցքի հորատման գործընթացը կրում է ընդհատուն (դիսկրետ) բնույթ, քանի որ բուն հորատումից բացի, անհրաժեշտ է կատարել նաև այլ գործողություններ. հորատգործիքի փոխում, հորատահանուկի դուրս հանում այունակային խողովակից, հորատանցքի լվացում, ինչի հետևանքով առաջ են գալիս որոշակի դժվարություններ հորատանցքի հորատման ժամանակի նվազեցման խնդրի լուծման ժամանակ: Ուստի խնդիր է ծագում որոնել լավագույն ծրագիր, որը t_{Σ} ֆունկցիոնալը կբերի նվազագույնի՝

$$t_{\Sigma} = f[\vec{h}(u(t), f(H), t)],$$

որտեղ t_{Σ} -ն հորատանցքի հորատման արտադրողական ժամանակն է (մաքուր հորատում, իջեցում - բարձրացում և օժանդակ աշխատանքներ) ժ-ով, $\vec{h}$ -ը $h_1, h_2, \dots, h_k, \dots, h_m$, բաղադրիչներով վեկտորն է, որտեղ h_k -ն առաջանցումն է k -րդ երթի ընթացքում, մ-ով, $u(t)$ -ն ղեկավարվող պարամետրերն են (առանցքային բեռնվածություն և պտտման շրջագծային արագություն, ինչպես նաև կարելի է վերագրել լվացող լուծույթի քանակը և որակը, ապարքայքայիչ գործիքի տեսակը և կառուցվածքային պարամետրերը), $f(H)$ -ը հորատվող հատվածի ապարների ֆիզիկամեխանիկական հատկություններն են, որտեղ H -ը հորատանցքի ընթացիկ խորությունն է, մ-ով, t -ն ընթացիկ ժամանակն է՝ հաշված յուրաքանչյուր երթի սկզբից, ժ-ով:

Ֆունկցիոնալի մինիմումի գտնելը բարդ խնդիր է նույնիսկ այն դեպքում, երբ հայտնի է հանքավայրի երկրաբանական կտրվածքը: Այդ իսկ առումով տվյալ խնդիրը հետազոտողների կողմից լուծելիս կատարվում են որոշակի պարզեցումներ և ենթադրություններ:

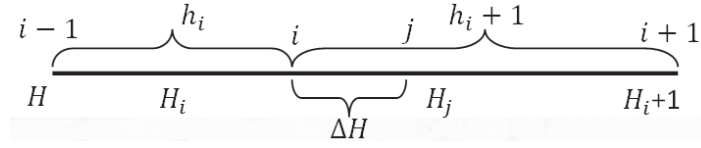
Համաձայն առավելագույն երթային արագության չափանիշի, ամբողջ հորատանցքի հորատման ընդհանուր տևողությունը՝

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{m_v} t_{hi}^* + \sum_{i=1}^{m_v} t_{hpi}:$$

Սահմանափակող հարաբերակցության դեպքում

$$H_{\delta} = \sum_{i=1}^{m_v} h_i^*,$$

որտեղ H_{δ} -ը հորատանցքի նախագծային խորությունն է մ-ով, m_{δ} -երթերի թիվը:



Նկ.1. Հորատանցքի փողի ընթացիկ դիտարկվող հատված

Ապացուցենք, որ T_L տևողությունը նվազագույնը չի համարվում, այլ գոյություն ունի մոտեցում, որը թույլ է տալիս նվազեցնել այդ ժամանակը: Դիտարկենք առաջանցման ռազմավարությունը ըստ T - չափանիշի: Վերցնելով երկու հարևան երթեր, ու ենթադրեք, որ հորատանցքի առաջանցման օպտիմալ ռազմավարությունն արդեն հայտնի է: Այսինքն h_i և h_{i+1} հայտնի արժեքներին համապատասխանաբար համապատասխանում են H_{i-1} , H_i , H_{i+1} խորությունները (նկ.1), որտեղ $h_i = H_i - H_{i-1}$ և $h_{i+1} = H_{i+1} - H_j$:

Ենթադրենք, որ հորատանցքի H_{i-1} կետից մինչև H_{i+1} կետը հորատվում է փոփոխված ռազմավարությամբ: Դրա համար h_i առաջանցման մեծությանը H_i կետում տանք աճ ΔH չափով, իսկ h_{i+1} առաջանցումը փոքրացնենք նույն չափով: Օգտվելով

$$h^* = \frac{v_0}{k}(1 - e^{-kt_{hi}^*})$$

հարաբերակցությունից որոշենք t_{i-1} տևողությունը, երբ գործիքը $i - 1$ կետից հասնում է j կետ համապատասխան փոփոխված ռազմավարության`

$$t_{i-1,j} = \tau \ln(1 - \frac{H_i - H_{i-1} + \Delta H}{v_0 \tau}),$$

որտեղ τ - ն ժամանակի հաստատունն է, $\tau = 1/k$:

Իջեցման-բարձրացման աշխատանքների տևողությունը

$$t_{i-1,j} = t_0 + \alpha \frac{H_{i-1} + H_i + \Delta H}{2} + \beta(H_i + \Delta H - H_{i-1}):$$

Ամբողջ տեղամասի ($i-1 \div i+1$) անցման տևողությունը

$$t_{\Sigma} = 2t_0 + \frac{\alpha}{2}[H_{i-1} + 2H_i + 2\Delta H + H_{j+1}] + \beta[H_{i+1} - H_{i-1}] + \left[-\tau \ln\left(1 - \frac{H_i + \Delta H - H_{i-1}}{v_0 \tau}\right)\right] + \left[-\tau \ln\left(1 - \frac{H_{i+1} - H_i - \Delta H}{v_0 \tau}\right)\right]:$$

Ենթադրվում է, որ H_{i-1}, H_i, H_{i+1} կետերը ֆիքսված են և բավարարում են հորատանցքի անցման օպտիմալ ռազմավարությանը: Հետևաբար $t_{\Sigma} = \varphi(\Delta H)$ կախվածությունը իր նվազագույն արժեքին կհասնի, երբ $\Delta H = 0$:

Համաձայն Ֆերմայի տեսության

$$\frac{dt_{\Sigma}}{d(\Delta H)_{\Delta H=0}} = \alpha + \frac{\tau}{v_0 \tau - H_i + H_{i-1}} + \frac{\tau}{v_0 \tau - H_{i+1} + H_i} = 0:$$

Որոշակի ձևափոխությունների ենթարկելով արտահայտությունը` կստանանք հետևյալ կախվածությունը, որը բնութագրում է կախվածությունը i -րդ և $i+1$ -րդ երթերի միջև:

$$h_{i+1} = \frac{\tau}{\alpha}(\alpha v_0 - 1) + \frac{\tau^2/\alpha^2}{\tau(\alpha v_0 + 1)/\alpha - h_i} :$$

Համաձայն T-չափանիշի հաշվարկվել է առաջին երթում առաջանցման օպտիմալ մեծությունը (h_{1opt}), ինչպես նաև հորատման արտադրողական ժամանակի նվազագույն տևողությունը ըստ այդ ցուցանիշի և ըստ առավելագույն երթային արագության ցուցանիշի: Հաշվարկների համար հիմք են հանդիսացել Կաշենի պղնձամոլիբդենային հանքավայրի երկրաբանահետախուզական աշխատանքների ժամանակ օգտագործված P-4, P-6 և U-6 հորատման կայանքների տվյալները` համաձայն որի $t_0 = 0,11$, $\alpha = 0,0017$ ժ/մ, $\beta = 0,035$ ժ/մ:

Հորատանցքի անցման տևողությունը մինչև նախագծային խորություն H_L ըստ T - չափանիշի

$$T_T = \left[\sum_{i=1}^{m_T} -\tau \ln(1 - h_i/v_0 \tau) m_T t_0 + \beta H_L \right] + \alpha \left[\sum_{i=1}^{m_T-1} (m_T - i) h_i + \frac{H_L}{2} \right],$$

որտեղ m_T -ն երթերի թիվն է T-չափանիշի օգտագործման դեպքում:

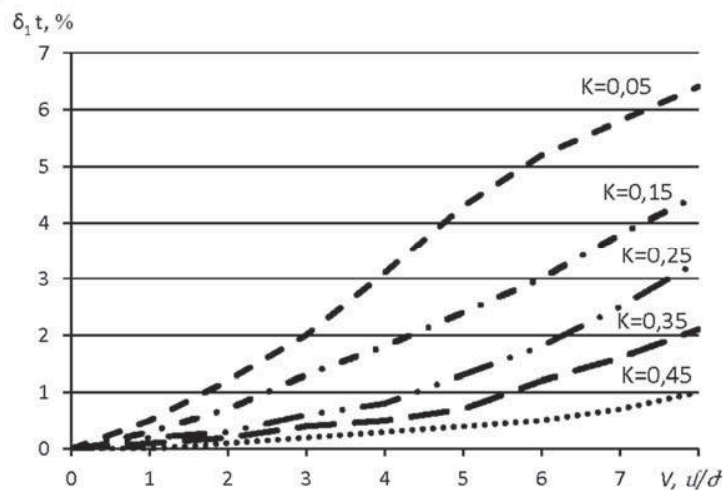
h_{1opt} և T_T արժեքները հաշվարկվել են v_0, k և H_b մեծությունների համար: Քանի որ h_{1opt} պարզ անալիտիկ որոշումը չի ստացվում, ապա այդ մեծությունը որոշվել է կոնկրետ թվային տվյալներով խնդրի լուծմամբ:

Աղյուսակ

Հորատանցքի անցման հաշվարկային տևողությունը T_T և T_b ($H_b=300$ մ, $v_0=7,4$ մ/ժ)

$K, 1/\text{ժ}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
$T_T, \text{ժ}$	112,1	126,5	138,2	148,5	157,6	166,4	175,1	183,2	191,3	199,0
$T_b, \text{ժ}$	121,5	134,1	144,5	154,2	161,0	169,4	177,8	185,4	193,4	200,8
$\Delta t, \text{ժ}$	9,4	7,6	6,3	5,7	3,4	3,0	2,7	2,2	2,1	1,8

Աղյուսակում բերված են հորատանցքի անցման տևողության գումարային հաշվարկային մեծությունները T_T համաձայն T-չափանիշի և գումարային տևողությունը համաձայն T_b առավելագույն երթային արագության ցուցանիշի (մինչև 300 մ/ժ խորության հորատանցքերի և սկզբնական արագության):



Նկ.2. T-չափանիշի օգտագործմամբ ժամանակի շահման կախվածությունը v_{tmax}

Նկ. 2-ում պատկերված են $\delta_t = \varphi(v_0)$ կախվածությունները v_0 և k մեծություններից 300 մ խորության հորատանցքերի հորատման դեպքում, որտեղ

$$\delta_t = \frac{\Delta t}{t_{\Sigma T}} 100\%:$$

Կատարված հաշվարկներով ստացված արդյունքները թույլ են տալիս կատարել հետևյալ եզրակացությունները.

Եզրակացություն

1. K տարբեր արժեքների դեպքում ժամանակի շահումը կազմում է հորատանցքի անցման նվազագույն տևողության 0,6-ից մինչև 6,1% (երբ $v_0 = 7,4$ մ/ժ):
2. Ժամանակի բացարձակ և հատկապես հարաբերական շահումը ըստ $\Delta t = t_{\Sigma v} - t_{\Sigma T}$ ավելանում է սկզբնական v_0 արագության մեծացման և K նվազման հետ:
3. v_{T} և T-չափանիշի համեմատությունը ցույց է տալիս, որ այդ երկու ցուցանիշները մոտենում են միմյանց ապարաքայքայիչ գործիքի ինտենսիվ մաշման ու հորատման սկզբնական ցածր

արագությունների դեպքում և հեռանում են սկզբնական արագության մեծացման և գործիքի մաշման ինտենսիվության փոքրացման դեպքերում:

Գրականություն

1. Соловьев Н.В., Чихоткин В.Ф., Богданов Р.К., Закора А.П. Ресурсосберегающая технология алмазного бурения в сложных геологотехнических условиях. – М.: ОАО «ВНИИОЭНТ», 1997. – 332 с.
2. Козловский Е.А., Гафиятуллин Р.Х. Автоматизация процесса геологоразведочного бурения.-М.: Недра, 1977.-210 с
3. Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике.- М.: Недра, 1972.- 870 с.

13.12.2017.

Р.З. Акопян, В.С. Оганнисян

МЕТОДИКА РАСЧЁТА МИНИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИНЫ ПО ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЕ ПРОХОДКИ

Рассматривается расчёт оптимальной величины проходки по T-критерию, что позволит сократить время строительства скважины.

Ключевые слова: скважина, буровой инструмент, керн, рейс, осевая нагрузка, окружная скорость.

R.Z. Hakobyan, V.S. Hovhannisyan

A METHODOLOGY OF CALCULATION OF THE MINIMUM TIME OF WELL CONSTRUCTION FOR THE OPTIMUM VALUE OF PASSAGE

The calculation of the optimum value of the penetration according to the T-criterion, which will allow to shorten the construction time of the well is considered.

Keywords: well, drilling tool, core, voyage, axial load, circumferential speed. .

Հակոբյան Ռաֆիկ Զինավորի – տ.գ.թ., պրոֆեսոր ՀՊՀՀ "Ընդերքաբանության և շրջակա միջավայրի պահպանություն" ամբիոն +374-93-92-95-48

Հովհաննիսյան Վանուշ Սենեքերիմի – տ.գ.թ., “Վեոն” ՓԲԸ, ավագ ճարտարագետ

ՀՏԴ 621.785.5

ՄԵՔԵՆԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ

Գ.Ա. Կարապետյան

ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹԱՅԻՆ ԽՈՐԴՈՒԲՈՐԴՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՆՎԱԶԵՑՆՈՂ ՍԱՐՔԵՐԻ ՈՐԱԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ ԲԱՐՁՐԱՑՈՒՄԸ

Մշակվել է տեխնոլոգիա՝ արտադրության տարբեր ոլորտներում մեծ մաքրություն և ճշտություն պահանջվող մեքենամասերի մակերևույթների խորդուբորդությունները հարթեցնելու համար: Ցույց է տրված, որ մակերևույթների խորդուբորդությունների հարթեցման համար կարծր համաձուլվածքե հոլովակներ և ծայրակալների՝ ռենիումով և մետաղական այլ գերկարծր նյութերով ջերմադիֆուզիոն մետաղապատմամբ և ծածկութապատմամբ մաշակայուն շերտերի ստացումն օժանդակում է մակերևույթների հարթեցման, գործիքների մաշակայունության բարձրացմանը և մշակված մեքենամասերի որակական հատկանիշների բարձրացմանը:

Առանցքային բառեր. ռենիում, մաշակայուն շերտ, կառուցվածք, գործընթաց, ջերմաստիճան:

Ներածություն: Արտադրական ձեռնարկությունների սարքերի ու սարքավորումների արդիականացման ծրագրերում առանձնահատուկ ուշադրություն է դարձվում նաև արագամաշ և պատասխանատու մեքենամասերի մակերևույթների մաքրության, կարծրության, ամրության, մաշակայունության, երկարակեցության բարձրացման համալիր հարցերի լուծմանը, մեքենամասերի մակերևույթների որակական հատկանիշների բարձրացման ժամանակակից պահանջներին բավարարող տարբեր տեսակի գործիքների ստեղծմանն ու կատարելագործմանը:

Ներկայում տեխնիկայի մի շարք ոլորտներում ուսումնասիրվում են կարծր դժվարահալ համաձուլվածքներ, որոշվում և բացահայտվում՝ տարբեր պրոֆիլի մեքենամասերի մակերևույթների խորդուբորդությունների հարթեցման (նվազեցման) հոլովակների, ծայրակալների և բազմաբնույթ գործիքների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների բարձրացման նոր ուղիներ, ստանում նոր մաշակայուն շերտեր: Մակերևույթների խորդուբորդությունների հարթեցման հոլովակների և ծայրակալների վրա կարելի է ստանալ նիտրիդներից, կարբիդներից, կարբոնիտրիդներից, ռենիումից և այլ միացություններից բաղկացած դժվարահալ մաշակայուն շերտեր: Վերոհիշյալ հարցերով է պայմանավորված աշխատանքի արդիականությունը:

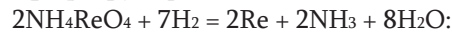
Գլանական, ճակատային և ներքին մակերևույթների խորդուբորդությունների հարթեցման ռենիումապատված հոլովակները և ծայրակալները սովորականների համեմատ օժտված են ֆիզիկամեխանիկական և տեխնոլոգիական լավագույն բնութագրերով, այդ թվում՝ բարձր ամրությամբ, կարծրությամբ, մաշակայունությամբ, ջերմահաղորդականությամբ, ունեն շփման փոքր գործակից, որոնք նպաստում են պատասխանատու մեքենամասերի մակերևույթների որակի լավացմանը:

Հետազոտության նպատակն է. ա) գիտականորեն հիմնավորված մեթոդներով, մեքենաշինության մեջ, մետալուրգիայում, արտադրության տարբեր ոլորտներում մեծ մաքրություն, կարծրություն մաշակայունություն, կոռոզիակայունություն և ճշտություն պահանջվող մեքենամասերի, մակերևույթների խորդուբորդությունների հարթեցումը,

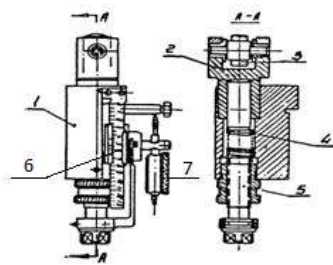
բ) մակերևույթների խորդուբորդությունների հարթեցման համար կարծր համաձուլվածքե հոլովակների և ծայրակալների ռենիումով և մետաղական այլ նյութերով ջերմադիֆուզիոն մետաղապատմամբ մաշակայուն շերտերով ծածկութապատման և մաշակայուն շերտերի ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Մակերևութային խորդուբորդությունների նվազեցման սարքի՝ Ճնշման եղանակով աշխատող կարծր համաձուլվածքե հոլովակներն ու ծայրակալներն աշխատում են քսութափոխակցող և մի շարք այլ քիմիական լուծույթների առկայության ներքո և աշխատանքի ընթացքում կարող են ենթարկվել քայքայման: Այս առումով անհրաժեշտություն է զգացվում վերոհիշյալ հարթեցուցիչ տարրերը ենթարկել ջերմաքիմիական մշակման, բարձրացնել դրանց մաշակայունությունը, կոռոզիակայունությունը, երկարակեցությունը: Ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ լավագույն արդյունքներ կարելի է ստանալ Re-ով մետաղապատմամբ, որն օժտված է բարձր կոռոզիակայունությամբ, մաշակայունությամբ և մի շարք այլ դրական հատկանիշներով:

Գրտնակման սարքերի կարծրահամաձուլվածքե հոլովակները ենթարկվել են Re-ով ջերմաքիմիական մշակման, որն իրականացվել է Re-ի աղի՝ ամոնիուի պերենատի ջրային լուծույթներով և փոշիներով: Տեխնոլոգիական գործընթացը կատարվել է 1000°C ջերմաստիճանում, ջրածնի միջավայրում, հետևյալ օրինաչափությամբ՝

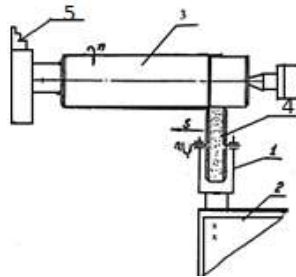


Նկ. 1-ում ցույց է տրված գրտնակման գործիքն իր հիմնական մասերով, իսկ նկ. 2-ում ցույց տրված սխեմայով կատարվում է մշակվող մեքենամասի (լիսեռի) մակերևութային խորդուբորդությունների հարթեցում, որի արդյունքում նվազում են լիսեռի խորդուբորդությունները:



Նկ. 1. Գրտնակման գործիք.

1 - իրան, 2 - հոլովակային հանգույց,
3 - հոլովակ,
4 - զսպանակ, 5 - պտտուտակ,
6 - ցուցանակ, 7 - ինդիկատոր

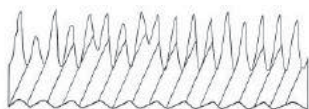


Նկ. 2. Գրտնակման սխեմա.

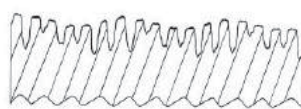
1 - հոլովակային հանգույց,
2 - կտրիչակալ, 3 - մշակվող դետալ,
4 - կարծրահամաձուլվածքե հոլովակ,
5 - կապիչ

Մակերևութային խորդուբորդությունների հարթեցման սարքը բաղկացած է 1 իրանային մասից, հոլովակային 2 հանգույցից, որի մեջ տեղակայված է մետաղակե-րամիկական կարծր համաձուլվածքից պատրաստված 3 հոլովակը (այն կարող է լինել ծայրակալ), որն աշխատանքի ընթացքում հպվելով մշակվող մակերևութին, ճնշման ուժի հետևանքով հարթեցնում է խորդուբորդությունները: Կոնտակտային մակերևութին կարելի է լրացուցիչ ուժ գործադրել 4 զսպանակի օգնությամբ: 5 պտտուտակով հնարավոր է նախօրոք ձգել 4 զսպանակը: Սարքի վրա տեղակայված են 6 ցուցանակը և 7 ինդիկատորը: Կարծր համաձուլվածքե հոլովակի վրա ազդող ճիգի մեծությունը կարելի է որոշել ցուցանակի վրա բերված թվերով և ինդիկատորի ցուցմունքով:

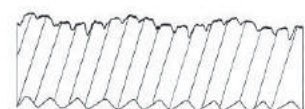
Հետազոտության արդյունքները: Մակերևութային խորդուբորդությունների մեծությունները ճնշման տարբեր ուժերի և տարբեր կրկնակի ընթացքների դեպքում ցույց են տրված նկ. 3-5-ում:



Նկ. 3. Մակերևութային խորդուբորդությունները $P=10$ կգ ուժի ազդեցության դեպքում $Rz=16$ մկմ (կրկնակի ընթացքների թիվը - 2)



Նկ. 4. Մակերևութային խորդուբորդությունները $P=25$ կգ ուժի ազդեցության դեպքում $Rz = 13$ մկմ (կրկնակի ընթացքների թիվը - 4)



Նկ. 5. Մակերևութային խորդուբորդությունները $P=25$ կգ ուժի ազդեցության դեպքում $Rz = 10$ մկմ (կրկնակի ընթացքների թիվը - 4)

Մակերևութային խորդուբորդությունները կարելի է նվազեցնել, եթե գրտնակումն իրականացվում է հպման մեծ ուժերի առկայության դեպքում: Որքան փոքր է մատուցումը, այնքան մեծ է մակերևութային խորդուբորդությունների նվազման աստիճանը: Մշակված մակերևույթի որակը կապված է նաև հոլովակի անցումների քանակի հետ:

Հարթեցնող (հարթեցուցիչ) գործիքին տրվում են տարբեր մատուցման շարժումներ, մշակվող լիսեռի տարբեր պտուտավերի դեպքում: Փորձերի արդյունքները բերված են նկ.3, 4, 5-ում: Հարթեցնող գործիքի և մշակվող մեքենամասի հպման ուժի առկայության դեպքում մակերևութային խորդուբորդությունները կարելի է նվազեցնել, որի ցուցանիշները կախված են ընտրված գործիքից, ազդող ուժի մեծությունից և մշակման ռեժիմներից: Մաքուր մակերևույթներ ստացվում են փոքր մատուցումների դեպքում: Մշակված մակերևույթի որակը կախված է նաև հոլովակի երկայնական անցումներից: Դա նշանակում է, որ տեխնոլոգիական գործընթացը կարելի է իրականացնել երկայնական ընթացքներով, որի մեծությունը փորձարկումների ընթացքում ընտրվել է 2...4:

Գիտափորձական տվյալները ցույց են տվել, որ մակերևութների խորդուբորդությունների ինտենսիվ նվազումը կատարվում է առաջին ընթացքների ժամանակ (1...3), հետագայում այն նվազում է փոքր ինտենսիվությամբ:

Ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ լավագույն արդյունքներ կարելի է ստանալ հարթեցնող հոլովակի Re-ով մետաղապատմամբ, որն օժտված է բարձր կոռոզիակայունությամբ, մաշակայունությամբ, պլաստիկությամբ և մի շարք այլ դրական հատկանիշներով:

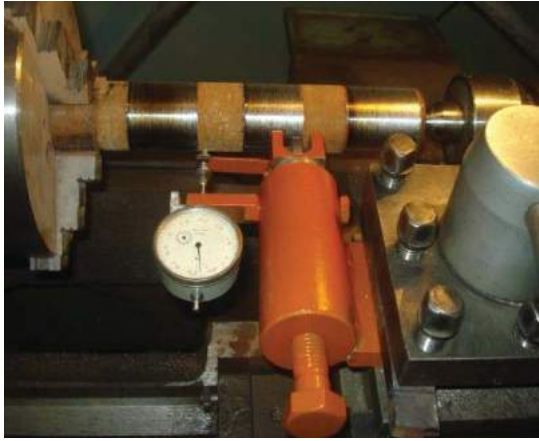
Գործիքների հոլովակների և ծայրակալների վրա մաշակայուն շերտերի ծածկութապատումն առավելապես մեծացնում է գործիքի մաշակայունությունը և երկարակեցությունը՝ միաժամանակ խնայելով թանկ հղկանյութերը և կրճատելով պատրաստվող նոր գործիքների քանակը: Այս առումով, փորձ է արվել հարթեցուցիչ գործիքի մետաղակերամիկական կարծրամածուկվածքե հոլովակի վրա ստանալ մաշակայուն շերտեր դժվարահալ մետաղներից, ինչպես օրինակ, ռենիումից, կալիումի երկաթացիանիդի, կարբոնատի և փայտածխի պինդ միջավայրում ստացվող նիտրիդներից, կարբոնիտրիդներից:

Հարթեցման ռեժիմի հիմնական բնութագրերի՝ ճնշում (P), մատուցում (s), անցումների քանակ (n) և խորդուբորդություններ, մեծությունների կախվածությունը բերված են նկ. 3...5-ում: Պողպատների մշակման համար լավագույն արժեքներն են $P=40...45$ կգ, $s=0.1$ մմ/պտ, $n=3...4$ և հարթեցման արագությունը $V=80-120$ մ/ր և մակերևութի խորդուբորդությունը $Rz=10-16$ մկմ (քսուքը արտադրական յուղով 20 կամ էմուլսիայով): Հարթեցման նման պայմաններում առաջնային մակերևութի խորդուբորդությունը լավանում է 2...4 դասով: Դրանք համարվում են օպտիմալ նաև մակերևութների ամրության և մաշակայունության բարձրացման գործընթացում:

Փորձեր են կատարվել խառատային հաստոցի վրա, մշակվել են տարբեր մակնիշի պողպատներ: Մշակելուց հետո, որոշվել են մշակված մակերևութի խորդուբորդությունների մեծությունները և պարզ է դարձել, որ մակերևութային խորդուբորդությունների մեծությունների վրա էական ազդեցություն ունեն գործիքի մատուցման մեծությունը, ճնշման ուժը, պտտման արագությունը:

Հետազոտությունների արդյունքում պինդ և գազային միջավայրերում ջերմադիֆուզիոն մշակմամբ ստացված են մաշակայուն շերտեր (կարբիդներ, նիտրիդներ, կարբոնիտրիդներ, դժվարահալ մետաղներ՝ տիտան, վոլֆրամ, ռենիում և այլն) կարծրամածուկվածքե հոլովակների, գնդերի, ծայրակալների վրա:

Մեխանիկական փորձարկումների (նկ.6) մեծ շրջանակը հնարավորություն է տալիս մանրամասն փորձերի արդյունքում բացահայտել կարծրամածուկվածքե ռենիումապատված հոլովակների և ծայրակալների համալիր համեմատական բնութագրերը:



*Նկ.6. Մակերևութների
խորդուբորդությունների հարթեցումը
մետաղակերամիկական
կարծրամածուկվածքե ռենիումով
մետաղապատված հոլովակներով*

Եզրակացություն. Կատարած գիտափորձական տվյալներից պարզ է դարձել, որ ճնշման եղանակով մակերևութային շերտի խորդուբորդությունների հարթեցումը և նվազեցումը կարևոր նշանակություն ունի մեքենամասերի մակերևութային շերտի որակի լավացման և կարծրության բարձրացման գործընթացում:

Կարծրամածուկվածքե հոլովակների և ծայրակալների մակերևութային մաշակայուն շերտերի (նիտրիդներ, կարբիդներ, կարբոնիտրիդներ և այլն) ստացումը, ինչպես նաև ռենիումով մետաղապատումը գիտատեխնիկական նոր նվաճում է: Այն հնարավորություն է տալիս բացահայտելու նոր ոլորտներ, առավել բարձրացնելու պատասխանատու մեքենամասերի և գործիքների մաշակայունությունը և երկարակեցությունը:

Գրականություն

1. The analysis of mechanism of rhenium-coated tools' wear-resistance rising / **D. Petrosyan, G. Poghosyan, G. Hovsepyan, et al** // Annals of Agrarian Science. - June 2017.- Vol.15, issue 2.- P.184-186.
2. Durability and performance increase method of carbide drilling tools / **D. Petrosyan, G. Poghosyan, A. Altunyan, et al** // Bulletin of National Agrarian University of Armenia. - 2016.-N3. -P.47-50.
3. Способ повышения качества твердосплавных буровых инструментов / **Г. Овсепян, Г. Карапетян, Г. Погосян и др.** // Вестник НПУА: Сборник научных трудов. - 2017.-Часть 2.-С. 876-880.
4. **Азаревич Г.М., Берштейн Г.Ш.** Инструмент для чистовой обработки цилиндрических поверхностей давлением. Размерно-чистовая обработка деталей машин пластическим деформированием взамен обработки резанием. - М.: НИИмаш, 1965.

20.12.2017.

Г.А. Карапетян

УВЕЛИЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЙ, СНИЖАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТНЫЕ НЕРОВНОСТИ

Выработана технология для разглаживания неровностей поверхностей машинных частей, требующих высокой чистоты и точности в разных сферах производства. Показано, что для разглаживания неровностей поверхностей получение износостойких слоев термодиффузионной металлизацией и покрытием рением и другими металлическими сверхтвердыми материалами прочных сплавов роликов позволит повысить износостойкость разглаживающих поверхностей инструментов и улучшить качественные характеристики обработанных машинных частей.

Ключевые слова: рений, износостойкий слой, структура, процесс, температура.

G.A. Karapetyan

IMPROVEMENT OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF INSTRUMENTS REDUCING SURFACE ROUGHNESS

A technology has been processed to smooth the surface roughness of auto-parts requiring perfect cleanliness and accuracy in different spheres of production. It is shown, that for the surface roughness smoothing the production of durability layers by thermal diffusion metal coating and covering with rhenium and other supersolid metallic materials will support to increase the durability of surface smoothing devices and to improve the qualitative characteristics of the processed auto-parts.

Keywords: rhenium, durability layer, structure, process, temperature.

Կարապետյան Գոռ Արաի – մագիստրանտ, Ընդերքաբանության և մետալուրգիայի ֆակուլտետ (ՀԱՊՀ)

ՀՏԴ 663.223

ՄՆՆԴԻ ԵՎ ԹԵԹԵՎ
ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ

Կ.Ն. Կազումյան, Վ.Վ. Մկրտչյան

ՎԱՐԴԱԳՈՒՅՆ ԽԱՂՈՒՆ ԳԻՆՈՒ ԷՔՍՊԵԴԻՑԻՈՆ ԼԻԿՅՈՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ
ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ

Ներկայացված է վարդագույն խաղուն գինու արտադրության համար չորս տարբեր տեսակի էքսպեդիցիոն լիկյորների արտադրության տեխնոլոգիա, որոնց մեջ համապատասխանաբար օգտագործվել են խաղողի, ծիրանի, սև սալորի և խնձորի բրենդիններ: Այդ տեսակի էքսպեդիցիոն լիկյորների արտադրությունը համարվում է նորույթ Հայաստանի Հանրապետությունում:

Առանցքային բառեր. խաղուն գինի, էքսպեդիցիոն լիկյոր, սախարոզա, բրենդի:

Ներածություն. Էքսպեդիցիոն լիկյորը համարվում է խաղուն գինու հիմնական բաղադրիչ մասերից մեկը և կարևոր դեր է խաղում խաղուն գինու որակի ձևավորման մեջ:

Էքսպեդիցիոն լիկյորը պատրաստվում է խաղուն գինու գինենյութի մեջ սախարոզայի լուծման միջոցով: Սախարոզայի հետ միասին ավելացվում է կոնյակի սպիրտ՝ թնդության կարգավորման համար, ինչպես նաև ծծմբի երկօքսիդ, կիտրոնաթթու և ասկորբինաթթու՝ էքսպեդիցիոն լիկյորը օքսիդացումից զերծ պահելու և հետագայում հնեցման ժամանակ թթվածնի ասիմիլյացիան արագացնելու նպատակով [1]:

Բոլոր բաղադրիչ մասերի միախառնումից հետո էքսպեդիցիոն լիկյորը ենթարկվում է ֆիլտրացիայի և ուղարկվում հնեցման, որը տևում է առնվազն 100 օր:

Ըստ ԳՕՍՍ 33311-2015-ի, էքսպեդիցիոն լիկյորը պետք է համապատասխանի հետևյալ պահանջներին.

- շաքարի պարունակություն՝ 700...800 գ/դմ³,
- սպիրտի պարունակություն՝ ոչ ավել քան 11,5% ծավ.,
- տիտրվող թթուների պարունակություն՝ 6...8 գ/դմ³ [2]:

Հետազոտության արդյունքը. Հայաստանի Հանրապետության տարածքում գտնվող «Գետնատուն» գինու գործարանում պատրաստվել է չորս տեսակի էքսպեդիցիոն լիկյոր՝ վարդագույն խաղուն գինու արտադրության համար:

Էքսպեդիցիոն լիկյորների արտադրության համար օգտագործվել է Վայոց Ձորի տարածաշրջանի՝ ծովի մակերևույթից 1450մ բարձրության վրա գտնվող խաղողի այգիներում աճեցվող Արենի տեսակի խաղողից պատրաստված վարդագույն խաղուն գինու գինենյութ, նույն տարածաշրջանում աճեցվող խաղողի, ծիրանի, սև սալորի և խնձորի բերքից պատրաստված բրենդիններ՝ յուրաքանչյուրը 5 տարվա հնեցմամբ, սախարոզա, կիտրոնաթթու և ծծմբի երկօքսիդ:

Վարդագույն խաղուն գինու գինենյութի պատրաստման համար օգտագործվող խաղողի բերքահավաքը իրականացվել է հոկտեմբերի 20-ին՝ կատարելով մանրակրկիտ ընտրություն և հավաքելով միայն բարձր որակի խաղող՝ բացառելով տերևների, չհասունացած կամ վնասված ողկույթների և հողի մասնիկների առկայությունը:

Խաղողը գործարանում վերամշակվել է հատուկ իտալական արտադրության գրտնակային ջարդիչ-չանչազատիչի միջոցով, որի աշխատանքի շնորհիվ խաղողը ենթարկվել է հնարավորինս նուրբ ջարդման: Փլուշապոմպի միջոցով փուշը հավաքվել է չժանգոտվող պողպատից պատրաստված պահամանի մեջ և հատուկ խաղուն գինու գինենյութի պատրաստման համար առանձնացվել է ինքնահոս քաղցուն, որն էլ ենթարկվել է պարզեցման ֆլոտացիայի եղանակով: Պարզեցման այս եղանակը նորույթ է Հայաստանի գինեգործության համար, որի առանձնահատկությունն այն է, որ պարզեցման ողջ ընթացքը տևում է 1...1,5 ժ:

Վերջնականապես պարզված քաղցուն հավաքվել է խմորման համար նախատեսված չժանգոտվող պողպատից պատրաստված հատուկ խմորման պահամանում, որտեղ ենթարկվել է խմորման:

Սպիրտային խմորման տևողությունը կազմել է 14 օր և ստացվել է 11% ծավ. թնդությամբ և 2 գ/դմ³ մնացորդային շաքարի պարունակությամբ խաղուն գինու գինենյութ:

Սպիրտային խմորման ավարտից հետո վարդագույն խաղուն գինու գինենյութը մեկ ամսվա ընթացքում պահվել է խմորասնկային նստվածքի հետ միասին, որի հետ մեկտեղ ընթացել է գինենյութի խնձորակաթնաթթվային խմորումը: Մեկ ամիս անց կատարվել է փակ փոխլցում, որից հետո վարդագույն խաղուն գինու գինենյութը պահվել է չժանգոտվող պողպատից պատրաստված պահամանում 15 °C ջերմաստիճանային պայմաններում առանց օդի ներթափանցման՝ հանգստացնելու նպատակով:

Էքսպեդիցիոն լիկյորի արտադրության համար օգտագործվող վարդագույն խաղուն գինու գինենյութը ենթարկվել է ֆիզիկաքիմիական հետազոտության, որի արդյունքները ամփոփված են աղյուսակ 1-ում:

Աղյուսակ 1

Վարդագույն խաղուն գինու գինենյութի ֆիզիկաքիմիական հետազոտության արդյունքները

№	Ցուցանիշ	Չափի միավոր	Ցուցանիշի արժեքը
1	Մնացորդային շաքար	գ/դմ ³	2
2	Էթիլ սպիրտ	% ծավ.	11
3	Տիտրվող թթուներ ըստ գինեթթվի	գ/դմ ³	5.85
4	Ցնդող թթուներ ըստ քացախաթթվի	գ/դմ ³	0.592
5	pH		3.2
6	Ազատ SO ₂	մգ/դմ ³	20.0
7	Ընդհանուր SO ₂	մգ/դմ ³	80.6

Օգտագործվող գինենյութի վերլուծական ստուգումից հետո նրա մեջ լուծվել է սախարոզա այնպիսի քանակությամբ, որ ստացված խառնուրդի մեջ շաքարի պարունակությունը կազմի 800 գ/դմ³: Սախարոզայի լուծումից հետո ստացված խառնուրդը բաժանվել է չորս մասի և ավելացվել համապատասխանաբար չորս տարբեր տեսակի բրենդին՝ խաղողի բրենդի՝ 65% ծավ. թնդությամբ, ծիրանի բրենդի՝ 47% ծավ. թնդությամբ, սև սալորի բրենդի՝ 47% ծավ. թնդությամբ և խնձորի բրենդի՝ 47% ծավ. թնդությամբ՝ յուրաքանչյուրը 5 տարվա հնեցմամբ: Օգտագործվող բրենդիները ավելացվել են այնպիսի քանակությամբ, որ ստացվել է 11,4% ծավ. թնդությամբ չորս տարբեր տեսակի էքսպեդիցիոն լիկյոր [3-5]:

Հնեցման ժամանակ էքսպեդիցիոն լիկյորները օքսիդացումից զերծ պահելու, ինչպես նաև պատրաստման ժամանակ լիկյորների մեջ առաջացած թթվածնի մեծ քանակության ասիմիլյացիան արագացնելու նպատակով լիկյորներին ավելացվել է կիտրոնաթթու 1 գ/դմ³ չափաքանակով և ծծմբի երկօքսիդ 60 մգ/դմ³ չափաքանակով [3]:

Ստացված էքսպեդիցիոն լիկյորները ֆիլտրվել և ենթարկվել են ֆիզիկաքիմիական հետազոտության, որի արդյունքները ամփոփված են աղյուսակ 2-ում:

Էքսպեդիցիոն լիկյորների ֆիզիկաքիմիական հետազոտության արդյունքները

Հետազոտվող նյութը	Էթիլ սպիրտ, % ծավ.	Շաքար, գ/դմ ³	Ընդհանուր SO ₂ , մգ/դմ ³	Ազատ SO ₂ , մգ/դմ ³	Տիտրվող թթուներ, գ/դմ ³
Էքսպեդիցիոն լիկյոր (խաղողի բրենդիի հավելմամբ)	11,4	800	75	28	6.1
Էքսպեդիցիոն լիկյոր (ծիրանի բրենդիի հավելմամբ)	11,4	800	75	28	6.0
Էքսպեդիցիոն լիկյոր (սև սալորի բրենդիի հավելմամբ)	11,4	800	75	25	6.0
Էքսպեդիցիոն լիկյոր (խնձորի բրենդիի հավելմամբ)	11,4	800	75	28	6.0

Բացի վերլուծական ստուգումից, իրականացվել է ստացված էքսպեդիցիոն լիկյորների զգայորոշման ստուգում, ինչի արդյունքում նկատվել է, որ յուրաքանչյուր լիկյոր ունի իր մեջ ավելացված համապատասխան տեսակի բրենդիի դուրեկան համ և բույր:

Վերլուծական և զգայորոշման ստուգումից հետո էքսպեդիցիոն լիկյորները ուղարկվել են հնեցման ապակե տարաների մեջ հատուկ ստորգետնյա մառան, որտեղ օդի ջերմաստիճանը կազմում է 15...18 °C [4,5]:

Այսպիսով, հետազոտության արդյունքում ստացվել է չորս նոր տեսակի էքսպեդիցիոն լիկյորներ, որոնք համապատասխանում են վարդագույն խաղուն գինու արտադրության համար էքսպեդիցիոն լիկյորներին առաջադրվող պահանջներին:

Գրականություն

1. **Boulton, R.B., Singelton, V.L., Bisson, L.F., Kunkee, R.E.** Principles and practices of winemaking. – Nova York: International Thomson Publishing, 1995. – 603p.
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 33336-2015. Вина игристые. Общие технические условия. – М., 2016.
3. **Авакянц С.П.** Игристые вина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 272с.
4. **Авакянц С.П.** Биохимические основы технологии шампанского.–М.: Пищевая промышленность, 1980. – 352с.
5. **Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H., Nury, F.S.** Wine analyses and production. – Maryland: Aspen Publishers, 2000. – 613p.

21.11.2017.

К.Н. Казумян, В.В. Мкртчян

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭКСПЕДИЦИОННОГО ЛИКЕРА ДЛЯ РОЗОВОГО ИГРИСТОГО ВИНА

Дано описание технологии приготовления четырех различных типов экспедиционного ликера для производства розового игристого вина, в которых были использованы соответственно виноградные, абрикосовые, черносливовые и яблочные бренди. Производство таких типов экспедиционного ликера считается новинкой в Республике Армения.

Ключевые слова: игристое вино, экспедиционный ликер, сахароза, бренди.

K.N. Kazumyan, V.V. Mkrtchyan

EXPEDITION LIQUEUR PRODUCTION TECHNOLOGY FOR ROSE SPARKLING WINE

The description of four different types of expedition liqueur production technologies for rose sparkling wine is given, where grapes, apricot, black plum and apple brandies were used respectively. Production of such types of expedition liqueur is considered a novelty in the Republic of Armenia.

Keywords: sparkling wine, expedition liqueur, sugar, brandy.

Կազումյան Կարեն Նորիկի – տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, Մերձավանի գիտահետազոտական ինստիտուտ,

Մկրտչյան Վահե Վազգենի – ՀԱԱՀ-ի ասպիրանտ

ՀՏԴ 663.542

ՄՆՆԴԻ ԵՎ ԹԵԹԵՎ
ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ

Վ.Մ. Ավետիսյան Ա.Հ.Ներսիսյան

ԳԵՏՆԱԽՆԱԶՈՐԻ ԲՆԱԿԱՆ ԳԻՆՈՒ ՄԵՋ ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ԹԹՈՒՆԵՐԻ,
ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԵՎ ԲՈՒՐԱՎԵՏ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՈՐԱԿԱԿԱՆ ԵՎ ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ
ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄ

Ուսումնասիրվել են գետնախնձորի բնական գինու մեջ օրգանական թթուների, հանքային և բուրավետ նյութերի որակական և քանակական ցուցանիշները: Ցույց է տրված, որ գինու զգայորոշման ցուցանիշների ձևավորման գործընթացում օրգանական թթուները հատուկ դեր են կատարում: Հանքային տարրերի պարունակությունը կախված է գետնախնձորի տեսակից, բնակլիմայական պայմաններից, հիդրոտեխնիկայից և գինու պատրաստման տեխնոլոգիայից: Սպիրտային խմորման ընթացքում գինու համի և փնջի ստեղծման համար կարևոր դեր ունեն բուրավետ նյութերը:

Առանցքային բառեր. օրգանական թթուներ, հանքային տարրեր, բուրավետ նյութեր, գինենյութ, քաղցու:

Գինու օրգանական թթուները ներկայացված են ալիֆատիկ (միահիմն և բազմահիմն) և բուրավետ թթուներով: Դրանք ակտիվ մասնակցում են գինու պատրաստման ընթացքում տեղի ունեցող տարբեր կենսաքիմիական գործընթացներին: Քաղցուի և գինու մեջ դրանք գտնվում են ազատ կամ կապված վիճակում [1]:

Օրգանական թթուները և դրանց փոխազդեցության նյութերը կարևոր դեր են կատարում գինիների զգայորոշման ցուցանիշների ձևավորման գործընթացներում:

Գինիների մեջ խնձորաթթվի բարձր պարունակությունը գինիներին կարող է հաղորդել ոչ դուրեկան սրություն: Այդպիսի թթվությունը կոչվում է «կանաչ»: Թթուների անբավարար պարունակության դեպքում գինին ստացվում է «հարթ»: Խնձորաթթուն բավականին ինտենսիվ ծախսվում է շնչառական գործընթացների ժամանակ: Շոգ կլիմայով շրջաններում, որտեղ բույսերի մեջ շնչառական գործընթացները ընթանում են ավելի ինտենսիվ, հասունացման վերջում խնձորաթթվի ծախսը գերազանցում է գինեթթվի ծախսին, իսկ այդպիսի հումքից պատրաստված գինիները ունենում են ավելի ցածր թթվություն: Հյուսիսային շրջանների գինիների մեջ խնձորաթթվի պարունակությունը գերազանցում է գինեթթվի պարունակությանը:

Քաղցուի կամ գինու մեջ խնձորաթթվի բարձր պարունակությունը նվազեցնում են կենսաբանական եղանակով, որը հիմնված է այն հանգամանքի վրա, որ որոշ միկրոօրգանիզմներ ընդունակ են խմորել խնձորաթթուն: Գինեգործության մեջ լայն կիրառություն են գտել կաթնաթթվային բակտերիաները և *Schizosaccharomyces* (շիզոսախարոմիցես) ցեղի խմորասնկերը: Կաթնաթթվային բակտերիաները խնձորաթթուն վերածում են կաթնաթթվի և ածխաթթու գազի, իսկ *Schizosaccharomyces* ցեղի խմորասնկերը՝ էթիլ սպիրտի և ածխաթթու գազի, որի արդյունքում տիտրվող թթվության ցուցանիշը նվազում է խմորված խնձորաթթվի չափով [2, 3]:

Գինիների մեջ հանքային տարրերի պարունակությունը կախված է գետնախնձորի սորտից, բնակլիմայական պայմաններից, ագրոտեխնիկայից և գինու պատրաստման տեխնոլոգիայից:

Հանքային տարրերից գինիների մեջ առավել մեծ քանակներով հայտնաբերվել է կալիում [3]:

Բուրավետ նյութերը (սպիրտներ, ալդեհիդներ, բարդ էթերներ, թթուներ և այլն) սպիրտային խմորման ընթացքում մեծ քանակություններով սինթեզվելով խմորասնկերի բջիջների կողմից և գինենյութի տեխնոլոգիական մշակումների և պահպանման ընթացքում, որոշիչ դեր են խաղում գինիների բույրի և փնջի ստեղծման ժամանակ:

Տարբերում են առաջնային և երկրորդային բուրավետ նյութեր: Առաջնային բուրավետ նյութերը պարունակվում են գետնախնձորի պալարներում: Առաջնային բուրավետ նյութերի որակական և քանակական կազմը կախված է գետնախնձորի սորտից, հասունացման աստիճանից և այլն:

Երկրորդային բուրավետ նյութերն առաջանում են սպիրտային խմորման և պահպանման ընթացքում՝ ածխաջրերից, ամինաթթուներից և այլն: Խմորման ընթացքում, խմորասնկերի ֆերմենտային համակարգի շնորհիվ տեղի են ունենում բարդ կենսաքիմիական գործընթացներ,

որոնց արդյունքում առաջանում են ըստ բնույթի բավականին տարբեր նոր նյութեր: Մպիրտային խմորման երկրորդային նյութերի որակական և քանակական կազմը կախված է խմորասնկերի ռասսայից, աերացիայից, խմորման ջերմաստիճանից, քաղցուի կազմից, խմորման մեթոդից և այլն:

Գինու բուրավետ նյութերից են բարձր սպիրտները, որոնք առաջանում են նաև ամինաթթուների օքսիդացիոն դեգամինացման և հետագա դեկարբօքսիդացման արդյունքում: Ընդ որում, յուրաքանչյուր ամինաթթվից առաջանում է համապատասխան սպիրտ:

Գետնախնձորի գինենյութի մեջ խնձորաթթվի պարունակությունը մեծ է, ինչը պայմանավորված է ՀՀ Հյուսիսարևելյան գյուղատնտեսական գոտու բնակլիմայական պայմաններով և գինիների պատրաստման տեխնոլոգիայով: Չնայած այդ հանգամանքին՝ խնձորաթթվի բարձր պարունակությունը չի վատացնում գինենյութի զգայորոշման ցուցանիշները և գինենյութին հաղորդում է թարմություն:

Գետնախնձորի գինենյութի մեջ այդ ցուցանիշը կազմում է 232 մգ/100գ:

Կիտրոնաթթվի պարունակությունը գետնախնձորի գինենյութում կազմել է 38,3 մգ/100 գ:

Կիտրոնաթթուն գինու մեջ առաջանում է սպիրտային խմորման ժամանակ, խնձորակաթնաթթվային խմորման արդյունքում՝ որպես երկրորդային նյութ: Գինու մեջ կաթնաթթվի շատ բարձր պարունակությունը կարող է վկայել գինու հիվանդության մասին:

Կաթնաթթուն գինիներին հաղորդում է փափկություն: Հիվանդ գինիների մեջ կաթնաթթվի պարունակությունը կարող է հասնել մինչև 12 գ/դմ³: Կաթնաթթվի պարունակությունը մշակված տեխնոլոգիայով պատրաստված գետնախնձորի գինենյութի մեջ կազմել է 162 մգ/100գ քանակի, որի տվյալները ներկայացված են աղյուսակ 1-ում:

Աղյուսակ 1

Գետնախնձորի գինենյութի մեջ օրգանական թթուների պարունակությունը			
Գինենյութի անվանումը	Օրգանական թթուների պարունակությունը, մգ/100գ		
	Խնձորաթթու	Կիտրոնաթթու	Կաթնաթթու
Գետնախնձորի գինենյութ	232	38,3	162

Հետագոտված գինենյութի մեջ կալիումի պարունակությունը կազմում է 2820 մգ/կգ:

Գինենյութերի մեջ կալցիումի ավելցուկային պարունակությունը մեծացնում է բյուրեղային պղտորումների հավանականությունը: Թույլատրելի սահմաններից բարձր Ca - ի կոնցենտրացիաները նպաստում են բիոպոլիմերների առաջացմանը և դրանց կոագուլացմանը՝ հետագա բյուրեղառաջացմամբ:

Մշակված տեխնոլոգիայով պատրաստված գետնախնձորի գինենյութում հայտնաբերվել է կալցիում 370 մգ/կգ քանակությամբ:

Ըստ մի շարք հեղինակների էլեկտրադիալիզի միջոցով կարելի է ապահովել գինիների կայունությունը պղտորումների նկատմամբ, որոնք պայմանավորված են մետաղի կատիոնների ավելցուկներով (մետաղական կասսեր, բյուրեղային պղտորումներ և այլն): Սեղանի գինիների պահպանման ընթացքում կալցիումի պարունակությունը զգալի նվազում է:

Հետագոտված գինենյութում նատրիում չի պարունակվել:

Հետագոտված գետնախնձորի գինենյութում մագնեզիումի պարունակությունը հայտնաբերվել է 100 մգ/կգ քանակությամբ:

Գինենյութերի անվտանգության ցուցանիշների հետազոտման ընթացքում որոշվել է նաև կապարի (0,06 մգ/կգ), սնդիկի (0,001 մգ/ կգ), կադմիումի (0,01 մգ/կգ), պղնձի (0,005 մգ/կգ), ցինկի (0,01 մգ/կգ) պարունակությունները, որոնք չեն գերազանցում թույլատրելի սահմանները:

Գետնախնձորի գինենյութի մեջ հանքային նյութերի կազմը ցուցադրված է աղյուսակ 2-ում:

Աղյուսակ 2

Գետնախնձորի գինենյութի մեջ հանքային նյութերի կազմը	
Տարրը	Պարունակությունը, մգ/կգ
Ca	0,43
Zn	14,8
Mn	38,4
Ce	0,01
Ni	0,24
Ca	370
Mg	10,0
P	440,0
K	2820,0

Գետնախնձորի գինու մեջ ալդեհիդները և կետոններն առաջանում են ածխաջրերից, ամինաթթուներից: Սպիրտների օքսիդացման արդյունքում դրանց զգալի մասը կազմում է քացախալդեհիդը: Այն մեծ քանակներով առաջանում է սպիրտային խմորման ժամանակ:

Ալդեհիդները օժտված են մեծ ռեակցիոն ունակությամբ: Դրանք փոխազդում են ամինաթթուների, սպիրտների, անտոցիանների, ծծմբային թթվի և այլ միացությունների հետ: Դրանք մի շարք նյութերի (թթուներ, սպիրտներ, ալդեհիդներ) սկզբնաղբյուրներն են, որոնք մասնակցում են գինիների զգայորոշման հատկությունների ձևավորմանը:

Պատրաստված գետնախնձորի գինում հետազոտվել են ցնդող և բուրավետ նյութերը: Արդյունքները ամփոփված են աղյուսակ 3 - ում: Աղյուսակի տվյալներից երևում է, որ քացախալդեհիդի պարունակությունը կազմել է 5,83 մգ/դմ³:

Ֆուրֆուրոլի քանակությունը, որը կազմել է 0,42 մգ/դմ³, առաջացել է պենտոզ -ների դեհիդրատացման արդյունքում, ինչպես նաև պեկտինային նյութերից:

Աղյուսակ 3

Բուրավետ նյութերի որակական և քանակական կազմը	
Բուրավետ նյութեր (մգ/դմ ³)	Գինենյութի անվանումը
	Գետնախնձորի
Քացախալդեհիդ	5,83
Դիացետիլ	-
Ացետոն	1,83
Ֆուրֆուրոլ	0,42
1.3 - պրոպիլենգլիկոլ	0,37
Ընդհանուր	8,45
Բարդ եթերներ	
Էթիլֆորմիատ	0,11
Մեթիլացետատ	1,51
Էթիլացետատ	10,3
Իզոբուտիլացետատ	-
Էթիլվալերիատ	0,36
Մեթիլկապրիլատ	0,41
Էթիլկապրիլատ	0,32
Էթիլլալատ	-
Ընդհանուր	12,01
Էթիլացետալ	0,03
Մեթանոլ	30,21
Բարձր սպիրտներ	
2 – պրոպանոլ	-
1 – պրոպանոլ	320,21
Իզոբութանոլ	34,56
1 – բութանոլ	0,81
Իզոամիլ սպիրտ	272,6
1 - ամիլոլ	0,18
1 – հեքսանոլ	3,21
Ընդհանուր	343,57
Ալիֆատիկ թթուներ	
Պրոպիանաթթու	0,03
Իզոկարագաթթու	0,72
Իզո – վալերիանաթթու	0,43
Վալերիանաթթու	-
Կարագաթթու	0,38
Ընդհանուր	1,56
Կապրինային ալդեհիդ	11,36
Ֆենիլէթանոլ	25,8
Բուրավետ նյութերի ընդհանուր պարունակությունը	402,75

Մենթոլի պարունակությունը, որն առաջացել է պեկտինային նյութերից և կազմել է 30,21 մգ/դմ³, անցանկալի է, քանի որ այն բավականին թունավոր է:

Գետնախնձորի բույրի կարևոր բաղկացուցիչներից են եթերները, որոնք կենսաբանական եթերացման գործընթացի ժամանակ առաջացել են սպիրտների և օրգանական թթուների փոխազդեցության արդյունքում: Գետնախնձորի գինու մեջ բարդ եթերներից հայտնաբերվել է էթիլացետատ, $10,3 \text{ մգ/դմ}^3$ քանակությամբ:

Գինու մեջ պարունակվող բուրավետ նյութերը խիստ բազմազան են և տարբերվում են իրենց կոնցենտրացիաներով: Ածխածնի երեք և ավելի ատոմ ունեցող ալիֆատիկ սպիրտները կոչվում են բարձր սպիրտներ:

Բարձր սպիրտներին են դասվում պրոպիլ, բութիլ, ամիլային, հեպտիլ և մյուս սպիրտները և դրենց իզոմերները՝ իզոամիլ, իզոբութիլ և այլն: Տարբեր կոնցենտրացիաների դեպքում բարձր սպիրտներն ունեն ծաղկային, մրգային կամ սիվուխային երանգներ:

Գետնախնձորի գինու մեջ բարձր սպիրտների հիմնական քանակությունը առաջացել է խմորման ընթացքում: Դրանցից մեծ քանակություն կազմողը իզոմիլ սպիրտն է՝ $272,6 \text{ մգ/դմ}^3$: Հայտնաբերվել են նաև իզոբութանոլ և 1 - պրոպանոլ սպիրտները՝ համապատասխանաբար $34,56$ և $32,21 \text{ մգ/դմ}^3$ քանակություններով:

Բուրավետ նյութերից գետնախնձորի գինենյութի մեջ հայտնաբերվել է β -ֆենիլէթանոլ, որը կազմել է $25,8 \text{ մգ/դմ}^3$: Ֆենիլէթանոլը տերպենային սպիրտ է՝ օժտված վարդի բույրով, որը փոքր կոնցենտրացիաներով գինուն հաղորդում է հաճելի երանգներ: Գինենյութերում ֆենիլէթանոլը առաջանում է հիմնականում էֆենիլալանինից և թիրոզինից:

Գրականություն

1. Кишковский З.Н. и др. Химия вина. - М.: Пищевая промышленность, 1976.-254с.
2. Герасимов М.А. Технология вина. - М.: Пищевая промышленность, 1959.-642с.
3. Кишковский З.Н., Скурихин И.М. Химия вина. - М.: Агропромиздат, 1988.-254с.

11.01.2018.

В.М. Аветисян, А.А. Нерсисян

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ, МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ДУШИСТЫХ ВЕЩЕСТВ В ТОПИНАМБУРОВОМ НАТУРАЛЬНОМ ВИНЕ

Изучены качественные и количественные показатели органических кислот, минеральных элементов и душистых веществ в топинамбуровом натуральном вине. Показано, что органические кислоты в процессе формирования органолептических показателей вина имеют важную роль. Содержание минеральных элементов зависит от сорта топинамбура, метеорологических условий, гидротехники и технологии приготовления вина. В процессе спиртового брожения душистые вещества имеют важную роль при создании вкуса и букета вина.

Ключевые слова: органические кислоты, минеральные элементы, душистые вещества, виноматериал, сусло.

V.M. Avetisyan, A.H. Nersisyan

INVESTIGATION OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE INDICES OF ORGANIC ACIDS, MINERAL ELEMENTS AND FRAGRANT SUBSTANCES IN NATURAL WINE OF JERUSALEM ARTICHOKE

The qualitative and quantitative characteristics of organic acids, mineral elements and fragrant substances in natural wine of Jerusalem artichoke are studied. It is shown that organic acids in the process of forming organoleptic indicators of wine have an important role. The content of the mineral elements depends on the variety of Jerusalem artichoke, meteorological conditions, hydraulic engineering and technology of wine production. In the process of alcohol fermentation, fragrant substances have an important role in creating the taste and the bouquet of wine.

Keywords: organic acids, mineral elements, fragrant substances, wine material, stum.

Ավետիսյան Վարսենիկ Մարիկի – տ.գ.թ., Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի ԲՄՎՏ ամբիոն, ՀՀԱ իսկական անդամ

Ներսիսյան Ալբերտ Հարությունի – Պռոշյանի կոնյակի գործարան ՓԲԸ, տեխնոլոգ

Ա.Հ. Գաբրիելյան

ԽԱՂՈՂԻ «ԿԱՐՄՐԱՀՅՈՒԹ» ԵՎ «ԽՆԴՈՂՆԻ» ՍՈՐՏԵՐԻՑ ՊԱՏՐԱՍՏՎԱԾ
ԳԻՆԻՆԵՐԻ ԳՈՒՆԱՅԻՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Գինու որակական հատկանիշների գնահատման և գինու բնութագրման համար կարևոր ցուցանիշ է գինու գույնը: Գինու գույնը տեղեկություն է տալիս ինչպես գինու որակի և տեսակի, այնպես էլ քիմիական կազմի մասին: Ուղղորդվելով վերոնշյալով՝ մեր նպատակն է եղել խաղողի «Խնդողնի» և «Կարմրահյուլ» սորտերից վարդագույն և կարմիր չոր գինիների պատրաստումը, և դրանցում գունաչափական ցուցանիշների հետազոտումը և համեմատումը: Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս գինիների գունաչափական ցուցանիշների՝ ինտենսիվության, պարզության, գունավորման, երանգի, տարբերությունների՝ արտահայտված թվերով, ինչպես նաև գինիների գույների փոփոխության դինամիկան հնեցման և պահպանման ժամանակ:

Առանցքային բառեր. վարդագույն գինի, կարմիր գինի, «Կարմրահյուլ», «Խնդողնի», գունաչափական ցուցանիշներ:

Ներածություն. Գույնը այն զգացողությունն է, որը մարդը զգում է տեսողական զգայարանների շնորհիվ, երբ լույսի ճառագայթը, ընկնելով որևէ օբյեկտի վրա, կլանվում և/կամ անդրադարձվում է այս կամ այն չափով: Գույնը անմիջականորեն կապված է լույսի ճառագայթի տեսակից, ուստի, կախված լույսի աղբյուրի տեսակից, մարդն ընկալում է գույնի տարբեր դրսևորումներ [1]: Գինին միևնույն ժամանակ և՛ կլանում, և՛ անդրադարձնում է իր վրա ընկած լույսի ճառագայթները: Անդրադարձված լույսի ճառագայթները կլանվելով աչքի կողմից՝ հնարավորություն են տալիս պատկերացում կազմել գինու գույնի մասին: Կարմիր գինիների մուգ գույնը պայմանավորված է նրանով, որ գինու վրա ընկած լույսի ճառագայթը համեմատաբար ավելի մեծ չափով է կլանվում: Վերջինս պայմանավորված է կարմիր և վարդագույն գինիների բնորոշ մի շարք քիմիական նյութերով, օրինակ, ֆենոլային նյութերով [2, 3]: Գինու իրական գույնը կարելի է բնորոշել (նկարագրել)՝ օգտագործելով այսպես կոչված 3 հիմնական հատկանիշներով կամ տեսողական զգացողության հատուկ բնորոշիչներով՝ տոնայնություն (tonality), պայծառություն (luminosity), քրոմատիզմ (chromatism):

Տոնայնությունը բնութագրվում է չորս՝ կարմիր, դեղին, կանաչ, կապույտ, գույների հարաբերակցությամբ: Պայծառության միջոցով բնութագրվում են գինու այս կամ այն չափով պայծառությունը և փայլը: Քրոմատիզմը կամ գունավորվածության աստիճանը անմիջականորեն կապված է գինու գույնի ինտենսիվության, հագեցվածության, խտության բարձր կամ ցածր լինելու հետ:

Օգտագործելով վերոնշյալ երեք գույնի հատկանիշները՝ կարելի է բացատրել և նկարագրել տարբեր գինիների բազմատեսակ գունային երանգները: Գինու քրոմատիկ հատկանիշները ներկայացվում են գունաչափական կոորդինատներով՝ պարզություն (L^* , $L^*=0$ սև, $L^*=100$ ՝ անգույն), կարմիր/կանաչ գունային բաղադրիչ (a^* , $a^*>0$ կարմիր, $a^*<0$ կանաչ), կապույտ/դեղին գունային բաղադրիչ (b^* , $b^*>0$ դեղին, $b^*<0$ կապույտ), և սրանցից բխող ցուցանիշներով՝ գունավորում (C^*), երանգ (H^* , $0-360^\circ$) [4-6]:

Վերոնշյալ ցուցանիշների որոշման հիմքում ընկած է գինու՝ լույսի տարբեր երկարության ճառագայթների (420 նմ, 520 նմ, 620 նմ) դեպքում կլանման աստիճանը [1]:

Նյութը և մեթոդը. Հետազոտության նպատակն է եղել ՀՀ Արագածոտնի մարզում աճող «Կարմրահյուլ» և Արցախի Հանրության շրջանում աճող «Խնդողնի» խաղողի սորտերից վարդագույն և կարմիր չոր գինիների, ինչպես նաև վերջիններիս հնեցված և պահպանված տարբերակների պատրաստումը և դրանցում գունաչափական ցուցանիշների ուսումնասիրումը և համեմատումը: Ելնելով վերը նշվածից՝ խնդիր է առաջադրվել կատարել նորարարություն, պատրաստելով վարդագույն և կարմիր միասորտ չոր գինիներ խաղողի «Կարմրահյուլ» սորտից, որը սելեկցիոն սորտ է, ստացված «Հադիսի», «Ամուրական» և «Չորնի սլադկի» սերմնաբույսերի խաչաձևումից (հեղինակ՝ Ս.Հ. Պողոսյան), ինչպես նաև ուսումնասիրել և համեմատել վերջիններիս գունաչափական ցուցանիշները և դրանց դինամիկան ժամանակի ընթացքում: «Խնդողնի» խաղողի սորտից պատրաստված կարմիր չոր գինին ծառայել է որպես համեմատական նմուշ:

Հարկ է նշել, որ գինիները պատրաստվել են Հայաստանում՝ մեր կողմից նախօրոք առաջարկված տեխնոլոգիայով [7, 8], իսկ որոշակի ցուցանիշների հետազոտությունը կատարվել է Գերմանիայի Գայգենհայմի համալսարանում՝ համաձայն Խաղողի և գինու միջազգային կազմակերպության (OIV) կողմից սահմանված մեթոդների (OIV-MA-AS2-07B, OIV-MA-AS2-11)՝ սպեկտրոֆոտոմետրի կիրառմամբ [9, 10]:

Արդյունքները. Հետազոտության շրջանակներում կատարվել է ուսումնասիրվող փորձանմուշների մի շարք քրոմատիկ (գունաչափական) հատկանիշների հետազոտում և հաշվարկ: Հետազոտման արդյունքներն ու վերոնշյալ ցուցանիշների փոփոխման դինամիկան ներկայացված են աղյուսակում:

Համաձայն կատարված հետազոտությունների գույնի ինդեքսի (ինտենսիվության) առավելագույն արժեքը գրանցվել է «Կարմրահյույթ» երիտասարդ կարմիր չոր գինու նմուշում՝ 30,59: Հարկ է նշել, որ միևնույն հումքից, որի գույնի ինդեքսը 6,57 է, կարմիր և վարդագույն գինիների գույնի ինդեքսը խիստ տարբերվում է: «Կարմրահյույթ» վարդագույն չոր գինու գույնի ինդեքսը 2,05 է: Ակնառու է, որ վերջինս վարդագույն գինիներին բնորոշ արժեքից մի փոքր բարձր է: Այս փաստը բացատրվում է վերոնշյալ գինիների հումքի և պատրաստման տեխնոլոգիայի առանձնահատկությամբ: «Խնդողնի» կարմիր չոր գինու նմուշում գույնի ինդեքսի արժեքը 6,29 է, որը մոտ հինգ անգամ քիչ է, քան «Կարմրահյույթ» կարմիր չոր գինու նմուշում: Հարկ է նշել, որ «Կարմրահյույթ» կարմիր չոր գինու պահորակման և հնեցման դեպքում գույնի ինդեքսը նվազել է մոտ 60...65 %-ով, հասնելով համապատասխանաբար 11,86 և 13,74, իսկ «Կարմրահյույթ» վարդագույն չոր գինու պահորակման ընթացքում գույնի ինդեքսը փոփոխվել է նվազագույն չափով: Վերջինս վկայում է վարդագույն գինու ապրանքային տեսքի ավելի երկար պահպանման մասին:

Պարզության և/կամ պայծառության տեսանկյունից աչքի է ընկել «Կարմրահյույթ» վարդագույն չոր գինին ($L^*=57,6$), ինչը վկայում է, որ տվյալ նմուշը համեմատաբար ամենագունագուրկն է եղել: Վերջինիս պահորակված փորձանմուշում տեղի ունեցած փոփոխությունները շատ քիչ են (L^* -ը 57,6-ից դարձել է 55,6): Հարկ է նշել, որ «Կարմրահյույթ» կարմիր չոր գինու գույնն այնքան մուգ է եղել (շատ մոտ սևին), որ հնարավոր չի եղել որոշակի արժեք որոշել: Սակայն վերջինիս պահորակված և հնեցված նմուշներում նկատվել է գույնի անկում, համապատասխանաբար դառնալով 10,4 և 8,9, և հետևաբար՝ պարզության մեծացում: Ակնառու է, որ միևնույն հումքից պատրաստված կարմիր և վարդագույն գինիների պարզության ցուցանիշները խիստ տարբերվում են: Բացի դրանից, վարդագույն գինին ավելի կայուն է գույնի պարզության տեսանկյունից, քան կարմիր չոր գինին: «Խնդողնի» կարմիր չոր գինու նմուշում գրանցվել է պարզության (պայծառության) համեմատաբար միջին արժեք՝ 21,0:

Քանի որ բոլոր հետազոտված փորձանմուշներում կարմիր/կանաչ գույնի բաղադրիչը (a^*) և դեղին/կապույտ գույնի բաղադրիչը (b^*) ունեն դրական արժեքներ, ուստի կարելի է եզրակացնել, որ բոլոր նմուշների գույնը և երանգը ձևավորվել է հիմնականում կարմիր և դեղին գույների հարաբերակցությամբ: Ունենալով գունավորման (C^*) և երանգի (H^*) թվաբանական արժեքները՝ կարելի է պատկերացնել և սահմանել հետազոտված փորձանմուշների գույնը: Վերջինս բոլոր հետազոտված փորձանմուշների համար գտնվում է կոորդինատային $[+a^*(\text{կարմիր}); +b^*(\text{դեղին})]$ միջակայքում: «Կարմրահյույթ» կարմիր չոր գինու գունավորման ցուցանիշից ($C^*=6,15$) երևում է, որ այն ունի շատ մուգ կարմիր գույն, որը հնեցման և պահորակման արդյունքում բացվել է, ինչը վկայում է կարմիր և դեղին գույների բաղադրիչների հարաբերության փոփոխության մասին: Կարելի է ենթադրել, որ վերջինս հիմնականում տեղի է ունեցել ֆենոլային նյութերի պոլիմերիզացման և նստեցման հետևանքով, քանի որ սրանք համարվում են կարմիր գույնի հիմնական ցուցիչները: «Խնդողնի» կարմիր չոր գինու գունավորման ցուցանիշի արժեքը ($C^*=57,4$) շատ մոտ է «Կարմրահյույթ» կարմիր չոր գինու հնեցված և պահորակված տարբերակների գունավորման ցուցանիշին:

Անալոգային ձևով կարելի է սահմանել հետազոտված նմուշների բնութագրերը ըստ գույնի երանգի և համեմատել միմյանց հետ: «Կարմրահյույթ» վարդագույն չոր գինու ցուցանիշը կոորդինատական հարթության վրա գտնվում է $92,5^\circ$ դիրքում, ինչը վկայում է, որ վերջինս ավելի մոտիկ է տեղակայված դեղին գույնի բաղադրիչի կոորդինատական առանցքին, ուստի ունի ամենաբաց գունավորումը: Վերոնշյալ նմուշի պահորակված տարբերակը $65,01^\circ$ դիրքում է, ինչը վկայում է պահորակման ընթացքում գույնի փոփոխության և ավելի նարնջագույն երանգի ձևավորման մասին, որն էլ կարող է հետևանք լինել ինչպես միկրոօքսիդացման, լույսի ազդեցության, այնպես էլ ֆենոլային նյութերի պոլիմերիզացման: Կարմիր գույնի բաղադրիչի կոորդինատական առանցքին ամենամոտը գրանցվել է «Կարմրահյույթ» կարմիր չոր գինու երանգային ցուցանիշը ($H^*=56$), ինչը վկայում է վերջինիս վառ արտահայտված կարմիր երանգի մասին: Վերոնշյալ նմուշի հնեցման և պահորակման ընթացքում գրանցվել է գույնի երանգի չնչին փոփոխություն:

Հետագա ավելի խորը հետազոտությունների դեպքում, օգտվելով նաև աղյուսակում բերված գունաչափական պարամետրերից, հնարավոր կլինի որոշակի փորձանմուշի համար ֆիքսել և սահմանել անվանական գույն:

«Կարմրահյույթ» խաղողի սորտից պատրաստված կարմիր և վարդագույն գինիները նաև կարմիր գույնով ներկվածության տեսանկյունից համեմատելու նպատակով, կարելի է հաշվել յուրաքանչյուր նմուշի համար $dA(\%)$ ցուցիչը, որը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով.

$$dA(\%) = (1 - (A_{420} + A_{620}) \div 2A_{520}) \times 100, \quad (1)$$

որտեղ՝ $dA(\%)$ – կարմիր գույնով ներկվածության ցուցիչ, A_{420} – լույսի ճառագայթի կլանման գործակիցը 420 նմ-ի դեպքում, A_{520} – լույսի ճառագայթի կլանման գործակիցը 520 նմ-ի դեպքում, A_{620} – լույսի ճառագայթի կլանման գործակիցը 620 նմ-ի դեպքում:

Աղյուսակ

Գունաչափական հատկանիշները հետազոտվող նմուշների մեջ

ՔՐՈՄՍՏԻԿ ՀԱՏԳԱՆԻՇՆԵՐ	ՉԱՓՄԱՆ ՄԻԱՎՈՐ	ՆՄՈՒՇՆԵՐ						
		Քաղցու (Կարմրահյուս)	«Կարմրահյուս» կարմիր չոր գինի	«Կարմրահյուս» վարդագույն չոր գինի	«Կարմրահյուս» կարմիր չոր գինի (շալցումից 3 տարի հետո)	«Կարմրահյուս» կարմիր չոր գինի (հնեցված տակառում)	«Կարմրահյուս» վարդագույն չոր գինի (շալցումից 3 տարի հետո)	«Խնորդին» կարմիր չոր գինի
Կլանման գործակից (420 նմ) (A_{420})	Կլ/սմ	2,055	8,700	0,900	4,565	4,990	1,140	2,440
Կլանման գործակից (520 նմ) (A_{520})	Կլ/սմ	4,030	17,065	0,940	5,775	7,010	1,040	3,075
Կլանման գործակից (620 նմ) (A_{620})	Կլ/սմ	0,485	4,820	0,205	1,520	1,735	0,200	0,770
Գույնի ինդեքս (ինտենսիվություն) (I)	-	6,570	30,59	2,05	11,86	13,74	2,38	6,29
Պարզություն (պայծառություն) (I^*)	-	29,0	-	57,6	10,4	8,9	55,6	21,0
Կարմիր/կանաչ գույնի բաղադրիչ (a^*)	-	58,1	4,3	39,1	41,5	39,8	42,2	48,3
Դեղին/կապույտ գույնի բաղադրիչ (b^*)	-	44,8	4,4	24,2	40,3	39,7	37,2	31,1
Գունավորում (C^*)	-	73,4	6,15	45,98	57,8	56,2	56,3	57,4
Երանգ (H^*)	°	74,3	56	92,5	58,9	57,4	65,01	89,04

«Կարմրահյուս» կարմիր չոր գինու և «Կարմրահյուս» վարդագույն չոր գինու $dA(\%)$ ցուցիչները համապատասխանաբար կլինեն.

$$dA(\%)_{կ.կ.չ.գ} = (1 - (8.7 + 4.82) \div 2 \times 17.065) \times 100 = 60.38\%, \quad (2)$$

$$dA(\%)_{կ.վ.չ.գ} = (1 - (0.9 + 0.205) \div 2 \times 0.94) \times 100 = 41.22\%: \quad (3)$$

Համաձայն գրականության տվյալների [1], կարմիր գինիների համար $dA(\%)$ ցուցիչը գտնվում է 40...60 միջակայքում: Որքան մեծ է $dA(\%)$ ցուցիչի արժեքը, այնքան ավելի մուգ կարմիր գունավորում ունի գինին: Ակնառու է, որ «Կարմրահյուս» կարմիր չոր գինին ունի շատ մուգ կարմիր գունավորում ($dA(\%)_{կ.կ.չ.գ}=60,38 \%$), որը գերազանցում է նաև կարմիր գինիների համար գրականությունում նշված առավելագույն արժեքը: Այս փաստը մարքեթինգի և վաճառքի տեսանկյունից կարող է բացասական ազդեցություն ունենալ, քանի որ արդի շուկայական պայմաններում ավելի նախընտրելի են համեմատաբար թեթև, հեշտ խմվող կարմիր գինիները: Հարկ է նշել, որ «Կարմրահյուս» վարդագույն չոր գինու $dA(\%)_{կ.վ.չ.գ}$ ցուցիչը գտնվում է կարմիր գինիներին բնորոշ ստորին սահմանում՝ $dA(\%)=41,22 \%$, ինչը բնորոշ չէ շուկայում առկա վարդագույն գինիներին: Նշված

համեմատաբար մուգ գույնը և տարբերությունը շուկայում առկա գինիներից կարող է դրական ազդեցություն ունենալ մարքեթինգային տեսանկյունից, բավարարել և՛ վարդագույն, և՛ կարմիր գինիներ սպառողներին:

Եզրակացություն. Հետազոտության արդյունքներով բացահայտվում են ուսումնասիրված նմուշների գունային ցուցանիշների թվային արժեքները, որոնց միջոցով հնարավոր է դառնում ճշգրիտ համեմատականներ անցկացնել: Այսպիսով, «Կարմրահյույթ» կարմիր չոր երիտասարդ գինին ունի առավելագույն գունավորումը, սակայն վերջինիս գույնը բավականին անկայուն է հնեցման և պահորակման ժամանակ: «Կարմրահյույթ» վարդագույն չոր գինին իր տեսակի համար ունի համեմատաբար մուգ գունավորում, սակայն բավականին կայուն է պահորակման ժամանակ: «Խնդոցնի» կարմիր չոր գինու դեպքում գրանցվել են միջին ցուցանիշներ:

Գրականություն

1. **Ribereau-Gayon, P., Gloires Y., Maujean A., Dubourdieu D.** Handbook of Enology, Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments. - John Wiley & Sons, 2000.
2. **Billmeyer, F.W., Saltzman M.** Principles of Color. Technology, 2. Auflage. - New York, J. Wiley and Sons, 1981.
3. **Cagnaso E.** Metodi Oggettivi per la definizione del colore del vino. Quaderni della Scuoladi Specializzazione in Scienze Viticole ed Enologiche. - Universidad di Torino, 1997.
4. Colorimetry : 2nd Ed.- Publication CIE 15.2. - Vienna, 1986.
5. **Wiszecki G., Stiles W.S.** Color Science, Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae. - 2nd Ed. - Wiley, New York, 1982.
6. **Juan Moreno, Rafael Peinado.** Enological Chemistry.- USA, 2012, Elsevier Inc.- 429 p.
7. **Գաբրիելյան Ա.Հ., Մուրադյան Զ.Է.** Խաղողի «Կարմրահյույթ» սորտից սեղանի կարմիր չոր գինու պատրաստման տեխնոլոգիայի կատարելագործում // Ազրոգիտություն. - 2015.- Հ. 7-8.- էջ 324-328:
8. **Գաբրիելյան Ա.Հ.** Խաղողի «Կարմրահյույթ» սորտից վարդագույն չոր գինու պատրաստման տեխնոլոգիայի կատարելագործում // Ազրոգիտություն. - 2015.- Հ. 9-10.- էջ 398-401:
9. **International Organisation of Vine and Wine**, Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis // OIV-18 RUE D'AGUESSEAU – 75008.- PARIS, 2016.- V. 2.- 762 p.
10. **Jacobson Jean L.** Introduction to Wine Laboratory Practices and Procedures. - United States of America, Springer Science + Business Media, Inc., 2006.- 375 p.

12.12.2017.

А.Г. Габриелян

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИН, ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ СОРТОВ ВИНОГРАДА "КАРМРАЮТ" И "ХНДОХНИ"

Цвет вина считается важным фактором для оценки его качества и характеристики. Он может дать некоторые важные сведения о типе и качестве вина, а также его химическом составе. Целью исследования является изготовление розовых и красных сухих вин из сортов винограда "Кармрают" и "Хндохни", а также анализ и сравнение колориметрических показателей в них. Результаты исследований свидетельствуют о различиях в колориметрических показателях вин (интенсивность, прозрачность, окраска, оттенки), выраженных в цифрах, а также о динамическом изменении цвета вина при выдержке и хранении.

Ключевые слова: розовое вино, красное вино, сорт винограда "Кармрают", сорт винограда "Хндохни", цветовые характеристики.

A.H. Gabrielyan

THE INVESTIGATION OF CHROMATIC CHARACTERISTICS OF WINES MADE OF THE GRAPE VARIETIES "KARMRAHYUT" AND "KHNDOGHNI"

The color of wine is considered to be an important factor for the wine quality estimation and wine characterization. It can give some important insights about wine type and quality, as well as its chemical composition. The goal of the investigation was the production of rose and red dry wines from "Khndoghni" and "Karmrahyut" grape varieties, and also analysis and comparison of the colorimetric indicators in them. The results of the research findings demonstrate the differences in the colorimetric indicators of the wines (intensity, clarity, chroma, tone) expressed in numbers, as well as the dynamic change of the wine color during aging and storing processes.

Keywords: rose wine, red wine, grape variety "Karmrahyut", grape variety "Khndoghni", colorimetric characteristics.

Գաբրիելյան Արտակ Հենրիկի – ասպիրանտ, ՀԱԱՀ

ՀՏԴ 685.34.03

ՍՆՆԴԻ ԵՎ ԹԵԹԵՎ
ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ

Ա.Գ. Աթոյան

ԿՈՇԻԿԻ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ՄԻԱՑՔՆԵՐԻ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ
ՏԵՂԱԿԱՅԱՆՔ

Կատարվել է գրականության վերլուծություն կոշիկի մասնիկների միացքների ամրության հետազոտման բնագավառում: Առաջարկվել է կոշիկի մասնիկների սոսնձային, թելային, սոսնձաթելային և եռակցովի միացքների ամրության որոշման տեղակայանք, որը թույլ է տալիս կատարել միացքների ամրության հետազոտություն շրջապատող միջավայրի միկրոկլիմայի պայմաններում՝ հաշվի առնելով կոշիկի տարբեր դիրքերը գետնի մակերևույթի նկատմամբ:

Առանցքային բառեր. տեղակայանք, կոշիկ, մասնիկ, միացքներ, ամրություն, ուժաչափ, խոնավաչափ, տեղամաս:

Ներածություն. Կոշիկի մասնիկների սոսնձային, թելային, սոսնձաթելային և եռակցովի միացքների ամրությամբ են պայմանավորված դրա որակական ցուցանիշները: Գրականության վերլուծությունից պարզվել է [1-4], որ ներկայացված սոսնձային միացքների ամրության որոշման համար տեղակայանքները և սարքերը թույլ չեն տալիս կատարել միացքների փորձարկում դրանց տարբեր պոկման անկյունների դեպքում: Բացի դրանից, բոլոր աշխատանքներում բացակայում է սոսնձամիացքների ամրության փորձարկումը ճառագայթային ջերմափոխանա-կության հաշվառմամբ, բացակայում են տվյալները թելային, սոսնձաթելային և եռակցովի միացքների ամրության որոշման վերաբերյալ: Այդ պատճառով սոսնձային, թելային, սոսնձաթելային, եռակցովի և համակցված միացքների ամրության փորձարկումը ջերմաստիճանի, խոնավության, ճառագայթման և պոկման անկյան հաշվառմամբ խիստ արդիական խնդիր է:

Մշակվել է նշված միացքների ամրության փորձարկման տեղակայանք, որը հաշվի կառնի խոնավության, ջերմաստիճանի, ճառագայթման, միջավայրի շարժման արագության և պոկման անկյան ազդեցությունը միացքների ամրության վրա:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Միացքների ամրության որոշման համար գոյություն ունեն մի շարք տեղակայանքներ և սարքեր: Աշխատանք [1]-ում ներկայացված է սոսնձային միացքների ամրության ստուգման տեղակայանք, որում սոսնձավաճմիացքները կամ կոշիկը մի կողմից տեղակայվում և ամրացվում է հարմարանքի մեջ, իսկ ազատ կողմից իրականացվում է դրա ձգումը: Թերությունն այն է, որ տվյալ տեղակայանքի շահագործման ժամանակ հաշվի չեն առնվում բնակլիմայական պայմանները: Այդ պատճառով միացքների ամրության որոշման արդյունքում ստացված արժեքները լիովին չեն արտացոլում իրական պատկերը:

PT-250 մակնիշի խզող մեքենայի վրա (ГОСТ 9290-76) սոսնձային միացքների ամրության փորձարկման համար դրանք ամրացվում են մեքենայի սեղմիչներում [2,3]: Սեղմիչներից մեկն անշարժ է, իսկ մյուսը պտուտակային գույգի միջոցով կարող է կատարել համընթաց շարժում՝ ձգելով փորձարկվող միացքը: Մեքենայի սանդղակի վրա գրանցվում է խզման ճիգի մեծությունը: Ամրության փորձարկման ընթացքում նույնպես հաշվի չեն առնվում շահագործման պայմանները:

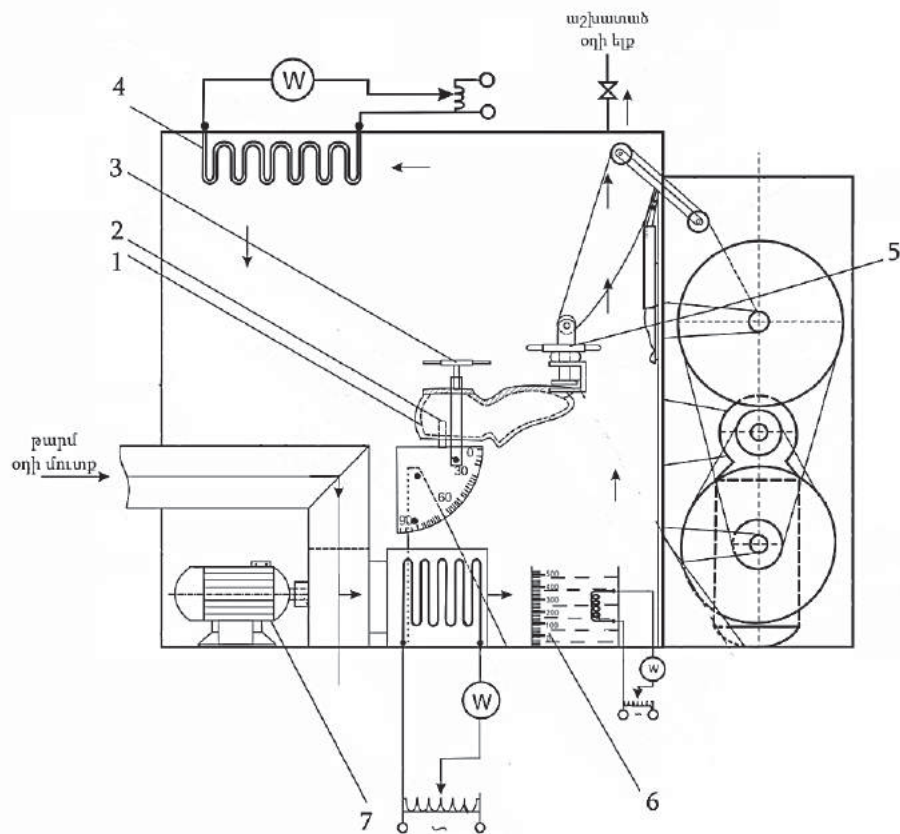
Աշխատանք [4]-ում առաջարկվում է PT-250 մակնիշի խզող մեքենայի աշխատանքային տիրույթում տեղադրել ուղղանկյուն պրիզմայաձև ջերմաստիճանաչափային խցիկ և սոսնձային միացքների ամրության փորձարկումը կատարելայն խցիկի շրջանակներում: Սարքի թերությունն այն է, որ փորձարկման ընթացքում հնարավոր չէ հաշվի առնել խոնավային ռեժիմը և ապահովել խոնավության և ջերմաստիճանի համատեղ ազդեցությամբ սոսնձային միացքների ամրության փորձարկում:

Աշխատանք [5]-ում առաջարկված է կոշիկի սոսնձամիացքների ամրության որոշման սարք, որի աշխատանքն իրականացվում է պտտվող սկավառակով և որի վրա անշարժ ամրացված կաղապարի վրա տեղադրված է կոշիկը ներբանով: Պտտվող սկավառակը հնարավորություն է տալիս կոշիկի ներբանը տեղակայել պոկման տարբեր անկյուններով: Այս դեպքում սնեղվում է ներբանի ծայրի ձգման ուղղության և կաղապարի վրա տեղակայված կոշիկի ներբանի միջև կազմված անկյունը: Սոսնձային

միացքների փորձարկումների արդյունքները ցույց են տվել, որ դրանց պոկումը և դիմադրությունը պոկման ժամանակ կախված է ոչ միայն պոկման արագությունից, այլ նաև պոկման անկյունից: Մարքի թերությունը այն է, որ սարքը հնարավորություն չի տալիս կատարել փորձարկումները ջերմության և խոնավության համատեղ ազդեցության պայմաններում:

Հետազոտության արդյունքները: Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի Գյումրու մասնաճյուղի «Տեքստիլ ճարտարագիտություն» ամբիոնում մշակվել է կոշիկի սոսնձային, թելային, սոսնձաթելային, եռակցովին համակցված միացքների ամրության որոշման տեղակայանք, որը թույլ է տալիս հաշվի առնել կոշիկի դիրքի, շրջապատող միջավայրի, ջերմաստիճանի, խոնավության, ճառագայթման և շարժման արագության համատեղ ազդեցությունը նշված միացքների ամրության վրա:

Առաջարկվող տեղակայանքը կազմված է երկու տեղամասից՝ շարժաբեռային և փորձարարական: Միացքը տեղակայվում է փորձարարական տեղամասում գտնվող կաղապարի վրա, որի ազատ ծայրերը սկսվում են բռնող հարմարանքում: Բռնող հարմարանքն իրականացնում է միացքների պոկումը: Փորձարարական տեղամասում են գտնվում նաև միջավայրի տարբեր ջերմաստիճանների, խոնավությունների, շարժման արագությունների ապահովման համակարգերը և ջերմության ճառագայթիչները: Տեղակայնքի բռնող հարմարանքը շարժում է ստանում որդնակային ռեդուկտորի և երկաստիճան շղթայական փոխանցման միջոցով հաստատուն հոսանքի էլեկտրաշարժիչից:



Նկ. Կոշիկի մասնիկների միացքների ամրության որոշման տեղակայանք.
1-կաղապար, 2-բռնող, 3, 5-բռնող հարմարանքներ, 4-ջերմության ճառագայթիչ, 6-խոնավացուցիչ հարմարանք,
7-միջավայրի շարժման արագացուցիչ

Միջավայրի խոնավությունը չափվում է խոնավաչափի, ջերմաստիճանը՝ ջերմաչափի օգնությամբ, իսկ շարժման արագությունը որոշվում է ըստ օդի ծախսի գազային հաշվիչով: Պոկման ճիգի ամրությունը սնեովում է էլեկտրական ուժաչափի ցուցանակին: Միացքների վրա ազդող պոկման ճիգի դիրքը հորիզոնի նկատմամբ կարգավորված է պտտվող սկավառակի օգնությամբ:

Միացքների ամրության փորձարկումները կարելի է կատարել վերը նշված գործոնների ինչպես համատեղ, այնպես էլ առանձին ազդեցության դեպքում:

Տեղակայանքի արտաքին տեսքը բերված է նկ.- ում:

Եզրակացություն. Կոշիկի մասնիկների միացքների ամրության որոշման համար առաջարկվող տեղակայանքը հնարավորություն է տալիս կատարել փորձարկումները շահագործման տարբեր բնակլիմայական պայմաններում (խոնավություն, ջերմաստիճան, ջերմային ճառագայթում) և հաշվի առնել պոկման ճիգի ուղղությունը, և դրանով իսկ ապահովել միացքների ամրության որոշման ճշգրտությունը:

Գրականություն

1. Технология изделий из кожи: Учебник для студентов вузов легкой промышленности / Ю.П.Зыбин и др.- М.: Легкая индустрия, 1975.-С. 266-267.
2. Материаловедение изделий из кожи / Ю.П. Зыбин и др. - М.: Легкая индустрия.- 1968.- С. 37.
3. ГОСТ 9290-76. Обувь. Метод определения прочности ниточных швов соединения деталей верха. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
4. ՀՀ օգտակար մոդել № 200, AM20090160U //Կաշեգործական պատրաստվածքների ամրության ստուգման սարք / **Զ. Ա. Մինասյան** // Արդյունաբերական սեփականություն, 2010.-№1. - էջ 2-3:
5. **Акулова Т.Е.** Основы теории клеения. - М., 1969.- С.10.

26.01.2018.

Ա.Գ. Ատոյան

УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ

Проведен анализ в области исследования прочности соединений деталей обуви. Предложена установка для определения прочности клеевых, ниточных, клеениточных и сварных соединений деталей обуви, что дает возможность выполнять исследования прочности соединений в условиях микроклимата окружающей среды с учетом различных положений обуви относительно поверхности земли.

Ключевые слова: установка, обувь, деталь, соединения, прочность, динамометр, влагомер, участок.

A.G. Atoyan

A SETTING TO DEFINE THE CONNECTION STRENGTH OF THE PARTS OF THE SHOES

Analysis in the study of the connection strength of the parts of the shoes is conducted. A setting to determine the strength of the adhesive, thread, glue-thread and welded joints of the shoes parts is proposed that gives you the opportunity to investigate the connection strength in the microclimate of the environment subject to the various provisions of the footwear relative to the surface of the earth.

Keywords: setting, shoes, detail, connections, strength, dynamometer, hygrometer, station.

Աթոյան Արուսյակ Գրիգորի - Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի 3-րդ կուրսի
հայցորդ

ՀՏԴ 697.9

ՍՆՆԴԻ ԵՎ ԹԵԹԵՎ
ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ

Զ.Ա. Մինասյան, Ա.Ռ. Հովհաննիսյան

ԽԱՌՆՈՒՐԴԱՅԻՆ ՏԵՔՍՏԻԼ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԽՈՆԱՎՈՒԹՅԱՆ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Հետազոտվել է խառնուրդային տեքստիլ նյութերի խոնավությունը: Փորձնական ճանապարհով որոշվել է գործվածքների և տրիկոտաժե պաստառների բացարձակ ու հարաբերական խոնավությունները և խոնավապարունակությունը: Այդ նպատակով գործվածքների և տրիկոտաժե պաստառների նմուշները ընկղմվել են ջրային միջավայրի մեջ և պահվել այնտեղ 1ժ 15ր:

Առանցքային բառեր. տեքստիլ, գործվածք, տրիկոտաժ, պաստառ, զանգված, խոնավություն, խոնավապարունակություն:

Ներածություն. Տեքստիլ նյութերի ֆիզիկական հատկությունները մեծ ազդեցություն են գործում համապատասխան նշանակության հագուստի նյութերի ընտրության վրա:

Դրանք ոչ միայն բնորոշում են տարբեր նյութերից պատրաստված հագուստում մարդու ինքնազգացողությունը, այլև ազդում են կարի արտադրության որոշ տեխնոլոգիական գործընթացների վրա:

Տեքստիլ նյութերի ֆիզիկական հատկություններից են՝ խոնավությունը, հիգրոսկոպիկությունը, մազանոթությունը, ջրակլանելիությունը, ջրային առաձգականությունը, օդային, գոլորշային և փոշեթափանցելիությունը ինչպես նաև ջերմային, օպտիկական, էլեկտրական և այլ հատկությունները:

Գործվածքները, տրիկոտաժե և չգործված պաստառները ունակ են կլանել տարբեր գազեր, գոլորշիներ կամ հեղուկներ: Կախված շրջապատող պայմաններից՝ տեքստիլ նյութերը կարող են պահել կլանված գազերը, գոլորշիները կամ հեղուկները իրենց մեջ կամ փոխանցել դրանք շրջապատող միջավայրին: Որպես կանոն, կլանումը ուղեկցվում է մի շարք մեխանիկական (ամրություն, կոշտություն, դեֆորմացիա և այլն) և ֆիզիկական (ջերմապաշտպան, օպտիկական, էլեկտրական և այլն) հատկությունների, գծային չափերի և նյութերի զանգվածի փոփոխությամբ [2, 4, 5]:

Տվյալ աշխատանքի նպատակն է՝ փորձնական ճանապարհով որոշել խառնուրդային տեքստիլ նյութերի բացարձակ ու հարաբերական խոնավությունները և խոնավապարունակությունը, բացահայտել նյութերի բաղադրության ազդեցությունը այդ ցուցանիշների վրա:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Խառնուրդային տեքստիլ նյութերի բաղադրության ազդեցությունը խոնավակլանելիության ցուցանիշների վրա պարզելու նպատակով որպես փորձարկվող նմուշներ վերցվել են՝ 100% բամբակ, 70% բամբակ և 30% վիսկոզ, 50% բամբակ և 50% վիսկոզ, 100% վիսկոզ պարունակող գործվածքները, ինչպես նաև 100% բուրդ, 30% բուրդ և 70% ակռիլ, 50% բուրդ և 50% ակռիլ, 100% ակռիլ պարունակող տրիկոտաժե պաստառները:

Խառնուրդային տեքստիլ նյութերի բացարձակ և հարաբերական խոնավությունները և խոնավապարունակությունը հետազոտելու համար (8×18)սմ չափերով գործվածքներից և պաստառներից պատրաստված նմուշները չորացվել են 105°C ջերմաստիճանում չորացման խցում և որոշվել են դրանց $M_{\text{չոր}}$ զանգվածները PT-100 մակնիշի կշեռքով: Այնուհետև դրանք ընկղմվել են ջրով լի տաշտակի մեջ և ենթարկվել խոնավացման 4500վ-ի ընթացքում: Խոնավացումից հետո նմուշները կշռվել են նույն մակնիշի կշեռքով և որոշվել են դրանց M զանգվածները: 4500վ (1ժ 15ր) ժամանակահատվածը նմուշների խոնավացման դեպքում ընտրվել է ոչ խառնուրդային տեքստիլ նյութերի համար գոյություն ունեցող փորձնական հետազոտությունների արդյունքների համաձայն, հաշվի առնելով, որ դրանք լիովին հագեցել են 2700...3600t ժամանակահատվածում [3, 4]:

Խառնուրդային տեքստիլ նյութերի $M_{\Sigma np}$ և M զանգվածների որոշումից հետո հաշվարկվել են նմուշների հարաբերական, բացարձակ խոնավությունները և խոնավապարունակությունը՝ համապատասխանաբար հետևյալ բանաձևերի օգնությամբ [1, 2]՝

$$\omega_{hwp} = \frac{W}{M} \cdot 100\%, \quad (1)$$

$$\omega_{pug} = \frac{W}{M_{\Sigma np}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

$$u = \frac{W}{M_{\Sigma np}} : \quad (3)$$

որտեղ W –ն նմուշների խոնավության զանգվածն է, W , $M_{\Sigma np}$ –ը՝ բացարձակ չոր նմուշների զանգվածն է, W , $M = M_{\Sigma np} + W$, խոնավ նմուշների զանգվածն է, W :

Փորձերը կատարվել են օդի հետևյալ պարամետրերի պայմաններում՝ ջերմաստիճանը $t=20.7^\circ\text{C}$, մթնոլորտային ճնշումը 630մմ սնդ. սյուն և հարաբերական խոնավությունը՝ $\varphi=82\%$:

Հետազոտության արդյունքները: Կատարված փորձնական հետազոտությունների արդյունքները ներկայացված են աղյուսակում:

Աղյուսակ

Խառնուրդային տեքստիլ նյութերի խոնավության ցուցանիշները

N	Խառնուրդային տեքստիլ նյութեր	$M_{\Sigma np}$, $\times 10^{-3} \text{ կգ}$	M , $\times 10^{-3} \text{ կգ}$	W , $\times 10^{-3} \text{ կգ}$	ω_{hwp} , %	ω_{pug} , %	U , կգ/կգ
Գործվածքներ							
1	100%բամբակ	1,45	4,11	2,66	64,720	183,448	1,834
2	70% բամբակ 30% վիսկոզ	1,35	4,94	3,59	72,672	265,925	2,659
3	50% բամբակ 50% վիսկոզ	1,26	6,52	5,26	80,674	417,460	4,174
4	100% վիսկոզ	1,32	5,02	3,7	73,705	280,303	2,803
Տրիկոտաժե պաստառներ							
1	100% բուրդ	6,19	34,73	28,54	82,176	461,066	4,610
2	30% բուրդ 70% ակրիլ	6.69	27,63	20,94	75,787	313,004	3,130
3	50% բուրդ 50% ակրիլ	6,26	27,41	21,15	77,161	337,859	3,378
4	100% ակրիլ	6.40	32,60	26,2	80,368	409,375	4,093

Աղյուսակային տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ խառնուրդային գործվածքներից 4500վ-ի ընթացքում ամենաշատ խոնավություն է կլանում 50% բամբակ և 50% վիսկոզ պարունակող գործվածքի նմուշը (5,26գ), իսկ ամենաքիչը՝ 100% բամբակ պարունակող գործվածքից նմուշը (2,66գ): Այդ պատճառով 50% բամբակ ու 50% վիսկոզ պարունակող նմուշի հարաբերական խոնավությունը 1,247 անգամ մեծ է, քան 100% բամբակ պարունակող խառնուրդային գործվածքի նմուշի հարաբերական խոնավությունը, ինչը վկայում է, որ նույն ժամանակահատվածում 50% բամբակ ու 50% վիսկոզ պարունակող գործվածքի նմուշը դառնում է ավելի ծանր, քան միայն բամբակ պարունակող գործվածքի նմուշը: 100% վիսկոզ և 70% բամբակ ու 30% վիսկոզ պարունակող խառնուրդային գործվածքների նմուշները միջանկյալ դիրք են զբաղեցնում 100% բամբակ և 50% բամբակ ու 50% վիսկոզ պարունակող գործվածքների նմուշների միջև և դրսևորում են հարաբերական խոնավության գրեթե նույն ցուցանիշները (72,672% և 73,705%):

100% բուրդ, 30% բուրդ ու 70% ակրիլ, 50% բուրդ ու 50% ակրիլ և 100% ակրիլ պարունակող տրիկոտաժե պաստառների նմուշների համեմատությունը վկայում է, որ նույն ժամանակահատվածում (4500վ) ամենաշատը խոնավանում է 100% բուրդ բաղադրությամբ տրիկոտաժե պաստառի նմուշը իսկ

ամենաքիչը՝ 30% բուրդ ու 70% ակոիլ պարունակող տրիկոտաժե պաստառի նմուշը (28,54գ և 20,94գ): Նշված նմուշների հարաբերական խոնավությունների հարաբերությունը կազմում է՝ 1,084 ինչը վկայում է, որ 100% բուրդ պարունակող տրիկոտաժե պաստառի նմուշը ստացվում է ավելի ծանր քան 30% բուրդ ու 70% ակոիլ պարունակող նմուշը: 100% բուրդ պարունակող նմուշը 1,363 անգամ ավելի շատ հեղուկ է կլանում, քան 30% բուրդ ու 70% ակոիլ պարունակող նմուշը: 50% բուրդ ու 50% ակոիլ և 100% ակոիլ պարունակող տրիկոտաժե պաստառների նմուշները դրսևորում են իրար մոտ արժեքներ (77,161% և 80,368%):

Եզրակացություն. Տարբեր բնակլիմայական պայմաններին համապատասխան հագուստի համար խառնուրդային տեքստիլ նյութերի ընտրության դեպքում խիստ կարևոր ուշադրություն պետք է դարձնել նյութերի բաղադրությանը:

Գրականություն

1. **Суметов В. А.** Сушка и увлажнение лубоволокнистых материалов. - М.: Легкая индустрия, 1980. - 336 с.
2. **Панин Б.Г.** Основы теплотехники, отопление, вентиляция, сушка и охлаждение.- М.: Легкая индустрия, 1980. - 384 с.
3. **Савостицкий Н.А., Амирова Э.К.** Материаловедение швейного производства.- М.: Академия, 2013. - 272 с.
4. **Бодрова А.Ш.** Материаловедение в технологии швейного производства.- Томск: ТГПУ, 2014. - 276 с.
5. **Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д.** Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство) .- М.:Академия, 2004. – 448с.

12.02.2018.

З.А. Минасян, А.Р. Оганнисян

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ СМЕШАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследована влажность смешанных текстильных материалов. Экспериментальным путем определены абсолютная и относительная влажности тканей и трикотажных полотен и их влагосодержание. С этой целью образцы тканей и трикотажных полотен были погружены в водную среду и выдержаны в течение 1ч 15 мин.

Ключевые слова: текстиль, ткань, трикотаж, полотно, вес, влажность, влагосодержание.

Z.A. Minasyan, A.R. Hovhannisyan

INVESTIGATION OF THE MOISTURE CONTENT OF MIXED TEXTILE MATERIALS

The moisture content of mixed textile materials was studied. The absolute and relative humidity of fabrics and knitted fabrics and their moisture content were determined experimentally. For this purpose, samples of fabrics and knitted fabrics were immersed in an aqueous medium for 1 h 15 min.

Keywords: textile, fabric, knitwear, cloth, weight, humidity, moisture content.

Մինասյան Ջոհրաբ Ալեքսանդրի - Հայաստանի Ազգային Պոլիտեխնիկական համալսարանի, Գյումրու մասնաճյուղ, «Տեքստիլ ճարտարագիտություն» ամբիոնի վարիչ, տ.գ.թ., դոցենտ

Հովհաննիսյան Անժելա Ռաֆայելի - Հայաստանի Ազգային Պոլիտեխնիկական համալսարանի, Գյումրու մասնաճյուղ, «Տեքստիլ ճարտարագիտություն» ամբիոնի հայցորդ

УДК 621.372.061

ИНФОРМАТИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И
НАУЧНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

С.О. Симонян, Г.В. Адамян, А.В. Меликян, А.С. Симонян

**МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ
УРАВНЕНИЙ ЧЕТВЕРТОЙ СТЕПЕНИ (II)
(Прямой подход)**

Рассмотрены однопараметрические матричные уравнения четвертой степени, для решения которых предложены аналитический, а также последовательный и параллельный численно-аналитические методы. Последние основаны на аналитическом методе и дифференциальных преобразованиях Г.Е. Пухова. Для всех методов получены соответствующие условия разрешимости задачи.

Ключевые слова: однопараметрические матричные уравнения четвертой степени, аналитический и численно-аналитические методы решения, условия разрешимости задачи, современные средства информационных технологий.

Введение. В [1] рассмотрены методы решения однопараметрических матричных уравнений четвертой степени

$$A_0(t) \cdot X^4(t) + A_1(t) \cdot X^3(t) + A_2(t) \cdot X^2(t) + A_3(t) \cdot X(t) + A_4(t) = [0], \quad (1)$$

где $A_i(t)$, $i = \overline{0,4}$ - однопараметрические (функциональные) квадратные матрицы порядка m , а $X(t)$ - неизвестная однопараметрическая квадратная матрица того же порядка, подлежащая определению.

Известно [2], что если степенное матричное уравнение имеет конечное число решений, то это число не превосходит значение C_{mn}^n , где n - степень матричного уравнения, m - порядок матричных коэффициентов, а C - комбинации.

В настоящей работе рассматриваются другие прямые методы решения матричных уравнений вида (1), аналогичные методам, предложенным в [1].

Математический аппарат

1. Аналитический метод решения. Однопараметрическое матричное уравнение (1) представим в виде следующей эквивалентной матричной системы второго порядка:

$$\begin{cases} A_0(t) \cdot Y^2(t) + A_1(t) \cdot X(t) \cdot Y(t) + A_2(t) \cdot Y(t) + A_3(t) \cdot X(t) + A_4(t) = [0], \\ X^2(t) - Y(t) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

или в виде эквивалентной гиперматрично-гипервекторно-блочной системы

$$\begin{bmatrix} A_3(t) & A_0(t) \cdot Y(t) + A_1(t) \cdot X(t) + A_2(t) \\ X(t) & -E \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X(t) \\ Y(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_4(t) \\ 0 \end{bmatrix} = D(t) \cdot \begin{bmatrix} X(t) \\ Y(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_4(t) \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

с дополнительной неизвестной матрицей $Y(t)$ и единичной матрицей E порядка m .

При выполнении условия регулярности (условия разрешимости задачи)

$$\text{rang} D(t) = 2m, \quad \forall t \quad (4)$$

из представления (3) получим итерационную вычислительную схему

$$\begin{bmatrix} X(t) \\ Y(t) \end{bmatrix}_{(q+1)} = -D^{-1}(t)_{(q)} \cdot \begin{bmatrix} A_4(t) \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где q - номер итерации.

2. Численно-аналитические методы решения. Допустим, что для всех матричных элементов гиперматрично-гипервекторно-блочной системы (3) имеют место следующие дифференциальные преобразования [3]:

$$A_0(K) = \frac{H^K}{K!} \cdot \frac{d^K A_0(t)}{dt^K} \Big|_{t=t_v} \quad \overline{\cdot} \quad A_0(t) = \mathfrak{a}_0(t, t_v, H, A_0(K)), \quad K = \overline{0, \infty}, \quad (6)$$

$$A_1(K) = \frac{H^K}{K!} \cdot \frac{d^K A_1(t)}{dt^K} \Big|_{t=t_v} \quad \overline{\cdot} \quad A_1(t) = \mathfrak{a}_1(t, t_v, H, A_1(K)), \quad K = \overline{0, \infty}, \quad (7)$$

$$A_2(K) = \frac{H^K}{K!} \cdot \frac{d^K A_2(t)}{dt^K} \Big|_{t=t_v} \quad \overline{\cdot} \quad A_2(t) = \mathfrak{a}_2(t, t_v, H, A_2(K)), \quad K = \overline{0, \infty}, \quad (8)$$

$$A_3(K) = \frac{H^K}{K!} \cdot \frac{d^K A_3(t)}{dt^K} \Big|_{t=t_v} \quad \overline{\cdot} \quad A_3(t) = \mathfrak{a}_3(t, t_v, H, A_3(K)), \quad K = \overline{0, \infty}, \quad (9)$$

$$A_4(K) = \frac{H^K}{K!} \cdot \frac{d^K A_4(t)}{dt^K} \Big|_{t=t_v} \quad \overline{\cdot} \quad A_4(t) = \mathfrak{a}_4(t, t_v, H, A_4(K)), \quad K = \overline{0, \infty}, \quad (10)$$

$$X(K) = \frac{H^K}{K!} \cdot \frac{d^K X(t)}{dt^K} \Big|_{t=t_v} \quad \overline{\cdot} \quad X(t) = \mathfrak{a}_5(t, t_v, H, X(K)), \quad K = \overline{0, \infty}, \quad (11)$$

$$Y(K) = \frac{H^K}{K!} \cdot \frac{d^K Y(t)}{dt^K} \Big|_{t=t_v} \quad \overline{\cdot} \quad Y(t) = \mathfrak{a}_6(t, t_v, H, Y(K)), \quad K = \overline{0, \infty}, \quad (12)$$

где $A_0(K)$, $A_1(K)$, $A_2(K)$, $A_3(K)$, $A_4(K)$, $X(K)$, $Y(K)$ - матричные дискреты однопараметрических матриц $A_0(t)$, $A_1(t)$, $A_2(t)$, $A_3(t)$, $A_4(t)$, $X(t)$, $Y(t)$ соответственно; H - масштабный коэффициент; $K = \overline{0, \infty}$ - целочисленный аргумент; t_v - центр аппроксимации; $\mathfrak{a}_0(\bullet) \div \mathfrak{a}_{11}(\bullet)$ - аппроксимирующие функции, восстанавливающие матрицы-оригиналы $A_0(t)$, $A_1(t)$, $A_2(t)$, $A_3(t)$, $A_4(t)$, $X(t)$, $Y(t)$ соответственно.

Последовательный численно-аналитический метод решения

Используя дифференциальные преобразования (6)-(12), нелинейную гиперматрично-гипервекторно-блочную систему (3) из области оригиналов переведем в область дифференциальных изображений. Тогда будем иметь:

при $K=0$:

$$\left[\begin{array}{c|c} A_3(0) & A_0(0) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(0) + A_2(0) \\ \hline X(0) & -E \end{array} \right] \cdot \begin{bmatrix} X(0) \\ Y(0) \end{bmatrix} = D(0,0) \cdot \begin{bmatrix} X(0) \\ Y(0) \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} A_4(0) \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (13)$$

откуда

$$\begin{bmatrix} X(0) \\ Y(0) \end{bmatrix}_{(q+1)} = - \left[\begin{array}{c|c} A_3(0) & A_0(0) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(0) + A_2(0) \\ \hline X(0) & -E \end{array} \right]^{-1} \cdot \begin{bmatrix} A_4(0) \\ 0 \end{bmatrix}_{(q)} = -D^{-1}(0,0)_{(q)} \cdot \begin{bmatrix} A_4(0) \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (14)$$

если, конечно, имеют место условия гиперрегулярности

$$\text{rang} D(0,0)_{(q)} = 2m, \quad \forall q; \quad (15)$$

при $K=1$:

$$\begin{aligned} & \left[\begin{array}{c|c} A_3(0) & A_0(0) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(0) + A_2(0) \\ \hline X(0) & -E \end{array} \right] \cdot \begin{bmatrix} X(1) \\ Y(1) \end{bmatrix} + \\ & + \left[\begin{array}{c|c} A_3(1) & A_0(0) \cdot Y(1) + A_0(1) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(1) + A_1(1) \cdot X(0) + A_2(1) \\ \hline X(1) & 0 \end{array} \right] \cdot \begin{bmatrix} X(0) \\ Y(0) \end{bmatrix} = \\ & = D(0,0) \cdot \begin{bmatrix} X(1) \\ Y(1) \end{bmatrix} + D(1,0;0,1) \cdot \begin{bmatrix} X(0) \\ Y(0) \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} A_4(1) \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (16) \end{aligned}$$

откуда при выполнении условия (15) получим

$$\left[\begin{array}{c} X(1) \\ Y(1) \end{array} \right]_{(q+1)} = -D^{-1}(0,0) \cdot \left[\begin{array}{c} A_4(1) \\ 0 \end{array} \right] + D(1,0;0,1)_{(q)} \cdot \left[\begin{array}{c} X(0) \\ Y(0) \end{array} \right]; \quad (17)$$

при $K=2$:

$$\begin{aligned} & \left[\begin{array}{c} A_3(0) \\ X(0) \end{array} \middle| \begin{array}{c} A_0(0) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(0) + A_2(0) \\ -E \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} X(2) \\ Y(2) \end{array} \right] + \\ & + \left[\begin{array}{c} A_3(1) \\ X(1) \end{array} \middle| \begin{array}{c} A_0(0) \cdot Y(1) + A_0(1) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(1) + A_1(1) \cdot X(0) + A_2(1) \\ 0 \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} X(1) \\ Y(1) \end{array} \right] + \\ & + \left[\begin{array}{c} A_3(2) \\ X(2) \end{array} \middle| \begin{array}{c} A_0(0) \cdot Y(2) + A_0(1) \cdot Y(1) + A_0(2) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(2) + A_1(1) \cdot X(1) + A_1(2) \cdot X(0) + A_2(2) \\ 0 \end{array} \right] \times \\ & \times \left[\begin{array}{c} X(0) \\ Y(0) \end{array} \right] = D(0,0) \cdot \left[\begin{array}{c} X(2) \\ Y(2) \end{array} \right] + D(1,0;0,1) \cdot \left[\begin{array}{c} X(1) \\ Y(1) \end{array} \right] + D(2,0;1,1;0,2) \cdot \left[\begin{array}{c} X(0) \\ Y(0) \end{array} \right] = - \left[\begin{array}{c} A_4(2) \\ 0 \end{array} \right], \quad (18) \end{aligned}$$

откуда при выполнении условия (15) получим

$$\left[\begin{array}{c} X(2) \\ Y(2) \end{array} \right]_{(q+1)} = -D^{-1}(0,0) \cdot \left[\begin{array}{c} A_4(2) \\ 0 \end{array} \right] + D(1,0;0,1) \cdot \left[\begin{array}{c} X(1) \\ Y(1) \end{array} \right] + D(2,0;1,1;0,2)_{(q)} \cdot \left[\begin{array}{c} X(0) \\ Y(0) \end{array} \right]; \quad (19)$$

⋮

при $K=K$:

$$\begin{aligned} & \left[\begin{array}{c} A_3(0) \\ X(0) \end{array} \middle| \begin{array}{c} A_0(0) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(0) + A_2(0) \\ -E \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} X(K) \\ Y(K) \end{array} \right] + \\ & + \left[\begin{array}{c} A_3(1) \\ X(1) \end{array} \middle| \begin{array}{c} A_0(0) \cdot Y(1) + A_0(1) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(1) + A_1(1) \cdot X(0) + A_2(1) \\ 0 \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} X(K-1) \\ Y(K-1) \end{array} \right] + \dots + \\ & + \left[\begin{array}{c} A_3(K-1) \\ X(K-1) \end{array} \middle| \begin{array}{c} A_0(0) \cdot Y(K-1) + \dots + A_0(K-1) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(K-1) + \dots + A_1(K-1) \cdot X(0) + A_2(K-1) \\ 0 \end{array} \right] \times \\ & \times \left[\begin{array}{c} X(1) \\ Y(1) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} A_3(K) \\ X(K) \end{array} \middle| \begin{array}{c} A_0(0) \cdot Y(K) + \dots + A_0(K) \cdot Y(0) + A_1(0) \cdot X(K) + \dots + A_1(K) \cdot X(0) + A_2(K) \\ 0 \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} X(0) \\ Y(0) \end{array} \right] = \\ & = D(0,0) \cdot \left[\begin{array}{c} X(K) \\ Y(K) \end{array} \right] + D(1,0;0,1) \cdot \left[\begin{array}{c} X(K-1) \\ Y(K-1) \end{array} \right] + \dots + D(K,0;\dots;0,K) \cdot \left[\begin{array}{c} X(0) \\ Y(0) \end{array} \right] = - \left[\begin{array}{c} A_4(K) \\ 0 \end{array} \right], \quad (20) \end{aligned}$$

откуда при выполнении условия (15) получим

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{c} X(K) \\ Y(K) \end{array} \right]_{(q+1)} &= -D^{-1}(0,0) \cdot \left[\begin{array}{c} A_4(K) \\ 0 \end{array} \right] + D(1,0;0,1) \cdot \left[\begin{array}{c} X(K-1) \\ Y(K-1) \end{array} \right] + D(2,0;1,1;0,2) \cdot \left[\begin{array}{c} X(K-2) \\ Y(K-2) \end{array} \right] + \dots + \\ & + D(K-1,0;\dots;0,K-1) \cdot \left[\begin{array}{c} X(1) \\ Y(1) \end{array} \right] + D(K,0;\dots;0,K)_{(q)} \cdot \left[\begin{array}{c} X(0) \\ Y(0) \end{array} \right]. \quad (21) \end{aligned}$$

Гиперматричная нелинейная вычислительная схема ньютоновского типа (14) приводит к определению множества начальных матричных дискретов $X(0)_i$ и $Y(0)_i$, $i \in C_{mn}^n$. Последующие матричные дискреты $X(K)_i$ и $Y(K)_i$, $K = \overline{1, \infty}$ будут определены в результате использования гиперматричных вычислительных схем (17), (19)...(21), а восстановление решений $X(t)_i$ и $Y(t)_i$ – в соответствии с соотношениями (11) и (12).

Параллельный численно-аналитический метод решения. Объединив гиперматрично-гипервекторно-блочные уравнения (13), (16), (18)...(20) в единое целое, получим суперматрично-супервекторно-блочную нижнетреугольную систему уравнений, полностью идентичную системе (22) из работы [1], однако различную по содержанию матричных блоков $D(0,0)$, $D(1,0;0,1)$, $D(2,0;1,1;0,2)$, ..., $D(K,0;\dots;0,K)$. Последующая операция по определению матричных дискретов $\begin{bmatrix} X(0) \\ Y(0) \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} X(1) \\ Y(1) \end{bmatrix}$, ..., $\begin{bmatrix} X(K) \\ Y(K) \end{bmatrix}$ будет выполнена с точностью до соответствующей обратной суперматрицы, а восстановление решений $X(t)_i$ и $Y(t)_i$ – в соответствии с соотношениями (11) и (12).

Заключение. Предложенные численно-аналитические методы по решению рассмотренной задачи, очевидно, могут быть эффективно реализованы только лишь применением средств современных информационных технологий [4,5].

Литература

1. **Симонян С.О., Адамян Г.В., Меликян А.В., Симонян А.С.** Методы решения однопараметрических матричных уравнений четвертой степени (I) (Прямой подход) // Вестник ИАА. –2017. - Т. 14, №4. – С. 622-625.
2. **Гельфанд С.И.** О числе решений квадратного уравнения // Журнал “Глобус-1”. – 2000. – С. 124-134.
3. **Пухов Г.Е.** Дифференциальные преобразования функций и уравнений. - Киев: Наукова думка, 1984.- 420 с.
4. **Strastrup B.** The C++ Programming Language. - 4th Edition. - Boston: Addison – Wesleg professional, 2013. – 1368 p.
5. **Moore H.** MATLAB for Engineers. 5th Edition. – London: Pearson, 2017. - 688 p.

24.03.2018.

Ս.Հ. Սիմոնյան, Գ.Վ. Ադամյան, Ա.Վ. Մելիքյան, Ա.Ս. Սիմոնյան

**ՉՈՐՐՈՐԴ ԱՍՏԻՃԱՆԻ ՄԻԱՊԱՐԱՄԵՏՐԱԿԱՆ ՄԱՏՐԻՑԱՅԻՆ
ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ (II)
(Ուղղակի մոտեցում)**

Դիտարկվել են չորրորդ աստիճանի միապարամետրական մատրիցային հավասարումները, որոնց լուծման համար առաջարկվել են անալիտիկ, ինչպես նաև հաջորդական և զուգահեռ թվաանալիտիկ եղանակներ: Վերջիններս հիմնված են անալիտիկ եղանակի և Գ.Ե. Պուխովի դիֆերենցիալ ձևափոխությունների վրա: Բոլոր եղանակների համար էլ ստացվել են խնդրի լուծելիության համապատասխան պայմանները:

Առանցքային բառեր. *չորրորդ աստիճանի միապարամետրական մատրիցային հավասարումներ, լուծման անալիտիկ և թվաանալիտիկ եղանակներ, խնդրի լուծելիության պայմաններ, տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ժամանակակից միջոցներ:*

S.H. Simonyan, G.V. Adamyan, A.V. Melikyan, A.S. Simonyan

**METHODS OF SOLUTION OF ONE-PARAMETER MATRIX
EQUATIONS OF THE FOURTH DEGREE (II)**

(Direct approach)

One-parameter matrix equations of the fourth degree have been considered, for solving of which analytical, as well as serial and parallel numerical-analytical methods have been offered. The latter are based on the analytical method and differential transformations of G.Ye. Pukhov. Appropriate conditions for solvability of the problem are obtained for all the methods.

Keywords: *one-parameter matrix equations of the fourth degree, analytical and numerical-analytical methods of solutions, conditions for solvability of the problem, modern means of information technologies.*

Симонян Саргис Оганесович – д.т.н., профессор, НПУА

Адамян Гагик Варданович - к.т.н., доцент, НПУА

Меликян Ануш Вазгеновна – к.т.н., доцент, НПУА

Симонян Анна Смбатовна – к.т.н., ассистент, Иджеванский филиал ЕрГУ

**ADVANCED AND PARAMETRIC ON-CHIP VARIATION CHARACTERIZATION
USING 14 NM TRANSISTORS' MONTE CARLO SPICE MODELS**

The Advanced On-Chip Variation (AOCV) and Parametric On-Chip Variation (POCV) tables using recently released 14 nm Educational Design Kit (EDK) and Process Design Kit (PDK) are investigated and generated. There are a few cells' AOCV and POCV models presented, but the process has been done for all cells from the library.

Keywords: AOCV model, POCV model, Monte Carlo, spice model, educational design kit, characterization.

Introduction. In general, the process and environmental parameters may not be uniform across different portions of the die. Due to process variations, identical transistors in different portions of the die may not have similar characteristics. These differences are due to process variations within the die [1]. There are two types of process variations: local and global. Local process variation is a variation on one die. Global process variation extends on multiple manufacturing lots. This process variation is much bigger than the local one. In this paper the local process variation is calculated.

On-Chip Variations. Besides the variations in the process parameters, different portions of the design may also see different power supply voltage and temperature. It is therefore possible that two regions of the same chip are not at identical process, voltage and temperature (PVT) conditions. These differences can arise due to many factors, including:

1. Voltage (IR drop) variation along the die area affecting the local power supply.
2. Voltage threshold variation of the PFET or the NFET device.
3. Channel length variation of the PFET or the NFET device.
4. Temperature variations due to local hot spots.
5. Interconnect metal etch or thickness variations impacting the interconnect resistance or capacitance.

The PVT variations described above are referred to as On-Chip Variations (OCV) [2] and these variations can affect the wire delays and cell delays in different portions of the chip. Modeling of OCV is not intended to model the entire span of the PVT variations possible from wafer to wafer but to model the PVT variations that are possible locally within a single die. The OCV effect is typically more pronounced on clock paths as they travel longer distances in a chip. One way to account for the local PVT variations is to incorporate the OCV analysis during Static Timing Analysis (STA). The Static Timing Analysis obtains the timing at a specific timing corner and does not model the variations along the die. Since the clock and data paths can be affected differently by the OCV, the timing verification can model the OCV effect by making the PVT conditions for the launch and capture paths to be slightly different. The STA can include the OCV effect by derating the delays of specific paths, that is, by making those paths faster or slower and then validating the behavior of the design with these variations. The cell delays or wire delays or both can be derated to model the effect of OCV.

In this example it is shown how the OCV derating is done for a setup check. Consider the logic gates in Fig. 1 where the PVT conditions can vary along the chip. The worst condition for setup check occurs when the launch clock path and the data path have the OCV conditions which result in the largest delays, while the capture clock path has the OCV conditions which result in the smallest delays. Note that the smallest and the largest here are due to local PVT variations on a die.

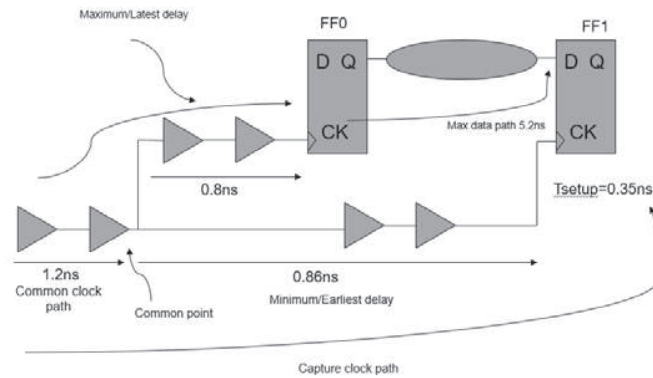


Fig.1. Setup timing check

For this example, here is the setup timing check condition; this does not include any OCV setting for derating delays. Cell and net delays can be derated using the **set_timing_derate** (e.g. **set_timing_derate 0.8**) command in appropriate tool. And the tool takes this derating factor and increases the data path delay using mentioned value and decreases clock path delay by the same factor.

This standard On-Chip Variation analysis applies different operating conditions to minimum paths and maximum paths. To improve the accuracy of design timing analysis, must apply Advanced On-Chip Variation or Parametric On-Chip Variation.

Advanced On-Chip Variation (AOCV). This type of analysis reduces unnecessary pessimism by taking the design methodology and fabrication process variation into account. AOCV [3] determines derating factors based on cell type, metrics of path logic depth and the physical distance traversed by a particular path. The amount of transistors and connection between them in each logic gate are different, therefore the variations for each cell are different. A longer path that has more gates tends to have less total variation because the random variations from gate to gate tend to cancel each other out. A path that spans a larger physical distance across the chip tends to have larger systematic variations. AOCV is less pessimistic than a traditional OCV analysis, which relies on constant derating factors that do not take path-specific metrics into account.

While performing register to register timing analysis, AOCV methodology finds the bounding box (Fig. 2) containing the sequentials, clock buffers between two sequentials and all the data cells. Now within a unit distance, if the path depth increases, the AOCV derate decreases due to cancelling of random variations. However, if the distance increases, AOCV derate factors increase due to increase in the systematic variations. These variations are modeled in form of a Look Up Table (LUT).

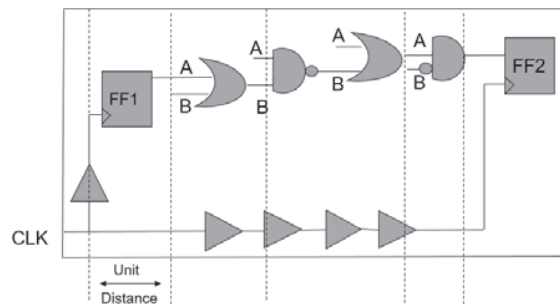


Fig.2. Bounding box creation for AOCV

Parametric On-Chip Variation (POCV). This models the delay of an instance as a function of a variable that is specific to the instance. That is, the instance delay is parameterized as a function of the unique delay variable for the instance. POCV [3] provides the following:

- Statistical single-parameter derating for random variations
- Single input format and characterization source for both AOCV and POCV table data
- Non-statistical timing reports
- Limited statistical reporting (mean, sigma) for timing paths

Fig. 3 compares Advanced On-Chip Variation and Parametric On-Chip Variation.

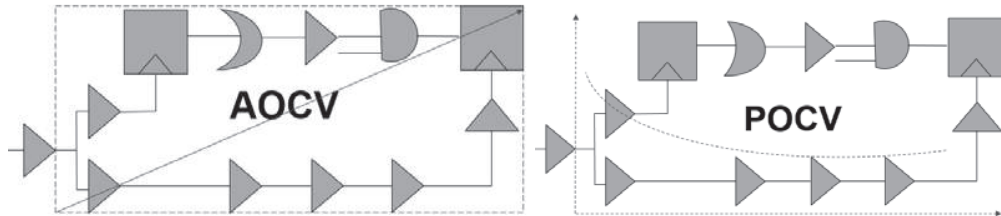


Fig.3. AOCV and POCV comparison

POCV reduces pessimism gap between graph-based analysis and path-based [4] analysis and has less overhead for incremental timing analysis.

Monte Carlo. This is a type of simulation that relies on repeated random sampling and statistical analysis to compute the results. This method of simulation is very closely related to random experiments, experiments for which the specific result is not known in advance. In this context, Monte Carlo simulation can be considered as a methodical way of doing so-called what-if analysis [5].

In Fig. 4 the simple Monte Carlo Mathematical model is shown, where the model depends on a number of input parameters and these parameters in turn depend on various external factors. When input parameters process through the mathematical formulas in the model, results in one or more outputs.



Fig.4. Monte Carlo mathematical model

The Monte Carlo statistical model uses to do simulation for all cells to determine the appropriate derate factor. Based on those derate factors is generated the Look Up Tables for all standard cells from the library.

Modeling (characterization) results. The characterization has been performed by Siliconsmart tool in which there is Spice simulator integrated. During simulation 14 nm Monte Carlo Spice model [5] was used which is developed by Synopsys Armenia Educational Department (SAED), which is free from intellectual property and closer with real foundry model.

In Table 1(a, b) and 2(a, b) it is shown the Inverter and AND logic gates' AOCV and POCV LUTs.

Table 1

AOCV and POCV models for inverter logic gate

Output state \ Path Depth	2	4	6	8
early rise	0.7041	0.7908	0.8292	0.8521
early fall	0.6962	0.7852	0.8246	0.8481
late rise	1.304	1.215	1.176	1.152
late fall	1.313	1.222	1.181	1.157

a) Derate factor dependency to Path Depth and Output state

Output state	coefficient
early rise	0.0574
early fall	0.0784
late rise	0.0633
late fall	0.0684

b) Coefficient dependency to Output State

Table 2

AOCV and POCV models for AND logic gate

Output state	Path Depth	2	4	6	8	Output state	coefficient
early rise		0.8456	0.8908	0.9108	0.9228	early rise	0.0591
early fall		0.8306	0.8802	0.9022	0.9153	early fall	0.0679
late rise		1.158	1.112	1.091	1.079	late rise	0.0614
late fall		1.173	1.122	1.1	1.086	late fall	0.0659

a) Derate factor dependency to Path Depth and Output state

b) Coefficient dependency to Output State

This type of On-Chip Variations modeling has been done for 1136 cells from library. It includes combinational logic cells with different drive strengths (inverter, inverting buffer, non-inverting buffer; 2-4 input AND, NAND, OR, NOR cells; 2-3 input XOR, XNOR cells; 2/1-2/2/2 AND-OR, AND-OR-Invert, OR-AND, OR-AND-Invert cells; multiplexers (2 to 1, 3 to 1, 4 to 1); half adder 1-bit and sequential, full adder 1-bit, pos edge DFF (w/ async low-active set, set & reset); neg edge DFF (w/ async active-low set, set & reset, only Q out, only QN out); scan pos edge DFF (w/ async active-low set, reset, set & reset, Q, QN; scan neg edge DFF (w/ async active-low set, reset), multibit DFFs, multibit scan DFFs, TAP cells, Synchronizers, ECO cells and Miscellaneous Cells.

Conclusion. This is the first AOCV and POCV characterization based on 14 nm FinFET technology using Educational Design Kit developed by SAED. The results are close to real AOCV/POCV tables. These variation models can be used to do On-Chip Variation analysis by appropriate tool.

References

1. **Bhasker J. and Chadha R.** Static Timing Analysis for Nanometer Designs: A Practical Approach. - April 3, 2009.
2. **Churiwala S. and Gangadharan S.** Constraining Designs for Synthesis and Timing Analysis. - May 7, 2013.
3. **PrimeTime documentation**, Synopsys Inc., 2017.
4. **Mason S. J., Hill R. R., Mönch L.** INTRODUCTION TO MONTE CARLO SIMULATION // Simulation Conference WSC. - 2008.
5. **Melikyan V., Martirosyan M., Melikyan A., Piliposyan G.** 14nm Educational Design Kit: Capabilities, Deployment and Future // Small Systems Simulation Symposium, 12th-14th February 2018. - Niš, Serbia, 2018. — P. 37-40.

23.02.2018.

Մ.Կ. Մարտիրոսյան

ԻՆՏԵԳՐԱԼ ՍԻՆԵՄԱՅԻ ԼԱՎԱՐԿՎԱԾ ԵՎ ՊԱՐԱՄԵՏՐԱՑՎԱԾ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՇԵՂՈՒՄՆԵՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐՈՒՄԸ՝ ՕԳՏԱԳՈՐԾԵԼՈՎ 14 ՆԱՆՈՄԵՏՐԱՆՈՑ ՏՐԱՆԶԻՍՏՈՐՆԵՐԻ ՄՈՆԻՏԵ ԿԱՐԼՈ ՄՈՂԵԼՆԵՐԸ

Ուսումնասիրվել և ստեղծվել են ինտեգրալ սխեմայի լավարկված տեխնոլոգիական շեղումների (AOCV) ու պարամետրացված տեխնոլոգիական շեղումների (POCV) աղյուսակները՝ օգտագործելով վերջերս թողարկված «14 նմ գործընթացի նախագծման հավաքածու»-ն և «14 նմ ուսումնական նախագծման հավաքածու»-ն: Ցուցադրված են մի քանի բջիջների AOCV և POCV մոդելները, բայց բնութագրումը կատարվել է գրադարանի բոլոր բջիջների համար:

Առանցքային բառեր. *aocv, pocv, Մոնիտե Կարլո մոդել, ուսումնական նախագծման հավաքածու, բնութագրում:*

М.К. Мартиросян

ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ УЛУЧШЕННЫХ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТКЛОНЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ЧИПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SPICE МОДЕЛЕЙ МОНТЕ КАРЛО 14-НАНОМЕТРОВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Проведены исследования и сгенерированы таблицы улучшенных технологических отклонений в пределах чипа (УТОВПЧ) и параметрических технологических отклонений в пределах чипа (ПТОВПЧ) с использованием недавно созданных 14-нанометровых образовательного и процессного комплектов разработки средств. Приведены модели УТОВПЧ и ПТОВПЧ нескольких стандартных ячеек, при этом исследованы и сгенерированы таблицы для всех ячеек из библиотеки.

Ключевые слова: модели УТОВПЧ и ПТОВПЧ, модель Монте Карло, образовательный комплект разработки средств, характеристика.

Martirosyan Meruzhan Karapet – Synopsys Armenia, University Program Specialist

ՀՏԴ 62-5

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ ԵՎ
ԳԻՏԱԿԱՆ ՍԱՐՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ա.Թ. Ուլիկյան, Ա.Լ. Մխիթարյան, Ս.Ա. Աբգարյան, Ա.Ա. Հակոբյան

ՀԻԴՐԱՎԼԻԿ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄՆ ՈՒ
ՆԱԽԱԳԾՈՒՄԸ SIMULINK ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ

Դիտարկվել է հիդրավլիկ շարժաբեքի կառավարման համակարգը: Համակարգի դինամիկայի ուսումնասիրման նպատակով կառուցվել է հիդրավլիկ համակարգի մոդելը MATLAB-ի միջավայրում: Նախագծվել է կարգավորիչ հիդրավլիկ համակարգի համար:

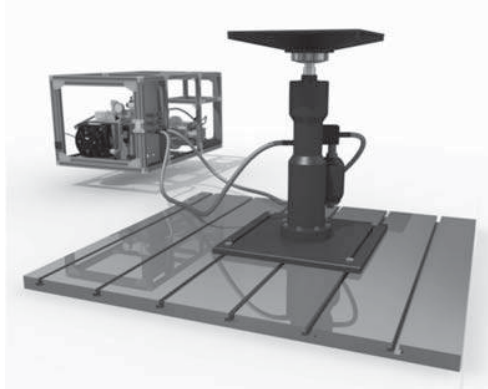
Առանցքային բառեր. հիդրավլիկ շարժիչ, MATLAB, Simscape, դինամիկ մոդել:

Ներածություն: Ցանկացած արտադրատեսակի համար, լինի դա մանրաչափ տվիչ կամ շինություն, արտադրության շատ կարևոր են վիբրացիոն փորձարկումները: Դրանք իրենց մեջ ներառում են պատրաստի արտադրանքի ամրության ստուգում և թեստավորում: Այդ իսկ պատճառով անհրաժեշտ է նախագծել վիբրացիոն հիդրավլիկ համակարգ: Իրականացվել է վիբրացիոն հիդրավլիկ համակարգի մոդելավորում:

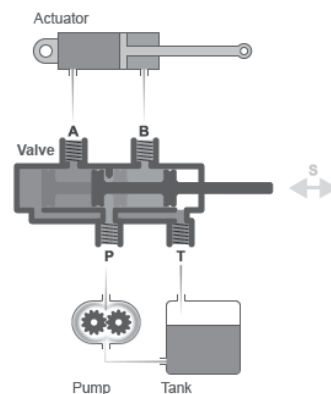
Հիդրավլիկ շարժաբեքը նախատեսված է հիդրավլիկ էներգիան (հեղուկի հոսքը) մեխանիկականի փոխարկելու համար: Հիդրավլիկ շարժիչի աշխատանքի հիմնական աղբյուրը հիդրավլիկ հեղուկն է (յուղ), իսկ շարժաբեքը բաղկացած է հիդրոցիլինդրի (Hydraulic Cylinder), պոմպից (Hydraulic Pump), հիդրոբաշխիչից (Hydraulic Valve): Միառանգք ուղղահայաց հիդրավլիկ շարժիչի ֆիզիկական տեսքը պատկերված է նկ. 1-ում:

Հիդրավլիկ շարժաբեքի մոդելավորման համար օգտագործվել է MATLAB փաթեթի Simscape ծրագրային միջավայրը [1,2], որը հնարավորություն է տալիս, կառուցելով մեխանիկական համակարգի դինամիկ մոդելը, կատարել սիմուլյացիա և տարածական վիզուալացում, ինչպես նաև օգտագործել վիրտուալ տվիչներ՝ համակարգի վարքը այս կամ այն մուտքային ազդանշանների և միջավայրի պայմաններում ուսումնասիրելու համար:

Միառանգք հիդրավլիկ շարժաբեքի աշխատանքի սկզբունքը բերված է 2-ում:



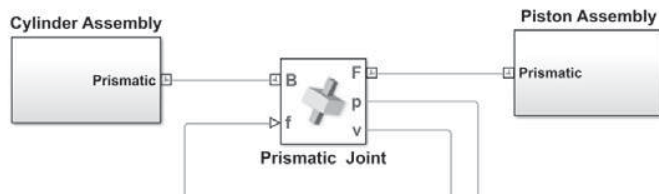
Նկ. 1. Միառանգք ուղղահայաց հիդրավլիկ շարժիչ



Նկ. 2. Հիդրավլիկ շարժաբեք

Խնդրի դրվածքը: Աշխատանքի նպատակն է Simscape փաթեթի միջոցով ստանալ հիդրավլիկ շարժաբեքի դինամիկայի մոդելը, այնուհետև դրա միջոցով կառուցել ցանկալի համակարգը, կատարել սիմուլյացիա և դիտարկել համակարգի արձագանքը տրված մուտքային ազդանշանի դեպքում: Նախագծել կարգավորիչ:

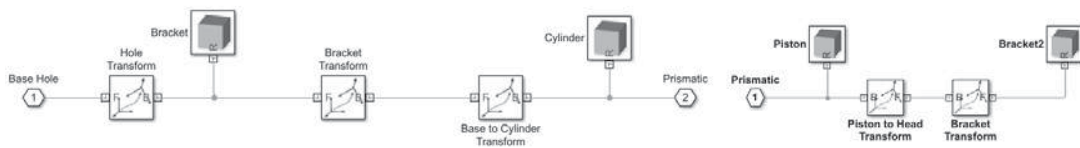
Հիդրավլիկ շարժիչը Simscape միջավայրում ներկայացվել է որպես պրիզմատիկ հանգույց, որի հիմքը շարժիչի մարմինն է, իսկ շարժական մասը՝ մխոցը (նկ. 3):



Նկ. 3. Պրիզմատիկ հանգույցով շարժիչի մոդելը

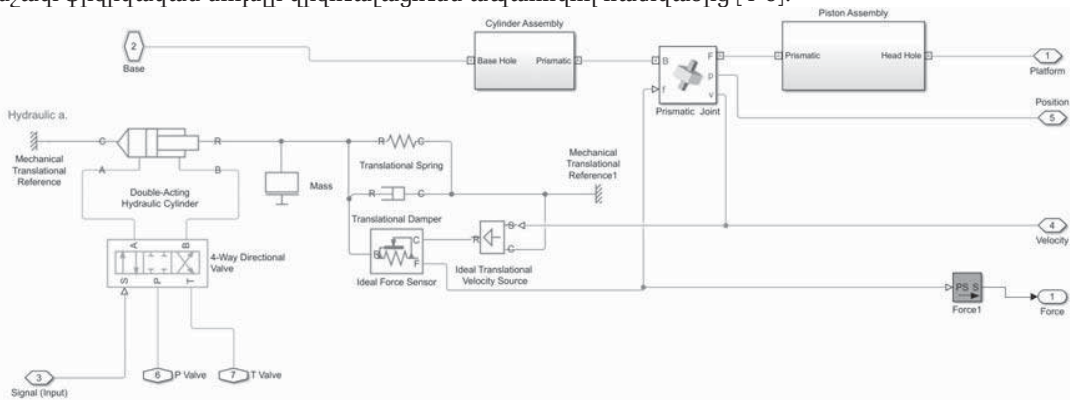
Պրիզմատիկ հանգույցի միացի շարժման ապահովումը հիմքի նկատմամբ հնարավոր է երկու եղանակով՝ ըստ ուժի և ըստ շարժման: Տվյալ դեպքում օգտագործվել է շարժման ղեկավարումն ըստ ուժի, որին համապատասխան մուտքն ավելացվել է հանգույցի բոլորին: Հանգույցից կարելի է նաև ստանալ որոշակի չափումների արդյունքներ՝ համակարգի հետագա ղեկավարման և կարգավորման համար: Այդպիսի ելքային մեծություններ են միացի դիրքը, միացի վրա ազդող ուժը, շարժման արագությունը և արագացումը: Տվյալ աշխատանքում օգտագործվել են թվարկվածներից առաջին երեքը:

Շարժիչի գլանի և միացի մոդելները պատկերված է նկ. 4-ում:



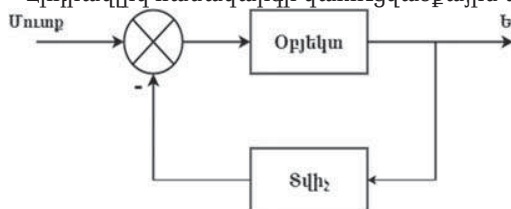
Նկ. 4. Գլանի և միացի ֆիզիկական մոդելները

Ունենալով բոլոր պարամետրերը և օգտագործելով SimHydraulics փաթեթը [1,2]՝ կատարվել է ընտրված պարամետրերին համապատասխանող հիդրավլիկ շարժաբերի հիդրոգլանի, պոմպի, հիդրոբաշխիչի, հիդրավլիկ հեղուկի և մնացած տարրերի մոդելավորում: Նկ. 5-ում բերված է հիդրավլիկ համակարգի Simulink մոդելը, որը ենթահամակարգ է՝ բաղկացած հիդրոգլանից, հիդրոբաշխիչից և եռաչափ ֆիզիկական մոդելի վիզուալացումն ապահովող հատվածից [4-6]:

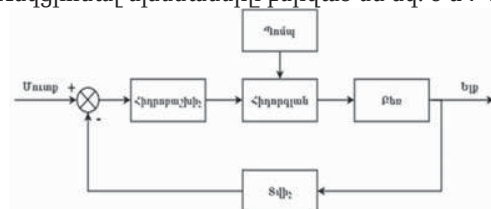


Նկ. 5. Հիդրավլիկ շարժաբերի ենթահամակարգի մոդելը (Object)

Հիդրավլիկ համակարգի կառուցվածքային և ֆունկցիոնալ սխեմաները բերված են նկ. 6 և 7-ում:

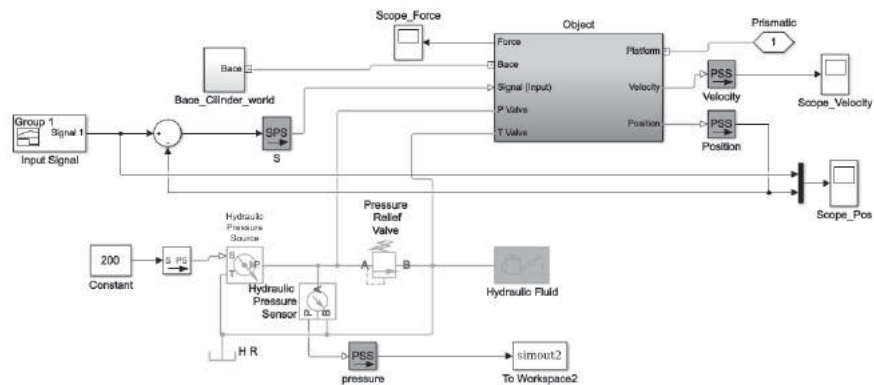


Նկ. 6. Հիդրավլիկ կառավարման համակարգի կառուցվածքային սխեմա



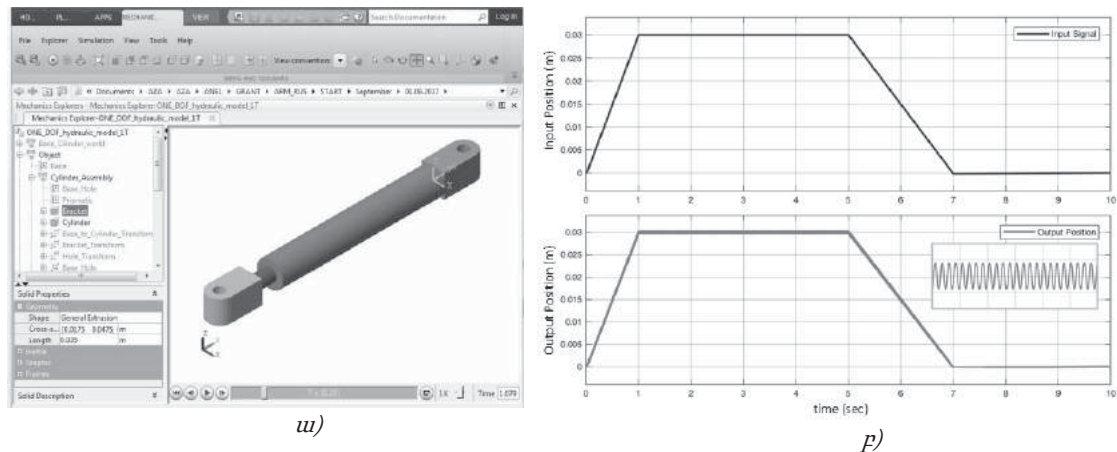
Նկ. 7. Հիդրավլիկ կառավարման համակարգի ֆունկցիոնալ սխեման

Հիդրավլիկ շարժաբերի փակ համակարգի [3] մոդելը բերված է նկ. 8-ում, որը պարունակում է նկ. 6-ում պատկերված շարժաբերի ենթահամակարգը (Object), պոմպը, պաշտպանիչ փականը, մուտքային և ելքային ազդանշանները և այլն:



Նկ. 8. Հիդրավլիկ կառավարման համակարգի մոդելը Simulink միջավայրում

Մոդելավորման արդյունքները: Կառուցելով բացասական հետադարձ կապով կառավարման համակարգը, մուտքագրելով պահանջվող պարամետրերը և ձևավորելով Y առանցքով շարժման համար անհրաժեշտ մուտքային ազդանշանը՝ կատարվել է համակարգի սիմուլյացիա (նկ. 9) SimHydraulics միջավայրում: Այստեղ վիզուալ կարելի է տեսնել հիդրավլիկ համակարգի մոդելի աշխատանքը:



Նկ. 9. Դինամիկ մոդելի սիմուլյացիա (ա), Y առանցքով գրանցված շարժումները (բ)

Ինչպես երևում է նկ. 9-ից՝ համակարգի արձագանքը համապատասխան մուտքային ազդանշանի դեպքում, ճշգրիտ չէ՝ պարունակում է տատանումներ:

Համակարգի ոչ գծայնությունը պայմանավորված է ճնշման՝ հոսքից ունեցած կախվածության բնութագրից, միացի շարժման հետևանքով խցանված հեղուկի ծավալից և հեղուկի սեղմելիությունից: Քանի որ համակարգը ոչ գծային է, ուստի մուտքային ազդանշանի արձագանքի հետազոտությունը և համակարգի կառավարումը բարդ է: Համակարգի հետազոտման համար անհրաժեշտ է կատարել գծայնացում և ստանալ փոխանցման ֆունկցիան:

Գծայնացման համար դիտարկվել է բաց համակարգը: Կիրառելով Loop Transfer և Linear Analysis Tool գործիքները՝ կարելի է դուրս բերել գծայնացված բաց համակարգի փոխանցման ֆունկցիան:

Գծայնացման արդյունքում ստացվում է համակարգի վիճակի տարածության մոդելը, որից էլ կարելի է անցում կատարել փոխանցման ֆունկցիայի:

Բաց համակարգի փոխանցման ֆունկցիան ունի հետևյալ տեսքը.

$$W_F(s) = \frac{5.474 \cdot 10^9 s^2 + 7.394 \cdot 10^{12} s + 1.92 \cdot 10^{15}}{s^5 + 8.671 \cdot 10^5 s^4 + 2.695 \cdot 10^9 s^3 + 7.689 \cdot 10^{11} s^2 + 2.249 \cdot 10^{13} s + 9.69 \cdot 10^{12}};$$

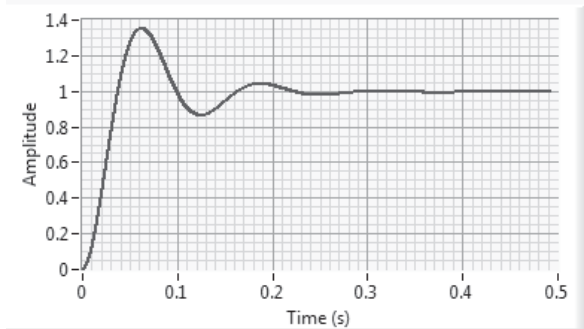
Փակ համակարգի փոխանցման ֆունկցիան կլինի հետևյալը՝

$$W_\Phi(s) = \frac{5.474 \cdot 10^9 s^2 + 7.394 \cdot 10^{12} s + 1.92 \cdot 10^{15}}{s^5 + 8.671 \cdot 10^5 s^4 + 2.695 \cdot 10^9 s^3 + 7.744 \cdot 10^{11} s^2 + 2.988 \cdot 10^{13} s + 1.929 \cdot 10^{15}};$$

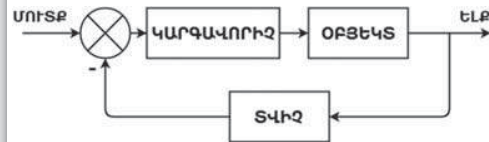
Մտացված գծային համակարգին առաջադրելով մուտքային միավոր թռիչքաձև ազդանշան՝ կատանանք համակարգի արձագանքը (նկ. 10), որտեղից էլ երևում է համակարգի մեծ գերկարգավորումը (36%) և կարգավորիչ նախագծելու անհրաժեշտությունը:

Համակարգի կայունության և կառավարման ցանկալի բնութագրերի ապահովման նպատակով անհրաժեշտ է համակարգի մեջ ներառել ՀԻԴ կարգավորիչ և կատարել դրա պարամետրերի ընտրություն:

Բերված է փակ կառավարման համակարգի կառուցվածքային սխեման (նկ. 13):

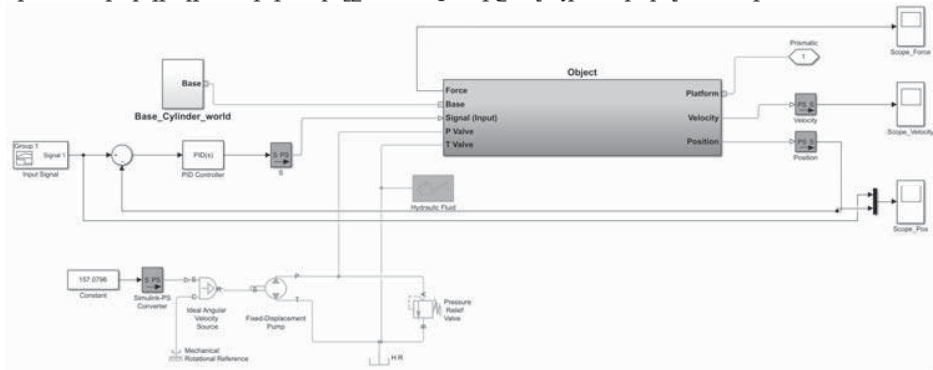


Նկ. 10. Փակ համակարգի արձագանքը մուտքային թռիչքաձև ազդանշանի դեպքում



Նկ. 11. Փակ համակարգի կառուցվածքային սխեմա

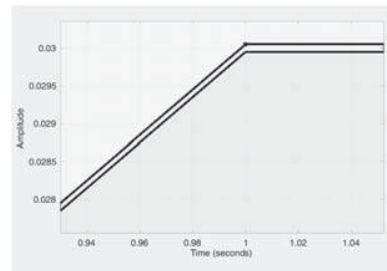
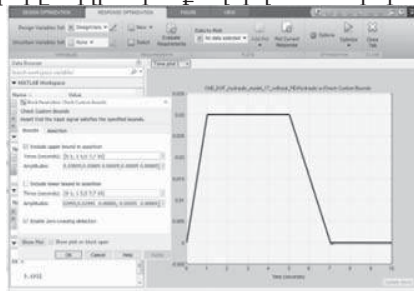
Փակ համակարգի դինամիկ մոդելը Simscape միջավայրում բերված է նկ.12-ում:



Նկ. 12. Փակ համակարգի մոդել

Analysis->Response Optimization պատուհանը հնարավորություն է տալիս կառավարման համակարգի պահանջներից բխող սահմանափակումները սահմանելով՝ կատարել կարգավորիչի պարամետրերի ավտոմատ ընտրություն՝ պարբերական սինուսոյալայի միջոցով, որի դեպքում համակարգը կբավարարի սահմանված պայմանները:

Քանի որ տվյալ համակարգում կառավարվում է միտքի դիրքը, ապա տալով մուտքային ազդանշանի հնարավոր փոփոխությունների համապատասխան սահմանները Check Custom Bounds բլոկում (նկ. 13), կստանանք ՀԻԴ կարգավորիչի օպտիմալ գործակիցները: ՀԻԴ կարգավորիչի պարամետրերը սկզբնառժեղավորվում են որպես $P=1$, $I=0$, $D=0$:



Նկ. 13. Design Optimization պատուհանը և մուտքային ազդանշանի սահմանների ընտրում

Սահմանները մուտքագրվել են՝ հաշվի առնելով խնդրում առաջադրված պահանջները: Հետևյալ սահմանները ենթադրում են մոտ 15% գերկարգավորում, 0,1 չ/կարգավորման ժամանակ և 0,05 չ/աճման ժամանակ:

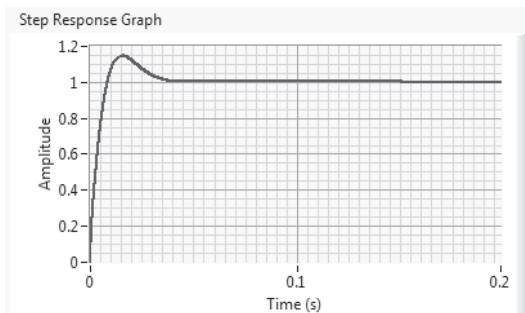
Միմուլյացիայից հետո ստացված կարգավորչի գործակիցներն են՝ PH = 9,4932, IH = 73,5275, DH = =0,0808, որոնք մուտքագրելով համակարգ և ձևավորելով միավոր թռիչքաձև ազդանշան, կստանանք նկ. 14-ում բերված անցողիկ բնութագիրը, որը բավարարում է տրված պահանջներին:

Համակարգի փոխանցման ֆունկցիան կարգավորչի ներմուծման դեպքում կլինի՝

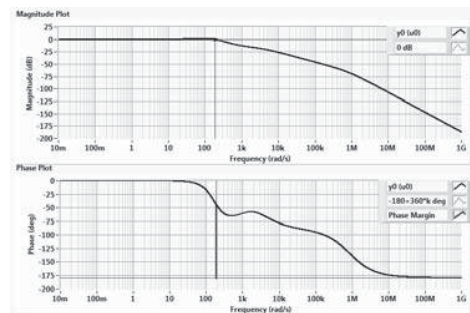
$$F(s) = \frac{4.4 \cdot 10^8 s^4 + 6.5 \cdot 10^{11} s^3 + 2.3 \cdot 10^{14} s^2 + 1.9 \cdot 10^{16} s + 1.4 \cdot 10^{17}}{s^6 + 8.7 \cdot 10^5 s^5 + 3.1 \cdot 10^9 s^4 + 1.4 \cdot 10^{12} s^3 + 2.5 \cdot 10^{14} s^2 + 1.9 \cdot 10^{16} s + 1.4 \cdot 10^{17}}.$$

Ստանանք համակարգի ամպլիտուդահաճախական և փուլահաճախական բնութագրերը (նկ. 15):

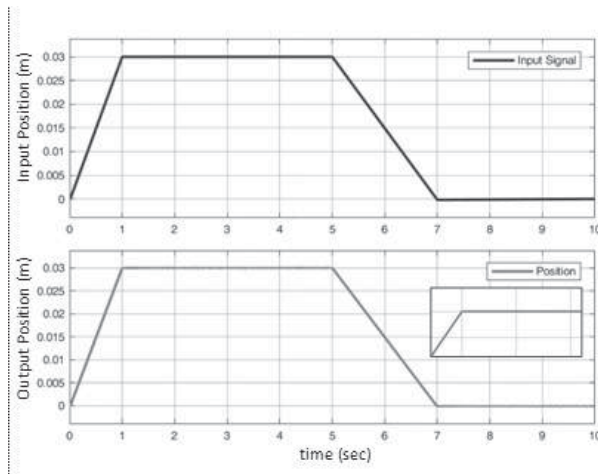
Նախագծելով միառանցք հիդրավլիկ համակարգի մոդելը՝ կարելի է որպես մուտքային ազդանշան ձևավորել տարբեր մուտքային ազդանշաններ: Նկ. 16 և 17-ում բերված են համապատասխանաբար համակարգի արձագանքները ընտրված (Custom signal) և հարմոնիկ (վիբրացիոն) ազդանշանների դեպքում:



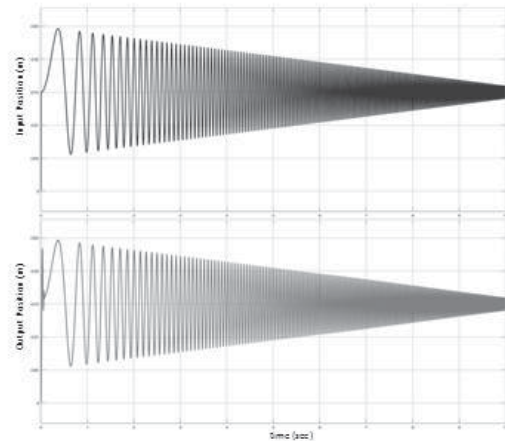
Նկ. 14. Փակ համակարգի անցողիկ բնութագիր (գերկ. – 14.7%)



Նկ. 15. Փակ համակարգի հաճախականային բնութագրեր



Նկ. 16. Custom signal ազդանշանի դեպքում համակարգի արձագանքը



Նկ. 17. Վիբրացիոն միառանցք հիդրավլիկ համակարգի բնութագիրն ըստ դիրքի

Եզրակացություն: Simulink Simscape փաթեթի միջոցով կառուցվել է համակարգի դինամիկայի մոդելը: Իրականացվել է հիդրավլիկ շարժիչի կառավարման համակարգի նախագծումը: Simulink Simscape փաթեթի միջավայրում կառուցված հիդրավլիկ համակարգի դինամիկայի մոդելը հնարավորություն է տվել ուսումնասիրել և հետազոտել համակարգի վարքը համապատասխան բնութագրերի օգնությամբ: Ուսումնասիրվել է նաև վիբրացիոն միառանցք հիդրավլիկ շարժաբերի կառավարման համակարգը:

Բոլոր հաշվարկները իրականացվել են Հայաստանի ազգային ճարտարագիտական լաբորատորիաներում (ANEL):

Գրականություն

1. **Using MATLAB.** The Math Works. - Inc., 2012. - 874 p.
2. **MathWorks, Inc.** Simscape™ Multibody™ Getting Started Guide, 2015. -296 p.
3. **Бесекерский В.А., Попов Е.П.** Теория систем автоматического регулирования. -М.: Наука, 2003. - 575 с.
4. **Sirouspour M.R., Salcudean S.E.** On the Nonlinear Control of Hydraulic Servo-systems // Proceedings of the 2000 IEEE International Conference on Robotics and Automation, April 24-28, 2000. - San Francisco, CA, USA, 2000. – P. 1276-1282.
5. **Choux M., Hovland G.** Design of a Hydraulic Servo System for Robotics Manipulation. Department of Engineering Sciences/Mechatronics, University of Agder. - Norway, 2008.
6. **Rexroth Staff** Hydraulic Trainer-Proportional and Servo Valve Technology. - Vol. 2. - Manesman Rexroth, 1986. -281p.

10.02.2018.

А.Т. Уликян, А.Л. Мхитарян, С.А. Абгарян, А.А. Акобян МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В СРЕДЕ SIMULINK

Рассматривается система управления гидроприводом. Для исследования динамики системы с помощью MATLAB построена модель гидравлической системы. Спроектирован контроллер для гидравлической системы.

Ключевые слова: гидропривод, MATLAB, Simscape, динамическая модель, вибрационный сигнал.

A.T. Ulikyan, A.L. Mkhitaryan, S.A. Abgaryan, A.A. Hakobyan MODELING AND DESIGNING OF THE HYDRAULIC CONTROL SYSTEM IN SIMULINK ENVIRONMENT

The control system of the hydraulic actuator is discussed. A dynamic model has been built in MATLAB Simscape environment to explore the dynamic behavior of the system. A controller for hydraulic control system is designed.

Keywords: hydraulic actuator, MATLAB, Simscape, dynamic model, vibration signal.

Ուլիկյան Ազատուհի Թորոսի - “Կառավարման համակարգեր” ամբիոնի տ.գ.թ., դոցենտ, ՀԱՊՀ
Մխիթարյան Ամայա Լևոնի - “Կառավարման համակարգեր” ամբիոնի տ.գ.թ., դոցենտ, ՀԱՊՀ
Աբգարյան Ստեփան Արթուրի - «Ավտոմատացում» մասնագիտության մագիստրանտ, ՀԱՊՀ
Հակոբյան Աստղիկ Աշոտի - «Ավտոմատացում և կառավարում» մասնագիտության բակալավր, ՀԱՊՀ

T.A. Gasparyan

**THERMAL FIELD MODELING AND THERMAL MAP CREATION OF 3D
INTEGRATED CIRCUITS**

A simulation method of a thermal field of the semiconductor crystal of 3D integrated circuits (3D IC), based on the principle of electrothermal analogy is proposed. The electric equivalent circuit of heat exchange of 3D IC constructed on current sources and resistance is proposed. Based on thermal model a way of creating of thermal map is purpose. The automated tool was developed for thermal and power maps generation based on proposed electrothermal method.

Keywords: 3D integrated circuits, electrothermal modeling, thermal field of crystal, initial placement of cells.

Introduction. Temperature and reliability are two of the most important challenges associated with 3D ICs. Other challenges include signal integrity and power delivery [1]. Thermal challenges arise from the increased power flux inherent to 3D stacking. High temperatures can cause timing violations by increasing transistor and interconnect resistance, and excessively high temperatures can even cause permanent physical damage to the chip. Thus chip temperature plays a critical role in both soft and hard error reliability. Temperature significantly effects leakage power. In contemporary IC working temperature of semiconductors can reach more than 100°C and the temperature differences between different areas of the crystal can reach more than 10...20°C [2]. As the reliability of IC mostly depends on its working temperature, it is becoming important to develop such modeling methods of thermal field of crystal which will provide possibility efficiently estimate thermal distribution on surface of semiconductor crystal during IC designing. That will allow the designer to make interactive decisions from the point of view of thermal placement during cells placement stage. This article provides the estimation method of thermal field of 3D ICs based on electrothermal modeling. Also provides the thermal map creation method from power map.

Thermal model for single layer in 3D IC. Once the 3D ICs floorplan has been constructed and component power estimation is complete, we have a power density map for each tier of the 3D stack. And that power density map will be as an input parameter for our thermal model creation. Before creating the thermal model of 3D ICs let's consider the same problem for 2D ICs. For 2D ICs if we present the construction of semiconductor crystal with $n \times n$ size matrix like placement of thermal cells and each cell's value will be defined as in form. (1) [3]:

$$T_{ic} = T_e + RP, \quad (1)$$

where T_{ic} – is the temperature of single cell, T_e – is the environment temperature, R – is the thermal resistance and P – is the power of cell, then the mathematical look of heat exchange model will be [4, 5]:

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ \vdots \\ T_i \\ \vdots \\ T_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ R_{i1} & R_{ij} & \ddots & R_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ R_{n1} & R_{n2} & \dots & R_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_i \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix}, \quad i = 1, \dots, n,$$

where T_i – is the temperature of i -th topological cells; R_{ij} – is the thermal resistance between i -th and j -th topological cells; P_i – is the power of i -th thermal cell. The solution of heat exchange model only from mathematical point of view is difficult as a lot of calculations must be done beside that the values of thermal resistance R_{ij} must be known. In order to overcome these difficulties the heat exchange model is combined with corresponding electrical model. This can be accomplished by using analogous thermal and electrical phenomena [6, 7]. The compliance between thermal and electrical parameters is given in Table.

Table

The compliance between thermal and electrical parameter			
Electrical parameters		Thermal parameters	
The Name	Measurement unit	The Name	Measurement unit
Electric charge	Coulomb	Heat	Joule
Voltage	Volt	Temperature	$^{\circ}\text{C}$ or K
Electrical resistance	Ohm	Thermal resistance	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$ or K/W
Electrical current force	Ampere	Thermal current	W
Capacity	Farad	The thermal capacity of the system	$\text{J}/^{\circ}\text{C}$ or J/K
Ohm's law: $U_{ij}=U_i-U_j=IR_{ij}$		Fourier's law: $T_{ij}=T_i-T_j=PR_{ij}$	

From compliance of Ohm's and Fourier's laws [6, 7] if we create the model of single cell in $n \times n$ matrix based model which will be represented by resistors and electrical current sources then we can estimate the temperature values from voltage values of our model. The electrothermal model of single cell is represented in Fig. 1 [7].

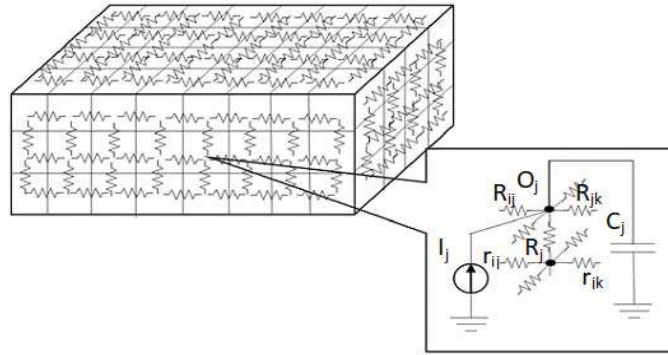


Fig. 1. The electrothermal model of single cell

Fig. 1 shows the electrothermal model of some j cell and its connections with i and k cells. O_j represent the topological centers of j cells. The powers of cell is represented with I_j power source. R_j is the thermal resistance between the cell j and the IC body. R_{ij} and R_{jk} are the thermal resistance between neighbors caused by the active part of the semiconductor structure. r_{ij} and r_{jk} are the thermal resistance between cells caused by the passive part of the semiconductor structure. C_j is the thermal capacity of j cell which makes the model to be dynamic. Based on described electrothermal model it is possible to create the full electrothermal model of 2D IC.

The electrothermal model of 3D IC. Using the electrothermal model for 2D IC we can create the thermal model for 3D IC. Adding the single cell electrothermal model side by side in one layer we can create the corresponding model for single layer of 3D IC. After creating the layers we need to add them one on another also adding new restores between layers which will represent electrothermal resistance between layers. All resistors values could be calculated by form (2):

$$R = \frac{d}{\lambda S}, \quad (2)$$

d - is a topological distance between centers of cells in case of calculating R_{ij} and r_{ij} or is the height of semiconductor substrate in case of calculating R_i . S - is a surface of heat exchange. λ - the thermal conductivity of the substrate. Dissipated power unit is estimated by the form (3):

$$P = P_{s,d,p} KW + P_{st}, \quad (3)$$

where $P_{s.d.p}$ is specific dynamic power of cell, K is the cell switching activity, W is the working frequency of cell, $P_{st.}$ is the static power of cell. The thermal capacity is estimated by the form (4):

$$C_t = C\rho V, \quad (4)$$

where ρ is the density, V is the volume and C is the thermal conductivity of semiconductor. Based on the described electrothermal model if we calculate the voltages in all O_j points then we can estimate the temperature of all cells in IC.

Tool for creating the thermal map. The described electrothermal model is used during creation of tool for thermal map generation. The tool working window is shown on Fig. 2.

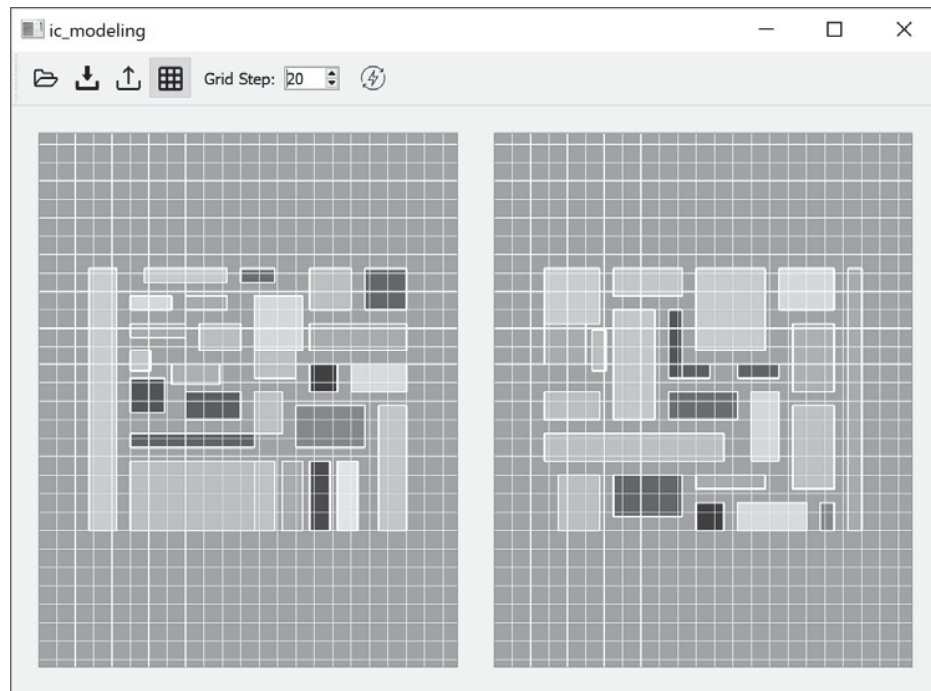


Fig. 2. 3D IC thermal field modeling tool's main window

2 layers of testing 3D IC are shown on Fig.2. It is also visible the grid which is used for generation of electrothermal model for this circuit. The grid step could be changed by the designer depending on the factor how detailed thermal map he wants to get as a result. After specifying the grid step the tool will automatically generate the electrothermal model for HSpice using the library of standard cells of 32 nm technology developed in the educational department of Synopsys Armenia [8]. Using HSpice simulation results tool will generate the thermal map. The power map and its corresponding thermal map for design from Fig. 2 are shown on Fig. 3.

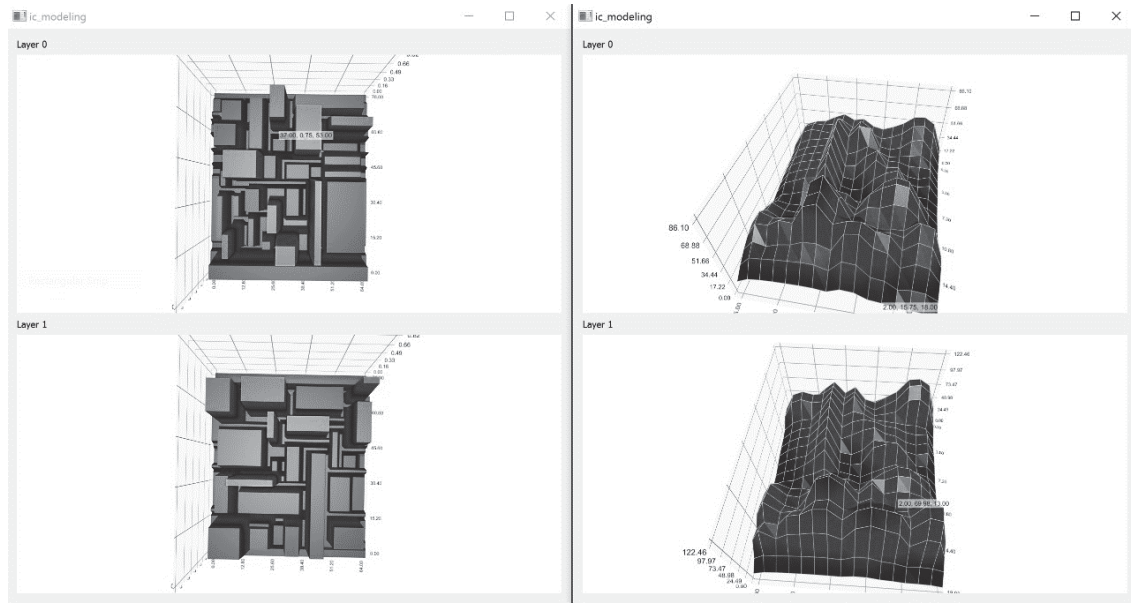


Fig.3. The thermal map of 3D IC

The developed GUI has the following interactive features that make it easy to use during the deployment phase:

- scaling of any selected section of the heat field,
- changing viewport on thermal map for detailed view,
- cross selection between cells on power map and thermal map,
- display of the grid of elementary heated zones,
- changing the size of elementary thermal zones, which makes it possible to provide a trade-off between accuracy and machine simulation time,
- allocation of local heated zones in which the temperature is higher than the set value,
- to output numbers and coordinate the elements whose temperature is higher than the set value.

Testing results. By using the developed tool power map and thermal map generation tests were done on open source CPU “UltraSPARC T2” [9]. Results are shown on Fig. 4.

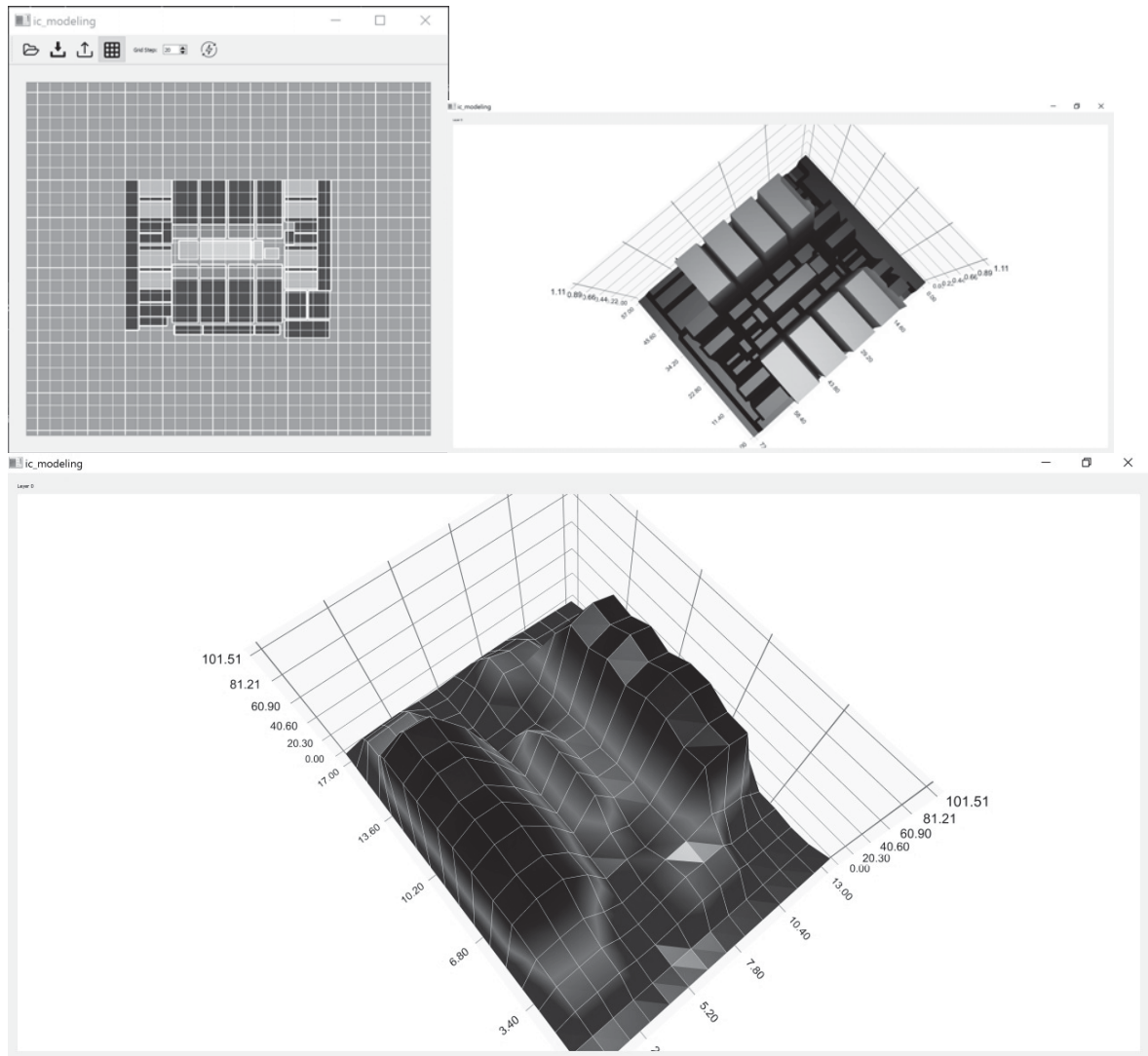


Fig.4. Cells placement, power and thermal maps of UltraSPARC T2 CPU

Conclusion. The electrothermal modeling method allows representing the placement of the thermal field of IC as identical electrical scheme where thermal parameters are replaced by corresponding electrical ones. The built electrical scheme can be analyzed by HSpice. Such solution allows creating electrothermal models for various topological structures. The tool was developed for automatical generation of electrothermal model from 3D IC which also provides the interface for viewing the thermal and power maps of the circuit.

References

1. A cross-layer design exploration of charge-recycled power delivery in many-layer 3d-ic / **Runjie Zhang, Kaushik Mazumdar, Brett H. Meyer, et al** // Proceedings of the 52nd Annual Design Automation Conference, DAC '15. - New York, NY, USA, 2015.ACM. -P. 133:1–133:6.
2. The International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS), 2010,2015.
3. **Козынько П.А.** Разработка подсистем электротеплового моделирования БИС и печатных плат в среде промышленной САПР. – М., 2010. - 26 с.
4. **Chen G., Sapatnekar S.** Partition Driven Standard Cell Thermal Placement // IEEE Transactions on Computer-Aided Design.-2002.- Vol. 14, No. 3. -P. 349-359.
5. **Chen G., Sapatnekar S.** Partition-Driven Standard Cell Thermal Placement. - Monterey, California, USA. Copyright 2003. -6p.

6. Temperature-Aware Placement for SOCs / B. Tsai, Ch. Chen, G. Chen, et al // Proceedings of the IEEE. – 2006. – Vol. 94, N. 8. - P 1502-1518.
7. Арутюнян А.Г. Электротепловое моделирование теплового поля интегральных схем при размещении элементов // Электроника и связь. Тематический выпуск “Электроника и нанотехнологии”. - Киев, 2011. - С. 104-108.
8. Digital Standard Cell Library.- SAED_EDK32/28 // SYNOPSYS ARMENIA Educational Department.- Yerevan, 2011. -152 p.
9. https://en.wikipedia.org/wiki/UltraSPARC_T2

14.02.2018.

Տ.Ա. Գասպարյան

ԵՌԱԶԱՓ ԻՆՏԵԳՐԱԼ ՍԻՆՏԵԶԱՆԵՐԻ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՔԱՐՏԵԶԻ ՍՏԵՂԾՈՒՄԸ

Առաջարկվում է 3D ինտեգրալ սխեմաների (3D IC) կիսահաղորդչային բյուրեղների ջերմային դաշտի մոդելավորման մեթոդ, որը հիմնված է էլեկտրաջերմային համանմանության վրա: Առաջարկվում է հոսանքի աղբյուրների և դիմադրության վրա կառուցված 3D IC-ների ջերմափոխանակման էլեկտրական համարժեքը: Ներկայացվել է ջերմային մոդելի վրա հիմնված ջերմային քարտեզի ստեղծման եղանակ: Ավտոմատացված գործիք է մշակվել՝ առաջարկվող էլեկտրաջերմային մեթոդի հիման վրա ջերմային և հզորությունների քարտեզների ստեղծման համար:

Առանցքային բառեր. 3D ինտեգրալ սխեմա, էլեկտրաջերմային մոդել, բյուրեղի ջերմային դաշտ, տարրերի նախնական տեղաբաշխում:

Т.А. Гаспарян

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО ПОЛЯ И СОЗДАНИЕ ТЕПЛОВОЙ КАРТЫ 3D ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЦЕПЕЙ

Предложен метод моделирования теплового поля полупроводникового кристалла трехмерных интегральных схем (3D IC), основанный на принципе электротепловой аналогии. Представлена электрическая эквивалентная схема теплообмена 3D IC, построенная на источниках тока и сопротивлении. На основе тепловой модели предлагается способ создания тепловой карты. С помощью предложенного электротеплового метода разработан автоматизированный инструмент для генерации тепловых и энергетических карт.

Ключевые слова: 3D интегральные схемы, электротермическое моделирование, тепловое поле кристалла, начальное размещение ячеек.

Gasparyan Tigran Ashot - Ph.D student, National Polytechnic University of Armenia, Synopsys, Lecturer at Synopsys Armenia Educational department

ՀՏԴ 681.518

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ ԵՎ
ԳԻՏԱԿԱՆ ՍԱՐՔԱՇԽՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ծ.Ս. Հովհաննիսյան, Գ.Տ. Կիրակոսյան, Տ.Ս. Անդրեասյան

ԿՈՐՊՈՐԱՏԻՎ ՔՈՄՓՅՈՒԹԵՐԱՅԻՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ԱՆՈՄԱԼ ԳՈՏԻՆԵՐԻ
ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Կորպորատիվ քումփյութերային ցանցերի աշխատունակությունն ապահովելու համար անհրաժեշտ է կատարել դրա ճիշտ կառավարում: Գրագետ կառավարում իրականացնելու համար անհրաժեշտ է օգտվել ցանցերի կառավարման համակարգերից (ՑԿՀ): ՑԿՀ-ն ապարատային և ծրագրային լուծումների հավաքածու է, որը հնարավորություն է տալիս ադմինիստրատորներին քումփյութերային ցանցում կատարել առանձին բաղադրիչների հսկում և կառավարում: Ցանցի աշխատունակությունը բնութագրող տվյալները պարունակում են որակական բնութագրեր, որոնք հայտնի են որպես աշխատունակության առանցքային ցուցիչ: Այդ տվյալները բնութագրում են քումփյութերային ցանցի վարքը և օգտագործվում են անոմալիաների հայտնաբերման համար:

Առանցքային բառեր. կորպորատիվ ցանցեր, կառավարում, մեքենայական ուսուցում, անոմալիա, թրաֆիկ:

Ներածություն: Ցանցային ծառայություններ մատուցող կազմակերպությունների որակի բարձրացման արդյունքում հաճախորդների բավարարվածության և լոյալության ցուցանիշի բարձրացումը մեծ դեր են խաղում կապիտալ և գործառնական ծախսերի կրճատման, բիզնես գործընթացների ավտոմատացման և օպտիմալացման շնորհիվ ներդրված գումարների վերադարձի ցուցանիշի բարձրացման վրա:

Ցանցերի կառավարման համակարգերը հնարավորություն են տալիս կատարել հետևյալ գործառնությունները.

- ցանցային սարքավորումների հայտնաբերում – հայտնաբերել, թե տվյալ պահին ինչ սարքեր են միացված համակարգին,
- ցանցային սարքավորումների մշտադիտարկում – մշտադիտարկել ցանցում առկա սարքավորումները, որպեսզի պարզ լինի, թե ինչ վիճակում են գտնվում ցանցի առանձին բաղադրիչները և ինչ աստիճանի է դրանց կատարողականությունը համապատասխանում նախապես տրված արժեքներին,
- ցանցի կատարողականության գնահատում – կատարվում է ցանցի այնպիսի բնութագրերի հսկմամբ, ինչպիսիք են թողունակությունը, փաթեթների կորուստը, հապաղումը, հասանելիությունը,
- ինտելեկտուալ ծանուցումներ – կարգավորվող ազդանշաններ, որոնք կարձագանքեն որոշակի ցանցային իրավիճակներին ցանցային ադմինիստրատորին տեղյակ պահելով sms հաղորդագրության, էլ փոստի կամ այլ եղանակներով:

Մտքի դրվածք: Ծրագրերի արձանագրությունների թրաֆիկի հոսքերի դասակարգման համար արդիական է համարվում մեքենայական ուսուցման (ՄՈՒ) մեթոդների կիրառումը [1,2]: ՄՈՒ-ի վրա հիմնված դասակարգումը կատարվում է ծրագրերի կողմից ստեղծվող թրաֆիկի հայտնի հոսքի վրա կատարվող ուսուցման հիման վրա: Անոմալիաների հայտնաբերումը կիրառվում է անվտանգության, հասանելիության, ծառայության որակի, վիրուսային ծրագրերի հայտնաբերման համար [3]: Անոմալիայի հայտնաբերման պետք է սահմանենք անոմալ գոտի, անոմալ գոտուց դուրս և ներս սահմանները, այսինքն էթե թրաֆիկ է մտել ցանց, ապա տվյալ իրավիճակում այն անոմալ է, թե ոչ, ինչը կարևոր է ցանցերի օպերատիվ կառավարման համար:

Գոյություն ունեն ՄՈՒ տարբեր մեթոդներ: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ մեծ ճշտություն հնարավոր է ստանալ, եթե կիրառվեն ՄՈՒ նեյրոնային ցանցերի կամ հեռախոսային վեկտորների մեթոդները [4]: Մեթոդները կիրառելի են ոչ միայն թրաֆիկի դասակարգման համար, այլև դրանց վերլուծության հիման վրա հնարավոր է հայտնաբերել ցանցերում առաջացող անոմալիաները: Ցանցի աշխատունակությունը բնութագրող տվյալները պարունակում են որակական բնութագրեր, որոնք հայտնի են որպես աշխատունակության առանցքային ցուցիչ: Այդ տվյալները բնութագրում են հեռահաղորդակցական ցանցի վարքը և օգտագործվում են անոմալիաների հայտնաբերման համար: Երբ այդ բնութագրերի արժեքները դուրս են գալիս բնական վիճակում գտնվող հեռահաղորդակցական ցանցի բնութագրերի արժեքների միջակայքից, դա նշանակում է, որ համակարգում առաջացել է անոմալիա:

Որպեսզի կարողանանք սահմանել, թե որն է համարվում անոմալիա, պետք է սահմանենք անոմալ գոտի, անոմալ գոտուց դուրս և ներս մաթեմատիկական մոդելները: Դրա համար առաջարկում ենք հետևյալ ֆունկցիաները, որոնց կիրառման դեպքում կհայտնաբերվի ցանցում եղած անոմալիան:

Մեքենայական ուսուցման եղանակով ժամանակի տվյալ պահին արժեքի կանխատեսումը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ ձևով.

$$y = f(x) + n, \quad (1)$$

որտեղ $f(x)$ -ը դետերմինացված ֆունկցիան է, n -ը ադուկն է կամ սխալը:

Որպես մուտքային տվյալ ունենք $\{x_i, y_i\}; i = 1, \dots, N\}$ ուսուցողական տվյալները, որտեղ $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{in})$, իսկ y_i -ն գեներացվում է նախորդ տվյալների հիման վրա:

Դիցուք ունենք $W = W_1, W_2, \dots, W_T$ ժամանակի շարք, որը կազմված է ժամանակի՝ իրար հավասար T մասերից՝ $t = 1, 2, \dots, T$:

Ժամանակի շարքի ընդհանուր մոդելը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

$$w_t = g(t) + Y_t, \quad (2)$$

որտեղ $g(t)$ -ն ժամանակի դետերմինացված ֆունկցիա է, իսկ Y_t -ն՝ ներկայացնում է աղմուկը կամ սխալը:

Մեքենայական ուսուցման նպատակն է՝ գտնել այնպիսի $f(x)$ ֆունկցիա, որը հնարավորինս լավ կկանխատեսի $f(x)$ ֆունկցիան:

ՄՈՒ հեռավելությունային մեթոդի կիրառման դեպքում ժամանակի t պահին ստացված արժեքի համար պետք է որոշվի, թե արդյոք այն գտնվում է անոմալիայի գոտում:

Ենթադրենք ժամանակի անոմալիայի գոտում գտնվող արժեքները ստացվում են հետևյալ ֆունկցիայով.

$$y_{an} = f_{an}(t), \quad (3)$$

իսկ անոմալիայի գոտուց դուրս գտնվողները հետևյալով.

$$y_n = f_n(t): \quad (4)$$

Այդ դեպքում ժամանակի t պահին ստացված արժեքը որ գոտուն որ մոտ կգտնվի, այդ գոտուն էլ կհամապատասխանի դրա արժեքը, ուստի անհրաժեշտ է գտնել հետևյալ արտահայտության նվազագույն արժեքը և ըստ դրա որոշել, թե որ գոտուն է պատկանում մուտքային արժեքը.

$$z = \min(y - y_{an}, y - y_n): \quad (5)$$

Կիրառելով վերոնշյալը՝ ըստ արդյունքների կարող ենք արդեն ֆիքսել, թե եկած թրաֆիկը համարվում է անոմալիա, թե ոչ: Եթե արդեն իսկ գտնվում է անոմալ գոտում, կատարենք անոմալիայի կանխարգելում և համակարգի հետագա ուսուցում:

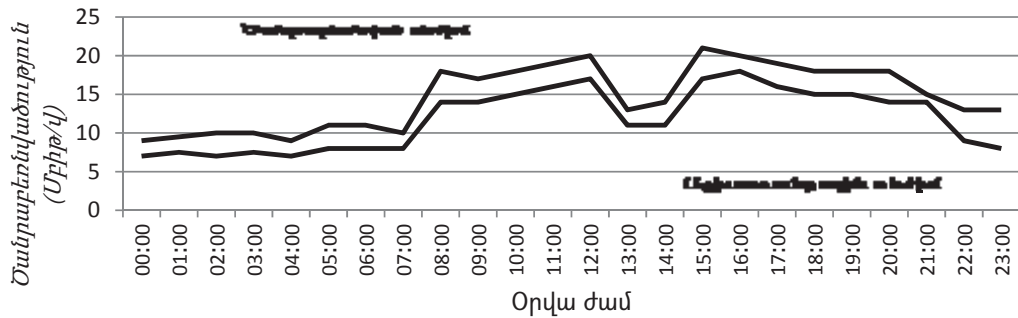
Գործնական արդյունքներ: Հիմք ընդունելով մեր սահմանած անոմալ գոտիների շեմային ֆունկցիաները ցանցերում անոմալ գոտիների հայտնաբերման և արդեն իսկ հայտնաբերված անոմալիաների ուսուցման համար մշակվել է ցանցերի օպերատիվ կառավարման CTNOCAS ավտոմատացված համակարգը, որի գործնական փորձարկումը կատարել ենք ՕՄԿ կազմակերպության քոմփյուտերային ցանցում և կիրառվում է դրա օպերատիվ կառավարման համար [4,5]: Կազմակերպության ցանցի ծանրաբեռնվածության գրաֆիկներն աշխատանքային և ոչ աշխատանքային օրերի համար բերված են նկ. 1 և 2-ում, որոնց համար հիմք են հանդիսացել աղյուսակի տվյալները:

Աղյուսակ

Կազմակերպության գլխամասի հեռահաղորդակցական ցանցի ծանրաբեռնվածությունն ըստ օրվա ժամերի

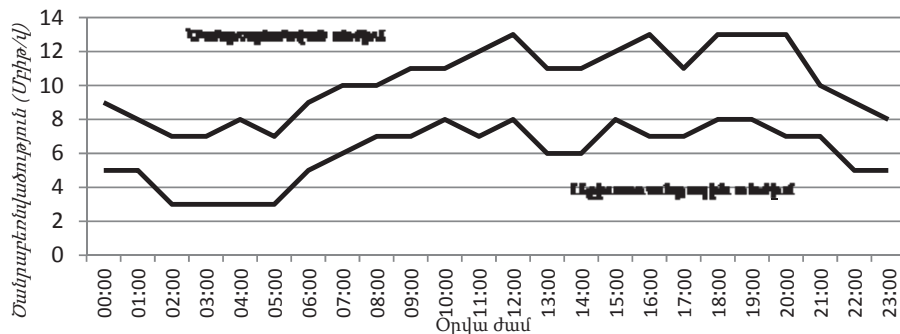
Ժամ	Աշխատանքային օր (<i>Մբիթ/վ</i>)		Ոչ աշխատանքային օր (<i>Մբիթ/վ</i>)	
	Չծանրաբեռնված	Ծանրաբեռնված	Չծանրաբեռնված	Ծանրաբեռնված
00:00	7	9	5	9
01:00	7.5	9.5	5	8
02:00	7	10	3	7
03:00	7.5	10	3	7
04:00	7	9	3	8
05:00	8	11	3	7
06:00	8	11	5	9
07:00	8	10	6	10
08:00	14	18	7	10
09:00	14	17	7	11
10:00	15	18	8	11
11:00	16	19	7	12
12:00	17	20	8	13
13:00	11	13	6	11
14:00	11	14	6	11
15:00	17	21	8	12
16:00	18	20	7	13
17:00	16	19	7	11
18:00	15	18	8	13
19:00	15	18	8	13
20:00	14	18	7	13
21:00	14	15	7	10
22:00	9	13	5	9
23:00	8	13	5	8

Տվյալ կազմակերպության համար մոդելավորվել է իրավիճակ, երբ հեռահաղորդակցական ցանցում վնասակար ծրագրի հայտնվելու հետևանքով ավելացել է ցանցի ծանրաբեռնվածությունը:



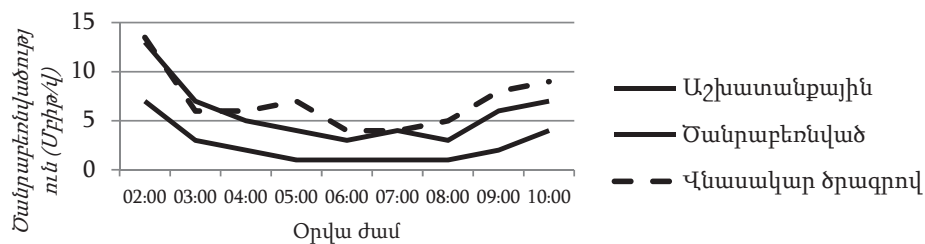
Նկ. 1. Կազմակերպության ցանցի ծանրաբեռնվածությունն ըստ աշխատանքային օրվա ժամերի

Ցանցի ծանրաբեռնվածությունը քիչ է ավելանում, քանի որ վնասակար ծրագիրն իր սերվեր է ուղարկում վարակված հանույցներում առկա ֆայլերը և չհայտնաբերվելու համար փոխանցումը կատարվում է փոքր արագությամբ: Հեռահաղորդակցական ցանցի աշխատանքը 02:00-ից 10:00-ի ժամանակահատվածի համար բերված է նկ. 3-ում:



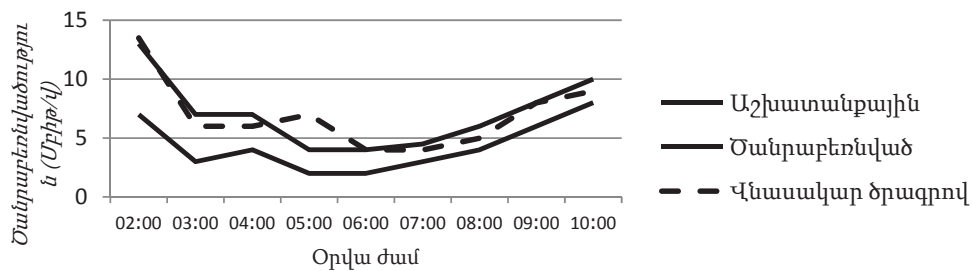
Նկ. 2. Կազմակերպության ցանցի ծանրաբեռնվածությունն ըստ ոչ աշխատանքային օրվա ժամերի

Տվյալ դեպքում CTNOCAS-ի կողմից վնասակար ծրագրի աշխատանքը հայտնաբերվել է 65% ճշտությամբ: Դա պայմանավորված է եղել այն հանգամանքով, որ տվյալ ցանցի համար ուսուցման գործընթացում բնականոն և ոչ բնականոն աշխատանքների ծանրաբեռնվածությունների միջակայքը բավականին մեծ էր:



Նկ. 3. Ցանցի ծանրաբեռնվածությունը վնասակար ծրագրի առկայության դեպքում

Առաջացած խնդիրը լուծելու համար կատարվել է համակարգի լրացուցիչ ուսուցում, ինչից հետո վնասակար ծրագրի աշխատանքը հայտնաբերվել է 95 % ճշտությամբ (նկ. 4):



Նկ. 4. Ցանցի ծանրաբեռնավածությունը վնասակար ծրագրի առկայության դեպքում լրացուցիչ ուսուցումից հետո

Եզրակացություն: Հետազոտվել է անոմալիաների հայտնաբերման համար ՄՈՒ համակարգերի ներդրումը, հնարավորությունը, որոնց կիրառմամբ հնարավոր կլինի ոչ միայն հայտնաբերել հայտնի պատճառներով առաջացող անոմալիաներ, այլև դեռևս անհայտ պատճառներով առաջացողները: Անոմալիայի գոտում կամ գոտուց դուրս գտնվելու մաթեմատիկական մոդելների հիման վրա մշակված համակարգը փորձարկվել է կազմակերպությունում, որն ունի կորպորատիվ բուհային ցանց: Արդյունքները բերված են գործող ցանցի փորձարկումների հիման վրա: Համակարգը կարող է կիրառվել փոքր և մեծ կորպորատիվ ցանցերի աշխատունակության բարձրացման և արդյունավետ շահագործման ապահովելու համար:

Գրականություն

1. **Osareh A., Shadgar B.** Intrusion Detection in Computer Networks based on Machine Learning Algorithms // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security .- 2008.-Vol.8.- № 11.
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning
3. **Garcia-Teodoro P., Daz-Verdejo J., Maci-Fernandez G. and Vazquez E.** Anomaly-based network intrusion detection: Techniques, systems and challenges // Computers & Security. - 2009. - Vol. 28, no. 12.- P. 18–28.
4. **Հովհաննիսյան Մ.Ս., Միրադեղյան Ս.Ա., Կիրակոսյան Ռ.Գ.** Հեռահաղորդակցական ցանցերում մեքենայական ուսուցման միջոցով անոմալիաների հայտնաբերման համակարգի նախագծում // ՀՀ ԳԱԱ և ՀԱՊՀ Տեղեկագիր. Տեխն. գիտ. սերիա. – 2016. –2 69, N4. –էջ 373-380:
5. **Հովհաննիսյան Մ.Ս., Միրադեղյան Ս.Ա., Կիրակոսյան Ռ.Գ., Պետրոսյան Մ.Գ.** Մեքենայական ուսուցման համակարգի միջոցով հեռահաղորդակցական ցանցում անոմալիաների հայտնաբերման ճշտության գնահատումը // Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու. - Մաս 1. - Երևան, 2017. - էջ 81-86:

01.03.2018.

Շ.Ս. Оганнисян, Г.Т. Киракосян, Т.С. Андреасян РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ЗОН В КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

Для обеспечения работоспособности корпоративных компьютерных сетей необходимо правильно управлять этой сетью. Для грамотного управления следует воспользоваться системой управления сетью (СУС). СУС – это комплекс аппаратных и программных решений, позволяющих администратору следить и управлять отдельными частями компьютерных сетей. Данные, характеризующие работоспособность сети, содержат качественные характеристики, которые известны как ключевые показатели работоспособности. Эти данные характеризуют поведение сети и используются для обнаружения аномалий.

Ключевые слова: корпоративная сеть, управление, машинное обучение, аномалия, трафик.

Ts. S. Hovhannisyan, G.T. Kirakossian, T.S. Andreasyan DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS FOR DETECTION OF ANOMALOUS ZONES OF CORPORATE COMPUTER NETWORKS

To ensure operability of corporate computer networks there is a need to manage it correctly. For correct management we must use network management systems (NMS). NMS is a combination of hardware and software solutions allowing administrators to do control and management of separate components of computer networks. Data characterizing operability of networks contain qualitative characteristics known as core markers of operability. These data characterize behaviour of computer network and are used for anomaly detection.

Keywords : corporate network, management, machine learning, anomaly, traffic.

Հովհաննիսյան Ծաղիկ Ստեփանի – տ.գ.թ., ասիստենտ (ՀԱՊՀ)
Կիրակոսյան Գագիկ Տիգրանի – տ.գ.դ., պրոֆեսոր (ՀԱՊՀ)
Անդրեասյան Տիգրան Սարգսի – տ.գ.թ., ասիստենտ (ՀԱՊՀ)

ՀՏԴ 681.518

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ ԵՎ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՍԱՐՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ

Տ.Ա. Ֆլյան

ԱՊԱՀՈՎԱԳՐԱԿԱՆ ԸՆԿԵՐՈՒԹՅԱՆ ՔՈՄՓՅՈՒԹԵՐԱՅԻՆ ՑԱՆՑԻ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ԵՎ ԲԱՐՁՐԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԻՔԱՄԻՋՈՑԸ

Հետազոտվել են ապահովագրական ընկերության քոմպյութերային ցանցի բոլոր օղակները՝ անվտանգության տեսակետից, հետազոտվել և համեմատվել են մասնագիտացված քոմպյութերային ցանցի անվտանգության բարձրացման առկա գործիքամիջոցները: Կատարվել է այդ գործիքամիջոցների համեմատական գնահատումը: Առաջարկվել և ներդրվել է մասնագիտական ցանցի անվտանգության գնահատման և բարձրացման արդյունավետ գործիքամիջոց:

Առանցքային բառեր. քոմպյութերային ցանց, ցանցային անվտանգություն, ապահովագրական ընկերություն, գործիքամիջոց, Next generation firewall:

Ներածություն. Ապահովագրական ընկերությունները, լինելով ֆինանսական շուկայի մի մասը, ունենալով բավականին շատ հաճախորդներ, վերցնելով իրենց վրա հաճախորդների ռիսկերը, պարտավոր են ունենալ հուսալի, անվտանգ և հասանելի քոմպյութերային ցանց [1]: Քանի որ ընկերությունը պարտավոր է հաճախորդներին սպասարկել 24/7 ռեժիմում [2], անհրաժեշտ է որ բոլոր ծրագրային համակարգերը և քոմպյութերային ցանցը լինեն հասանելի: Իսկ անվտանգության խնդիրը ավելի մեծ կարևորություն ունի, քանզի ամբողջ տեղեկատվությունը, որն անցնում է քոմպյութերային ցանցով, հաճախորդների վերաբերյալ տեղեկատվությունն է, այսինքն՝ ապահովագրական գաղտնիք է, որը գաղտնի է և չի կարող հասանելի լինել հանրությանը [3]: Միևնույն ժամանակ առկա է մեկ այլ խիստ գաղտնի տեղեկատվություն, որի հասանելի լինելը կարող է մեծ վնաս հասցնել ինչպես ընկերության համբավին, ընկերության դիրքին շուկայում, այնպես էլ ֆինանսական վիճակին:

Խնդրի դրվածքը. Հետազոտվել են ապահովագրական ընկերության քոմպյութերային ցանցի անվտանգության բոլոր օղակները, անվտանգության ապահովման գործիքամիջոցները, կատարվել է դրանց համեմատական գնահատումը և առաջարկվել՝ մասնագիտական ցանցի անվտանգության բարձրացման արդյունավետ գործիքամիջոց:

Ներկայացված խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ են հետևյալ քայլերը.

- վերլուծել ապահովագրական ընկերությունների քոմպյութերային ցանցի բոլոր օղակները՝ անվտանգության տեսակետից,
- հետազոտել ապահովագրական ընկերությունների քոմպյութերային ցանցի անվտանգության ապահովման առկա գործիքամիջոցները,
- իրականացնել ապահովագրական ընկերությունների քոմպյութերային ցանցի անվտանգության գործիքամիջոցների համեմատական գնահատումը,
- առաջարկել ապահովագրական ընկերության մասնագիտացված քոմպյութերային ցանցի անվտանգության բարձրացման համար արդյունավետ գործիքամիջոց:

Ապահովագրական ընկերությունների քոմպյութերային ցանցի բոլոր օղակները ուսումնասիրելու համար նախ դիտարկենք մասնագիտացված գործող քոմպյութերային ցանցի օրինակ, որը բերված է նկ. 1-ում:

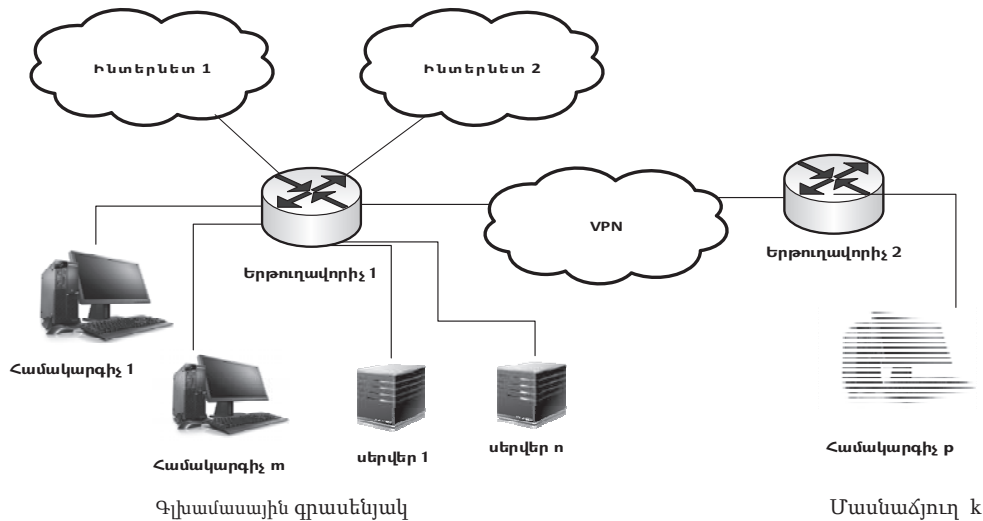
Բերված քոմպյութերային ցանցում ներկայացված են երթուղավորիչներ, սերվերներ (ո հատ), համակարգիչներ (ո հատ) և այլ սարքավորումներ:

Անվտանգության ապահովման տեսակետից առկա է պաշտպանելու երկու հատված՝ պաշտպանություն արտաքին աշխարհից և ներքին պաշտպանություն: Ներքին պաշտպանության ապահովման համար պետք է հստակ իմանալ տեղեկատվական անվտանգության առաջին կանոնը. «Չի կարելի պաշտպանել այն, ինչի առկայության մասին հայտնի չէ»[4]: Հիմնական ներքին պաշտպանության օղակներն են.

- պաշտպանություն վիրուսներից,
- պաշտպանություն տեղեկատվության գաղտնագրումից,

- պաշտպանություն տեղեկատվության արտահոսքից:

Արտաքին աշխարհից պաշտպանության համար պետք է օգտագործել համապատասխան սարքավորումները, որոնք հնարավորություն են տալիս բարձրացնել անվտանգությունը և հայտնաբերել բոլոր կատարվող փորձերը: Վիրուսներից պաշտպանվելու համար նվազագույն պահանջն այն է, որ պետք է օգտագործել հակավիրուսային ծրագրային միջոցներ: Միննույն ժամանակ, այդ ծրագրային միջոցներից բացի, պետք է օգտագործել ավագաման (Песочница) [5] ծրագրային միջավայրը, որը հնարավորություն է տալիս փորձարկել ստացվող տեղեկատվությունն այդ միջավայրում և անվտանգ լինելու պարագայում ուղարկել ստացողին:



Նկ. 1. Ապահովագրական ընկերության գործող բուհերի միջև գանգի ընդհանուր կառուցվածքը

Գաղտնագրման հիմնական պաշտպանությունը ամբողջական պահուստային կրկնօրինակներ ունենալն է, որոնք պարտադիր որոշ պարբերականությամբ պետք է ստուգվեն: Տեղեկատվության արտահոսքից պաշտպանվելու համար ծրագրային միջոցների օգնությամբ փակվում են բոլոր տեսակի արտաքին կրիչներ օգտագործելու հնարավորությունները, բոլոր չպաշտպանված կապուլիններով անցնող տեղեկատվությունը գաղտնագրվում է, արտաքին աշխարհ ուղարկվող ամբողջ տեղեկատվությունը ստուգվում է հատուկ ծրագրային միջոցների օգնությամբ: Միննույն ժամանակ մեծ ռիսկ են ներկայացնում արտոնյալ հաշվեգրեր ունեցող օգտատերերը, որոնց ցանկը պետք է կազմված լինի, նրանց համար պետք է ապահովել բարդ և հաճախ փոփոխվող գաղտնաբառեր, տեղեկատվությանը միանձնյա իրավասություն չտրամադրել, այսինքն՝ կիրառել չորս աչքի գաղափարը [6]:

Արտաքին աշխարհից պաշտպանվելու համար կան մի շարք լուծումներ, որոնք կոչվում են ֆայրվոլներ կամ ավելի նոր մոդելներ՝ հաջորդ սերնդի ֆայրվոլներ (Next generation Application firewall): Դրանց հիմնական ֆունկցիան է.

- ինտերնետի պարագծի պաշտպանությունը:

Գործառնությունները՝ լոկալ ցանցի, DMZ (demilitarized zone)-ի բաժանումը ինտերնետից, հանրային ծառայությունների ցանցային շերտի պաշտպանությունը,

- Zero-day vulnerabilities protection:

Գործառնությունները՝ պաշտպանություն «գրոյական օր» սպառնալիքներից, այսինքն՝ վիրուսներից և վնասակար ծրագրերից, որոնք դեռ հայտնի չեն հակավիրուսային ծրագրերին, կամ պատվերով հարձակումներից: Տիպիկ խնդիր է՝ գաղտնի դարակը crypto locker: Այն հայտնվում է աշխատակցի համակարգչում կորպորատիվ փոստի միջոցով, գաղտնագրում է բոլոր ֆայլերը լոկալ և ցանցային կրիչների վրա և պահանջում է գումար փոխանցել հաշվին՝ գաղտնագրման բանալին ստանալու համար.

- ինտերնետում օգտվողների գործողությունների վերահսկում: Գործառնությունները՝ սահմանափակել օգտագործողների մուտքը դեպի արտաքին աշխարհ, վերահսկել բոլոր հնարավոր միացումներն արտաքին աշխարհի հետ, գտել օգտագործվող URL հասցեները, օգտագործել հակավիրուսային

ծրագրի միջոցով ստուգում՝ մինչև տեղեկատվությունը աշխատակցի համակարգիչում հայտնվելը, հակահամաճարակային լրտեսող ծրագրերի հայտնաբերումը Anti-Spyware:

Վերը թվարկված գործառնությունները իրականացնելու համար կան մի շարք լուծումներ, որոնցից են՝ Palo Alto, Check Point, Fortinet, Cisco և այլն: Նկ. 2-ում ցույց է տրված 2016 թվականի բոլոր այդպիսի սարքավորումների դիրքը միջազգային շուկայում: Այս քառակուսին կոչվում է՝ magic quadrant [7].



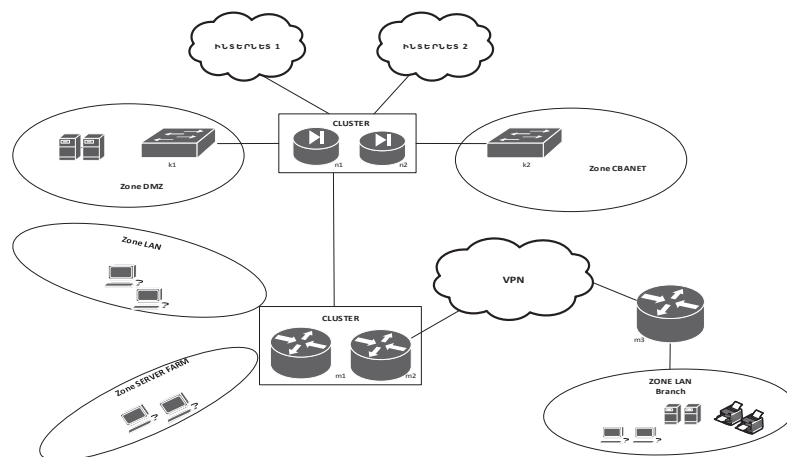
Նկ. 2. Magic quadrant for Enterprise Network firewall

Ըստ նկ. 2-ի, շուկայում որպես առաջատար առկա է երկու սարքավորում՝ Palo Alto և Check Point: Օգտագործելով առկա փորձը [8] և ունենալով համապատասխան պահանջները [9]՝ վերլուծել ապահովագրական ընկերությունների քումփյութերային ցանցի կառուցվածքը, ուսումնասիրելով առկա գործիքամիջոցները, ստեղծվել է արդյունավետ գործիքամիջոց, որը հնարավորություն է տալիս.

- ուսումնասիրել ցանցում անցնող թրաֆիկի բնույթը [10],
- թրաֆիկի ծավալը,
- արտաքին աշխարհի ուղարկվող և ստացվող թրաֆիկի ծավալը,
- օգտվողների հարցադրումները ինտերնետ ռեսուրսից,
- հայտնաբերել այն բոլոր անհրաժեշտ ռեսուրսները, որոնք պետք է հասանելի լինեն արտաքին աշխարհից:

Տվյալ գործիքամիջոցի կիրառմամբ կատարվել է համապատասխան հավաքագրված տվյալների հիման վրա ցանցի կառուցվածքի ընտրություն, անհրաժեշտ քանակությամբ ենթացանցերի բաժանում, համապատասխան պարամետրերով հաջորդ սերնդի ֆայրվոլի ընտրություն: Հուսալիության նկատառումներից ելնելով՝ որոշվել է օգտագործել տվյալ սարքավորումը կլաստեր համակարգում:

Այսպիսով, ունենալով վերը թվարկված պարամետրերը, վերակառուցվեց ապահովագրական ընկերության քումփյութերային մասնագիտացված ցանցը, որը բերված է նկ. 3-ում:



Նկ. 3. Ապահովագրական ընկերության վերակառուցված քումփյութերային ցանցը

k1, k2-ը կոմուտացիոն սարքավորումներն են,
n1, n2 – ը Next generation firewall սարքավորումներն են,
m1, m2, m3 – ը ֆայրվոլ և VPN սարքավորումներ են, որոնք ապահովում են կապը գլխամասային գրասենյակի և մասնաձյուղերի միջև, ինչպես նաև՝ 2 տարբեր ենթացանցերի անվտանգ աշխատանքը:

Եզրակացություն.

1. Հետազոտվել և վերլուծվել են ապահովագրական ընկերության քոմպյութերային ցանցի բոլոր օղակները՝ անվտանգության տեսակետից:
2. Հետազոտվել են ապահովագրական ընկերությունների քոմպյութերային ցանցի անվտանգության ապահովման առկա գործիքամիջոցները:
3. Իրականացվել է ապահովագրական ընկերությունների քոմպյութերային ցանցի անվտանգության գործիքամիջոցների համեմատական գնահատումը:
4. Վերլուծելով ուսումնասիրությունները՝ առաջարկվել և ներդրվել է «Ինգո Արմենիա» ապահովագրական ընկերության քոմպյութերային ցանցի անվտանգության բարձրացման նպատակով արդյունավետ գործիքամիջոց, որի հիման վրա վերակառուցվել է ընկերության քոմպյութերային ցանցը:

Գրականություն

1. **Հայաստանի Հանրապետության Կենտրոնական Բանկ** - խորհրդի թիվ 173-ն որոշում, 09.07.2016:
2. <http://www.ombuds.am/>
3. https://www.cba.am/Storage/AM/downloads/FDK/Regulation/law_on_insurance_extract_arm.pdf –Հայաստանի Հանրապետության օրենքը ապահովագրության և ապահովագրական գործունեության մասին
4. <https://thycotic.com/company/blog/2017/06/16/top-5-pam-tasks-teams-automate-part-1-privileged-account-discovery/>
5. <https://habrahabr.ru/post/105581/>
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BF_%D1%87%D0%B5%D1%82%D1%8B%D1%80%D1%91%D1%85_%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B7
7. https://get.info.paloaltonetworks.com/webApp/gartner-mq-for-enterprise-network-firewalls-2017-en?gclid=Cj0KCQjw6NjNBRDKARIsAFn3NMrbqUg_gRRYY5hx9Gr7GZij61rbTDVwUkD0WvtU5DyHujOqgF37IaAprEALw_wcB&utm_source=google-search&utm_medium=cpc&utm_term=palo%20alto%20com&utm_campaign=Brand-EMEA-EN-Search&utm_content=211278486143&custom2=&CampaignId=7010g000001Lh2x&s_kwid=AL!4461!3!211278486143!b!!g!!palo%20alto%20com&ef_id=WaQaNwAAAV9ew-Wy:20170911143321:s
8. <http://www.itsec.ru/articles2/pravo/standartizaciya-v-oblasty-ib-zarubezhn-opyt-chast-1-> Ստանդարտացումը SS բնագավառում արտասահմանյան փորձը:
9. <https://www.iso.org/isoiec-27001-information-security.html>
10. Handbook of Computer Networks: Distributed Networks, Network Planning, Control, Management, and New Trends and Applications.-Vol. 3.
01.03.2018.

Т.А. Флджян

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Исследованы все звенья компьютерной сети страховой компании с точки зрения безопасности. Рассмотрены и сравнены имеющиеся инструментальные средства для повышения безопасности специализированной компьютерной сети. Проведена их сравнительная оценка. Предложено и реализовано эффективное инструментальное средство для оценки и повышения специализированной сетевой безопасности.

Ключевые слова: компьютерная сеть, сетевая безопасность, инструментальное средство, Next Generation firewall.

T. A. Fljyan

INSTRUMENTAL MEANS FOR EVALUATION AND SAFETY OF COMPUTER NETWORK INSURANCE COMPANY

All parts of the computer network of the insurance company, in terms of security are investigated. Tools to enhance the security of a specialized computer network are considered and compared. A comparative evaluation of these tools was carried out. An effective tool was proposed and implemented as a means of assessing and enhancing professional network security.

Keywords: computer network, network security, tool, Next Generation firewall.

Ֆյույան Տիգրան Աշոտի - հայցորդ, ՀԱՊՀ

УДК 004:681.2:616

ИНФОРМАТИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И
НАУЧНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Л.К. Андреасян

**ОБЗОР МОДЕЛЕЙ И ПОДХОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ
ПРОФИЛАКТИКИ И ДИАГНОСТИКИ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2-ГО ТИПА**

Целью исследования является изучение моделей машинного обучения для оценки риска, профилактики и диагностики болезни сахарного диабета 2-го типа. На основе анализа огромных наборов медицинских данных и результатов непрерывного мониторинга состояния здоровья в реальном времени экспертные системы помогают поставить правильный диагноз, разработать оптимальную методику предотвращения и лечения.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, модели машинного обучения, сахарный диабет, метрики классификации.

Введение. Использование методов машинного обучения обеспечивает высокую точность обнаружения, выявления и профилактики широкого спектра распространенных заболеваний (сердечно-сосудистых, онкологических, диабетических, радиологических и т.д.), в результате чего, по мнению экспертов, в 2...3 раза сокращается стоимость лечения этих заболеваний, а также значительно улучшается качество лечения. Факторами риска развития сахарного диабета 2-го типа (Type 2 Diabetes Mellitus -T2DM) являются наследственность, возраст, высокий уровень холестерина в крови, высокое кровяное давление, избыточный вес, ожирение, малоподвижный образ жизни, нездоровое питание [1-3]. Для профилактики и обнаружения сахарного диабета используются различные методы машинного обучения [4].

Целью работы является изучение точности классификации болезни сахарного диабета 2-го типа с помощью алгоритмов машинного обучения в публикациях последних лет.

Оценка качества алгоритмов классификации. Для оценки качества алгоритмов классификации выбраны следующие численные метрики: **Accuracy** - доля правильных ответов, **Precision** – из положительных ответов доля правильных, **Recall** – доля положительных ответов из ожидаемых, **Sensitivity** (positive in disease) - вероятность того, что тест будет положительным при наличии заболевания, **Specificity** (negative in health) – вероятность того, что тест будет отрицательным при отсутствии заболевания [4].

Обзор применения моделей машинного обучения для профилактики и диагностики сахарного диабета 2-го типа. Основными источниками данного обзора являются доступные электронные архивы IEEE, Elsevier, Springer Publishing и PubMed Central.

В статье Кумари и др. [5] обсуждается применение методов машинного обучения для классификации сахарного диабета 2-го типа с использованием байесовских сетей. Классификация с байесовской сетью показывает значение точности Accuracy = 99,51% и ошибку классификации 0.48%.

Для диагностики сахарного диабета 2-го типа в статье Баракат и др. [6] описано применение метода опорных векторов (SVM) на наборе данных реальных пациентов с результатом работы Accuracy = 94%, Sensitivity = 93%, Specificity = 94%.

В статье Хан и др. [7] описано применение SVM для скрининга диабета. Результаты исследований в области здравоохранения и питания Китая показали, что предлагаемый метод группового обучения генерирует наборы правил со средневзвешенной точностью Precision = 94.2% и Recall = 93,9% для всех классов.

В статье Зенг и др. [8] исследованы различные ассоциации генотипа и фенотипа по EHR (Electronic Health Records), представлена разработанная среда для идентификации 300 субъектов (случайным образом выбранных из 23281 субъекта регионального распределенного репозитория EHR) с и без T2DM. Используются методы KNNs, NBs, деревья решений (DTs), RF, SVM и LR. Результаты показали высокие показатели идентификации (AUC ~ 0,98).

В статье Гири и др. [9] представлена объединенная система с искусственной нейронной сетью, функции Fuzzy logic и Gaussian Kernel (GKF). В предлагаемой системе GKF использует стандартное отклонение (standard deviation) для точной классификации данных, искусственные нейронные сети (ANN) для кластеризации данных. Показано, что после завершения реализации с использованием объединения этих методов улучшается точность прогнозирования Precision = 99,2% и Recall = 97,9%.

В статье Али и др. [10] анализируются проблемы диагностики и лечения диабета. В статье предлагается новая модель гибридного грубого набора (H2RM), которая решает проблемы неточного прогнозирования (Fuzzy forecasting) и лечения сахарного диабета 1-го типа (T1DM) и 2-го типа (T2DM). На этапе онлайн-прогона модели эти правила используются для прогнозирования T1DM и T2DM для новых пациентов. Экспериментальные результаты показывают, что предлагаемая модель превосходит существующие методы со средней и сбалансированной точностью Accuracy = 95,9%.

В статье Деваган и др. [11] использованы многоуровневый перцептрон (Multilayer Perceptron - MLP) и классификация на основе байесовской сети. Гибридная модель (Multilayer Perceptron + Bayes Net) для классификации данных о диабете показала следующий результат - Accuracy = 81.89%, Sensitivity = 64.10% и Specificity = 90.90%.

Заключение. В ходе исследования произведен выбор статей по метрикам качества классификации - Accuracy, Sensitivity, Specificity, Precision, Recall. Машинное обучение – метод, основанный на данных, и качество прогнозирования зависит от качества доступных данных. В выборе признака (feature) основная цель - найти подмножество, которое обеспечивает более высокую точность классификации. Анализ изучения статей позволяет сделать вывод, что наиболее высокая точность при классификации диабета получается при гибридном подходе (рис.). Таким образом:

- применение искусственной нейронной сети и нечеткой логики улучшает работу байесовской сети;
- при применении совокупности алгоритмов KNNs, NBs, DTs, RF, SVM и LR получают высокие показатели идентификации;
- методы и алгоритмы на основе грубой теории набора (RST) дают высокую точность;
- использование нескольких алгоритмов обучения (Ensemble learning approach) эффективным способом повышает точность классификации.

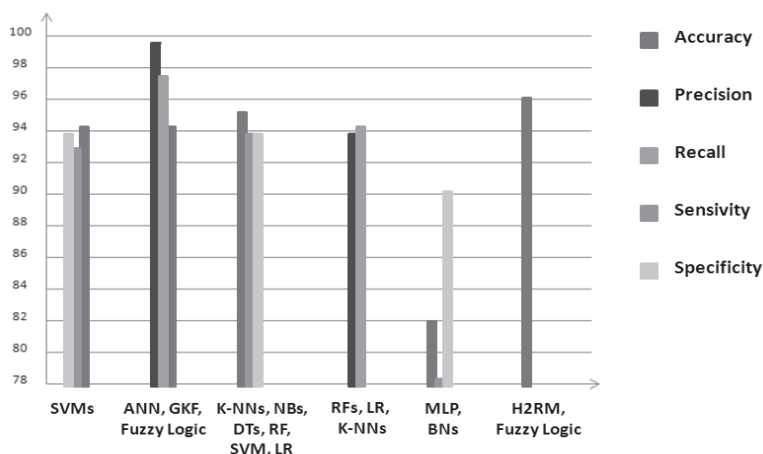


Рис. Показатели качества классификации в процентах

Результаты данного исследования послужат основой при выборе модели для диагностики и предотвращения болезни сахарного диабета 2-го типа.

Լիտերատուրա

1. Դեդովա Ի.Ի., Շեստակովա Մ.Յ., Մայորովա Ա.Յ. Ալգորիտմներ սպեցիալիզացիոն մեդիցինական օգնության համար շաքարային դիաբետի համար. - 8-րդ համար - Մ.: ՍՊ ՍՊԻՄ, 2017.
2. American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes. Diabetes Care, 2018.
3. Ferrannini, Ele, et al. Shift to Fatty Substrate Utilization in Response to Sodium–Glucose Cotransporter 2 Inhibition in Subjects without Diabetes and Patients With Type 2 Diabetes, 2016.- doi: 10.2337/db15-1356.
4. Witten I.H., Frank E. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. - Morgan Kaufmann, San Francisco, 2011. - P.189-283.
5. Prediction of Diabetes Using Bayesian Network, (IJCSIT) / M. Kumari, et al // International Journal of Computer Science and Information Technologies, IJCSIT. - 2014. - Vol. 5 (4). - ISSN: 0975-9646
6. Intelligent Support Vector Machines for Diagnosis of Diabetes Mellitus / N. Barakat, et al // IEEE. - 2010.- P.1114 – 1120.
7. Rule Extraction from Support Vector Machines Using Ensemble Learning Approach: An Application for Diagnosis of Diabetes / L. Han, S. Luo, et al // IEEE, J-BHI. – 2015. - 19 (2). - P. 728–734.
8. A machine learning-based framework to identify type 2 diabetes through electronic health records / T. Zheng, W. Xie, et al // Elsevier, I JMI. - 2017.- P. 120–127.
9. Giri T., Todma S.R. Prognosis of Diabetes using Neural Network. - Fuzzy Logic, Gaussian Kernel Method, IJCA, 2015.
10. Ali R., Hussain J., Siddiqi M. H., Hussain M., Lee S. H2RM: A Hybrid Rough Set Reasoning Model for Prediction and Management of Diabetes Mellitus, MDPI AG, Basel. – Switzerland, 2015.-15(7):15921-51.- doi: 10.3390/s150715921.
11. Dewangan A., Agrawal P. Classification of Diabetes Mellitus Using Machine Learning Techniques // International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS). -2015.- ISSN: 2394-366. – Vol. 2, issue 5.

25.02.2018.

Լ.Կ. Անդրեասյան

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԱԿՆԱՐԿ 2-ՐԴ ՏԻՊԻ ՇԱՔԱՐԱԽՏԻ ԿԱՆԽԱՐԳԵԼՄԱՆ ԵՎ ԱԽՏՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ՄԵՔԵՆԱՅԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՑՄԱՆ ՄՈԴԵԼՆԵՐԻ ՈՒ ՄՈՏԵՑՈՒՄՆԵՐԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Հետազոտության նպատակն է 2-րդ տիպի շաքարային դիաբետի հիվանդության ռիսկի գնահատման, կանխարգելման և ախտորոշման համար մեքենաների ուսուցման մոդելների ուսումնասիրումը: Վերլուծելով հսկայածավալ բժշկական տվյալների հավաքածուները և իրական ժամանակում առողջական վիճակի շարունակական մշտադիտարկման արդյունքները՝ փորձագիտական համակարգերն օգնում են ճիշտ ախտորոշել, մշակել կանխարգելման և բուժման արդյունավետ մեթոդներ:

Առանցքային բառեր. տվյալների ինտելեկտուալ վերլուծություն, մեքենայական ուսուցման մոդելներ, 2-րդ կարգի շաքարախտ, դասակարգման չափանիշներ:

L.K. Andreasyan

A REVIEW OF MODELS AND APPROACHES OF MACHINE LEARNING FOR THE PREVENTION AND DIAGNOSIS OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS

The purpose of the research is to study models of machine learning for risk assessment, prevention and diagnosis of type 2 Diabetes Mellitus. On the basis of the analysis of a huge collection of medical data and results of continuous monitoring of the health status in real time, expert systems help to put the right diagnosis, to develop optimal methods of prevention and treatment.

Keywords: intellectual data analysis, machine learning models, diabetes mellitus, classification metrics.

Անդրեասյան Լիանա Կարլենովնա – преподаватель кафедры КСиС, НПУА

ՀՏԴ 004.35/62-182.3

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ ԵՎ
ԳԻՏԱԿԱՆ ՍԱՐՔԱՇԽՈՒԹՅՈՒՆ

Մ.Տ. Սոխյան

ՏԵՍԱՇԱՐՈՒՄ ՇԱՐԺՎՈՂ ՕԲՅԵԿՏԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ԵՎ
ՈՒՂՂՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽՆԱԿԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ԽՆԴՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ

Կատարվել է տեսաշարում շարժվող օբյեկտի հայտնաբերման և ուղղության նախնական որոշման խնդրի հետազոտություն՝ հաշվի առնելով արդի ժամանակաշրջանում այս խնդրում մարդկային գործոնի բացառման անհրաժեշտությունը: Ուսումնասիրվել են օբյեկտին հետևելու ժամանակակից ալգորիթմները և ընտրվել է հայտնի MIL ալգորիթմը, որը հիմնված է բազմաքանակ օրինակների ուսուցման վրա: Օբյեկտի հայտնաբերման խնդիրն առաջարկվում է լուծել ժամանակակից «TensorFlow» համակարգի օգտագործմամբ: Կառուցվել է խնդրի լուծման նախնական բլոկ-սխեմա, որտեղ ներկայացված է հնարավոր լուծման քայլերի հաջորդականությունը՝ առանց որոշ հարցեր մանրամասնելու:

Առանցքային բառեր. շարժվող օբյեկտ, օբյեկտի հայտնաբերում, օբյեկտի հետևում, տեսաշար, շարժման ուղղություն, տարակարգիչ:

Ներածություն: Շարժվող օբյեկտի հայտնաբերումը մարդու համար շատ հեշտ գործընթաց է, որը նա կարող է կատարել ակնթաթյաբար: Կարելի է հեշտությամբ հայտնաբերել օբյեկտը և միաժամանակ տարակարգել այն՝ տալով որոշակի բնութագրեր (օրինակ՝ շարժվող մեքենա, անշարժ ծառ և այլն): Մարդու ուղեղը կարող է անել այդ ամենը առանց որևէ հավելյալ ջանք՝ գործադրելու: Իհարկե այսօր դեռևս մարդուց արագ ոչ մի հաշվիչ մեքենա նշվածը չի կարող անել, սակայն չպետք է մոռանալ մարդկային գործոնը, քանի որ մարդն ամեն դեպքում մեքենա չէ: Կան դեպքեր, երբ անհրաժեշտ է կիրառել ավտոմատացված հսկողություն՝ ինչ-ինչ իրավիճակների վերահսկման նպատակով: Օրինակ, երկրի սահմանին տեղադրված տեսախցիկի օգնությամբ կարելի է իրական ժամանակում հայտնաբերել որևէ օբյեկտ (զինվոր, ռազմական տեխնիկա և այլն) և արձագանքել համապատասխան ձևով: Այնուհետև կարելի է նաև իրականացնել օբյեկտների տարակարգում (մարդ, թռչուն, կենդանի, թռչող սարք և այլն) և միայն դրանից հետո սահմանելով յուրաքանչյուր օբյեկտի նկատմամբ անհատական վերահսկողություն՝ որոշել՝ այն շարժվում է, թե՛ ոչ:

Տեսանյութը իրականում պատկերների հաջորդականություն է, որոնցից յուրաքանչյուրը կոչվում է շրջանակ: Այդ պատկերները իրար այնքան արագ են հաջորդում, որ մարդու աչքը չի հասցնում ընկալել, որ դրանք անընդհատ չեն: Ակնհայտ է, որ պատկերի մշակման բոլոր միջոցները կարող են իրականացվել որոշակի պատկերի (շրջանակի) վրա: Բացի այդ, երկու հաջորդական պատկերները իրար հետ սերտորեն կապված են:

Շարժվող օբյեկտի հայտնաբերման ալգորիթմը կարող է լինել ընդհանուր կիրառության ալգորիթմ, սակայն չափազանց դժվար է ինչպես հարկն է հայտնաբերել օբյեկտներ, որոնք ունենում են էական փոփոխություններ՝ կապված գույնի և կառուցվածքի հետ: Հետևաբար, ներկայումս համակարգչային տեսողության շատ կիրառական համակարգեր ենթադրում են ֆիքսված (ստատիկ) տեսախցիկի առկայություն, որը շարժվող օբյեկտների հայտնաբերման գործընթացը դարձնում է շատ ավելի պարզ [1]: Տեսաշարից վերցված պատկերը բաժանվում է փիքսելների երկու բազմության: Առաջին բազմությունը պարունակում է փիքսելներ, որոնք համապատասխանում են առաջնային պլանի օբյեկտներին, մինչդեռ երկրորդ բազմությունը պարունակում է ֆոնային (ետին պլանի, անշարժ) փիքսելները: Ստացված արդյունքը հաճախ ներկայացվում է որպես երկուական պատկեր, որտեղ զրոն համապատասխանում է ֆոնին, իսկ մեկը՝ առաջնային պլանին: Հիմնականում առաջնային պլանի օբյեկտները շարժվող մարդիկ, մեքենաներ, նավեր և այլ օբյեկտներ են, իսկ մնացած ամեն ինչը համարվում է ֆոնային: Երբեմն ստվերը նույնպես տարակարգվում է որպես առաջնային պլանի օբյեկտ, որը բերում է ոչ ճիշտ արդյունքի:

Օբյեկտի հայտնաբերումը տեսաշարում հետաքրքրություն ներկայացնող օբյեկտների հայտնաբերման և փիքսելների ստացման գործընթաց է: Օբյեկտի հայտնաբերումը կարելի է իրականացնել տարբեր եղանակներով, օրինակ, շրջանակի տարբերակման (frame differencing),

օպտիկական հոսքի (optical flow) և ֆոնի հանման (background subtraction) մեթոդները: Քննարկենք այդ մեթոդները:

1. Շրջանակի տարբերակման մեթոդ (frame differencing)

Տեսաշարում շարժվող օբյեկտների առկայությունը հայտնաբերվում է երկու հաջորդական պատկերների տարբերության հաշվարկման միջոցով: Այդ հաշվարկը բավականին պարզ գործընթաց է և հեշտ է իրականացվում: Այս մեթոդն ունի մեծ հարմարվողականություն տարբեր միջավայրերում: Այս ալգորիթմում օգտագործվում են որոշակի շեմային արժեքներ պատկերում լուսավորության փոփոխությունը որպես շարժում չտարակարգելու համար: Այս մեթոդը չի դասակարգվում որպես շարժվող օբյեկտի ճշգրիտ հայտնաբերման եղանակ [2]:

2. Օպտիկական հոսքի մեթոդ (Optical Flow)

Այս մեթոդում հաշվարկվում է պատկերի օպտիկական հոսքի դաշտը և կատարվում է պատկերի օպտիկական հոսքի բաշխման հաշվարկը: Այս մեթոդը կարող է տալ շարժման ամբողջական ինֆորմացիա և հայտնաբերել շարժվող օբյեկտները, սակայն մեծ ծավալի հաշվարկները և պատկերում առկա աղմուկի հանդեպ զգայունությունը դարձնում են այն ոչ համատեղելի իրական ժամանակամիջոցում աշխատելու պահանջների հետ [3]:

3. Ֆոնի հանման մեթոդ (background subtraction)

Ֆոնի հանման ալգորիթմում առաջին քայլը ֆոնի մոդելավորումն է: Այս քայլը ալգորիթմի հիմքն է: Ֆոնի մոդելը պետք է լինի բավականին զգայուն՝ շարժվող օբյեկտը հայտնաբերելու համար: Այս մոդելը այն պատկերի մաթեմատիկական մոդելն է, որտեղ առկա չեն ապագայում շարժվող օբյեկտները: Շարժվող օբյեկտը հայտնաբերվում է տեսաշարի ընթացիկ պատկերի և ֆոնի մոդելի համեմատության միջոցով: Ալգորիթմն ունի մեծ զգայունություն արտաքին միջավայրի փոփոխությունների հանդեպ և տալիս է շարժվող օբյեկտի մասին ամբողջական տեղեկություն այն դեպքում, երբ ֆոնի մոդելը մոդելավորված է ճիշտ սկզբնական պատկերով [4]:

Օբյեկտին հետևելը ավելի արագ գործողություն է, քան հայտնաբերումը: Սովորաբար օբյեկտին հետևելու ալգորիթմներն ավելի արագ են օբյեկտին հայտնաբերելու ալգորիթմներից: Պատճառը շատ պարզ է: Նախորդ պատկերում հայտնաբերված օբյեկտին հետևելիս արդեն հայտնի է օբյեկտի տեսքի և շարժման մասին որոշ տեղեկություն: Հաջորդ պատկերի մշակման ժամանակ կարելի է օգտագործել այդ տեղեկությունը օբյեկտի դիրքը այդ պատկերում կանխագուշակելու համար և կանխագուշակված տարածքում օբյեկտը փնտրելով գտնել այն: Օբյեկտի որոնման լավ ալգորիթմը օգտագործում է օբյեկտի մասին այդ պահին եղած ամբողջ տեղեկությունը, մինչդեռ հայտնաբերման ալգորիթմը միշտ իր աշխատանքը սկսում է զրոյից: Այստեղ կարող է թվալ, որ կարելի է օբյեկտին հայտնաբերել հենց առաջին պատկերում և ուղղակի շարունակել հետևել նրան: Սակայն հնարավոր է նաև կորցնել օբյեկտը, երբ այն ծածկվի մեկ այլ օբյեկտով, և այդ պարագայում օբյեկտին հետևող ալգորիթմը կձախողվի: Այս թերությունը շտկելու համար առաջարկվում է որոշ ժամանակը մեկ կիրառել նաև օբյեկտին հայտնաբերելու ալգորիթմը: Հայտնաբերման այն ալգորիթմները, որոնք հիմնված են մեքենայական ուսուցման վրա, ուսուցանվում են օբյեկտը պարունակող մեծ քանակի պատկերներով:

Օբյեկտին հետևելու գործընթացում մեր նպատակն է ընթացիկ պատկերում գտնել այն օբյեկտը, որին հաջողվել է հետևել տեսաշարի նախորդ պատկերներում: Եթե հետևել ենք օբյեկտին որոշակի ժամանակահատվածում, ապա կարելի է ասել, որ հայտնի է, թե այն ինչպես է շարժվում, այսինքն՝ հայտնի է օբյեկտի շարժման մոդելը: Բացի այդ, հայտնի է նաև, թե այդ օբյեկտը ինչ տեսք ունի տեսաշարի նախորդ պատկերներում: Այս դեպքում ասում են, որ հայտնի է նաև օբյեկտի տեսքի մոդելը: Շարժման մոդելը օգտագործելով՝ կարելի է կանխագուշակել շարժվող օբյեկտի հաջորդ դիրքը, միջոցառել օբյեկտի տեսքի մոդելը հնարավորություն է տալիս ավելի ճշգրիտ կերպով գտնել օբյեկտը կանխագուշակված դիրքում: Եթե օբյեկտը շարժման ընթացքում իր տեսքը չի փոխում, ապա կարելի է օգտագործել պարզ, հաստատուն տեսքի մոդել: Սակայն իրականում օբյեկտը շարժման ընթացքում գրեթե միշտ փոխում է իր տեսքը: Այս խնդրի լուծման նպատակով օբյեկտին հետևող ժամանակակից ալգորիթմներում տեսքի մոդելը այնպիսի տարակարգիչ է, որը ուսուցանվում է դինամիկ կերպով, այսինքն՝ օբյեկտին հետևելու ընթացքում: Տարակարգիչը ոչ դինամիկ կերպով ուսուցանելու համար կարող են անհրաժեշտ լինել տվյալ օբյեկտի պատկերի հազարավոր օրինակներ, մինչդեռ դինամիկ տարակարգիչն ուսուցանվում է դինամիկ կերպով, այսինքն՝ մեր դեպքում օբյեկտը հետևելու ընթացքում: Օբյեկտը տարակազող ալգորիթմը՝ որպես մուտքային արժեք, ստանում է պատկերի ինչ-որ հատված և այն տարակարգում է որպես օբյեկտ կամ պատկերի ետին պլան (background): Որպես

արդյունք ստացվում է 0-ից 1 միջակայքի թիվ, որը բնութագրում է պատկերի այդ մասում օբյեկտի գտնվելու հավանականությունը:

Քննարկենք օբյեկտը հետևելու ժամանակակից ալգորիթմներ:

1. Boosting (խթանում)

Այս ալգորիթմը [5] հիմնված է AdaBoost ալգորիթմի [6] դինամիկ տարբերակի վրա՝ այն ալգորիթմի, որն օգտագործվում է դեմքի ճանաչման ալգորիթմում: Այս ալգորիթմում տարակարգիչն ուսուցանվում է դինամիկ կերպով, ստանալով տվյալ օբյեկտի դրական (պատկեր, որը պարունակում է օբյեկտը), և բացասական (պատկեր, որը չի պարունակում օբյեկտը) օրինակները: Պատկերում տվյալ օբյեկտի շրջանակը ենթադրվում է որպես սկզբնական դրական օրինակ, իսկ այդ պատկերի մնացած մասը՝ բացասական: Ստանալով տեսաշարի հաջորդ պատկերը՝ տարակարգիչը փնտրում է այդ օբյեկտը նախորդ պատկերում այդ օբյեկտին հարակից շրջակայքում, ամեն փիքսելի համար որոշում է ինչ-որ գործակից՝ օգտվելով արդեն հայտնի դրական օրինակից: Արդյունքում ստացվում է, որ օբյեկտը պատկերի այն մասում է, որտեղ գործակիցները ավելի բարձր են: Բացի այդ, ստացվում է օբյեկտի ևս մեկ դրական և բացասական օրինակ: Տեսաշարի հաջորդ պատկերները մշակելուն զուգընթաց դրական և բացասական օրինակների քանակն աճում է:

Այս ալգորիթմը դասակարգվում է որպես միջին արտադրողականության: Բացի այդ, այն հուսալի չէ այն պարագայում երբ անհրաժեշտ է հայտնել օբյեկտը հետևելու ձախողման մասին:

2. MIL – Multiple Instance Learning (բազմաքանակ օրինակների ուսուցում)

Օբյեկտին հետևելու այս ալգորիթմը հիմնականում կրկնում է նախորդ ալգորիթմը: Բայց կա մի հիմնական տարբերություն: Որպես օբյեկտի դրական օրինակ դիտարկվում է ոչ միայն տվյալ պահին նրա դիրքը, այլև դիտարկվում է տվյալ դիրքի շրջակայքը և գնեռացվում է մի քանի դրական օրինակ: Արդյունքում տվյալ պատկերից ստացվում են ոչ թե դրական և բացասական օրինակներ, այլ դրական և բացասական օրինակների խմբեր: Հենց այս գաղափարի վրա է հիմնված բազմաքանակ օրինակների ուսուցումը: Եթե օբյեկտի դիրքը ճիշտ չի ստացվում, ապա դիտարկելով նրա շրջակայքը և ստանալով դրական օրինակների խումբ, կարող ենք ասել, որ այդ խմբի մեջ առկա է առնվազն մեկ օրինակ, որում օբյեկտը ճիշտ դիրքում է գտնվում [7]:

Այս ալգորիթմի արտադրողականությունը բավականին բարձր է գնահատվում և մեծ կիրառություն ունի: Մեր խնդրում առաջարկվում է օգտագործել հենց այս ալգորիթմը:

Tensorflow համակարգի օգտագործման նպատակահարմարությունը օբյեկտների հայտնաբերման խնդրում: Tensorflow-ն բաց հասանելիության գրադարան է (open source software library), որը նախատեսված է թվաբանական հաշվարկների համար գրաֆների հիման վրա: Գրաֆի հանգույցներն արտահայտում են մաթեմատիկական գործողությունները, մինչդեռ ճյուղերը ներկայացնում են բազմաչափ զանգվածներ (tensors): Tensorflow-ն մեքենայի ուսուցման (machine learning) գործիք է: Այն ընձեռում է լայն ֆունկցիոնալություն և օգտագործվում է խոր նեյրոնային ցանցի (deep neural network) մոդելների ստեղծման համար: Այս համակարգը ունի մի շարք կիրառական ծրագրավորման ինտերֆեյսեր (API – Application Programming Interface) Python, C++, Java լեզուներով [8]:

Նշված համակարգը հնարավորություն է ընձեռում ստեղծել մեքենայական ուսուցման մոդել, որն ունակ կլինի հայտնաբերել օբյեկտները պատկերի մեջ: Tensorflow համակարգի հիման վրա ստեղծված «TensorFlow Object Detection API»-ը (Օբյեկտի հայտնաբերման կիրառական ծրագրավորման ինտերֆեյս TensorFlow-ի կիրառմամբ) հնարավորություն է տալիս ստեղծել և ուսուցանել օբյեկտի հայտնաբերման մոդել, ինչպես նաև տրամադրում է մի շարք արդեն ուսուցանված մոդելներ:

Օգտագործելով ուսուցանված մոդելը օբյեկտի հայտնաբերման խնդրում՝ կարելի է ստանալ իրական ժամանակամիջոցում աշխատող համակարգ, քանի որ մոդելը արդեն ուսուցանված է որոշակի տեսակի օբյեկտներ հայտնաբերելու համար և ստանալով մուտքային պատկերը ունակ է ավելի արագ կերպով հայտնաբերել օբյեկտը քան վերը նշված մեթոդները: Մեքենայական ուսուցման տեխնոլոգիաները արդի ժամանակաշրջանում հետզհետե ձեռք են բերում ավելի մեծ կիրառություն:

Հիմնվելով վերը նշված մեթոդների համեմատության վրա՝ առաջարկվում է շարժվող օբյեկտի հայտնաբերման և նախնական ուղղության որոշման խնդրի լուծման հետևյալ մոտեցումը:

1. Պատկերի մեջ օբյեկտները հայտնաբերվում են մի ֆունկցիայի միջոցով, որը պայմանականորեն կկոչենք Detection(), բայց ոչ բոլոր պատկերների վրա է կիրառվում այս ֆունկցիան, քանի որ, ինչպես նշել ենք, օբյեկտի հայտնաբերումը ավելի բարդ գործողություն է, քան նրան հետևելը:

2. Այնուհետև կիրառվում է մի ֆունկցիա, պայմանական կոչենք `Track()`, որը ստանալով `Detection()` ֆունկցիայի վերադարձրած օբյեկտների զանգվածը, սկսում է հետևել այդ օբյեկտներին: Տեսաշարի հաջորդ պատկերները կմշակվեն `Track()` ֆունկցիայով այնքան ժամանակ, մինչև որ կանցնի որոշակի Δt ժամանակ կամ ինչ-որ կերպ հայտնի դառնա, որ պատկերում հայտնվել է նոր օբյեկտ կամ անհետացել է արդեն առկա օբյեկտը (այդ մասին կտեղեկացնի մեկ այլ ֆունկցիա, որը պայմանականորեն կկոչենք `IsTimeForDetection()`, որի աշխատանքը կքննարկվի մի փոքր ուշ):

3. `Track()` ֆունկցիայի յուրաքանչյուր աշխատանքից հետո կիրառվում է մեկ այլ ֆունկցիա, որը պայմանականորեն կկոչենք `GetMovingDirecton()`, որը կիրառվում է յուրաքանչյուր օբյեկտի վրա առանձին և համեմատում է տվյալ օբյեկտի ներկայիս դիրքը նախորդ դիրքի հետ ու որպես արդյունք վերադարձնում է այդ օբյեկտի շարժման ուղղությունը (հյուսիս, հարավ, հարավ-արևելք և այլն, կախված այն պահանջից, թե օբյեկտը դիտարկվում է երկչա՞փ տարածության մեջ, թե՛ ոչ (եռաչափ տարածության մեջ ուղղության որոշումը ավելի բարդ խնդիր է, և այդ պարագայում `GetMovingDirecton()` ֆունկցիան կվերադարձնի ավելի մանրամասն արդյունք):

4. Այնուհետև, երբ `IsTimeForDetection()` ֆունկցիան վերադարձնում է `true` արժեքը, կատարվում են հետևյալ գործողությունները. իրականացվում է `Detection()` ֆունկցիան, որը վերադարձնում է այդ պահին պատկերում առկա բոլոր օբյեկտները: Մինչև այս պահը հայտնի էր նաև նախորդ `Track()` ֆունկցիայի արդյունքը, այսինքն՝ ունենք բոլոր այն օբյեկտները (իրենց կոորդինատներով), որոնց հետևում էինք մինչև `Detection()` ֆունկցիան իրականացնելը: Ստացվում է, որ այժմ կան օբյեկտների երկու տարբեր բազմություններ, որոնց պայմանականորեն կկոչենք `PreDetection` և `PostDetection`: Համեմատելով այս երկու բազմությունները՝ կարելի է պարզել, որ հնարավոր է շարունակել հետևել `PreDetection` բազմության այն օբյեկտներին, որոնք համընկնում են `PostDetection` բազմության օբյեկտների հետ (կամ գրեթե համընկնում են, քանի որ օբյեկտին հետևող և օբյեկտին հայտնաբերող մեթոդները կարող են իրարից շատ քիչ մեծությամբ տարբերվող տվյալներ վերադարձնել), քանի որ դրանք կային տեսաշարում և պահպանվել են: Իսկ `PreDetection`-ի այն օբյեկտները, որոնք չկան `PostDetection` բազմության մեջ, այլևս հետևելու հարկ չկա, քանի որ դրանք անհետացել են տեսաշարից: Իսկ ահա `PostDetection`-ի այն օբյեկտները, որոնք չկան `PreDetection` բազմության մեջ, անհրաժեշտ է սկսել հետևել, քանի որ դրանք տեսախցիկի տեսադաշտում հայտնված նոր օբյեկտներ են: Այսպիսով ստացվում է, որ այս կերպ կարելի է լուծել տեսադաշտում հայտնված օբյեկտներին հայտնաբերելու և հետևելու խնդիրը:

5. Քննարկենք նաև `IsTimeForDetection()` ֆունկցիայի հնարավոր իրականացումը: Այս ֆունկցիան կարող է վերադարձնել `true` արժեքը մի քանի դեպքերում: Ամենահավանական դեպքերից մեկը `Track()` ֆունկցիայի ձախողման դեպքն է, երբ հետևող օբյեկտի (`Tracker`) տեսադաշտից անհետանում է հետևվող օբյեկտը: Այս իրավիճակը կարող է առաջանալ այն ժամանակ, երբ օրինակ օբյեկտը ծածկվել է մեկ այլ օբյեկտով կամ անհետացել է տեսախցիկի տեսադաշտից: Այս դեպքում անհրաժեշտ է այդ օբյեկտին հանել շարժվող օբյեկտների ցուցակից և հայտնել, որ այն այլևս չկա: Մեկ այլ հնարավոր դեպք է նաև այն, երբ արդեն հայտնի օբյեկտները դեռ տեսախցիկի տեսադաշտում են, բայց հայտնվել են նոր օբյեկտներ, որոնց մասին տեղյակ չենք: Հենց այս խնդրի լուծման նպատակով կարելի է կիրառել `f(objectCount)` մաթեմատիկական ֆունկցիան, որը ըստ տեսադաշտում եղած օբյեկտների քանակի՝ կհաշվարկի այն Δt ժամանակը, որը ցույց կտա այն ժամանակային ինտերվալը, որից հետո պետք է աշխատի `Detection()` ֆունկցիան: Ֆունկցիայի կախումը օբյեկտների քանակից պայմանավորված է նրանով, որ ինչքան շատ շարժվող օբյեկտներ են առկա տեսախցիկի տեսադաշտում, այնքան ավելի մեծ է հավանականությունը, որ կհայտնվեն նորերը: Օրինակ, եթե տեսախցիկը տեղադրված է ինչ-որ փողոցում, որը հսկում է մարդկանց տեղաշարժը, ապա տվյալ պահին տեսադաշտում հայտնված մարդկանց քանակից կախված կարելի է ենթադրություններ անել տվյալ փողոցում մարդկանց անցուղարձի մեծության վերաբերյալ: Եթե տեսադաշտում մարդիկ շատ են, ապա անհրաժեշտ է որքան հնարավոր է կարճ ժամանակահատվածը մեկ իրականացնել `Detection()` ֆունկցիան: Իսկ այն պարագայում, երբ մարդկանց տեղաշարժ գրեթե չկա, չի նշանակում, որ կարելի է իրագործել `Detection()` ֆունկցիան օրինակ մի քանի տասնյակ վայրկյանը մեկ: Շատ հնարավոր է, որ մի քանի վայրկյանի ընթացքում տեսախցիկի տեսադաշտով անցնի մարդկանց մի ամբողջ: Այդ իսկ պատճառով անհրաժեշտ է սահմանել Δt ինտերվալի ինչ-որ սահմանային առավելագույն արժեք, որպեսզի խուսափենք նման ոչ ցանկալի իրավիճակներից:

Շատ կարևոր է նաև Δt -ի նվազագույն սահմանային արժեքի գոյության փաստը: Ինչպես նշվել է, օբյեկտի հայտաբերումը ավելի շատ ժամանակ է պահանջում, քան օբյեկտին հետևելը, հետևաբար

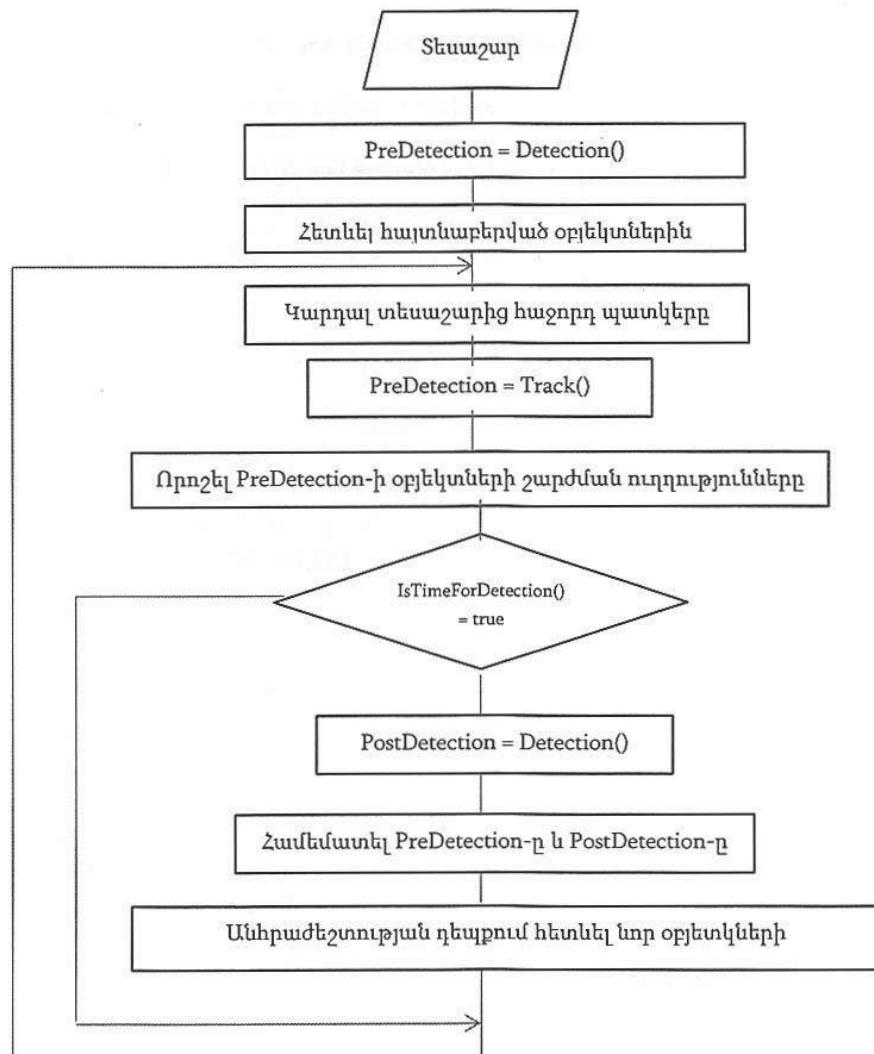
անհրաժեշտ է ունենալ այնպիսի նվազագույն սահմանային Δt արժեք, որը կվերահսկի համակարգի աշխատանքի էֆեկտիվությունը, այսինքն՝ միավոր ժամանակում համակարգը ունակ կլինի մշակել տեսաշարի հնարավորինս շատ քանակությամբ պատկերներ:

6. Շարժվող օբյեկտի շարժման ուղղության որոշման խնդիրը բավականին դյուրին է դառնում, քանի որ ունենք տվյալ օբյեկտի շարժման մասին տեղեկություն: Քանի որ օբյեկտին հայտնաբերող ֆունկցիան վերադարձնում է պատկերի մեջ այդ օբյեկտին բնութագրող շրջանակը, իսկ օբյեկտը հետևող ֆունկցիան, ստանալով այդ շրջանակը և հետևելով նրան, նորից վերադարձնում է նմանատիպ շրջանակ, ապա կարելի է կազմել տվյալ օբյեկտի շրջանակների վեկտորը որոշակի սահմանափակ երկարությամբ և որոշակի արդեն հայտնի մոտեցմամբ հաշվարկել օբյեկտի շարժման ուղղությունը:

Ստորև ներկայացված է այս խնդրի լուծման համար առաջարկվող նախնական բլոկ-սխեմա (նկար), որտեղ որոշ բլոկներ կարող են լինել բլոկ սխեմաներ (օրինակ՝ որոշել PreDetection-ի օբյեկտների շարժման ուղղությունները, համեմատել PreDetection-ը և PostDetection-ը և այլն): Այս բլոկ-սխեման ներկայացնում է խնդրի լուծման միայն մոտեցումը՝ առանց որոշ հարցեր մանրամասնելու:

Եզրակացություն: Մշակվել է շարժվող օբյեկտի հայտնաբերման և շարժման ուղղության նախնական որոշման խնդրի լուծման մոտեցում: Շարադրված են խնդրի լուծման նպատակն ու անհրաժեշտությունը: Հաշվի առնելով օբյեկտի հետևման ներկայումս հայտնի և արդիական ալգորիթմները՝ ընտրվել է այն ալգորիթմը, որն ունի ավելի բարձր արտադրողականություն: Օբյեկտի հայտնաբերման խնդիրն առաջարկվում է լուծել ժամանակակից TensorFlow մեքենայական ուսուցման համակարգի օգտագործմամբ: Կառուցվել է խնդրի լուծման համար առաջարկվող նախնական բլոկ-սխեման:

Այսպիսով, առաջարկվել է խնդրի լուծման մի մոտեցում, որն ապահովում է շարժվող օբյեկտի հայտնաբերման և շարժման ուղղության նախնական որոշում՝ առանց մարդու միջամտության:



Նկ. Խնդրի լուծումն առաջարկող նախնական բլոկ-սխեմա

Գրականություն

1. **Cheng-Laing L., Kai-Wei L.** Automatic path modeling by image processing techniques // Machine Learning and Cybernetics (ICMLC): International Conference. - 11-14 July 2010. - Volume 5. - P. 2589-2594.
2. **Rakibe Rupali S., Patil Bharati D.** Background Subtraction Algorithm Based Human Motion Detection // International Journal of Scientific and Research Publications. - May 2013. - Volume 3, issue 5.
3. **Abhishek K. Chauhan, Krishan P.** Moving Object Tracking Using Gaussian Mixture Model And Optical Engineering. - April 2013. - Volume 3, issue 4.
4. **Sen-Ching S. Cheung and Chandrika K.** Robust techniques for background subtraction in urban traffic video // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. - January 2004. - Vol. 5308. - P. 881-892.
5. **Grabner H., Grabner M., and Bischof H.** Real-time tracking via on-line boosting // *BMVC.* - 2006, - Volume 1. - P. 6-10.
6. **Zhongliang F.** Effectiveness analysis of Adaboost // Journal of Computer Research and Development. - 2008. - Vol. 45, № 10. - P. 1747-1755.
7. **Babenko B., Ming-Hsuan Y., and Belongie S.** Visual tracking with online multiple instance learning // IEEE. - 2009. - Volume 1. - P. 983-990.
8. Speed/accuracy trade-offs for modern convolutional object detectors / **J. Huang, V. Rathod, C. Sun, M. Zhu, et al** // IEEE. - 2017. - Volume 1. - P. 2396-3297.

12.02.2018.

М.Т. Сгоян

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДВИГАЮЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА НА ВИДЕОРЯДЕ

Проведено исследование задачи обнаружения и предварительного определения направления передвижающегося объекта на видеоряде, имея в виду исключение в этой задаче человеческого фактора на современном этапе. Представлены современные алгоритмы следования объекта, избран известный алгоритм MIL, который основан на изучении многочисленных примеров. Задачу определения объекта предлагается решить с использованием современной системы "TensorFlow". Создана предварительная блок-схема решения задачи, где представлены последовательные шаги возможных решений, без детализации неких вопросов.

Ключевые слова: движущийся объект, обнаружение объекта, следование объекта, видеоряд, направление движения, классификатор.

M.T. Shoyan

THE RESEARCH OF THE DETECTION AND PRELIMINARY DECISION OF DIRECTION PROBLEM OF THE MOVING OBJECT IN VIDEO SEQUENCE

The research of the detection and preliminary decision of direction problem of the moving object in video sequence, taking into consideration the necessity of the exclusion of the human factor in this problem has been done. The object tracking modern algorithms have been presented and selected the multiple instance learning based on MIL algorithm. It is recommended to use the modern "TensorFlow" system for solving the problem of object detection. The preliminary block scheme for solving the problem has been built where it has been presented a possible sequence of steps without clarifying any questions.

Keywords: a moving object, detection of the object, tracking of the object, video sequence, direction of the movement, classifier.

Սիդյան Միսակ Տիգրանի – ՀԱՊՀ, Բակալավր (S2SE)

УДК 551.501

ХИМИЧЕСКИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ И
ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Г.Е. Айвазян, Р.Н. Барсегян, А.А. Варданян, И.П. Чунгузов, В.Г. Перепелкин

**ДИСТАНЦИОННОЕ АКУСТИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО
ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ**

Представлены результаты дистанционного акустического зондирования атмосферного пограничного слоя (АПС) с помощью противорадовой установки. Увеличение амплитуды генерируемых акустических сигналов позволило оперативно восстанавливать тонкую вертикальную структуру атмосферных слоев с градиентами эффективной скорости ветра порядка $0,1...0,3 \text{ с}^{-1}$, расположенных в устойчиво-стратифицированном АПС в интервале высот от 230 до 550 м.

Ключевые слова: акустическое зондирование, противорадовая установка, атмосферный пограничный слой.

Введение. Атмосферный пограничный слой характеризуется наибольшей изменчивостью своего состояния. Детальное изучение и понимание физических процессов, протекающих в АПС, необходимо для решения ряда важных фундаментальных и прикладных задач физики атмосферы, распространения волн различной природы.

Качественные и количественные характеристики распространяющихся в АПС акустических волн также определяются метеорологическим состоянием атмосферы, а их прогнозирование - исходной метеорологической информацией. Именно поэтому в последние годы наряду с совершенствованием традиционных методов измерений метеорологических параметров большое развитие получил метод акустического зондирования атмосферы. Данный метод основан на эффектах сильного взаимодействия акустических волн с атмосферой, в частности, на способности этих волн рассеиваться на неоднородностях показателя преломления, образованного атмосферной турбулентностью [1]. Естественной областью применения акустического зондирования является именно АПС, для которого характерны большая изменчивость и разнообразие термической стратификации, определяемой орографией местности, свойствами подстилающей поверхности, радиационными условиями, а также синоптическими процессами.

Анализ методов измерения метеорологических параметров и определения турбулентных характеристик в АПС показывает, что контактные методы (такие как измерения с мачт, самолетов, привязных аэростатов) весьма громоздки и дороги. Это делает их практически непригодными в задачах непрерывного контроля (мониторинга) АПС и распространения акустических волн. К тому же используемым стандартным метеорологическим приборам присущи существенные инерционные и радиационные ошибки. С другой стороны, дистанционное акустическое зондирование АПС с помощью доплеровских лидаров или содаров обычно ограничивается высотами в 300 м, т.к. выше этих высот резко возрастают ошибки измерений [2].

В работах [3, 4] нами предложен метод дистанционного акустического зондирования нижнего слоя тропосферы, основанный на частичном отражении акустических импульсов с ударным фронтом от непрерывно меняющихся с высотой вертикальных градиентов скорости ветра и температуры в тропосфере и проникновении отраженного сигнала в область акустической тени. Показана принципиальная возможность применения противорадовой установки "Зенит" для акустического зондирования АПС этим методом. Такой мощный источник акустических импульсов для зондирования атмосферы не имеет аналогов в мире. Были представлены параметры акустических волн (амплитуды, формы и длительности) излучаемых акустических сигналов в зависимости от высоты над поверхностью земли. Показано, что временное изменение формы сигналов противорадовой установки вызвано, главным образом, формированием инверсии температуры и приземного акустического волновода.

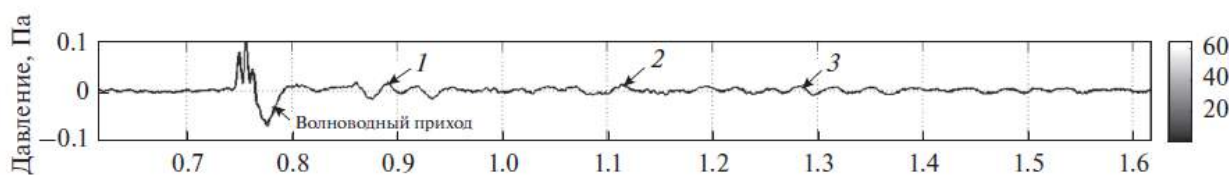
Цель данной работы состоит в продолжении дистанционного исследования вертикального профиля тонкой слоистой структуры АПС с помощью противорадовой установки.

Генерация акустических волн. Конструкция противорадовой установки “Зенит” описана в [5, 6]. Генерация акустических волн необходимой мощности происходит посредством периодически повторяющихся взрывов смеси бутан-пропан в объеме специальной камеры сгорания, имеющей форму воронки с направленным вертикально вверх открытым соплом (сопло Лавала). Количество инжектируемого газа подбирается таким образом, чтобы концентрация смеси оказалась в диапазоне взрывного горения (2,3...9,5% для пропана и 1,7...8,5% для бутана) и была близка к концентрации оптимального состава смеси, дающего максимальное давление взрыва (4,6% для пропана и 3,6% для бутана). Зажигание горючей смеси осуществляется с помощью автомобильной свечи зажигания, расположенной по оси камеры сгорания.

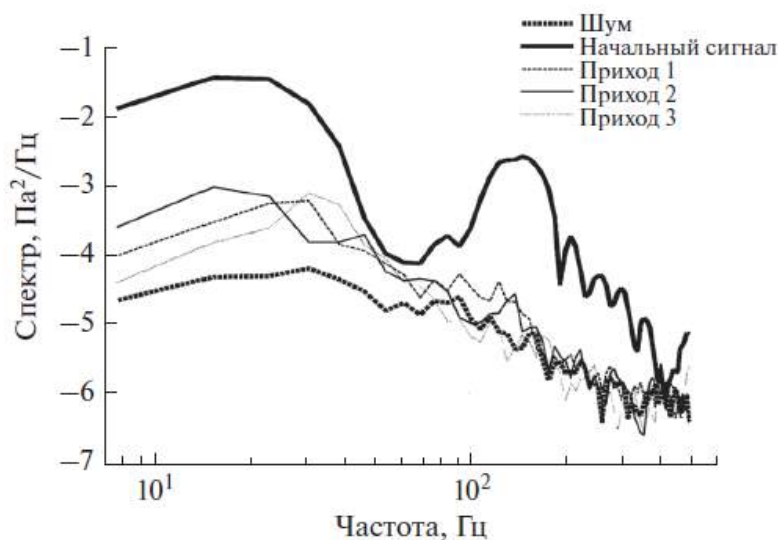
Регистрация осциллограмм акустических сигналов производилась приемниками (микрофонами) на поверхности земли и на высоте 30 м с помощью наполненных пропаном оболочек. На поверхности земли микрофоны располагались как вблизи противорадовой установки (на расстоянии около 20 м), так и на расстоянии около 2,25 км от установки. В последнем случае три микрофона образовывали треугольную прямоугольную антенну со сторонами 30 м.

В качестве приемников использовались акустические микрофоны фирмы “Брюль и Кьер”, способные регистрировать акустические сигналы в диапазоне частот от 2 до 20 кГц. Каждый микрофон был снабжен специально разработанной усилительной схемой, включающей в себя повторитель, усилитель и фильтр с частотой среза 150 Гц.

Результаты исследования и обсуждение. На рис. 1 а показан волноводный приход сигнала, зарегистрированный на расстоянии $r = 2,25$ км от источника. Там же отмечены приходы 1, 2 и 3, обнаруженные на “хвосте” сигнала. На рис. 1 б показаны частотные спектры начального сигнала ($r = 20$ м), его приходов 1, 2, 3 на расстоянии $r = 2,25$ км от источника и шума перед приходом всего сигнала.



а)



б)

Рис. 1. Волноводный приход сигнала (а) и спектры начального сигнала (20 м), его приходов 1, 2, 3 (2,25 км) и шума перед приходом всего сигнала (б)

Видно, что спектры приходов сосредоточены в полосе частот 20...60 Гц, где они почти на порядок превышают амплитудный спектр шума. В интервалах времени, в пределах которых кросс-когерентности между приемниками максимальны, азимуты приходов практически совпадают с их значениями для волноводного прихода. Отношения амплитуд этих приходов к амплитуде

волноводного прихода лежат в интервале $0,05 \dots 0,1$ Па. По временам задержки приходов 1, 2 и 3 относительно волноводного прихода были оценены высоты расположения неоднородных слоев, а по длительности приходов (порядка $0,01$ с) и углам падения – их толщины.

Используя аналитическую связь между формой отраженного сигнала от каждого слоя и вертикальным профилем флуктуаций эффективной скорости звука внутри слоя, полученную в [7, 8], были восстановлены профили флуктуаций $C_{эфф}(z)$ (скорость звука+проекция скорости ветра на направление источник-приемник) слоистых неоднородностей в АПС. Эти профили в трех слоях в увеличенном масштабе, соответствующих приходам 1, 2 и 3, показаны на рис. 2.

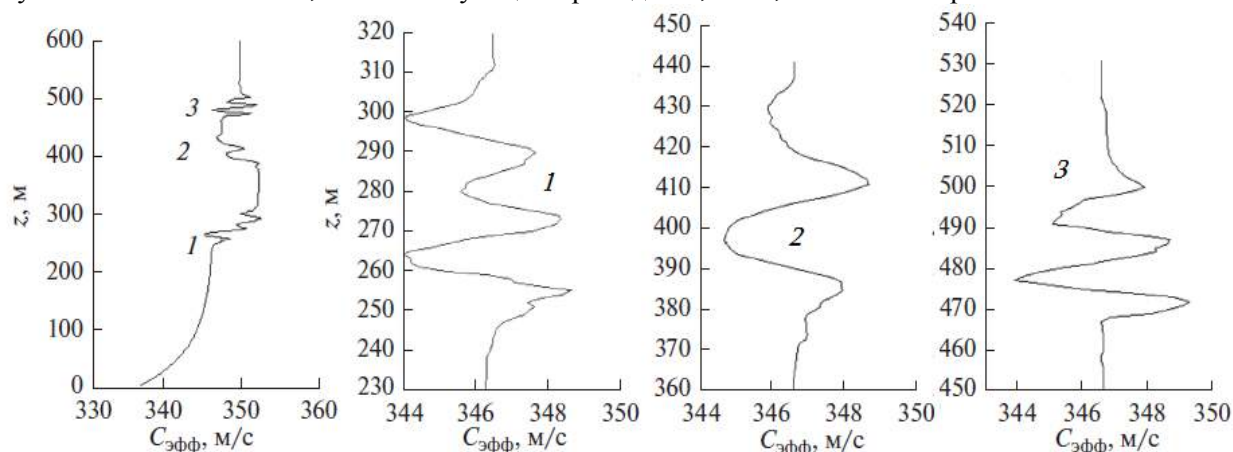
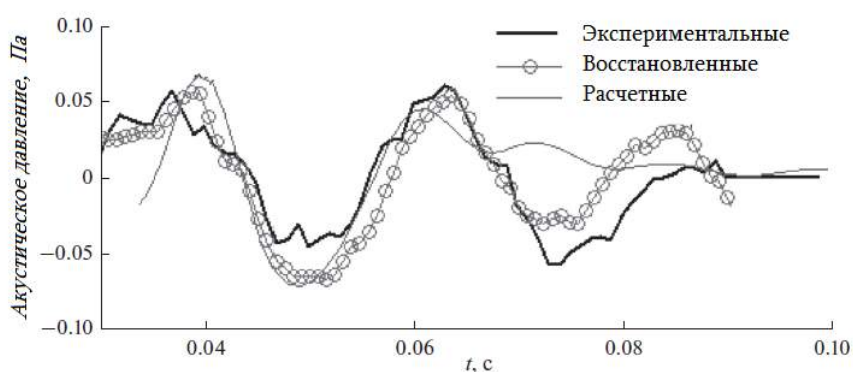
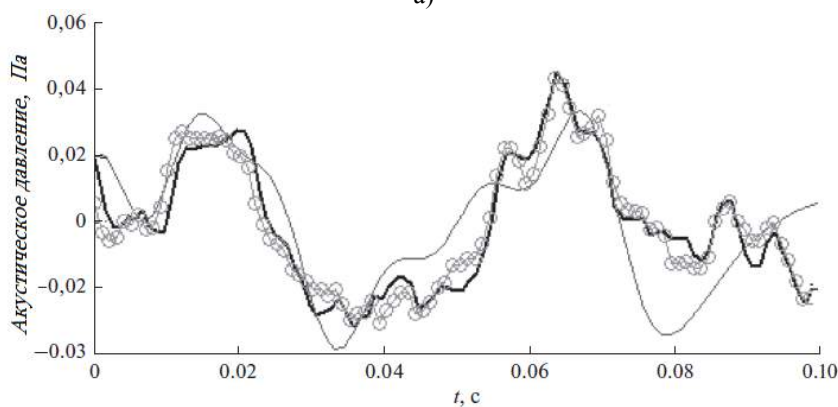


Рис. 2. Восстановленные профили флуктуаций слоистых неоднородностей в АПС

Для того чтобы проверить, насколько восстановленные профили соответствуют реальным, решалась прямая задача, т.е. эти профили накладывались на постоянный профиль $C_{эфф} = \text{const}$ в однородной среде, после чего производился расчет поля отраженного сигнала по аналитической формуле, связывающей отраженный сигнал с самим профилем флуктуаций [7, 8].



а)



б)

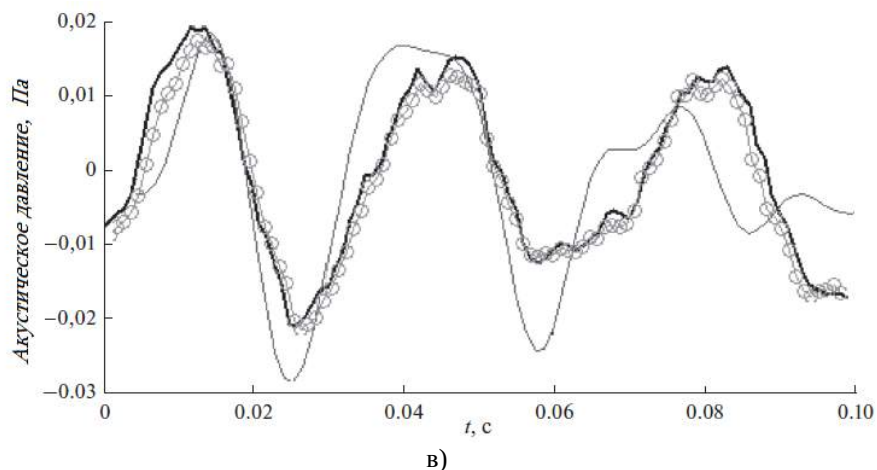


Рис. 3. Сравнение расчетных, восстановленных и экспериментальных приходов сигнала 1 (а), 2(б) и 3 (в).

На рис. 3 представлено сравнение расчетных, восстановленных и зарегистрированных приходов сигнала 1, 2 и 3. Видно, что восстановленные приходы удовлетворительно воспроизводят экспериментальные приходы. Их относительное среднеквадратичное отклонение не превышает 10%, т.е. относительной ошибки измерений самого сигнала. Между тем отклонение расчетных приходов от экспериментальных достигает 30%. Такое отклонение связано, прежде всего, с тем, что при расчете использованы сигнал с ограниченной полосой частот (10...100 Гц) вблизи источника и падающий сигнал, форма которого отлична от реального сигнала. Тем не менее это отклонение лежит в пределах относительной ошибки измерений амплитуды самого сигнала на большом расстоянии от источника, где присутствуют значительные шумы, поэтому согласие расчетных и экспериментальных сигналов также можно считать вполне удовлетворительным.

Таким образом, расчеты хорошо подтверждают наличие в сигнале отражений от восстановленной тонкой слоистой структуры, формирующейся в устойчиво-стратифицированном АПС. Обнаружение столь значительных сдвигов скорости ветра в относительно тонких слоях атмосферы (60...80 м) требует достаточно высокого разрешения по вертикали (не менее 10 м), каковым и обладает предложенный акустический метод зондирования.

Заключение. Измерения профилей скорости ветра в устойчиво-стратифицированном АПС с помощью содаров обычно ограничиваются высотами в 300 м, т.к. выше этих высот резко возрастают ошибки измерений. Увеличение амплитуды генерируемых сигналов с помощью противорадовой установки позволило получить оперативные данные о характеристиках (профили, среднеквадратичные градиенты, когерентности, вертикальные спектры и структурные функции) тонкой структуры атмосферных слоев с градиентами эффективной скорости ветра порядка 0,1...0,3 с⁻¹, расположенных в устойчиво-стратифицированном АПС в интервале высот от 230 до 550 м. Оригинальность метода состоит в том, что высокое вертикальное разрешение достигнуто благодаря использованию сигналов с тонким ударным фронтом (2...3 мс).

Исследование выполнено при финансовой поддержке ГКН МОН РА и РФФИ (РФ) в рамках совместного научного проекта 18RF-017.

Литература

1. **Красненко Н.П.** Акустическое зондирование атмосферного пограничного слоя. - Томск: Водолей. 2001. - 278 с.
2. **Красненко Н.П., Кудрявцев А.Н., Раков Д.С., Стафеев П.Г.** Технические средства для исследования приземной атмосферы и распространения звуковых волн // Оптика атмосферы и океана. -2012.- Т. 25, № 2. - С. 158-164.
3. Акустическое зондирование атмосферы с помощью противорадовой установки / **Г.Е. Айвазян, Р.Н. Барсегян, А.А. Варданян и др.** // Вестник ИАА. - 2015.- Т.12, № 4.- С. 758-761.

4. Studying Characteristics of a Fine Layered Structure of the Lower Troposphere on the Basis of Acoustic Pulse Sounding. I.P. **Chunchuzov**, V.G. **Perepelkin**, O.E. **Popov**, et al // Atmospheric and Oceanic Physics. – 2017. – V. 53, № 3. – P. 279–293.
5. **Vardanyan A.A., Galechyan G.A., Perepelkin V.G., Chunchuzov I.P.** The Shock Wave Generated by Hail Suppression System // Technical Physics. The Russian J. of Appl. Physics. – 2011.- V. 81, № 8. – P. 144-147.
6. **Айвазян Г.Е., Варданян А.А.** Генерация и распространение акустических волн в атмосфере // Вестник НПУА. – 2017.- Ч. 1.- С. 337-342.
7. **Перепелкин В.Г., Куличков С.Н., Чунчузов И.П.** Изучение оптимальных условий регистрации информативного сигнала при исследовании пограничного слоя атмосферы акустическим методом частичных отражений // Изв. РАН. Физика Атмосферы и Океана.- 2013. - Т. 49, № 2.- С. 180-195.
8. **Перепелкин В.Г., Куличков С.Н., Чунчузов И.П., Кузнецов Р.Д.** Об опыте применения дистанционного акустического метода частичных отражений для исследования нижней тропосферы // Изв. РАН. Физика Атмосферы и Океана.- 2011.- Т. 47, № 1.- С. 1-15.

17.03.2018.

**Գ.Ե. Այվազյան, Ռ.Ն. Բարսեղյան, Ա.Ա. Վարդանյան, , Ի.Պ. Զունչուզով,
Վ.Գ. Պերեպելկին**

ՄԹՆՈԼՈՐՏԱՅԻՆ ՍԱՀՄԱՆԱՅԻՆ ՇԵՐՏԻ ԱԿՈՒՍՏԻԿԱԿԱՆ ՀԵՌԱԽՈՐԱԶՆՆՈՒՄԸ

Ներկայացվել են հակակարկտային սարքավորման միջոցով մթնոլորտային սահմանային շերտի (ՄՄՇ) ակուստիկական հեռախորագնման արդյունքները: Գենեացվող ակուստիկական ազդանշանների ամպլիտուդի մեծացումը թույլ տվեց օպերատիվ կերպով վերականգնել քամու արդյունավետ արագության $0,1...0,3$ վրկ⁻¹ գրադիենտներով մթնոլորտային շերտի բարակ ուղղահայաց կառուցվածքը՝ տեղակայված կայուն շերտավորված ՄՄՇ-ում 230...550 մ բարձրության վրա:

Առանցքային բառեր. ակուստիկական խորագնում, հակակարկտային սարքավորում, մթնոլորտային սահմանային շերտ:

G.Ye. Ayvazyan, R.N. Barseghyan, A.A. Vardanyan, I.P. Chunchuzov, V.G. Perepelkin

REMOTE ACOUSTIC SOUNDING OF ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER

The results of remote acoustic sounding of the atmospheric boundary layer (ABL) through the hail-suppression system are presented. Increase of amplitude of generated acoustic signals allowed to reveal operatively thin vertical structure of atmospheric layers by effective wind-velocity gradients ($0,1...0,3$ s⁻¹), located in the stably stratified ABL at 230...550 m height.

Keywords: acoustic sounding, hail-suppression generator, atmospheric boundary layer.

Айвазян Гагик Ерджаникович - кандидат технических наук, доцент (НПУА)

Барсегян Разник Наапетович - кандидат технических наук, доцент (НПУА)

Варданян Арман Арамович - кандидат технических наук, научный сотрудник (НПУА)

Чунчузов Игорь Петрович - доктор физико-математических наук, Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

Перепелкин Виталий Георгиевич - кандидат физико-математических наук, Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

Г.Г. Хачатрян

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
СТРЕЛБЫ ИЗ ПРОТИВОТАНКОВЫХ СИСТЕМ

Рассматриваются вопросы применения методов теории массового обслуживания, в частности – марковских цепей и дифференциальных уравнений (ДУ) Колмогорова, в математическом описании задачи по стрельбе из противотанковых систем (ПТС) ствольной артиллерии. Предложена математическая модель для определения вероятностей огневого поражения двух целей при стрельбе из ПТС. Приведено аналитическое решение системы дифференциальных уравнений (СДУ) Колмогорова, описывающей модель, на основании которого получены временно-вероятностные характеристики поражения целей. Построены кривые решений ДУ с использованием программного пакета SciDAVis. Предложена математическая модель огневого поражения современного танка.

Ключевые слова: артиллерия, стрельба, математическое моделирование, теория вероятностей, теория массового обслуживания, марковские цепи.

Целью настоящего исследования является:

- математическое моделирование стохастических процессов задачи 2а (стрельба прямой наводкой по движущимся целям) курса подготовки артиллерии КПА-2012 [1];
- оценка вероятности уничтожения целей;
- математическое моделирование огневого поражения современного танка.

Научная новизна работы заключается:

- в разработке математической модели задачи 2а курса КПА-2012;
- в применении методов теории массового обслуживания, в частности – марковских цепей и ДУ Колмогорова, в математическом описании задачи по стрельбе из ПТС ствольной артиллерии.

Проведем анализ системы, характеризующей динамику потока событий по уничтожению двух целей построением соответствующей математической модели, живучесть которых и поток атак на них из ПТС можно моделировать при помощи марковских цепей. Приведем основные положения системы, показатели и расчетные характеристики, а также проанализируем получаемые при этом результаты.

Поскольку процесс перехода цели из одного состояния S_i (цель невредима) в другое S_j (цель уничтожена) случайный с дискретным состоянием и непрерывным временем, то он является *непрерывной цепью Маркова*. Такая цепь характеризуется вероятностью перехода P_{ij} и плотностью вероятности перехода λ_{ij} , представляющей интенсивность потока событий, переводящую систему из одного состояния в другое, причем поток событий (в нашем случае – поток выстрелов по цели) с учетом того, что время фиксировано, рассматриваем как простейший, распределенный по закону Пуассона [2, 3]:

$$P_t(k) = \frac{a^k}{k!} e^{-a}, \quad (1)$$

где $P_t(k)$ – вероятностное число попаданий k за время t ; a – параметр распределения, представляющий собой одновременно математическое ожидание и дисперсию случайной величины.

Рассмотрим систему, состоящую из двух целей. Обозначим через S_0 – состояние системы, когда цели невредимы; S_1 – состояние, когда уничтожена одна из них; S_2 – состояние, когда уничтожены две цели. Вероятности состояний, как функции времени t , обозначим соответственно через $P_0(t)$, $P_1(t)$, $P_2(t)$. Поскольку переход в исправное состояние (ремонт) целей во время боя маловероятен, то ребра в соответствующем ориентированном графе будут однонаправленными (рис. 1).

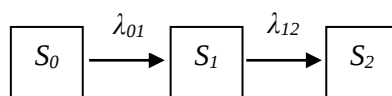


Рис. 1. Граф состояний системы из двух целей

Используя ДУ Колмогорова [4], для любого времени t можно записать следующую систему уравнений вероятностей состояний системы, состоящей из двух целей:

$$\begin{cases} \dot{P}_0(t) = -\lambda_{01}P_0(t), \\ \dot{P}_1(t) = \lambda_{01}P_0(t) - \lambda_{12}P_1(t), \\ \dot{P}_2(t) = \lambda_{12}P_1(t), \end{cases} \quad (2)$$

где λ_{ij} , $i=\overline{0,1}$; $j=\overline{1,2}$ – интенсивности потоков атак.

Поскольку в начальный момент ($t=0$) цели невредимы, то начальными условиями для СДУ (2) будут

$$P_0(0)=1, P_1(0)=P_2(0)=0. \quad (3)$$

Заметим, что линейные автономные СДУ первого порядка (2) справедливы как для постоянных интенсивностей потоков атак $\lambda_{ij} = \text{const}$, так и для переменных интенсивностей $\lambda_{ij}(t)$ [4].

Решение СДУ (2) сводится к аналитическому или численному решению системы линейных ДУ с постоянными коэффициентами. В частности, принимая, что интенсивности потоков атак являются постоянными величинами, т.е. $\lambda_{01} = \lambda_{12} = \lambda = \text{const}$, необходимо решить следующую автономную задачу Коши:

$$\begin{pmatrix} \dot{P}_0(t) \\ \dot{P}_1(t) \\ \dot{P}_2(t) \end{pmatrix} = \lambda \cdot \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} P_0(t) \\ P_1(t) \\ P_2(t) \end{pmatrix}, \begin{cases} P_0(0)=1, \\ P_1(0)=0, \\ P_2(0)=0. \end{cases} \quad (4)$$

При этом, естественно, для любого момента времени t сумма вероятностей состояний должна удовлетворять равенству полноты вероятностей, т.е.

$$\sum_{i=0}^2 P_i(t) = 1. \quad (5)$$

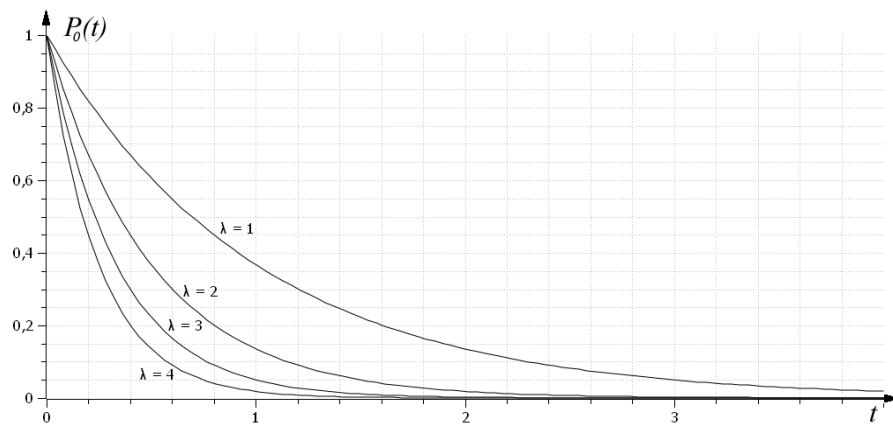


Рис. 2. График функции $P_0(t) = e^{-\lambda t}$

Теперь, интегрируя систему уравнений (4), нетрудно найти ее аналитическое решение – искомые функции $P_0(t) = e^{-\lambda t}$, $P_1(t) = \lambda t e^{-\lambda t}$, $P_2(t) = 1 - e^{-\lambda t} - \lambda t e^{-\lambda t}$, графики которых, построенные с использованием программного пакета SciDAVis 2.0.4 при $\lambda = \overline{1,4}$, приведены на рис. 2 - 4.

Из семейства кривых, приведенных на рис. 2, можно заключить, что вероятность состояния, при котором обе цели невредимы, плавно снижается по экспоненциальному закону и менее чем за 4 минуты опускается до нуля.

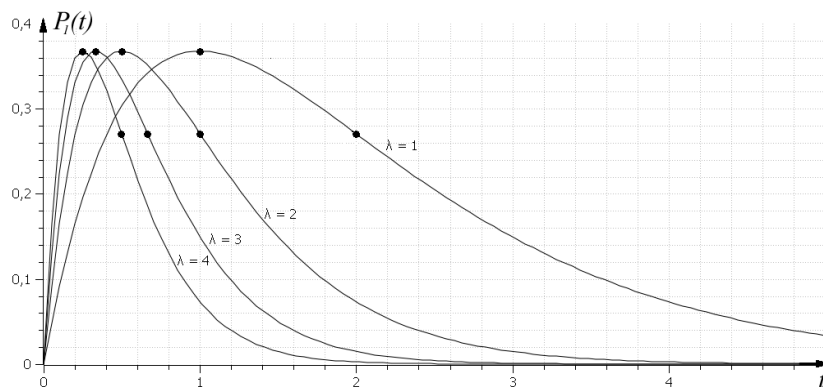


Рис. 3. График функции $P_1(t) = \lambda te^{-\lambda t}$

Определенный интерес представляет семейство кривых, приведенных на рис. 3, откуда следует, что графики функции $P_1(t) = \lambda te^{-\lambda t}$ при $\lambda = \overline{1,4}$ имеют точки максимумов, для нахождения которых необходимо их исследовать на экстремум. Кроме того, эти функции определены и дифференцируемы на всей числовой оси, а также $\dot{P}_1(t) = \lambda e^{-\lambda t}(1 - \lambda t)$, $\ddot{P}_1(t) = \lambda^2 e^{-\lambda t}(-2 + \lambda t)$.

Результаты вычислений представлены в табл. 1, откуда следует, что максимальная вероятность того, что в течение первой же минуты стрельбы будет уничтожена одна цель, не зависит от интенсивности потока выстрелов и в точке экстремума равна 0,37.

Таблица 1

Результаты исследования на экстремум функции $P_1(t) = \lambda te^{-\lambda t}$

λ	Абсцисса точки экстремума (t^*)	Абсцисса точки перегиба (t^{**})	$P_1(t^*)$	$\ddot{P}_1(t^*)$
1	1,0	2,0	$e^{-1} = 0,37$	$-e^{-1} = -0,37 < 0$
2	0,5	1,0	$e^{-1} = 0,37$	$-4e^{-1} = -1,47 < 0$
3	0,3(3)	0,6(6)	$e^{-1} = 0,37$	$-9e^{-1} = -3,31 < 0$
4	0,25	0,5	$e^{-1} = 0,37$	$-16e^{-1} = -5,89 < 0$

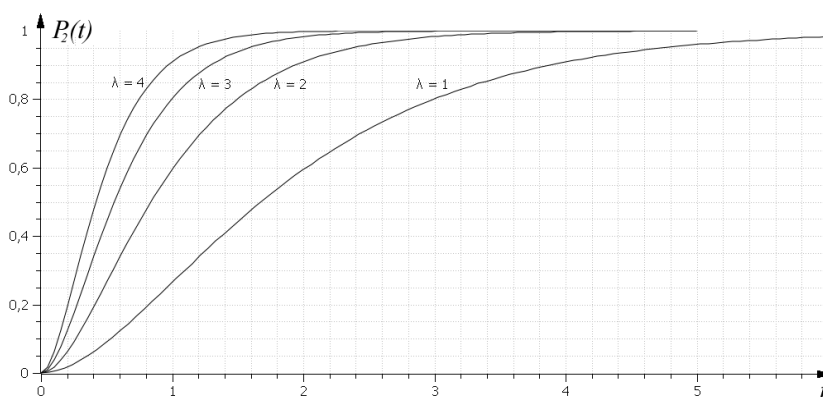


Рис. 4. График функции $P_2(t) = 1 - e^{-\lambda t} - \lambda te^{-\lambda t}$

Из семейства кривых, приведенных на рис. 4, видно, что в течение трех минут обе цели будут уничтожены с вероятностью, близкой 1. И лишь при интенсивности потока стрельбы $\lambda = 1$ выстрел/мин цели будут уничтожены в течение шести минут со времени начала стрельбы.

Полученные (рис. 2, 4) временно-вероятностные характеристики хорошо согласуются с временными нормативами поражения целей из курса КПА-2012 при стрельбе прямой наводкой.

Выше была рассмотрена упрощенная модель состояния, соответствующая КПА-2012 [1], но не учитывающая различные факторы. Теперь же смоделируем процесс огневого поражения современного танка.

Вероятность поражения современного танка P определяется произведением вероятностей различных факторов: точного прицельного выстрела (P_1), преодоления снарядом или противотанковой управляемой ракетой (ПТУР) комплекса оптико-электронного подавления (КОЭП) танка (P_2), преодоления комплекса активной защиты (КАЗ) (P_3), проникновения сквозь пластины динамической защиты (ДЗ) (P_4), пробоя брони (P_5) и поражения агрегатов и экипажа в заброневом пространстве (P_6) [5, 6], т.е.

$$P = \prod_{i=1}^6 P_i. \quad (6)$$

Обозначим через $S_1, S_2, \dots, S_6$ следующие состояния системы: S_1 – состояние подлета снаряда (или ПТУР) к цели; S_2 и S_3 – состояния активации КОЭП и КАЗ соответственно; S_4 – состояние попадания снаряда (или ПТУР) в ДЗ; S_5 – состояние попадания снаряда (или ПТУР) в броню и S_6 – состояние поражения танка. Принимая процессы, происходящие в модели, случайными и зависящими от времени, а поток выстрелов по танку – простейшим, можно соответствующие состояния модели описать с помощью графа, представленного на рис. 5.

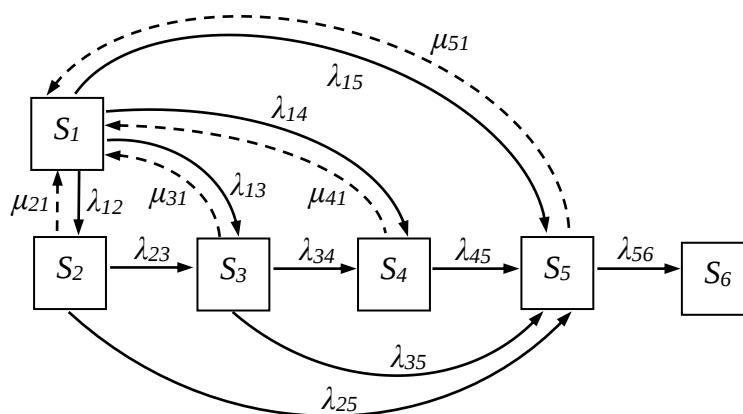


Рис. 5. Граф модели огневого поражения современного танка

Здесь простейшие потоки с интенсивностью $\mu = \text{const}$, исходящие из комплексов защиты и жизнеобеспечения, стараются нейтрализовать угрозу и вернуть систему в исходное состояние.

Для практических расчетов нужно вместо потоков λ_{ij} и μ_{ij} вставить их значения и решить СДУ. Так как ДЗ снижает бронепробиваемость атакующего боеприпаса, то, к примеру, поток λ_{45} будет иметь значение согласно табл. 2 [7]:

Таблица 2
Сравнительная характеристика применяемых типов динамической защиты

Тип боеприпаса	Снижение характеристик боеприпаса	
	ДЗ "Контакт-5"	ДЗ "Реликт"
Кумулятивный	$\lambda_{45} = (0,2 \dots 0,5) \lambda$	$\lambda_{45} = 0,1 \lambda$
Бронебойный оперенный подкалиберный	$\lambda_{45} = 0,8 \lambda$	$\lambda_{45} = 0,5 \lambda$

СДУ вероятностей состояний в матрично-векторной форме [8] примет вид

$$\begin{pmatrix} \dot{P}_1(t) \\ \dot{P}_2(t) \\ \dot{P}_3(t) \\ \dot{P}_4(t) \\ \dot{P}_5(t) \\ \dot{P}_6(t) \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} (-\lambda_{12} - \lambda_{13} - \lambda_{14} - \lambda_{15}) & \mu_{21} & \mu_{31} & \mu_{41} & \mu_{51} & 0 \\ \lambda_{12} & (-\mu_{21} - \lambda_{23} - \lambda_{25}) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \lambda_{13} & \lambda_{23} & (-\mu_{31} - \lambda_{34} - \lambda_{35}) & 0 & 0 & 0 \\ \lambda_{14} & 0 & \lambda_{34} & (-\mu_{41} - \lambda_{45}) & 0 & 0 \\ \lambda_{15} & \lambda_{25} & \lambda_{35} & \lambda_{45} & (-\mu_{51} - \lambda_{56}) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda_{56} & 0 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} P_1(t) \\ P_2(t) \\ P_3(t) \\ P_4(t) \\ P_5(t) \\ P_6(t) \end{pmatrix} \quad (7)$$

Очевидно, что живучесть танка будет исчерпана после перехода в состояние S_6 , временные и вероятностные характеристики которого можно промоделировать и найти аналогичными выше методами. Исключение здесь составляет потеря живучести (с необязательным пробоем брони) вследствие повреждения незащищенных ДЗ узлов танка, ответственных за его передвижение (т.е. гусеницы или ведущих катков), после которого обездвиженный танк становится легкой мишенью. В этом случае вероятность потери живучести танка при одном попадании можно вычислить с помощью следующего соотношения [9]:

$$P = \frac{S_d}{S}, \quad (8)$$

где S_d – площадь проекции незащищенного ДЗ участка танка на плоскость, перпендикулярную вектору направления подлета снаряда (или ПТУР); S – площадь проекции контура танка на ту же плоскость. При этом при курсовых углах 0° площадь перекрытия лобовой проекции корпуса и башни элементами ДЗ "Контакт-5" и "Реликт" достигает 55 и 60% соответственно [7].

Граф состояний из рис. 5 в этом случае принимает вид, представленный на рис. 6, где S_4 – состояние попадания в гусеницу или ведущий каток.

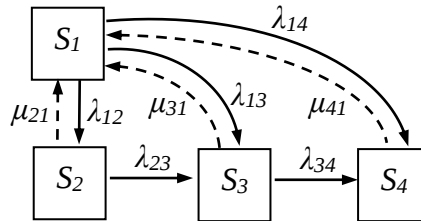


Рис.6. Граф модели потери живучести современного танка при повреждении гусеницы или ведущего катка

При этом СДУ вероятностей состояний выглядит так:

$$\begin{pmatrix} \dot{P}_1(t) \\ \dot{P}_2(t) \\ \dot{P}_3(t) \\ \dot{P}_4(t) \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} (-\lambda_{12} - \lambda_{13} - \lambda_{14}) & \mu_{21} & \mu_{31} & \mu_{41} \\ \lambda_{12} & (-\mu_{21} - \lambda_{23}) & 0 & 0 \\ \lambda_{13} & \lambda_{23} & (-\mu_{31} - \lambda_{34}) & 0 \\ \lambda_{14} & 0 & \lambda_{34} & -\mu_{41} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} P_1(t) \\ P_2(t) \\ P_3(t) \\ P_4(t) \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Таким образом, при определенном упрощении входных параметров математическая модель на основе марковских цепей позволяет с приемлемой точностью получить временно-вероятностные характеристики различных систем, в том числе и систем из двух целей. Адекватность разработанной математической модели задачи 2а курса КПА-2012 соответствует практическим данным, полученным на тренажере для стрельбы прямой наводкой [10].

Լիտերատուրա

1. Курс подготовки артиллерии (КПА-2012). Часть II. Дивизион, батарея, взвод, орудие. 2-е изд.- Ереван, 2013. - 160 с.
2. **Костяев Н.И., Кучаров В.Н., Греков А. Ю.** Опознавание объектов в единой системе управления // Армейский сборник: Научный, практико-методический журнал Мин. обороны РФ. - 2011.- №9 (208). -С. 61. <http://sc.mil.ru/files/morf/military/archive/09.2011.pdf>
3. **Бронштейн И. Н., Семендяев К.А.** Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. -13 - е изд. - М.: Наука, 1986. - 544 с.
4. **Вентцель Е.С.** Исследование операций. - М.: Высшая школа, 2000. — 550 с.
5. **Растопшин М.М.** Хорошо замаскирован, но мало опасен // Независимое военное обозрение, 04.02.2011. http://nvo.ng.ru/armament/2011-02-04/8_ptur.html.
6. **Растопшин М.М.** Русский "Корнет" против американского "Генерала Абрамса" // Независимое военное обозрение, 27.06.2014. http://nvo.ng.ru/armament/2014-06-27/8_kornet.html.
7. **Тарасенко А., Тупицын С.** Положение в отечественном танкостроении: правда и вымыслы // Журнал "Техника и вооружение",-2006.- N11.- С. 10 - 15. [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/T/"Tehnika_i_voorujenie"/_Tehnika_i_voorujenie".html](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/T/).
8. **Вентцель Е.С., Овчаров Л.А.** Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. — 2-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2000. — 383 с.
9. **Чуев Ю. В.** Основы исследования операций в военной технике. - М.: Советское радио, 1965. - 592 с.
10. **Хачатрян Г.Г., Гаспарян Р.С., Ханоян В.Е.** Артиллерийский тренажер для стрельбы прямой наводкой // Айкакан Банак: Военно-научный журнал Министерства обороны РА. - 2012. - N3(73). - С. 103 - 108. http://www.mil.am/files/Final%20N3_2012.pdf.

22.02.2018.

Հ.Գ. Խաչատրյան

ՀԱՎԱՏԱՆԿԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻՑ ՀՐԱՉԳՈՒԹՅԱՆ ՍՏՈԽԱՍՏԻԿ ԳՈՐԾՆԹԱՅՆԵՐԻ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ

Դիտարկվում են զանգվածային սպասարկման տեսության մեթոդների, մասնավորապես՝ մարկովյան շղթաների և Կոլմոգորովի դիֆերենցիալ հավասարումների կիրառման հարցերը փողային հրետանու հակատանկային համակարգերից հրաձգության խնդրի մաթեմատիկական նկարագրման մեջ: Առաջարկված է երկու նշանակետերի կրակային խոցման հավանականությունների որոշման մաթեմատիկական մոդելը հակատանկային համակարգերից հրաձգության դեպքում: Բերված է մոդելը նկարագրող Կոլմոգորովի դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգի անալիտիկ լուծումը, ինչի հիման վրա ստացված են նշանակետերի խոցման ժամանակա-հավանականային բնութագրերը: Կառուցված են դիֆերենցիալ հավասարումների լուծումների կորերը SciDAVis մաթեմատիկական փաթեթի օգնությամբ: Առաջարկված է ժամանակակից տանկի կրակային խոցման մաթեմատիկական մոդելը:

Առանցքային բառեր. հրետանի, հրաձգություն, մաթեմատիկական մոդելավորում, հավանականության տեսություն, զանգվածային սպասարկման տեսություն, Մարկովի շղթաներ:

H.G. Khachatryan

MATHEMATICAL MODELING OF THE STOCHASTIC PROCESSES OF FIRE FROM ANTITANK SYSTEMS

The questions of application of the methods of the mass service theory, in particular – the Markov chains and the Kolmogorov's differential equations in the mathematical description of the task on fire from antitank systems of barrel artillery are considered . A mathematical model for the probability definition of fire defeat of two targets from antitank systems is proposed. The analytical solution of Kolmogorov's differential equations system, describing the model on whose basis, the time probabilistic characteristics of defeat of the targets are obtained. Curves of solutions of differential equations, using the SciDAVis mathematical software are constructed. A mathematical model of fire defeat of a modern tank is proposed.

Keywords: artillery, shooting, mathematical modeling, probability theory, mass service theory, Markov chains.

Хачатрян Грачья Гургенович - магистр информационных технологий, аспирант НПУА, начальник группы применения автоматизированных систем управления Управления ракетных войск и артиллерии ВС РА

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Կարապետյան Ա.Ա., Առաքելյան Ա.Հ.	
ՀՀ ԱՐՏԱՀԱՆՄԱՆ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ԱՌԱՎԵԼՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԱՊՀ ԵՎ ԵՄ ԵՐԿՐՆԵՐՈՒՄ	5
Ավետիսյան Գ.Օ.	
ԿՈՌՈՒՊՑԻԱՅԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԻՐԱՎՈՒՆՔԻ ԳԵՐԱԿԱՅՈՒԹՅԱՆ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ՎՐԱ	11
Չախոյան Գ.Ռ.	
ՍԱՀՄԱՆԱԴՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՄԻԳՐԱՑԻԱՅԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՄԻԿՐՈՏՆՏԵՍԱԳԻՏԱԿԱՆ ԵՎ ՄԱԿՐՈՏՆՏԵՍԱԳԻՏԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼՆԵՐԸ	16
Ինջիղոյան Շ.Ն., Մալխասյան Ն.Մ., Դավթյան Մ.Դ.	
ՀՀ ՋԵՐՄՈՑԱՅԻՆ ՏՆՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ ԷՆԵՐԳԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄՈՏԵՑՈՒՄԸ	22
Նանյան Ա.Ա.	
ԱՌԵՎՏՐԱՅԻՆ ԲԱՆԿԻ ՎԱՐԿԱՅԻՆ ՌԻՍԿԻ ՄԻՆԻՄԱԼԱՅՈՒՄԸ. ՎԱՐԿԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ՏՈԿՈՍԱԴՐՈՒՅՔՆԵՐԻ ԵՎ ՄԱՐՄԱՆ ԺԱՄԿԵՏՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ	27
Ավագյան Լ.Վ., Չապանյան Գ.Ն., Առաքելյան Ա.Հ.	
ՀՀ ԲԱՆԿԵՐԻ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄՈԴԵԼԸ	34
Հարությունյան Մ.Գ.	
ՀՀ ԿԲ ԴՐԱՄԱՎԱՐԿԱՅԻՆ ՔԱՂԱՔԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒՄԸ ԿՈՐՍՏԻ ՖՈՒՆԿՑԻԱՅԻ ՄԻՋՈՑՈՎ	43
Քեճեճյան Ա.Հ.	
ՖԻՆԱՆՍԱԿԱՆ ՄԻՋՆՈՐԴՈՒԹՅԱՆ ՕՊՏԻՄԱԼ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ՀՀ ՏՆՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՐ	47
Մխիթարյան Մ.Թ.	
ՄՆՆԴԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ ՆԵՐՔԻՆ ՌԻՍԿԵՐԻ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄԸ ԴԻԱԳՐԱՄԱՅԻՆ ՄՈԴԵԼԻ ՆԵՐԴՐՄԱՄԲ	51
Հակոբյան Տ.Է.	
ԱՅՏԱՎՈՐ ԶԱՐԴԻՉՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱԲԱՆԵՅՄԱՆ ՀԵՌԱՎԱՐ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄ	58
Ավագյան Հ.Ս.	
ՈՐՈՇՈՒՄՆԵՐԻ ԸՆԴՈՒՆՄԱՆ ԲԱԶՄԱԶԱՓԱՆԻՇ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԱԿՆԱՐԿԱՅԻՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ	64
Մանուկյան Ա.Պ.	
ՈՒԺԱՅԻՆ ՏՐԱՆՍՖՈՐՄԱՏՈՐՆԵՐԻ ՀԱՐՄԱՆ ԱՐԱԳԱԳՈՐԾ ԱՆԿՈՆՏԱԿՏ ԿԱՐԳԱՎՈՐԻՉՆԵՐ.....	70
Աբոյան Ա.Հ., Աղբալյան Ս.Գ.	
ԵՐԿՐՅՈՒՐԵԼ ԻՆՏԵՐՖԵՐԱԶԱՓԵՐՈՒՄ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՄՈՒԱՐԻ ՊԱՏԿԵՐՆԵՐԻ ԱՌԱՋԱՅՈՒՄԸ ԱՍԻՄԵՏՐԻԿ ԱՆԴՐԱԴԱՐՁՈՒՄՆԵՐԻ ԴԵՊՔՈՒՄ	77
Մարգարյան Ա.Ա., Բարսեղյան Ռ.Ն., Վերլինսկի Ս.Վ.	
ՏՊԱԳՐԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԳՈՏԻՆԵՐՈՒՄ ՀԱՐՎԱԾԱԴԵՖՈՐՄԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ	88
Հակոբյան Ռ.Զ., Հովհաննիսյան Վ.Ս.	
ՀՈՐԱՏԱՆՑՔԻ ԿԱՌՈՒՅՄԱՆ ՆՎԱԶԱԳՈՒՅՆ ԺԱՄԱՆԱԿԻ ՀԱՇՎԱՐԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ ԸՍՏ ԱՌԱՋԱՆՅՄԱՆ ՕՊՏԻՄԱԼ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ	93
Կարապետյան Գ.Ա.	
ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹՅԱՅԻՆ ԽՈՐԴՈՒԲՈՐԴՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՆՎԱԶԵՑՆՈՂ ՍԱՐՔԵՐԻ ՈՐԱԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ ԲԱՐՁՐԱՅՈՒՄԸ	97

Կազումյան Կ.Ն., Մկրտչյան Վ.Վ.	
ՎԱՐԴԱԳՈՒՅՆ ԽԱՂՈՒՆ ԳԻՆՈՒ ԷՔՍՊԵՐԻՄԵՆՈՆ ԼԻԿՅՈՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ	102
Ավետիսյան Վ.Մ., Ներսիսյան Ա.Հ.	
ԳԵՏՆԱԽՆՁՈՐԻ ԲՆԱԿԱՆ ԳԻՆՈՒ ՄԵՋ ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ԹԹՈՒՆԵՐԻ, ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԵՎ ԲՈՒՐԱՎԵՏ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՈՐԱԿԱԿԱՆ ԵՎ ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄ .	106
Գաբրիելյան Ա.Հ.	
ԽԱՂՈՂԻ «ԿԱՐՄՐԱՀՅՈՒԹ» ԵՎ «ԽՆԴՈՂՆԻ» ՍՈՐՏԵՐԻՑ ՊԱՏՐԱՍՏՎԱԾ ԳԻՆԻՆԵՐԻ ԳՈՒՆԱՅԻՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ	110
Աթոյան Ա.Գ.	
ԿՈՇԻԿԻ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ՄԻԱՑՔՆԵՐԻ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ՏԵՂԱԿԱՅԱՆՔ	114
Մինասյան Զ.Ա., Հովհաննիսյան Ա.Ռ.	
ԽԱՌՆՈՒՐԴԱՅԻՆ ՏԵՔՍՏԻԼ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԽՈՆԱՎՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ	118
Սիմոնյան Ս.Հ., Ադամյան Գ.Վ., Մելիքյան Ա.Վ., Սիմոնյան Ա.Ս.	
ԶՈՐՐՈՐԴ ԱՍՏԻՃԱՆԻ ՄԻԱՊԱՐԱՄԵՏՐԱԿԱՆ ՄԱՏՐԻՑԱՅԻՆ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ (II) (Ուղղակի մոտեցում)	122
Մարտիրոսյան Մ.Կ.	
ԻՆՏԵԳՐԱԼ ՍԽԵՄԱՅԻ ԼԱՎԱՐԿՎԱԾ ԵՎ ՊԱՐԱՄԵՏՐԱՑՎԱԾ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՇԵՂՈՒՄՆԵՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐՈՒՄԸ՝ ՕԳՏԱԳՈՐԾԵԼՈՎ 14 ՆԱՆՈՄԵՏՐԱՆՑ ՏՐԱՆԶԻՍՏՈՐՆԵՐԻ ՄՈՆՏԵ ԿԱՐԼՈ ՄՈԴԵԼՆԵՐԸ	127
Ուլիկյան Ա.Թ., Մխիթարյան Ա.Լ., Աբգարյան Ս.Ա., Հակոբյան Ա.Ա.	
ՀԻԴՐԱՎԼԻԿ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄՆ ՈՒ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄԸ SIMULINK ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ	131
Գասպարյան Տ.Ա.	
ԵՌԱԶԱՓ ԻՆՏԵԳՐԱԼ ՍԽԵՄԱՆԵՐԻ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՔԱՐՏԵԶԻ ՍՏԵՂԾՈՒՄԸ	137
Հովհաննիսյան Ծ.Ս., Կիրակոսյան Գ.Տ., Անդրեասյան Տ.Ս.	
ԿՈՐՊՈՐԱՏԻՎ ՔՈՄՓՅՈՒԹԵՐԱՅԻՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ԱՆՈՄԱԼ ԳՈՏԻՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ	143
Ֆլքյան Տ.Ա.	
ԱՊԱՀՈՎԱԳՐԱԿԱՆ ԸՆԿԵՐՈՒԹՅԱՆ ՔՈՄՓՅՈՒԹԵՐԱՅԻՆ ՑԱՆՑԻ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ԵՎ ԲԱՐՁՐԱՅՄԱՆ ԳՈՐԾԻՔԱՄԻՋՈՅԸ	147
Անդրեասյան Լ.Կ.	
ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԱԿՆԱՐԿ 2-ՐԴ ՏԻՊԻ ՇԱՔԱՐԱԽՏԻ ԿԱՆԽԱՐԳԵԼՄԱՆ ԵՎ ԱԽՏՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ՄԵՔԵՆԱՅԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՑՄԱՆ ՄՈԴԵԼՆԵՐԻ ՈՒ ՄՈՏԵՑՈՒՄՆԵՐԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ	151
Սիոյան Մ.Տ.	
ՏԵՍԱՇԱՐՈՒՄ ՇԱՐԺՎՈՂ ՕԲՅԵԿՏԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ԵՎ ՈՒՂՂՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽՆԱԿԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ԽՆԴՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ	154
Այվազյան Գ.Ե., Բարսեղյան Ռ.Ն., Վարդանյան Ա.Ա., Զունչուզով Ի.Պ. Պերեպեկին Վ.Գ.	
ՄԹՆՈԼՈՐՏԱՅԻՆ ՍԱՀՄԱՆԱՅԻՆ ՇԵՐՏԻ ԱԿՈՒՍՏԻԿԱԿԱՆ ՀԵՌԱԽՈՐԱԶՆՆՈՒՄԸ	160
Խաչատրյան Հ.Գ.	
ՀԱԿԱՏԱՆԿԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻՑ ՀՐԱՋԳՈՒԹՅԱՆ ՍՏՈՒԱՍՏԻԿ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՆԵՐԻ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ	165

СОДЕРЖАНИЕ

Карапетян А.А., Аракелян А.А.	
ОЦЕНКА СРАВНИТЕЛЬНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ЭКСПОРТА АРМЕНИИ В СТРАНАХ СНГ И ЕС	5
Аветисян Г.О.	
ВОЗДЕЙСТВИЕ КОРРУПЦИИ НА УРОВЕНЬ ВЕРХОВЕНСТВА ПРАВА	11
Чахоян Г.Р.	
МИКРО- И МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОНСТИТУЦИОНАЛИЗМА И МИГРАЦИИ	16
Инджигулян Ш.Н., Малхасян Н.М., Давтян М.Д.	
ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ПАРНИКОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ АРМЕНИИ	22
Нанян А.А.	
МИНИМИЗАЦИЯ КРЕДИТНОГО РИСКА КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА: ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОЦЕНТНЫХ СТАВКАХ И СРОКАХ ПОГАШЕНИЯ КРЕДИТОВ	27
Авакян Л.В., Чапанян Г.Н., Аракелян А.А.	
МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БАНКОВ АРМЕНИИ	34
Арутюнян М.Г.	
АНАЛИЗ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ ЦБ РА ПО ФУНКЦИИ ПОТЕРЬ	43
Кечечян А.Г.	
ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ФИНАНСОВОГО ПОСРЕДНИЧЕСТВА ДЛЯ ЭКОНОМИКИ РА	47
Мхитарян М.Т.	
УПРАВЛЕНИЕ ВНУТРЕННИМИ РИСКАМИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ВНЕДРЕННОЙ ДИАГРАММНОЙ МОДЕЛИ	51
Акопян Т.Э.	
РАЗРАБОТКА УДАЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ	58
Авагян О.С.	
ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	64
Манукян А.П.	
БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ БЕСКОНТАКТНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	70
Абоян А.О., Агбалян С.Г.	
ВОЗНИКНОВЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ МУАРОВЫХ КАРТИН ПРИ АСИММЕТРИЧНЫХ ОТРАЖЕНИЯХ В ДВУХКРИСТАЛЬНЫХ ИНТЕРФЕРОМЕТРАХ	77
Маргарян А.А., Барсегян Р.Н., Верлинский С.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В РАБОЧИХ ЗОНАХ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ МАШИН	88
Акопян Р.З., Оганнисян В.С.	
МЕТОДИКА РАСЧЁТА МИНИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИНЫ ПО ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЕ ПРОХОДКИ	93
Карапетян Г.А.	
УВЕЛИЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЙ, СНИЖАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТНЫЕ НЕРОВНОСТИ	97
Казумян К.Н., Мкртчян В.В.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭКСПЕДИЦИОННОГО ЛИКЕРА ДЛЯ РОЗОВОГО ИГРИСТОГО ВИНА	102
Аветисян В.М., Нерсисян А.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ, МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ДУШИСТЫХ ВЕЩЕСТВ В ТОПИНАМБУРОВОМ НАТУРАЛЬНОМ ВИНЕ	106

Габриелян А.Г.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИН, ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ СОРТОВ ВИНОГРАДА "КАРМРАЮТ" И "ХНДОХНИ"	110
Атоян А.Г.	
УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ	114
Минасян З.А., Оганисян А.Р.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ СМЕШАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	118
Симонян С.О., Адамян Г.В., Меликян А.В., Симонян А.С.	
МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ УРАВНЕНИЙ ЧЕТВЕРТОЙ СТЕПЕНИ (II) (Прямой подход)	122
Мартиросян М.К.	
ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ УЛУЧШЕННЫХ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТКЛОНЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ЧИПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SPICE МОДЕЛЕЙ МОНТЕ КАРЛО 14-НАНОМЕТРОВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ	127
Уликан А.Т., Мхитарян А.Л., Абгарян С.А., Акобян А.А.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В СРЕДЕ SIMULINK	131
Гаспарян Т.А.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ И СОЗДАНИЕ ТЕПЛОВОЙ КАРТЫ 3D ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЦЕПЕЙ	137
Оганисян Ц.С., Киракосян Г.Т., Андреасян Т.С.	
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ЗОН В КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ.....	143
Флджян Т.А.	
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ.....	147
Андреасян Л.К.	
ОБЗОР МОДЕЛЕЙ И ПОДХОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ДИАГНОСТИКИ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2-ГО ТИПА	151
Сгоян М.Т.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДВИГАЮЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА НА ВИДЕОРАДЕ	154
Айвазян Г.Е., Барсегян Р.Н., Варданян А.А., Чунчужов И.П., Перепелкин В.Г.	
ДИСТАНЦИОННОЕ АКУСТИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ	160
Хачатрян Г.Г.	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СТРЕЛБЫ ИЗ ПРОТИВОТАНКОВЫХ СИСТЕМ	165

CONTENTS

Karapetyan A.A., Arakelyan A.H.	
EVALUATING ARMENIA'S COMPARATIVE ADVANTAGES OF EXPORT IN CIS AND EU COUNTRIES	5
Avetisyan G.O.	
CORRUPTION IMPACT ON THE LEVEL OF RULE OF LAW	11
Chakhoyan G.R.	
THE MICROECONOMIC AND MACROECONOMIC MODELS OF THE INTERACTION BETWEEN CONSTITUTIONALISM AND MIGRATION	16
Injighulyan S.N., Malkhasyan N.M., Davtyan M.D.	
THE APPROACH FOR THE ASSESSMENT OF GREENHOUSE ENERGY EFFICIENCY IN ARMENIA	22
Nanyan A.A.	
MINIMIZING THE CREDIT RISK OF A COMMERCIAL BANK: ON OPTIMAL INTEREST RATES AND REPAYMENT PERIODS OF LOANS	27
Avagyan L.V., Chapanyan G.N., Arakelyan A.H.	
THE MODEL OF THE FUNCTIONING OF ARMENIAN BANKS EFFICIENCY ASSESSMENT	34
Harutyunyan M.G.	
CALCULATION OF MONETARY POLICY OF RA CBA ON LOSS OF FUNCTION.....	43
Ketshetshyan A.H.	
ESTIMATION OF OPTIMAL LEVEL OF FINANCIAL INTERMEDIATION FOR THE ECONOMY OF RA	47
Mkhitaryan M.T.	
INTERNAL RISK MANAGEMENT IN FOOD MANUFACTURING ORGANIZATIONS WITH THE INTEGRATED DIAGRAM MODEL	51
Hakobyan T.E.	
DEVELOPMENT OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM OF JAW CRUSHERS` ELECTRICAL DRIVE	58
Avagyan H.S.	
REVIEW ANALYSIS OF METHODS OF MULTICRITERION DECISION-MAKING	64
Manukyan A.P.	
QUICK-ACTING CONTACTLESS VOLTAGE STABILIZERS OF POWER TRANSFORMERS	70
Aboyan A.H., Aghbalyan S.G.	
DEVELOPMENT OF X - RAY MOIRE PATTERNS AT ASYMMETRIC REFLECTIONS IN BICRYSTAL INTERFEROMETERS	77
Margaryan A.A., Barseghyan R.N., Verlinski S.V.	
STUDYING THE STRAIN-STRESS STATE IN THE WORKING ZONES OF PRINTING MACHINES ..	88
Hakobyan R.Z., Hovhannisyan V.S.	
A METHODOLOGY OF CALCULATION OF THE MINIMUM TIME OF WELL CONSTRUCTION FOR THE OPTIMUM VALUE OF PASSAGE	93
Karapetyan G.A.	
IMPROVEMENT OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF INSTRUMENTS REDUCING SURFACE ROUGHNESS	97
Kazumyan K.N., Mkrtchyan V.V.	
EXPEDITION LIQUEUR PRODUCTION TECHNOLOGY FOR ROSE SPARKLING WINE	102
Avetisyan V.M., Nersisyan A.H.	
INVESTIGATION OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE INDICES OF ORGANIC ACIDS, MINERAL ELEMENTS AND FRAGRANT SUBSTANCES IN NATURAL WINE OF JERUSALEM ARTICHOKE	106
Gabrielyan A.H.	
THE INVESTIGATION OF CHROMATIC CHARACTERISTICS OF WINES MADE OF THE GRAPE VARIETIES "KARMRAHYUT" AND "KHNDOGHNI"	110

Atoyan A.G.	
A SETTING TO DEFINE THE CONNECTION STRENGTH OF THE PARTS OF THE SHOES	114
Minasyan Z.A., Hovhannisyan A.R.	
INVESTIGATION OF THE MOISTURE CONTENT OF MIXED TEXTILE MATERIALS	118
Simonyan S.H., Adamyan G.V., Melikyan A.V., Simonyan A.S.	
METHODS OF SOLUTION OF ONE-PARAMETER MATRIX EQUATIONS OF THE FOURTH DEGREE (II) (Direct approach)	122
Martirosyan M.K.	
ADVANCED AND PARAMETRIC ON-CHIP VARIATION CHARACTERIZATION USING 14 NM TRANSISTORS' MONTE CARLO SPICE MODELS	127
Ulikyan A.T., Mkhitarian A.L., Abgaryan S.A., Hakobyan A.A.	
MODELING AND DESIGNING OF THE HYDRAULIC CONTROL SYSTEM IN SIMULINK ENVIRONMENT	131
Gasparyan T.A.	
THERMAL FIELD MODELING AND THERMAL MAP CREATION OF 3D INTEGRATED CIRCUITS	137
Hovhannisyan Ts. S., Kirakossian G.T., Andreasyan T.S.	
DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS FOR DETECTION OF ANOMALOUS ZONES OF CORPORATE COMPUTER NETWORKS	143
Fljyan T.A.	
INSTRUMENTAL MEANS FOR EVALUATION AND SAFETY OF COMPUTER NETWORK INSURANCE COMPANY	147
Andreasyan L.K.	
A REVIEW OF MODELS AND APPROACHES OF MACHINE LEARNING FOR THE PREVENTION AND DIAGNOSIS OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS	151
Shoyan M.T.	
THE RESEARCH OF THE DETECTION AND PRELIMINARY DECISION OF DIRECTION PROBLEM OF THE MOVING OBJECT IN VIDEO SEQUENCE	154
Ayvazyan G.Ye., Barseghyan R.N., Vardanyan A.A., Chunchuzov I.P., Perepelkin V.G.	
REMOTE ACOUSTIC SOUNDING OF ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER	160
Khachatryan H.G.	
MATHEMATICAL MODELING OF THE STOCHASTIC PROCESSES OF FIRE FROM ANTITANK SYSTEMS	165

Правила представления статей

Статьи представляют на армянском, русском и английском языках. Шрифты: армянский – **Sylfaen** (размер 10), русский и английский – **Times New Roman** (размер 11) межстрочный интервал – 1; формат страницы – А4, рабочее поле - 165×252 мм; поля слева – 25 мм, сверху – 20 мм, справа – 20 мм, снизу – 25 мм.

В верхней строке 1 – го листа в левом углу указывают **УДК** согласно стандарту (минимум 6 цифр), а в правом – раздел сборника заглавными буквами (вся строка – **bold**, размер 11). Строкой ниже, в середине, указывается **И.О. Фамилия** автор(ов) (строчными буквами, **bold**, размер 11). На две строки ниже – в середине, заглавными буквами название статьи (**bold**, размер 12), еще на две строки ниже – **аннотация** на языке статьи с **ключевыми словами** (размер 10, *Italic*). Через две строки дается основной текст статьи. Новая строка дается отступом – 10 мм.

Формулы и математические выражения оформляются в *Microsoft Equation, Italic*, размер 11. Формулы представляют на отдельной строке, в середине, а при необходимости – нумеруют в правом углу той же строки, в скобках. Дробные выражения рекомендуется оформить в виде a/b или ab^{-1} и использовать символ exp.

Литературные источники в тексте указываются после статьи и представляются в сквозной последовательности: [1],[2],

На одну строку ниже дается дата представления статьи.

Далее приводятся аннотации на двух языках, не совпадающих с языком текста.

На одну строку ниже даются: **Фамилия, Имя, Отчество** автора(ов), уч. степень, звание, сокращенное название организации, где работает автор, № телефона.

Статья обязательно рецензируется известным специалистом или научным работником данной области и представляется на рассмотрение редакционного совета сборника. Общий объем статьи не должен превышать 8 стр.

Статью, напечатанную на формате А4, в 2 экземплярах, а также на диске формата 3,5, представляют ответственному секретарю сборника. Для облегчения процесса окончательного редактирования рекомендуется один экземпляр статьи напечатать размером шрифта 12 и межстрочным интервалом 1,5.

Редакционный совет имеет право производить окончательное редактирование.

В случае отказа в опубликовании один экземпляр статьи остается в редакции.

Редакционный совет

Rules for presenting articles

The articles can be presented in Armenian, Russian and English. The fonts are for Armenian – **Sylfaen** (font size 10), Russian and English – **Times New Roman** (font size 11); spacing – 1; page format – A4, working field - 166×252 mm; the margins: left – 25 mm, top 20 mm, right – 2 mm, bottom 25 mm.

In the above line of the first page on the left angle **UDC** must be written, according to the standard (minimum 6 digits), on the right angle – the section of the collection with capital letters (the whole line in **bold typeface** size 11).

With a line below in the middle of the page – **Name, Patronymic, Surname** of the author(s) with small letters in **bold typeface** (size 11).

Two lines below, in the centre of the page with capital letters – the title of the article (**bold typeface**, size 12) and two lines below – the abstract in the language of the article with **keywords** (size 10, *Italic*).

Two lines below the main text of the article is given. The new line is given with indentation – 10 mm..

The formulas and mathematical expressions have the form of *Microsoft Equation, Italic*, size 11.

The formulas are submitted on a separate line, and, if necessary, they must be numbered on the right angle of the same line, in brackets. The fractions are recommended in the form a/b or ab^{-1} and the symbol exp must be used.

The references in the text are written after the article and submitted sequentially [1],[2]...

One line below the date of submitting the article is given.

Afterwards the abstracts in two languages not coinciding with the language of the text.

One line below are written: **Surname, Name, Patronymic** of the author(s), scientific degree, title, the name of the organization in short, the working place of the author, the phone number.

The article should be reviewed by a well known specialist or scientific worker in the given field and submitted for examining to the editorial board of the collection. The total volume of the article must not exceed 8 pages.

The article must be typed by format A4, in two copies, as well as on a disk in format 3,5 and submitted to the executive secretary of the collection. To facilitate the process of final editing, it is recommended to type one copy with typeface 12 and in-between spacing 1,5.

The editorial board has the right to make the final editing.

In case of rejection to publish one copy of the article must be kept in the editorial office.

Editorial board

Հոդվածներին ներկայացվող պահանջները

Հոդվածները կարելի է ներկայացնել հայերենով, ռուսերենով և անգլերենով: Տեքստի տառատեսակը հայերենը՝ **Sylfaen** (տառաչափը 10), ռուսերենը և անգլերենը՝ **Times New Roman** (տառաչափը 11), տողերի հեռավորությունը՝ 1, էջի ֆորմատը՝ **A4 (210x297 մմ)**, աշխատանքային դաշտը՝ **165x252 մմ**, լուսանցքները՝ ձախից՝ **25 մմ**, վերևից՝ **20 մմ**, աջից՝ **20 մմ**, ներքևից՝ **25 մմ**:

1-ին էջի վերին տողում գլխատառերով և սովորապատված, հոդվածի տեքստի լեզվով նշվում են՝ միջազգային դասիչը, հանդեսի լրիվ անվանումը, հապավումը (փակագծերում), տարեթիվը, հատորը և համարը (ամբողջ տողը՝ հաստ **(bold)** 9 տառաչափով): Մեկ տող ներքև, ձախ անկյունում տրվում է **ՀՏԴ**-ն (**ՕՂԷ**)՝ ըստ ընդունված ստանդարտի, առնվազն վեցանիշ թվով, իսկ աջ անկյունում՝ հոդվածի բաժինը՝ գլխատառերով (ամբողջ տողը՝ **bold**, 11 տառաչափով):

Մեկ տող ներքև, տողի մեջտեղում տրվում են հեղինակի(ների) **Ա.Հ. Ազգաբնուն(ներ)** (փոքրատառ, **bold**, 11 տառաչափով): Երկու տող ներքև, տողի մեջտեղում տրվում է հոդվածի վերնագիրը (գլխատառերով, **bold**, 12 տառաչափով), իսկ 2 տող ներքև, հոդվածի տեքստի լեզվով՝ համառոտագիրը (**à l'î ô ð ò ð è ÿ**), 5 հատ առանցքային բառերով (բոլորը՝ մինչև 8 տող ծավալով, շեղատառերով (*Italic*), 10 տառաչափով): Համառոտագրից 2 տող ներքև: Պարբերությունները սկսվում են նոր տողից՝ 10 մմ ներսից:

Նկարները և աղյուսակները տեղադրվում են տեքստում այդ մասին նշում կատարելուց հետո, նույն կամ հաջորդ էջում և ունեն միջանցիկ համարակալում: Նկարի գրաֆիկական դաշտը հնարավորին չափ անհրաժեշտ է բեռնաթափել ավելորդ նշանակումներից և բացատրություններից, որոնք տեղափոխվում են նկարատակ արտահայտություն (*Italic*, 9 տառաչափով): Կտորդինատային առանցքների վրա պարտադիր է հԼ համակարգով ընդունված՝ մեծությունների չափողականությունների ներկայացումը (բացի տեսական կորեր կամ հարաբերական մեծություններ պարունակող գրաֆիկական նյութերից):

Աղյուսակները պետք է ունենան վերնագրային բացատրություններ և համարակալում, որոնք տրվում են *Italic*, 9 տառաչափով, իսկ աղյուսակի գլխամասի սյունակները՝ մեծությունների չափողականություններով: **Աղյուսակի թվային տվյալները չպետք է կրկնեն հոդվածի գրաֆիկական նյութերը:** Աղյուսակի մի հատվածը հաջորդ էջ տեղափոխելու դեպքում պարտադիր է պնդակների համարակալումը, որը կրկնվում է տեղափոխված աղյուսակի հատվածի գլխամասում: Հաջորդ էջը կամ ներքև տեղափոխված աղյուսակի հատվածի վրա նշվում է՝ ... *Աղյ. ...-ի շարունակությունը...* (*Italic*, 9 տառաչափով):

Բոլոր տեղերում (համառոտագիր, տեքստ, նկար, աղյուսակ) չափողականությունները տրվում են *Italic*, 10 տառաչափով:

Բանաձևերը և մաթեմատիկական արտահայտությունները տրվում են *Microsoft Equation, Italic, 11 տառաչափով*: Բանաձևերը ներկայացվում են առանձին տողով և մեջտեղում, իսկ հիմնականները՝ նաև համարակալվում են նույն էջի աջ անկյունում՝ փակագծերի մեջ: Ցանկալի է բանաձևերում կոտորակային արտահայտությունները ձևավորել a/b կամ ab^{-1} տիպի սիմվոլներով:

Հոդվածում օգտագործված գրական աղբյուրները, ըստ օգտագործման հերթականության, պետք է ունենան միջանցիկ համարակալում և տեքստում նշվեն՝ [1], [2],... տեսքով:

Հոդվածի վերջնամասից երկու տող ներքև, մեջտեղում նշվում է **Գրականություն** արտահայտությունը (փոքրատառ, **bold**, 11 տառաչափով) և ըստ ընդունված ստանդարտի, 10 տառաչափով տրվում է գրականության ցանկը, որում հեղինակի(ների) **Ազգաբնուն Ա.Հ.-ն** կամ **առաջին բառը** ձևավորվում է **bold**, 10 տառաչափով: Ցանկալի է գրականության ցանկում ընդգրկել 6-8 անվանումից ոչ ավելի արդի հրատարակումներ:

Մեկ տող ներքև տրվում են հոդվածի ներկայացման ամսաթիվը և տարեթիվը:

Տեքստի վերջում, երկու տող ներքև հոդվածի տեքստի հետ չհամընկնող երկու այլ լեզուներով նույն ձևով կրկնվում է հոդվածի գլխամասը՝ հեղինակի(ների) **Ա.Հ. Ազգաբնուն, հոդվածի վերնագիրը** և համառոտագիրը:

Մեկ տող ներքև տրվում են հոդվածի հեղինակի(ների) **Ազգաբնուն(ներ), Անուն, Հայրանուն**, գիտ, աստիճանը, գիտ. կոչումը, կազմակերպության համառոտ անվանումը (փակագծերում) և հեռախոսների համարները:

Հոդվածը պարտադիր գրախոսվում և ներկայացվում է բնագավառի հայտնի մասնագետի կողմից, որը ձևակերպվում է խմբագրության մշակված ձևաթղթի համաձայն:

Հոդվածի ընդհանուր ծավալը չպետք է գերազանցի 8 էջը: Ժողովածուի ձևավորումը և հավաքումը հեշտացնելու նպատակով հեղինակներին առաջարկվում է լրիվ օգտագործել հոդվածի վերջին էջի դաշտը:

Վերոհիշյալ պահանջները բավարարելուց հետո հոդվածը՝ A4 ֆորմատի վրա, տպված 2 օրինակով և գրված 3.5 ֆորմատի սկավառակով ներկայացվում է Ժողովածուի պատասխանատու քարտուղարին: Հոդվածի վերջնական խմբագրումը հեշտացնելու նպատակով առաջարկվում է ներկայացվող օրինակներից մեկի տեքստը տպագրել 12 տառաչափով և տողերի 1.5 հեռավորությամբ:

Խմբագրական խորհուրդն իրավունք ունի պահպանել տեքստի և ներմիջադասական ընդունված նորմերը, կրճատել պարզունակ, կրկնվող և հանրահայտ նյութերը և վերջնական խմբագրել հոդվածները: Խորհրդի կողմից հրատարակման չնրաշխարհելու դեպքում հոդվածի մեկ օրինակը մնում է խմբագրությունում:

Խմբագրական խորհուրդ

Համարի թողարկման պատասխանատու
տ.գ.թ., դոց. **Ռ.Ն. Բարսեղյան**

Բաժինների պատասխանատուներ՝

Էկոնոմիկա և կառավարում՝ տնտ.դ., պրոֆ. **Ա. Գյուրջյան**, տ.գ.դ., պրոֆ. **Ս. Սիմոնյան**
Էլեկտրատեխնիկա և սարքաշինություն՝ տ.գ.դ., պրոֆ. **Մ. Բաղդասարյան**, տ.գ.թ., դոց. **Գ. Այվազյան**
Էներգետիկա՝ տ.գ.դ., պրոֆ. **Ս. Մինասյան**
Լեռնահանքային արդյունաբերություն՝ երկ.գ.թ. **Հ. Ալոյան**
Ճարտարապետություն, քաղաքաշինություն և շինարարություն՝ ճարտ.դ., պրոֆ. **Յու. Սաֆարյան**
Մեքենաշինություն և մետալուրգիա՝ տ.գ.դ., պրոֆ. **Մ. Ստակյան**, տ.գ.դ., պրոֆ. **Ս. Աղբալյան**
Սննդի և թեթև արդյունաբերության տեխնոլոգիա՝ տ.գ.դ. **Վ. Գաբզիմալյան**
Ինֆորմատիկա, էլեկտրոնիկա և գիտական սարքաշինություն՝ տ.գ.դ., պրոֆ. **Ա. Առաքելյան**,
տ.գ.դ., պրոֆ. **Ռ. Վարդանյան**
Քիմիական, կենսաբանական և քննադատական տեխնոլոգիաներ՝ ք.գ.դ., պրոֆ. **Գ. Թորոսյան**
Ռազմաճարտարագիտական հիմնահարցեր և կոլեկտիվ անվտանգության քաղաքական
հայեցակարգեր՝ տ.գ.թ. **Ն. Թորոսյան**

Ответственные по секциям:

Экономика и управление – д.экон.н., проф. **А. Гюрджян**, д.т.н., проф. **С. Симонян**
Электротехника и приборостроение – д.т.н., проф. **М. Багдасарян**, к.т.н., доц. **Г. Айвазян**
Энергетика – д.т.н., проф. **С. Минасян**
Горнорудная промышленность – к.геол.наук **Г. Алоян**
Архитектура, градостроительство и строительство – д.архит., проф. **Ю. Сафарян**
Машиностроение и металлургия – д.т.н., проф. **М. Стакян**, д.т.н., проф. **С. Агбалин**
Технология пищевой и легкой промышленности – д.т.н. **В. Габзимальян**
Информатика, электроника и научное приборостроение – д.т.н., проф. **А. Аракелян**,
д.т.н., проф. **Р. Варданян**
Химическая, биологическая и природоохранная технологии – д.хим.н., проф. **Г. Торосян**
Военно-инженерные проблемы и политические аспекты коллективной безопасности – к.т.н. **Н. Торосян**

Responsibles for sections:

Economics and Management – doctor of econ. sci., prof. **A. Gyurjyan**, doctor of tech. sci., prof. **S. Simonyan**
Electrotechnology and Instrumentation – doctor of tech. sci., prof. **M. Baghdasaryan**,
cand. of tech. sci., Assoc. Prof. **G. Aivazyan**
Energetics – doctor of tech. sci., prof. **S. Minasyan**
Mining-Ore Industry – cand. of geol. sci. **H. Aloyan**
Architecture, Civil Engineering and Construction – doctor of architecture, prof. **Yu. Safaryan**
Mechanical Engineering and Metallurgy – doctor of tech. sci., prof. **M. Stakyan**,
doctor of tech. sci., prof. **S. Aghbalyan**
Technology of Food and Light Industry – doctor of tech. sci. **V. Gabzimalyan**
Information Systems, Electronics and Scientific Instrumentation – doctor of tech. sci., prof. **A. Arakelyan**,
doctor of tech. sci., prof. **R. Vardanyan**
Chemical, Biological and Nature Protection Technologies – doctor of chem. sci., prof. **G. Torosyan**
Military-Engineering Problems and Political Aspects of Collective Security – candidate of tech. sci. **N. Torosyan**

Հրատարակչական գործունեություն իրականացնող
Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիա

Հ/Կ

Վկայական 03Ա 083738 / 15.12.08 /
Երևան, Տերյան 105
հեռ (010) 564 207
E-mail: lraber@academy.am
Տպաքանակ՝ 110
Տպագրված է



հրատարակչությունում

Ամսագիրը վաճառքի ենթակա չէ

Խմբագիրներ՝ **Ժ.Ս. Սեյրանյան**
Ն.Ա. Խաչատրյան
Ն.Հ. Չաքարյան

Համակարգչային ձևավորումը՝
Լ.Բ. Մարտիրոսյան

Редакторы – **Ж.С. Сейранян**
Н.А. Хачатрян
Н.А. Закарян

Компьютерное оформление – **Л.Б. Мартиросян**

Editors – **Zh.S. Seyranyan**
N.A. Khachatryan
N.H. Zakaryan

Computer design – **L.B. Martirosyan**