

ISSN 1829—0043

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ

ԼՐԱԲԵՐ

ԳԻՏԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀՈԴՎԱԾՆԵՐԻ
ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

В Е С Т Н И К

ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ АРМЕНИИ

СБОРНИК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
СТАТЕЙ

P R O C E E D I N G S

OF ENGINEERING ACADEMY OF ARMENIA

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL
COLLECTED ARTICLES

XIV

ՀԱՏՈՐ TOM VOLUME#

№ 1

ԵՐԵՎԱՆ ЕРЕВАН YEREVAN

2017

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. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ (ՀՀ)
Գլխ. խմբագրի	տ.գ.դ., պրոֆ. Ս. ՄԻՆԱՍՅԱՆ (ՀՀ)
առաջին տեղակալ՝	տնտ.գ.դ., պրոֆ. Ա. ԳՅՈՒՐՉՅԱՆ (ՀՀ),
Գլխ. խմբագրի	ճարտ. դ., պրոֆ. Յու. ՍԱՖՈՐՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. Մ. ՍՏԱԿՅԱՆ (ՀՀ)
տեղակալներ՝	տ.գ.թ., դոց. Ռ. ԲԱՐՍԵՂՅԱՆ (ՀՀ)
Պատ. քարտուղար՝	տ.գ.դ., պրոֆ. Ա. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ (ՀՀ), տնտ.դ., պրոֆ. Վ. ԲՈՍՏԱՆՉՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ. Վ. ԳԱՔԶԻՄԱԼՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. Գ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ, տ.գ.դ., պրոֆ. Բ. ԳՈՒՍԵՎ (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. ԹՈՉՈՒՆՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. Ի.Ն ՍԱՄՈՒԵԼ ԻՆԵՆ-ԼՅԱՆ (Թայվան), տ.գ.դ., ԿԱԶՈՒՐՈՒՄՅԱՆ (Ճապոնիա), պրոֆ. Ռ. ԿԱԼԼԵՆԲՈՐՆ (Նորվեգիա), տնտ.դ. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ (ՀՀ), պրոֆ. Պ. ՀԼԱՎԻՆԵՎ (Չեխիա), ֆ.մ.գ.դ., պրոֆ. Ա. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.թ. Ի. ՄԱՀՐԻԿՈՎԱ (Սլովենիա), պրոֆ. Հ. ՍԱՐԳՈՒՆՈՎ (ՈՂ), պրոֆ. Ո. ՄԱՐՈՒՅԱՆ (ՀՀ), մանկ. գ.դ. Մ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ (ՀՀ), պրոֆ. Զ. ՄՈՍՉՅԱՆ (Գերմանիա), Է. ՄՈՐՈՅԱՆ (ԱՄՆ), տնտ.դ. ՉԺԵՆ ՎԵՆՏԱՆ (Չինաստան), տ.գ.դ., պրոֆ. Վ. ՉԵՐԴԻՆՑԵՎ (Բելառուս), ք.գ.դ., պրոֆ. Գ. ՉԻԼԻՆԳԱՐՅԱՆ (ՀՀ), պրոֆ. Ս. ՊԱԳԼԻԱՐԱ (Իտալիա), տ.գ.դ., պրոֆ. Բ. ՊԱՏՈՆ (Ուկրաինա), ՊԱՌԻՆ ՂԵԼ-ԲԻԱՆԿՈ (Իտալիա), տ.գ.դ., պրոֆ. Վ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. Ի. ՊԵՇՎՈՎ (ՈՂ), ճարտ. թ. պրոֆ. Ն. ՍԱՐԳՍՅԱՆ (ՀՀ), տ.գ.դ., պրոֆ. Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ (ՀՀ)

«ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԼՐԱԲԵՐ»-ի խմբագրական խորհուրդը շնորհակալություն է հայտնում ՓԲԸ «ՎիվաՍել-ՄՏՍ»-ի գլխավոր տնօրեն **ՌԱԼՖ ԶԻՐԻԿՅԱՆԻՆ 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”**.

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. Варданян (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 Иен-Лянь (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. Хлавинек (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 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. Hlavinek (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)

ПРЕДАННОСТЬ НАУКЕ И СВОЕЙ РОДИНЕ (К юбилею академика Сергея Александровича Амбарцумяна)



Всемирно известный, выдающийся ученый и педагог, бесконечно преданный своей Родине гражданин, пользующийся огромным авторитетом не только в Армении, но и далеко за ее пределами, общественный деятель – все эти характеристики в полной мере подходят одному из создателей школы механики в Армении, признанному основоположнику ряда новейших направлений теории оболочек и пластин, академику Национальной академии наук РА, Иностранному члену Российской академии наук (РАН), заслуженному деятелю науки, доктору технических наук, профессору Сергею Александровичу Амбарцумяну.

Сергей Амбарцумян родился 17 марта 1922г. в Александрополе (Гюмри) в семье юриста, еще до революции окончившего Лозаннский (Швейцария) университет. Потеряв в 1937 году отца, ставшего жертвой массовых репрессий, С. Амбарцумян всю свою дальнейшую жизнь пробивался самостоятельно, преодолевая многие препятствия.

В 1942г. он успешно кончает строительный факультет Ереванского политехнического института. Трудовую деятельность он начал еще в студенческие годы, сначала электриком на авторемонтном заводе, затем преподавателем в профтехучилище. Очевидно, этот судьбоносный выбор профессий и направил восемнадцатилетнего юношу на путь точных наук и педагогики, выводя его на широкую дорогу знаний и мудрости.

Со стремительной скоростью и одновременно колоссальной трудоспособностью пройден путь ученого, организатора науки, главными вехами которого стали – 1946 год, когда С. Амбарцумян, успешно защитив диссертацию, стал кандидатом технических наук; 1952 год – блестящая защита докторской диссертации; 1953 год – получение звания профессора; 1956 год – избрание членом-корреспондентом Академии наук Армении; наконец, 1965г. – избрание академиком.

Сергей Амбарцумян – ученый, признанный и высоко оцененный мировой наукой. Об этом убедительно свидетельствует его избрание почетным академиком Международной инженерной академии, академиком Международной академии астронавтики, почетным членом Союза механиков Словацкой академии наук, академиком и почетным президентом Инженерной академии Армении, академиком Международной академии науки, образования, технологии и

искусства, почетным академиком Философской академии Армении, членом Национального комитета механиков России, почетным доктором Братиславского университета, почетным профессором Пенинсульского института информатики и технологии, доктором многих других университетов мира.

Этих научных высот С. Амбарцумян достиг, пройдя большой и плодотворный путь ученого, педагога, организатора науки и высшего образования. Сразу же по окончании института он остается там на педагогической работе ассистентом, затем старшим преподавателем. С 1945г. он уже зам. директора Института строительных конструкций Академии наук Армении, в дальнейшем – руководитель сектора механики Института механики АН, а с 1959 по 1977г. директор этого института и одновременно зав. отделением теории оболочек и пластин.

С 1971г. С. Амбарцумян стал первым академиком-секретарем вновь созданного в АН Отделения физико-технических наук и механики, а с 1974 по 1977 год – вице-президентом Академии.

В течение 14 лет, с 1977 по 1991 год, академик С. Амбарцумян был ректором первого вуза Армении – Ереванского государственного университета. За этот период Ереванский госуниверситет стал не только одним из самых известных и передовых вузов СССР, готовящих высококвалифицированных специалистов, но и крупным научно-исследовательским центром. Благодаря целеустремленной активной деятельности ректора-академика С. Амбарцумяна, в системе университета был создан первый в республике вузовский научно-исследовательский институт лазерной техники, открыты новые факультеты механики, математической кибернетики и автоматизации исследований, информатики и вычислительной математики, философии и социологии.

К чести С. Амбарцумяна необходимо отметить, что в этот период в университете активно проводились глубокие исследования в области арменоведения. При его содействии отдельными новыми изданиями вышли в свет созданные в течение веков капитальные труды по армянскому языку и литературе, армянской историографии и в целом арменоведению. По его инициативе на всех факультетах университета было введено преподавание истории армянского народа.

Академик С. Амбарцумян является основателем ряда новейших научных направлений в области исследований механики деформируемых твердых тел.

Научные открытия и исследования академика ознакомили с существенным прогрессом в современной науке и технике. Имя С. Амбарцумяна неразрывно связано с научными исследованиями в области механики анизотропных слоистых пластин и оболочек, электромагнитной механики тонких тел, пластичности, разработкой основных направлений анализа тонкостенных конструкций, изготовленных из композиционных материалов, разработкой и применением математических методов исследований.

В своих более чем 300 научных трудах, изданных в Армении, России, США, Германии, Франции, Японии, Китае, Польше, Чехословакии и других странах, академик С. Амбарцумян развил и актуализировал новые направления в области механики деформируемых твердых тел, в том числе классической теории анизотропных слоистых оболочек, уточненной теории пластин и оболочек, магнитоупругости тонких тел, разномодульной теории упругости.

Сергей Александрович Амбарцумян обосновал эффект взаимовлияния разнородных элементарных деформаций, что позволяет оптимально конструировать слоистые оболочки с наперед заданными характеристиками; доказал эквивалентность некоторых геометрических и статических гипотез, на основе которых были построены различные приближенные теории оболочек; показал возможность создания прикладной теории оболочек; обосновал принципы определения оптимальных ориентаций анизотропии материалов оболочки и указал пути оптимального конструирования анизотропных слоистых оболочек.

С. Амбарцумян - автор классической теории термоупругости слоистых анизотропных пластин и оболочек. Он разработал общую теорию термоупругости слоистых анизотропных пластин и оболочек с учетом термоупругих характеристик материала оболочки.

Не менее важен вклад С. Амбарцумяна в проблему свободных колебаний пластин и оболочек в нестационарном температурном поле. Он выявил природу изменения амплитуды и частоты колебаний, зависящего от характера изменения температуры, вывел формулу для определения критической скорости флаттера ортотропных цилиндрических оболочек и прямоугольных пластин в переменном температурном поле с учетом зависимости физических и механических характеристик материала от температуры.

Для современной науки исключительно важны исследования С. Амбарцумяна по построению уточненной теории анизотропных пластин и оболочек, создателем которой он является. Эта теория служит основой для определения области применимости классической теории, а также для разработки корректных методов проектирования пластин и оболочек из композитных материалов и выявления новых подходов к решению задач оптимального проектирования и расчета тонкостенных конструкций современной техники.

С.А. Амбарцумян вкладывает огромные силы в подготовку научных кадров, оставаясь всегда хорошим другом и советником молодых ученых. Он воспитал поколения ученых, передал своим ученикам священные реликвии и заповеди своей души и мысли. Под его непосредственным руководством защищены более чем четыре десятка кандидатских и докторских диссертаций, авторы которых работают в научно-исследовательских институтах и вузах Армении, России, Украины, США, Вьетнама и других государств.

Параллельно с научно-педагогической работой С.А. Амбарцумян занимал ряд ответственных должностей в Армении и за ее пределами, всегда выделяясь как личность, наделенная большими организаторскими способностями.

Академик С.А. Амбарцумян, несомненно, также и выдающийся национальный общественный деятель. Человек – Гражданин, защитник и ревнитель интересов армянского народа. В те незабываемые годы армянского пробуждения, будучи депутатом и членом Президиума Верховного Совета СССР, он всегда был рядом с честными и самоотверженными сыновьями нашего народа.

Высоко оценены заслуги академика С.А. Амбарцумяна. Он удостоен многих высших наград, в том числе орденов “Тигран Мец”, “Месроп Маштоц” НКР, Ленина, Трудового Красного Знамени, Октябрьской революции, “Дружба народов”, Знака почета, ряда медалей. За выдающиеся научные достижения Академией наук СССР был награжден медалью имени С.И. Вавилова, а также почетными медалями Ереванского госуниверситета, Международной инженерной академии и др.

В этой краткой характеристике академика С. Амбарцумяна представлены только эскизы его глубокой и содержательной деятельности.

Долголетние и плодотворные научно-исследовательские работы и открытия именитого ученого существенно обогатили главные направления и отрасли современной механики.

В результате Армения стала одним из ведущих научных центров мира в области теории оболочек и пластин, магнитоупругости тонких тел, разномодульной упругости. И в этом деле, несомненно, огромен вклад академика НАН РА С.А. Амбарцумяна.

И сейчас, в эти трудные годы, Сергей Амбарцумян продолжает работать с молодым и завидным усердием.

Совершенная, без остатка преданность науке и своей Родине – вот самое правильное определение мудрой, активно продолжающейся жизни выдающегося ученого.

Поздравляем Сергея Александровича Амбарцумяна с юбилеем и желаем ему крепкого здоровья и новых творческих успехов.

Президиум Международной и Российской инженерных академий

Президиум Инженерной академии Армении

Ректорат Национального политехнического университета Армении

Ректорат Национального университета архитектуры и строительства Армении

Редакционный совет Вестника Инженерной академии Армении

A.H. Arakelyan, H.Yu. Adilkhanyan

ASSESSING EFFICIENCY OF MAJOR ARMENIAN POWER PLANTS BY MEANS OF DEA APPROACH*

The assessment of major Armenian power plants' performance efficiency is given. As a method of efficiency evaluation, Data Envelopment Analysis is selected, which is one of the most widespread used techniques for solving this kind of problems. A dual linear programming problem is solved for achieving results which shows that out of five major power plants only Yerevan Thermal Power Plant has an efficiency rating less than 1. Furthermore, Efficiency Reference Set for Yerevan Thermal Power Plant is defined and techniques for increasing efficiency are suggested.

Keywords: Data Envelopment Analysis, linear programming, performance efficiency, electricity production.

Introduction. In modern economy among various management problems a particular interest represent efficiency related problems. That interest is reasoned by facts that efficiency has a direct impact on the performance both on state and corporate level. Efficient management of production process, personnel or finances is a crucial key to further successes. Conversely, inefficiencies in the mentioned areas may have a negative impact on the overall performance and consequently lead to insufficient results in a business perspective.

Energy production and supply sector is not an exclusion with respect to impact of efficiency problems. This sector is among the most important driving forces of any economy. Functioning of economy's other branches is highly dependent on this sector. Furthermore, this sector is of crucial importance for common people. Thus, companies engaged in this sector are required to pay significant attention to their overall performance efficiency, as operation in energy sector is related to very high input costs. Therefore, efficient management of inputs is vital for energy companies and should be organized properly.

For Armenia, energy sector is of even more importance. This country doesn't possess major energy sources (oil, natural gas) and imports them from Russia and Iran. This makes production of power even costly. Therefore, it is necessary for Armenian power plants to keep their performance efficiency in a proper level in order to avoid additional expenses in production process. In this study, an attempt is made to classify five major Armenian power plants according to their performance efficiency. As a method of evaluation, Data Envelopment Analysis approach is selected. It is believed that the results of this study will give a clear picture about efficiency of Armenian major power plants, allow to compare those plants in terms of efficiency and make judgements in a management level.

Methodology and data. In order to assess efficiency of power plants and compare them, one of the most commonly used techniques is decided to apply – Data Envelopment Analysis (DEA) – which for the first time was proposed by Charnes, Cooper and Rhodes in 1978 [1]. Sherman and Zhu (2006) consider DEA as a quite powerful tool for benchmarking. Originally, this approach was developed for evaluating non-profit and public organizations. In comparison with other productivity management techniques, DEA has a methodological advantage – it is based on linear programming methods. Such a basis of DEA makes many managers to refrain from using it as it requires additional efforts and knowledge. Moreover, there can be problems with proper understanding of this method. There were several cases, when managers got weak results and blamed DEA technique, while the true problem was its misunderstanding [2].

The results of this kind of analysis can be interpreted in the following order [2].

At first, efficiency scores are generated and studied units are classified according to those scores. Units which have efficiency score equal to 1 are considered as relatively efficient. At this point, it is worth mentioning that efficiency score of 1 doesn't necessarily imply best possible management practice. It only indicates best existing management practice. On the contrary, units which have efficiency rating less than 1 are classified as inefficient. These units are considered strictly inefficient in comparison with other units.

Next step represents construction of Efficiency Reference Set (ERS) for each unit. Basically, ERS allows to compare inefficient units against relatively efficient ones. Moreover, ERS gives an opportunity to construct a mixture of operating techniques for inefficient ones and consequently increase their efficiency.

Mathematically DEA model for n studied units can be represented by means of two linear programming problems: maximization and minimization problems. The first one, which is also called "multiplier model", is given by the following model [1] - [3]:

$$\text{Maximize } \theta = \frac{u_1 y_{10} + u_2 y_{20} + \dots + u_s y_{s0}}{v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_m x_{m0}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}. \quad (1)$$

Subject to the following constraints:

$$SU_1 \quad \frac{u_1 y_{11} + u_2 y_{21} + \dots + u_s y_{s1}}{v_1 x_{11} + v_2 x_{21} + \dots + v_m x_{m1}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r1}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i1}} \leq 1, \quad (2)$$

* Current paper was developed in the framework of the project SYNERGIA – Sustainable and Systematized Energy Efficiency in Armenia.

$$SU_2 \quad \frac{u_1 y_{12} + u_2 y_{22} + \dots + u_s y_{s2}}{v_1 x_{12} + v_2 x_{22} + \dots + v_m x_{m2}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r2}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i2}} \leq 1, \quad (3)$$

$$SU_3 \quad \frac{u_1 y_{13} + u_2 y_{23} + \dots + u_s y_{s3}}{v_1 x_{13} + v_2 x_{23} + \dots + v_m x_{m3}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r3}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i3}} \leq 1, \quad (4)$$

$$\dots$$

$$SU_o \quad \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \leq 1, \quad (5)$$

$$\dots$$

$$SU_j \quad \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad (6)$$

$$u_1, \dots, u_s > 0, v_1, \dots, v_m \geq 0, \quad (7)$$

where j is the number of service units (SU) being compared in the DEA analysis, SU_j is a service unit number j , θ is an efficiency rating of the service unit being evaluated by DEA, y_{rj} is an amount of output r generated by service unit j , x_{ij} is an amount of input i used by service unit j , i is the number of inputs used by the SUs, r - the number of outputs generated by the SUs, u_r - coefficient or weight assigned by DEA to output r and v_i is a coefficient or weight assigned by DEA to input i [2].

By solving the above introduced linear programming problem, the set of u and v coefficients will be obtained, which represent highest efficiency ratio of output and inputs that is possible to obtain for a unit under evaluation. The meaning of the constraints is that when the same u and v coefficients are applied to all units, no one will be more efficient than 100% [2].

In order to run a DEA model in a program package, above introduced equations are reformulated in the following way [2].

$$\text{Maximize } \theta = u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so} (= \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}) \quad (8)$$

subject to the following constraints [2]:

$$v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo} (= \sum_{i=1}^m v_i x_{io}) = 1, \quad (9)$$

$$u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}. \quad (10)$$

Inequality (10) can be introduced also in the following form [2]:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}. \quad (11)$$

Therefore, DEA model actually assumes solving next linear programming problem [2]:

$$\text{Maximize } \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \quad (12)$$

subject to:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, j = 1, \dots, n, \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1, \quad (14)$$

$$u_r, v_i \geq 0. \quad (15)$$

This study employs the second method of DEA model estimation - solving a dual linear programming problem which can be represented as follows [1] - [3]:

$$\text{Minimize } \theta \quad (16)$$

subject to:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io}, i = 1, 2, \dots, m, \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, r = 1, 2, \dots, s, \quad (18)$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n. \quad (19)$$

This model aims at minimizing efficiency rating subject to the following constraints: inputs of the unit under evaluation are greater than or equal to the weighted sum of other units' inputs (Equation (18)) and output of service unit under evaluation is less than or equal to the weighted sum of other units' outputs (Equation (19)). λ s represent the weights. Those units that have non-zero λ weights form the ERS. This model is also called "envelopment model".

As it was already mentioned in the Introduction, this study analyses efficiency of five major Armenian power plants. Those plants are: Armenian Nuclear Power Plant (ANPP), Yerevan Thermal Power Plant (YTPP), Hrazdan Thermal Power Plant (HTPP), Vorotan Hydro Power Plant (VHPP) and Sevan-Hrazdan Hydro Cascade (SHHC). The DEA model developed in this study assumes one output and four inputs. As an output physical production of the plants is taken (electricity production in *mln. kWh*) while input variables are the volume of fixed assets (in *mln. AMD*), cost of production (in *mln. AMD*), return on equity (ROE) and return on assets (ROA). All data except for output data are taken from plants' annual financial reports of 2015 [4-8]. Output data are obtained from Electricity Reports provided by Public Services Regulatory Commission of Armenia [9]. ROA and ROE are calculated as ratio of Net Profit to Assets and Equity respectively.

The following table reports information about output and input data (Table 1).

Table 1

<i>Output and inputs employed in DEA model</i>					
Plants	Output	Inputs			
	Electricity production (mln. KWh)	Fixed assets (mln. AMD)	Cost of production (mln. AMD)	ROA (%)	ROE (%)
Yerevan TPP	1,594.6	127,707.2	61,907.3	-3.1	-50.4
Hrazdan TPP	546.8	1,166.5	19,971.7	5.7	7.6
Armenian NPP	2,787.7	61,473.1	27,883.4	-1.1	-2.2
Vorotan HPP	915.9	70,958.4	1,781.9	-6.6	-120.0
Sevan-Hrazdan Cascade	453.4	17,874.4	2,381.9	-0.3	-1.7

Source: [4] - [9]

It can be seen from the table that out of five major power plants only Hrazdan TPP had positive returns both on assets and equity in 2015. The most expensive production was occurred in Yerevan TPP while the cheapest one in Vorotan HPP. Among these five plants, the leader in terms of electricity production was Armenian NPP which produced 2,787.7 mln. kWh electricity in 2015.

The results. As it has been already mentioned, efficiency of studied power plants was assessed by solving a dual linear programming problem. The results are presented in the Table 2.

Table 2

<i>The results of DEA model</i>						
Plants	Efficiency score (θ)	Efficiency reference sets (λ s)				
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5
Yerevan TPP	0.34	0	0.07	0.46	0.14	0.33
Hrazdan TPP	1	0	1	0	0	0
Armenian NPP	1	0	0	1	0	0
Vorotan HPP	1	0	0	0	1	0
Sevan-Hrazdan Cascade	1	0	0	0	0	1

Source: Authors' own calculations

Table reports that four out of five studied power plants have an efficiency score of 1 meaning that they demonstrate 100% performance efficiency. Only one plant – Yerevan TPP – got a score equal to 0.34 which indicates that this plant is only 34% efficient as another four plants. Therefore, it is possible to conclude that there are serious management problems in that particular plant which led to an inefficient performance.

The table also provides an information on ERS for each plant. For those ones which have an efficiency score equal to 1, ERS consists only by themselves, therefore optimal λ s for those plants are also equal to 1. The story is different for Yerevan TPP. The ERS for this plant consists of Hrazdan TPP, Armenian NPP, Vorotan HPP and Sevan-Hrazdan Hydro Cascade. Respective coefficients indicate mixture of techniques applied by those four plants, adoption of which would allow Yerevan TPP to increase its efficiency to 100%. In more detail, that mixture represents a hypothetical plant inputs which are calculated by multiplying respective coefficients by output and inputs of a respective plant (Table 3). These coefficients provide an information for managers on possible directions of improvements which can result in an increase of performance efficiency.

Table 3

<i>Construction of ERS for Yerevan TPP</i>												
Output & inputs	Output & inputs of Hrazdan TPP			Output & inputs of Armenian NPP			Output & inputs of Vorotan HPP			Outputs and inputs of Sevan-Hrazdan Hydro Cascade		
Output												
Electricity production		546.8			2,787.7			915.9			453.4	
Inputs												
Fixed assets	0.07*		+	0.46*		+	0.14*		+	0.33*		
Cost		1,166.5			61,473.1			70,958.4			17,874.4	
ROA		19,971.7			27,883.4			1,781.9			2,381.9	
ROE		4.5			-1.0			-3.3			-0.3	
		6.0			-2.0			-60.1			-1.7	

Source: Authors' own calculations

According to the coefficients provided in Table 4, Yerevan TPP should be able to increase its efficiency up to 100% by reducing fixed assets to 43,918.1 mln. AMD, production costs to 15,254.3 mln. AMD, while increasing ROA to -1.1% and ROE to -17.3%. The level of output will remain the same. The last column of Table 4 gives an information about excess inputs utilized by Yerevan TPP.

Table 4

Inefficiency in Yerevan TPP			
Output and inputs	ERS for Yerevan TPP	Actual output and inputs of Yerevan TPP	Column (2) – Column (1)
Electricity production (<i>mln. kWh</i>)	1,594.6	1,594.6	0.0
Fixed assets (<i>mln. AMD</i>)	43,918.1	127,707.2	83,789.1
Cost of production (<i>mln. AMD</i>)	15,254.3	61,907.3	46,653.0
ROA (%)	-1.1	-3.1	-2.0
ROE (%)	-17.3	-50.4	-33.1

Source: Authors' own calculations

Conclusion. In this paper an attempt was made to assess efficiency of five major Armenian power plants with the help of DEA modelling approach. In the analysis, electricity production (in physical values) of plants was taken as an output, while inputs were the volume of fixed assets, production costs and also two financial coefficients – ROA and ROE. In order to get efficiency scores, a dual linear programming problem was solved. The results indicated that only Yerevan TPP had an efficiency different from 100% (only 34%). Moreover, applied modelling technique allowed to define Efficiency Reference Set for that plant which contained Hrazdan TPP, Armenian NPP Vorotan HPP and Sevan-Hrazdan Hydro Cascade.

References

1. Charnes A., Cooper, W.W. & Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units // European journal of operational research. – 1978. – Vol. 2, N. 6. – P. 429-444.
2. Sherman H.D. & Zhu J. Service Productivity Management: Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis (DEA). – Springer Science & Business Media, 2006.
3. Cook W.D., Tone K. & Zhu J. Data envelopment analysis: Prior to choosing a model // Omega. – Vol. 44. – P. 1-4.
4. “Hrazdan Energy Company” OJSC, Consolidated Financial Statements, 2015.
5. “International Energy Corporation” CJSC, Financial Report, 2015.
6. “Contour Global Hydro Cascade” CJSC, Financial Report, 2015.
7. “Yerevan Thermal Power Plant” CJSC, Financial Reports, 2015.
8. “Armenian Nuclear Power Plant” CJSC, Financial Report, 2015.
9. Public Services Regulatory Commission of Armenia, Electricity Reports.

09.11.2016.

Ա.Հ. Առաքելյան, Հ.Յու. Ադիլխանյան ՀՀ ԳԼԽԱՎՈՐ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՊԱՐՓԱԿՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

Տրված է ՀՀ գլխավոր էլեկտրակայանների գործունեության արդյունավետության գնահատումը: Որպես գնահատման մեթոդ կիրառվել է Տվյալների պարփակման եղանակը: Վերջինս նմանատիպ խնդիրների լուծման ամենատարածված մեթոդներից մեկն է: Արդյունքները ստացվել են երկակի գծային ծրագրման խնդրի լուծման միջոցով: Համաձայն արդյունքների՝ ուսումնասիրված հինգ կայաններից միայն Երևանի ջերմային էլեկտրակայանի համար է ստացվել 1-ից փոքր արդյունավետության գործակից: Բացի այդ, համապատասխան մեթոդների օգնությամբ սահմանվել է տվյալ կայանի արդյունավետ բազմությունը, ինչպես նաև առաջարկվել են արդյունավետության բարձրացման ուղղված որոշ քայլեր:

Առանցքային բառեր. տվյալների պարփակման եղանակ, գծային ծրագրում, գործունեության արդյունավետություն, էլեկտրաէներգիայի արտադրություն:

А.А. Аракелян, А.Ю. Адилханян ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ АРМЕНИИ МЕТОДОМ АНАЛИЗА СРЕДЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Дается оценка эффективности деятельности основных электростанций Армении. Оценка выполнена методом анализа среды функционирования, являющимся одним из самых распространенных методов решения задач данного вида. Согласно результатам, полученным решением двойственной задачи линейного программирования, из пяти основных станций только для Ереванской ТЭС определен коэффициент эффективности меньше единицы. Более того, с помощью соответствующих методов определено эффективное множество данной станции, а также предложены некоторые шаги для повышения ее эффективности.

Ключевые слова: анализ среды функционирования, линейное программирование, эффективность деятельности, производство электроэнергии.

Arakelyan Aram – Chair of Mathematical Modelling in Economics, Yerevan State University
Adilkhanyan Hayk – Chair of Mathematical Modelling in Economics, Yerevan State University

Ռ.Ա. Գևորգյան, Վ.Գ. Բարդախյան

ՈՉ ՀՍՏԱԿ ՊԱՏԱՀԱԿԱՆ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԹՎԱՅԻՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԻՉՆԵՐ

Ներկայացված են ոչ հստակ պատահական մեծության թվային բնութագրիչների սահմանման առկա մոտեցումները: Դիտարկված են դրանց վերաբերվող որոշ դեռևս չներկայացված հատկություններ, կապված դեֆազիֆիկացիայի հետ:

Առանցքային բառեր. ոչ հստակ պատահական մեծություններ, մաթսպասման օպերատոր, դեֆազիֆիկացիա:

Ներածություն: Ոչ հստակ պատահական մեծությունների հիմնական սահմանումները վերագրվում են Kwaakernak-ին [1], և Puri-ին ու Ralescu-ուն [2]: Իրենց կողմից ներկայացված ոչ հստակ պատահական մեծությունների համար տարբեր ձևերով սահմանվում են մաթսպասման և վարիացիայի գործակիցները (և՛ որպես թվեր, և՛ որպես ոչ հստակ բազմություններ, և՛ որպես միջակայք վարիացիայի դեպքում):

Ոչ հստակ պատահական մեծությունների թվային բնութագրիչների մի մոտեցում առաջ է քաշվել ոչ հստակ բազմությունների միջև հեռավորության գաղափարի սահմանմամբ: Ոչ հստակ բազմությունների մետրիկական տարածությունների սահմանումը տրված է Diamond-ի և Kloeden-ի գրքում [3]:

Ոչ հստակ պատահական մեծությունների ավելի ընդհանուր սահմանում տրված է Krätschmer-ի կողմից [4], սակայն որոշ դժվարություններ կան այս դեպքում թվային բնութագրիչները սահմանելու համար:

Թվային բնութագրիչների ավելի ընդհանուր սահմանումներ կարելի է տալ՝ բերելով դրանց մեկ այլ՝ ավելի մեծ դասի: Հաճախ հարմար է լինում անցում կատարել պատահական բազմությունների և, օգտվելով ոչ հստակ թվերի ուռուցիկությունից, դրանց վրա սահմանել պատահական դաշտեր:

Ոչ հստակ պատահական մեծությունների մաթսպասումը և վարիացիան: Ոչ հստակ պատահական մեծությունը պատահական մեծություն է, որի արժեքների բազմությունը ոչ հստակ թվերի տարածությունն է (հաճախ նշանակվող $\mathcal{T}$ -ով): Ոչ հստակ պատահական մեծությունը առաջին անգամ այսպես են սահմանել Piru-ն և Ralescu-ն [2]: Տրված է հետևյալ հավանականային տարածությունը՝ $(\Omega, \mathcal{F}, P)$: Ոչ հստակ պատահական մեծությունը չափելի ֆունկցիա է՝ $\tilde{X}: \Omega \rightarrow \mathcal{T}$:

Սակայն այստեղ ի հայտ են գալիս, ինչպես և դասական պատահական մեծությունների դեպքում, չափելիության հարցեր: Դրանք մասամբ դիտարկված են [5]-ում: Չափելի ֆունկցիայի գաղափարը այս դեպքում պետք է հասկանալ որպես յուրաքանչյուր α -կտրվածքի նախապատկերի չափելիություն: Այսպես սահմանված ոչ հստակ պատահական մեծությունը դասական պատահական մեծության ընդհանրացում է: Սակայն թվային բնութագրիչները տարբեր ձևով են ընդհանրացվում ոչ հստակ պատահական մեծությունների համար: Կան մի քանի մոտեցումներ մաթսպասումը և դիսպերսիան(վարիացիան) սահմանելիս: Կան մոտեցումներ, որոնք նշված երկուսը սահմանում են որպես թիվ, և կան, որոնք սահմանում են որպես ոչ հստակ թիվ:

Ամենաընդհանուր և սպասելի մոտեցումը այս ոչ հստակ թվերից կազմել բոլոր հնարավոր մաթսպասումները (տրված α -մակարդակների համար) և ստացված կոմբինացիան որպես ոչ հստակ բազմություն վերցնել որպես մաթսպասում: Ֆորմալ այսպես՝

$$E_{\alpha}(\tilde{X}) = \{E(X) | X(\omega) \in \tilde{X}_{\alpha}(\omega)\} : \quad (1)$$

Մեկ այլ մոտեցմամբ մաթսպասումը սահմանվում է՝ ներմուծելով մեկ այլ գաղափար՝ մաթսպասման օպերատոր: Այն սահմանվում է այսպես՝

$$E[\tilde{X}] = \int_0^{\infty} Cr(\tilde{X} \geq x)dx - \int_{-\infty}^0 Cr(\tilde{X} \leq x)dx : \quad (2)$$

Կարելի է նկատել, որ տվյալ օպերատորը պատահական մեծություն է սահմանում: Եվ որպես թիվ մաթսպասումը սահմանվում է հետևյալ կերպ՝

$$E(\tilde{X}) = \int_{\Omega} E[\tilde{X}]dP : \quad (3)$$

Այստեղ՝ $Cr(A) = \frac{1}{2}Pos(A) + Nes(A)$; $Pos(A) = \sup_{x \in A} \mu_{\tilde{X}(\omega)}(x)$; $Nes(A) = 1 - Pos(\bar{A}) = 1 - \sup_{x \in \bar{A}} \mu_{\tilde{X}(\omega)}(x)$: (Սրա առանձնահատկությունների համար տես [6]-ը, և որոշ ընդհանուր հատկությունների համար՝ [7]-ը):

Դիտողություն 1 (1) և (2) բանաձևերով տրվող մաթսպասումները իրականում բազմությունների տիրույթից արգումենտ ընդունող ֆունկցիայի համապատասխանաբար Aumann-ի և Choquet -ի ինտեգրալներն են:

Տրված սահմանումով մաթսպասումը կիսում է գծայնության հատկությունը, բայց միայն այն դեպքում, երբ որպես դաշտ վերցնում ենք դասական թվերը՝ $E(a\tilde{X} + b\tilde{Y}) = aE(\tilde{X}) + bE(\tilde{Y})$: Մաթսպասումն ունի ևս մի հետաքրքիր հատկություն:

Թեորեմ 1. Դիցուք ξ -ն պատահական մեծություն է, իսկ $\tilde{B}$ -ը որևէ ոչ հստակ թիվ: Այդ դեպքում $\tilde{B}\xi$ -ն ոչ հստակ պատահական մեծություն է, որի մաթսպասումը՝ $E(\tilde{B}\xi) = E(\xi)DF(\tilde{B})$ ինչ-որ դեֆազիֆիկացիայի համար:

Ապացույց: $\tilde{B}\xi$ -ի ոչ հստակ պատահական մեծություն լինելը բխում է նրանից, որ այն որոշված է Ω -ի վրա, և նրանից, որ այն ճշգրիտ $\tilde{B}\xi: \Omega \rightarrow \mathcal{T}$: Չափելիությունը բխում է նրանից, որ $\tilde{B}$ -ն սահմանափակ է համաձայն ոչ հստակ թվերի սահմանման: Մաթսպասումը կստացվի այսպես՝

$$\begin{aligned} E(\tilde{B}\xi) &= \int_{\Omega} E[\tilde{B}\xi]dP = \int_{\Omega} \left(\int_0^{\infty} Cr(\tilde{B}\xi(\omega) \geq x)dx - \int_{-\infty}^0 Cr(\tilde{B}\xi(\omega) \leq x)dx \right) dP = \\ &= \int_{\Omega} \xi(\omega) \left(\int_0^{\infty} Cr(\tilde{B} \geq x)dx - \int_{-\infty}^0 Cr(\tilde{B} \leq x)dx \right) dP = \left(\int_0^{\infty} Cr(\tilde{B} \geq x)dx - \int_{-\infty}^0 Cr(\tilde{B} \leq x)dx \right) \int_{\Omega} \xi(\omega)dP = \\ &= \left(\int_0^{\infty} Cr(\tilde{B} \geq x)dx - \int_{-\infty}^0 Cr(\tilde{B} \leq x)dx \right) E(\xi) = E(\xi)E[\tilde{B}] : \end{aligned}$$

Մնում է ցույց տալ, որ $E[\tilde{B}]$ -ն իսկապես դեֆազիֆիկացիա է, այսինքն՝ $\mu_{\tilde{B}} \left(\left(\int_0^{\infty} Cr(\tilde{B} \geq x)dx - \int_{-\infty}^0 Cr(\tilde{B} \leq x)dx \right) \right) \neq 0$, կամ որ նույնն է՝ ինչ նշված թիվը գտնվում է ոչ հստակ թվի կրիչում:

Հեշտության համար կվերցնենք, որ տվյալ ոչ հստակ թվի կրիչը դրական թվերի ենթաբազմություն է:

Ենթադրենք՝ $\mu_{\tilde{B}}(x) = 0, x \in (-\infty, a] \cup [d, \infty)$; $\mu_{\tilde{B}}(x) = 1, x \in [b, c]$, և որ $\mu_{\tilde{B}}(x) \uparrow, x \in [a, b]$ և $\mu_{\tilde{B}}(x) \downarrow, x \in [c, d]$: Իրականում այսպես նկարագրվում են բոլոր ոչ հստակ թվերը (եղևելով ոչ հստակ թվերի ուռուցիկության պահանջից): $0 \leq a \leq b \leq c \leq d$: Այս պահանջը չի խախտում ընդհանրությունը (միայն փոփոխում է հաշվարկը):

Կունենանք՝

$$E[\tilde{B}] = \frac{a+d}{2} + \frac{1}{2}(b-a) - \frac{1}{2} \int_a^b \mu_{\tilde{B}}(x) dx + \frac{1}{2} \int_c^d \mu_{\tilde{B}}(x) dx - \frac{1}{2}(d-c) :$$

Օգտվելով միջին արժեքի մասին թեորեմից՝ կարելի է այս մեծությունը գնահատել վերևից և ներքևից:

$$E[\tilde{B}] \leq \frac{a+d}{2} + \frac{1}{2}(b-a) + \frac{1}{2}(d-c) - \frac{1}{2}(d-c) = \frac{a+b}{2} + \frac{1}{2}(b-a) = \frac{d+b}{2} \leq d ,$$

$$E[\tilde{B}] \geq \frac{a+d}{2} + \frac{1}{2}(b-a) - \frac{1}{2}(b-a) - \frac{1}{2}(d-c) = \frac{a+d}{2} - \frac{1}{2}(d-c) = \frac{a+c}{2} \geq a :$$

Այս հատկությունը հնարավորություն է տալիս ընկալել այս մաթսպասումը որպես դասական մաթսպասման ընդհանրացում: Վարիացիան ևս ունի սահմանման մի քանի մոտեցում (համակարգված ձևով սրանց մի մասը նկարագրված են [8]-ում):

Մեկը դասական մոտեցմամբ, ինչպես և մաթսպասման դեպքում, վարիացիան էլ է սահմանում որպես ոչ հստակ բազմություն: Այս դեպքում ևս α -կտրվածքները սահմանվում են այսպես՝ $Var_{\alpha}(\tilde{X}) = \{Var(X)|X(\omega) \in \tilde{X}_{\alpha}(\omega)\}$:

Մյուս մոտեցումը Ֆրեշեյի կողմից վարիացիայի հասկացության նկարագրությունից է դուրս բերվում: Մասնավորապես, այն սահմանում է վարիացիան որպես մի թիվ, որը նկարագրում է

պատահական մեծության միջին հեռավորությունը իր մաթսպասումից: Այսինքն՝ սահմանելով հեռավորության գաղափարը, վարիացիայի հասկացությունը տվյալ դեպքում կընդունի հետևյալ տեսքը՝ $Var(\tilde{X}) = \int_{\Omega} d^2(\tilde{X}, E(\tilde{X})) dP$: (Սրա հետ կապված՝ մի շարք էական հատկություններ նկարագրված են և մասամբ դուրս բերված [9]-ում):

Որպես մետրիկա հաճախ ընդունում են՝ $d(X, Y) = \left(\int_S (s_X(x) - s_Y(x))^2 dx \right)^{\frac{1}{2}}$, որտեղ $s_A(x)$ -ը A բազմության հենման ֆունկցիան է, իսկ S -ը 1 -շրջանագիծն է (այսինքն երկու կետ 1 -ը և -1 -ը):

Այսպիսով, վարիացիայի վերջնական տեսքը ստացվում է՝

$$Var(\tilde{X}) = \int_{\Omega} \int_S \left(s_{\tilde{X}}(x) - s_{E(\tilde{X})}(x) \right)^2 dx dP : \quad (4)$$

Երբեմն էլ վերցնում են հանուդորֆյան մետրիկան՝ $d(X, Y) = \sup_{x \in S} |s_X(x) - s_Y(x)|$:

Ավելի մեծ չափողականությամբ դասերի համար ոչ հստակ պատահական բազմությունները ընդհանրանում են բնական ձևով, այսինքն՝ $\mathcal{T}^m$, կարելի է գրել որպես $(\mathbb{R}^{m-1}, \mu(x))$:

Այս դեպքում վարիացիայի սահմանումը ավելի հաճախ վերցնում հետևյալն է՝

$$Var(\tilde{X}) = \int_{\Omega} \int_0^1 \int_{S^{m-1}} m \left(s_{\tilde{X}}(x, \alpha) - s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) \right)^2 dx d\alpha dP : \quad (5)$$

Իրականում $\int_0^1 \int_{S^{m-1}} \left(s_{\tilde{X}}(x, \alpha) - s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) \right)^2 dx d\alpha$ նույնպես մետրիկա է, և առաջին անգամ օգտագործվել է Bobylev-ի կողմից ([10]):

Նկատեք, որ քանի որ ոչ հստակ թվերը իրենց մեջ պարունակում են նաև սովորական իրական թվերը, այդ դեպքում սահմանելով մետրիկա ոչ հստակ թվերի դասում, որպես մաթսպասում կարող ենք ընդունել վերը նշված սահմանումներից ցանկացածը: Դրա հետ կապված է հետևյալ արդյունքը:

Թեորեմ 2. Դիցուք ξ -ն որևէ ոչ հստակ պատահական մեծություն է: Ընդ որում $s_{\tilde{X}}(x, \alpha)$ և $s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha)$ սահմանափակ են ցանկացած ω -ի և (x, α) -ի համար, և $E(\tilde{X})$ տրվում է (1) բանաձևով: Այդ դեպքում $\exists \bar{E}(\tilde{X})$ այնպիսին, որ

$$\int_0^1 \int_{S^{m-1}} \left(s_{\tilde{X}}(x, \alpha) - s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) \right)^2 dx d\alpha = \int_0^1 \int_{S^{m-1}} \left(s_{\tilde{X}}(x, \alpha) - s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x, \alpha) \right)^2 dx d\alpha : \quad (6)$$

Այսինքն՝ ոչ հստակ ձևով սահմանված մաթսպասումով վարիացիան կարելի է փոխարինել որևէ թվային մաթսպասումով:

Ապացույց: Նախ նկատեք, որ (6) բանաձևում բաց է թողնված ըստ հավանականության ինտեգրալը: Սրա կարիքը չկա, քանի որ ոչ $s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha)$ -ը ոչ էլ $s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x, \alpha)$ -ը կախված չեն ω -ից, $s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x, \alpha)$ -ը նաև կախված չէ α -ից (այդ պատճառով կգրենք $s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x)$), սակայն երկուսն էլ կախված են ուղղությունից՝ x -ից:

Գնահատենք հետևյալ տարբերությունը.

$$\int_0^1 \int_{S^{m-1}} \left(s_{\tilde{X}}(x, \alpha) - s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) \right)^2 dx d\alpha - \int_0^1 \int_{S^{m-1}} \left(s_{\tilde{X}}(x, \alpha) - s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x) \right)^2 dx d\alpha :$$

Կունենանք՝

$$\begin{aligned} & \int_0^1 \int_{S^{m-1}} \left(\left(s_{\tilde{X}}(x, \alpha) - s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) \right)^2 - \left(s_{\tilde{X}}(x, \alpha) - s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x) \right)^2 \right) dx d\alpha = \\ & = \int_0^1 \int_{S^{m-1}} \left(\left(s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) - s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x) \right) \left(2s_{\tilde{X}}(x, \alpha) - s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) - s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x) \right) \right) dx d\alpha : \end{aligned} \quad (7)$$

Նկատենք, որ պետք է գտնել $s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x)$, այնպիսին որ (7) դառնա 0:

Օգտվելով $s_{\tilde{X}}(x, \alpha)$ -ի և $s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha)$ -ի սահմանափակությունից, կարող ենք գրել՝

$$\begin{aligned} m \int_0^1 \int_{S^{m-1}} (s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) - s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x)) dx d\alpha &\leq \\ &\leq \int_0^1 \int_{S^{m-1}} \left((s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) - s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x)) (2s_{\tilde{X}}(x, \alpha) - s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) - s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x)) \right) dx d\alpha \leq \\ &\leq M \int_0^1 \int_{S^{m-1}} (s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) - s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x)) dx d\alpha : \end{aligned}$$

Հերիք է գտնել $s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x)$ բավարարող հետևյալ հավասարումը

$$\int_0^1 \int_{S^{m-1}} (s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) - s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x)) dx d\alpha = 0$$

և կունենանք լուծումը:

Բայց ակնհայտորեն այդպիսին կա: Այդ նպատակով կատարենք հետևյալը:

$$\int_0^1 \int_{S^{m-1}} s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) dx d\alpha = \int_0^1 \int_{S^{m-1}} s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x) dx d\alpha = \int_{S^{m-1}} s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x) dx :$$

Հիշենք, որ $\bar{E}(\tilde{X})$ -ը կետ է դասական իմաստով $\mathbb{R}^{d-1}$ տարածությունում 1 պատկանելության չափով: Հետևաբար

$$s_{\bar{E}(\tilde{X})}(x) = \langle x, \bar{E}(\tilde{X}) \rangle :$$

Այսինքն՝

$$\int_0^1 \int_{S^{m-1}} s_{E(\tilde{X})}(x, \alpha) dx d\alpha = \int_{S^{m-1}} \langle x, \bar{E}(\tilde{X}) \rangle dx = \langle \int_{S^{m-1}} x dx, \bar{E}(\tilde{X}) \rangle , \quad (8)$$

որտեղ վերջին արտահայտության մեջ վեկտորի ինտեգրալ է: Նման տեղափոխություն կարելի է անել, (տես օրինակ [11]):

Բայց (8)-ի վերջում գրված արտահայտությունը դասական սկալյար արտադրյալն է (Էվկլիդեսյան վեկտորական տարածություններում): Իսկ ձախ մասում թիվ է գրված: Նման արտահայտությունը միշտ ունի լուծում: Ավելին՝ այն կարող է ունենալ անվերջ քանակությամբ լուծումներ: Բավարար է, որ այն գոյություն ունի:

Պնդումն ապացուցված է:

Դիտորդություն 2. Հարկ է նկատել, որ այս ձևով ևս սահմանվում է մաթսպասում: Իրականում, քանի որ (8)-ը ունի շատ լուծումներ, դժվար է պնդել, որ սրանք հանդիսանում են $E(\tilde{X})$ -ի դեֆազիֆիկացիաներ: Սակայն հետագա ուսումնասիրություններում կարելի փորձել պարզել այդ հարցը:

Վերջապես վարիացիան սահմանվում է նաև կովարիացիայի հետևյալ սահմանումից՝

$$Cov(\tilde{X}, \tilde{Y}) = \frac{1}{2} \int_0^1 (Cov(\tilde{X}_\alpha^-, \tilde{Y}_\alpha^-) + Cov(\tilde{X}_\alpha^+, \tilde{Y}_\alpha^+)) d\alpha :$$

Այս սահմանումը արդեն իսկ ենթադրում է, որ մեր ոչ հստակ պատահական մեծությունն ունի այսպես կոչված, աջակողմյան և ձախակողմյան բաշխումներ, այսինքն՝ որ $\tilde{X}_\alpha^-$, $\tilde{Y}_\alpha^-$, $\tilde{X}_\alpha^+$ և $\tilde{Y}_\alpha^+$ պատահական մեծություններ են: Այս սահմանմանը կարելի է ծանոթանալ [12]- ից:

Կարելի է նկատել, որ հենման ֆունկցիաները ոչ հստակ պատահական մեծություններին տանում են պատահական դաշտերի դաս: Սա հնարավորություն է տալիս ուսումնասիրել սրանք ավելի համակարգված (ընդհանուր տեսության համար [13,14]): Մասնավորապես կարելի է վարիացիան սահմանել կովարիացիայի միջոցով:

Եվ իհարկե մյուս կողմից կարելի է նկատել, որ այս ձևով ոչ հստակ բազմությունները ինչ-որ տիրությունում ուռուցիկ մարմիններ(ենթաբազմություններ) են, և հետևաբար ոչ հստակ պատահական մեծություններին կարելի է վերաբերել որպես պատահական բազմությունների, որոնց տեսությանը կարելի է ծանոթանալ օրինակ Molchanov-ի գրքից ([15]):

Վարիացիան նույնպես կարելի է սահմանել մաթսպասման օպերատորի լեզվով: Օգտվելով ոչ հստակ թվերի բազմապատկման սահմանումից՝ կարելի մաթսպասման օպերատորը կիրառել $\tilde{X}^2$ վրա, և ստանալ հետևյալը.

$$Var(\tilde{X}) = \int_{\Omega} (E[\tilde{X}^2] - E[\tilde{X}]^2) dP :$$

Եզրակացություն: Այստեղ ներկայացված են ոչ հստակ պատահական մեծությունների թվային բնութագրիչների մի շարք սահմանումներ: Առանցքին մեծ ուսումնասիրություններ կան հատկապես վստահելիության չափով սահմանումներում, բայց խիստ հիմնավորված սահմանումները, իհարկե, տրվում են մետրիկական տարածություններում:

Այստեղ ստացված է երկու հիմնական արդյունք, որոնք ինչ-որ առումով բացահայտում են համապատասխան սահմանումներով բնութագրիչների հատկությունները: Նաև ներկայացվեց մաթեմատիկական՝ որպես թիվ սահմանելու մեկ այլ մոտեցում:

Ցանկալի է ուսումնասիրել, թե երբ են այդ սահմանումները իրար հետ համընկնում:

Գրականություն

1. **Kwakernaak H.** 'Fuzzy Random Variables-I. Definitions and Theorems' // Information sciences. - 1978. - Vol. 1. - P. 1-29.
2. **Puri M.L., Ralescu D.A.** Fuzzy Random Variables // Journal of Mathematical Analysis and Applications. - 1986. - Vol. 114. - P. 409-422.
3. **Diamond Ph., Kloeden P.** Metric Spaces of Fuzzy Sets: Theory and Applications. - World Scientific, 1994.
4. **Krätschmer V.** A unified approach to fuzzy random variables // Fuzzy Sets and Systems. - 2001. - Vol. 123. - P. 1-9.
5. **Lopez-Diaz M., Ralescu D.** Tools for fuzzy random variables: Embeddings and measurabilities // Computational Statistics and Data Analysis. - 2006. - Vol. 51, issue 1. - P. 109-114.
6. **Liu Y.K., Liu B.** Expected Value Operator of Random Fuzzy Variable and Random Fuzzy Expected Value Models // International Journal of Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems. - 2003. - Vol. 11. - P. 195-215.
7. **Liu Y.K., Liu B.** Expected Value of Fuzzy Variable and Fuzzy Expected Value Models // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. - 2002. - Vol. 10. - P. 445-450.
8. **Couso I., Dubois D.** On the variability of the concept of variance for fuzzy random variables // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. - 2009. - Vol. 17. - P. 1070-1080.
9. **Körner R.** On the variance of fuzzy random variables // Fuzzy Sets and Systems. - 1997. - Vol. 92. - P. 83-93.
10. **Bobylev V.** Support function of a fuzzy set and its characteristic properties // Mathematical notes 1985. - Vol. 37, issue 4. - P. 281-285.
11. **Akcoglu M., Bartha P., Ha D.** Analysis in vector spaces: a Course in advanced analysis. - Wiley, 2009.
12. **Feng Y., Hu L., Shu H.** The variance and covariance of fuzzy random variables and their applications // Fuzzy Sets and Systems. - 2001. - vol. 120. - P. 487-497.
13. **Vanmarcke E.** *Random Fields: Analysis and Synthesis.* - MIT Press, 1988.
14. **Adler R.J.** *The Geometry of Random Fields.* - Wiley & Sons, 1981.
15. **Molchanov I.** *Theory of Random Sets.* - Springer, 2005.

09.12.2016.

Р.А. Геворкян, В.Г. Бардахчян ЧИСЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЧЁТКИХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

Представлены подходы к определению числовых характеристик нечётких случайных величин. Получены результаты, связывающие их с процессом дефазификации.

Ключевые слова: нечёткие случайные величины, оператор математического ожидания, дефазификация.

R.A. Gevorgyan, V.G. Bardakhchyan NUMERICAL CHARACTERISTICS OF FUZZY RANDOM VARIABLES

Some approaches to definition of expectation and variance of fuzzy random variables are represented. Results are derived, closely related to defuzzification process.

Keywords: fuzzy random variables, expectation of mathematical operator, defuzzification.

Գևորգյան Ռուբեն Ալբերտի - տնտեսագիտության գիտությունների դոկտոր, Երևանի պետական համալսարան

Բարդախչյան Վարդան Գևորգի – ասպիրանտ, Երևանի պետական համալսարան

ՀՏԴ 628.472.6.003.12

ԷԿՈՆՈՄԻԿԱ ԵՎ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄ

Հ.Գ. Գևորգյան, Ա.Վ. Մուսաեյան

ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ՏԵԽՆԱԾԻՆ ՊԱՇԱՐՆԵՐԻ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

Ուսումնասիրվել են մետաղական տեխնածին պաշարների (թափոնների) առաջացման և դրանց տնտեսական գնահատման չափորոշիչները: Որոշված է տեխնածին պաշարներում պայմանական մետաղի (պղնձի) նվազագույն պարունակությունը, ինչպես նաև դրա սահմանային շուկայական գինը և ինքնարժեքը: Սահմանված է հումքի անհրաժեշտ (նվազագույն) քանակը: Հետազոտված է տեխնածին պաշարների յուրացման կախվածությունը լրացուցիչ ծախսերից (ներդրումներից) հանքաքարի կորզվող արժողության տարբեր արժեքների պարագայում:

Առանցքային բառեր. մետաղական տեխնածին պաշարներ, տնտեսական գնահատման չափորոշիչներ, օգտակար բաղադրիչի պայմանական նվազագույն պարունակություն, տեսակարար կորզվող արժողություն, պաշարների նվազագույն քանակ:

Մետաղական տեխնածին պաշարները Հայաստանում հսկայական են (մոտ 382 մլն մ³) և դրանց ներգրավումը տնտեսական շրջանառության մեջ ունի մեծ սոցիալ տնտեսական և բնապահպանական նշանակություն: Դրված խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ է կատարել նշված պաշարների տնտեսական գնահատում և բազմակողմանի հիմնավորում: Մետաղական հանքային հումքի բնածին պաշարների տնտեսական հիմնավորման հարցերը բազմակողմանի ուսումնասիրված և հիմնավորված են մեծաթիվ անվանի գիտնականների կողմից [1-4]: Այդ հետազոտությունները հնարավորություն են տալիս ընդերքի հանքահումքային երկրաբանական (բնածին) պաշարները բաժանել երկու մասի՝ հաշվեկշռայինի և արտահաշվեկշռայինի: Առաջինը ենթակա է (տնտեսապես ձեռնարկելի և տեխնիկապես հնարավոր) անմիջական մշակման, իսկ երկրորդը համալրում է տեխնածին պաշարների ծավալները, որոնց հետագա օգտագործման ուղղությունները նշված են [5]: Միաժամանակ մետաղական հանքային հումքի հարստացման ժամանակակից տեխնոլոգիաները հնարավորություն չեն տալիս հանքաքարից լիարժեք կորզել բոլոր օգտակար բաղադրիչները: Որպես հետևանք՝ առաջանում են բազմաթիվ մետաղներով հարուստ և որոշակի արժեք ներկայացնող արդյունաբերական թափոնների հսկայական ծավալներ, որոնք կուտակվում են պոչամբարներում:

Մետաղական տեխնածին հանքավայրերի քանակական և որակական գնահատման համար առաջարկվում են հետևյալ չափորոշիչները՝ պայմանական օգտակար բաղադրիչի նվազագույն արդյունաբերական պարունակությունը, խտանյութում պայմանական օգտակար բաղադրիչի կորզման գործակիցը, տեխնածին պաշարների նվազագույն ծավալը, վերամշակող ձեռնարկության տարեկան արտադրողականությունը, ապրանքային արտադրանքի տարեկան քանակը՝ արտահայտված ֆիզիկական և արժեքային միավորներով, վերամշակման ինքնարժեքը, պայմանական մետաղի շուկայական գինը, տեխնածին պաշարների վերամշակման արդյունքում ակնկալվող շահույթն ու շահութաբերությունը, տեխնածին հանքավայրի յուրացման (շահագործման) համար անրաժեշտ կապիտալ ներդրումների գումարը և դրանց ետգնման ժամկետը, նախագծի իրականացման բնապահպանական ծախսերը:

Նշված համակարգում առաջնային դեր է խաղում պայմանական օգտակար բաղադրիչի նվազագույն պարունակությունը ($\alpha_{\min}$) [6]: Այն որոշվում է ծախսերի (ինքնարժեքը կազմող) և եկամուտների (հասույթի, կորզվող արժողության) հավասարեցման միջոցով, որը վերջնական տեսքով արտահայտվում է՝

$$\alpha_{\min} \geq (C_1 + C_2 + C_3)100 / (K_1 K_2)(1 - \rho)P, \% , \quad (1)$$

որտեղ C_1 -ը պոչամբարից մինչև հարստացուցիչ ֆաբրիկա տեխնածին պաշարի մշակման (բարձման և փոխադրման) ինքնարժեքն է ($\eta_{\text{մլ/տ}}$), C_2 -ը միավոր տեխնածին պաշարի վերամշակման (հանքահարստացման) ինքնարժեքը ($\eta_{\text{մլ/տ}}$), C_3 -ը խտանյութից մետաղի ստացման ինքնարժեքն է ($\eta_{\text{մլ/տ}}$), K_1 -ը թափոններից հանքահարստացման գործընթացում օգտակար բաղադրիչի կորզման գործակիցը, K_2 -ը՝ խտանյութից մետաղի կորզման գործակիցը, ρ - ն՝ տեխնածին ռեսուրսի որակի կորուստի գործակիցն է, P - ն՝ համապատասխան մետաղի շուկայական գինը ($\eta_{\text{մլ/տ}}$):

Եթե վերջնարդյունքը խտանյութ է, բերված (1) բանաձևը արտահայտվում է առանց C_2 և K_2 բաղադրիչների, իսկ P - ն մետաղի շուկայական գինն է խտանյութում ($\eta\mu\lambda/տ$): Հետևաբար այն կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$\alpha_{\min} \geq (C_1 + C_2)100/(K_1(1 - \rho)P),\%: \quad (2)$$

Տեխնածին հումքը կհամարվի կոնդիցիոն և կարող են ենթարկվել վերամշակման ապրանքային արտադրանքի ստացման նպատակով, եթե նրանում օգտակար բաղադրիչի փաստացի պարունակությունը մեծ է նվազագույն արդյունաբերական պարունակությունից: Քանի որ իրականում թե՛ բնածին և թե՛ տեխնածին պաշարները բազմամետաղ են, ապա տնտեսական հաշվարկների պարզեցման համար նպատակահարմար է օգտակար բաղադրիչների պարունակությունը արտահայտել մեկ մետաղով՝ բերման գործակցի միջոցով: Այս դեպքում բերված մետաղը կոչվում է «պայմանական»: Պայմանական օգտակար բաղադրիչի պարունակության որոշման մեթոդիկան «Զանգեզուրի ՊՄԿ» ՓԲԸ օրինակով բերված է [6]: Ժամանակակից տեխնիկատեխնոլոգիական և փոխարժեքային պայմաններին համապատասխան որոշում ենք պայմանական օգտակար բաղադրիչի պարունակությունը կազմակերպության պոչամբարներում կուտակված տեխնածին պաշարների համար (միջին տվյալներով)՝

ըստ պղնձի՝

$$C_{Cu}^{\text{պ.}} = 0,05 * 1,0 + 0,008 * 3,18 \approx 0,080 (\%), \quad (3)$$

ըստ մոլիբդենի՝

$$C_{Mo}^{\text{պ.}} = 0,05 * 0,31 + 0,008 * 1,0 \approx 0,023 (\%): \quad (4)$$

Պղնձի շուկայական արժեքը տեղադրելով (2) բանաձևում՝ կստանանք պայմանական օգտակար բաղադրիչի նվազագույն պարունակությունը տեխնածին պաշարներում՝

$$\alpha_{\min Cu} \geq 0,10\%: \quad (5)$$

Ստացված արդյունքը համեմատելով «Զանգեզուրի ՊՄԿ» ՓԲԸ պոչամբարների փաստացի տվյալների հետ՝ կարող ենք եզրակացնել, որ տեխնածին պաշարներում պայմանական պղնձի փաստացի պարունակությունը մետաղների ներկայիս գների և վերամշակման ինքնարժեքների դեպքում որոշակի չափով չի բավարարում կոնդիցիայի պահանջներին ($0,08 < 0,10$) [7]: Հետևաբար, գոյություն ունեցող տեխնոլոգիաներով, մետաղների (պղնձի և մոլիբդենի) պարունակություններով և շուկայական գներով տեխնածին պաշարների վերամշակումը դեռևս տնտեսապես ձեռնտու չէ:

Այլ հավասար պայմանների համար (2) արտահայտությունից որոշենք մետաղների այն սահմանային գինը, որի պարագայում տեխնածին պաշարները կունենան արդյունաբերական նշանակություն՝

$$P \geq (C_1 + C_2)100/(\alpha_{\min} K_1(1 - \rho)), \eta\mu\lambda/տ \quad (6)$$

Տեղադրելով գործնական տվյալները (Cu -ի համար) կստանանք.

$$P \geq (4,0 \cdot 100)/(0,08 \cdot 0,8 \cdot 0,92) \approx 6800, \eta\mu\lambda/տ: \quad (7)$$

Այսպիսով, մեր կողմից հետազոտվող տեխնածին պաշարները ավանդական տեխնոլոգիայով կարելի է վերամշակել միայն այն դեպքում, երբ պղնձի մեկ տոննայի միջազգային գինը դառնա ավելի քան 6800 դոլար (ԱՄՆ) [8]:

Նույն (2) արտահայտությունից կարելի է որոշել նաև վերամշակման սահմանային ինքնարժեքը (C_0), որի դեպքում տեխնածին պաշարները կունենան արդյունաբերական նշանակություն՝

$$C_0 = C_1 + C_2 \leq (\alpha_{\min} K_1(1 - \rho)P)/100 = 3,4, \eta\mu\lambda/տ: \quad (8)$$

Ստացված ինքնարժեքը ($3,4 \eta\mu\lambda/տ$) մոտ ապագայում իրատեսական չէ, քանի որ ներկայումս այն կազմում է մոտ $4,0 \eta\mu\lambda/տ$: Տեխնածին պաշարների տնտեսական հիմնավորման և արդյունաբերական յուրացման համար կարևոր նշանակություն ունի հումքի նվազագույն քանակի որոշման հարցը, որն առաջարկվում է լուծել՝ ելնելով որոշակի տեխնածին պաշարների (թափոնների, հարստապոչների) յուրացման համար անհրաժեշտ լրացուցիչ ծախսերի ($C_{\text{լր}}$, մլն դոլ) պարտադիր ետգնման (վերադրաձման) պայմանից հետևյալ արտահայտությամբ.

$$C_{\text{լր}} \leq Q_{\min}(U - C_0)K_{\text{գ}}(1 - \rho_{\text{գ}}), \quad (9)$$

երբ՝ $U > C_0$,

որտեղ $Q_{\min}$ -ը մշակման ենթակա պաշարների նվազագույն քանակն է (*մլն. տոննա*),

U -ն միավոր (տոննա) պաշարի կորզվող արժողությունն է ($\eta\mu\lambda/տ$), որը որոշվում է հայտնի եղանակով [4].

C_0 –ն միավոր պաշարի մշակման (բարձրման) փոխադրման և վերամշակման (հարստացման) լրիվ ինքնարժեքն է ($\eta\mu\lambda/տ$), K_{α} –ն պաշարների կորզման գործակիցն է, որը հաշվի է առնում հիմնականում նորմերը գերազանցող (չնախատեսված) կորուստները: Եթե կորուստները կազմում են 10 %, ապա՝ $K_{\alpha} = 1-0,1=0,9$: ρ_{α} –ն պաշարների որակի փոփոխման գործակիցն է, որը հաշվի է առնում հանքաքարի լրացուցիչ (չնախատեսված) աղքատացումը՝ որակի կորուստը տեխնաձին պաշարներում: Եթե աղքատացումը 5 % է, ապա $\rho_{\alpha} = 1-0,05=0,95$:

Վերը բերված (9) արտահայտությամբ կարելի է որոշել տեխնաձին պաշարների նվազագույն քանակը՝

$$Q_{\min} \geq C_{\text{լր}} / ((U - C_0) K_{\alpha} (1 - \rho_{\alpha})), \text{ մլն տոննա:} \quad (10)$$

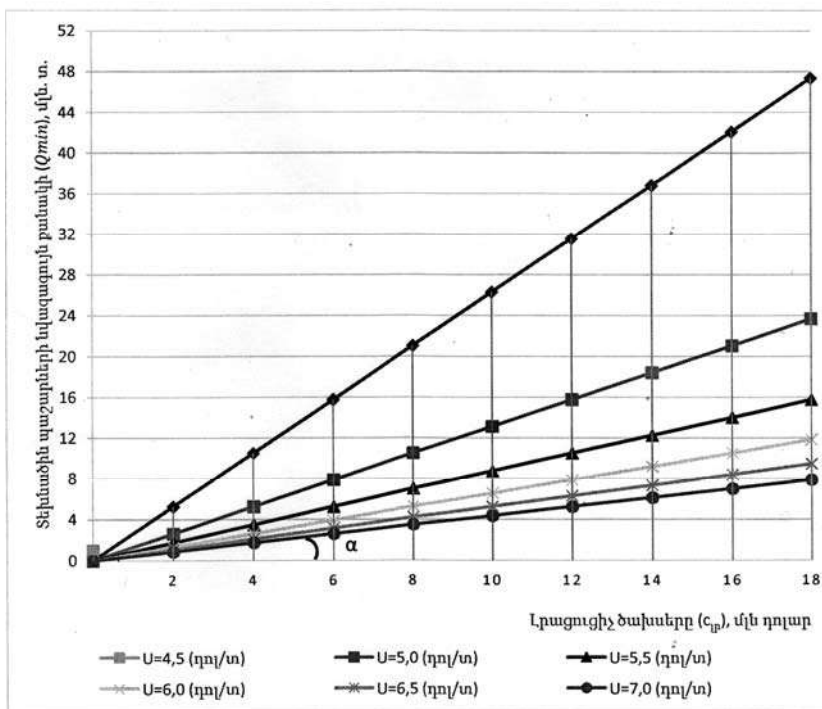
Որքան փաստացի պաշարները գերազանցեն $Q_{\min}$ -ին, այնքան ավելի վստահ կարելի է պնդել, որ կատարված լրացուցիչ ծախսերը ($C_{\text{լր}}$) կվերադարձվեն շահույթի ձևով: Տեսական և գործնական նշանակություն ունի պաշարների նվազագույն ծավալի ($Q_{\min}$) գրաֆիկական կախվածությունը դրանց արդյունաբերական յուրացման լրացուցիչ ծախսերից ($C_{\text{լր}}$) հանքաքարի տարբեր կորզվող արժողությունների (U) դեպքում (նկ.):

Գրաֆիկը կառուցված է գործնական տվյալների հիման վրա դուրս բերված հետևյալ բանաձևին համապատասխան՝

$$Q_{\min} = C_{\text{լր}} / A, \text{ մլն տոննա,} \quad (11)$$

որտեղ A -ն հաստատուն թիվ է, որը կախված է U -ից (տես՝ աղ.):

Աղյուսակ A հաստատուն թվի արժեքները՝ կախված հանքաքարի տեսակարար կորզվող արժողությունից (U)	
U-ի արժեքը ($\eta\mu\lambda/տ$)	A-ի արժեքները
4,5	0,38
5,0	0,76
5,5	1,14
6,0	1,52
6,5	1,90
7,0	2,28



Նկ. Տեխնաձին պաշարների
նվազագույն քանակի ($Q_{\min}$)
կախվածությունը դրանց
յուրացման լրացուցիչ ծախսերից
($C_{\text{լր}}$)՝ հանքաքարի տարբեր
կորզվող արժողությունների (U)
դեպքում

Ինչպես երևում է բերված գծագրից (նկ.) նշված կախվածությունները ուղիղ գծային են: Ըստ որում, նույն (հաստատուն) ինքնարժեքի դեպքում որքան աճում է միավոր հանքաքարի կորզվող արժողու-

թյունը (Մ), այնքան ուղիղը (կորը) մոտենում է ծախսերի առանցքին՝ փոքրացնելով α անկյունը: Դա նշանակում է, որ հանքաքարի կորզվող արժողության աճին համեմատական նվազում է պաշարների անհրաժեշտ (նվազագույն) քանակը: Այսինքն՝ որքան «հարուստ» տեխնածին պաշար ենք վերամշակում մետաղի բարձր գնով և ինովացիոն տեխնոլոգիայով, այնքան քիչ պաշար է անհրաժեշտ լրացուցիչ ծախսերը (ներդրումները) արդարացնելու համար:

Նշենք, որ նույն մոտեցումով կարելի է որոշել նաև բնածին հանքավայրի նվազագույն պաշարները:

Գրականություն

1. **Агошков М.И., Терпегосов З.А., Шитарев В.Г.** Параметры кондиций на полезные ископаемые в процессе разработки месторождений // Горный журнал. -1982. - №7. - С. 38-40.
2. **Каплунов Д.Р., Радченко Д.Н.** Обоснование полного цикла комплексного освоения недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. – Отд. вып. №1 // Тр. научн. симп. “Неделя горняка – 2011”. – ГИАБ, 2011. - С.447-455.
3. Комплексное освоение месторождений и глубокая переработка минерального сырья / Ин-т проблем комплексного освоения недр РАН / **К.Н. Трубецкой, В.А. Чантурия, Д.Р. Каплунов** и др.–М.: Наука, 2010. – 437 с.
4. **Агабян Ю.А.** Общая теория оптимального освоения недр (твердые полезные ископаемые). - Ереван: ЗАО «Гракан Айреник» (изд-во “Айастан”), 2014. - 288 с.
5. **Գևորգյան Հ.Գ., Մուսաելյան Ա.Վ.** ՀՀ տեխնածին հանքավայրերի կադաստրավորման ընդհանուր հարցերը / ՀՀ ԳԱԱ Մ. Քոթայանի անվան տնտեսագիտության ինստիտուտ, սոցիալ-տնտեսական զարգացման արդի հիմնախնդիրները Հայաստանի Հանրապետությունում // Գիտական հոդվածների ժողովածու.- Եր.: ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատ., 2016. - էջ 234-238:
6. **Մուսաելյան Ա.Վ.** Տեխնածին պաշարների տնտեսական գնահատման պարամետրերը // Ֆինանսներ և էկոնոմիկա. - ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատ., 2016.- 9-10 (193-194). - էջ 105-113:
7. **«Զանգեզուրի»** պղնձամոլիբդենային կոմբինատ» ՓԲԸ, հաշվետվություն շրջակա միջավայրի վրա ազդեցության գնահատման. – Քաջարան, 2016.-257 էջ:
8. <http://metal4u.ru/lme/>

10.01.2017.

Г.Г. Геворгян, А.В. Мусаелян

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАПАСОВ

Изучены направления образования и использования металлических техногенных запасов (отходов), а также параметры их экономической оценки. Определены минимальное содержание условного металла (меди) в техногенных запасах, а также его предельная рыночная стоимость и себестоимость. Установлен необходимый (минимальный) объем запасов сырья. Исследована зависимость освоения техногенных запасов от суммы дополнительных затрат (вложений) при различных значениях извлекаемой ценности руды.

Ключевые слова: металлические техногенные запасы, критерии экономической оценки, условное минимальное содержание полезного компонента, удельная извлекаемая ценность, минимальное количество запасов.

H.G. Gevorgyan, A.V. Musaelyan

ECONOMIC EVALUATION OF METAL TECHNOGENIC RESOURCES

The directions of education and use of metal technogenic resources (wastes), and also parameters of their economic evaluation are studied. Minimum content of conditional metal (copper) in technogenic resources, and also its ceiling market value and cost value are determined. A necessary (minimum) inventory quantity of raw materials is established. Dependence of conversion of technogenic resources from an additional cost amount (investments) is researched in case of various values of the extracted ore value.

Keywords: metal technogenic resources, criteria of an economic evaluation, conditional minimum content of a useful component, specific taken value, minimum quantity of inventories.

Գևորգյան Հրաչիկ Գարսևանի - տ.գ.թ., դոցենտ (ՀԱՊՀ)

Մուսաելյան Արփինե Վալերիի – դասախոս (ՀԱՊՀ)

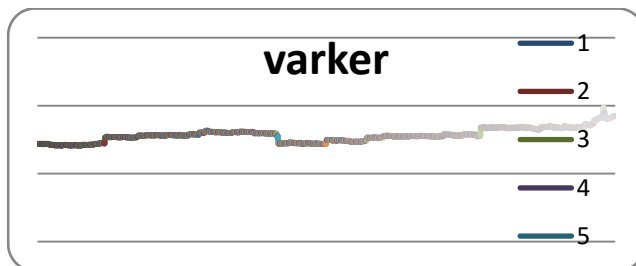
Ա.Գ. Գևորգյան

ԱՎԱՆԴԱՅԻՆ ԵՎ ՎԱՐԿԱՅԻՆ ՊՈՐՏՖԵԼՆԵՐԻ ՊԱՏՃԱՌԱՀԵՏԵՎԱՆՔԱՅԻՆ ԿԱՊԸ

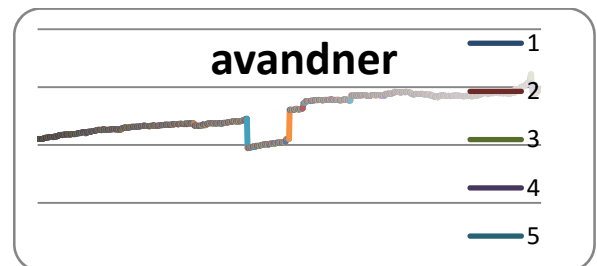
Կատարվել է առևտրային բանկի ֆինանսական ժամանակային շարքերի պատճառահետևանքային կապի ստուգում: Նշված ժամանակային շարքերի համար կիրառվել է մոտարկում եռանկյունաչափական տրենդի միջոցով: Գրենջերի թեստը կիրառվել է սկզբնական ժամանակային շարքերի և մոտարկված ժամանակային շարքերի համար:

Առանցքային բառեր. բանկում տրամադրված վարկեր, բանկում ներգրավված ավանդներ, եռանկյունաչափական տրենդով մոտարկում, Գրենջերի թեստ:

Տվյալները: Որպես տվյալներ ուսումնասիրվել են Պրոմեթեյ բանկի վարկերի, ավանդների 2013-2014 թթ. օրական ժամանակային շարքերը, որոնց գրաֆիկները տրված են նկ. 1 և 2-ում [1]:



Նկ. 1. Բանկում տրամադրված վարկերի ժամանակային շարքը



Նկ. 2. Բանկում ներգրավված ավանդների ժամանակային շարքը

Ֆինանսական ժամանակային շարքերի պատճառահետևանքային կապի ստուգում: Ժամանակային շարքերի միջև պատճառահետևանքային կապի բացահայտումը կարևոր նշանակություն ունի այդ շարքերի փոխկապվածությունների բացահայտման և մի շարքը մյուսի միջոցով կանխատեսելու համար: Ավանդային և վարկային պորտֆելների միջև պատճառահետևանքային կապի ստուգումը իրականացվել է Գրենջերի թեստի կիրառմամբ [2]: Տե՛ս աղյ. 1:

Աղյուսակ 1

Թեստի կիրառման արդյունքում ստացվել է հետևյալ արդյունքը

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 01/26/17 Time: 00:58

Sample: 1/01/2013 12/31/2014

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
VARK does not Granger Cause AVAND	728	1.19684	0.30274
AVAND does not Granger Cause VARK		1.84167	0.15929

Թեստում զրոյական վարկածն այն է, որ վարկերի և ավանդների շարքերի միջև պատճառահետևանքային կապը բացակայում է: Քանի, որ Probability-ն մեծ է 0.05-ից, 5% արժեքականության մակարդակում զրոյական վարկածն ընդունում ենք: Թեստի արդյունքը ցույց է տալիս, որ ավանդների և վարկերի պորտֆելների միջև պատճառահետևանքային կապը բացակայում է [3]:

Ավանդների և վարկերի պորտֆելների մոտարկումը եռանկյունաչափական տրենդի միջոցով:
 Ավանդների և վարկերի պորտֆելների եռանկյունաչափական տրենդի միջոցով մոտարկումը իրականացվել է հետևյալ բանաձևի միջոցով, որտեղ k հաճախականությունները ընտրվել են էմպիրիկ ձևով՝ $k_1=0.15$, $k_2=2$ [4]: Ժամանակային շարքը՝ $C(1) + C(2)*\sin 2\pi k_1 t/s + C(3)*\cos 2\pi k_2 t/s$:

Մոտարկման համար կառուցված ռեգրեսիոն հավասարումները ներկայացված են աղյ. 2 և 3-ում:

Աղյուսակ 2

Dependent Variable: AVAND				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 00:52				
Sample: 1/01/2013 12/31/2014				
Included observations: 730				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9903367.	120847.4	81.94936	0.0000
SIN2Pk1t/S	10816668	242689.1	44.57005	0.0000
COS2Pk2t/S	-783149.0	81494.16	-9.609879	0.0000
R-squared	0.741918	Mean dependent var		14638640
Adjusted R-squared	0.741209	S.D. dependent var		3059520.
S.E. of regression	1556425.	Akaike info criterion		31.35778
Sum squared resid	1.76E+15	Schwarz criterion		31.37666
Log likelihood	-11442.59	F-statistic		1044.970
Durbin-Watson stat	0.033832	Prob(F-statistic)		0.000000

Աղյուսակ 3

Dependent Variable: VARK				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 00:53				
Sample: 1/01/2013 12/31/2014				
Included observations: 730				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	23608196	86558.44	272.7428	0.0000
SIN2Pk1t/S	4073406.	173829.1	23.43340	0.0000
COS2Pk2t/S	-563620.4	58371.20	-9.655796	0.0000
R-squared	0.471331	Mean dependent var		25391570
Adjusted R-squared	0.469876	S.D. dependent var		1531129.
S.E. of regression	1114809.	Akaike info criterion		30.69037
Sum squared resid	9.04E+14	Schwarz criterion		30.70924
Log likelihood	-11198.98	F-statistic		324.0751
Durbin-Watson stat	0.029934	Prob(F-statistic)		0.000000

Գնահատման արդյունքները՝ F-վիճականին, t-վիճականին, ցույց են տալիս, որ մոդելները ընդհանուր առմամբ վիճակագրորեն նշանակալի են: Ճշգրտված դետերմինացիայի գործակիցները ցույց են տալիս, որ ավանդային պորտֆելը գրեթե 74%-ով, իսկ վարկային պորտֆելը՝ 47%-ով, բացատրվում են եռանկյունաչափական տրենդի միջոցով:

Այնուհետև մոտարկման արդյունքում ստացված վարկային և ավանդային պորտֆելների համար ևս մեկ անգամ կիրառվել է Գրենջերի պատճառահետևանքային կապի ստուգման թեստը [5]: Արդյունքները ներկայացված են աղյ. 4-ում:

Աղյուսակ 4

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 01/26/17 Time: 00:59			
Sample: 1/01/2013 12/31/2014			
Lags: 2			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
VARKMOTARKAC does not Granger Cause AVANDMOTARKAC	728	1.6E+12	0.00000
AVANDMOTARKAC does not Granger Cause VARKMOTARKAC		8.5E+09	0.00000

Թեստում գրոյական վարկածը մոտարկած վարկային պորտֆելի և մոտարկած ավանդային պորտֆելի միջև պատճառահետևանքային կապի բացակայությունն է: Քանի որ Probability-ները փոքր են 0.05-ից, 5 % սխալվելու հավանականությամբ գրոյական վարկածը կմերժենք: Թեստի արդյունքները ցույց են տալիս, որ նշված ժամանակային շարքերի միջև գոյություն ունի պատճառահետևանքային կապ:

Եզրակացություն: Կատարելով վարկերի և ավանդների պորտֆելների պատճառահետևանքային կապի ստուգում սկզբնական և մոտարկած շարքերի համար՝ պարզվել է, որ թեստը տարբեր արդյունքներ է ցույց տալիս: Ստացվել է, որ շարքերից առանձնացնելով եռանկյունաչափական տրենդը, շարքերի միջև պատճառահետևանքային կապը ուժեղացել է: Ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տալիս, որ ժամանակային շարքերը, որոնց միջև տեսականորեն պետք է լինեին պատճառահետևանքային կապ, առանց մոտարկման կարող են այդ արդյունքը ցույց չտալ: Մոտարկումը թույլ է տալիս շարքերից առանձնացնել եռանկյունաչափական տրենդը և տեսնել, թե արդյոք այդ կապը իրականում կա:

Հեղինակը շնորհակալություն է հայտնում պրոֆեսոր Արամ Առաքելյանին ուսումնասիրվող հիմնախնդրի ձևակերպման և հետազոտության ուղղությունը որոշելու համար:

Գրականություն

1. www.prometeybank.am
 2. **Engle R.F., Granger C.W.J.** Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing // *Econometrica*.- 1987.- V. 55, №2.
 3. **Nerlove M.** Spectral Analysis of Seasonal Adjustment Procedures // *Econometrica*.- 1964.- Vol. 32(3).- P. 241-286.
 4. **МИЭФ ГУ-ВШЭ** Пособие для студентов по курсу "Анализ временных рядов".- М., 2003.
 5. **Granger C.W.J.** Investigating Casual Relations by Econometric Mode Cross Spectral Methods // *Econometrica*.-1969.- Vol. 37(3). - P. 424-438.
- 26.01.2017.

А.Г. Геворгян

ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ СВЯЗЬ КРЕДИТНОГО И ДЕПОЗИТНОГО ПОРТФЕЛЕЙ БАНКА

Проведен тест на причинно-следственную связь финансовых временных рядов банка. Для данных временных рядов применена аппроксимация с тригонометрическим трендом. Тест Гренджера применен и для изначальных, и для приближенных временных рядов.

Ключевые слова: банковские кредиты, банковские депозиты, аппроксимация с тригонометрическим трендом, тест Гренджера.

A.G. Gevorgyan

CAUSALITY OF BANK CREDIT AND DEPOSIT PORTFOLIO

Causality test is carried out for the bank financial time-series. For these time-series an approximation with trigonometrical trend is done. Granger test is applied both for the actual time-series and the approximated time-series.

Keywords: bank loans, bank deposits, approximation with trigonometrical trend, Granger test.

Գևորգյան Աննա Գեղամի – տնտեսագիտական գիտությունների թեկնածու (ԵՊՀ)

Ն.Գ. Մնացականյան

**ԲՅՈՒՋԵՏԱՅԻՆ ԱՎԻԱԸՆԿԵՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՍՏԵՂԾՈՒՄԸ ՈՐՊԵՍ ՀՀ
ՕԴԱՅԻՆ ՓՈԽԱԴՐՈՒՄՆԵՐԻ ՈԼՈՐՏՈՒՄ ՆՈՐ ՄՈՏԵՑՈՒՄՆԵՐԻ
ԴՐՍԵՎՈՐՈՒՄ**

Դիտարկվում են բյուջետային ավիաընկերությունների առանձնահատկությունները և տնտեսում ապահովող ուղիները: Բացահայտվել են ՀՀ-ում օդային փոխադրումների ոլորտում առկա խնդիրները և հիմնավորվել է հայկական բյուջետային ավիաընկերության ստեղծման անհրաժեշտությունը:

Առանցքային բառեր. *բյուջետային ավիաընկերություն, տնտեսում, օդանավ, օդային փոխադրումներ, չվացուցակ:*

Վերջին տարիներին աշխարհում լայն տարածում է գտել բյուջետային ավիաընկերության (լոուքոսթ) գաղափարը: Ներկայում միայն Եվրոպայում գործում է 45 բյուջետային ավիաընկերություն, որոնք սպասարկում են ավելի քան 3500 ուղղություն: Աշխարհի բյուջետային ավիաընկերություններն ապահովում են համաշխարհային օդային փոխադրումների շուրջ 25%-ը: Վերջին տասնամյակի՝ 2003-ից 2012 թթ. ընթացքում դրանց մասնաբաժինն ավելացել է 3 անգամ [1]:

Բյուջետային ավիաընկերությունները նոր տեսակի ավիաընկերություններ են: Դրանք օդային փոխադրումների ոլորտում նոր մոտեցումներ են դրսևորում, որոնք արտահայտվում են «քիչ ծախսեր, ցածր սակագներ, բարձր պահանջարկ, մեծ եկամուտ» ընդհանուր մոտեցմամբ: Քաղաքացիական ավիացիայի միջազգային կազմակերպության որոշման համաձայն բյուջետային ավիաընկերությունը այն փոխադրողն է, որն այլ փոխադրողների համեմատ ապահովում է համեմատաբար քիչ ծախսեր և առաջարկում է ցածր սակագներ [1], սակայն չեն մատուցվում այլ չվերթների դեպքում սովորական դարձած ծառայությունները: Մասնավորապես, օդանավի սրահը չի բաժանվում դասերի, ավիաընկերությունը կիրառում է մեկ տիպի օդանավ, օդանավում բացակայում են լրացուցիչ սարքավորումները, կիրառվում է տոմսերի առցանց վաճառք, իրականացվում է աշխատակազմի թվի նվազեցում, ընտրվում է առավել շահավետ ժամանակահատված և օգտագործվում են թերթեռնված օդանավակայանները, տեղերը հստակ չեն սահմանվում, ուղևորները սննդով չեն ապահովվում, չվերթներն իրականացվում են ուղիղ և պարզեցված երթուղիներով, կրճատվում կամ հանվում են լրացուցիչ ծառայությունները, նաև ընկերությունը ստանում է լրացուցիչ հասույթ՝ օդանավում ապրանքների վաճառքից և այլն: Այս ամենի շնորհիվ հնարավորություն է ստեղծվում էապես կրճատել ավիաընկերության ծախսերը, հետևաբար և նվազեցնել տոմսի արժեքը:

Այսպիսով, բյուջետային ավիաընկերությունները գերադասում են չվերթների արդյունավետության բարձրացում՝ առանց միջնորդների ցածր սակագնով ավիատոմսերի վաճառքի և միայն ցանկացողներին առանձին վճարի դիմաց լրացուցիչ ծառայությունների տրամադրման միջոցով: Դրանք գրավիչ են ինչպես գործարար ուղևորների, այնպես էլ զբոսաշրջիկների համար՝ չվերթների բարձր հաճախականության և կիրառվող սակագների համեմատաբար ցածր մակարդակի շնորհիվ [2]:

Բյուջետային ավիաընկերություններին բնորոշ են նաև հետևյալ դրույթները.

- ավիատոմսի գնի բարձրացում ինքնաթիռի ծանրաբեռնվածությունից կախված՝ ուղևորների նախօրոք կատարվող ամրագրումները խրախուսելու նպատակով,

- նստեցման կտրոնների վրա նստատեղերի վերաբերյալ տեղեկության բացակայություն. այս հանգամանքը բյուջետային ավիաընկերություններն օգտագործում են ուղևորներին խրախուսելու համար՝ ավելի շուտ բարձրանալ ինքնաթիռ և զբաղեցնել նստատեղ: Երբեմն բյուջետային ավիաընկերությունները առանձին վճարների դիմաց վաճառում են նաև նստատեղը օդանավում,

- չվերթների իրականացում վաղ առավոտյան կամ ուշ երեկոյան ժամերին ավելի քիչ ծանրաբեռնված կամ երկրորդային օդանավակայաններում [3],

• օրվա ընթացքում մեկ ինքնաթիռով մի քանի չվերթների իրականացում, ընդ որում օդանավակայաններում 2 ժամից ոչ ավելի կանգառներով,

• բյուջետային ավիաընկերության աշխատակիցների կողմից միաժամանակ մի քանի պարտականությունների կատարում,

• եթե դասական ավիաընկերությունների մոտ ավիատոմսի գինը ներառում է նաև ձեռքի ուղեբեռ և մեկ կտոր գրանցված իր, ապա բյուջետայինների դեպքում կարելի է փոխադրել միայն ձեռքի իրեր: Վճարովի ուղեբեռի փոխադրումն իրականացվում է առանձին վճարի դիմաց, որը կարող է ավիատոմսի արժեքից ավելի թանկ լինել:

Տնտեսումը բյուջետային ավիաընկերություններում ապահովվում է հետևյալ հիմնական եղանակներով.

• օդանավերի լավագույն օգտագործում. քանի որ դրանք հիմնականում իրականացնում են կետից կետ չվերթներ, չունեն մեկնման և ժամանման ժամերի նախապատվություն, կարող են իրականացնել հաճախակի չվերթներ և նվազեցնել թռիչքի մեկ ժամի համար կատարվող ծախսերը,

• միևնույն տիպի օդանավի օգտագործում. (գործող բյուջետային ավիաընկերությունների 30 %-ը շահագործում է Airbus A320, իսկ 33 %-ը՝ Boeing B737) և հետևաբար տեխսպասարկման և անձնակազմի ուսուցման վրա կատարվող ավելի քիչ ծախսեր, անձնակազմի գործունեության ավելի բարձր արդյունավետություն [3],

• քիչ քանակությամբ անձնակազմ,

• լրացուցիչ եկամուտների ստացում օդանավում ծառայությունների և ապրանքների վաճառքից, օրինակ՝ ավանդական ծառայությունների (ավիասնունդ, զվարճանքներ) տրամադրում առանձին վճարների դիմաց,

• ավիատոմսի ետվերադարձի հնարավորության բացակայություն [1]:

Հայաստանը նպատակահարմար շուկա է նշված տիպի ավիաընկերության համար: Հաշվի առնելով ՀՀ օդային փոխադրումների շուկայի առանձնահատկությունները, օդային փոխադրումների կարգավորման ոլորտում տեղի ունեցած էական փոփոխությունները՝ ՀՀ-ում անհրաժեշտ է ունենալ հայկական բյուջետային ավիաընկերություն, որը պետության կողմից աջակցություն կստանա (դոտացիաներ) և կմատուցի բարձրակարգ ծառայություններ ավելի մատչելի գներով եւ ավելի շատ ուղղություններով: Տեղական ավիափոխադրողին անհրաժեշտ կլինեն բավարար քանակությամբ եւ սահմանված պահանջներին առավելագույնս համապատասխանող օդանավեր: Հայկական բյուջետային ավիաընկերությունը պետք է ունենա գրավիչ չվացուցակ, օդային երթուղիների ցանցի բավարար լայնություն եւ խորություն (ուղղությունների քանակ եւ նշված ուղղություններով չվերթերի հաճախականություն), հնարավորություն ունենա ապահովել հուսալի սպասարկում, առաջարկել մրցունակ սակագին, առևտրային ոլորտում պետք է ունենա բավարար փորձ եւ կառավարման հմտություններ, ինչպես նաեւ ճիշտ կառավարման արդյունքում ունակ լինի օպտիմալացնելու եկամուտներն ու ծախսերը և կարողանա ապահովել շահույթ:

Գրավիչ ծառայություն առաջարկելու համար տեղական ավիափոխադրողը պետք է որոշակի գերակայող ուղղություններով չվերթեր իրականացնի տարբեր սեզոնների հաճախորդներ ներգրավելու համար, ինչպես նաև օգտագործելով «Զվարթնոց» օդանավակայանի հարմար աշխարհագրական դիրքը, ապահովել նաև տարանցիկ փոխադրումներ:

Կատարված հետազոտությունները թույլ են տալիս փաստելու, որ բավարար խորություն եւ լայնություն ունեցող ցանցով ՀՀ մրցունակ ավիափոխադրողին անհրաժեշտ կլինի ունենալ նվազագույնը 2 օդանավ: ՀՀ ավիափոխադրողի ցանցը պետք է ապահովի չվերթեր 7 պարտադիր ուղղությամբ, (բավարար պահանջարկ, մեծ քանակությամբ հայկական համայնք ունեցող ուղղություններ): Ընդ որում, անհրաժեշտ է շահագործել A-320 տեսակի օդանավեր (աղյուսակ):

Կատարված հետազոտության արդյունքում դիտարկվել են նաև բյուջետային ավիաընկերության ստեղծման համար ՀՀ-ում առկա խոչընդոտները:

Հայաստանի օդանավակայանների բիզնեսում գոյություն ունեցող մենաշնորհը լուրջ խոչընդոտ է ցածր արժեք ունեցող փոխադրումներ իրականացնելու համար: Մեփական ավիափոխադրողների համար օդանավակայանային ծախսերը օտարերկրյա ավիաընկերությունների ծախսերից բարձր են, ինչի արդյունքում հայկական ավիաընկերությունները մյուսների նկատմամբ անհավասար պայմանների մեջ են ընկնում, և նրանց մրցունակությունը նվազում է: Ուստի անհրաժեշտ է միջոցներ

ձեռնարկել մենաշնորհից ազատվելու, ինչպես նաև «Հայաստանի միջազգային օդանավակայաններ» ընկերության հետ սակագների նվազեցման հարցում համաձայնության գալու նպատակով:

Հաշվի առնելով Գյումրու «Շիրակ» օդանավակայանի քիչ ծանրաբեռնվածությունը, ինչպես նաև համեմատաբար ցածր սակագների կիրառումը, հայկական բյուջետային ավիաընկերությունը կարող է դիտարկել նաև տվյալ օդանավակայանից չվերթներ իրականացնելու հարցը:

Աղյուսակ

ՀՀ փոխադրողի համար առաջարկվող չվացուցակը

Օր	Ինքնաթի- ռի տիպը	Մեկ- նում	Ժամա- նում	Ուղղություն	Մեկ- նում	Ժամա- նում	Թռիչքի տևողություն
1234567	A-320 (1)	09:45	12:20	Մոսկվա(Վնուկովո)	13:55	16:20	2ժ35ր/ 2ժ25ր
1234567	A-320 (1)	18:00	20:35	Մոսկվա(Վնուկովո)	22:00	00:25/+1	2ժ35ր/2ժ25ր
1 3 5	A-320 (2)	11:00	12:30	Կրասնոդար	14:10	15:35	1ժ30ր/ 1ժ25ր
3	A-320 (2)	17:00	19:40	Մամարա	21:00	23:35	2ժ40ր/ 2ժ35ր
6	A-320 (2)	09:00	12:45	Ս. Պետերբուրգ	14:30	17:55	3ժ45ր/ 3ժ25ր
7	A-320 (2)	08:00	09:20	Սոչի	11:00	12:15	1ժ20ր/1ժ15ր
7	A-320 (2)	14:00	16:50	Ն. Նովոգորոդ	18:10	21:00	2ժ50ր/ 2ժ50ր
4	A-320 (2)	10:00	12:55	Կիև	13:30	16:20	2ժ55ր/ 2ժ50ր

Գրականություն

1. **Семенов А.А.** Территориальная структура низкобюджетных пассажирских авиаперевозок мира. – М., 2014.- 184 с.
2. **Экономика гражданской авиации:** Учебное пособие / Под общ. ред. Н.И. Степановой.– М.: МГТУ ГА, 2014.-130 с.
3. **Bijan Vasigh, Ken Fleming, Thomas Tacker.** Introduction to Air Transport Economics.-USA, 2008.- 358 p.

28.11.2016.

Н.Г. Мнацаканян

СОЗДАНИЕ БЮДЖЕТНЫХ АВИАКОМПАНИЙ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ НОВЫХ ПОДХОДОВ В СФЕРЕ ВОЗДУШНЫХ ПЕРЕВОЗОК РА

Рассматриваются особенности бюджетных авиакомпаний и пути обеспечения экономии. Выявлены существующие проблемы в сфере воздушных перевозок РА и обоснована необходимость создания армянской бюджетной авиакомпании.

Ключевые слова: бюджетная авиакомпания, экономия, самолет, воздушные перевозки, расписание.

N.G. Mnatsakanyan

THE DEVELOPMENT OF LOW COST AIRLINES AS A DEMONSTRATION OF A NEW APPROACH IN AREA OF RA AIR TRANSPORTATION

The features of low cost airlines and ways of savings providing are considered. Current issues in the field of air transportation of RA are identified and the necessity of Armenian low cost airline development is substantiated.

Keywords: low cost airline, saving, aircraft, air transportations, schedule.

Մնացականյան Նարինե Գագիկի - ՀԱՊՀ Մեխանիկամեքենաշինական, տրանսպորտային համակարգերի եվ դիզայնի ինստիտուտի Տնտեսագիտության և փոխադրումների կազմակերպման ամբիոնի ասիստենտ, Տնտեսության, նրա ոլորտների տնտեսագիտություն և կառավարում մասնագիտությամբ հեռակա ուսուցման 4-րդ կուրսի ասպիրանտ

A.A. Nanyan

ON AN APPROACH FOR THE ASSESSEMENT OF RISKY INVESTMENTS AND INSURANCE PREMIA

Identification and optimization of risks are the two principal stages of risk management. In the current paper we attempt to formally analyze these issues in the context of risky investments. Specifically, we present a simple two asset investment problem and under reasonable assumptions obtain a formula for shares of these assets in the initial wealth of a decision-maker. Additionally, in the logic of the first model we consider the problem of the investment insurance as a mechanism of optimizing the underlying risk. After some straightforward manipulations, we derive the amount of the investment premium as a function of model parameters. We suggest that due to their simplicity these findings can be used in different practical applications.

Keywords: *identification, risk management, an investment risk, insurance.*

Introduction. The logical roots of financial decisions are in Bayesian decision theory. The fundamental results of this theory explain why properly constructed mathematical models give a reasonable description of financial institutions' behaviour. In particular, it shows that any decision-maker who satisfies certain axioms (i.e. is rational) should always behave so as to maximize the expected value of some utility function with respect to some probability distribution [1]. In other words, we can characterize any rational decision-maker's behaviour by a utility function quantitatively capturing his preferences for outcomes and a probability distribution characterizing his beliefs about unknown factors. Moreover, as new information becomes available to such a decision-maker, probabilities should be revised according to Bayes' formula.

Decisions under uncertainty can generally be analyzed in a probability or a state-variable model. The first setting that was proposed by Anscombe and Aumann defines lotteries as probability distributions [2]. These lotteries are based on events that have objective probabilities and are referred to as objective unknowns. However, especially in financial markets there are also instances when events of interest do not have obvious probabilities. These events are called subjective unknowns and the gambles that depend on them are typically described in a state-variable model [3]. The reason is that the latter allows us to specify lotteries as functions from a set of states into a set of prizes without making use of probabilities. It is important to note that both the probability and the state-variable approaches are very much consistent with axiomatic foundations of Expected Utility theory.

In the article [4] we have studied general principles of investments made in the presence of uncertainty. In particular, in the simple setting of optimal portfolio choice we have derived the condition ensuring an investor's participation in a risky project and obtained some comparative static results of an investment decision. Notice, however, that within the scope of that paper the question about the distribution shares of an investor's initial wealth between a risky and a secure asset has been left open. The literature also does not appropriately address this question and does not specify which part of his wealth an individual should invest in a risky asset and which part - in a secure asset, depending on his preferences and exogenous conditions. The first part of this article is devoted to the analysis of this issue. Here, to some extent, we are concerned about quantitative measurement of the investment risk in terms of the wealth of a decision maker.

In the second part of this article we examine one of the methods of minimization of the investment risk, the investment insurance. The difficulty concerning investment decisions is that we need to determine the level of risk (its cutoff value) that is acceptable by a rational agent and choose adequate methods of its management and control. The risk insurance presumes a transfer of the underlying risk to an insurance company. Interestingly, in the context of lending the insurance contract can serve as security for a loan and minimize the respective risk in this way. Further, in this case all insurance costs relate to the borrower. In the event of an undesirable outcome (when the borrower is not able to repay his loan) the bank will have an opportunity to get compensation from the insurance company in accordance with the conditions of the contract.

The share of the risky asset. Suppose α is the share of the risky asset in the initial wealth of the individual, and β - the share of the secure asset. The return on the riskless asset is denoted by q . Naturally, q is supposed to be a deterministic variable. By contrast, the return on the risky asset, $\tilde{p}$, is a random variable and admits two values, p and 0 . We know the probability

$$P(\tilde{p} = p) = r,$$

which relates to the fact, that the risky asset pays out a positive return.

Given the existence of the risk-return compromise, it is natural to assume that

$$p > q.$$

The final wealth of the investor is a random variable as well and takes on the following form:

$$\omega_1 = \alpha\omega(1 + \tilde{p}) + \beta\omega(1 + q) + \omega - \alpha\omega - \beta\omega.$$

It is clear, that

$$\omega_1 = \begin{cases} \alpha\omega(1 + p) + \beta\omega(1 + q) + \omega - \alpha\omega - \beta\omega = \omega + \alpha\omega p + \beta\omega q, & \text{when } \tilde{p} = p \\ \alpha\omega + \beta\omega(1 + q) + \omega - \alpha\omega - \beta\omega = \omega + \beta\omega q, & \text{when } \tilde{p} = 0. \end{cases}$$

The expected utility will be

$$E\{u(\omega_1)\} = ru(\omega + \alpha\omega p + \beta\omega q) + (1 - r)u(\omega + \beta\omega q).$$

The maximization problem is the following:

$$\max_{\alpha, \beta} E\{u(\omega_1)\} = ru(\omega + \alpha\omega p + \beta\omega q) + (1 - r)u(\omega + \beta\omega q)$$

subject to

$$\alpha + \beta \leq 1.$$

Assuming that the functions $u(\omega + \alpha\omega p + \beta\omega q)$ and $u(\omega + \beta\omega q)$ are twice continuously differentiable around the point ω , let us at that point approximate them by the second order Taylor series:

$$\begin{aligned} u(\omega + \omega(\alpha p + \beta q)) &= u(\omega) + u'(\omega)\omega(\alpha p + \beta q) + \frac{u''(\omega)}{2}\omega^2(\alpha p + \beta q)^2 + \varepsilon_1, \\ u(\omega + \beta\omega q) &= u(\omega) + u'(\omega)\beta\omega q + \frac{u''(\omega)}{2}\beta^2\omega^2q^2 + \varepsilon_2, \end{aligned}$$

where ε_1 and ε_2 represent higher order derivatives.

Substituting these expressions into the expected utility function we get:

$$\begin{aligned} E\{u(\omega_1)\} &= r \left(u(\omega) + u'(\omega)\omega(\alpha p + \beta q) + \frac{u''(\omega)}{2}\omega^2(\alpha p + \beta q)^2 \right) + \\ &+ (1 - r) \left(u(\omega) + u'(\omega)\beta\omega q + \frac{u''(\omega)}{2}\beta^2\omega^2q^2 \right). \end{aligned}$$

After some simple manipulations we shall have that

$$E\{u(\omega_1)\} = u(\omega) + u'(\omega)\omega(r\alpha p + \beta q) + \frac{u''(\omega)}{2}\omega^2(r\alpha^2p^2 + 2r\alpha p\beta q + \beta^2q^2).$$

Taking into account that at the optimum our constraint holds as equality, we plug $\beta = 1 - \alpha$ into the objective function and get the following reduced-form optimization problem:

$$\max_{\alpha} u(\omega) + u'(\omega)\omega(r\alpha p + (1 - \alpha)q) + \frac{u''(\omega)}{2}\omega^2(r\alpha^2p^2 + 2r\alpha p q(1 - \alpha) + (1 - \alpha)^2q^2).$$

The first order condition will be

$$\frac{\partial E\{u(\omega_1)\}}{\partial \alpha} = u'(\omega)\omega(rp - q) + \frac{u''(\omega)}{2}\omega^2(2\alpha(rp^2 - 2rpq + q^2) + (2rpq - 2q^2)) = 0.$$

Solving this for α , we have:

$$\alpha = -\frac{(q - rp)\left(q - \frac{1}{RRA(\omega)}\right)}{rp^2 - 2rpq + q^2},$$

where $RRA(\omega) = -\frac{u''(\omega)}{u'(\omega)}\omega$ is the coefficient of relative risk aversion.

This is our first result: the simple structural setup of the asset optimization delivers a formula for the share of the risky asset depending on model parameters. Below (see Fig.) we plot its graph for the special case, when $r = \frac{1}{2}$ and $u(w) = \log w$. The latter implies that $RRA(w) = 1$.

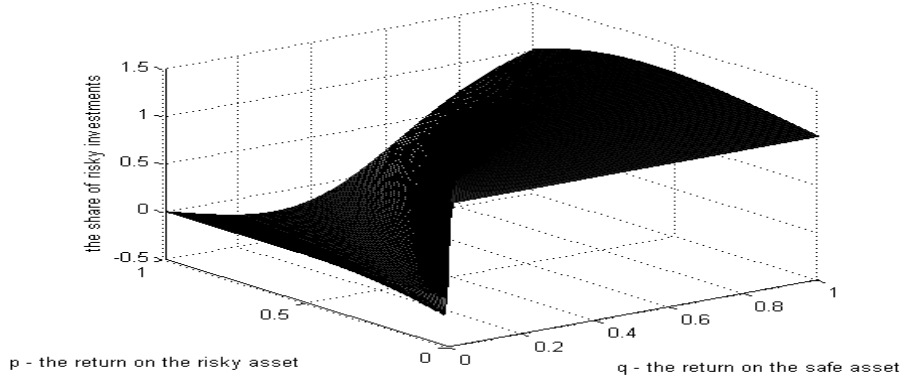


Fig. The share of the risky asset

The insurance of risky investments. Now we turn to the formal description of the second stage of risk management. To introduce the notion of investment insurance as a device of optimizing risks we consider the following problem: suppose that in order to avoid losses concerning risky investments the investor decides to apply for insurance. We need to find the size of the maximum insurance premium acceptable by the investor. It is clear that this insurance premium is determined by the following identity:

$$E\{u(\omega + (\alpha p + \beta q)\omega)\} = u(\omega - I).$$

Here on the left hand side we have the expected utility of the investments in the risky and secure assets, and on the right hand side - the respective “guaranteed” utility. Both functions are assumed to be twice continuously differentiable. Note that from the perspective of the formulated question it is again useful to present these expressions in terms of the second and the first order Taylor series. The point is that this technique will enable to separate I and find an expression for it.

$$u(\omega - I) = u(\omega) - Iu'(\omega) + \tilde{\varepsilon}_1,$$

$$u(\omega + (\alpha p + \beta q)\omega) = u(\omega) + u'(\omega)\omega(\alpha p + \beta q) + \frac{u''(\omega)}{2}\omega^2(\alpha p + \beta q)^2 + \tilde{\varepsilon}_2,$$

where $\tilde{\varepsilon}_1$ and $\tilde{\varepsilon}_2$ are higher order derivatives.

Assuming that $E\{p\} = 0$,

$$E\{u(\omega + (\alpha p + \beta q)\omega)\} = u(\omega) + u'(\omega)\beta\omega q + \frac{u''(\omega)}{2}\omega^2(\alpha^2 E(p^2) + \beta^2 q^2).$$

Therefore, the initial equation boils down to:

$$u(\omega) + u'(\omega)\beta\omega q + \frac{u''(\omega)}{2}\omega^2(\alpha^2 E(p^2) + \beta^2 q^2) = u(\omega) - Iu'(\omega).$$

It remains to solve this for I :

$$Iu'(\omega) = -u'(\omega)\beta\omega q - \frac{u''(\omega)}{2}\omega^2(\alpha^2 E(p^2) + \beta^2 q^2),$$

$$I = -\beta\omega q + \frac{R(\omega)}{2}\omega^2(\alpha^2 E(p^2) + \beta^2 q^2),$$

Where $R(\omega) = -\frac{u''(\omega)}{u'(\omega)}$ is the coefficient of absolute risk aversion.

Notice that according to this formula I is increasing in $R(\omega)$. Thus, this result indicates that the investor is ready to pay higher insurance premium if he is more risk averse. And this is quite intuitive: the more risk averse the investor is, the more he is willing to get rid of the underlying risk.

Conclusions. In the paper we try to conceptualize the two main stages of risk management, identification and optimization of risks. With this end in view we present two simple structural settings and derive formulas for the share of risky investments and the measure of an insurance premium.

References

1. Von Neumann J., Morgenstern O. Theory of Games and Economic Behavior.-Princeton University Press, 1944.-776 p.
 2. Anscombe F., Aumann R. A Definition of Subjective Probability//Annals of Mathematical Statistics.-1963.-34.-P. 199-205.
 3. Fishburn P. Utility Theory//Management Science.-1968.-14.-P. 335-378.
 4. Nanyan A. Asset Optimization under Risk//Proceedings of Engineering Academy of Armenia.-2016.-V. 13, N4.-P. 416-419.
- 21.11.2016.

Ա.Ա. Նանյան

ՌԻՍԿԱՅԻՆ ՆԵՐԴՐՈՒՄՆԵՐԻ ԵՎ ԱՊԱՀՈՎԱԳՐԱՎՃԱՐՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ՄԱՍԻՆ

Նույնականացումը և օպտիմալացումը ռիսկերի կառավարման երկու հիմնական փուլերն են: Փորձ է արվել ֆորմալ հիմքի վրա վերլուծել այս հարցերը ռիսկային ներդրումների համատեքստում: Մասնավորապես, ներկայացնում ենք պարզ, երկու ակտիվից բաղկացած ներդրումային խնդիրը և խելամիտ ենթադրություններով ստանում՝ որոշում ընդունողի նախնական հարստությունում այս ակտիվների մասնաբաժինները բնութագրող բանաձև: Բացի այդ, առաջին մոդելի տրամաբանությամբ դիտարկում ենք ներդրումների ապահովագրության խնդիրը որպես բազային ռիսկի օպտիմալացման մեխանիզմ: Որոշ ակնհայտ ձևափոխություններից հետո դուրս է բերվում ապահովագրավճարի մեծությունը որպես մոդելի պարամետրերի ֆունկցիա: Առաջ է քաշվում տեսակետ, որ իրենց պարզության շնորհիվ այս արդյունքները կարող են օգտագործվել տարբեր գործնական կիրառություններում:

Առանցքային բառեր. նույնականացում, ռիսկերի կառավարում, ներդրումային ռիսկ, ապահովագրություն:

А.А. Нанян

О МЕТОДЕ ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВЫХ ИНВЕСТИЦИЙ И СТРАХОВЫХ ВЗНОСОВ

Идентификация и оптимизация рисков являются двумя основными этапами управления рисками. В настоящей работе предпринимается попытка формально анализировать эти вопросы в контексте рискованных инвестиций. В частности, представлена простая инвестиционная проблема с двумя активами и при разумных предположениях получена формула для долей этих активов в начальном богатстве инвестора. Кроме того, в логике первой модели рассмотрена проблема страхования инвестиций как механизм оптимизации базового риска. После несложных преобразований найдена инвестиционная премия как функция от параметров модели. Выдвигается мнение, что из-за своей простоты эти результаты могут быть использованы в различных практических приложениях.

Ключевые слова: идентификация, управление рисками, инвестиционный риск, страхование.

Nanyan Ashot Ararat - PHD student (YSU)

Ռ.Գ. Հովհաննիսյան

ՀՀ ԿՈՒՏԱԿԱՅԻՆ ԿԵՆՍԱԹՈՇԱԿԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՌԻՍԿԵՐԸ

Ուսումնասիրվել են ՀՀ Կուտակային կենսաթոշակային ֆոնդի համակարգի ռիսկերը: Առավել մեծ ուշադրություն է դարձվել համակարգի հիմնական ռիսկերին, թերություններին և առավելություններին: Կառուցվել են իրական պորտֆելներ:

Առանցքային բառեր. կենսաթոշակային համակարգ, կենսաթոշակային ֆոնդ, ռիսկ, ակտիվ, ներդրում, ակտիվների տեղաբաշխվածություն, սահմանափակում:

Կենսաթոշակային համակարգի բարեփոխումները աշխարհի ամենաբարդ բարեփոխումներից են, ինչի մասին սկսել են մտածել դեռևս շատ վաղուց: 1981 թվականից սկսած՝ աշխարհի տարբեր երկրներ սկսել են կենսաթոշակային համակարգի բարեփոխումները, բնականաբար, հաշվի առնելով համակարգի թե՛ դրական, թե՛ բացասական կողմերը: Ինչպես ցանկանա՞ծ երկրի կենսաթոշակային համակարգ, այնպես էլ ՀՀ կենսաթոշակային համակարգը պարունակում է ռիսկեր, թերություններ և առավելություններ:

ՀՀ կուտակային կենսաթոշակային համակարգի անցման գլխավոր պատճառներից մեկն այն է, որ ժողովրդագրական իրավիճակը գնում է դեպի վատթարացման՝ այսպես կոչված *բնակչության ծերացման*¹: Աշխարհում այսօր 60 տարեկանից բարձր տարիքի 700 մլն մարդ է ապրում [1]: 2050-ին այդ թիվը կհասնի 2 մլրդ՝ կազմելով աշխարհի բնակչության ավելի քան 20 տոկոսը: Հայաստանում 2015թ-ի հունվարի 1-ի դրությամբ մշտական բնակչության 12,6 տոկոսը կամ շուրջ 323 հազարը կազմում են տարեց մարդիկ, և այդ թիվը աճի միտում ունի: Հաշվի առնելով, որ Երկրորդ համաշխարհային պատերազմին հաջորդող տարիներին մեծաքանակ ծնունդներ են եղել, և այդ մարդիկ արդեն սկսել են հատել 60-ամյա սահմանագիծը, աշխատունակ տարիքի բնակչությունն այլևս ի վիճակի չէ հարկերով ապահովել նվազագույն սպառողական զամբյուղին մոտ կենսաթոշակ, և իրավիճակն առաջիկայում ոչ միայն բարելավվելու միտում չի ունենալու, այլ նաև գնում է դեպի վատթարացում: Համակարգի բեռնվածության գործակիցը ՀՀ-ում չի գերազանցում 1,1-ը², մինչդեռ, հարկ է նշել, որ եվրոպական երկրներում այս ցուցանիշի 3,5:1 մակարդակը արդեն իսկ համարվում է ճգնաժամային: Կենսաթոշակառուների շրջանում մեծ է աղքատությունը և աղքատության ռիսկը:

Կուտակային կենսաթոշակային համակարգի կարևոր խնդիրներից է նաև *կենսաթոշակների չափի և ստացած եկամուտների միջև կապի բացակայությունը*: 2013թ.-ի վերջի դրությամբ կենսաթոշակառուներին նշանակված կենսաթոշակի միջին չափը կազմել է 29,122.00 ՀՀ դրամ, իսկ միջին անվանական աշխատավարձի չափը՝ 158,239.00 ՀՀ դրամ [2]: Առանց արմատական բարեփոխումների կենսաթոշակային ապահովության բարելավման միակ սցենարը կարող էր լինել հարկերի բարձրացումը, որը ցանկալի չէր տնտեսության զարգացման տեսակետից: Ուստի՝ կենսաթոշակային համակարգի փոփոխության խնդիրը ՀՀ կառավարությունը լուծեց՝ այնպես, ինչպես աշխարհը հաղթահարում է կենսաթոշակային ոլորտում առկա մարտահրավերները

¹Միջազգայնորեն ընդունված չափանիշների համաձայն, եթե աշխատունակ տարիքից բարձր բնակչության տեսակարար կշիռը բնակչության ընդհանուր թվաքանակում գերազանցում է 9%-ը, այդ ազգը համարվում է ծերացող: Հայաստանում այս ցուցանիշը 2013թ. կազմել է 12.1%: Ստեղծված իրավիճակը պայմանավորված է ինչպես միգրացիոն ակտիվ հոսքերով, այնպես էլ ծնելիության մակարդակի անկմամբ:

² Համակարգը կարող է համարվել ֆինանսապես կայուն, եթե այդ հարաբերակցությունը կազմում է առնվազն 3/1-ի: Ակտուարական հաշվարկները ցույց են տալիս, որ ընդհուպ մինչև 2050 թվականը կենսաթոշակային համակարգի բեռնվածության գործակիցը տատանվելու է 1.0-1.1-ի սահմաններում, ինչի հետևանքով համակարգը կհայտնվի «կայուն ֆինանսական ճգնաժամում», իսկ 2050-2065 թվականներին սպասվում է համակարգի «ֆինանսական կոլապս» (ՀՆԱ-ի նկատմամբ սովորային և ոչ ֆորմալ տնտեսության տեսակարար կշռի անփոփոխ մնալու դեպքում արդեն 2011 թվականին կենսաթոշակառուների թվաքանակը կգերազանցի վճարում կատարողներին) [3]:

1. անցում սերունդների համերաշխության սկզբունքով ֆինանսավորվող կենսաթոշակային բաշխողական համակարգերից դեպի «ինքնաֆինանսավորվող» կուտակային համակարգերը,

2. անցում հաշվարկային բանաձևերի հիման վրա սահմանված կենսաթոշակի ՄԿ/DB մոդելից դեպի իրական եկամուտների հիման վրա սահմանված վճարների ՄԿ/DC մոդելը,

3. անցում պետության կողմից անմիջապես կառավարվող կենսաթոշակային համակարգերից դեպի պետության կողմից կարգավորվող և վերահսկվող մասնավոր կենսաթոշակային համակարգեր:

Արդյունքում՝ ՀՀ-ում ներդրվեց նոր կենսաթոշակային համակարգ, որի նպատակներն են՝

- նվազագույնի հասցնել, այնուհետև՝ իսպառ բացառել աղքատությունը և աղքատության ռիսկը կենսաթոշակառուների շրջանում,
- սպահովել համակարգի ֆինանսական կայունությունը երկարաժամկետ ապագայում,
- կապ ամրագրել անձի աշխատանքային եկամուտների և կենսաթոշակների միջև:

Բազմաստիճան կենսաթոշակային համակարգի ներդրումն ունի իր առավելությունները և, բնականաբար, կենսականորեն անհրաժեշտ է աշխատողների բոլոր խմբերի արդյունավետ սոցիալական պաշտպանության համար, քանի որ

- բաշխողական (ոչ կուտակային) «0» և «1-ին» աստիճանները պաշտպանում են կենսաթոշակառուներին աղքատությունից,
- պարտադիր կուտակային «2-րդ» աստիճանն ապահովում է աշխատողների եկամուտների փոխհատուցումը,
- կամավոր կենսաթոշակային «3-րդ» աստիճանն աշխատողներին հավելյալ կենսաթոշակ ստանալու հնարավորություն է ընձեռում:

Գործող բաշխողական բաղադրիչի հիմքերի վրա կուտակային բաղադրիչի ներդրմամբ կենսաթոշակային բարեփոխումների նախագծումը երկարաժամկետ առումով շահավետ է բնակչության բոլոր խմբերի համար, քանի որ ապահովում է.

- արդյունավետ և հասցեական սոցիալական պաշտպանություն տարեց բնակչության համար
- ավելի քիչ պետական ծախսերով ավելի բարձր կենսաթոշակներ բնակչության բոլոր խավերի համար
- խթանների ստեղծում երկար աշխատելու, բարձր վարձատրվելու և եկամուտների բաշխումը բարելավելու համար:

Ցանկացած երկրում կենսաթոշակային բարեփոխումները երկարատև բնույթ են կրում և պարտադրում են բազմաոլորտային փոփոխություններ: Բնականաբար, այս բարեփոխումների ճանապարհը չի կարող իր մեջ չպարունակել ռիսկեր և թերություններ:

ՀՀ կուտակային կենսաթոշակային համակարգի հիմնական թերություններն են.

- ֆինանսական անկայունություն. հավաքագրված սոցիալական ապահովության վճարները բավարար չեն կենսաթոշակային վճարներ ապահովել,
- ուղղակի կապի բացակայում աշխատողի կատարած սոցիալական ապահովության վճարների և ապագա կենսաթոշակի չափի միջև,
- բարդ ժողովրդագրական իրավիճակ. Ծնելիության կրճատում, կյանքի սպասվող տևողության աճ, աշխատունակ տարիքի բնակչության միգրացիա: Արդյունքում՝ մեկ սոցիալական վճարում կատարողը ֆինանսավորում է մեկ կենսաթոշակառուի կենսաթոշակի վճարումը այն դեպքում, երբ Արևմտյան Եվրոպայի երկրներում երեք աշխատողը ֆինանսավորում է մեկ կենսաթոշակառուի կենսաթոշակի վճարումը:

ՀՀ կուտակային կենսաթոշակային համակարգի հիմնական ռիսկերն են.

1. Տեղեկացվածության ռիսկ: Այս ռիսկը հիմնականում առաջանում է իրազեկվածության և տեղեկացվածության (հատկապես՝ ֆինանսական և մասնագիտական) պակասից, որը կարող է խոչընդոտել բարեփոխումների ընթացքը:
2. Տնտեսական ռիսկեր: Այս ռիսկերը հիմնականում պայմանավորված են երկրի պետական բյուջեի (կառավարության), գործարար համայնքի (գործատուների) և տնային տնտեսությունների (աշխատողների) ֆինանսական հնարավորություններով: Եվ վերջինիս անկումը, կարող է վտանգել բարեփոխումների իրականացումը: Տնտեսական ռիսկերն անխուսափելի են և հաշվարկելի (ակտուարական հաշվարկներ):
3. Քաղաքական ռիսկեր: Ցանկացած երկրում ցանկացած բարեփոխումների նախագծումն ու իրականացումը քաղաքական կամքի արդյունք է: Բնական է՝ որևէ նշանակալի փոփոխություն, առավել ևս իշխանափոխություն կարող է ի չիք դարձնել կենսաթոշակային բարեփոխումների ծրագիրը:

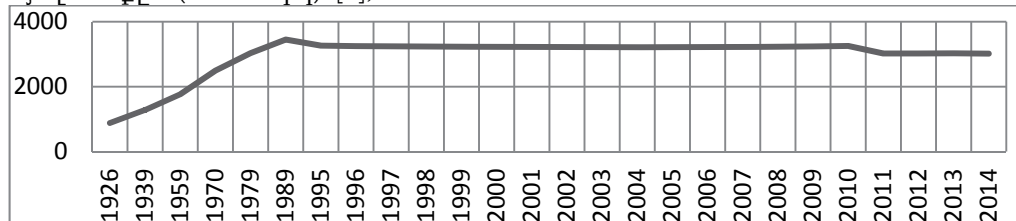
4. Աշխատուժի միգրացիայի ռիսկը: Աշխատանքային միգրացիան աշխարհում դասվում է էական խնդիրների շարքին: Սովորաբար միգրացիան կանգնեցնել հնարավոր չէ. պետք է պարզապես այն դարձնել կառավարելի: Պետությունը պետք է կարողանա ստեղծել այնպիսի համակարգ, որի միջոցով իր երկրում պահի աշխատուժը, բնակչությունը արտասահմանում աշխատելուց հետո վերադառնա Հայաստան, կամ աշխատող բնակչությունը չլքի երկիրը: Աշխատուժի միգրացիայի ռիսկն այն է, որ այդ ցուցանիշի բարձր մակարդակի դեպքում, բնականաբար, կուտակային կենսաթոշակային համակարգը չի աշխատի: Ըստ Ազգային վիճակագրական ծառայության (ԱՎԾ) տվյալների՝ ստորև աղյուսակում ներկայացնենք ընդհանուր բնակչության թվաքանակը 2009թ.-ից մինչև 2013թ.-ը (1000 մարդ) և բնակչության ընդհանուր թվաքանակից աշխատունակ տարիքի և այդ տարիքից ցածր և բարձր բնակչության թվաքանակը՝

Աղյուսակ

Ընդհանուր բնակչության և բնակչության ընդհանուր թվաքանակից աշխատունակ տարիքի և այդ տարիքից ցածր և բարձր բնակչության թվաքանակը 2009թ.-ից մինչև 2013թ.-ը /1000 մարդ/

Բնակչության թվաքանակ					
Տարի	2009թ.	2010թ.	2011թ.	2012թ.	2013թ.
Բնակչության թվաքանակ	3249.5	3262.6	3021.4	3026.9	3017.1
Աշխատունակ տարիքից ցածր	644.3	639.4	609.1	609.8	611.8
Աշխատունակ տարիքի	2232.1	2247.1	2050.2	2051.5	2034.0
Աշխատունակ տարիքից բարձր	373.1	376.1	362.1	365.5	371.3
Աշխատանքային ռեսուրսները	2397.6	2389.7	2286.3	2260.8	2189.1

Ըստ աղյուսակի 2009թ.-ից մինչև 2013թ.-ը նվազել է բնակչության թվաքանակը, նաև աշխատունակ տարիքի թվաքանակը, աշխատունակ տարիքից բարձր և ցածր թվաքանակը, նվազել են բոլոր ցուցանիշները: Մշտական բնակչության թվաքանակը 1926թ.-ից մինչև 2014թ.-ը գրաֆիկորեն ունի հետևյալ տեսքը՝ (1000 մարդ) [4],



Նկ. 1. Մշտական բնակչության թվաքանակը 1926թ.-ից մինչև 2014թ.-ը

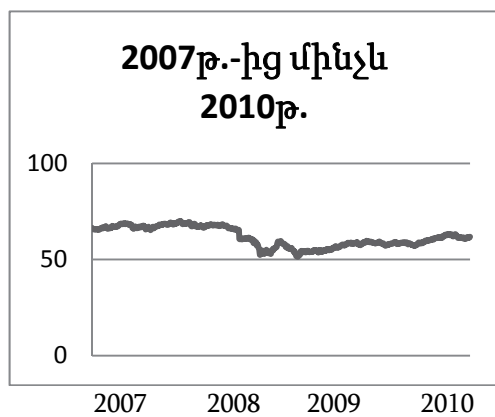
Ինչպես տեսնում ենք գրաֆիկից (նկ. 1), 1926թ.-ից սկսած բնակչության թվաքանակը աճել է, որից հետո մի փոքր նվազել է և մնացել կայուն 1995թ.-ին մինչև 2010թ.-ը, այնուհետև նորից նվազել է և մնացել կայուն մինչև 2014թ.-ը:

Աշխատուժի, որպես արտադրության կարևորագույն գործոնի միգրացիայի հիմնախնդիրը մշտապես գտնվել և գտնվում է տնտեսագետ-հետազոտողների ուշադրության կենտրոնում: Միացյալ ազգերի կազմակերպության Տնտեսական և սոցիալական հարցերի վարչության տվյալներով 2013 թ. Դրությամբ միջազգային միգրանտների ընդհանուր թիվը 232 մլն մարդ էր, որի 74%-ը աշխատանքային միգրանտներ էին [5], այն դեպքում, երբ 2010թ.-ին 214 մլն միգրանտների 90%-ն էր լքել հայրենի բնակավայրը աշխատելու նպատակով [6]:

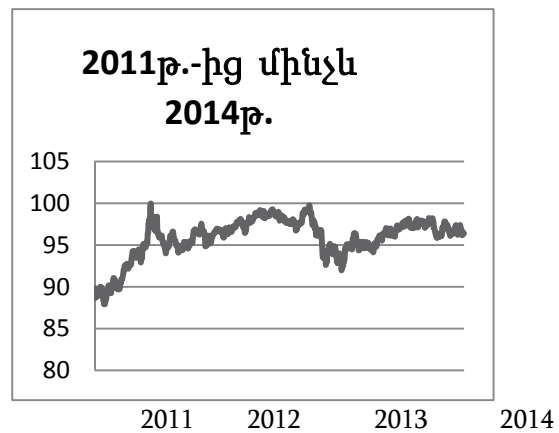
5. Ծնելիության ռիսկ: 1990 թվականին Հայաստանում 80.022 երեխա է ծնվել, իսկ 2014-ին՝ 43.061, այսինքն՝ գրեթե 2 անգամ պակաս: Ծնելիության նվազագույն ցուցանիշն արձանագրվել է 2001 թվականին՝ 33.422 երեխա: Մինչ այդ, երկրում աճել է մահացության ցուցանիշը. Եթե 1999 թվականին 21.993 մահ է արձանագրվել, ապա 2014-ին՝ 27.714: Բացի այդ, երկիրը, որտեղ բնակչության ավելի քան 7%-ը 65 տարեկանն անց մարդիկ են, ծերացող է համարվում: Հայաստանում 65 տարեկանն անց է բնակչության 11%-ը: Այս խնդիրը, հարկավոր է լուծել՝ ավելացնելով ծնելիության ցուցանիշը: Ցանկալի է հասնել նրան, որպեսզի յուրաքանչյուր ընտանիքում նվազագույնը 3 երեխա ծնվի:

6. Շուկայական ռիսկեր: Տնտեսական ճգնաժամերը (լինի լոկալ, թե՛ գլոբալ), երկրի ֆինանսական շուկայի (հատկապես կապիտալի և ապահովագրական շուկաների) թերզարգացած լինելը, մրցակցության բացակայությունը (կամ անբարեխիղճ մրցակցությունը), ստվերային տնտեսության առկայությունը, ձեռնարկությունների (այդ թվում՝ ֆինանսական) անվճարունակությունը, տոկոսադրույքների և փոխարժեքների տատանումները, այս բոլորը ներկայացնում են այն շուկայական ռիսկերը, որոնք օբյեկտիվորեն հետևում են «տնտեսական ցիկլերի» և երկրի զարգացման առանձնահատկություններին:

Առավել մեծ ուշադրություն դարձնենք շուկայական ռիսկերից տնտեսական ճգնաժամին, և, Հայաստանի օրինակով, դիտարկենք կենսաթոշակային համակարգի ակտիվների կառավարման մոդել: Օրինակում կառուցենք մոդել, որն առաջարկում է կենսաթոշակային պորտֆելի կառավարման օպտիմալ մոտեցում, որի կիրառման արդյունքում ստանում ենք ակտիվների արդյունավետ տեղաբաշխվածություն, կատարում ենք համեմատություններ երկու ժամանակահատվածների համար (2007թ.-ից մինչև 2010թ.-ը և 2011թ.-ից մինչև 2014թ.): Օրինակում հաշվի առնենք ներկայիս ՀՀ կուտակային կենսաթոշակային համակարգի ակտիվների՝ արտասահմանում ներդրման քանակային և արժույթային սահմանափակումները (մեկ թողարկողի արժեթղթում ներդրումների առավելագույն չափը չի կարող գերազանցել ֆոնդի ընդհանուր ակտիվների 10%-ը, իսկ մեկ արտասահմանյան պետությունում՝ 15%-ը [8]), որպես կենսաթոշակային ֆոնդ կոդիտարկենք հավասարակշռված ֆոնդը, հաշվի չենք առնի արժույթային ռիսկը և ծախսերը (միջնորդավճարներ և այլն), ոչ ռիսկային տոկոսադրույքը կվերցնենք ՀՀ կարճաժամկետ գանձապետական պարտատոմսի եկամտաբերությունը՝ 7.98%: Քանի որ ըստ օրենսդրության թույլատրվում է ներդրումներ կատարել արտասահմանյան արժույթով ֆոնդի ակտիվների 40%-ից ոչ ավել, ապա դիտարկվող օրինակում ակտիվների 60%-ը կներդնենք ՀՀ պարտատոմսերում, իսկ այդ 40%-ը՝ ETF-ում (Exchange traded fund) [7]: Օրինակում կիրառենք MATLAB ծրագիրը, որը, հաշվի առնելով ակտիվների ներդրումային սահմանափակումները, հնարավորություն է տալիս կառուցել պորտֆել: Դիտարկենք պասիվ կառավարում, ենթադրելով, որ պորտֆելում ոչինչ չի փոխվում: Նշված երկու ժամանակահատվածի համար պորտֆելի կառավարման արդյունքում ստանում ենք 10 պորտֆելների համար ակտիվների տեղաբաշխվածությունը: Վերցնում ենք կամայական մեկ պորտֆել և համապատասխան ակտիվների գների հետ բազմապատկելով՝ ստանում ենք պորտֆելի գները օրական կտրվածքով: Ստորև (նկ. 2 և նկ. 3) դիտարկենք պորտֆելի գնի օրական փոփոխությունը երկու ժամանակահատվածների համար՝



Նկ. 2. Պորտֆելի գնի օրական փոփոխություն

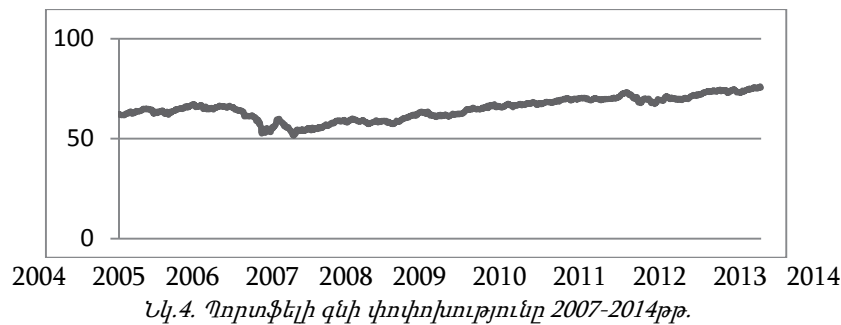


Նկ. 3. Պորտֆելի գնի օրական փոփոխություն

Ինչպես տեսնում ենք նկ.2-ում 2007թ.-ից մինչև 2010թ.-ը ակտիվների գինը ունեցել է նվազման միտում, արդյունքում նվազել է նաև մեր պորտֆելի ընդհանուր արժեքը, իսկ նկ.3-ում 2011թ.-ից մինչև 2014թ.-ը ակտիվների գինը ունեցել է աճի միտում, որի արդյունքում մեծացել է պորտֆելի արժեքը: Համեմատելով երկու ժամանակահատվածը՝ նկատում ենք, որ պորտֆելի արժեքը ամբողջ ժամանակահատվածի դեպքում աճում է: Այստեղ փաստենք նաև այն, որ առաջին ժամանակահատվածում ունեցել ենք 2008թ.-ի ճգնաժամը: Ինչպես տեսնում ենք գրաֆիկներից, բնականաբար, ճգնաժամն ունեցել է իր ազդեցությունը, գրանցվել է ակտիվների արժեքի անկում: Սակայն, նույնիսկ այդպիսի ծանր ֆինանսական պայմաններում հնարավոր է օպտիմալ պորտֆել կառուցել: Եթե պորտֆելը դիտարկենք 2007թ. - ից մինչև 2014թ.-ը, ապա, համապատասխան օպտիմալ կշիռներով

բազմապատկելով ակտիվների գները, կստանանք ստորև գծապատկերում պորտֆելի արժեքը 2007-2014թթ. ժամանակահատվածի համար: Եթե դիտարկում ենք ամբողջ ժամանակահատվածը, ապա օպտիմալ կառավարման արդյունքում կշիռները ստանում ենք տարբեր՝ համեմատած երկու ժամանակահատվածների հետ, քանի որ կառավարել ենք առանձին ժամանակահատվածներ և արդյունքում ստացել տարբեր կշիռներ այդ ժամանակահատվածների համար: Այդ իսկ պատճառով պորտֆելի արժեքները տարբեր են ամբողջ ժամանակահատվածում և առանձին վերցված ժամանակահատվածներում:

Ստորև դիտարկենք գծապատկերը (նկ.4), որտեղ ցույց է տրված պորտֆելի գնի փոփոխությունը 2007-2014թթ. ժամանակահատվածի համար.



Նկ.4-ից երևում է, որ եթե մեր ամբողջ կառավարման արդյունքում չենք փոխում ակտիվների ընտրության մասնաբաժինը. օպտիմալ կառավարման արդյունքում ակտիվների տեղաբաշխվածության մասնաբաժինը, ապա ունենում ենք պորտֆելի օրական գնի փոփոխությունը: Ինչպես նկատեցինք, մեր օրինակում, շուկայական ռիսկերից տնտեսական ճգնաժամն ունենում է իր ազդեցությունը պորտֆելի կառավարման վրա: Ակտիվների ճիշտ տեղաբաշխվածության հետևանքով հնարավոր է կառավարել պորտֆելն այնպես, որպեսզի նվազեցվեն ռիսկերը, և արդյունքում հասնենք պորտֆելի գնի մեծացմանը: Բնականաբար, պորտֆել կառավարելու ընթացքում պետք է հաշվի առնել ոչ միայն տնտեսական ճգնաժամը, այլև վերը նշված բոլոր տեսակի ռիսկերը: Նմանատիպ ռիսկերի նվազեցման հետևանքով ունենում ենք ակտիվների օպտիմալ տեղաբաշխվածություն, որից էլ և պորտֆելի գնի աճ: Արդյունքում ապահովում ենք կենսաթոշակների բարձր մակարդակ և հուսալի ապագա:

Գրականություն

1. www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/older-persons-day/en/
2. Հայաստանի վիճակագրական տարեգիրք 2014
3. ՀՀ կառավարության 2008 թվականի նոյեմբերի 13-ի N 1487-Ն
4. www.armstase.am
5. www.esa.un.org/unmigration/wallchart2013.htm
6. International labour migration. A rights-based approach. – Geneva, International Labour Office, 2010, p. 1.
7. www.finance.yahoo.com/etf/lists/
8. ՀՀ կուտակային կենսաթոշակների մասին օրենք, Գլուխ 8 հոդված 39, կետ 16: 23.11.2016.

Р.Г. Оганесян

РИСКИ НАКОПИТЕЛЬНОЙ ПЕНСИОННОЙ СИСТЕМЫ

Изучены риски накопительного пенсионного фонда РА. Большое внимание уделено основным рискам, преимуществам и недостаткам. Построены реальные портфели.

Ключевые слова: пенсионная система, пенсионный фонд, риск, актив, инвестиция, распределение активов, ограничение.

R.G. Hovhannisyan

THE RISKS OF ACCUMULATIVE PENSION SYSTEM OF RA

The risks of RA accumulative pension system are studied. More attention is paid to main risks of the system, advantages and disadvantages. Real portfolios are built.

Keywords: pension system, pension fund, risk, asset, investment, assets allocation, restriction.

Հովհաննիսյան Ռիտա Գեղամի – ասպիրանտ (ԵՊՀ)

Ա.Լ. Առաքելյան, Ն.Ն. Գևորգյան

ԱՐՏԱԴՐԱԿԱՆ ՌԻՍԿԻ ԱՍՏԻՃԱՆԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄՈԴԵԼԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Ձեռնարկության արտադրական ռիսկերի կառավարումը օպտիմալացնելու նպատակով մշակվել է օպտիմալացման տնտեսամաթեմատիկական մոդել, որը հնարավորություն է տալիս որոշել դրամական միջոցների այն օպտիմալ ծավալը, որն անհրաժեշտ է ծախսել արտադրական ռիսկերից առաջացած կորուստների վերացման համար, ինչպես նաև որոշել ռիսկերի այն խմբերը, որոնց հետևանքների վերացմանը հարկավոր է ուղղել դրամական միջոցները:

Առանցքային բառեր. ռիսկերի կառավարում, զանգվածային սպասարկման աստիճան:

Արտադրական գործունեության իրականացման ընթացքում առաջացող ռիսկերի վերլուծությունը, գնահատումը և կառավարումը շատ կարևոր խնդիրներ են: Երկրի տնտեսությունում տեղի ունեցած փոփոխությունները վեր հանեցին տեսական ու կիրառական բնույթ կրող և տնտեսության արդյունաբերական հատվածի նորմալ գործառնության ու զարգացման համար կարևոր նշանակություն ունեցող բազմաթիվ բանավեճային և արդիական խնդիրներ: Արդյունաբերական ձեռնարկություններում տնտեսական, արտադրական ռիսկերի կառավարման ոլորտում չլուծված խնդիրների թիվը կշարունակի ավելանալ մրցակցային միջավայրի ձևավորմանը զուգընթաց: Կարևոր է հաշվի առնել, որ արտադրական գործունեության մասնակից օբյեկտներից և սուբյեկտներից յուրաքանչյուրը ենթարկվում է հիերարխիկ տարբեր մակարդակների՝ աշխարհաքաղաքական, քաղաքական, սոցիալական, տնտեսական, ֆինանսական, արտադրական, առևտրային, տեխնադին ռիսկերի ազդեցությանը:

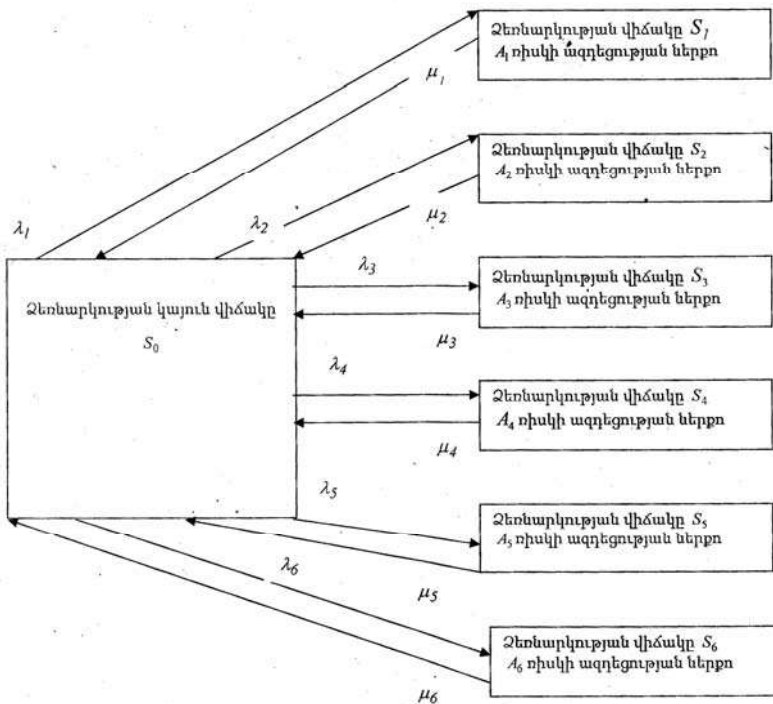
Ռիսկը նվազագույնի հասցնելու համար հարկավոր է մանրամասն մշակել գործունեության առավել անվտանգ ռացիոնալ տարբերակը: Ռիսկի գործոնների ճիշտ աստիճանավորումը և ռիսկերի ռացիոնալ կառավարումը նպաստում են շուկայական հաջող գործունեության իրականացմանը, իսկ այն ձեռնարկությունները, որոնց մենեջմենթը պատշաճ ուշադրություն չի դարձնում ռիսկերին, նմանատիպ շուկայական իրավիճակում անխուսափելիորեն դառնում են վնասաբեր: Ուստի ռիսկերի գնահատման և կառավարման տեսության և պրակտիկայի հետ առնչվող հարցերը շատ արդիական են ներկա պայմաններում: Կարևոր է ճիշտ հասկանալ տնտեսական և արտադրական ռիսկերի դերը և դրսևորումները ինչպես միկրո-, այնպես էլ մակրոմակարդակներում:

Արդյունաբերական ձեռնարկությունների զարգացման ապահովման հիմքը արտաքին միջավայրի անորոշության դինամիկայի կանխատեսման և այդ անորոշության նվազեցման ռացիոնալ մեխանիզմների ձևավորման կարողությունն է, այսինքն՝ ռիսկերի կառավարման արդյունավետ համակարգի կառուցումը: Անհրաժեշտ է հաշվի առնել, որ արդյունաբերական ձեռնարկությունների մենեջմենթի գործիքակազմը քիչ է նպաստում անորոշության պայմաններում արդյունաբերական ձեռնարկությունների կառավարման արդյունավետության բարձրացմանը: Այն դեպքում, երբ ազգային տնտեսական համակարգում ստեղծված իրավիճակը թելադրում է արդյունաբերական արտադրության զարգացմանը սպառնացող ռիսկերի հստակ գնահատման և կառավարման անհրաժեշտություն:

Օպերատիվ կառավարման ընթացքում ռիսկերի գնահատման անհրաժեշտությունն ընդունվում է միայն ֆինանսական ոլորտի ձեռնարկությունների համար, սակայն նույնիսկ այս ոլորտին պատկանող ոչ բոլոր ձեռնարկությունները կարող են ապահովել ռիսկ-մենեջմենթի բարձր որակ, ինչը նույնպես վկայում է ռիսկերի կառավարման գիտական հիմքերի զարգացման անհրաժեշտության մասին: Նշված գործոնները վկայում են արդյունաբերական ձեռնարկությունների ռիսկերի կառավարման վրա հիմնված օպերատիվ կառավարման համակարգի զարգացման գիտականորեն հիմնավորված մոտեցման ձևավորման անհրաժեշտության մասին: Այսպիսով, ռիսկերը և դրանց կառավարման խնդիրը ձեռնարկությունների ֆինանսական և արտադրական գործունեության առանցքային խնդիրներից են: Չնայած այն բանի, որ գոյություն ունի արդյունաբերական ձեռնարկությունների կառավարմանը վերաբերող աշխատանքների բավական լայն սպեկտր, ռիսկերի գնահատման և կառավարման հիման վրա արդյունաբերական ձեռնարկությունների օպերատիվ կառավարման հարցերը թերի են ուսումնասիրված, իսկ արդյունաբերական ձեռնարկությունների արտադրական ռիսկերի հետազոտման մասին տվյալների սահմանափակությունը, ընդհանուր առմամբ, հաստատում է թեմայի տեսական և գործնական արդիականությունը:

Ռիսկի գնահատման գոյություն ունեցող մեթոդների վերլուծությունը ցույց տվեց, որ դրանք ունեն իրենց կիրառման հստակ որոշակիացված ոլորտը և անհրաժեշտ մեթոդի կամ մեթոդների խմբի ընտրությունը կախված է առկա տեղեկատվության որակից:

Ստորև մշակվել է թեթև արդյունաբերության ձեռնարկություններում արտադրական ռիսկի



Նկ. Կայուն վիճակից ռիսկային վիճակի ձեռնարկության անցման գրաֆը

Մոդելի իրագործման համար քննարկվել է մի խումբ ռիսկերի ազդեցության ներքո կայուն վիճակից ռիսկային վիճակի ձեռնարկության անցման գրաֆը (նկ.), որտեղ λ_i -ն i -րդ ռիսկային իրավիճակի առաջացման հաճախականությունն է, ($i = 1, \dots, 6$); μ_i -ն i -րդ ռիսկային իրավիճակի վերացման ինտենսիվությունը, ($\mu = 1/t$) :

S_0 -ից մինչև S_6 -ի իրավիճակների համար կազմվել են Կոլմոգորովի հավասարությունները և բոլոր հավանականությունները արտահայտվել են p_0 -ի միջոցով: Այսպիսով, ստացվել են հետևյալ բանաձևերը՝

$$p_0 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_1}{\mu_1} + \frac{\lambda_2}{\mu_2} + \frac{\lambda_3}{\mu_3} + \frac{\lambda_4}{\mu_4} + \frac{\lambda_5}{\mu_5} + \frac{\lambda_6}{\mu_6}}, \quad (1)$$

$$p_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1} \cdot p_0; p_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_2} \cdot p_0; p_3 = \frac{\lambda_3}{\mu_3} \cdot p_0; p_4 = \frac{\lambda_4}{\mu_4} \cdot p_0; p_5 = \frac{\lambda_5}{\mu_5} \cdot p_0; p_6 = \frac{\lambda_6}{\mu_6} \cdot p_0 : \quad (2)$$

«Տավրոս» ՓԲԸ-ի վիճակագրական տեղեկատվության հիման վրա հաշվարկվել են ինչպես կայուն վիճակում ձեռնարկության գտնվելու հավանականությունը, այնպես էլ արտադրական ռիսկերի ազդեցության տակ գտնվելու հավանականությունը:

Մոդելի իրագործման հաջորդ փուլը օպտիմալացման խնդրի առաջադրումն է դրամական միջոցների օպտիմալ ծավալի որոշումը, որը պետք է ներդնի ձեռնարկությունը արտադրական ռիսկերը վերացնելու համար, ինչպես նաև այն, թե ռիսկերի որ խմբերին ուղղել այդ միջոցները՝ ռիսկային իրավիճակների հետևանքների արդյունավետ վերացման համար, որպեսզի ձեռնարկության կայուն վիճակի հավանականությունը $p_0 \rightarrow \max$:

Համաձայն խնդրի պահանջների՝ նպատակային ֆունկցիան կրնա լինի հետևյալ տեսքը՝

$$\frac{1}{1 + \frac{\lambda_1}{\alpha_1 \cdot \bar{A}_1} + \frac{\lambda_2}{\alpha_2 \cdot \bar{A}_2} + \frac{\lambda_3}{\alpha_3 \cdot \bar{A}_3} + \frac{\lambda_4}{\alpha_4 \cdot \bar{A}_4} + \frac{\lambda_5}{\alpha_5 \cdot \bar{A}_5} + \frac{\lambda_6}{\alpha_6 \cdot \bar{A}_6}} \rightarrow \max$$

$\sum_{i=1}^6 D_i = D$ սահմանափակման պայմաններում, որտեղ D -ն ռիսկային բոլոր իրադարձություններից հետո կայուն վիճակի վերականգնմանն ուղղված ձեռնարկության կողմից հատկացվող դրամական միջոցների գումարն է: Օպտիմալացման խնդրի լուծման համար օգտագործվել է MS-Excel կիրառական ծրագրերի

նվազեցման զանգվածային սպասարկման տեսության տարրեր [1] պարունակող տնտեսամաթեմատիկական մոդել, որը հնարավորություն կտա ձեռնարկության ղեկավարությանը մինիմացնել արտադրական ռիսկերի ազդեցության տակ ձեռնարկության գտնվելու հավանականությունը և ավելացնել ձեռնարկության կայուն գործառնության տևողությունը: Ռիսկերի կառավարման օպտիմալացման մոդելի մշակման համար կատարվել է զանգվածային սպասարկման տեսության հիմնական տարրերի վերլուծություն. դրո՞ք հարմարեցվել են մեր խնդրի լուծմանը: Որպես հետազոտման տեղեկատվական բազա ընտրվել է տղամարդկանց ու կանանց ձմեռային և գարնանա-աշնանային կոշիկերն թողարկող Գյումրու «Տավրոս» ՓԲԸ-ն:

փաթեթը, քանի որ Excel համակարգն ունի նման խնդիրների լուծման համապատասխան գործիքակազմ: Այս խնդրի լուծման նպատակը ռիսկային իրադարձությունների հետևանքների վերացմանն ուղղվող դրամական միջոցների օպտիմալ ծավալը որոշելն է՝ ձեռնարկության կայուն վիճակում գտնվելու հավանականության առավելագույն պայմանով և հաշվի առնելով խնդրում առկա սահմանափակումները:

Աղյուսակ

<<Տավրոս>> կոշիկի ձեռնարկությունում արտադրական ռիսկերի նվազեցման խնդրի լուծման վերլուծություն

Արտադրական ռիսկերի խումբը	Արտադրական ռիսկերի ազդեցության տակ գտնվելու ելակետային հավանականությունները, p_i	Արտադրական ռիսկերի ազդեցության տակ գտնվելու հա- վանականությունները օպտի- մալացման խմբի լուծումից հետո, p'_i	Ռիսկային իրադարձության վերացման համար պահանջվող եկամետային դրամական միջոցները, D_i (հազ.դրամ)	Ռիսկային իրադարձության վերացման համար պահանջվող եկամետային դրամական միջոցները, D'_i (հազ.դրամ)
A ₁	$p_1=0,111$	$p'_1=0,194$	$D_1=300$	$D'_1=172,3$
A ₂	$p_2=0,107$	$p'_2=0,103$	$D_2=200$	$D'_2=207,5$
A ₃	$p_3=0,156$	$p'_3=0,118$	$D_3=100$	$D'_3=132,2$
A ₄	$p_4=0,103$	$p'_4=0,101$	$D_4=250$	$D'_4=255,0$
A ₅	$p_5=0,148$	$p'_5=0,062$	$D_5=50$	$D'_5=119,4$
A ₆	$p_6=0,075$	$p'_6=0,066$	$D_6=100$	$D'_6=113,6$
			1000	1000

«Տավրոս» ՓԲԸ-ի օրինակով օպիտամալացման մոդելի իրագործման արդյունքում որոշվել է, որ ձեռնարկության կայուն վիճակում գտնվելու առավելագույն հավանականությունը՝ $p_0 = 0,356$: Այդ հավանականությանը կարելի է հասնել արտադրական ռիսկի առանձին խմբերի միջև դրամական միջոցների ռացիոնալ բաշխման եղանակով: Այս մոդելի իրագործումը «Տավրոս» ՓԲԸ-ի պայմաններում հնարավորություն տվեց՝

1) հասնել ձեռնարկության կայուն վիճակի հավանականության բարձրացմանը $p_0 - p_0 = 0,356 - 0,308 = 0,048$ - ով:

2) կատարել ռիսկային իրադարձությունների բացասական հետևանքների վերացմանն ուղղված դրամական միջոցների ռացիոնալ բաշխում,

3) հասնել արտադրական ռիսկերի ազդեցության տակ ձեռնարկության գտնվելու հավանականության նվազեցմանը:

Առաջարկվող տնտեսամաթեմատիկական մոդելի իրագործման արդյունքները ներկայացված են աղյուսակում:

Գրականություն

1. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: КомКнига, 2005. - 408 с.
30.10.2016.

А.Л. Аракелян, Н.Н. Геворгян

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РИСКА

С целью оптимизации управления производственными рисками разработана оптимизационная экономико-математическая модель, позволяющая определить тот оптимальный объем денежных средств, который необходимо затратить для устранения возникших из-за производственных рисков потерь, а также выявить группы тех рисков, на устранение последствий которых необходимо направить денежные средства.

Ключевые слова: управление рисками, теория массового обслуживания, степень производственного риска.

A.L. Arakelyan, N.N. Gevorgyan

DEVELOPMENT MODEL ASSESSMENT OF THE DEGREE OF PRODUCTION RISK

In order to optimize the management of operational risks an economic and mathematical model of optimization is developed which enables us to determine the optimal amount of cash that must be expended to eliminate the problems due to the loss of production risks, as well as to determine the group of those risks, for the elimination of consequences of which it is needed to send money.

Keywords: risk management, queuing theory, degree of production risk.

Առաքելյան Արթուր Լևոնի - դասախոս (ՀԱՊՀ Գյումրու մասնաճյուղ)

Գևորգյան Նազիկ Նազարի - ասիստենտ (ՀԱՊՀ Գյումրու մասնաճյուղ)

ՀՏԴ 338

ԷԿՈՆՈՄԻԿԱ ԵՎ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄ

Գ.Ռ. Չախոյան

ՀՀ ԲՆԱԿՉՈՒԹՅԱՆ ԱՐՏԱԳԱՂԹԻ ՈՐՈՇԻՉՆԵՐԸ

Բացահայտվում են ՀՀ բնակչության կողմից արտագաղթի դիմելու հիմնական դրդապատճառները: Լոջիստիկ մոդելի օգնությամբ մոդելավորվել են 2015 թ. ՀՀ բնակչության շրջանում անցկացված ներկայացուցչական հարցումների տվյալները, իսկ գործոնային վերլուծության միջոցով բացահայտվել են լոջիստիկ մոդելում օգտագործվող բացատրող փոփոխականների միջև եղած որոշ կապեր և նվազեցվել է այդ փոփոխականների բազմության չափողականությունը:

Առանցքային բառեր. միգրացիա, լոջիստիկ մոդել, մուլտիկոլինեարություն, VIF վերլուծություն, գործոնային վերլուծություն:

Ներածություն: Մարդկային միգրացիան մարդու կողմից իր բնակության վայրից հեռանալն է այլ վայրում ժամանակավոր կամ մշտական բնակություն հաստատելու նպատակով: Այդ տեղաշարժը կարող է լինել ինչպես որևէ պետության սահմաններում (ներքին միգրացիա), այնպես էլ տարբեր պետությունների սահմանների միջև (արտաքին միգրացիա): Մարդիկ ամբողջ պատմության ընթացքում միգրացիայի են դիմել: Բնակիչ, ամեն ժամանակաշրջանին և տարածաշրջանին բնորոշ են եղել միգրացիայի դիմելու յուրահատուկ դրդապատճառները, որի պատճառով է, որ գիտական շրջանակներում չկա միգրացիայի վերաբերյալ մեկ ընդհանրացված տեսություն: Մշտական բնավեճի առարկա է նաև այն հարցը, թե միգրացիան առավելապես դրական, թե բացասական ազդեցություն է թողնում ուղարկող և ընդունող երկրների համար: Տվյալ հոդվածում մենք փորձել ենք էկոնոմետրիկ լոջիստիկ մոդելի և և գործոնային վերլուծության օգնությամբ բացահայտել այն հիմնական գործոնները, որոնք ազդում են ՀՀ բնակիչների՝ միգրացիայի դիմելու որոշման վրա:

Արտագաղթը պայմանավորող գործոնների հիմնական մոդելը: Տվյալ աշխատանքում մեր կողմից օգտագործվել են Հետազոտական ռեսուրսների կոմպլայս կենտրոնի (ՀՌԿԿ, անգլ.՝ CRRC) կողմից 2015թ. անցկացված ներկայացուցչական հարցումների արդյունքները [1]: Նշենք, որ այդ հարցումներն անցկացվում են ամեն տարի՝ սկսած 2004 թվականից հարավկովկասյան երեք պետություններում՝ Հայաստանում, Վրաստանում և Ադրբեյջանում: Ամեն երկրում հարցման են ենթարկվում մոտ երկու հազար հոգի: Հարցերը վերաբերում են անհատների կյանքի տարբեր ոլորտներին, այդ թվում՝ կան հարցեր, որոնք առնչություն ունեն միգրացիայի հետ: Այդ հարցերից առավել կարևորները երեքն են՝ «<ունե՞ք արդյոք արտերկրում ապրող մոտ բարեկամ>>, «<հետաքրքրվա՞ծ եք արդյոք մշտական միգրացիայի դիմելով>>, «<հետաքրքրվա՞ծ եք արդյոք ժամանակավոր միգրացիայի դիմելով>>: Հարցվածների մոտ 92%-ն ասել է, որ ունեն արտերկրում ապրող մոտ բարեկամ (բարեկամ, ով 30 և ավելի օր բացակայում է ՀՀ-ից), ընդ որում այդ ցուցանիշը գրեթե նույն արժեքն է ստանում քաղաքային և գյուղական բնակչության մոտ. այն տատանվում է 91...93% միջակայքում: Հարցվածների 30%-ը պատասխանել է, որ հետաքրքրված են մշտական միգրացիայի դիմելով, ընդ որում մայրաքաղաքում՝ 37%, քաղաքներում՝ 29%, իսկ գյուղերում՝ 25%: Տղամարդիկ ավելի են հակված մշտական միգրացիայի դիմելու (34%), քան կանայք, ում 29%-ն է հակված մշտական միգրացիայի դիմելու: Հարցվածների մոտ 58%-ն ասել է, որ հետաքրքրված են ժամանակավոր միգրացիայի դիմելով, ընդ որում մայրաքաղաքում՝ 66%, քաղաքներում՝ 57%, իսկ գյուղերում՝ 51%: Տղամարդիկ ավելի են հակված նաև ժամանակավոր միգրացիայի դիմելու՝ 59%կանանց 57%-ի դիմաց: Մարդկանց զբաղվածության և միգրացիայի դիմելու հակվածության միջև կապը ներկայացված է աղյուսակ 1-ում:

Ինչպես նշեցինք, մեր խնդիրը ՀՀ քաղաքացիների կողմից միգրացիայի որոշման կայացման վրա ազդող գործոնների բացահայտումն է, որոնք կարող են ինչպես դրդող, այնպես էլ ձգող գործոններ հանդիսանալ: Այդ խնդիրը լուծելու համար օգտագործել ենք վերոնշյալ տվյալների բազան, որում առկա հարցերը կարող են օգտագործվել որպես փոփոխականներ վերլուծությունների համար: Տվյալների բազայի հետ կապված ամենակարևոր խնդիրն այն է, որ այդ փոփոխականների միջև կարող է առկա լինել բարձր մուլտիկոլինեարություն:

Մասնավորապես, առկա են այնպիսի հարցեր, որոնք իրենց բովանդակությամբ էապես տարբեր են, բայց մարդկանց կողմից այդ հարցերին տրվող պատասխանները կարող են միևնույն միտումը դրսևորել: Այսպես՝ անհատը կարող է իր վատ տնտեսական վիճակը ասոցացնել պետական և ոչ պետական ինստիտուտների բացասական գործունեության հետ և այն հարցին, թե ինչքան է վստահում ՀՀ կառավարությանը, ցածր բալով պատասխան տա, բայց իրականում նրա այդպիսի պատասխանը պայմանավորված լինի նրա աղքատ լինելու հանգամանքով: Հաջորդ կարևոր խնդիրն այն է, որ մարդկանց

որոշ մասը կարող է լրջության և անկեղծության բավարար մակարդակ չդրսևորելիարցման ընթացքում, և հարցազրուցավարը փաստացի դրա վրա ազդեցություն չի կարող ունենալ: Այս խնդիրները, իհարկե, աղավաղում են վերլուծությունների արդյունքները, որոնք կարող են հաճախ ճիշտ տրամաբանությանը հակասող բնույթ կրել: Հետևաբար պետք է բոլոր հասանելի միջոցներով կանխել այդ խնդիրների ազդեցությունը վերջնական արդյունքների և եզրակացությունների վրա:

Աղյուսակ 1

Մարդկանց զբաղվածության և միգրացիայի դիմելու հակվածության կայք		
Զբաղվածության տեսակ	Մշտական միգրացիայի դիմելու հակվածություն (%)	Ժամանակավոր միգրացիայի դիմելու հակվածություն (%)
Թոշակի անցած	16,96	31,72
Ուսանող, չաշխատող	44,07	79,66
Տնային տնտեսուհի, չաշխատող	29,62	64,13
Գործազուրկ	44,52	72,6
Աշխատող	31,31	64,27
Ինքնագրագված	40,91	68,18
Հաշմանդամ	26,67	36,67
Այլ	28,57	57,14

Հիմք ընդունելով հարցերի բովանդակությունը՝ ընդհանուր երեք հարյուրից ավել հարցից մեր կողմից ընտրվել է քառասուներկու հարց (փոփոխականներ), որոնք կարող են ազդեցություն ունենալ մարդկանց կողմից միգրացիայի դիմելու հակվածության վրա: Մուլտիկոլինեարության խնդիրը լուծելու համար կատարվել է VIF (Variance inflation factor) վերլուծություն (և դրա տարատեսակը՝ GVIF վերլուծություն [2]), որը ցույց է տվել, որ փոփոխականների միջև մուլտիկոլինեարության խնդիր չկա, իսկ եթե առկա լինի, ապա շատ թույլ: Սակայն երբ դիտարկում ենք փոփոխականների կոռելյացիոն մատրիցը, ապա նկատում ենք, որ այնտեղ որոշ փոփոխականների միջև կոռելյացիայի գործակիցը բավականին բարձր է: Հետևաբար անհրաժեշտություն է առաջանում կատարել լրացուցիչ հետազոտություններ մուլտիկոլինեարության խնդիրը հիմնովին լուծելու համար: Այդ նպատակով մեր կողմից կատարվել է գործոնային վերլուծություն (անգլ.՝ factor analysis): Գործոնային վերլուծությունը, բացի փոփոխականների միջև կապերը բացահայտելուց, կատարում է նաև մեկ այլ կարևոր ֆունկցիա. այն թույլ է տալիս նվազեցնել փոփոխականների քանակը՝ դրանցից որոշները փոխարինելով վերլուծության արդյունքում բացահայտված գործոններով: Աղյուսակ 2-ում ներկայացված են գործոնային վերլուծության արդյունքները. երկրորդ սյունակում ներկայացված են այն փոփոխականները, որոնք օգտագործվել են գործոնային վերլուծության ընթացքում, առաջինում՝ վերլուծության արդյունքում բացահայտված գործոնները: Նշենք, որ նախնական քառասունչորս փոփոխականից ընտրվել է քսաներկու փոփոխական, որոնք կոռելյացիոն մատրիցում ունեցել են կոռելյացիայի բարձր գործակիցներ: Բնչպես երևում է աղյուսակից, քսաներկու փոփոխականից վեց գործոնի վրա բեռնվել է ընդամենը տասնինը (բեռնվածության գործակիցը մեծ 0,4-ից): Մնացած երեք փոփոխականը լոջիթ մոդելում օգտագործվել է որպես առանձին փոփոխական:

Աղյուսակ 2-ում առկա ինֆորմացիայից կարելի է եզրակացնել, որ մուլտիկոլինեարության խնդիրը գործոնային վերլուծության միջոցով մեծամասամբ հաղթահարվել է: Հիմնականում բացահայտվել են փոփոխականների միջև կապերը: Այսպես՝ ՀՀ քաղաքացիները հակված են վստահության միևնույն մակարդակն արտահայտել իշխանության երեք թևերի և որոշ ինստիտուտների (այդ թվում ոչ պետական՝ օրինակ մամուլի) նկատմամբ՝ հաշվի չառնելով, որ դրանք տարբեր ֆունկցիաներ են կատարում և կազմված են մարդկանց տարբեր խմբերից: Գործոնային վերլուծությունը նաև ցույց տվեց, որ մարդկանց կողմից իշխանությունների նկատմամբ վստահության և իրենց տնտեսական վիճակի միջև կապն այնքան էլ ուժեղ չէ: Ուշագրավ է նաև այն, որ որպես առանձին գործոններ են ստացվել մարդկանց՝ կյանքից բավարարվածության աստիճանը և իրենց տնտեսական վիճակը: Բնչպես երևում է աղյուսակից, մարդիկ վստահության նմանատիպ մակարդակ են ցուցաբերել բանկային համակարգի երկու մակարդակի՝ ԿԲ-ի և մասնավոր բանկերի նկատմամբ: Բնչ վերաբերում է 5-րդ գործոնին, ապա վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ մարդկանց կողմից այդ երկու ինստիտուտների նկատմամբ վստահության մակարդակները իրար բավականին մոտ են, բայց պարտադիր չէ, որ մարդկանց կողմից դրանք ընկալվեն որպես նման ինստիտուտներ:

Աղյ. 3 և 4-ում ներկայացված են լոջիթ վերլուծության արդյունքները, որտեղ անկախ փոփոխականների քանակը երեսունմեկ է՝ նախնական փոփոխականներից քսանհինգը և վեց գործոններ, իսկ կախյալ փոփոխականը <<հետաքրքրված եք արդյոք մշտական միգրացիայի դիմելով>> հարցի պատասխանն է (EMIGRAT): Նշենք, որ որպես գործոնների արժեքներ օգտագործվել են այդ գործոնների գնահատականները (անգլ.՝ factor score), որոնք ստանդարտված փոփոխականներ են՝ 0 միջինով և 1 վարիացիայով:

Աղյուսակ 3-ում ներկայացված են այն փոփոխականները, որոնց համար նշանակալի գործակիցներ են ստացվել: Ինչպես երևում է աղյուսակից, բոլոր վեց գործոնների գնահատված գործակիցները նշանակալի են:

Աղյուսակ 2

Գործոնները և դրանց վրա բեռնված փոփոխականները

Գործոնի համար	Գործոնի անվանում	Փոփոխականներ
1	Երկրի իշխանության նկատմամբ վստահության աստիճան	• Ինչքան եք վստահում դատական համակարգին • Ինչքան եք վստահում Ազգային ժողովին • Ինչքան եք վստահում գործադիր իշխանությանը • Ինչքան եք վստահում նախագահին • Ինչքան եք վստահում ոստիկանությանը • Ինչքան եք վստահում կուսակցություններին • Ինչքան եք վստահում մամուլին • Ինչքան եք վստահում տեղական ինքնակառավարման մարմիններին • Ինչքանով եք աջակցում երկրում սահմանադրական բարեփոխումներին
2	Անհատի տնտեսական վիճակ	• Տնային տնտեսության տնտեսական վիճակը • Ներկայումս Ձեր կարծիքով Դուք որ տնտեսական խավին եք պատկանում • Ապագայում սպասվող տնտեսական վիճակը
3	Բանկային համակարգի նկատմամբ վստահության աստիճան	• Ինչքան եք վստահում բանկերին • Ինչքան եք վստահում ՀՀ Կենտրոնական բանկին
4	Կյանքից բավարարվածության աստիճան	• Ինչքան եք գնահատում Ձեր երջանկության մակարդակը • Կյանքից ընդհանուր բավարարվածության աստիճանը
5	Կրթական և առողջապահական համակարգերի նկատմամբ վստահության աստիճան	• Ինչքան եք վստահում առողջապահության համակարգին • Ինչքան եք վստահում կրթական համակարգին
6	Կրոնական կազմակերպության նկատմամբ վստահության աստիճան	• Ինչքան եք վստահում կրոնական այն կազմակերպությանը, որին պատկանում եք

Մոդելի արդյունքները մեկնաբանվում են հետևյալ կերպ՝

- Տարիքի աճին զուգահեռ նվազում է մարդկանց՝ մշտական միգրացիայի դիմելու հետաքրքրվածությունը (AGE), $B = -0.045$, $exp(B) = 0.956$: $exp(B)$ գործակցի արժեքը ցույց է տալիս տարիքի ազդեցության ուժգնությունը միգրացիայի որոշում կայացնելու վրա: Տվյալ դեպքում այն ցույց է տալիս, որ մարդու տարիքը մեկ տարով աճելու դեպքում նրա՝ միգրացիայի դիմելու շանսերի հարաբերակցությունը ($odds\ ratio = \pi_i / (1 - \pi_i)$, որտեղ π_i -ն միգրացիայի դիմելու հավանականությունն է), աճում է 0.956 անգամ, այսինքն՝ իրականում նվազում է:
- Այն մարդիկ, ովքեր արտերկրում ապրող մոտ ընկեր չունեն ($CLFRDAB$), ավելի քիչ են հակված մշտական միգրացիայի դիմելու՝ $B = -0.406$, $exp(B) = 0.666$:
- Այն մարդիկ, ովքեր վերջին 12 ամիսների ընթացքում որևէ ձևով կաշառք են տվել ($PAYBRIB$), ավելի են հակված մշտական միգրացիայի դիմելու, քան նրանք, ովքեր չեն տվել՝ $B = 0.865$, $exp(B) = 2.376$: Տվյալ դեպքում $exp(B)$ -ն բավականին բարձր արժեք է ստացել, որը նշանակում է, որ կաշառք տալու կամ չտալու հանգամանքը զգալի ազդեցություն ունի մարդկանց՝ միգրացիայի մեջ հետաքրքրվածության վրա:
- Ռուսերենի իմացության վերաբերյալ փոփոխականը ($KNOWRUS$) կատեգորիալ փոփոխական է, որի համար բազային մակարդակ է ընտրվել ռուսերենի գերազանց իմացությունը: $KNOWRUS(3)$ -ը ռուսերենի միջին իմացությանն է համապատասխանում, $KNOWRUS(2)$ -ը՝ սկսնակին, իսկ $KNOWRUS(1)$ -ը՝ առանց տարրական մակարդակին: Քանի որ աղյուսակ 3-ում ներառված երեք փոփոխականն էլ բացասական նշանով գործակից են ստացել, դա նշանակում է, որ ռուսերենի գերազանց իմացությամբ մարդիկ ավելի հակված են մշտական միգրացիայի դիմելու: Հաշվի առնելով

գործակիցների բացարձակ մեծությունները՝ կարող ենք նաև ասել, որ ինչքան ավելի լավ է անհատը ռուսերենի տիրապետում, այնքան ավելի հակված է մշտական միգրացիայի դիմելու:

Աղյուսակ 3

Մոդելի գործակիցները գործոնային վերլուծությունից հետո,
կախյալ փոփոխականը EMIGRAT

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
AGE	-0.045	0.006	62.418	1	0.000	0.956
CLFRDAB(1)	-0.406	0.189	4.604	1	0.032	0.666
PAYBRIB(1)	0.865	0.373	5.370	1	0.020	2.376
KNOWRUS			7.232		0.065	
KNOWRUS(1)	-1.452	0.797	3.322	1	0.068	0.234
KNOWRUS(2)	-0.436	0.256	2.914	1	0.088	0.646
KNOWRUS(3)	-0.036	0.210	0.030	1	0.863	0.965
FAC1_1	-0.394	0.084	21.978	1	0.000	0.675
FAC2_1	-0.328	0.083	15.587	1	0.000	0.720
FAC3_1	-0.178	0.081	4.821	1	0.028	0.837
FAC4_1	-0.162	0.085	3.648	1	0.056	0.850
FAC5_1	-0.264	0.079	11.106	1	0.001	0.768
FAC6_1	-0.173	0.079	4.787	1	0.029	0.841
Constant	0.711	0.447	2.522	1	0.112	2.035

Աղյուսակ 4

Հոսմեր-Լեմեշովի թեստի
արդյունքները

Hosmer and Lemeshow Test		
Chi-Square	df	Sig.
6.233	8	0.621
Cut-off value		0.050

- Հաջորդ փոփոխականները գործոնային վերլուծության արդյունքում ստացված գործոններն են: Այն մարդիկ, ովքեր ավելի քիչ են վստահում երկրի իշխանություններին(գործոն 1), ավելի հակված են մշտական միգրացիայի դիմելու՝ $B = -0.394, exp(B) = 0.675$: Քանի որ այս դեպքում օգտագործվել են գործոնների գնահատականները, մեկնաբանությունը այլ է սովորական փոփոխականների համեմատ: Այսպես՝ երկրի իշխանության նկատմամբ վստահության մեկ ստանդարտ շեղում աճը բերում է միգրացիայի դիմելու շանսերի հարաբերակցության 0.675 անգամ աճի: Նման ձևով կարելի է մեկնաբանել մնացած գործոնների գործակիցները:
- Այն մարդիկ, ում տնտեսական վիճակը ավելի վատ է (գործոն 2), ավելի հակված են մշտական միգրացիայի դիմելու՝ $B = -0.328, exp(B) = 0.720$:
- Այն մարդիկ, ովքեր ավելի քիչ են վստահում բանկային համակարգին (գործոն 3), ավելի հակված են մշտական միգրացիայի դիմելու՝ $B = -0.178, exp(B) = 0.837$:
- Այն մարդիկ, ովքեր ավելի քիչ են բավարարված իրենց կյանքով (գործոն 4), ավելի հակված են մշտական միգրացիայի դիմելու՝ $B = -0.162, exp(B) = 0.85$:
- Այն մարդիկ, ովքեր ավելի քիչ են վստահում կրթական և առողջապահական համակարգերին (գործոն 5), ավելի հակված են մշտական միգրացիայի դիմելու՝ $B = -0.264, exp(B) = 0.768$:
- Այն մարդիկ, ովքեր ավելի քիչ են վստահում այն կրոնական կազմակերպությանը, որին անդամակցում են (գործոն 6), ավելի հակված են մշտական միգրացիայի դիմելու՝ $B = -0.173, exp(B) = 0.841$:

Հետազոտության տեսանկյունից կարևոր է նաև տարբեր փոփոխականների և գործոնների գործակիցների համեմատությունը, օրինակ, մարդկանց տնտեսական վիճակը բնութագրող գործոնի ազդեցությունը միգրացիայի դիմելու որոշման վրա ավելի մեծ է, քան իշխանությունների նկատմամբ վստահության աստիճանը բնութագրող գործոնինը:

Աղյուսակ 4-ում ներկայացված են մոդելի որակը ցույց տվող Հոսմեր-Լեմեշովի թեստի արդյունքները: $Sig. = 0.621$, որը նշանակում է, որ մոդելը նշանակալի է: Աղյ. 5 և 6-ում ներկայացված են լոջիստիկ վերլուծության արդյունքները, որտեղ անկախ փոփոխականների քանակը երեսունմեկ է՝ նախնական փոփոխականներից քսանհինգը և վեց գործոններ, իսկ կախյալ փոփոխականը <<հետաքրքրված եք արդյոք ժամանակավոր միգրացիայի դիմելով>> հարցի պատասխանը (MIGSHRT)-ն է: Աղյուսակ 5-ում ներկայացված են այն փոփոխականները, որոնց համար նշանակալի գործակիցներ են ստացվել:

Մոդելի արդյունքները մեկնաբանվում են հետևյալ կերպ՝

- Տարիքի աճին զուգահեռ նվազում է մարդկանց ժամանակավոր միգրացիայի դիմելու հետաքրքրվածությունը (AGE), $B = -0.037, exp(B) = 0.964$:
- Այն մարդիկ, ովքեր ավելի բարձր են գնահատում իրենց առողջական վիճակը, ավելի են հակված ժամանակավոր միգրացիայի դիմելու, $B = 0.212, exp(B) = 1.236$:

Աղյուսակ 5
Մոդելի գործակիցները գործոնային վերլուծությունից հետո,
կախյալ փոփոխականը՝ MIGSHRT

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
AGE	-0.037	0.005	48.014	1	0.000	0.964
HLTHRAT	0.212	0.093	5.228	1	0.022	1.236
CLFRDAB(1)	-0.322	0.174	3.427	1	0.064	0.725
KNOWRUS			18.260		0.000	
KNOWRUS(1)	-2.533	0.713	12.615	1	0.000	0.079
KNOWRUS(2)	-0.623	0.246	6.397	1	0.011	0.537
KNOWRUS(3)	-0.181	0.212	0.725	1	0.394	0.835
INCSOUAB(1)	-0.420	0.169	6.173	1	0.013	0.657
FAC1_1	-0.369	0.079	21.976	1	0.000	0.691
FAC2_1	-0.147	0.083	3.148	1	0.076	0.864
Constant	3.051	0.698	19.096	1	0.000	21.127

Աղյուսակ 6
Հոսմեր-Լեմեշովի թեստի
արդյունքները

Hosmer and Lemeshow Test		
Chi-Square	df	Sig.
6.017	8	0.645
Cut-off value		0.050

- Այն մարդիկ, ովքեր արտերկրում ապրող մոտ ընկեր չունեն (CLFRDAB), ավելի քիչ են հակված ժամանակավոր միգրացիայի դեմելու՝ $B = -0.322, exp(B) = 0.725$:
- Այն մարդիկ, ովքեր ավելի լավ են տիրապետում ռուսերեն լեզվին (KNOWRUS), ավելի են հակված ժամանակավոր միգրացիայի դեմելու:
- Այն մարդիկ, ովքեր արտերկրում ապրող բարեկամներից դրամական օգնություն չեն ստանում (INCSOUAB), ավելի քիչ են հակված ժամանակավոր միգրացիայի դեմելու, քան նրանք, ովքեր ստանում են այդպիսի եկամուտ՝ $B = -0.420, exp(B) = 0.657$:
- Այն մարդիկ, ովքեր ավելի քիչ են վստահում երկրի իշխանություններին (գործոն 1), ավելի հակված են ժամանակավոր միգրացիայի դեմելու՝ $B = -0.369, exp(B) = 0.691$:
- Այն մարդիկ, ում տնտեսական վիճակը ավելի վատ է (գործոն 2), ավելի հակված են ժամանակավոր միգրացիայի դեմելու՝ $B = -0.147, exp(B) = 0.864$:

Աղյ. 6-ում ներկայացված են մոդելի որակը ցույց տվող Հոսմեր-Լեմեշովի թեստի արդյունքները: $Sig. = 0.645$:

Եզրակացություն: Մեր կողմից առաջադրված խնդիրը օգտագործված տվյալների բազայի շրջանակներում հիմնականում լուծում է ստացել. բացահայտվել են այն գործոնները, որոնք կարող են ազդել ՀՀ բնակիչների միգրացիայի դեմելու որոշման վրա: Այդ գործոններն ընդգրկում են փոփոխականներ, որոնք կապ ունեն ինչպես անհատի տնտեսական վիճակի, նրա՝ կյանքից բավարարվածության, այնպես էլ կառավարող սուբյեկտների գործունեության նկատմամբ վստահության հետ: Կարելի է նման հետազոտություն կատարել նաև անդրկովկասյան մյուս հանրապետությունների՝ Վրաստանի և Ադրբեջանի համար, ինչպես նաև Հայաստանի՝ նախորդ տարիների ընթացքում կատարված հարցումների հիման վրա կատարել համեմատություններ և տեսնել, թե ժամանակի ընթացքում ինչպես են փոխվել միգրացիայի որոշիչները:

Գրականություն

1. Caucasus Research Resource Centers. 2015 "Caucasus Barometer" retrieved from <http://www.crrcenters.org/caucasusbarometer/> on 30.09.2016.
2. John Fox & Georges Monette, Generalized collinearity diagnostics//Journal of the American Statistical Association. – 1992. – Vol. 87. – P. 178-183. 06.12.2016.

Գ.Ր. Կախոյան

ДЕТЕРМИНАНТЫ ЭМИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ РА

Выявляются главные детерминанты эмиграции населения РА. С помощью лоджит-модели моделированы результаты опросов, проведенных в Армении в 2015 г. Использован факторный анализ для выявления некоторых связей между объясняющими переменными в лоджит-модели и уменьшения размерности этих переменных.

Ключевые слова: миграция, лоджит-модель, мультиколлинеарность, VIF анализ, факторный анализ.

G.R. Chakhoyan

THE DETERMINANTS OF THE EMIGRATION OF THE POPULATION OF RA

The main determinants of the emigration of RA population are discussed. Logit-model was used to model the results of the survey conducted in Armenia in 2015. With the help of factor analysis some relations were found out amongst the descriptive variables in the logit-model and the dimensionality of the set of those variables is reduced.

Keywords: migration, logit-model, multicollinearity, VIF analysis, factor analysis.

Հայտնյան Գագիկ Ռոբերտի - ասպիրանտ, ԵՊՀ, Տնտեսագիտության մեջ մաթ.մոդելավորման ամբիոն

H.Yu. Adilkhanyan

SPECTRAL ANALYSIS OF ARMENIAN AND GERMAN ELECTRICITY PRODUCTION TIME SERIES*

Energy sectors of Armenia and Germany are the main focus of this paper. This study explores and discusses frequency related aspects of Armenian and German electricity production time series. As a method of evaluation, spectral analysis is selected. By analysing monthly data of Armenian and German electricity production time series it turns out that both time series have frequencies equal to 6 and 12 months (German one has a cycle of 2 months as well). As an addition, time series of electricity consumption by Armenian private households is analysed and respective frequencies are obtained.

Keywords: time series analysis, spectral analysis, Schuster's periodogram, electricity production.

Introduction. Nowadays, we live in a very complex environment with an increasing role of economy and economy related factors. In this sense, during the last decades we have been witnessing growing importance of economics as well. Scholars, by implementing various methods of expertise have been trying to analyse, understand, explain and forecast behaviour of economic variables. In order to accomplish those tasks and conduct studies, economists very often employ mathematical modelling techniques, such as time series analysis, multidimensional modelling, regression analysis, etc.

Among these methods a special interest for scholars represents spectral analysis of economic variables. This type of research allows to identify and quantitatively assess frequencies in the behaviour of variables taken for study. Moreover, this method clarifies existing seasonalities and forms basis for forecasting.

In this study, spectral analysis is applied for energy sector. An attempt is made to reveal frequencies of Armenian and German electricity production time series and compare the results. Energy sector and electricity production, in particular, are considered as one of the most crucial driving factors of modern economies. Its operation has both direct and indirect impacts on other branches of economy as well. Therefore, it is of significant importance to have an understanding of energy related variables' behaviour.

In this respect, Armenia and Germany, as parts of global economy, are not exclusions. Therefore, it is an ambitious task to reveal frequency related features of electricity production time series of both countries. Moreover, time series of electricity consumption in Armenian residential sector (private households) is taken for spectral analysis as well. And it is believed, that the results of this study will give a clear picture concerning the behaviour of these variables and create a possibility for further analysis.

Economic meaning of spectral analysis. Spectral analysis is a commonly used technique in macro- and microeconomic research. The very first studies in this field were implemented in the 1960s. At the beginning, methods of spectral analysis were applied to the management of seasonal relations, while its implementation in studies of dependencies between economic variables and factors was accomplished later. With the time, the scope of application of spectral analysis widened and included studies of business cycles both in international and national levels [1].

A long time ago, economists had realized that all variables they dealt with could be separated into different components. For instance, economic variables very often are introduced in the following form – “trend” plus “cycles” plus “random error”. However, all the mentioned terms could not be properly defined at that time, as only after the establishment of spectral analysis it became possible to give acceptable definitions from statistical perspective [1].

Methodology and data. In time series analysis a special attention is devoted to identification of the so-called “hidden cycles”. The method of Schuster's periodogram is considered as the best one for solving that problem. The following formula represents Schuster's periodogram [1]:

$$I_n(\omega) = \frac{1}{n} \left[\left(\sum_{j=1}^n x_j \cos \frac{2\pi j}{\omega} \right)^2 + \left(\sum_{j=1}^n x_j \sin \frac{2\pi j}{\omega} \right)^2 \right], \quad (1)$$

where x_j , $j=1, \dots, n$ is the value of studied variable. If studied data have a component with a cycle of ω_0 , then $I_n(\omega)$ will have a peak at that point. In current study, 30 cycles are taken into analysis. Therefore $\omega = 30$. In order to calculate the length of cycle, one has to insert ω_0 into the following formula.

* Current paper was developed in the framework of the project SYNERGIA – Sustainable and Systematized Energy Efficiency in Armenia.

$$r = \frac{2m}{\omega}, \quad (2)$$

where r is the length of cycle, while m is an exogenous parameter.

As it was already mentioned in the Introduction, this study explores electricity production time series of Armenia and Germany, as well as times series of electricity consumption in Armenian residential sector. Data for Armenia are obtained from Electricity Reports provided by Public Services Regulatory Commission of Armenia (PSRC) [2], while data for Germany are taken from Monthly Reports on Electricity Supply provided by GENESIS online database of Federal Statistical Office of Germany (Destatis) [3]. All data are taken in monthly basis. However, it is worth mentioning that time series for Armenia cover period from January 2003 to June 2016. Electricity production time series for Germany is a little bit longer and includes period from January 2002 to April 2016.

The following three figures represent time series of all three studied variables (Fig. 1-3).

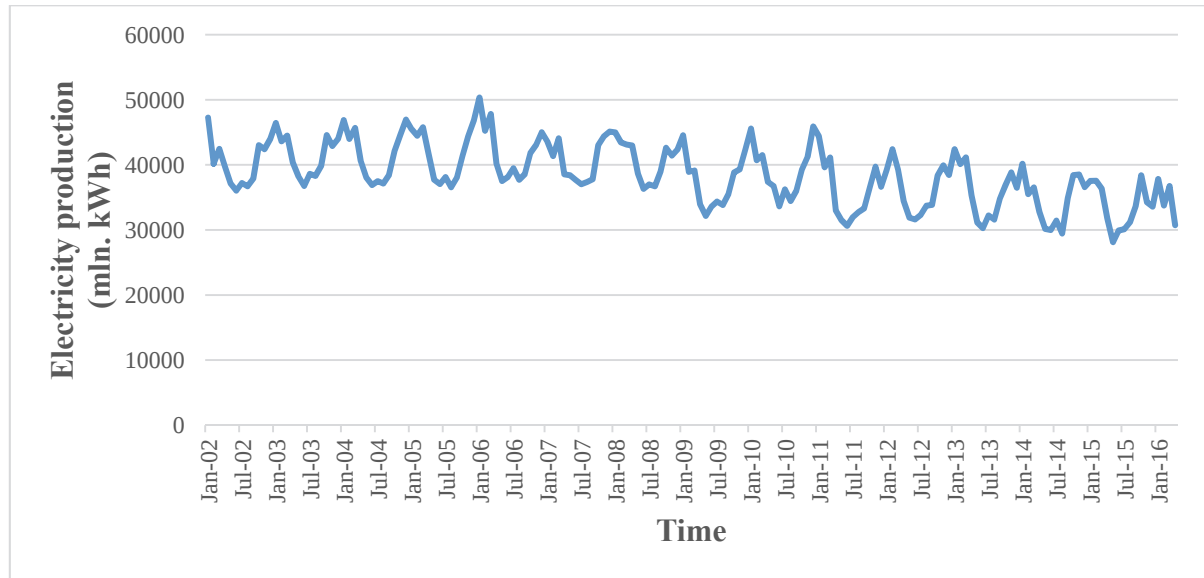


Fig. 1. Electricity production time series of Germany (mln. kWh)

Source: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/logon?language=en>

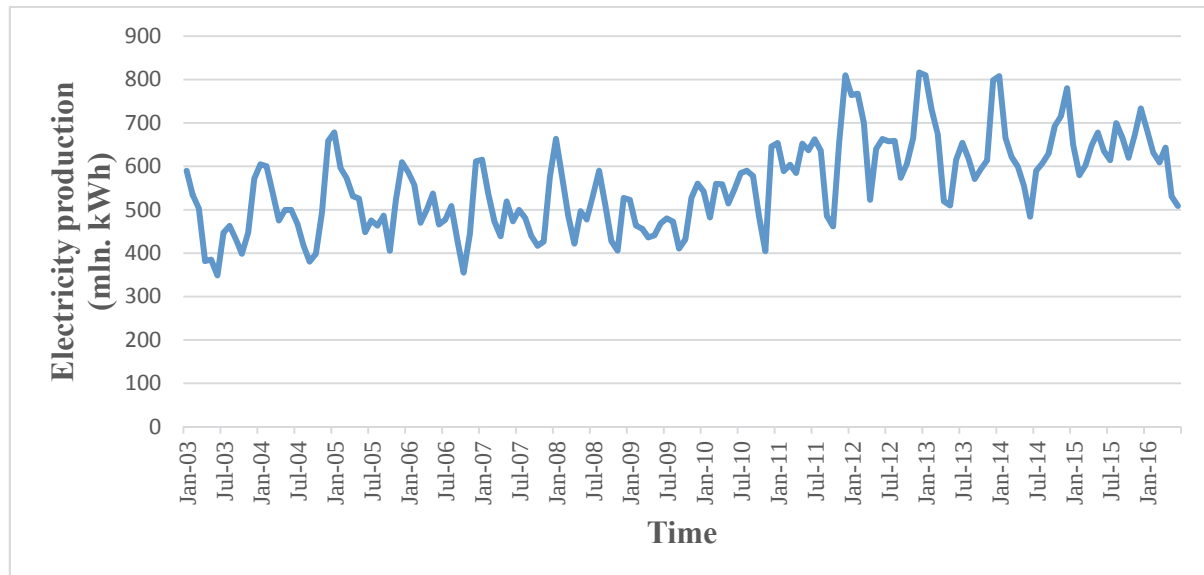


Fig. 2. Electricity production time series of Armenia (mln. kWh)

Source: <http://psrc.am/en/sectors/electric/reports>

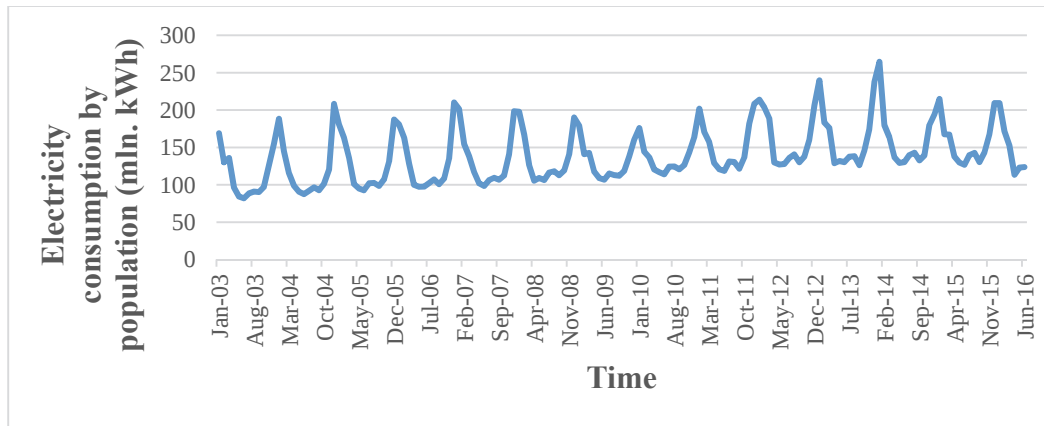


Fig. 3. Time series of electricity consumption in Armenian residential sector (mln. kWh)
Source: <http://psrc.am/en/sectors/electric/reports>

In all three figures seasonal fluctuations of variables can be clearly seen. In all three cases time series achieve their highest values during winter periods. Conversely, during summer period variables have lowest values. This particular results are quite logical, as winter both in Armenia and Germany is cold, therefore more electricity is needed in order to satisfy demand.

The results. The following three figures introduce Schuster's periodograms for the studied time series. It should be mentioned that in all cases m is taken equal to 12 (Fig. 4-6).

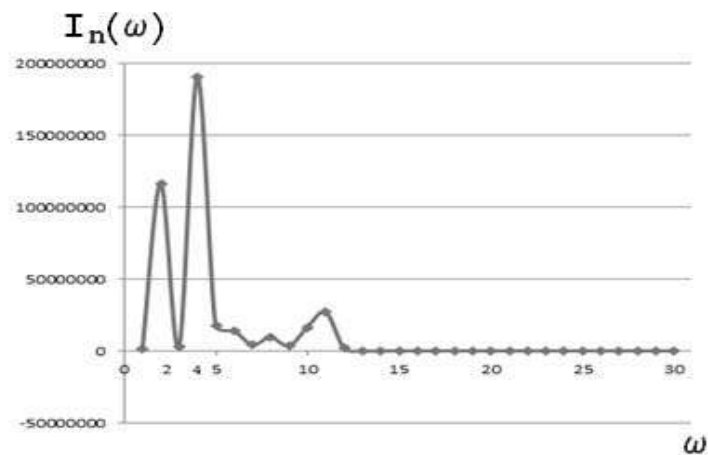


Fig. 4. Schuster's periodogram for German electricity production time series

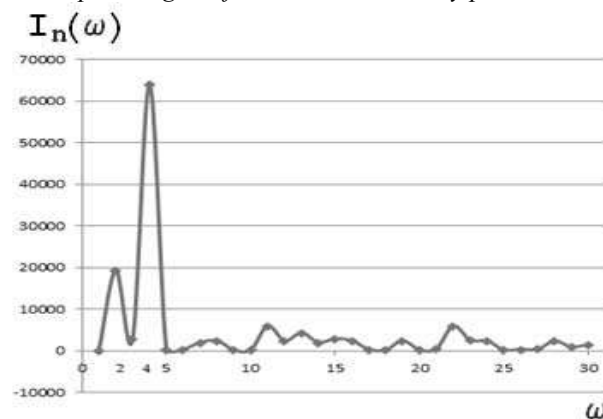


Fig. 5. Schuster's periodogram for Armenian electricity production time series

Fig. 4 repots Schuster's periodogram for German electricity production time series. It can be seen, that there are three significant peaks in the figure at points 2, 4 and 11. By inserting these values into the Equation (2) cycles of this time series equal to 2, 6 and 12 months will be got. The same technique is applied for the other two cases as well. Fig. 5 shows that Schuster's periodogram for Armenian electricity production time series also has significant peaks at points 2 and 4. Therefore, similar to German one, this time series also has two cycles with lengths of 6 and 12 months. And finally, Fig. 6 represents Schuster's periodogram for time series of electricity consumption by Armenian population. In this case, there are three peaks at points 2, 4 and 28. By inserting these numbers in the formula, cycles with lengths equal to 25 days, 6 and 12 months will be got.

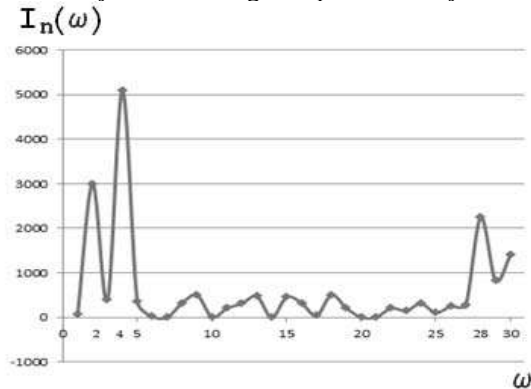


Fig. 6. Schuster's periodogram for time series of electricity consumption in residential sector of Armenia

Conclusion. In this paper an attempt was made to conduct a spectral analysis of German and Armenian electricity production time series, as well as time series of electricity consumption by Armenian population. As a method of evaluation, one of the best techniques – Schuster's periodogram method was selected. Monthly data were analysed. According to the results, all three studied time series have cycles with lengths of 6 and 12 months. Moreover, time series of electricity consumption by Armenian population has a cycle of 25 days, while time series of electricity production in Germany has a cycle of 2 months.

References

1. Arakelyan A., Mkhitarian Zh., Sargsyan M. Analysis of Economic Time Series. – Yerevan, 2014.
2. Public Services Regulatory Commission of RA (PSRC). Electrical Energy Reports.
3. Federal Statistical Office of Germany (Destatis). Monthly Reports on Electricity Supply.

09.11.2016.

Հ.Յու. Ադիլխանյան

ՀՀ ԵՎ ԳՐՀ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՇԱՐՔԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐԱԼ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Դիտարկվել են ՀՀ և ԳՐՀ (Գերմանիայի Դաշնային Հանրապետություն) էներգետիկ ոլորտները: Ուսումնասիրվում է նշված երկրների էլեկտրաէներգիայի արտադրության ժամանակային շարքերի՝ պարբերականության առնչվող սպեկտրները: Որպես գնահատման մեթոդ ընտրված է սպեկտրային վերլուծությունը: Վերլուծելով ՀՀ և ԳՐՀ համապատասխան ժամանակային շարքերը՝ պարզվել է, որ վերջիններս ունեն 6 և 12 ամիս տևողությամբ պարբերաշրջաններ (երկրորդը նաև 2 ամիս տևողությամբ պարբերաշրջան): Ավելին, գնահատվել է նաև ՀՀ բնակչության կողմից սպառվող էլեկտրաէներգիայի ժամանակային շարքի սպեկտրը, որի արդյունքում նշված շարքի համար ստացվել են 25 օր, ինչպես նաև 6 և 12 ամիս տևողությամբ պարբերաշրջաններ:

Առանցքային բառեր. ժամանակային շարքերի վերլուծություն, սպեկտրային վերլուծություն, Շուստերի պարբերագիր, էլեկտրաէներգիայի արտադրություն:

А.Ю. Адилханян

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В АРМЕНИИ И ГЕРМАНИИ

Рассмотрены энергетические секторы Армении и Германии. Изучены аспекты периодичности временных рядов производства электроэнергии двух стран. Для оценки выбран метод спектрального анализа. В результате анализа вышеупомянутых временных рядов выявлены циклы длительностью 6 и 12 месяцев (для Германии также получен цикл длительностью в 2 месяца). Кроме того, оценен спектр временного ряда потребления электроэнергии населением Армении. Для этого ряда получены три цикла длительностью 25 дней, а также 6 и 12 месяцев.

Ключевые слова: анализ временных рядов, спектральный анализ, периодограмма Шустера, производство электроэнергии.

Adilkhanyan Hayk – Chair of Mathematical Modelling in Economics, Yerevan State University

M.G. Harutyunyan

ARMENIAN FINANCE-NEUTRAL OUTPUT GAP

The importance of financial cycle on the real economy is highlighted. In particular it shows how some key financial variables affect the estimation of output gap for Armenian economy using multivariate model and estimating it with Bayesian technique. We find that real credit growth, real estate price inflation and broad money growth have very big impact on the output gap, and hence ignoring them could be incorrect and misleading for policy makers and monetary authority's point of view.

Keywords: *notential output, output gap, financial cycle, multivariate HP filter.*

Introduction. Potential output and output gap are unobservable variables, yet they have a crucial role in policy making such as setting interest rate, obtaining fiscal balance. For this it is very important to have a precise measure for them. Before recent financial crises most output gap estimates were focused on the role of labor, capital, technology, and sometimes trade variables. But The Global Recession has shown that imbalances in the financial sector and in asset markets can emerge while inflation remains low and stable. For example Borio, Disyatat and Juselius (2013a) [1], henceforth BDJ(2013), show that embedding financial sector information in a flexible estimation framework results in an improvement in the reliability and accuracy of real-time output gap estimates for the US, UK and Spain. This study is presenting a simple measure of output gap, henceforth finance-neutral output gap, which also takes into account the evolution of some important financial variables. Hence using this measure of output gap could be beneficial for policy makers and monetary policy authorities.

Inspired by BDJ(2013) work, we simply use a simple “parsimonious” multivariate filter to measure output gap for Armenian economy. Rather than imposing structural equations that embody priors on economic relationships, such as Philips curve, the filter evaluates directly the ability of plausible observable economic variables to explain cyclical output fluctuations at a specific frequency: Hodrick-Prescott filter frequency [2].

Our analysis differs from BDJ(2013) in two dimensions:

First we don't adjust variables for Cesaro mean, rather we take HP filter gaps with smoothing parameter $\lambda = 100000$. This approach seems more applicable for emerging countries, where there is strong-upward trend in financial variables and sample means may not be associated with equilibrium values. We take $\lambda = 100000$, to capture the fact that financial cycles last on average 16 years (in industrialized countries), in contrast with business cycles, which last on average 8 years [3].

And Second: we don't directly estimate the autoregressive parameter of the output gap β by Bayesian technique, rather we estimate it from output gap obtained by HP filter. By this step we don't put additional restrictions on autoregressive parameter and allow the data to determine the persistence of the gap.

Estimation results show that financial cycle, in particular real credit growth, real property price growth and broad money growth, have big impact on Armenian output gap.

Data and descriptive statistics. We use quarterly data of real GDP, real total credit to non-financial private sector, real residential property price, inflation, real interest rate and broad money as a percentage of GDP from national account statistics, from 2002q1 to 2016q1. To get real credit series, real estate prices and real interest rates, we divide nominal terms to CPI. As a short-term interest rate we take interbank repo rate. All variables are seasonally adjusted and logarithmically transformed. As it was already mentioned above, in contrast with BDJ(2013), we use HP filtered data with smoothing parameter $\lambda = 100000$ for variables instead of adjusting them for Cesaro means, which can lead to misinterpretation of a long-term trend of financial deepening as cyclical. Hence the resulting potential output is higher and the output gap lower than it would otherwise be.

All variables gaps are presented in Fig.1 and standard deviations in Table 1. As it can be seen from Table 1, interest rate is the most volatile variable, and inflation is the lowest, which is quite intuitive. The standard deviation of credit growth is higher than that of real property price inflation.

Table 1

Standard deviations of financial variables

Variable	Δcr_t	Δpp_t	Δinf_t	Δr_t	Δbm_t
St. dev.	3.69	3.1	1.37	6.72	4.32

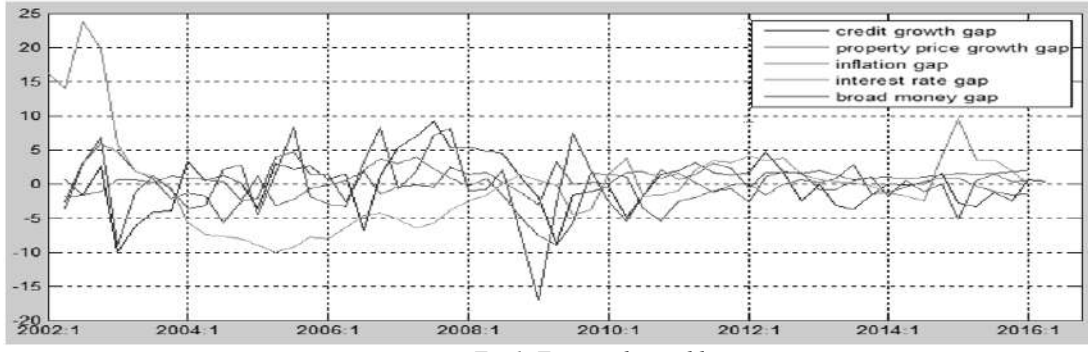


Fig.1. Financial variables gaps

The model. It is known that, the standard HP filter is obtained by solving the following minimization problem

$$\sum_{t=1}^T \frac{1}{\sigma_1^2} (y_t - y_t^*)^2 + \frac{1}{\sigma_0^2} (\Delta y_{t+1}^* - \Delta y_t^*)^2, \quad (1)$$

where y_t is the log of actual output and y_t^* is potential output, σ_1^2 is the variance of output gap, and σ_0^2 is the variance of the change in potential output. The signal-to-noise ratio determined by $\lambda_1 = \sigma_1^2 / \sigma_0^2$ captures the relative variability of estimated trend, so when $\lambda_1 = 0$, trend component is the data itself and no smoothing takes place. Conversely, when λ_1 tends to infinity, the estimated trend component is a linear line. For Armenian quarterly data we set $\lambda_1 = 1600$, and as an exercise tried the estimation also with $\lambda_1 = 400$.

Minimization problem (1) can be written in the state-space form and solved by Kalman filter [4] in the following way:

the state equation:

$$\Delta y_{t+1}^* = \Delta y_t^* + \varepsilon_{0,t+1}, \quad \varepsilon_{0,t} \sim N(0, \sigma_0^2) \quad (2)$$

and the measurement equation:

$$y_t = y_t^* + \varepsilon_{1,t}, \quad \varepsilon_{1,t} \sim N(0, \sigma_1^2). \quad (3)$$

In Borio et al (2014) it has been shown that a robust way of embedding economic information in output gap estimates is to simply add additional variables in (3) as follows

$$y_t = y_t^* + \beta(y_{t-1} - y_{t-1}^*) + \gamma' x_t + \varepsilon_{2,t}, \quad \varepsilon_{2,t} \sim N(0, \sigma_2^2), \quad (4)$$

where x_t is a vector of economic variables and $\varepsilon_{2,t}$ is a new error term. In equation (4) is also included lagged output gap, which captures pronounced serial correlation generally presented in HP-filtered output gaps.

Now the system of equations (2) and (4) corresponds to the following loss function

$$\sum_{t=1}^T \frac{1}{\sigma_2^2} (\varepsilon_{2,t})^2 + \frac{1}{\sigma_0^2} (\Delta y_{t+1}^* - \Delta y_t^*)^2, \quad (5)$$

and corresponding signal-to-noise ratio is $\lambda_2 = \sigma_2^2 / \sigma_0^2$. Note that here $\varepsilon_{2,t}$ depends on the autoregressive term and the economic variables.

To insure that obtained measure has the same cyclical as ordinary one for comparability, we set λ_2 such that

$$\frac{\text{var}(y_t - y_{HP,t}^*)}{\text{var}(\Delta y_{HP,t}^* - \Delta y_{HP,t-1}^*)} = \frac{\text{var}(y_t - y_{ALT,t}^*)}{\text{var}(\Delta y_{ALT,t}^* - \Delta y_{ALT,t-1}^*)}, \quad (6)$$

where $y_{HP,t}^*$ is potential output obtained from standard HP filter, and $y_{ALT,t}^*$ is the one obtained from the model which uses equations (2) and (4).

Note that measuring this way, we do not allow the conditioning variables to have a direct impact on potential output, we assume that they contain information only about cyclical or transitory component of output. Financial factors affect output gap, and hence indirectly have a substantial influence on the estimate of potential output, and this will explain the evidence that banking crises, which follow the booms, have negative permanent impact on output, and hence on potential.

We follow existing literature in choice of imbalances indicators. In (4) x_t is a vector of economic variables, in which we consider inflation, the real interest rate, the growth rate of total real credit to non-financial private sector, real residential property price growth, and broad money growth.

Estimation and Results. We adopt Bayesian techniques to estimate the state-space system consisting of equations (2) and (4). We set priors distributions on parameters and maximize the posterior density function with respect to parameters, using IRIS toolbox add-on to Matlab. As it was mentioned above, we estimate all parameters beside the autoregressive parameter β , which we calibrate from output gap obtained by HP filter. We do so to avoid of putting additional restrictions on β , such as avoidance of unit-root output gap. Based on our calculations we set $\beta = 0.75$. Following BDJ(2013), we assume that all estimated parameters have Gamma distribution with prior means and standard deviations equal to 0.3. We also tried to estimate the model allowing variables to enter in equation (4) with different lag lengths (up to 4). After we chose the one which have maximized the contribution of the variable to the estimated output gap. And finally we set λ_2 iteratively to satisfy (6).

In Table 2 we present the results of the estimation. For example Model 1 in Table 2 is the model which uses only inflation as explanatory variable, Model 2-real interest rate, etc. And based on estimation results Model 6 is the one which combines all significant explanatory variables, in particular real credit growth, real property price inflation and broad money growth. Numbers in brackets are corresponding t-statistics. Fig. 2 presents estimated output gap and trend and compares it with results obtained by standard HP filter.

From the results it can be seen that the estimated Output gap significantly differs from that obtained by standard HP filter. In particular it shows higher Y gap in its peak, and lower before and after crises. Hence financial sector of Armenian economy really had a great impact on real sector during past years. The most impact had credit growth, then real property price growth and finally broad money growth. This can be explained by rapid growth in credit market and broad money for whole sample period, and by huge growth on real residential property prices in pre-crisis period (Fig. 3). The same analysis has been done also by HP filter with smoothing parameter equal to 400. The results also support previous findings.

Table 2

Estimated parameters

Model	β	π_{t-1}	r_{t-1}	Δcr_t	Δrp_t	bm_t	λ_2
Model 1	0.75	0.00 NaN	-	-	-	-	13.3
Model 2	0.75	-	0.00 NaN	-	-	-	12.25
Model 3	0.75	-	-	0.43 (4.16)	-	-	8.12
Model 4	0.75	-	-	-	0.40 (2.85)	-	9.6
Model 5	0.75	-	-	-	-	0.32(4.29)	10.55
Model 6	0.75	-	-	0.27(2.1)	0.18 (0.91)	0.17(1.34)	7.04

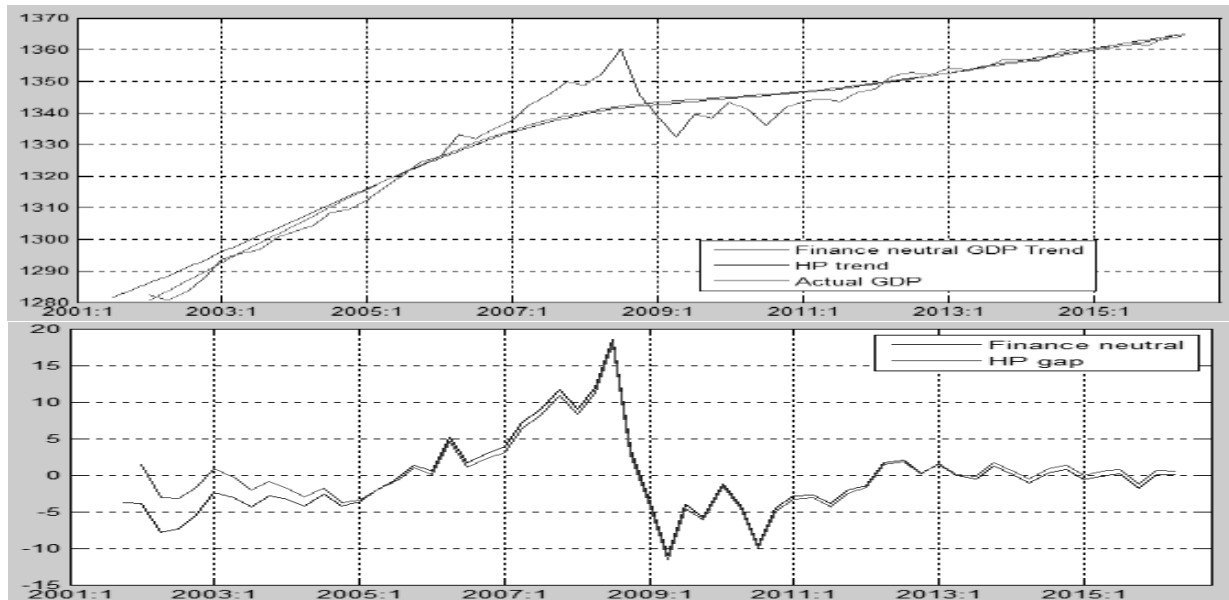


Fig.2. Estimated GDP trend and gaps

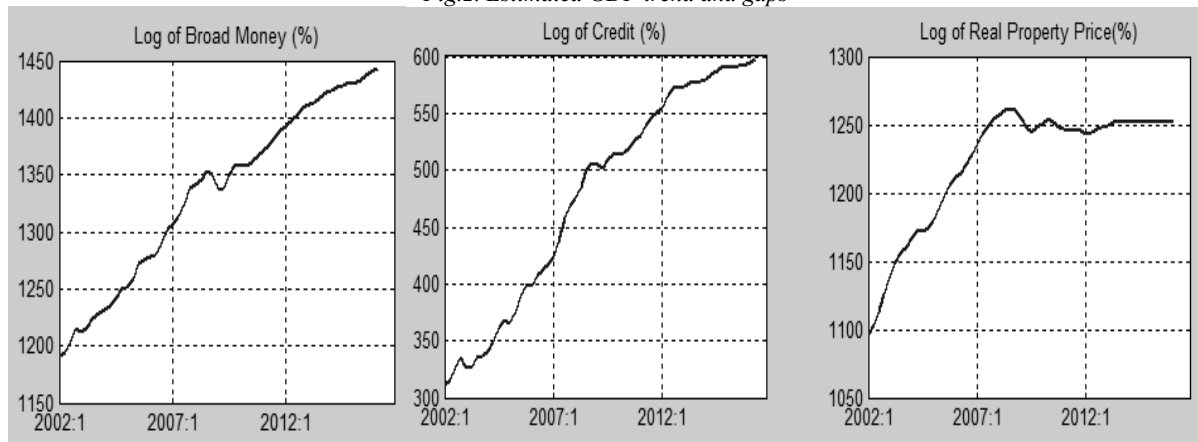


Fig.3. Log of financial variables

Because of shortness of our data set, unfortunately we couldn't conduct real time performance of the filter. Instead we compare GDP growth for both cases, to see which one is more consistent with the concept of sustainable output growth. From Fig.4 we can see that GDP growth estimated by HP filter shows notable variability, compared with Finance-neutral one.

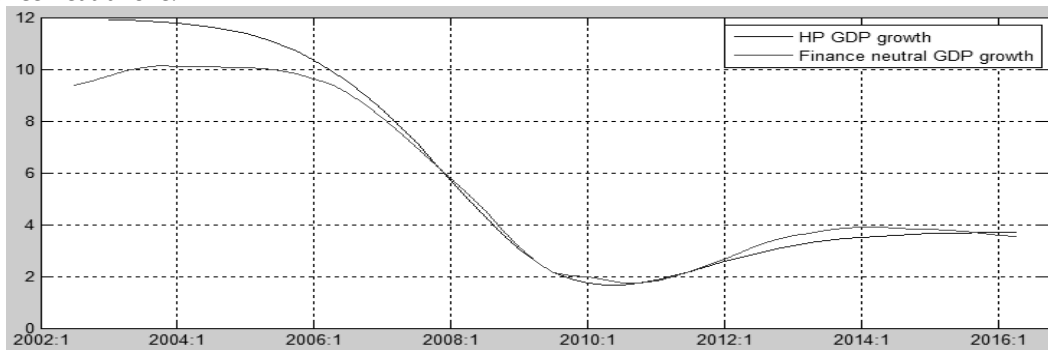


Fig.4. GDP growth (y-o-y,%)

Conclusion. After the 2008 financial crisis it's become obvious that output gap can be unsustainable while inflation remains low and stable. This happens because of large amount of financial imbalances. To show that Armenian economy is not an exception, we have used multivariate HP filter to estimate Output gap, in which information on financial cycle also has been taking into account. Estimation results show that financial cycle, in particular real credit growth, real property price growth and broad money growth, have big impact on output gap. This suggests that finance-neutral output gap seems to represent a more appropriate measure on which to base monetary policy decisions than the traditional inflation-neutral measures prevalent in the literature. Given the encouraging preliminary results, the research could be extended by, for example, investigating a wider range of financial sector variables and/or incorporating non-linearities into the estimation framework.

References

1. **Drehmann M., Borio C. and Tsatsaronis K.** Characterizing the financial cycle: don't loose sight of the medium term! // *BIS Working Papers*. - 2012, November. - No 355.
2. **Hodrick R. and Prescott E.C.** Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation // *Journal of Money, Credit, and Banking*. - 1997. - 29 (1).
3. **Borio C., Disyatat P. and Julselius, M.** Rethinking potential output: Embedding information about the financial cycle // *BIS Working Papers*. - 2013. - N 404.
4. **Kalman, R.E.** A new approach to linear filtering and prediction problems // *Journal of Basic Engineering*. - 1960.- 82(1). 10.11.2016.

Մ.Գ. Հարությունյան

ՀԱՅԱՍՏԱՆՅԱՆ ՖԻՆԱՆՍԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻՑ ԶԵԶՈՔ ՀՆԱ-Ի ՃԵՂՔ

Ներկայացված է Հայաստանյան ֆինանսական ցիկլի կարևոր ազդեցությունը իրական տնտեսության վրա: Մասնավորապես, օգտագործելով բազմագործոն մոդել և գնահատելով այն բայեսյան մեթոդաբանությամբ, ցույց է տրվում, որ որոշ ֆինանսական փոփոխականներ, ինչպիսիք են իրական վարկերի աճը, անշարժ գույքի գների աճը և փողի զանգվածի աճը, կարևոր ազդեցություն ունեն ՀՆԱ-ի ճեղքի գնահատականի վրա: Հետևաբար անտեսել այդ ազդեցությունը կարող է հանգեցնել սխալ որոշումների կայացմանը հարկաբյուջետային և դրամավարկային քաղաքականությունների տեսանկյունից:

Առանցքային բառեր. պոտենցիալ ՀՆԱ, ՀՆԱ-ի ճեղք, ֆինանսական ցիկլ, բազմագործոն Հողրիկ-Պրեսկոտի ֆիլտր:

М.Г. Арутюнян

АРМЯНСКИЙ ФИНАНСОВО-НЕЙТРАЛЬНЫЙ РАЗРЫВ ВАЛОВОГО ВНУТРЕННЕГО ПРОДУКТА

Исследуется важность влияния финансового цикла Армении на реальную экономику. В частности, используя многофакторную модель и оценивая её с байесовской техникой, показано, что определенные финансовые переменные, такие как рост реального кредита, инфляция цен на недвижимость и рост денежной массы, влияют на оценку разрыва ВВП. Следовательно, их игнорирование может быть неправильным и заблуждающим с точки зрения фискальной и монетарной политики.

Ключевые слова: потенциальный объем ВВП, разрыв ВВП, финансовый цикл, многофакторный фильтр Ходрика-Прескотта.

Harutyunyan Mane Gegham - postgraduate (YSU)

ՀՏԴ 330.330015:336.3

ԷԿՈՆՈՄԻԿԱ ԵՎ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄ

Ս.Մ. Սարգսյան

ՏԱՐԱԾԱՇՐՋԱՆԻ ԱՆՑՈՒՄԱՅԻՆ ԵՐԿՐՆԵՐԻ ԱՐՏԱՔԻՆ ՊԱՐՏՔԻ ԱՐԺՈՒԹԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԺԱՄԿԵՏԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

2008-2009թթ. ֆինանսատնտեսական ճգնաժամից հետո մինչ օրս համաշխարհային տնտեսությունը չի կարողանում լիարժեքորեն վերականգնվել և արտաքին պետական պարտքը շարունակում է երկրների տնտեսական աճի համար հիմնական խնդիրներից մեկը մնալ: ԱՊՀ տարածաշրջանի մի քանի երկրների՝ Հայաստանի, Բելառուսի, Ադրբեջանի, Մոլդովայի և Վրաստանի օրինակով ուսումնասիրվել է արտաքին պետական պարտքի արժույթային կառուցվածքի և միջին ժամկետայնության փոփոխությունը ճգնաժամից առաջ և հետո:

Առանցքային բառեր. պետական պարտք, արտաքին պետական պարտք, ՀՆԱ, արտաքին պարտքի արժույթային կառուցվածք, պարտքի մարման միջին ժամկետ:

Ներածություն: Իսկապես, վերջին ճգնաժամերը սերտորեն փոխկապակցված են եղել պարտքի ճգնաժամերի հետ: Պետական պարտքի մեջ առանձնացվում են արտաքին պետական պարտքը և ներքին պետական պարտքը՝ կախված պարտապանների ռեզիդենտությունից. տարանջատում կա նաև ըստ պարտքի ժամկետայնության: Սովորաբար մինչև մեկ տարի մարման ժամկետ ունեցող պարտքը համարվում է կարճաժամկետ, 1-10 տարին՝ միջնաժամկետ և 10-ից ավելին՝ երկարաժամկետ: Ըստ էության պետական պարտքը կարող է մեծանալ ճգնաժամի արդյունքում մի քանի պատճառով, որոնք են.

1. արտարժույթի փոխարժեքի աճ (սեփական արժույթի արժեզրկում),
2. իրական տոկոսադրույքների աճ,
3. արտահանման նվազում,

4. ճգնաժամը մեղմելու կամ առկա խնդիրները լուծելու համար նոր ներգրավված վարկերը ինչպես ներքին, այնպես էլ արտաքին աղբյուրներից:

Հետճգնաժամային տատանումները նույնպես կարող են հանգեցնել պետական պարտքի փոփոխություններին, մասնավորապես կարող են փոխվել պետական պարտքի կառուցվածքը, ժամկետայնությունն ու արժույթային համամասնությունները:

Ուսումնասիրվող խնդիրը: Դիտարկվել են ԱՊՀ տարածաշրջանի մի քանի երկրներ՝ Հայաստանը, Բելառուսը, Ադրբեջանը, Մոլդովան և Վրաստանը: Ներկայացվող աշխատանքի խնդիրն էր՝ վերլուծել վերոնշյալ երկրների պետական պարտքի միջին ժամկետայնությունը և արժույթային կառուցվածքը ճգնաժամից առաջ և հետո: Աղյուսակներում դիտարկվող բոլոր տվյալները, ինչպես նաև գրաֆիկները Համաշխարհային բանկի կայքից են [1]:

Պետական պարտք [2, 3]: Պետական պարտքի մեծ չափը հանգեցնում է ֆինանսական ակտիվների գների աճի հավանականության բարձրացմանը՝ համապատասխանաբար ազդելով նաև ֆինանսական հատվածի հաշվեկշռի վրա: Այդ ազդեցության չափը կախված է ոչ միայն ֆինանսական կազմակերպությունների պորտֆելներում առկա ակտիվների քանակից, այլև պորտֆելի կառուցվածքից: Պարտքի կառուցվածքից կախված՝ կարող են առաջանալ մի շարք տատանումներ և ռիսկեր: Այն կարող է լուրջ վտանգ ներկայացնել տնտեսության իրական հատվածի և ֆինանսական համակարգի համար: Պետական պարտքի կառուցվածքը պետք է քիչ ռիսկեր պարունակի ոչ միայն պետական հատվածի, այլև ֆինանսական համակարգի համար: Պարտքի կառուցվածքի խոցելի մասն են կազմում պարտավորությունների մարման համար սահմանված սեղմ ժամկետները և արժույթը:

Անհամապատասխան պարտքի կառուցվածքը կարող է հանգեցնել մեծ չափերի տոկոսագումարների վճարման: Ընդհանուր առմամբ էժան արժեցող վարկերը լինում են արտարժույթով, բայց վերջիններս էլ չափազանց ռիսկային են հատկապես շուկայում մեծ շուկերի ժամանակ: Ոչ շատ վաղ ժամանակներում Լատինական Ամերիկայի երկրները բախվելով նման խնդրի՝ սկսեցին միջոցներ ձեռնարկել սեփական արժույթով միջոցներ ներգրավելու ուղղությամբ:

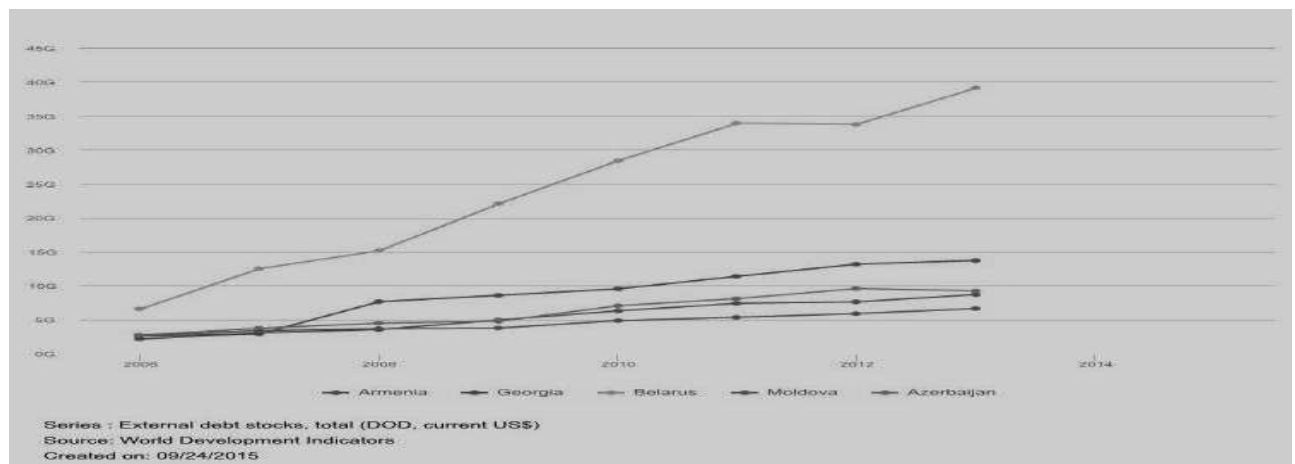
Օրինակ, Բրազիլիան վերջին մի քանի տարում մարեց արտարժույթային պարտատոմսերը, որպեսզի նվազեցնի արտարժույթի ռիսկը, դրանց փոխարեն թողարկելով լողացող տոկոսադրույքով

պարտատոմսեր և գնաճով՝ ինֆլացիայով ինդեքսավորված պարտատոմսեր, որպեսզի ավելացնի պարտքի միջին ժամկետայնությունը ինչպես նաև ֆիքսված տոկոսներով պարտավորությունների կշիռը պորտֆելում:

Ընդհանուր առմամբ պարտքերը, որոնց կառուցվածքում մեծամասամբ կարճաժամկետ պարտավորություններ են, առավել տատանողական են ու ռիսկային, քանի որ կարճ ժամկետները հանգեցնում են վարկերի վերաձևակերպումների և վերաֆինանսավորման ռիսկի աճին: Նման դեպքերում տոռկսադրույքների աճը կարող է հակառակ ազդեցությունն ունենալ: Պարտքերը, որոնց մարման ժամկետները կարճ են, կարող են առաջացնել վստահելիության անկում պետական պարտքի նկատմամբ, քանի որ ներդրողները կարող են կարծել, որ պետությունը չի կարողանա կատարել ստանձնած պարտավորությունները, երբ դրա կարիքն առաջանա, որի պատճառով կարող է տեղի ունենալ պարտատոմսերի նկատմամբ պահանջարկի կրճատում:

Պարտքի կառավարմամբ զբաղվող մարմինները պետք է մշակեն քաղաքականություն և ռազմավարություն, որոնք նվազեցնում են վերոնշյալ ռիսկերը: Տարբեր երկրներում դրա համար թողարկվում են գնաճով ինդեքսավորված պարտատոմսեր իրենց երկրի ֆոնդերի համար: Արդեն բազմիցս հաստատվել է, որ արտարժույթային պարտատոմսերն ավելի ռիսկային են և երբեմն էլ ֆինանսական կայունությունը կարող են խարխիլել, և կարճաժամկետ պարտատոմսերն ավելի մեծ ռիսկ են ներկայացնում: Գնաճով ինդեքսավորված պարտատոմսերը միտված են ավելացնել պարտքի մարման միջին ժամկետայնությունը՝ առանց ավելացնելու փոխարժեքի ռիսկը: Այդուհանդերձ, այս իմաստով պարտատոմսերը նույնպես կարող են բերել գնաճի չափերի աճին և պարտքի կառավարմամբ զբաղվող մարմինները պետք է մշակեն և գնահատեն այնպիսի ռազմավարություն, որը կհամապատասխանի նաև երկրի տնտեսության աճին, այլ ոչ թե կհանգեցնի գնաճի միտումների աճին: Կարևոր է դիտարկել նաև պետական պահուստների դինամիկան, քանի որ ճգնաժամների ընթացքում, բացի նոր վարկեր ներգրավելուց, սովորաբար նվազում են նաև պետական պահուստները:

Ակնհայտորեն ամենից մեծ արտաքին պետական պարտքի աճ արձանագրել է Բելառուսը, իսկ զարմանալիորեն այդ թվում և 2009թ.-ին Հայաստանն ու Ադրբեյջանը գրեթե նույն ցուցանիշն ունեն, և դինամիկան էլ շատ նման է՝ չնայած տնտեսությունների միջև ակնհայտ տարբերություններին, իսկ Մոլդովան ամենից քիչ պետական պարտքի ավելացում արձանագրած պետությունն է այս հնգյակում, վերջինս ՀՆԱ-ի աճի տեմպի ցուցանիշում էլ արձանագրել էր ուշագրավ աճ 2012-2013թթ.-ի ընթացքում. մեկ տարվա ընթացքում այդ ցուցանիշը -0,7%-ից դարձել էր 9,4%:



Նկ. 1. Ընթացիկ արտաքին պարտքի մնացորդ (ԱՄՆ \$) (%)

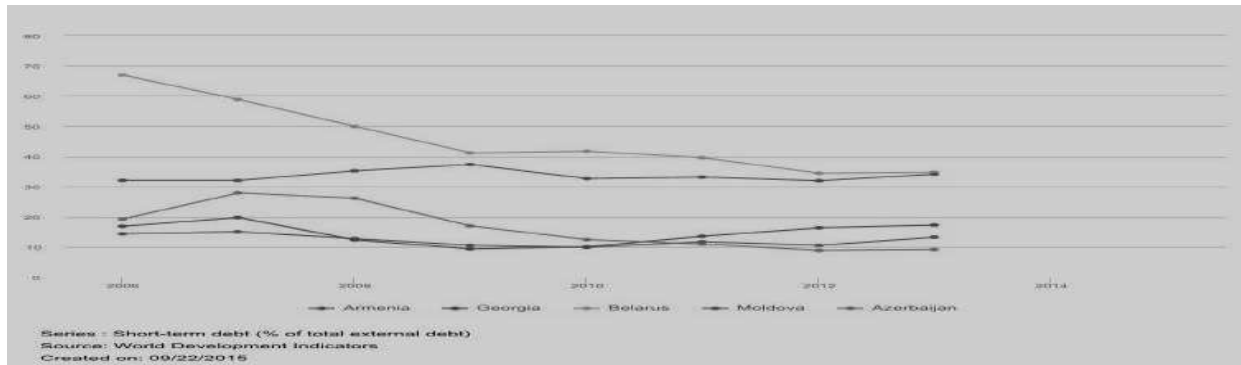
2006-2013 թթ.-ի, իսկ երբեմն նաև 2014թ.-ի համար նպտակահարմար կլինի դիտարկել նաև հետևյալ ցուցանիշները.

1. Կարճաժամկետ պարտքի մասը որպես տոկոս ընդհանուր արտաքին պարտքից:
2. Արտաքին պետական կարճաժամկետ և երկարաժամկետ պարտքի մնացորդ (ԱՄՆ \$-ով):
3. Նոր ներգրավված արտաքին պարտքի մարման միջին ժամկետայնություն (տարիներ):

4. Պետական պարտքի արժույթային կառուցվածքը ԱՄՆ դոլարով (%), եվրոյով (%), SDR (%), ճապոնական յենով (%):

Աղյուսակ 1

<i>Կարճաժամկետ պարտքի մասը որպես տոկոս ընդհանուր արտաքին պարտքից</i>								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Հայաստան	14.3641	15.116	12.7877	10.5859	9.8814	11.7742	10.6199	13.2501
Վրաստան	16.9317	19.814	12.4222	9.4404	10.1208	13.5977	16.4216	17.3007
Բելառուս	66.9635	58.9451	49.9815	41.1544	41.7783	39.6322	34.4691	34.7504
Մոլդովա	32.1168	32.0617	35.2582	37.394	32.7268	33.2352	31.9782	34.1984
Ադրբեջան	19.3487	27.9737	26.177	17.0361	12.4911	11.0209	8.9201	9.2416



Նկ. 2. Կարճաժամկետ պարտքի մասը որպես տոկոս ընդհանուր արտաքին պարտքից

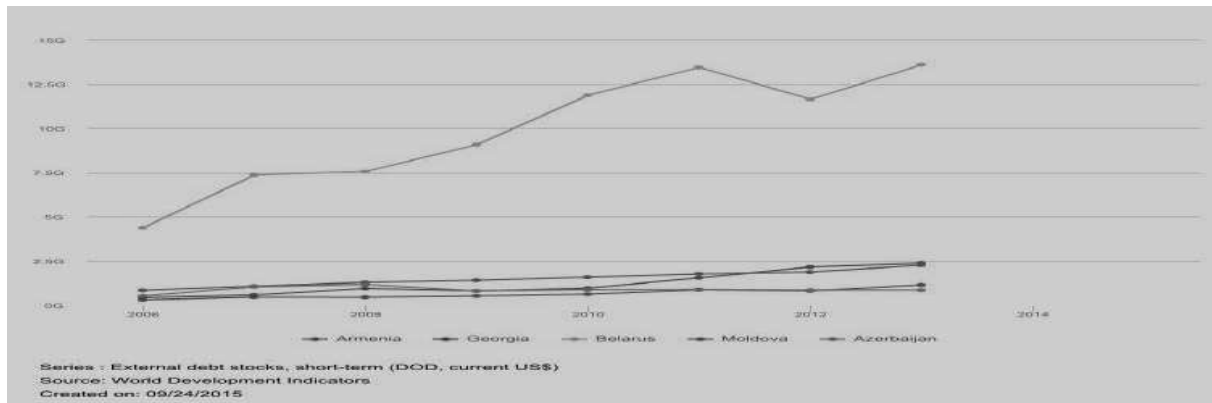
Այս ցուցանիշի դինամիկան դիտարկելիս պարզ է դառնում, որ կարճաժամկետ պարտավորությունները, որոնք գերակշռել են Բելառուսում, դիտարկվող ժամանակաշրջանի ընթացքում նվազել են շուրջ 32%-ով, ինչը միանշանակ դրական միտում է, քանի որ պարտքի մեջ 2006թ.-ին կարճաժամկետ պարտավորությունները կազմել են շուրջ 67%, ինչը մտահոգիչ ցուցանիշ է: Հայաստանի կարճաժամկետ պարտավորություններն էականորեն այդ ժամանակահատվածում փոփոխություն չեն կրել: Նույնը կարելի է ասել մնացած երեք երկրների՝ Մոլդովայի, Վրաստանի և Ադրբեջանի մասին: Այս համատեքստում դիտարկենք նաև արտաքին պետական կարճաժամկետ և երկարաժամկետ պարտքերի դինամիկան արտահայտված ԱՄՆ դոլարով: Ներքոնշյալ երկու աղյուսակներից և գծապատկերներից երևում է, որ բոլոր երկրներում աճել են թե՛ կարճաժամկետ և թե՛ երկարաժամկետ պարտավորությունները, մինչդեռ երկարաժամկետ պարտավորություններն ավելի մեծ աճ են արձանագրել կարճաժամկետի համեմատությամբ:

Աղյուսակ 2

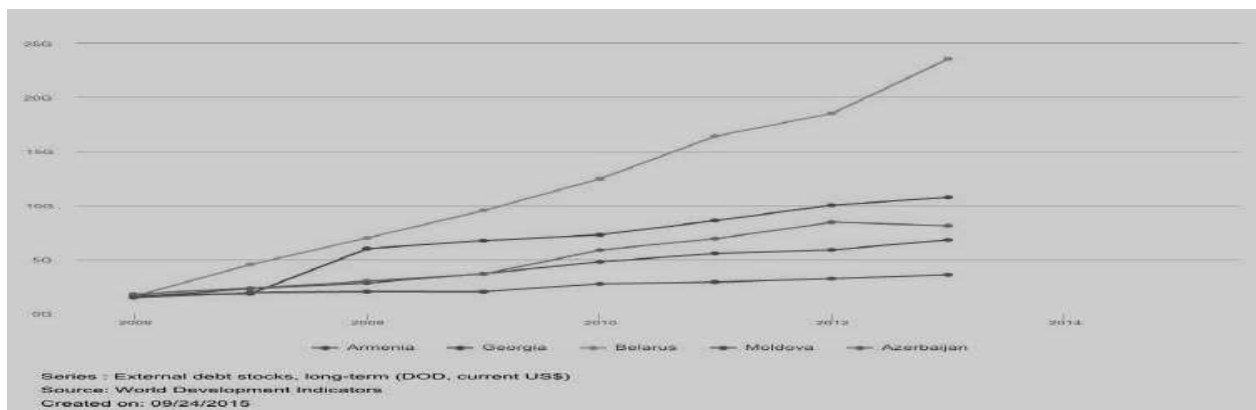
<i>Արտաքին պետական կարճաժամկետ պարտքի մնացորդ (մլրդ ԱՄՆ \$)</i>								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Հայաստան	0.3068	0.4590	0.4528	0.5213	0.6205	0.8693	0.8079	1.1497
Վրաստան	0.4357	0.5740	0.9482	0.8077	0.9634	1.5445	2.1592	2.3691
Բելառուս	4.3820	7.3611	7.5579	9.0761	11.8637	13.4455	11.6353	13.5901
Մոլդովա	0.8421	1.0789	1.2888	1.4033	1.5829	1.7688	1.8794	2.2615
Ադրբեջան	0.52	1.043	1.169	0.81	0.878	0.891	0.852	0.852

Աղյուսակ 3

<i>Արտաքին պետական երկարաժամկետ պարտքի մնացորդ (մլրդ ԱՄՆ \$)</i>								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Հայաստան	1.5334	2.2810	2.8181	3.6787	4.7831	5.5514	5.8890	6.8073
Վրաստան	1.6847	1.8442	6.0031	6.7362	7.2836	8.6048	10.0242	10.7441
Բելառուս	1.6072	4.5444	6.9957	9.5284	12.4702	16.4298	18.5324	23.5858
Մոլդովա	1.4618	1.9407	2.0190	2.0110	2.7451	2.8986	3.2048	3.5788
Ադրբեջան	1.8022	2.3398	2.9809	3.6420	5.8686	6.9289	8.4475	8.1246



Նկ. 3. Արտաքին պետական կարճաժամկետ պարտքի մնացորդ (մլրդ ԱՄՆ \$)

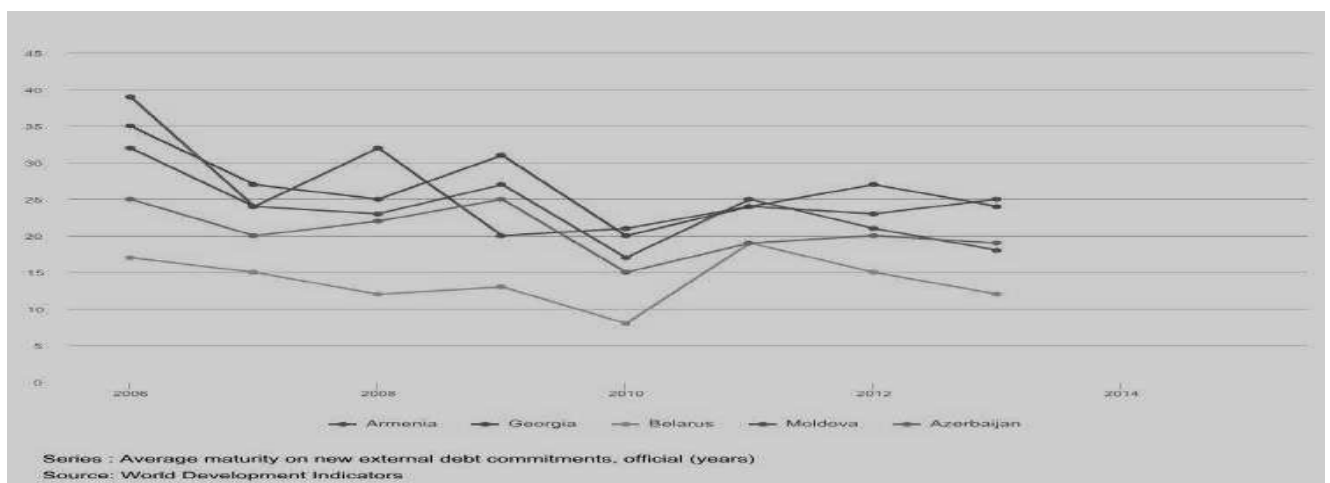


Նկ. 4. Արտաքին պետական երկարաժամկետ պարտքի մնացորդ (մլրդ ԱՄՆ \$)

Աղյուսակ 4

Նոր ներգրավված արտաքին պարտքի մարման միջին ժամկետայնություն (տարիներ)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Հայաստան	32.1607	24.3624	32.0791	19.6692	20.6029	24.2603	22.5267	25.2783
Վրաստան	34.8406	26.9394	25.4564	30.895	20.0141	23.7529	27.1633	24.4625
Բելառուս	16.9166	14.9005	12.1019	13.423	7.5583	19.1925	14.75	11.8257
Մոլդովա	39.4006	23.9519	22.6584	26.5954	16.6729	24.8262	20.995	18.1
Ադրբեջան	24.73711	19.77199	21.5487	25.24799	14.90633	19.28311	20.3359	18.7447



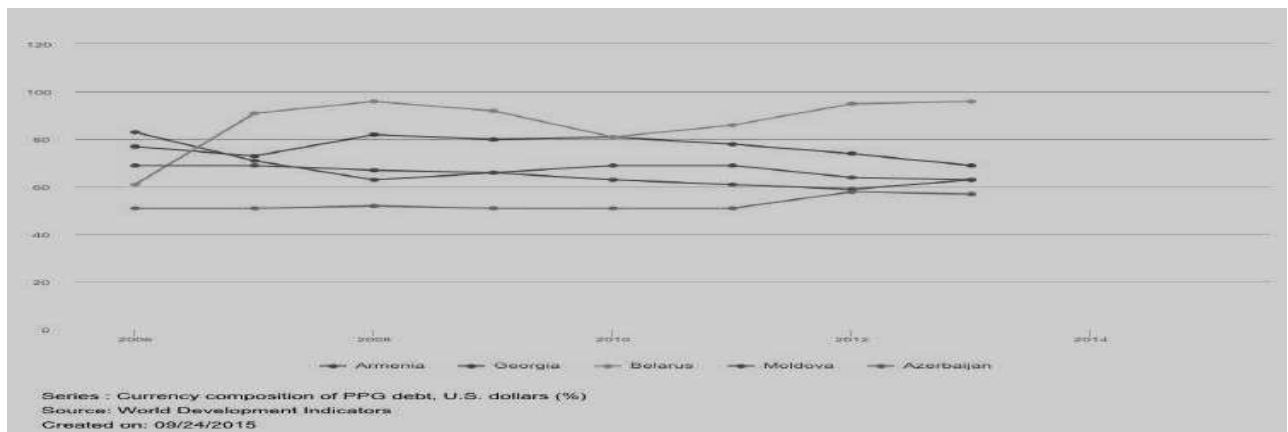
Նկ. 5. Նոր ներգրավված արտաքին պարտքի մարման միջին ժամկետայնություն (տարիներ)

Աղբրեջանը, Բելառուսը և Մոլդովան ցուցաբերել են պարտքի միջին ժամկետայնության նույն դինամիկան, հատկանշական է, որ Հայաստանի պարտքի միջին ժամկետայնությունն է միայն նվազել 2009թ.: Բելառուսի պարտքը 2010թ.-ին կարելի է ասել եղել է միջնաժամկետ՝ մինչև 10 տարի, սակայն դինամիկան այնուհետև փոխվել է: Միջին ժամկետայնության տեսանկյունից ներկայումս իրավիճակն այդքան էլ մտահոգիչ չէ բոլոր հինգ երկրների համար, այսինքն՝ ճգնաժամից հետո հնարավոր է եղել պարտքի կառավարումը ժամկետայնության տեսանկյունից հաջող իրականացնել: Հաշվի առնելով արժույթների տատանողականությունը՝ ճգնաժամի և հետճգնաժամային ժամանակահատվածում պետական պարտքի կառավարումը արդյունավետորեն իրականացնելու համար հարկ է դիտարկել նաև արժույթային համամասնությունների դինամիկան, իսկ քանի որ ՀՀ արտաքին պարտքը արտարժույթով բաղկացած է 4 արտարժույթից՝ ԱՄՆ դոլար, Եվրո, ճապոնական յեն և SDR, դրա համար էլ դիտարկվել են արտաքին պարտքերում վերոնշյալ արժույթների համամասնությունների ցուցանիշները [4]:

Աղյուսակ 5

Պետական պարտքի արժույթային կառուցվածքը ԱՄՆ դոլարով (%)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Հայաստան	82.5815	71.2471	62.8621	65.9975	62.8035	60.8345	59.111	63.0216
Վրաստան	77.1698	73.1356	81.673	80.2995	80.6937	78.3501	73.5262	69.1443
Բելառուս	60.9537	90.8782	95.8232	92.1235	81.1867	85.722	95.3184	95.7883
Մոլդովա	69.497	69.2798	67.2383	66.4525	69.1376	68.6316	64.2432	63.1219
Աղբրեջան	50.5292	50.8802	51.5013	51.4093	51.373	51.3432	57.5619	56.9271



Նկ. 6. Պետական պարտքի արժույթային կառուցվածքը ԱՄՆ դոլարով (%)

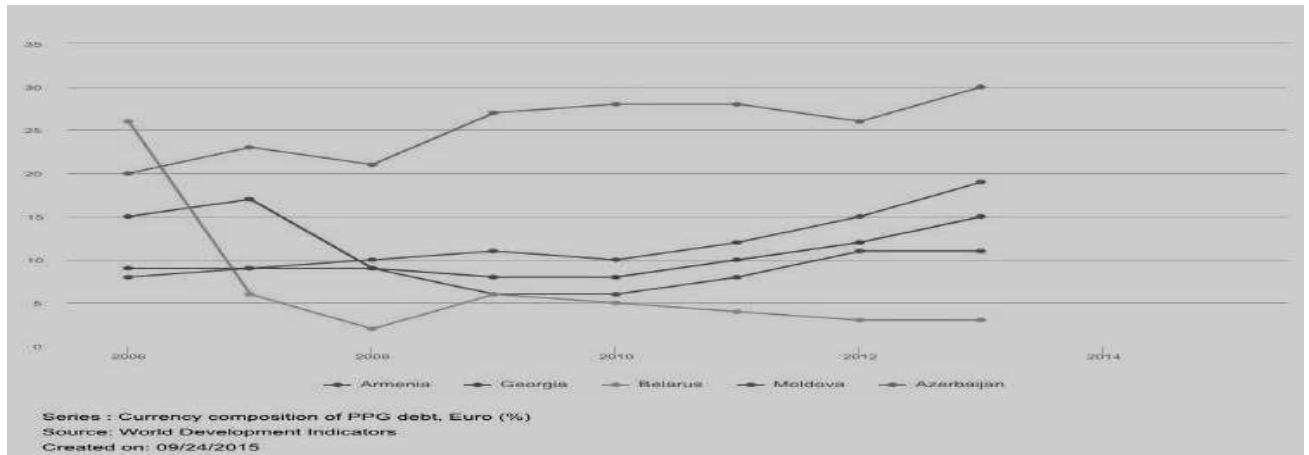
Հայաստանի պետական պարտքում 2008թ.-ին նվազել էր ԱՄՆ դոլարով պարտքի չափը, քանի որ նոր վարկային միջոցներ էին ներգրավել ճապոնական յենով և SDR-ով: Հակառակ միտումն էր այդ ժամանակ Բելառուսում, երբ պարտքի շուրջ 96%-ն ԱՄՆ դոլարով էր: Գրեթե նույն ցուցանիշը պահպանվել է նաև 2014թ.-ին, սակայն հարկ է նշել, որ պարտքի կառավարման տեսանկյունից ճիշտ է դիվերսիֆիկացնել պորտֆելը, և պարտքի արժույթները լինեն քիչ կոռելացված: Ամենից կայուն դոլարային պարտք ունեցող երկիրը այս հնգյակում Աղբրեջանն է, որի արտաքին պարտքում ի տարբերություն կայուն վարք ցուցաբերող ԱՄՆ դոլարի, զգալիորեն աճել են եվրոյով պարտավորությունները: Բնականաբար Բելառուսի դոլարային պարտավորությունները պայմանավորված են նաև նրանով, որ շատ արագ տեմպերով նվազել են եվրոյով պարտավորությունները՝ նվազագույնի հասնելով 2008թ.-ին: Թե՛ ԱՄՆ դոլարով և թե՛ եվրոյով պարտավորություններում կայուն և գրեթե նույն դինամիկան են արձանագրել Մոլդովան և Վրաստանը: Ճապոնական յենով պարտավորություններում ճիշտ հակառակ դինամիկան ունեն Հայաստանն ու Աղբրեջանը, վերջինս գրեթե 21%-ից պարտքը հասցրել է 2014թ.-ին 9.5%-ի, իսկ Հայաստանն ընդհակառակը՝ 2006թ.-ին 0.35 %-ից գրեթե 9%-ի է հասցրել յենով պարտավորությունների չափը: Բելառուսը բնականաբար կարելի է ասել, չունի պարտավորություններ ոչ յենով և ոչ էլ SDR-ով:

Վրաստանի և Մոլդովայի պարտավորությունները յենով յոթ տարիների ընթացքում գտնվում են 1%-ից 3%-ի սահմաններում, իսկ ահա SDR-ով նրանց պարտավորությունները գրեթե համընկնում են:

Աղյուսակ 6

Պետական պարտքի արժույթային կառուցվածքը եվրոյով (%)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Հայաստան	8.7881	9.0103	8.6884	6.2623	5.7847	7.7715	10.7178	11.4468
Վրաստան	14.9119	16.7379	8.9919	7.8753	8.0209	9.7187	12.4849	14.9834
Բելառուս	25.8735	5.9662	2.3886	5.655	5.3312	3.8996	3.1368	3.0654
Մոլդովա	8.0403	8.6908	9.8614	11.3627	10.3215	11.6693	15.1221	19.1359
Ադրբեջան	20.0455	22.6981	21.4023	27.133	27.7108	27.8721	25.7011	29.6476

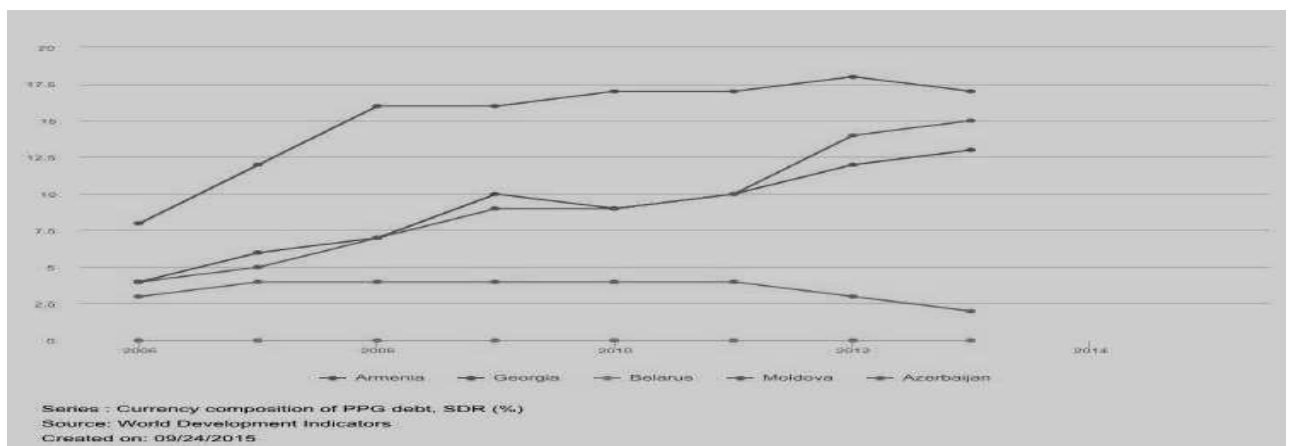


Նկ. 7. Պետական պարտքի արժույթային կառուցվածքը եվրոյով (%)

Աղյուսակ 7

Պետական պարտքի արժույթային կառուցվածքը SDR (%)

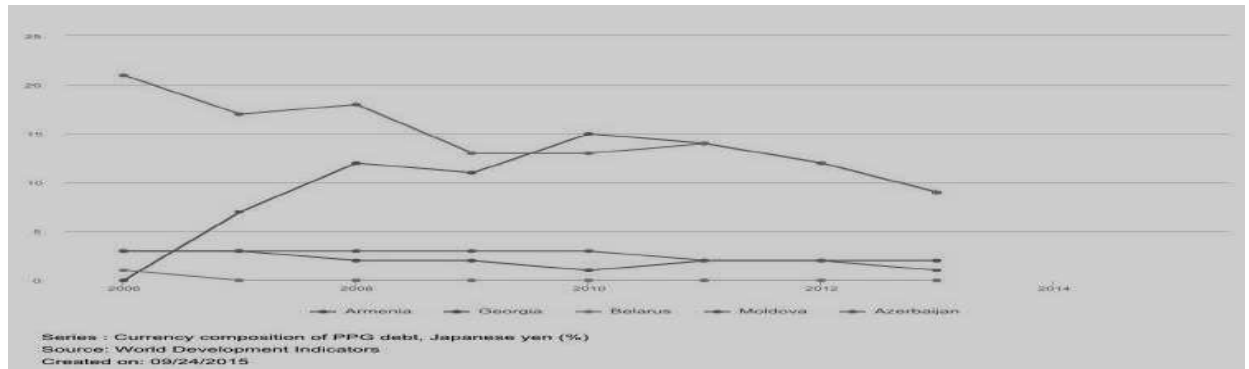
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Հայաստան	7.7123	12.2807	16.0128	16.2296	16.6211	16.7391	18.0572	16.6374
Վրաստան	4.0973	6.272	6.7748	9.6192	9.1228	9.7397	11.673	13.1603
Բելառուս	0	0	0	0	0	0	0	0
Մոլդովա	3.8566	5.4079	7.328	8.9753	9.45	10.4059	14.0447	14.534
Ադրբեջան	2.9274	3.784	4.2476	4.114	3.9943	3.5344	2.7748	1.9902



Նկ. 8. Պետական պարտքի արժույթային կառուցվածքը SDR (%)

Պետական պարտքի արժույթային կառուցվածքը ճապոնական յենով (%)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Հայաստան	0.3533	7.0412	12.0997	11.3443	14.6414	14.4753	11.9611	8.7396
Վրաստան	2.8691	2.9664	1.9754	1.5607	1.4274	1.5067	1.733	2.1947
Բելառուս	0.6746	0.0847	0	0	0.1734	0.3586	0.207	0.0974
Մոլդովա	2.9871	2.8445	3.3218	2.9113	2.7936	2.4795	1.7095	1.0651
Ադրբեջան	21.3463	17.3763	17.8319	12.8034	12.705	13.6249	11.5146	9.4743



Նկ. 9. Պետական պարտքի արժույթային կառուցվածքը ճապոնական յենով (%)

Գրականություն

1. <http://worldbank.org/>;
2. **OECD, Economic department**, Debt and Macroeconomic Stability, OECD Economics Department Policy Notes, No. 16. January 2013. P. 1.
3. **Monica de Bolle, Björn Rother, and Ivetta Hakobyan**. The Level and Composition of Public Sector Debt in Emerging Market Crises- 2006. - P. 3-23.
4. <http://minfin.am/>.

22.02.2017.

С.М. Саргсян

**ВАЛЮТНАЯ СТРУКТУРА И СРОКИ ПОГАШЕНИЯ ВНЕШНЕГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ДОЛГА ПЕРЕХОДНЫХ СТРАН РЕГИОНА**

Мировая экономика до сих пор не в силах полностью восстановиться после глобального финансово-экономического кризиса 2008-2009 гг., и внешний государственный долг продолжает оставаться одной из основных проблем развития экономики стран. На примерах нескольких стран СНГ (Армения, Беларусь, Азербайджан, Молдова и Грузия) исследованы изменения валютной структуры и среднего срока погашений внешнего государственного долга до и после глобального кризиса.

Ключевые слова: государственный долг, внешний государственный долг, ВВП, структура внешнего государственного долга, средний срок погашения.

S.M. Sargsyan

**CURRENCY STRUCTURE AND MATURITY OF REGIONAL DEVELOPING COUNTRIES'
EXTERNAL PUBLIC DEBT**

After global financial and economic crisis in 2008-2009 world economy hasn't been fully recovered till now and external public debt is still one of the main problems for countries' economy development. On the example of some countries of CIS (Armenia, Belarus, Azerbaijan, Moldova and Georgia) the changes of currency structure and average maturity of external public debt before and after crisis are studied.

Keywords: public debt, external public debt, GDP, currency structure of external public, average maturity.

Սարգսյան Սարգենիկ Մանվելի – ասպիրանտ, Երևանի պետական համալսարան

Ն.Դ. Մարգարյան

ՄԱՔՍԻՄԱԼ ԷՆՏՐՈՊԻԱՅԻ ՄԵԹՈԴՈՎ ԱԿՏԻՎԻ
ԳՆԻ ԲԱՇԽՄԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

Դիտարկվում է մաքսիմալ էնտրոպիայի մեթոդի կիրառումը ակտիվի գնի բաշխման գնահատման մեջ: Էնտրոպիան ինքն իրեն բավականին հայտնի մեծություն է և ունի համապատասխան պատմություն, սակայն ֆինանսական տիպի խնդիրներում որպես գործիք կիրառվել է շատ հազվադեպ: Շուկայում տրված մասնակի ինֆորմացիայի պարագայում մաքսիմալ էնտրոպիայի մեթոդը կառուցում է մի բաշխում, որն ամենաքիչն է կապված բացակայող ինֆորմացիայի հետ և հետևաբար ամենաանկողմնակալն է:

Առանցքային բառեր. մաքսիմալ էնտրոպիա, ինֆորմացիա, բաշխում, օպցիոններ, պորտֆել:

Հետևյալ խնդրում որպես շուկայական ինֆորմացիայի աղբյուր կվերցնենք օպցիոնային գները: Որպես արդյունք՝ իրական օպցիոնների ներկա գների հիման վրա կառուցվելու է դիսկրետ բաշխում, որի խտության ֆունկցիան բավարարում է հավանականային չափի բոլոր հատկություններին: Ցանկալի է նշել, որ մաքսիմալ էնտրոպիայի մեթոդը բավականին տարբերվում է մնացած մեթոդներից ոչ միայն իր մաթեմատիկայով, այլև տրամաբանությամբ: Կարելի է համեմատության համար դիտարկել մաքսիմալ ճշմարտանմանության մեթոդը, որտեղ սկզբում ենթադրվում է բաշխման տիպը, այնուհետև գնահատվում են բաշխման պարամետրերը: Այստեղ, սակայն, տրված ինֆորմացիայից ելնելով գնահատվում է հենց ինքը բաշխումը: Աշխատանքի ավարտին ծրագրավորման միջոցով մոդելը կկիրառվի գործնականորեն և կկայացվեն համապատասխան հետևություններ մոդելի օգտակարության և արդիականության մասին:

Նշանակենք տարբեր կատարման գներով (strike price) օպցիոնների գների վեկտորը b , ժամանակահատվածի վերջում օպցիոնի արժեքների (payout) մատրիցը A , անհրաժեշտ է գտնել հավանականության այնպիսի x վեկտոր, որը բավարարում է՝

$$\sum_{i=1}^n A_{ki} * x_i = b_i, \quad k = 1, \dots, m,$$

$$\sum_i x_i = 1, x_i \geq 0:$$

Ընդ որում x վեկտորը պետք է մաքսիմալացնի $S(x) = -\sum_{i=1}^n x_i * \ln(x_i)$: Սա պայմանական մաքսիմալացման խնդիր է, որը լուծվում է Լագրանժյան բազմապատկիչների միջոցով: Նշանակենք լուծումը P -ով, որն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$p_i = \exp\left(-\lambda_0 - \sum_{k=1}^m \lambda_k * A_{ki}\right):$$

Լագրանժյան $m+1$ պարամետրերը որոշվում են սկզբնական m սահմանափակումների, ինչպես նաև նորմալացման սահմանափակման միջոցով՝

$$\exp(\lambda_0) = \sum_{i=1}^n \exp\left(\sum_{k=1}^m \lambda_k * A_{ki}\right):$$

Բնականաբար լուծում գոյություն ունենալու համար անհրաժեշտ է որոշակի պայմանների բավարարված լինելը: Այդ պայմաններից մեկը կլինի A մատրիցի մաքսիմալ ռանկ ունենալը՝ տողերի անկախությունը: Եթե սակայն, այս պայմանը տեղի չունի, կարելի է որոշ տողեր հանել, մինչև

ստանանք գծայնորեն անկախ վեկտորների համակարգ: Եթե նույնիսկ տողերը գծայնորեն անկախ են, հնարավոր է, որ մատրիցը լինի սինգուլյարին մոտ: Այս դեպքերի համար օգտակար է Գրամ-Շմիդտի օրթոնորմալացման ալգորիթը:

Ինտուիտիվ հասկանալի է, որ $\forall i, \min(A_i) < b_i < \max(A_i)$, քանի որ հակառակ դեպքում պետք է հավանականային ատոմներից մեկի չափը լիներ կա՛մ բացասական, կա՛մ 1-ից մեծ: Լագրանժյան պարամետրերը գտնելը, ուղղակիորեն լուծելով ոչ գծային հավասարումների համակարգի պարագայում, բավականին բարդ է, ուստի կարելի է տվյալ խնդիրը վերաձևակերպել և բերել այլ խնդրի լուծման: Հայտնի է [1, 2], որ Լագրանժյան պարամետրերը գտնելու համար բավարար է գտնել հետևյալ նպատակային ֆունկցիայի մինիմումը՝

$$W = - \sum_{i=1}^n p_i^m * \ln\left(\frac{p_i}{p_i^m}\right) = -S(p^m) + \lambda_0 + \sum_{k=1}^m \lambda_k * b_k,$$

որտեղ p^m -ը մաքսիմալ էնտրոպիան ապահովող բաշխումն է:

Այսպիսով, լուծումը կարելի է բաժանել մի քանի փուլերի: Նախ՝ կարելի է գծային ծրագրավորման մեթոդներով ստուգել՝ արդյոք լուծման վեկտոր գոյություն ունի: Լուծման գոյությունը պարզելուց հետո՝ կարելի է սկզբնական մատրիցը փոխարինել իր օրթոնորմալ ձևափոխությամբ, այնուհետև նոր մատրիցի համար կկիրառվի էքստրեմում գտնելու Նյուտոնի մեթոդը: Բացի Նյուտոնի մեթոդից, կարելի է օգտագործել ավելի պարզ, սակայն միննույն ժամանակ ավելի դանդաղ աշխատող գրադիենտի մեթոդը: Ստանալով վերջնական պարամետրերը՝ կկատարենք հակադարձ մատրիցային ձևափոխություն՝ նախնական պարամետրերին գալու համար: Նույն տրամաբանությամբ կարելի է դիսկրետ բաշխումից անցնել անընդհատ բաշխման [3], պարզապես փոխարինելով էնտրոպիան հետևյալ մեծությամբ՝

$$S(p) = - \int_0^\infty p(x) * \log(p(x)) dx:$$

Բաշխման վրա կդրվի ոչ բացասական լինելու և հետևյալ պայմանները՝

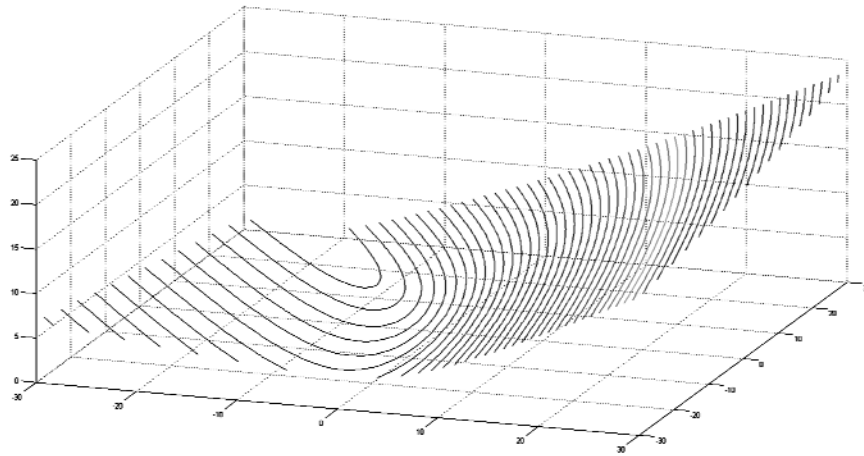
$$\int_0^\infty p(x) dx = 1, E(c_i(x)) = \int_0^\infty p(x) * c_i(x) dx = d_i:$$

Այստեղ $c_i(x)$ -ով նշանակել ենք օպցիոնի գինը ժամանակահատվածի վերջում կամ նույն “PayOut”-ը: Պետք է ճշգրտել այս արտահայտությունը դիսկոնտավորման գործակցով (որը կարելի է անտեսել կարճ ժամանակահատվածների դեպքում): Համապատասխան բաշխումը կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$p(x) = \frac{1}{\lambda_0} * e^{\sum_{i=1}^m \lambda_i * c_i(x)}, \lambda_0 = \int_0^\infty e^{\sum_{i=1}^m \lambda_i * c_i(x)} dx:$$

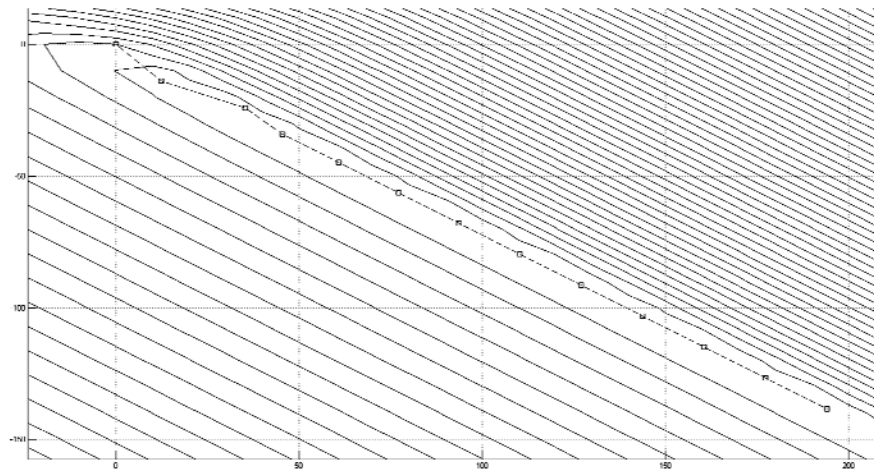
Այս դեպքում Հեսսի մատրիցի անդամները դառնում են տարբեր կատարման գներով օպցիոնների գների կովարիացիան: Սա կարելի է օգտագործել որպես մատրիցի դրական որոշվածության մեկ այլ հիմնավորում:

Նկ. 1-ում պատկերված է նպատակային ֆունկցիայի մի օրինակ մինիմումի կետի շրջակայքում՝



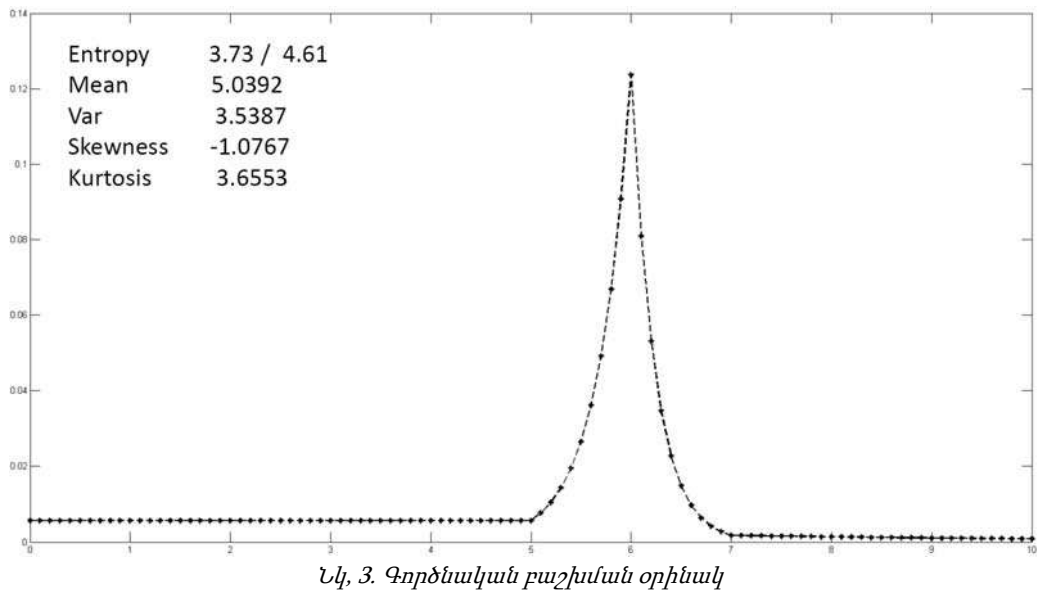
Նկ. 1. Նպատակային ֆունկցիայի տեսքը

Պատկերից ակնհայտորեն երևում է նպատակային ֆունկցիայի ուռուցիկ լինելը: Հաջորդ պատկերում կառուցվել են նպատակային ֆունկցիայի մակարդակի կորերը և լուծման գործընթացում յուրաքանչյուր իտերացիայի շարժը $-H'(x_0) * f'(x_0)$ ուղղությամբ (նկ.2):

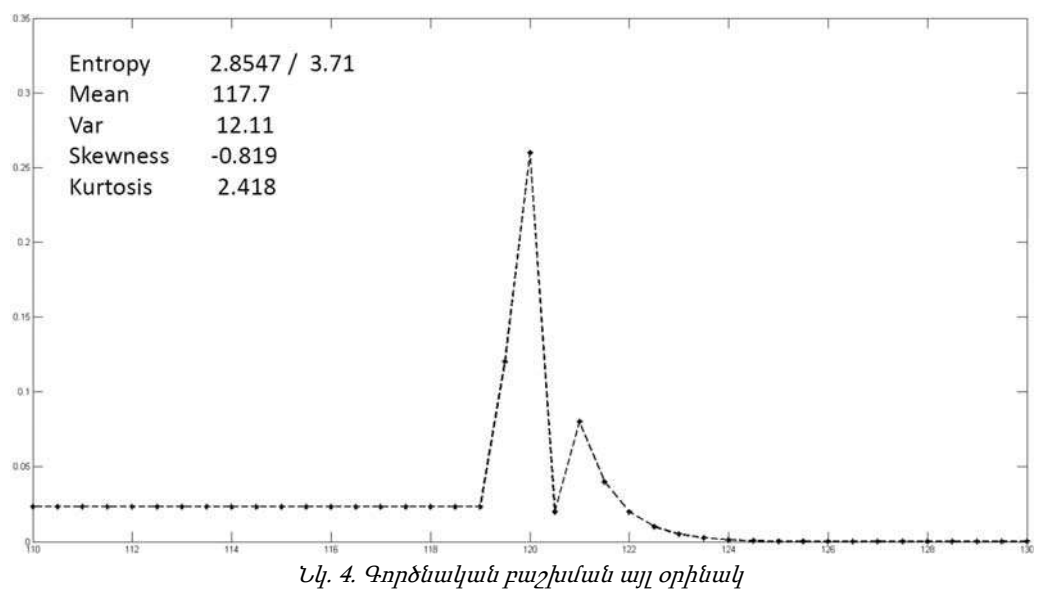


Նկ. 2. Մակարդակի կորերը և իտերացիաները

Հաջորդ նկարում պատկերված է “iPath S&P GSCI Crude Oil TR ETN” օպցիոնի տվյալներից ստացված բաշխումը (նկ.3) :



Իսկ այստեղ SPDR Gold Shares (GLD) օպցիոնի համար բաշխումը երկու բարձր հաճախականության կետ ունի՝ ի հակադրություն նախորդ յունիմոդալ դեպքի (նկ.4):



Եզրակացություն. Սույն մեթոդով ստացված բաշխումը համարյա միշտ յունիմոդալ է, ունի բավականին բարձր անորոշություն, ինչը բավարարում է մոդելի տրամաբանական պահանջներին: Սկզբնական գների փոքր փոփոխության դեպքում բաշխումը շարունակում է մնալ կայուն և ցուցաբերում է աննշան փոփոխություններ: Սակայն ուժգին տատանումները զգացնել են տալիս, թե՛ տեսքի միջոցով, թե՛ թվային պարամետրերով: Ամենաբարձր հաճախականության կետը միշտ ստացվում է ակտիվի իրական գնին մոտիկ, այսինքն՝ ամենամեծ սպասումները կապված են ներկա գնի հետ, ներկա գինը լավագույն գնահատականն է ապագայի համար: Չնայած մոդելի մոտեցմանը, այն չի հակասում դասական տեսությանը՝ օպցիոնի գնահատման Բլեք-Շոլզ-Մերտոնի մոդելին, այն ընդամենն առաջարկում է հակառակ մոտեցում. որոշել ակտիվի բաշխումը՝ ունենալով ներկա գինը:

Ստացված մոդելը հնարավոր է կիրառել տարբեր կանխատեսումների համար՝ մասնավորապես պորտֆելների կառուցման դեպքում: Դասական մոտեցումը հիմնված է պատմական տվյալների հիման վրա սպասվող եկամտաբերության և վարիացիայի հաշվարկի վրա: Այս մոտեցումը թույլ է տալիս հաշվել այս ցուցանիշները ոչ թե պատմական տվյալների, այլ ներկա պահին շուկայի կողմից ձևավորված սպասումների հիման վրա: Բացի այդ, նախատեսում ենք այս մոդելը օգտագործել պարզելու, թե որքանով է լավ շուկան կանխատեսում ակտիվների գները: Ստացված մեթոդը կարող է օգտագործվել նաև պետական մարմինների ֆինանսական շուկայի մասնակիցների կողմից տարբեր ակտիվների գների կանխատեսման համար:

Գրականություն

1. **Alhassid Y., Agmon N. and Levine R.D.** An Upper Bound for The Entropy and Its Applications to the Maximal Entropy Problem // Chem. Phys. Lett. – 1978. – 53. – P. 22.
2. **Alhassid Y., Agmon N. and Levine R.D.** An Algorithm for Finding the Distribution of Maximal Entropy // Journal of Computational Physics. -1979. – 30. – P. 250-258.
3. **Buchen Peter W., Kelly Michael.** The Maximum Entropy Distribution of an Asset Inferred from Option Prices // Journal of Financial and Quantitative Analysis. - Mar., 1996. – 31. – P. 143-159.

22.11.2016.

Н.Д. Маргарян

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНЫ АКТИВА МЕТОДОМ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНТРОПИИ

Рассматривается вопрос применения метода максимальной энтропии при оценке распределения цены актива. Энтропия - довольно известная величина, однако в задачах финансового типа применяется редко. При данной частичной рыночной информации метод максимальной энтропии строит распределение, которое меньше всего связано с отсутствующей информацией, становясь таким образом меньше всего предвзятой.

Ключевые слова: максимальная энтропия, информация, распределение, опционы, портфель.

N.D. Margaryan

ASSESSMENT OF ASSET PRICE DISTRIBUTION USING MAXIMUM ENTROPY METHOD

The issue of the application of maximum entropy method in the assessment of asset price distribution is considered. Entropy is itself a well known quantity and has a corresponding history, however it has been rarely used in financial type of problems. At the partial market information the maximum entropy method constructs a distribution, which is least connected to the missing information, thus being the least prejudiced.

Keywords: maximum entropy, information, distribution, options, portfolio.

Մարգարյան Նարեկ Դավիթի - մագիստրոս (ԵՊՀ)

ՀՏԴ 621.316

ԷԼԵԿՏՐԱՏԵԽՆԻԿԱ ԵՎ ՍԱՐՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ

Դ.4. Առաքելյան

ՍԻՆԽՐՈՆ ՇԱՐԺԻՉԻ ՌԵԱԿՏԻՎ ՀՋՈՐՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ԱԶԴՈՂ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ստացվել են բանցահայտ և ոչ բանցահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչների գեներացնող ռեակտիվ հզորության հետազոտման անալիտիկ կախվածությունները: Հետազոտվել է ռեակտիվ հզորության հարաբերական մեծությունների կախվածությունը սնման լարումից, գրգռման հոսանքի, ստատորի հոսանքի, ինչպես նաև խարսխի փաթույթի ինդուկտիվ դիմադրություններից: Ստացված կախվածությունները կարելի է կիրառել տարբեր աշխատանքային ռեժիմներում աշխատող ցանկացած տիպի բանցահայտ և ոչ բանցահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի կոմպենսացման հնարավորությունների գնահատման համար:

Առանցքային բառեր. սինխրոն շարժիչ, ռեակտիվ հզորություն, գնահատում, գրգռման հոսանք:

Ներածություն: Հայտնի է, որ տարբեր տեխնոլոգիական գործընթացների աշխատանքն ապահովող էլեկտրաբանեցման շարժիչները միաժամանակ ռեակտիվ հզորության աղբյուր են, այն հիմնականում պայմանավորված է սինխրոն շարժիչների և սինխրոն կոմպենսացման ստորև ներկայացված առավելություններով [1,2].

- հնարավորություն է տալիս ապահովել գրգռման շրջադարձ և տրվող ռեակտիվ հզորության կարգավորման լայն միջակայք,

- ապահովում է ցանցի լարման տատանումներից ոչ մեծ կախվածություն,

- բարձրացնում է համակարգի կայունությունը,

- կարգավորման բարձր արդյունավետություն: Ցանցի լարման նվազման դեպքում սինխրոն կոմպենսացման համար գեներացվող ռեակտիվ հզորությունը մեծանում է,

- գեներացվող ռեակտիվ հզորության սահուն կարգավորման հնարավորություն, որն ապահովում է համակարգի աշխատանքի կայունությունը և բարելավում է ցանցի ռեժիմային պարամետրերը,

- կարճ միացման ռեժիմի ժամանակ ստատորի փաթույթի բավարար ջերմային և էլեկտրադինամիկական կայունություն:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ ժամանակակից էներգատար տեխնոլոգիական գործընթացներում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման համար կարևորվում է այդ գործընթացում օգտագործվող էլեկտրաբանեցման սինխրոն շարժիչների կոմպենսացման հնարավորությունների օգտագործումը [3,4], անհրաժեշտություն է առաջանում հետազոտել և վերլուծել սինխրոն շարժիչների գեներացվող ռեակտիվ հզորության վրա ազդող գործոնները:

Աշխատանքի նպատակն է բանցահայտ բևեռներով և ոչ բանցահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի գեներացվող ռեակտիվ հզորության վրա ազդող գործոնների վերլուծությունը:

Խնդրի դրվածքը: Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ արտադրական ձեռնարկություններում՝ որպես էլեկտրաբանեցման շարժիչներ օգտագործվում են բանցահայտ և ոչ բանցահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչներ, նկատի ունենալով, որ միատեսակ հզորության շարժիչների գեներացնող ռեակտիվ հզորությունները տարբեր են սույն աշխատանքում դիտարկվել են ինչպես բանցահայտ, այնպես էլ ոչ բանցահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչների վրա ազդող գործոնները:

Ռեակտիվ հզորության վրա ազդող գործոնների գնահատման ալգորիթմ: Բանցահայտ և ոչ բանցահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչների կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորությունները համապատասխանաբար որոշվում են հետևյալ կերպ [4]

$$Q_B = 3 \left[\frac{U_c E_f}{x_d} \cos \theta + \frac{U_c^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \cos 2\theta \right], \quad (1)$$

$$Q_{NB} = 3 \left[\frac{U_c E_f}{x_d} \cos \theta - \frac{U_c^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} + \frac{1}{x_d} \right) \right], \quad (2)$$

իսկ հարաբերական միավորներով [4]՝

$$K_{QB} = \frac{Q}{S_H} = 3 \left[\frac{K_u K_{fE}}{x_d} \cos \theta + \frac{K_u^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \cos 2\theta \right], \quad (3)$$

$$K_{QNB} = 3 \left[\frac{K_u K_{fE}}{x_d} \cos \theta - \frac{K_u^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} + \frac{1}{x_d} \right) \right], \quad (4)$$

որտեղ U_c -ն U_H -ը համապատասխանաբար՝ ստատորի փաթույթին տրվող փաստացի և անվանական լարումներն են, E_f -ը, E_{fH} -ը գրգռման փաստացի և անվանական էլեկտրաշարժ ուժերն են, θ -ն շարժիչի հիմնական էլշու-ի և ցանցի լարման միջև ներքին անկյունն է, x_d, x_q - ն՝ խարսխի փաթույթի ինդուկտիվ դիմադրությունները՝ ըստ երկայնական և լայնական առանցքների:

Օգտագործվել են հետևյալ նշանակումները՝

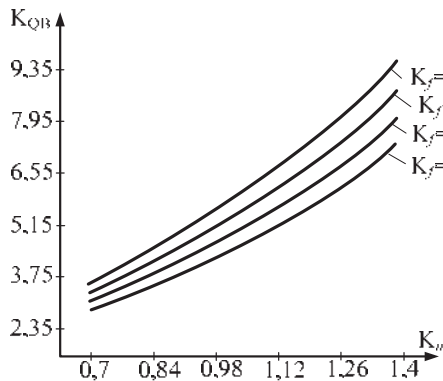
$$K_u = \frac{U_c}{U_H}, \quad K_{fE} = \frac{E_f}{E_{fH}}:$$

θ անկյունը արտահայտելով $\cos \varphi$ հզորության գործակցով՝ (1) և (2) արտահայտությունները համապատասխանաբար կընդունեն հետևյալ տեսքը [5]՝

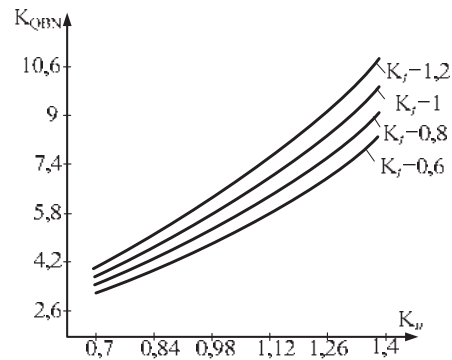
$$K_{QB} = 3 \left[\frac{K_u K_{fE}}{x_d} \cos \left(\arctg \frac{K_I \cos \varphi}{\frac{K_u}{x_q} + K_I \cos \varphi} \right) + \frac{K_u^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \cos \left(2 \arctg \frac{K_I \cos \varphi}{\frac{K_u}{x_q} + K_I \cos \varphi} \right) \right], \quad (5)$$

$$K_{QBN} = 3 \left[\frac{K_u K_{fE}}{x_d} \cos \left(\arctg \frac{K_I \cos \varphi}{\frac{K_u}{x_q} + K_I \cos \varphi} \right) - \frac{K_u^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} + \frac{1}{x_d} \right) \right], \quad (6)$$

որտեղ $K_I = I/I_H$; I -ն, I_H -ը համապատասխանաբար՝ ստատորի փաթույթի փաստացի և անվանական հոսանքներն են:

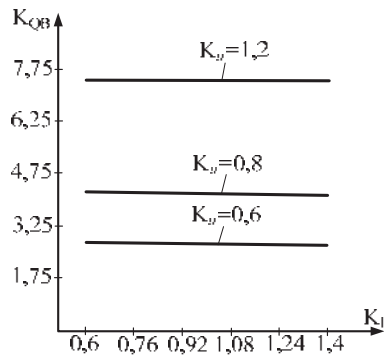


Նկ. 1. Բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության հարաբերական մեծության կախումը լարման հարաբերական մեծությունից գրգռման հոսանքի տարբեր արժեքների դեպքում

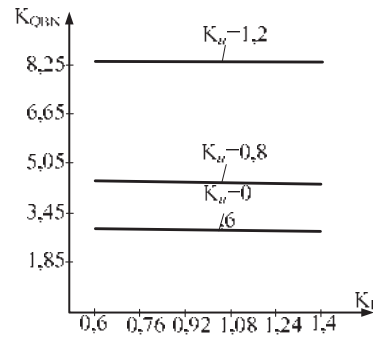


Նկ. 2. Ոչ բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության հարաբերական մեծության կախումը լարման հարաբերական մեծությունից գրգռման հոսանքի տարբեր արժեքների դեպքում

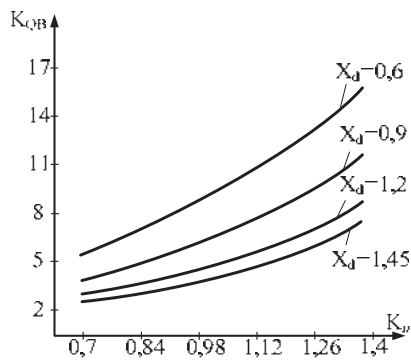
Նկ. 1-4 վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ինչպես բացահայտ, այնպես էլ ոչ բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորությունները սրընթաց աճում են սնման լարման աճին զուգընթաց: Միաժամանակ հարկ է նշել, որ շարժիչի գրգռման հոսանքի մեծացումն առաջացնում է շարժիչի գեներացնող ռեակտիվ հզորության աճ, ինչի արժեքը ոչ բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի համար գերազանցում է բացահայտ բևեռով շարժիչի համար ստացվող ռեակտիվ հզորությանը:



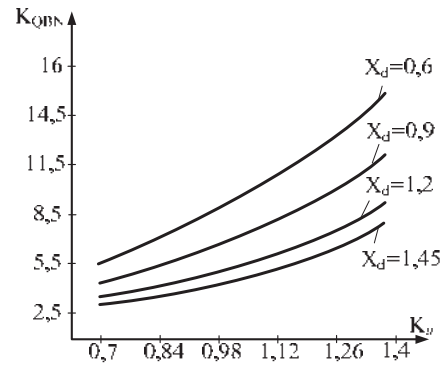
Նկ. 3. Բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության հարաբերական մեծության կախումը ստատորի հոսանքի հարաբերական մեծությունից սնման լարման տարբեր արժեքների դեպքում



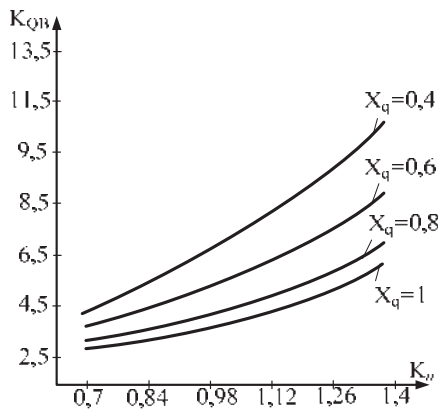
Նկ. 4. Ոչ բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության հարաբերական մեծության կախումը ստատորի հոսանքի հարաբերական մեծությունից սնման լարման տարբեր արժեքների դեպքում



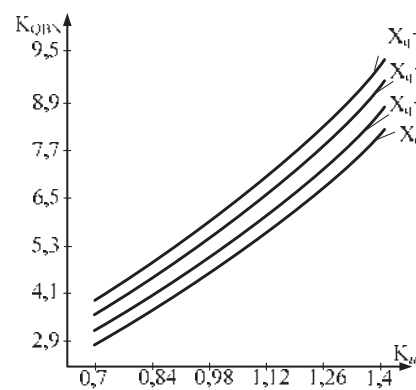
Նկ. 5. Բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության հարաբերական մեծության կախումը լարման հարաբերական մեծությունից X_d -ի տարբեր արժեքների դեպքում



Նկ. 6. Ոչ բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության հարաբերական մեծության կախումը լարման հարաբերական մեծությունից X_d -ի տարբեր արժեքների դեպքում



Նկ. 7. Բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության հարաբերական մեծության կախումը լարման հարաբերական մեծությունից X_q -ի տարբեր արժեքների դեպքում



Նկ. 8. Ոչ բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության հարաբերական մեծության կախումը լարման հարաբերական մեծությունից X_q -ի տարբեր արժեքների դեպքում

Նկ. 5-8 վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ինչպես բացահայտ, այնպես էլ ոչ բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչների գեներացնող ռեակտիվ հզորություններն աճում են x_d -ի և x_q -ի մեծացման պարագայում, միաժամանակ բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչի դեպքում ռեակտիվ հզորության աճը գերազանցում է բացահայտին:

Եզրակացություն: Կախումների ստացված արդյունքները հնարավորություն են տալիս գնահատել բացահայտ և ոչ բացահայտ բևեռներով սինխրոն շարժիչների գեներացվող ռեակտիվ հզորության փոփոխությունը տարբեր գործոնների փոփոխման պայմաններում: Ստացված արդյունքները կարևորվում են սինխրոն շարժիչի կոմպեսացման հնարավորությունների կիրառման պարագայում:

Գրականություն

1. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока. – СПб., 2010. – 352 с.
2. Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам. - М.: Академия, 2005. - 480 с.
3. Çolak, Bayindir R., Bay Ö.F. Reactive power compensation using a fuzzy logic controlled synchronous motor // Energy Conversion and Management. – 2003. - Vol. 44, issue 13. - P. 2189-2204.
4. Вершинин П.П., Хашпер Л.Я. Применение синхронных двигателей в металлургии.- М.: Металлургия, 1974. - 272 с.
5. Багдасарян М.К., Аракелян Д.К. Исследование влияния отклонения напряжения на реактивную мощность синхронного двигателя // Вестник НПУА: Электротехника, энергетика. - 2016. - N1.- С.27-36.

10.02.2017.

Д.К. Аракелян

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ НА РЕАКТИВНУЮ МОЩНОСТЬ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Получены аналитические зависимости для исследования реактивной мощности генерируемых явнополюсного и неявнополюсного синхронных двигателей. Для относительной величины реактивной мощности исследована зависимость реактивной мощности от напряжения питающей сети, тока возбуждения, тока статора, а также индуктивного сопротивления обмотки якоря. Полученные зависимости можно использовать для оценки компенсирующей способности любого типа явнополюсного и неявнополюсного синхронных двигателей при разных рабочих режимах.

Ключевые слова: синхронный двигатель, реактивная мощность, оценка, ток возбуждения.

D.K. Arakelyan

ANALYZING THE FACTORS INFLUENCING THE SYNCHRONOUS MOTOR REACTIVE POWER

The analytic dependences of investigating the generating reactive power of synchronous motors with explicit and implicit poles are obtained. The dependence of the reactive power relative values on the supply voltage, the inductive resistances of excitation current, stator current, as well as the anchor winding is investigated. The obtained dependences can be applied for estimating the compensation possibilities of an explicit and implicit pole synchronous motor of any type, working in different operation modes.

Keywords: synchronous motor, reactive power, estimation, excitation current.

Առաքելյան Դավիթ Կարենի – ասպիրանտ (Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան)

ՀՏԴ 621.382: 621.383

ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱ

Ռ.Ռ. Վարդանյան, Հ.Ս. Պետրոսյան

ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՀԱՐԹ ՊԱՆԵԼԱՅԻՆ ԵՎ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՏՈՐԱՅԻՆ ՖՈՏՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՓՈԽԱԿԵՐՊԻՉՆԵՐԻ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Դիտարկվում են արևային հարթ պանելային և կոնցենտրատորային տիպի ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների կառուցվածքը և բնութագրիչ հատկությունները: Կատարվում է նշված երկու տիպի արևային էներգիայի փոխակերպիչների համեմատական վերլուծություն:

Առանցքային բառեր. արևային, ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչներ, պանելային, կոնցենտրատորային, վերլուծություն:

Ներածություն: Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների օգտագործումը կարևորագույն խնդիր է մարդկության համար: Այդպիսի աղբյուրներ են՝ արևի և քամու էներգիաները, կենսազանգվածը, Երկրի ընդերքի, ծովերի և օվկիանոսների էներգիաները և այլն: Այս էներգիայի աղբյուրներից ամենահզորը Արևն է: Այն էներգիայի ճառագայթման տեսանկյունից մի հազվագյուտ կայուն ջերմամիջուկային գեներատոր է, որի էներգիան գործնականորեն անսպառ է:

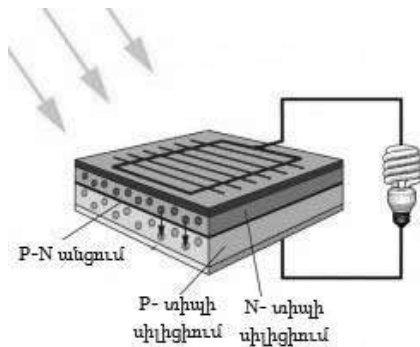
Արևային էներգիան հիմնականում օգտագործվում է երկու ձևով՝ ջերմային և էլեկտրական էներգիաների փոխակերպման միջոցով: Էլեկտրական փոխակերպումը կատարվում է կիսահաղորդչային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչներով: Վերջիններս ապահովում են արևային էներգիայի ուղիղ փոխակերպումը էլեկտրականի [1]: Արևային էներգիայի ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչները էկոլոգիապես մաքուր են, անաղմուկ, չեն պահանջում շահագործման մեծ ծախսեր, օգտագործվում են երկար տարիներ:

Ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչներն իրենց հերթին լինում են հիմնականում հարթ պանելային և կոնցենտրատորային տիպերի: Ներկայումս լայն տարածում են ստացել հարթ պանելային տիպի ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչները: Դա բացատրվում է վերջին տարիներին այդ ոլորտի գիտատեխնիկական մեծ ձեռքբերումներով և հարթ պանելային փոխակերպիչների արտադրության նորագույն տեխնոլոգիաների կիրառությամբ:

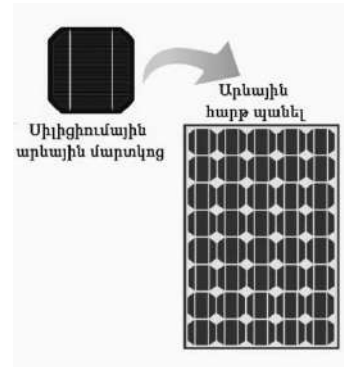
Կատարվում են նաև մեծածավալ աշխատանքներ արևային կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների մշակման և էներգետիկ կայանների կառուցման ուղղությամբ: Այս մոտեցումը հիմնավորվում է նրանով, որ կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների արդյունավետությունը բավականին բարձր է, որը հնարավորություն է տալիս միավոր մակերեսից ստանալ ավելի շատ էներգիա, քան հարթ պանելների կիրառության դեպքում: Այսպես, կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական մոդուլի արդյունավետությունը ներկայումս կազմում է 43,4% [2], այն դեպքում, երբ հարթ պանելային մոդուլի արդյունավետությունը մոտավորապես 15% է: Սակայն կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների կիրառության դեպքում առաջ են գալիս այլ խնդիրներ, օրինակ, ճշգրիտ կերպով արևի ընթացքին հետևելու կամ ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների հովացման խնդիրը:

Այսպիսով, արևային հարթ պանելային և կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչներն ունեն իրենց դրական և բացասական հատկանիշները: Հետևաբար, հետագա հետազոտական և կիրառական բնույթի աշխատանքների իրականացման նպատակներով խիստ կարևոր է ուսումնասիրել նշված երկու տիպի փոխակերպիչների բնութագրերը և կատարել դրանց համեմատական վերլուծություն, ինչին էլ նվիրված է տվյալ աշխատանքը:

1. **Արևային հարթ պանելային և կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների կառուցվածքը:** Արևային էներգիայի հարթ պանելային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչները կազմված են արևային մարտկոցներից, որոնք մոտավորապես 0,5մմ հաստությամբ կիսահաղորդչային թիթեղներ են՝ պատրաստված հիմնականում սիլիցիումից: Արևի ճառագայթները (ֆոտոնները), ընկնելով արևային մարտկոցի մակերեսին և կլանվելով վերջինիս ծավալում, ստեղծում են նոր լրացուցիչ լիցքակիրներ՝ էլեկտրոններ և խոռոչներ: Ներքին էլեկտրական դաշտի ազդեցության շնորհիվ էլեկտրոնները ք տիրույթից տեղափոխվում են դեպի n տիրույթ, իսկ խոռոչները՝ n-ից դեպի p տիրույթ (նկ.1): Այսպիսով՝ արևային մարտկոցի վերևի և ներքևի մակերեսներին պատրաստված մետաղական էլեկտրոդների վրա առաջանում է պոտենցիալների տարբերություն և արտաքին շղթայով՝ բեռի դիմադրության միջոցով, անցնում է էլեկտրական հոսանք [1]:



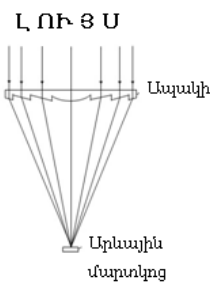
Նկ. 1. Արևային մարտկոցի կառուցվածքը



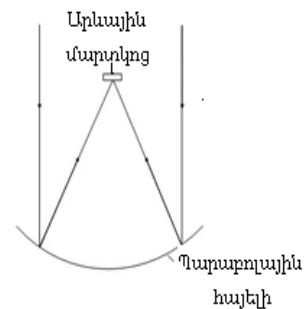
Նկ. 2. Արևային մարտկոցի և արևային պանելի տեսքերը

Արևային մարտկոցները միացվում են հաջորդաբար և լամինացիայի միջոցով տեղադրվում են պաշտպանիչ ապակու տակ: Այնումիևից պատրաստված շրջանակի մեջ տեղադրելուց և կոնտակտները միացնելուց հետո ստացվում է արևային հարթ պանել (նկ.2): Որքան մեծ ելքային հզորություն պահանջվի, այնքան մեծ թվով արևային պանելներ պետք կլինի օգտագործել՝ միացնելով դրանք հաջորդաբար կամ զուգահեռաբար՝ կախված պահանջվող ելքային լարման և հոսանքի արժեքներից:

Կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչները կազմված են արևի ճառագայթները կոնցենտրացնող օպտիկական սարքերից և ֆոկոսում տեղադրված կիսահաղորդչային արևային մարտկոցներից: Կոնցենտրացնող սարքերը լինում են հիմնականում երկու տիպի՝ ուսպնյակային բեկող (նկ.3) կամ հայելային անդրադարձնող (նկ.4): Այս սարքերը կարող են լինել կետային կամ գծային ֆոկուսացումով:



Նկ. 3. Ֆրենելային ուսպնյակային կոնցենտրատոր



Նկ. 4. Պարաբոլային հայելային կոնցենտրատոր

Կոնցենտրացնող համակարգերում օգտագործվող արևային մարտկոցները որպես կանոն կազմված են մի քանի p – n անցումներից և ունեն բավականին բարձր ՕԳԳ (ավելի քան 40%): Այսպիսով, կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչները հնարավորություն են տալիս էապես նվազեցնել օգտագործվող կիսահաղորդչային նյութերի քանակը, դրանով՝ իսկ նվազեցնել համակարգի արժեքը: Սակայն այստեղ առաջ է գալիս արևի ընթացքին մեկ կամ երկու կոորդինատներով հետևող սարքերի կիրառության անհրաժեշտությունը, ինչը հանգեցնում է լրացուցիչ ծախսերի:

2. Հարթ պանելային և կոնցենտրատորային արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների համեմատական վերլուծություն: Հարթ պանելային արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների (նկ.5) առավելությունները հետևյալն են.

- բավականին ցածր ինքնարժեք (ներկայումս այն մոտավորապես 0,5 ԱՄՆ դոլար է մեկ Վտ հզորության համար),
- լավ մշակված և դյուրին արտադրական գործընթացի առկայություն, մշակված տեխնոլոգիա (ցածր ռիսկայնություն),
- հուսալի և երկարաժամկետ ծառայության հնարավորություն,
- շահագործման շատ փոքր ծախսեր,
- շինությունների տանիքներին և պատերին ինտեգրման մեծ հնարավորություններ,
- կարող է օգտագործվել ոչ միայն արևի ուղիղ ճառագայթների, այլ նաև դիֆուզիոն ճառագայթման պայմաններում:

Ինչպես հետևում է վերը շարադրվածից, հարթ պանելային արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչներն ունեն բազմաթիվ ուժեղ կողմեր, որի պատճառով ներկայումս հարթ պանելային

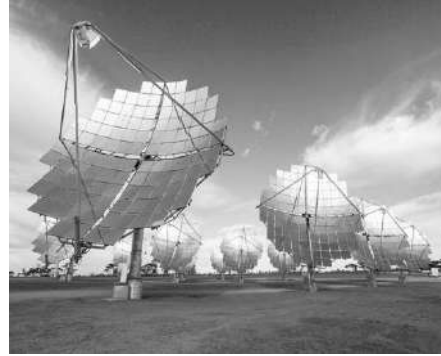
փոխակերպիչները լայն կիրառություն ունեն ամբողջ աշխարհում: Դրանց տեղակայված ընդհանուր հզորությունը 2015 թվի դրությամբ հասնում է 227 ԳՎտ արժեքի [3]:

Սակայն հարթ պանելային արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչները զերծ չեն նաև թերություններից, որոնցից են՝

- արևային էներգիայի փոխակերպման համեմատաբար ցածր արդյունավետությունը (ներկայումս արևային մոդուլների ՕԳԳ-ի միջին արժեքը մոտավորապես 15 % է),
- համեմատաբար բարձր ջերմաստիճանային գործակից (հզորության 0,5 %-ի կորուստ, յուրաքանչյուր 1^oC -ով ջերմաստիճանի բարձրացման դեպքում):



Նկ. 5. Հարթ պանելային ֆոտոէլեկտրական կայան



Նկ. 6. Պարաբոլահայելային ֆոտոէլեկտրական կայան

Նշված համեմատաբար ցածր արդյունավետության պատճառով մեծ հզորություններ ստանալու պահանջի դեպքում անհրաժեշտ է լինում օգտագործել համեմատաբար մեծ տարածքներ: Այսպես, հաշվի առնելով, որ Երկրի մակերեսին արևի ճառագայթման հզորության ստանդարտ մեծությունը կազմում է 1000 Վտ, ապա պարզ է, որ 15 % ՕԳԳ-ով 1^մ² մակերեսով հարթ արևային պանելը կապահովի միայն 150 Վտ հզորություն, իսկ հարյուրավոր ՄՎտ հզորություններով կայաններ կառուցելու նպատակով կպահանջվեն բավականին մեծ տարածքներ:

Հարթ պանելային փոխակերպիչների բարձր ջերմաստիճանային գործակիցը բերում է այն ոչ ցանկալի իրավիճակին, որ բարձր աշխատանքային ջերմաստիճանների պայմաններում էապես նվազում է պանելների հզորությունը: Այդ հանգամանքը կարևորվում է շոգ բնակլիմայական պայմաններ ունեցող երկրներում: Օրինակ, Հայաստանում ամռան ամիսներին շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանը հասնում է 40 ^oC-ի, որի դեպքում արևային ֆոտոէլեկտրական պանելի ջերմաստիճանը կարող է հասնել 100 ^oC-ի: Այդ դեպքում արևային մոդուլների ՕԳԳ-ն 15 % - ից նվազելով կազմում է ընդամենը 9,5%: Այսինքն՝ 1մ² մակերեսով հարթ արևային պանելը 150 Վտ հզորության փոխարեն ապահովում է միայն 95 Վտ հզորություն, իսկ 55 Վտ հզորությունը կորչում է ջերմության ազդեցության հետևանքով:

Կոնցենտրատորային արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների (նկ.6) առավելությունները հետևյալն են [4].

- արևային էներգիայի փոխակերպման համեմատաբար բարձր արդյունավետություն (ներկայումս արևային մոդուլների ՕԳԳ-ի միջին արժեքը մոտավորապես 43,4 % է),
- ցածր ջերմաստիճանային գործակից,
- տարածքի երկակի օգտագործում, առանց շրջակա միջավայրը վնասելու,
- օգտագործվող տարածքից առավելագույն էներգիայի ստացում բարձր ՕԳԳ-ի և արևի ընթացքին հետևող համակարգի միջոցով,
- ինքնարժեքի անկախություն կիսահաղորդիչների գների տատանումից:

Կոնցենտրատորային արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչները զերծ չեն թերություններից, ինչպիսիք են՝

- կոնցենտրատորային արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչները չեն կարող օգտագործվել դիֆուզիոն ճառագայթման պայմաններում,
- պահանջում է ճշգրիտ և հուսալի արևի ընթացքին հետևման համակարգ,
- կարող է պահանջվել անհատական մաքրման համակարգ՝ կախված տեղանքից,
- տեղակայման սահմանափակում (չի կարող տեղակայվել այն տարածքներում, որտեղ արևային էներգիան քիչ է, և չի կարող տեղակայվել շենքերի տանիքներին),
 - նոր սերնդի արտադրանք (բարձր ռիսկայնություն),
 - տեխնոլոգիայի ստանդարտացման բացակայություն:

Հարթ պանելային և կոնցենտրատորային արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների համեմատական լիարժեք պատկերը ստանալու համար դիտարկենք նաև դրանց գնային հարաբերությունները [5]:

Աղյուսակում բերված են 2015թ-ի տվյալներով և 2020թ-ի կանխատեսումներով հաշվարկված մոնոքյուրեղային շարժական, բազմաբյուրեղային ֆիքսված հարթ պանելային, ինչպես նաև կոնցենտրատորային արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչներով տեղակայված կայանների և արտադրված էլեկտրաէներգիայի արժեքները:

Աղյուսակ

Տարբեր տիպի արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչներով տեղակայված կայանների և արտադրված էլեկտրաէներգիայի արժեքների կանխատեսումներ

Տեխնոլոգիայի տիպը	Տեղադրված արևային կայանի արժեքը (\$/Վտ)		Արտադրված էլեկտրաէներգիայի արժեքը (\$/կՎտժ)	
	2015	2020	2015	2020
Ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչ, մոնոքյուրեղային շարժական	\$3.01	\$2.24	\$0,106	\$0,08
Ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչ, բազմաբյուրեղային ֆիքսված	\$2.23	\$1.75	\$0,102	\$0,092
Կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչ	\$2.01	\$1.20	\$0,085	\$0,07

Ըստ աղյուսակի 2015 թ.-ի դրությամբ կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների 1 Վտ-ի արժեքը համեմատաբար բարձր է: Սակայն ըստ կանխատեսումների 2020 թվին կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների 1 Վտ-ի արժեքը և դրանց միջոցով արտադրված էլեկտրաէներգիայի արժեքը լինելու է ավելի փոքր, քան հարթ պանելային փոխակերպիչներինն է:

Եզրակացություն: Համեմատելով հարթ և կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների բնութագրերը՝ կարելի է եզրակացնել, որ ներկայումս կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների կիրառությունը զիջում է հարթին: Սակայն շնորհիվ կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների վերը նշված առավելությունների և գնային կանխատեսումների, ոչ հեռավոր ապագայում (2020-2030թթ.) կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների կիրառությունը կլինի տնտեսապես նպատակահարմար: Հաշվի առնելով հարթ և կոնցենտրատորային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների օգտագործման առանձնահատկությունները, ինչպիսիք են օրինակ շինություններին ինտեգրման հնարավորությունները և տվյալ աշխարհագրական դիրքում արևի ուղիղ ճառագայթների առկայությունը, կարելի է եզրակացնել, որ նշված տեխնոլոգիաները կունենան իրենց կիրառության առանձին սեգմենտները:

Գրականություն

1. **Վարդանյան Ռ.Ռ.** Արևային ֆոտոէլեկտրական կայաններ. Զարգացման հեռանկարները // Գիտության աշխարհում.-2005.-N 4.-էջ 51-56:
2. **Horowitz K., Kurtz S.** Current Status of Concentrator Photovoltaic (CPV) Technology. Version 1.2.- Febr. - 2016.
3. http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/iea-pvps--installed-pv-capacity-at-227-gw-worldwide_100024068/#axzz4I93N7Mft
4. **Philipps S.P., Bett A.W., Horowitz K., Kurtz S.** Current Status of Concentrator Photovoltaic (CPV) Technology / National Renewable Energy Laboratory NREL in Golden.- Colorado,USA, 2015.
5. **Prior B.** Cost and LCOE by Generation Technology, 2009-2020. GTM Research.-November, 2011. 17.02.2017.

Р.Р. Варданян, А.С. Петросян

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОЛНЕЧНЫХ ПЛОСКИХ ПАНЕЛЬНЫХ И КОНЦЕНТРАТОРНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Рассматриваются конструкция и характерные свойства солнечных плоских панельных и концентраторных фотоэлектрических преобразователей. Проводится сравнительный анализ двух указанных преобразователей солнечной энергии.

Ключевые слова: солнечный, фотоэлектрические преобразователи, панельный, концентраторный, анализ.

R.R. Vardanyan, H.S. Petrosyan

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF SOLAR FLAT PANEL AND CONCENTRATOR TYPE PHOTOVOLTAIC TRANSFORMERS

The construction and descriptive features of solar flat panel and concentrator type photovoltaic transformers are observed. The comparative analysis of two mentioned transformers of solar energy is conducted.

Keywords: solar, photovoltaic transformers, panel, concentrator, analysis.

Վարդանյան Ռուբեն Ռաֆայելի – տ.գ.դ., պրոֆեսոր, ՀԱՊՀ

Պետրոսյան Հասմիկ Սանասարի - ասպիրանտ, ՀԱՊՀ

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЩНОСТИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНОГО ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ АРМЕНИИ

Для вычисления мощности и электрической энергии, вырабатываемой солнечным фотоэлектрическим модулем, необходимо определить температуру модуля. Представлена методика и выполнены расчеты по определению температуры, коэффициента полезного действия (КПД), производства мощности и электрической энергии монокристаллического кремниевого солнечного фотоэлектрического модуля для условий Армении. Для учета влияния метеорологических и актинометрических параметров местности на температуру, КПД и мощность модуля разработана его расчетная схема теплообмена.

Ключевые слова: фотоэлектрическая панель, температура фотоэлемента, тепловой поток, интенсивность солнечного излучения, мощность модуля.

Введение. Производители солнечных фотоэлектрических панелей (ФЭП) предоставляют основные характеристики панелей при стандартных условиях испытания (СУИ): интенсивность солнечного излучения (СИ) 1000 Вт/м^2 , спектральное распределение АМ 1.5 и температура фотоэлемента (ФЭ) 25°C . Однако при реальных метеорологических условиях эти характеристики существенно изменяются, что влияет на КПД, а следовательно, и на величину электрической мощности модуля. В реальных условиях эксплуатации в результате постоянного движения Солнца и наличия диффузного СИ лучи Солнца не поступают перпендикулярно на поверхность ФЭП, как это бывает при СУИ. С другой стороны, различные спектральные распределения СИ производят различные фототоки фотоэлемента. Между тем спектральное распределение СИ постоянно меняется в зависимости от позиции Солнца и состояния атмосферы Земли, никогда не достигая значения стандарта АМ 1.5. Кроме того, КПД ФЭП при постоянной температуре снижается со снижением интенсивности СИ. И, наконец, температура ФЭП увеличивается с увеличением температуры окружающей среды, что и обуславливает уменьшение КПД ФЭП [1].

Из представленных выше факторов наибольшее влияние на КПД кремниевой ФЭП оказывает температура ФЭ [2]. Поэтому при оценке КПД панели основное внимание уделяется определению температуры ФЭ. Для решения этой задачи широко применяются известные методики: модель, основанная на номинальной рабочей температуре ФЭ [1], и модель Национальной лаборатории Сандии для прогнозирования температуры ФЭП [3]. Обе модели основаны на экспериментальных данных и не обеспечивают высокую точность прогнозирования при определенных условиях, особенно, если метеорологические и синоптические условия рассматриваемой местности значительно отличаются от экспериментальных условий моделей.

Для определения температуры ФЭП осуществлены многочисленные исследования, в которых выведены простые линейные зависимости определения температуры ФЭП. В этих уравнениях учтено значение интенсивности суммарного СИ, поступающего на поверхность ФЭП, но не принято во внимание влияние отдельных компонентов СИ. Более того, исследования прогнозирования температуры и КПД ФЭП не проводились при метеорологических и синоптических условиях Армении.

Постановка задачи и метод исследования. Целью настоящей работы является определение температуры, КПД и производства мощности монокристаллического кремниевого модуля при метеорологических и синоптических условиях РА.

В качестве предмета исследования была выбрана монокристаллическая кремниевая ФЭП китайского производителя “Фошен Уайад Электрик Ко” [4].

Для рассматриваемой панели составлена расчетная схема теплообмена, моделированы тепловые потоки, подводимые к модулю и отводимые от него, а также составлено уравнение теплового баланса (рис. 1).

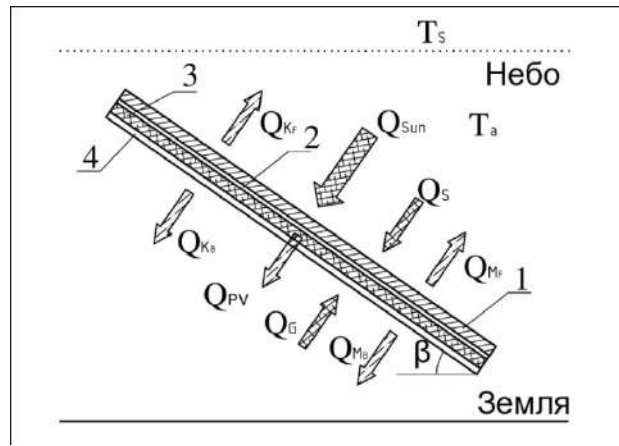


Рис. 1. Расчетная схема теплообмена монокристаллического кремниевого модуля:
1 - стекло, 2 - герметик, 3 - фотоэлементы, 4 - защитная пленка

При формировании теплового баланса приняты следующие допущения:

- 1) распределение СИ на поверхность ФЭП равномерно, в течение расчетного часа температура по всему объему модуля не изменяется: модуль находится в изотермальном положении;
- 2) температура почвы равна средней температуре окружающей среды;
- 3) модуль установлен на грунт и ориентирован строго на юг;
- 4) коэффициенты преломления и ослабления стекла и герметика модуля равны, т.е. стекло и герметик модуля представляются как одно целое;
- 5) поступающее на поверхность модуля СИ не поляризовано и не поляризуется, проходя через внешние и внутренние слои ФЭП;
- 6) оптические параметры ламинирующего и защитных слоев не зависят от длины волн СИ, т.е. коэффициент поглощения ФЭ является постоянной величиной;
- 7) процессы отражения СИ от поверхности ФЭ и поглощения СИ, отраженного от поверхности ФЭ верхними слоями ФЭП, незначительны;
- 8) алюминиевый каркас не оказывает теплового воздействия на остальные элементы ФЭП;
- 9) значения скорости ветра для лицевой и тыльной сторон поверхности ФЭП одинаковы.

Основываясь на перечисленных допущениях, получим следующий тепловой баланс для рассматриваемого ФЭП:

$$Q_{Sun} + Q_S + Q_G = Q_{Kf} + Q_{Kb} + Q_{Mf} + Q_{Mb} + Q_{PV}, \quad (1)$$

где Q_{Sun} , Q_S , Q_G - тепловые потоки, поступающие на модуль, соответственно, от Солнца, небосвода и поверхности Земли, обусловленные лучистым теплообменом; Q_{Kf} , Q_{Kb} - тепловые потоки, отводимые с лицевой и тыльной сторон поверхности ФЭП, обусловленные конвективным теплообменом; Q_{Mf} , Q_{Mb} - тепловые потоки, отводимые с лицевой и тыльной сторон поверхности ФЭП, обусловленные лучистым теплообменом; Q_{PV} - тепловой поток, отводимый из модуля, обусловленный преобразованием части СИ в электрическую мощность.

Часть теплового потока Q_{Sun} отражается от лицевой поверхности модуля, часть проходит через модуль, а оставшаяся часть поглощается стеклом, герметиком и фотоэлементами, увеличивая температуру модуля. Поглощенный тепловой поток определяется как

$$Q_{ab}^{\Sigma} = Q_{ab}^{gl,EVA} + Q_{ab}^c = S_{PV} \cdot I_{ab}^{gl,EVA} + S_{PV} \cdot I_{ab}^c, \quad (2)$$

где $Q_{ab}^{gl,EVA}$, Q_{ab}^c - тепловые потоки, поглощенные, соответственно, системой стекло-герметик и фотоэлементами; $I_{ab}^{gl,EVA}$, I_{ab}^c - плотности потока СИ, поглощенные, соответственно, системой стекло-герметик и фотоэлементами; S_{PV} - площадь поверхности ФЭП.

$I_{ab}^{gl,EVA}$ определяется по формуле

$$I_{ab}^{gl,EVA} = \alpha_d I'_{d,\beta} + \alpha_{dif} I'_{dif,\beta} + \alpha_g I'_{g,\beta}, \quad (3)$$

где $I'_{d,\beta}$, $I'_{dif,\beta}$, $I'_{g,\beta}$ - интенсивности прямого, диффузного и отраженного от поверхности Земли СИ, поступающих на ламинирующую поверхность ФЭП, наклоненную к горизонтальной поверхности на угол β ; $\alpha_d, \alpha_{dif}, \alpha_g$ - коэффициенты поглощения системы стекло-герметик, соответственно, для прямого, диффузного и отраженного от поверхности Земли СИ.

$I'_{d,\beta}$, $I'_{dif,\beta}$ и $I'_{g,\beta}$ определяются по формулам [5]

$$I'_{d,\beta} = I'_d \cdot \cos \theta / \cos \theta_z, \quad (4)$$

$$I'_{dif,\beta} = I'_{dif} \cdot (1 - \cos \beta) / 2, \quad (5)$$

$$I'_{g,\beta} = I'_g \cdot (1 + \cos \beta) / 2, \quad (6)$$

где I'_d , I'_{dif} , I'_g - интенсивности прямого, диффузного и отраженного от поверхности Земли СИ, поступающих на горизонтальную поверхность, которые рассчитаны по доработанной методике Псилоглу [6]; θ - угол между прямой СИ и нормалью ламинирующей поверхности ФЭП.

Коэффициенты α_d, α_{dif} и α_g определяются по методам, представленным в [5, главе 5], имея в виду, что оптическая толщина системы стекло-герметик равна сумме толщин стекла и герметика.

СИ, поглощенное в ФЭ, находится выражением

$$I_{ab}^c = I_{tr} \cdot \alpha_c \cdot (1 - \eta_c(t)), \quad (7)$$

где I_{tr} - полное СИ, проходящее через оптическую систему стекло-герметик; α_c - эффективный коэффициент поглощения ФЭ; $\eta_c(t)$ - КПД ФЭ, зависящий от его температуры.

I_{tr} определяется как [5]

$$I_{tr} = \tau_d I'_{d,\beta} + \tau_{dif} I'_{dif,\beta} + \tau_g I'_{g,\beta}, \quad (8)$$

где τ_d , τ_{dif} , τ_g - коэффициенты оптического пропускания системы стекло-герметик, соответственно, для прямого, диффузного и отраженного от поверхности Земли СИ, которые с учетом принятых допущений определяются по методам, представленным в [5].

Тепловые потоки Q_S и Q_G находятся по формулам

$$Q_S = S_{PV} \cdot \sigma \cdot \varepsilon_S \cdot T_S^4, \quad (9)$$

$$Q_G = S_{PV} \cdot \sigma \cdot \varepsilon_G \cdot T_G^4, \quad (10)$$

где ε_S , ε_G - степени черноты небосвода и поверхности Земли; T_S , T_G - температура небосвода и поверхности Земли; σ - постоянная Стефана-Больцмана.

Согласно допущениям 1 и 9, тепловые потоки Q_{K_F} и Q_{K_B} одинаковы. Следовательно, их сумму можно представить как

$$Q_K = Q_{K_F} + Q_{K_B} = 2 \cdot \alpha_K \cdot S_{PV} \cdot (T_c - T_a), \quad (11)$$

где T_c - температура ФЭ; α_K - коэффициент конвекции, который определяется соотношением Мак-Адамса [7].

Тепловые потоки Q_{M_F} и Q_{M_B} описываются следующими формулами:

$$Q_{M_F} = S_{PV} \cdot \sigma \cdot \varepsilon_F \cdot T_c^4, \quad (12)$$

$$Q_{M_B} = S_{PV} \cdot \sigma \cdot \varepsilon_B \cdot T_c^4, \quad (13)$$

где ε_S , ε_G - степени черноты, соответственно, лицевой и тыльной сторон модуля.

Тепловой поток Q_{PV} определяется по формуле

$$Q_{PV} = S_{PV} \cdot I_{tr} \cdot \alpha_c \cdot \eta_c(t). \quad (14)$$

Подставляя соответствующие соотношения в (1) и исключая S_{PV} , получаем

$$\begin{aligned} I_{ab}^{gl,EVA} + I_{tr} \cdot \alpha_c \cdot (1 - \eta_c(t)) + \sigma \cdot \varepsilon_S \cdot T_S^4 + \sigma \cdot \varepsilon_G \cdot T_G^4 = \\ = 2 \cdot \alpha_K \cdot (T_c - T_a) + \sigma \cdot \varepsilon_F \cdot T_c^4 + \sigma \cdot \varepsilon_B \cdot T_c^4 + I_{tr} \cdot \alpha_c \cdot \eta_c(t). \end{aligned} \quad (15)$$

Согласно [8], КПД ФЭ определяется по формуле

$$\eta_c(t) = \eta_{c,ref} \cdot [1 - \beta_{ref} \cdot (T_c - T_{c,ref})], \quad (16)$$

где β_{ref} , $\eta_{c,ref}$, $T_{c,ref}$ - соответственно температурный коэффициент мощности, КПД и температура ФЭ при стандартных условиях испытания.

Определяя $\eta_c(t)$ и подставляя его в (16), получаем следующее уравнение:

$$\eta_{c,ref} \cdot \left[1 - \beta_{ref} \cdot (T_c - T_{c,ref}) \right] - \left(I_{ab}^{gl,EVA} + I_{tr} \cdot \alpha_c + \sigma \cdot \varepsilon_S \cdot T_S^4 + \sigma \cdot \varepsilon_G \cdot T_a^4 - \left(2\alpha_K \cdot (T_c - T_a) + \sigma \cdot \varepsilon_F \cdot T_c^4 + \sigma \cdot \varepsilon_B \cdot T_c^4 \right) \right) / (2I_{tr} \cdot \alpha_c) = 0. \quad (17)$$

Так как уравнение (17) является четырехстепенным, его можно решить только численным методом, при этом интервал изменения температуры ФЭ будет $T_c \in [240; 350] K$.

Для решения этой задачи разработан алгоритм решения в программном пакете MatLab. Исходные данные алгоритма – географические широта, долгота и высота местности, последующий номер дня года, час дня, температура окружающей среды, интенсивности прямого, диффузного и отраженного от поверхности Земли СИ, поступающих на горизонтальную поверхность, альbedo и степень черноты поверхности Земли, степень черноты небосвода, среднечасовая скорость ветра, эффективный коэффициент поглощения ФЭ, степени черноты лицевой и тыльной сторон модуля, метод ориентации угла наклона модуля относительно горизонтальной поверхности, температурный коэффициент мощности, КПД и температура ФЭ при стандартных условиях испытания.

Технические характеристики предусмотренного модуля представлены в табл. 1 [4].

Таблица 1

Технические характеристики монокристаллического модуля	
Размеры, мм	1000x1920x50
Пиковая мощность, Вт	300
Толщина стекла, м	0,003
Толщина герметика, м	0,00057
КПД ФЭ при температуре 25°C и АМ 1.5, %	0,181
КПД модуля при температуре 25°C и АМ 1.5, %	0,171
Эффективный коэффициент поглощения ФЭ	0,9
Степень черноты лицевой поверхности модуля	0,92
Степень черноты тыльной поверхности модуля	0,9
Температурный коэффициент КПД, 1/K	0,0045

КПД и величина электрической мощности ФЭП определяются выражениями [8]

$$\eta_m(t) = \eta_{m,ref} \cdot \left[1 - \beta_{ref} \cdot (T_c - T_{c,ref}) \right], \quad (18)$$

$$P(t) = S_{PV} \cdot (I'_{d,\beta} + I'_{dif,\beta} + I'_{g,\beta}) \cdot \eta_m(t), \quad (19)$$

где $\eta_{m,ref}$ - КПД ФЭП при стандартных условиях испытания.

Расчеты проводились для осредненных почасовых значений синоптических и метеорологических параметров актинометрических станций "Ереван Агро" и "Гюмри", предполагая, что предусмотренный модуль установлен возле этих станций под таким углом, чтобы на поверхность модуля поступила максимально возможная энергия СИ в течение зимних месяцев года. В табл. 2 представлены интервалы изменения рабочей температуры и электрической мощности ФЭП для актинометрических станций "Ереван Агро" и "Гюмри", а в табл. 3 и 4 - осредненные суточные режимы производства электрической энергии этих станций в течение всех месяцев года.

Таблица 2

Интервалы изменения рабочей температуры и электрической мощности ФЭП для актинометрических станций "Ереван Агро" и "Гюмри"

Акт. станция	Температура ФЭ, К		Производство мощности, Вт	
	минимальная	максимальная	минимальное	максимальное
"Ереван Агро"	261	315	0	299
"Гюмри"	256	312	0	280

Таблица 3

Осредненные суточные режимы производства электрической энергии ФЭП в течение года
для актинометрической станции "Гюмри", Втч

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	5	3	0	0	0	0	0
6	0	0	0	6	14	18	17	11	2	0	0	0
7	0	7	26	30	37	41	42	45	43	16	0	0
8	32	63	72	62	73	88	91	97	104	74	50	29
9	84	119	116	92	107	130	135	146	160	125	112	90
10	124	162	150	114	133	163	169	183	203	164	157	136
11	148	188	171	129	150	185	192	207	230	188	184	163
12	155	196	178	134	155	192	199	215	239	195	192	171
13	146	185	170	128	149	184	191	205	229	186	182	160
14	121	158	148	113	132	161	168	181	201	161	154	132
15	81	115	113	89	104	127	132	142	156	122	109	87
16	31	60	70	60	70	84	87	93	99	70	48	28
17	0	7	25	29	35	38	40	42	40	16	0	0
18	0	0	0	6	13	17	16	10	2	0	0	0
19	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 4

Осредненные суточные режимы производства электрической энергии ФЭП в течение года
для актинометрической станции "Ереван Агро", Втч

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	5	3	0	0	0	0	0
6	0	0	0	9	18	22	20	13	2	0	0	0
7	0	8	35	47	54	55	56	57	50	21	0	0
8	33	69	94	98	107	109	112	118	120	91	55	25
9	84	127	149	143	156	159	164	173	184	155	121	75
10	124	171	192	179	193	196	202	215	233	203	169	114
11	148	198	218	201	217	220	227	242	262	232	198	136
12	155	206	226	208	224	227	235	249	271	240	206	143
13	145	195	215	199	214	218	224	238	258	228	195	134
14	120	167	188	175	190	192	198	210	226	197	164	110
15	81	122	145	139	151	153	157	166	176	148	116	73
16	31	65	90	93	103	104	106	111	113	86	52	24
17	0	8	33	45	51	51	52	53	46	19	0	0
18	0	0	0	8	17	20	19	12	2	0	0	0
19	0	0	0	0	1	5	3	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

На рис. 2 приведены графики потенциального производства электроэнергии ФЭП в течение года при постоянном КПД (синий цвет) и при КПД, рассчитанном согласно представленной методике (красный цвет). Как видно из графиков, производство электроэнергии ФЭП в течение зимних месяцев года в предположении, что КПД ФЭП не изменяется, снижается примерно на 10% по сравнению с производством энергии, определяемой согласно представленной методике. Противоположное явление происходит в течение летних месяцев года.

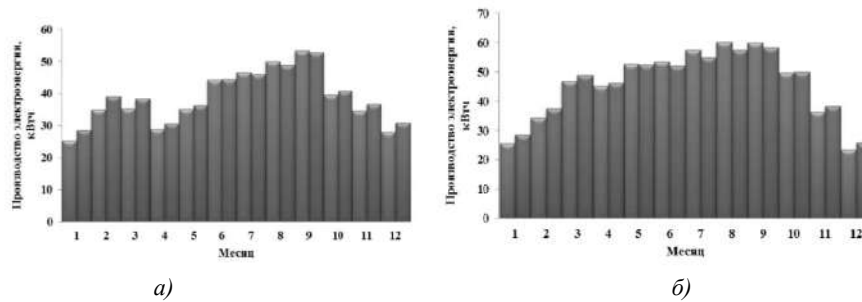


Рис. 2. Графики потенциального производства электроэнергии ФЭП в течение всех месяцев года для актинометрических станций: а – “Гюмри” и б – “Ереван Агро”

Выводы

1. Использован метод теплового баланса фотоэлектрического модуля для определения температуры, КПД и мощности фотоэлемента.
2. Разработана математическая модель для определения температуры фотоэлемента. Данная модель позволяет рассчитать производство мощности и электрической энергии модуля.
3. Расчеты показали, что КПД модуля изменяется в пределах 15,77...20,4% для условий Армении.
4. Показано, что если КПД модуля вычислен согласно представленной методике, производство мощности увеличивается в течение зимних месяцев и уменьшается в течение летних месяцев года по сравнению со случаем, когда КПД модуля принимается постоянной величиной. Следовательно, для более точной оценки мощности модуля необходимо использовать представленную выше методику.

Литература

1. **Luque A.** Handbook of photovoltaic science and engineering: second edition. - John Wiley & Sons, Ltd., 2011. – 1132 p.
2. **Tofighi A.** Performance Evaluation of PV Module by Dynamic Thermal Model// Journal of Power Technologies. – Pardis, 2013. – No. 93 (2). – P. 111–121.
3. **King D.L., Boyson E.E. and Kratochvil J.A.** Photovoltaic Array Performance Model// SAND2004-3535, Sandia National Laboratories. – Albuquerque, NM. – 2004.
4. <http://ouyada.en-made-in-china.com/product/SBIEprRxshkD/China-China-Best-Price-300W-Monocrystalline-Solar-Panel-Solar-Module.html>.
5. **Duffie J.A.** Solar Engineering of Thermal Processes: fourth edition. - John Wiley & Sons, Ltd., 2013. – 910 p.
6. **Атоян В.В., Оганнисян А.А., Геворгян С.Г.** Анализ моделей интенсивности солнечного излучения для условий Республики Армения // Вестник Национального политехнического университета Армении. – Электротехника, Энергетика. – 2016. – No. 1. – С. 78-84.
7. **McAdams W.H.** Heat Transmission: third edition. – McGraw-Hill, 1954. – 490 p.
8. **Evans, D.L.** Simplified method for predicting photovoltaic array output // Solar Energy. – 1981. – Vol. 27. – P. 555–560.

05.09.2016.

Հ.Հ. Հովհաննիսյան

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՖՈՏՈԵԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄՈԴՈՒԼԻ ՀՈՐՈՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ

Արևային ֆոտոէլեկտրական մարտկոցի հզորության և էլեկտրաէներգիայի թողարկման որոշման համար անհրաժեշտ է որոշել մարտկոցի ջերմաստիճանը: Ներկայացված է միաբյուրեղ սիլիցիումային ֆոտոէլեկտրական մարտկոցի ջերմաստիճանի, ՕԳԳ - ի հզորության և էլեկտրաէներգիայի թողարկման որոշման մեթոդիկան, և կատարվել են համապատասխան հաշվարկներ Հայաստանի պայմանների համար: Մարտկոցի ջերմաստիճանի, ՕԳԳ - ի և հզորության վրա տեղանքի օդերևութաբանական և ակտինո-մետրական պարամետրերի ազդեցության հաշվարկման համար մշակվել է նրա ջերմա-փոխանակման հաշվարկային սխեման:

Առանցքային բառեր. ֆոտոէլեկտրական մարտկոց, ֆոտոէլեմենտի ջերմաստիճան, ջերմային հոսք, արեգակնային ճառագայթման ինտենսիվություն, մարտկոցի հզորություն:

H.H. Hovhannisyan

A METHOD OF DETERMINATION OF POWER AND ELECTRICAL ENERGY PRODUCTION OF SOLAR PHOTOVOLTAIC MODULES FOR CONDITIONS OF ARMENIA

In order to calculate the power and electricity generated by solar photovoltaic modules it is necessary to determine the module temperature. A method of determination of the temperature, efficiency, power and electrical energy output of monocrystalline silicon solar PV modules are carried out for conditions of Armenia. To determine the influence of meteorological and actinometrical parameters on the temperature, efficiency and power output of the module, its estimated heat exchange circuit is developed.

Keywords: photovoltaic module, solar cell temperature, heat flux, intensity of solar radiation, module power.

Оганнисян Айк Айрапетович - аспирант (НПУА)

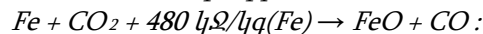
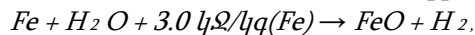
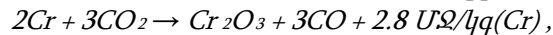
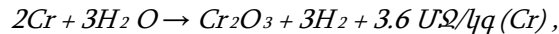
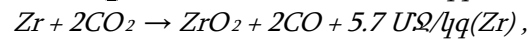
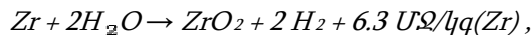
Ա.Դ. Գրիգորյան

**ԾԱՆՐ ՎԹԱՐԻ ԱՐՏԱԽԻՐԱՆԱՅԻՆ ՓՈԽԼՈՒՄ ՊԱՅԹՈՒՆԱՎՏԱՆԳ ԳԱԶԱՅԻՆ
ԽԱՈՒՆՈՒՐԴԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՎՏԱՆԳԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԶՋԷՌ-440 ՌԵԱԿՏՈՐՈՎ
ԷՆԵՐԳԱԲԼՈՎՆԵՐՈՒՄ**

Հիմնվելով MELCOR հաշվարկային կոդով ստացված արդյունքների վրա՝ ուսումնասիրվել են ծանր վթարի արտախրանային փուլի զարգացման առանձնահատկությունները ՋՋԷՌ-440 ռեակտորով էներգաբլոկներում: Հիմնավորվել է սպրինկլերային համակարգի աշխատանքի հնարավոր բացասական ազդեցությունը միջավայրի պայթյունավտանգ կազմի ձևավորման վտանգի տեսանկյունից:

Առանցքային բառեր. ծանր վթարի կառավարում, ՋՋԷՌ-440, ծանր վթար, ջրածնային վտանգ, սպրինկլերային համակարգ:

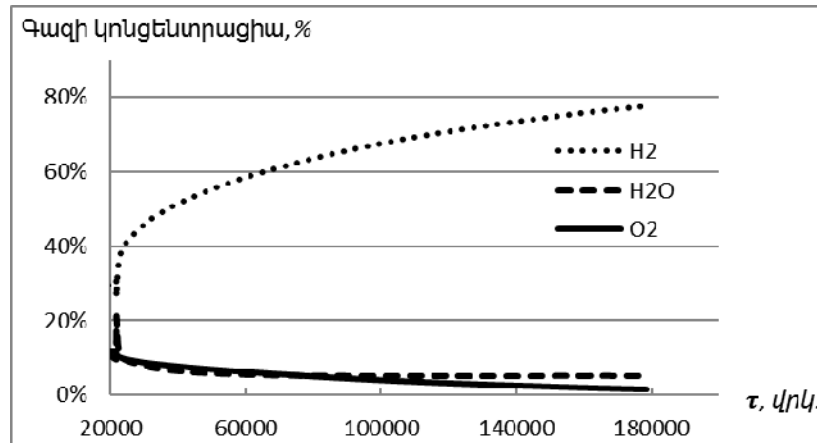
Ծանր վթարի զարգացման արտախրանային փուլը մեկնարկում է այն պահից սկսած, երբ հալված վառելիքակոնստրուկցիոն զանգվածը (կորիում) դուրս է գալիս ռեակտորի իրանի սահմաններից: Աշխարհում կատարված փորձերը ցույց են տվել, որ ջերմահեռացման բացակայության պայմաններում, երբ տաքացած կորիումը հասնում է բետոնին, սկսվում է բուռն քիմիական ռեակցիա, որն ուղեկցվում է ինտենսիվ գազաանջատումով [1]: Հիմնական քիմիական ռեակցիաները, որոնք ընթանում են կորիումի և բետոնի քիմիական փոխազդեցության արդյունքում, հետևյալն են [2].



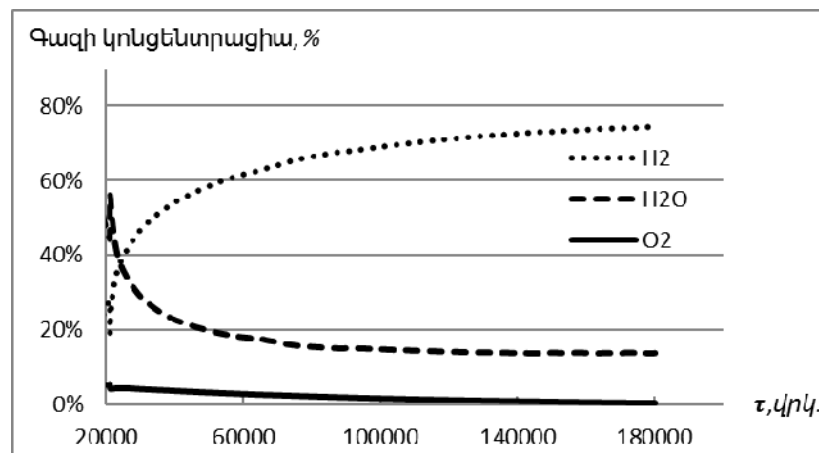
Ռեակցիայի արդյունքում անջատվող գերտաքացած գազային արգասիքները, հայտնվելով հերմետիկ շինության հիմնական ծավալներում, կարող են դառնալ ջրածին պարունակող միջավայրի ինքնաբռնկման աղբյուր: Հետևաբար, եթե ռեակտորի իրանի վնասման պահին հերմետիկ շինությունում միջավայրը իներտ չէ, ապա բավարար քանակությամբ թթվածնի առկայության դեպքում գոյություն կունենա պայթյունի առաջացման մեծ հավանականություն, ինչը կարող է սպառնալ հերմետիկ շինության ֆիզիկական ամբողջականությանը, որի պահպանումը ծանր վթարի կառավարման առաջնային խնդիրներից մեկն է:

Հնարավոր ծանր վթարի զարգացման արտախրանային փուլում ՋՋԷՌ-440 ռեակտորով էներգաբլոկների հերմետիկ շինության քանդման վտանգը գնահատելու համար վերլուծվել են են մի շարք վթարային սցենարների հաշվարկային արդյունքներ, որոնցից ներկայացված են միայն (վթարային լրասնուցման համակարգի խափանմամբ) 32 մմ.պայմ. տր. արտահոսքով վթարային սցենարի հաշվարկային արդյունքները: Վերջինս համարվում է առավելագույն նախագծային վթար և ջրածնային խնդրի ուսումնասիրման տեսանկյունից առավել բնութագրական է: Հաշվարկները կատարվել են MELCOR հաշվարկային կոդով՝ ՀԱԷԿ-ի ՖՊՔ2 էներգաբլոկի հերմետիկ շինության հիմնական ծավալի համար:

Հաշվի առնելով սպրինկլերային համակարգի հնարավոր բացասական ազդեցությունը միջավայրի պայթյունավտանգ կազմի ձևավորման վտանգի տեսանկյունից՝ հաշվարկներում դիտարկվել են սպրինկլերային համակարգի աշխատանքով և դրա խափանմամբ ուղեկցվող վթարային սցենարներ, որոնց դեպքում հերմետիկ շինության հիմնական ծավալում ջրածնի, ջրային գոլորշու և թթվածնի կոնցենտրացիաների փոփոխության կորերը ներկայացված են ստորև (գրաֆիկներում ժամանակի սկզբնապահը համապատասխանում է արտախրանային փուլի սկսվելուն):



Նկ. 1. 32 մմ պայմ.տր. արտահոսքով վթարային սցենար (սպրինկլերային համակարգի աշխատանքով)



Նկ. 2. 32 մմ պայմ.տր. արտահոսքով վթարային սցենար (սպրինկլերային համակարգի խափանմամբ)

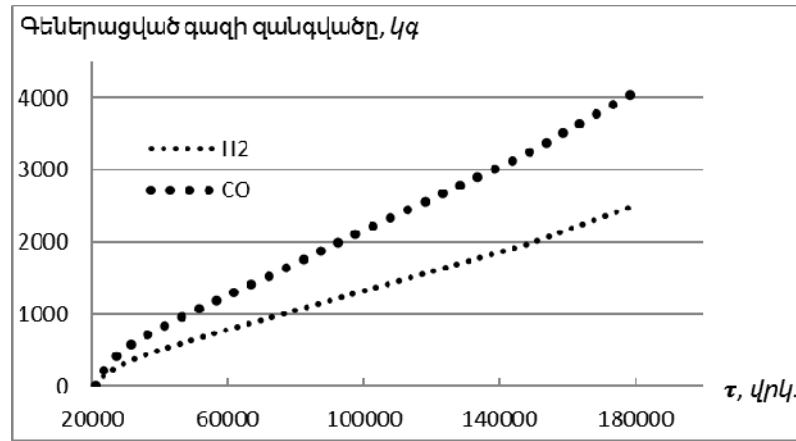
Սպրինկլերային համակարգի աշխատանքով ուղեկցվող վթարային սցենարի դեպքում (նկ.1), ռեակտորի իրանի վնասման պահին դիտարկվում է ջրային գոլորշու ցածր կոնցենտրացիա և թթվածնի համեմատաբար բարձր կոնցենտրացիա (10%), որը արտափրանային փուլի զարգացման ընթացքում երկար ժամանակ (շուրջ 16 ժամ) պահպանվել է հնարավոր այրման տիրույթում (>5%): Միևնույն ժամանակահատվածում ջրածնի կոնցենտրացիան գտնվել է դետոնացիոն այրման սահմաններում (18-59 %) [3]: Ծանր վթարի զարգացման արտափրանային փուլում , բացի ջրածնից, հարկավոր է հաշվի առնել նաև ածխածնի օքսիդի (CO) ազդեցությունը միջավայրի հնարավոր պայթուցավտանգ կազմի ձևավորման տեսանկյունից: Հայտնի է, որ CO գազի առկայությունը զգալիորոն մեծացնում է ջրածին-օդ խառնուրդի դետոնացման հնարավորությունը [4]:

Համաձայն ստացված արդյունքների, սպրինկլերային համակարգի խափանումով վթարային սցենարի դեպքում (նկ. 2), ռեակտորի իրանի վնասման պահին դիտարկվում է ջրային գոլորշու բարձր կոնցենտրացիա, իսկ թթվածնի կոնցենտրացիան ցածր է գտնվել այրման նվազագույն սահմանից (<5%), և ավելի է նվազել վթարի զարգացման արտափրանային փուլի ողջ ընթացքում:

Ասվածից հետևում է, որ ՋՋԷՌ-440 ռեակտորով էներգաբլոկներում, հնարավոր ծանր վթարի զարգացման արտափրանային փուլում ռադիոակտիվ նյութերի տարածման ճանապարհին վերջին խոչընդոտ հանդիսացող հերմետիկ շինության քանդման վտանգը չափազանց մեծ կլնի, եթե սպրինկլերային համակարգը գտնվի աշխատունակ վիճակում:

Ստորև ներկայացված է դիտարկվող վթարի զարգացման արտափրանային փուլում բետոնի և կորիումի փոխազդեցության արդյունքում գեներացված ջրածնի և ածխածնի օքսիդի զանգվածների փոփոխության կորը (սպրինկլերային համակարգի աշխատանքով ուղեկցվող դեպք) (նկ. 3):

Միայն առաջին ժամվա ընթացքում տեղի է ունեցել 205 կգ ջրածնի և 310 կգ ածխածնի օքսիդի առաջացում: Երկրորդ ժամվա ընթացքում հալույթի և բետոնի ռեակցիայից առաջացող գազերի ինտենսիվությունը նվազում է կրկնակի անգամ, որը պայմանավորված է հալույթի արտաքին մակերևույթին օքսիդային «կեղևի» առաջացման երևույթով:



Նկ. 3. 32 մմ պայմ. տր. արտահոսքով վթարային սցենար (սպրինկլերային համակարգի աշխատանքով)

Նկար 3-ից ակնհայտ է դառնում, որ արտափրանային փուլում այրվող գազերի առաջացումը կարող է տևել մի քանի տասնյակ ժամ, իսկ գեներացված այրվող գազերի զանգվածը հասնել մի քանի տոննայի: Ասվածից կարելի է եզրակացնել, որ որոշ առումով ծանր վթարի ընթացքում հերմետիկ շինության ամբողջականության պահպանման խնդիրը հանգում է պայթյունավտանգ գազերի կառավարման խնդրին, քանի որ վթարի զարգացման ողջ պրոցեսը՝ ներառյալ ներփրանային և արտափրանային փուլերը, ընթանում է զգալի քանակությամբ պայթյունավտանգ ջրածնի և ածխածնի օքսիդի առաջացմամբ:

Արտափրանային փուլում ջրածնի և ածխածնի օքսիդի հեռացումը հերմետիկ շինության ծավալներից գործնականում իրագործելի չէ (կապված դրանց երկարաժամկետ ինտենսիվ առաջացման հետ): Հերմետիկ շինությունում բավարար քանակությամբ թթվածնի առկայության դեպքում արտափրանային փուլի զարգացման ողջ ընթացքում սպասվում է դետոնացիոն այրման վտանգ, որն էլ միարժեքորեն կհանգեցնի հերմետիկ շինության ֆիզիկական ամբողջականության կորստին[5]: Միակ եղանակը, որով հնարավոր կլինի կանխել արտափրանային փուլում այրվող գազերի բռնկումը, թթվածնի ցածր կոնցենտրացիայի ապահովումն է, որը կբացառի այրման պրոցեսի սկսվելը: Նշված խնդիրը մեծ հավանականությամբ կլուծվի, եթե էներգաբլոկը համալրված լինի ջրածնային անվտանգության ապահովման այնպիսի համակարգերով, որոնք հնարավորություն կտան վթարի զարգացման ներփրանային փուլում խուսափել հերմետիկ շինության քանդման վտանգից, իսկ արտափրանային փուլի սկսվելու դեպքում կապահովեն թթվածնի անվտանգ կոնցենտրացիա: Դա կարելի է ապահովել, եթե էներգաբլոկը համալրված լինի ջրածնի պասիվ ավտոկատալիտիկ ռեկոմբինատորների (ՋՊԱՌ) համակարգով, որը բավականին լավ ապահովում է ջրածին (ածխածնի օքսիդ) պարունակող միջավայրից թթվածնի հեռացում:

Ամբողջացնելով կարելի է եզրակացնել, որ ջրածնային անվտանգության ապահովման համակարգերի բացակայության ժամանակ ՋՋԷՌ-440 ռեակտորով էներգաբլոկների դեպքում (մասնավորապես ՀԱԷԿ-ի գործող էներգաբլոկի դեպքում) հնարավոր ծանր վթարի պարագայում գոյություն կունենա հերմետիկ շինության քանդման զգալի վտանգ՝ կապված ինչպես ներփրանային փուլում ջրածնի, այնպես էլ արտափրանային փուլում ջրածնի և ածխածնի օքսիդի դետոնացիոն այրման վտանգի հետ: Ակնհայտ դարձավ, որ հնարավոր ծանր վթարային սցենարի զարգացման ողջ ընթացքում սպրինկլերային համակարգի աշխատանքը խիստ բացասաբար է ազդում միջավայրում պայթյունավտանգ գազային խառնուրդի ձևավորման վտանգի տեսանկյունից:

Գրականություն

1. **Молчанов И.А., Шумилин М.П.** Удержание расплава активной зоны внутри контаймента при тяжелых авариях ядерных энергоблоков // Энергосберегающие технологии и оборудование.-2011.- №8(50).-С.66.
2. **Sevon, Tuomo.** Molten core concrete interactions in nuclear accidents. Theory and design of an experimental facility.-2005.-P.14-15.
3. **Tieszen S. R., Sherman M.P., and others.** Detonability of H₂-Air-diluent mixtures-NUREG/CR-4905.-SAND85-1263.-R.-3 June 1987.- P.20.
4. **Kumar R.K., Koroll G.W., and others.** Carbon monoxide - Hydrogen combustion characteristics in severe accident containment conditions-NEA/CSNI/R.-2000.-10.-P.17.
5. **Պետրոսյան Վ.Գ., Եղոյան Է.Ա., Գրիգորյան Ա.Դ.** Ջրածնային վտանգը ՋՋԷՌ-440 ռեակտորով էներգաբլոկներում ծանր վթարի դեպքում//ՀԱՊՀ ԼՐԱԲԵՐ.-2016.-№2.-էջ 547-554:

10.02.2017.

А.Д. Григорян

ОЦЕНКА РИСКА ФОРМИРОВАНИЯ ВЗРЫВООПАСНОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ В ЭНЕРГООБЛОКАХ С РЕАКТОРОМ ВВЭР-440 ПРИ ВНЕКОРПУСНОЙ СТАДИИ ТЯЖЕЛОЙ АВАРИИ

Опираясь на результаты, полученные с расчетным кодом MELCOR, исследована специфичность развития внекорпусной фазы тяжёлой аварии в энергоблоках с реактором ВВЭР-440. Обосновано негативное влияние спринклерной системы с точки зрения риска формирования взрывоопасной атмосферы.

Ключевые слова: управление аварией, ВВЭР-440, тяжелая авария, водородная угроза, спринклерная система.

A.D. Grigoryan

RISK ASSESSMENT OF FORMATION OF EXPLOSIVE GAS MIXTURE AT NUCLEAR POWER UNITS WITH THE WVER-440 REACTOR AT AN EX-VESSEL STAGE OF SEVERE ACCIDENT

Based on results obtained from the MELCOR code it was investigated the specificity of developing of the ex-vessel stage of severe accident at nuclear power units with the WVER-440 reactor. The negative impact of the spray system is justified from the standpoint of the risk of formation of an explosive atmosphere.

Keywords: accident management, WVER-440, severe accident, accident management, hydrogen challenge, spray system.

Գրիգորյան Արման Դավթի – ասպիրանտ (ՀԱՊՀ)

УДК 725.91

АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО
И СТРОИТЕЛЬСТВО

А.Ю. Сафарян

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ ПАРКОВ

На основе обобщения зарубежного опыта формирования этнографических парков выявлены принципы их создания, направленность и разнообразие тематики. Представлены их преимущества в сравнении с традиционными парками, а также предложена их классификация. Приведены характеристики 50 парков по всему миру, из которых 25 - с экспозициями в натуральную величину и 25 - с экспозициями в миниатюре.

Ключевые слова: этнографический парк, мировой опыт, формирование, классификация, направленность, экспозиции в натуральную величину и в миниатюре.

Середина 50-х годов, в связи с ощутимым упадком популярности традиционных видов парков, ознаменовалась строительством в США этнографических парков типа “Диснейленд”, идея которых распространилась по всему миру. Вслед за Северной Америкой они стали создаваться в Европе, а к концу 80-х годов - Азиатско-Тихоокеанском регионе, где началось их стремительное развитие. Стало характерным создание парков-гигантов. Тихоокеанский регион имеет лидерство по посещаемости, размерам инвестиций, уникальным аттракционам, разнообразию тематики. Он выделяется программами и многомиллионными доходами. Именно высокие темпы международного туризма обеспечивают доходность подобных парков, их создание способствует увеличению рабочих мест (в США порядка 10 млн человек), развитию хозяйственной деятельности примыкающих к парку административных центров. В настоящее время в США создано 600 крупных парков, обслуживающих не только внутренние туристические потоки, но и туристов со всего мира. Такой успех был достигнут благодаря грамотному отношению к исследованию имеющихся природных ресурсов - разнообразные типы климата, уникальные природные зоны и ландшафты, оригинальность самой тематики [1].

В Европе вследствие экспонирования богатого культурного наследия в традиционных парках создается конкуренция при организации парков, которые не имеют высокую доходность и большей частью ориентированы на обслуживание внутренних туристических потоков и постоянных клиентов, в меньшей мере - на международный туризм; тематика парков имеет более образовательный характер, менее развлекательный (в отличие от американской модели). Крупных парков немного, больше малых, находящихся поблизости к районам с известными достопримечательностями и курортами.

Для Азиатско-Тихоокеанского региона характерна модель экспозиции природных, естественных ландшафтов, а также наблюдается рост парковых развлечений. Например, в парке типа “Чудесный мир” представляются культуры многих стран. Экспонируются немецкие, швейцарские, датские, голландские, испанские, российские деревни с традиционными товарами, едой и развлечениями. “Природная” модель представляет естественные ландшафты, “Абориген” знакомит с обычаями и традициями народностей, населяющих конкретный регион. Азиатско-Тихоокеанский регион - лидер по количеству этнографических парков во всем мире, а по доходам и посещаемости уступает только США.

Российский рынок в этом направлении мало развит. Из известных подобного рода парков России можно отметить “Мир России” в г.Сочи, “Диво-Остров” в г.Санкт-Петербурге, имеющие развлекательный характер и тенденции к дальнейшему совершенствованию.

Главными условиями создания этнографических парков являются: их строительство в зоне с развитой транспортной инфраструктурой, большая площадь занимаемых их территорий, разнообразная тематика, удобное местоположение и доступность, развитая инфраструктура, высокое качество обслуживания и услуг, разумная ценовая политика [2]. Тематика парков весьма разнообразна, разрабатывается для различных возрастных групп населения, начиная с детей младшего, старшего возраста до взрослых и людей преклонного возраста. В этой связи программы имеют не только развлекательный, но и образовательный характер. Парки формируются по определенной тематике, связанной с одним или несколькими историческими или культурными

событиями, соответственно преподносятся история, культура, география, архитектура, спорт и т.д. По прогнозам туристических направлений, наиболее популярным видом туризма является приключенческий, экологический, культурно-развлекательный, исторический, круизный. Поскольку культурный туризм в современном обществе - один из привлекательных видов отдыха, его направленность влияет на тематику парков. Обобщение зарубежного опыта формирования парков дает возможность их классификации по группам:

- территориальному признаку: на макро- (весь мир, континент, регион), мезо- (страна) и микро- (города, поселения) уровни;
- виду деятельности - детские, семейные, смешанные;
- профилю экспозиционного материала - исторические, природно-географические, мемориальные, спортивные, развлекательные;
- габаритам экспозиционного материала - с демонстрацией экспонатов и окружающей их исторической среды в натуральную величину или в виде макетов в масштабе 1:25, 1:30, 1:50.

Функциональное зонирование территории парков зависит от их размеров и многопрофильности экспозиционного материала, но имеет общие принципы планирования и состав зон: детская, для взрослых, экстремальных развлечений, спокойного отдыха, питания, обслуживания. Все зоны связаны друг с другом системой дорог; часто используются подвесной транспорт, мини-поезда, монорельсовые дороги. Для парков характерно совмещение развлекательной и познавательной функций, что обеспечивает охват большого круга посетителей и соответствует потребностям различных слоев населения. Парки миниатюр, созданные в разных странах Европы, знакомят посетителей с историей, архитектурой одной страны или сразу с несколькими, целыми регионами, государствами [3].

Парк мини-Сиам в Таиланде был открыт в 1986г., площадь 80 га, в котором собраны 100 копий самых знаменитых объектов всей планеты в масштабе 1:25. Парк разделен на две части: в одной представлены достопримечательности всех европейских стран, в другой - известные сооружения самого Таиланда.

Парк Мира в Пекине был открыт в 1993 г., площадь 47 га. Там представлены 119 копий известных мировых архитектурных шедевров в масштабе 1:8 из 50 стран Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки. Представлены: Красная Площадь, сады Китая, Ниагарский водопад, Стоунхендж, Великая Китайская стена и др. Копии объектов выполнены из соответствующих оригиналу материалов - мрамора, гранита, нефрита и др.

Парк мини-Мундус в Австрии был открыт в 1958 г., площадь 2,6 га, представляет 140 моделей миниатюр произведений зодчества 5 континентов в масштабе 1:25 с точным воспроизведением деталей, материал копий - песчаник, базальт, мрамор, соответствующие оригиналу. Возле некоторых построек можно услышать музыку, возле католического собора - церковные песнопения, у мечети - молитву с минарета, можно увидеть также почти все достопримечательности мира от собора Св.Петра в Риме до Оперного театра в Сиднее, от статуи Свободы в Нью-Йорке до Эйфелевой башни в Париже, памятники Египта и Латинской Америки и т.д.

Европа-парк в Германии был открыт в 1975 г., площадь 62 га, представляет 12 государств Европы. Это крупный парк развлечений с большим количеством аттракционов. Здесь проводятся театральные представления, организуются конференции, снимаются телевизионные передачи, работает 4D кинотеатр.

Парк мини-Швейцария в г.Мелид был открыт в 1959 г., площадь 1,4 га, представляет 120 моделей зданий и памятников Швейцарии в масштабе 1:25, созданы 3,5 км железных дорог, по которым движутся мини-поезда, находятся в движении лодки на мини-озерах, действуют фуникулеры, движутся автомобили и люди.

Парк мини-Европа в Брюсселе создан в 1989г., площадь 2,4 га, где за несколько часов можно увидеть 15 стран Европы, различные географические ландшафты, реки, моря, равнины и даже огнедышащий вулкан Везувий [3]. Более 350 макетов в масштабе 1:25 представляют 80 городов, крепости, замки, соборы, площади и другие известные архитектурные сооружения. На территории парка имеются планетарий, кинозалы, самый большой в Европе современный киноцентр, аквапарк, ресторан, многочисленные анимации (поезд, аэробус, автомобили, мельницы и мн. др.). В конце маршрута интерактивная экспозиция "Душа Европы" представляет Европейский Союз в интерактивной и игровой форме (рис.1).

Парк мини-Италия в Римини был открыт в 1970 г., площадь 8,5 га. Всего здесь представлено 270 копий в масштабе 1:25, 1:50 образцов архитектуры со времен Римской империи: дворцы, замки, каналы, фонтаны и др. Материалом для копий послужила вспененная смола, которая устойчива к любым температурным изменениям, как в зимних, так и в летних условиях. На территории парка можно покататься на настоящей гондоле, услышать музыку; на площади Св.Креста организуются театральные представления, есть площадка с экспонатами “Европа в миниатюре”, имеется научная библиотека, монорельсовая дорога (рис.2).

Парк Гуэль в Барселоне был открыт в 1910 г., площадь 17 га (Архит.: Антонио Гауди) [4]). Гауди спроектировал его в виде сказочных домиков у входа. Затем проложена парадная лестница с мозаичной фигурой саламандры. Созданы зал “Сто колонн” в дорическом стиле, мозаичная сказочная скамья. Гауди сумел вписать свои сооружения в природную среду, создав единое целое по формам и материалу (рис.3).

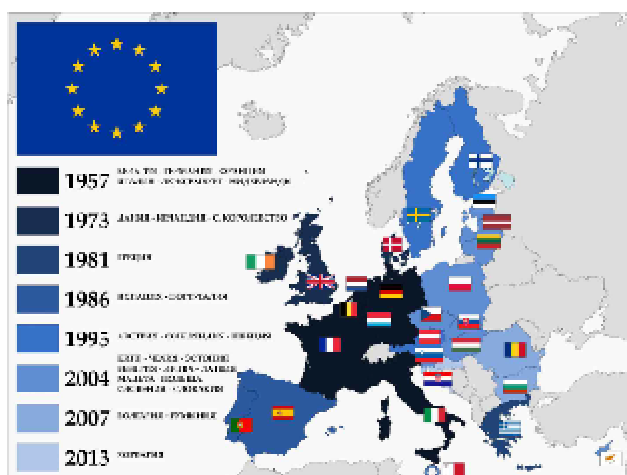
Парк Астерикс в г.Плайи во Франции был открыт в 1989 г., площадь 33 га, разделен на 6 тематических зон: Древняя Греция, Древний Египет, Римская империя, Викинги, Путешествие во времени, Добро пожаловать в Галлию [5]. В каждой зоне есть свои аттракционы - всего 32. Парк создан по мотивам сказочных героев Астерикса и Обелиска, В нем парке предусмотрены различные шоу: танцы дельфинов и калифорнийских морских котиков в бассейне Посейдон, выступления каскадеров в роли римских легионеров, эффектно поставленный мини-спектакль о попытке украсть “Мону Лизу”, показана работа ремесленников на средневековой парижской площади, можно участвовать в фантастических зрелищах, гладиаторских боях (рис.3).

Парк мини-Франция в г.Эланкур около Версаля был открыт в 1991 г., площадь 5 га. Экспозиция посвящена только Франции, представлены 160 копий в масштабе 1:30; выставлены разные объекты: замки, Эйфелева башня, Собор Парижской Богоматери, Версальский дворец, воссозданы в мельчайших подробностях долина р.Луары, моря, реки, люди, разные элементы ландшафта. Там же можно переместиться на берег Лазурного побережья, посмотреть на вулканы.

Парк мини-Израиль в г.Латурне был открыт в 2002г., площадь 6 га. Здесь представлены 385 макетов сооружений, 500 моделей животных, 15000 живых деревьев, 4700 автомобилей, 100 мотоциклов, 14 поездов, 32 самолета, 175 кораблей в масштабе 1:25. Показаны изображения различных этнических и религиозных групп - евреи, бедуины, мусульмане, христиане. Макеты снабжены движущимися частями. Парк в плане представляет собой звезду Давида.

Модель Иерусалима находится в Израильском музее. Музей был создан в 1966 г., площадь 0,2 га, представляет собой макет в масштабе 1:5 Иерусалима конца периода Второго храма до его разрушения римлянами в 66 г. (рис.4).

Парк Каталония в миниатюре в Испании был открыт в 1983 г., площадь 6 га. Здесь представлены 150 копий архитектурных памятников Испании в масштабе 1:25: квартал пряничных домиков Барселоны, сооружения Гауди, музей Сальвадора Дали, старинные замки, мосты, железные дороги с движущимися поездами, горы, реки, и все это “живет” и “движется”. Имеется двухвагонный поезд, в лесу разместился парк Приключений, показана копия Средиземного моря, острова Майорки. Предлагается виртуальное путешествие по Большой Каталонии, парк полностью механизирован (рис.4).



СТРАНЫ ЕВРОСОЮЗА



ОБЩИЙ ВИД ПАРКА «МИНИ ЕВРОПА»



!!! ОБЩИЕ ВЗГЛЯДЫ НА ПАРК



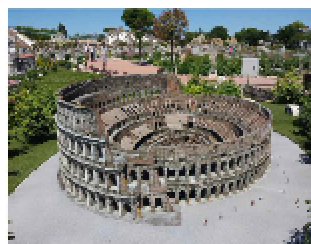
Рис.1. Этнографический парк "Мини Европа" в Бельгии



ОБЩИЙ ВИД ПАРКА «ИТАЛИЯ В МИНИАТЮРЕ»



ПЛАН ПАРКА «ИТАЛИЯ В МИНИАТЮРЕ»



Коллизей, Рим



Площадь Чудес, Пиза



Собор Св. Петра, Ватикан



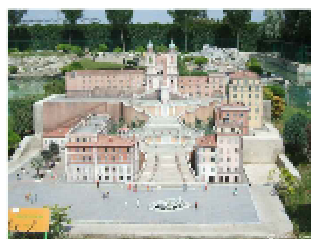
Гранд канал, Венеция



Санта Мария дель Флоре, Флоренция



Миланский собор, Милан



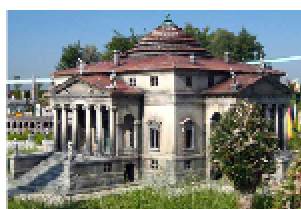
Испанская лестница, Рим



Пьяцца дела Кампо, Сиена



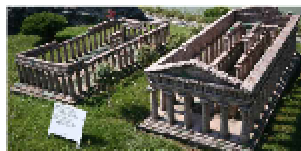
Фонтан Треви, Рим



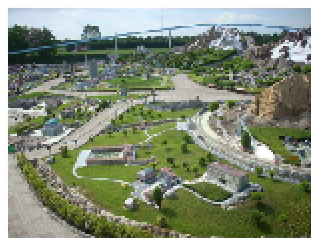
Вилла Ротонда, Виченца



Площадь колодца, Сан Джиминьяно



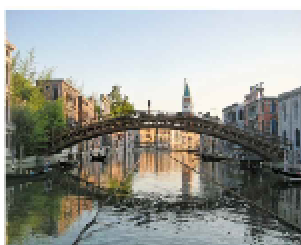
Второй храм Герца, Нестум



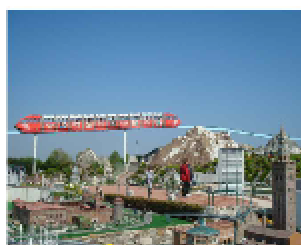
Северная Италия



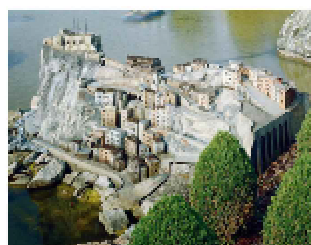
Кафедральный собор Модены, Модена



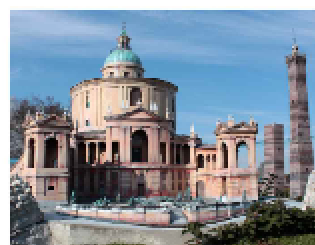
Гранд Канал, Венеция



Монокреплье, проходящий над парком



Замок Руффье, Виггиа



Мадонна ди Сан Пие, Болонья

Рис.2. Этнографический парк «Италия в миниатюре» в Италии



ПЛАН ПАРКА «АСТЕРИКС»



Главный вход на территорию парка



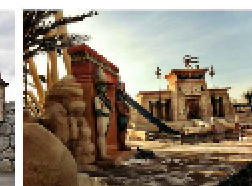
Главный вход на территорию парка



Вход в парк



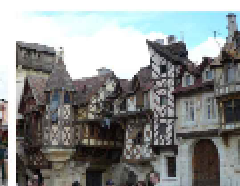
Вид изнутри на главную площадь парка



«Домик» Древнегальского поселения



Магазин «Сладости из Галлии»



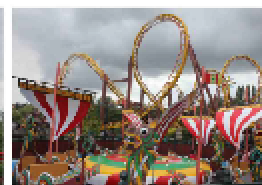
Вид на восточную сторону главной площади



«Бойцовский дворец»



Аттракцион «Динозавры в галльской Галлии»



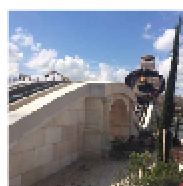
Вид на западную сторону главной площади



«Улицы всех культур»



Богородица из «Путешествия во времени»



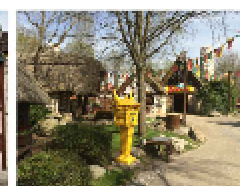
Аттракцион «Динозавры в Срединногальской Галлии»



Гостиница «Великолепный Рим»



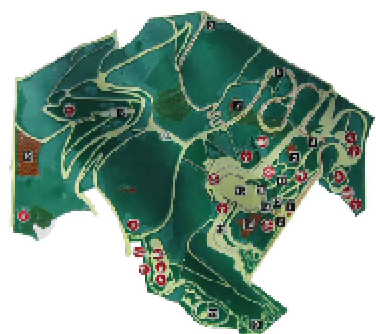
Вид на северную сторону главной площади



Галльская деревня



Аттракцион «Меняй Династию»



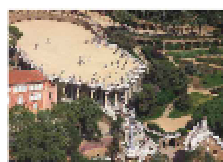
ПЛАН «ПАРКА ГУЭЛЬ»



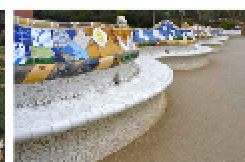
Панорама у входа в парк



Главная лестница



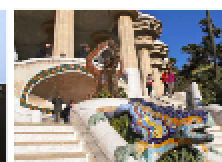
Феррари террасы



Модельная римская верховная терраса



Вал с колоннами



Модельная римская терраса



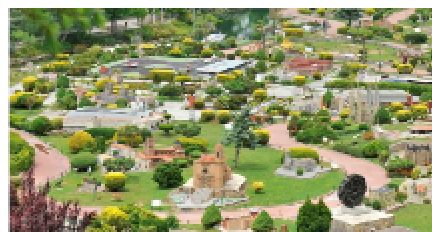
Преполовительная аллея



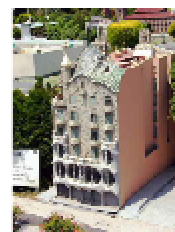
Рис.3. Этнографические парки «Астерикс» во Франции и «Гуэль» в Испании



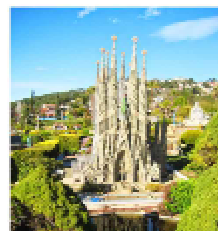
ПЛАН ПАРКА



Общий вид на восточную часть парка



Дом Бальо



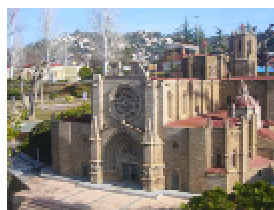
Храм Святого Семейства



Дом Мила



Порт Сиджес



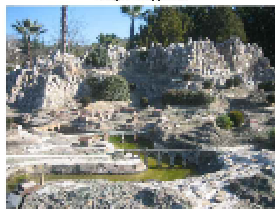
Кафедральный собор Таррагоны



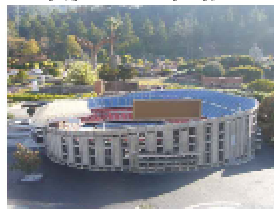
Санта-Мария Риполь



Монастырь Поблет



Монастырский комплекс: Монсеррат



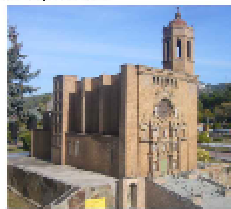
Камп-Нову



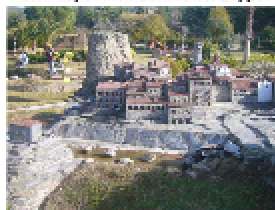
Санта-Мария Урхель



Монумент Колумбу



Кафедральный Собор Жиро́ны



Рупит



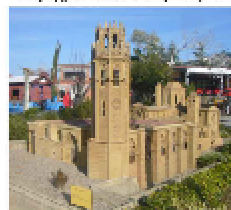
Университет Сарагоса



Французский Вокзал



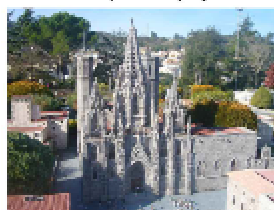
Храм Святого Сердца



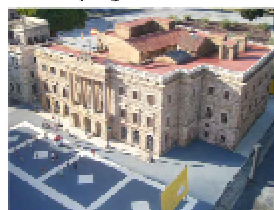
Собор Сэу-Валье



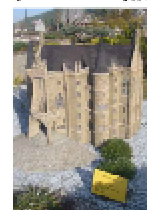
Горнолыжный курорт Порт-де-л'Эмпат



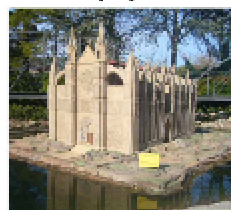
Собор Святого Креста в Риполье



Базилика Барселонны



Домик Асторга



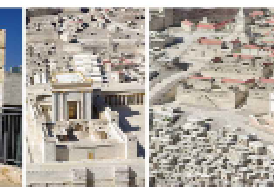
Санта-Мария Пальмуде-Мальорка



Общий вид из модели: Иерусалим



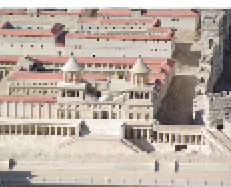
План модели г.Иерусалима



Второй храм



Городской Театр



Классический дворец

Рис.4. Этнографический парк "Каталония в миниатюре", макет Иерусалима

Мини-город Мадюродам в г.Гаага в Нидерландах был открыт в 1952г., площадь 18 га. Это самый большой миниатюрный город в Европе, в котором можно ознакомиться с традиционной архитектурой Нидерландов. Все макеты представлены в масштабе 1:25. Градостроительный план был разработан известным архитектором Сибе Ян Баумом. Центральную часть Мадуроама занимает старый центр, вокруг которого располагаются новый, современный район, зона отдыха,

промышленная зона, порт. В центральной части размещены музеи, церкви, здания правительства Бинненхоф, Рейхсмузеум, базилика Пресвятой Богородицы из Маастрихта, дворец Мира, сырный рынок в Алкмааре, Королевский дворец на площади Дам в Амстердаме, знаменитые амстердамские каналы. В новом жилом районе Мадюродама – Польдере среди старых мельниц и ферм Лейдсендама представлена роттердамская станция Блаак. Здесь также представлены нефтеперерабатывающие заводы, современные офисные здания, аэропорт Амстердама Схипхол.

Парк “Мир Диккенса” в г. Чатем в Соединенном Королевстве открыт в 2007 г., посвящен Ч.Диккенсу, проведшему здесь несколько лет своей жизни. Интерактивный тур представляет викторианскую Англию и позволяет окунуться в ее атмосферу с характерными запахами и звуками. Приглушенный свет создает мрачное настроение. Один из аттракционов – прогулка на лодке по канализационным каналам соответствующей эпохи, кишасим крысами; шоу с 4D в виде анимационного фильма рассказывает о путешествии Диккенса в центральную Европу, интересен показ школы викторианской эпохи с методами воспитания и обучения того времени.

Мини-парки созданы по всему миру, их число на сегодня доходит до 50, и оно продолжает расти. Они в основном расположены под открытым небом, занимая всю территорию или ее часть парка. Привлекательность таких парков в том, что за 2...3 часа можно получить огромную информацию о культуре, истории, географии нескольких континентов, стран, городов, совмещая образовательную функцию с развлекательной. Тематические парки от общей ознакомительной направленности расширяют свою деятельность и приобретают информационно-образовательный характер. В борьбе за повышение посещаемости стало необходимым привлечь внимание не только детей, но и взрослых, в связи с чем программа тематики парков разрабатывается соответственно полноценному семейному отдыху. Организуются учебные процессы, специализированные школы, выпускаются книги, выделяются крупные средства, используются высокие технологии, интерактивные экспозиции и анимационные программы на различные темы, театрализованные представления, концерты, разнообразные шоу. Техническое оснащение мини-парков позволяет приводить в движение все экспонаты - транспорт, людей, производство различных бытовых процессов (например, работу в мастерских, взлет самолетов, космических ракет, тушение пожаров и т.д.). Непосредственное участие посетителей парка в производственных процессах или в качестве героев при специализированных представлениях пробуждает стремление повторных посещений тематических парков. В экскурсиях по парку организуются встречи с героями различных эпох, персонажами сказок, постоянно обновляется тематика аттракционов, начиная от простых каруселей и кончая американскими горками с различной скоростью и углом падения, водные аттракционы, кинолектории и т.д. В деятельность парков широко внедряются новейшие технологии. Например, в “Диснейленде” в театре “Мордник Ай” в процессе супер-шоу широко использовались достижения стереокино в сочетании с театральными эффектами; в программе “Путешествие в Антарктиду” использовались новейшие лазерные технологии и голографические эффекты. Внедрение образовательных программ дает возможность погружаться в определенную историческую среду с определенным эмоциональным настроением, а сочетание с развлекательным досугом обеспечивает повышение посещаемости, а следовательно, увеличение доходности парка в несколько раз по сравнению с традиционными парками только с одной развлекательной функцией. Парки с такой направленностью посещают в два раза больше, чем Лувр и Эйфелеву башню, что определяет их ведущую роль в развитии международного туризма. В списке тематических парков имеются мини-Голландия, мини-Антверпен, мини-Израиль, в китайском Гуанду планируется организация парка мини-копий австрийских городов Инсбург, Зальцбург, Халльштатт; мини-Казахстан, проектируются тематические парки в России: мини-парк в Санкт-Петербурге, Старая Москва, “Россия” в районе Домодедово, мини-Сибирь, а также множество парков для детей, аквапарки, дельфинарии, зоопарки, мемориальные и необычные парки, которые призваны обеспечить досуг с образовательной функцией для различных возрастных групп с различными потребностями.

Экспозиции действующих в мировой практике этнографических парков представлены экспонатами или в натуральную величину, или миниатюрами в соответствующих масштабах (М 1:8, М 1:10, М 1:25, М 1:30, М 1:50). В представленных таблицах приведены характеристики 50 этнографических парков, 25 из них с экспозициями в натуральную величину (табл.1) и 25 с экспозициями в миниатюре (табл.2).

Таблица 1

Характеристики парков с экспозицией в натуральную величину

Название и Местоположение	Географическая локация прототипа	Га ^a	Код ^b стр.	Наличие			
				A. ^d	P. ^c	V. ^f	T. ^g
«Кижы» остров Кижы, Россия	Карелия	500	26				
Коломенское» Москва, Россия	Россия	390	27				
«Старый мир Висконсина» Милуоки, Соединенные Штаты	Штат Висконсин	240	65				✓
«Хейс-тен-Бос» Сасебо, Япония	Бенилюкс	152	65		✓	✓	
«Музей народной архитектуры и быта» Озерцо, Беларусь	Беларусь	151	72				
«Этномир» Калуга, Россия	Мир	140	210	✓	✓		✓
«Таман-Мини Индонезия» Джакарта, Индонезия	Индонезия	101	110	✓	✓	✓	✓
«Корейская традиционная деревня» Сеул, Южная Корея	Южная Корея	98	260		✓	✓	✓
«Латвийский этнографический музей» Рига, Латвия	Латвия	84	118				
«Древний Симан» Бангкок, Таиланд	ЮВ Азия	80	116	✓	✓	✓	✓
«Эстонский музей под открытым небом» Таллин, Эстония	Эстония	79	72			✓	
«Puy Du Fou» Лес Эппесес, Франция	Европа	68	92		✓	✓	✓
«Европа-парк» Руст, Германия	Мир	62	32	✓	✓	✓	
«Этнографический музей им. Г. Читая» Тбилиси, Грузия	Грузия	52	70	✓	✓		
«Земля Легенд» Роскилле, Дания	Дания	43	41				✓
«Датский музей под открытым небом» Люнблэ, Дания	Дания	40	100				
«Музей народов Забайкалья» Улан-Удэ, Россия	Забайкалье	37	40				
«Хохловка» Пермь, Россия	Пермский край	35	20				
«Астерикс» Плайн, Франция	Европа и Египет	33	42	✓	✓	✓	✓
«Скансен» Стокгольм, Швеция	Швеция	30	160		✓	✓	
«Парк Гуэль» Барселона, Испания	Каталония	17.2	15				
«Музей словацкой деревни» Мартин, Словакия	Словакия	15.5	150				
«Деревенский музей» Бухарест, Румыния	Румыния	10	122				
«Деревня Макумбушо» Дар-эс-салам, Танзания	Танзания	8	16				

Таблица 2

Характеристики парков с экспозицией в миниатюре

Название и Местоположение	Географическая локация прототипа	Га ^a	Код ^b мин.	Наличие		
				A. ^d	P. ^c	V. ^f
«Окно в Мир» Гуанчжоу, Китай	Мир	48	130		✓	✓
«Grand World Scenic Park» Гуанчжоу, Китай	Мир	48	210		✓	✓
«Парк Мира» Пекин, Китай	Китай	30	82		✓	✓
«Великолепный Китай» Ситрес-Ридж, США	Китай	30	60		✓	✓
«Мадпородам» Схевенинген, Нидерланды	Нидерланды	18	338			✓
«Сад и Миниатюрная деревня Калена» Уитби, Канада	Канада	14.6	115			
«Tobu World Square» Никко, Япония	Мир	8.7	102		✓	✓
«Италия в Миниатюре» Римини, Италия	Европа	8.5	270	✓	✓	✓
«Минимундус Бодензее» Меккенбойрен, Германия	Мир	7	85			
«Каталония в Миниатюре» Торрелес, Испания	Каталония и Мальорка	6	147	✓	✓	✓
«Мини Израиль» Латрун, Израиль	Израиль	6	350	✓	✓	✓
«Миниатюрк» Стамбул, Турция	Турция	6	122		✓	
«Франция в Миниатюре» Еланкур, Франция	Франция	5	140	✓	✓	✓
«Rügenerpark» Гингст, Германия	Мир	4	100	✓		
«Минимундус» Клагенфурт, Австрия	Мир	2.6	178			
«Крым в миниатюре» Алушта, Россия	Крым	2.5	65			
«Мини-Европа» Брюссель, Бельгия	Европа	2.4	350	✓		
«Pueblo Chico» Тенерифе, Испания	Испания	2	43	✓		
«Киев в Миниатюре» Киев, Украина	Киев	1.8	48			
«Модельная деревня Баббакомбе» Торки, С. Кор-во.	С. Королевство	1.6	400			
«Швейцария в Миниатюре» Мелде, Швейцария	Швейцария	1.4	130			
«Klein-Erzgebirge» Эдеран, Германия	Германия	1.2	8			
«Парк Миниатюр» Подолье, Словакия	Словакия	1	50			
«Бекоискот» Беконсфилд, Соед. Кор-во.	С. Королевство	0.75	120			✓

Условные обозначения

^a Площадь, га^b Количество строений экспонатов^c Количество миниатюр^d Атракционы^e Рестораны^f Искусственные водные поверхности^g Театрализованные представления

Обобщение мирового опыта формирования этнографических тематических парков позволило также выявить их основные преимущества по сравнению с традиционными парками [2]:

- информационно-образовательный характер при ознакомлении посетителей с историко-культурным, природным достоянием разных народов на макро- (весь мир, континент, регион), мезо- (страна), микро- (город) уровнях обеспечивает образовательную функцию;

- многообразие тематики и программ парков способствует удовлетворению разнообразных потребностей различных возрастных групп и социальных слоев населения;
- совмещение познавательной, образовательной функций с развлекательной, досуговой; организация аттракционов и театрализованных представлений;
- высокая технологичность, использование анимационных и интерактивных программ, систематическое обновление аттракционов, гибкость их трансформации;
- грамотная стратегия управления и ценовой политики;
- высокая доходность.

Тематические парки влияют на стратегию развития территорий их размещения, увеличивается поток туристов, количество рабочих мест. Все это позволяет считать тематические парки перспективной формой этномузеев. Предлагается дополнить их классификацию, включив в категорию средовых музеев, которые в малом масштабе экспонируют определенную историческую, природную, этнографическую среду различных народов и регионов в сочетании с развлекательной функцией.

Литература

1. Станюкович Т.В., Чистов К.В. Этнография и актуальные проблемы развития этнографических музеев // Сов. этнография. - 1981. - № 1. - С. 24–37.
2. Сафарян А.Ю. Предпосылки и перспективы формирования архитектуры этнографических парков в Республике Армения: Дис.... канд. архит.- Ереван, 2016. - 140с.
3. Mini-europe [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://www.minieurope.com/en/>, свободный. - Загл. с экрана - Яз. англ.
4. Сафарян А.Ю. Парк Гуэль - новаторская этнографическая направленность в творчестве Антонио Гауди // Науч. тр. НУАСА. - 2014. - Т. 3(54). - С. 88-96.
5. ParkAsterix [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://www.parcasterix.fr/en>, свободный. - Загл. с экрана.- англ.

15.01.2017.

Ա.Յու. Սաֆարյան

ԱԶԳԱԳՐԱԿԱՆ ԶԲՈՍԱՅԳԻՆԵՐԻ ՍՏԵՂԾՄԱՆ ՍԿԶԲՈՒՆՔՆԵՐԸ

Ազգագրական զբոսայգիների համաշխարհային փորձի ընդհանրացման հիմքում ընկած են դրանց ստեղծման սկզբունքները, թեմատիկայի ուղղվածությունը և բազմազանությունը: Դիտարկվում է դրանց առավելությունը ավանդական զբոսայգիների համեմատությամբ, ինչպես նաև առաջակվում է դրանց դասակարգումը: Բերված են աշխարհի 50 պարկերի բնութագրերը, որոնցից 25-ը՝ իրական չափերի, իսկ 25-ը՝ մանրակերտերի ցուցադրությամբ:

Առանցքային բառեր. *ազգագրական զբոսայգիներ, համաշխարհային փորձ, ստեղծում, դասակարգում, ուղղվածություն, իրական չափերի և մանրակերտով ցուցադրություն:*

A.Yu. Safaryan

THE PRINCIPLES OF CREATION OF ETHNOGRAPHIC PARKS

On the basis of generalization of ethnographic parks world experience the principles of their formation, direction and variety of themes are revealed. Their advantages compared to traditional parks are considered, as well as their classification is offered. The characteristics of 50 parks around the world are set forth, of which 25 - with life-size exhibits and 25 - with exhibits in miniature.

Keywords: *ethnographic park, world experience, formation, classification, direction, life-size exposition and exposition in miniature.*

Сафарян Ашот Юрьевич - чл.-корр. ИАА, канд. архит, ассистент (РА, г.Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. академ. Ал. Таманяна, н.с., кафедра Теории архитектуры, реставрации и реконструкции историко-архитектурного наследия, изящных искусств и истории

ՀՏԴ 621.785.2

ՄԵՔԵՆԱՇԽՆՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ

Մ.Ս. Թորոսյան, Մ.Գ. Ստակյան

ՄԵՔԵՆԱՄԱՍԵՐԻ ՀՈԳՆԱԾԱՅԻՆ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՓՈԽԱԴԱՐՁ ԿԱՊՆ ԱՄՐԱՑՆՈՂ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Դիտարկվում են մակերևութային պլաստիկ դեֆորմացման (ՄՊԴ) մեթոդի կիրառմամբ ստեղծվող, լիստեղծվող և «լիստեղծվող» միացությունների հոգնածային դիմադրության բարձրացման հարցերը: Կատարված է հիմնական գործոնների (լիստեղծվող չափերը և եզրագծի ձևերը, լարումների կուտակումները, մակերևութային ամրացումը) համալիր վերլուծություն դրանցից յուրաքանչյուրի առաջնային ազդեցության դեպքերում: Կրողունակության հաշվարկներում կիրառվող հոգնածային դիմադրության գործակիցների ($K_{d\sigma}$, K_{σ} , $K_{\sigma\sigma}$, $K_{\sigma D}$) և $\bar{\sigma}_R$ դիմացկունության սահմանների միջև փոխադարձ ֆունկցիոնալ կապերի բացահայտմամբ կազմվել են նոմոգրամներ, որոնք թույլ են տալիս գործնական հաշվարկներում գործոնների հաջորդական ազդեցության տարբեր գույքորոշումների դեպքում գրաֆիկական եղանակով արագ որոշել նշված գործակիցների և $\bar{\sigma}_R$ -ի օպտիմալ արժեքները:

Առանցքային բառեր. մակերևութային պլաստիկ դեֆորմացում, ստեղծ, լիստեղծ և «լիստեղծվող» միացություններ, կրողունակության հաշվարկներ, հոգնածային դիմադրության գործակիցներ, նոմոգրամ:

Արդյունաբերական զարգացած երկրների տնտեսության արդի փուլում արտադրական գործունեության բնույթի և ուղղվածության փոփոխման ընդհանուր միտումները, բնական պաշարների ինտենսիվ շահագործումից անցումը դեպի ենթակառուցվածքների և արտադրության մրցունակ ու բարձր արտադրամիջոցների թողարկմանը խթանել են արտադրության բոլոր ուղղություններով նորարարական մշակումների ստեղծում և համալիր կիրառում (հաշվարկ և նախագծում, արտադրական և փորձարկման տեխնոլոգիաներ, շահագործում, տեխսպասարկում և նորոգում): Տարբեր նշանակության մեքենաների թողարկման աճով նախանշված միտումն առաջին հերթին ենթադրում է նոր տեխնոլոգիական գործընթացների մշակում և կատարելագործում, որոնք նշված տեխնիկական միջոցների համար ապահովում են արտադրողականության, աշխատանքային արագությունների և հզորության, ինչպես նաև տեսակարար էներգազինվածության բարձրացում (դրանց նյութատարության իջեցման հետ միաժամանակ), հաշվի առնելով վերջին տասնյամյակների ընթացքում կոնստրուկցիոն նյութերի ինքնարժեքի մշտական աճը:

Մեքենաշինական արտադրությունում այդպիսին են համարվում ամրացնող տեխնոլոգիաները, իսկ դրանցից՝ մեքենամասերի աշխատանքային մակերևութների և լարումների կուտակիչներով առանձին հատվածների մակերևութային պլաստիկ դեֆորմացման մեթոդը (ՄՊԴ) [1-5], Նշված տեխնոլոգիաները առավել հակված են քայքայման տարբեր վնասակար երևույթների համալիր ազդեցության պատճառով (հոգնածություն, ծեղացում, մաշվածություն, կոռոզիոն միջավայր, ջերմաստիճանի կտրուկ փոփոխություն և այլն): Այս ոլորտում ներգործման ֆիզիկական մեթոդների կիրառմամբ նորարարական մշակումների միջոցով բարձրացվել է նշված տեխնոլոգիայի արդյունավետությունը. այն իր պարզությամբ և հասանելիությամբ չի պահանջում հատուկ հաստոցներ և բարդ սարքավորում, ինչն էլ առանձնացնում է այն մնացածներից իր իրականացման տեխնոլոգիական շահավետությամբ [6]:

Հաշվի առնելով տարատեսակ գործոնների և դրանց համակցությունների ազդեցության համեմատաբար լայն շրջանակը պատասխանատու մեքենամասերի կրողունակության բարձրացման անհրաժեշտ մակարդակին հասնելու համար՝ անհրաժեշտ է դասակարգել և այնուհետև հստակեցնել առաջադրված խնդիրն ամրացնող տեխնոլոգիայի տեսակի ճշտման, օգտագործվող կոնստրուկցիոն նյութերի և մեքենամասերի խմբերի, դրանց բեռնվածության ռեժիմների վերաբերյալ, որոնք թույլ են տալիս այդ թեմային վերաբերող նախկինում իրականացված հետազոտություններից ընտրել անհրաժեշտ տվյալներ՝ ստացված լուծումների օպտիմալացման համար և դրանք կիրառել համապատասխան դասի մեքենաների և տեխնոլոգիական սարքավորումների հաշվարկանախագծային գործողություններում:

Որպես հետազոտման առարկա դիտարկվել են գործարանային պայմաններում աշխատող տեխնիկական միջոցների (հոսքային գծեր, հաստոցներ, տարբեր նշանակության մեքենաներ, սարքեր

և տեխնոլոգիական սարքավորում) կինեմատիկական սխեմաներում տեղակայված պատասխանատու և ծանրաբեռնված տարրերի՝ սոնինների, լիսեռների և "լիսեռ-կունդ" միացությունների հոգնածային դիմադրության բարձրացման հարցերը: Դրանց կրողունակության հաշվարկներում օգտագործվում են գործակիցներ, որոնք հաշվի են առնում կոնստրուկցիոն տարրերի երկրաչափական պարամետրերը և եզրագծի փոփոխումը, լարումների կուտակումները և ամրացման արդյունքը: Դրանց թվում են՝ $K_{d\sigma}$ մասշտաբային գործակիցը, K_{σ} լարումների կուտակման արդյունավետ գործակիցը, $K_{v\sigma}$ ամրացման գործակիցը և $K_{\sigma D} = K_{\sigma} / (K_{d\sigma} \cdot K_{v\sigma})$ հանրագումարային գործակիցը, որոնք համապատասխան դիմացկունության սահմանների հարաբերություններն են, մանրամասն հետազոտված են զգալի ծավալի հոգնածային փորձարկումների արդյունքով և ներկայացված տեղեկատու գրականությունում [1, 2]:

Նույնիսկ զգալի տեղեկատվության և նախկինում ստացված մեծածավալ փորձարարական տվյալների կիրառման պայմաններում դրանք դասակարգված չեն ըստ համալիր ազդող գործոնների, կիրառված է յուրաքանչյուր գործոնի դիֆերենցիալ գնահատման սկզբունքը, հաշվի չեն առնվել գործակիցների փոխազդեցության գրադիենտները, և քանակական առումով բացակայում է դրանց փոխադարձ կապը: Նշված հանգամանքները խոչընդոտում են բոլոր գործակիցների նկատմամբ ինտեգրված մոտեցմանը և դրանց օպտիմալ արժեքների ընտրությանը, որոնք ապահովում են կառուցվածքի առանձին տարրերի հոգնածային դիմադրության առավելագույն բարձրացում, իսկ արդյունքում չեն ստեղծում պայմաններ ողջ համակարգի անհրաժեշտ կրողունակության ապահովման և դրա նյութատարության իջեցման համար:

Աշխատանքի նպատակն է՝ ի հայտ բերել ամրացնող տեխնոլոգիայի գումարային ազդեցությունը լիսեռների և սոնինների երկրաչափական պարամետրերի, ձևերի, մակերևութային անհարթությունների և վերջնական արդյունքում՝ դրանց դիմացկունության միջնարժեքային սահմանի վրա, որոշելով $K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$ գործակիցների տրված արժեքների դեպքում ամրացման օպտիմալ ռեժիմները: Որպես ելակետային տվյալներ ընտրվել և դասակարգվել են հոգնածային փորձարկումների արդյունքները (պտտական փոփոխական ծռում), որոնք ստացվել են տարբեր տարիներին իրականացված նշանակալի ծավալի փորձարկումների արդյունքով ([1-6], փորձարկումների 665 խմբաքանակ): Ընտրվել է ՄՊԴ-ի առավել տարածված ձև՝ պողպատ 40X-ից պատրաստված և հղկված $R_a = 1,25$ մկմ, $K_{F\sigma} = 0,96 \dots 0,98$, նորմալացման ենթարկված ($\sigma_B = 850 \dots 880$ ՄՊա, $\sigma_T = 450 \dots 470$ ՄՊա, HB=215 ... 250) լիսեռների աշխատանքային մակերևութների շրջագլորում գնդիկներով և հոլովակներով: Դիմացկունության միջնարժեքային սահմանները խմբավորված են ըստ լիսեռների տրամագծերի ($d = 7,5 \dots 20,0$ մմ), ամրացված շերտի խորության ($\Delta h = 0 \dots 0,15$ մմ) և լարումների կուտակման աստիճանի ($\alpha_{\sigma} = 1,0 \dots 3,5$):

Տրամագծային միջակայքը համապատասխանում է հոգնածային փորձարկումներում օգտագործված փորձանմուշների չափերին, որոնք հիմնականում վերցված են $d = 7,5, 10, 15$ և $20,0$ մմ արժեքներով՝ ելնելով կիրառված ստանդարտ հոգնածային փորձարկման սարքավորումների հնարավորություններից:

Ամրացված շերտի խորության ($\Delta h = 0,05 \dots 15$ մմ) ընտրությունը թելադրված է աշխատանքային մակերևութի վրա շրջագլորման նորմալ ուժի նվազագույն ազդեցության անհրաժեշտությամբ և լիսեռների վրա մնացորդային լայնական դեֆորմացիաների հնարավոր առաջացման բացառմամբ՝ նպատակ ունենալով ապահովել փորձարկման բնականոն պայմաններ:

Ըստ լիսեռների եզրագծի փոփոխման առանձնահատկությունների՝ փորձարկումները դասակարգվել են 4 ենթախմբով, որոնցում ընդգրկվել են հարթ տրամագծով և ցածր, միջին, բարձր աստիճանի լարումների կուտակիչներով փորձանմուշները. $\alpha_{\sigma 1} = 1,00 \dots 1,05$, $\alpha_{\sigma 2} = 1,06 \dots 1,50$, $\alpha_{\sigma 3} = 1,51 \dots 2,00$, $\alpha_{\sigma 4} = 2,01 \dots 3,50$ (միջին արժեքները՝ $\bar{\alpha}_{\sigma 1-4} = 1,0, 1,25, 1,75, 2,75$):

Հետազոտվող հիմնախնդրի վրա ազդող առաջնային գործոնները հաշվառող մեծություններն են. նախագծվող և պատրաստվող տեխնիկական համակարգի տարրերի և հանգույցների հիմնական երկրաչափական պարամետրերը (d, l), աշխատանքային մակերևութների ամրացված շերտի տվյալները ($\Delta h, HV_{max}$) և եզրագծի ձևից առաջացող լարումների կուտակումները ($\bar{\alpha}_{\sigma}$), որոնք ձևավորում են այդ մեծությունների առաջնային ենթախմբի կազմը:

$K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$ գործակիցները ելքային վիճակը և տվյալ գործոնը բնութագրող դիմացկունության սահմանների հարաբերություններն են, իսկ $\bar{\sigma}_R$ -ն՝ այդ բոլոր գործակիցները հաշվառող միջնարժեքային (մեդիանային) դիմացկունության սահմանը: Դրանք ընդգրկված են երկրորդ ենթախմբում և ներկառուցվածքային առումով փոխկապակցված մեծություններ են:

Պարամետրերի նշված ենթախմբերը ներառված են մեկ ընդհանուր բազմապարամետրական ֆունկցիայի մեջ, որը հետազոտվող հիմնախնդրի հանրագումարային մաթեմատիկական մոդելն է՝

$$F[(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma), (K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}, \bar{\sigma}_R)] = 0: \quad (1)$$

(1) ֆունկցիայի կառուցվածքը և տեսքը կախված են առաջադրված հետազոտության հիմնախնդրի լուծման առանձնահատկություններից, որոնք թելադրում են (1)-ում ընդգրկված մեծությունների ենթախմբերի ձևավորումը, իսկ ենթախմբերի ներսում՝ այդ մեծությունների դասակարգումն ըստ հետազոտվող գործոնի առաջայնության աստիճանի: Այդ մեծություններից մեկը ստանում է ֆունկցիայի արգումենտի կարգավիճակ, իսկ մյուսները դասակարգվում են ըստ կարգային պարամետրերի՝ ելնելով հետազոտության շրջանակում դիտարկվող մնացած գործոնների կարևորության աստիճանից: Այդ առումով (1)-ը կարելի է ներկայացնել երկու առանձին բազմապարամետրական ֆունկցիաների տեսքով, որոնցից յուրաքանչյուրի համար կարելի է ձևավորել պարամետրական հավասարումների առանձին համակարգ.

ա) $K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}, \bar{\sigma}_R$ -ի առանձին կապերը $\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma$ -ից, ըստ ազդող գործոնների,

բ) նույն մեծությունների փոխկապակցված կապերը $\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma$ -ից, որոնց շնորհիվ տրամաբանված հաջորդականությամբ կարելի է որոշել յուրաքանչյուրի արժեքը՝ հետագա հաշվարկանախագծային, տեխնոլոգիական, տեխնիկական սպասարկման և փորձագիտական գործողություններում առանձին գործոնի քանակական գնահատման համար:

Ա) դեպքի համար ազդող գործոնների առաջայնության հնարավոր տարբերակներն են.

$$\begin{aligned} &(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma), (d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma), (\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d), \\ &(\Delta h, \bar{\alpha}_\sigma, d), (d, \bar{\alpha}_\sigma, \Delta h), (\bar{\alpha}_\sigma, d, \Delta h): \end{aligned} \quad (2)$$

Տվյալ աշխատանքում դիտարկվել են նշված 6 տարբերակներից միայն առաջին երկուսը [6, 7].

I	II
$K_{d\sigma} = f_1(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{d\sigma} = \varphi_1(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$
$K_\sigma = f_2(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_\sigma = \varphi_2(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$
$K_{v\sigma} = f_3(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{v\sigma} = \varphi_3(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$
$K_{\sigma D} = f_4(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{\sigma D} = \varphi_4(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$
$\bar{\sigma}_R = f_5(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$\bar{\sigma}_R = \varphi_5(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$
$(x = \Delta h),$	$(x = d):$

(3)

(3)-ում ֆունկցիաների I համակարգի համար առաջնային է ընդունված ամրացնող տեխնոլոգիայի գործոնը, իսկ II-ի համար՝ կոնստրուկցիոն տարրերի հիմնական երկրաչափական պարամետրերը: (3)-ի I և II համակարգերում արգումենտների նման տեղաշարժը $K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}, \bar{\sigma}_R$ -ի կորդինատների անփոփոխ արժեքների դեպքում հնարավորություն է տալիս (x, y) կորդինատային համակարգում ստանալ օրթոգոնալ դասավորված ֆունկցիաների ընտանիքներ, որոնք խմբավորված են ըստ $\bar{\alpha}_\sigma$ -ի արժեքների, իսկ (K, x, y) եռաչափ կորդինատային համակարգում՝ $3D$ սկզբունքով ձևավորված մակերևույթներ, որը կատարված է [7]-ում:

Նույն գործակիցների և $\bar{\sigma}_R$ -ի տրամաբանված հաջորդականությամբ դիտարկումը $(K_{d\sigma} - K_\sigma - K_{v\sigma} - K_{\sigma D} - \bar{\sigma}_R)$, որը բխում է առաջադրվող հետազոտության վերջնական արդյունքի ստացման պահանջներից, թելադրում է այդ մեծությունների փոխկապակցված ֆունկցիաների ներկայացումը (x, y) կորդինատային համակարգի I-IV քառորդամասերում: Նման մոտեցման դեպքում այդ ֆունկցիաների պարամետրերի թիվն ավելանում է մեկով (բ) դեպք) և պարամետրական հավասարումների մեջ տարբեր են արգումենտները, որը թելադրված է $K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$ և $\bar{\sigma}_R$ -ի ֆունկցիոնալ կապերը որոշակի հաջորդականությամբ ձևակերպելու և վերջնական արդյունքում դրանք նոմոգրաֆիական տեսքով ներկայացնելու համար, որը գործնական կիրառումներում առավել պարզ և գերադասելի է: (3)-ում դիտարկված դեպքերի համար այդ համակարգերը հետևյալ տեսքերն ունեն.

1. $K_{d\sigma} = f_1(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma), \quad x = \Delta h,$	6. $K_{d\sigma} = \varphi_1(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma), \quad x = d,$
2. $K_{d\sigma} = F_2(K_\sigma, \Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma), \quad x = K_\sigma,$	7. $K_{d\sigma} = \Phi_2(K_\sigma, d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma), \quad x = K_\sigma,$
3. $K_{v\sigma} = F_3(K_\sigma, \Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma), \quad x = K_\sigma,$	8. $K_{v\sigma} = \Phi_3(K_\sigma, d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma), \quad x = K_\sigma,$
4. $K_{v\sigma} = F_4(K_{\sigma D}, \Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma), \quad x = K_{\sigma D},$	9. $K_{v\sigma} = \Phi_4(K_{\sigma D}, d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma), \quad x = K_{\sigma D},$
5. $\bar{\sigma}_R = F_5(K_{\sigma D}, \Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma), \quad x = K_{\sigma D},$	10. $\bar{\sigma}_R = \Phi_5(K_{\sigma D}, d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma), \quad x = K_{\sigma D}:$

(4)

(4)-ի պարամետրական ֆունկցիաների նման ձևակերպումը թույլ է տալիս (x, y) կորդինատային համակարգի I-IV քառորդամասերում փոխկապակցված կերպով ներկայացնել այդ ֆունկցիաները և ձևակերպել համապատասխան նոմոգրամներ:

$\bar{\sigma}_R$ -ի մեդիանային արժեքները որոշված են նախկինում կատարված հոգնածային փորձարկումների արդյունքով (յուրաքանչյուր արժեքի համար՝ 10 ... 12 խմբաքանակ փորձարկումներ) [1-6], դրանցով հաշվարկված են $K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{v\sigma}$ և $K_{\sigma D}$ գործակիցները, որոնք խմբավորված են ըստ $\Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma}$ պարամետրերի: Նշված մեծությունների հաշվեգրաֆիկական գնահատման համար, օգտագործելով ստանդարտ ծրագրային միջոցները, ստացվել են ռեգրեսիայի հավասարումներ 1 ... 3-րդ կարգի աստիճանային ֆունկցիաների տեսքով՝ ապահովելով հավասարումների դետերմինացիայի գործակիցի $R^2 > 0,9$ արժեքը: Քանի որ աշխատանքում որպես հիմնախնդիր դիտարկվում է ամրացման երևույթի քանակական գնահատումը տարբեր գործոնների համատեղ ազդեցության դեպքերում, (4)-ի պարամետրական ֆունկցիաներին առնչվող հաշվարկային կետերը ներկայացված են 0, ●, + և × նշանակումներով, որոնք համապատասխանում են հիմնական գործոնի՝ $\Delta h = 0, 0,05, 0,10$ և $0,15$ մմ արժեքներին: Արդյունքում, (4)-ի յուրաքանչյուր պարամետրական ֆունկցիայի համար, բոլոր գործոնների հաշվառմամբ, ստացվում են 64 հաշվարկային կետեր, որոնք 4-ական խմբավորված են 16 տարբեր ենթախմբերում, որոնց համար էլ հաշվարկվում են 16 ռեգրեսիայի հավասարումները: Դրանք դասակարգված են.

- (4)-ի թթ. 1-5 ֆունկցիաների համար՝ ըստ $\Delta h, K_{\sigma}, K_{\sigma D}$ արգումենտների և $d, \bar{\alpha}_{\sigma 1-4}$ պարամետրերի,
 - (4)-ի թթ. 6-10 ֆունկցիաների համար ըստ $d, K_{\sigma}, K_{\sigma D}$ արգումենտների և $\Delta h, \bar{\alpha}_{\sigma 1-4}$ պարամետրերի:
- Որպես օրինակ, աղյուսակում ներկայացված են այդ հավասարումները $K_{v\sigma} = F_4(K_{\sigma D}, \Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma})$ ֆունկցիայի համար:

Աղյուսակ

$K_{v\sigma} = F_4(K_{\sigma D}, \Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma})$ ֆունկցիայի ռեգրեսիայի հավասարումները ($x = K_{\sigma D}$)
 $\Delta h = 0 \dots 0,15$ մմ, $d = 7,5 \dots 20,0$ մմ և $\bar{\alpha}_{\sigma} = 1,00 \dots 2,75$ արժեքների դեպքում

N	$\bar{\alpha}_{\sigma}$	d, մմ	Ռեգրեսիայի հավասարումները	R^2
1	$\bar{\alpha}_{\sigma 1},$ 1,00	7,5	$K_{v\sigma} = 0,660x^2 - 2,471x + 2,822$	0,981
2		10	$K_{v\sigma} = 1,024x^2 - 3,147x + 3,224$	1,0
3		15	$K_{v\sigma} = 1,654x^2 - 4,644x + 4,182$	0,993
4		20	$K_{v\sigma} = 0,888x^2 - 2,999x + 3,364$	1,0
5	$\bar{\alpha}_{\sigma 2},$ 1,25	7,5	$K_{v\sigma} = 0,632x^2 - 2,532x + 3,367$	1,0
6		10	$K_{v\sigma} = 0,738x^2 - 2,889x + 3,719$	1,0
7		15	$K_{v\sigma} = 0,668x^2 - 2,759x + 3,750$	1,0
8		20	$K_{v\sigma} = 0,571x^2 - 2,489x + 3,583$	1,0
9	$\bar{\alpha}_{\sigma 3},$ 1,75	7,5	$K_{v\sigma} = 0,632x^2 - 2,677x + 3,730$	1,0
10		10	$K_{v\sigma} = 0,580x^2 - 2,587x + 3,791$	1,0
11		15	$K_{v\sigma} = 0,558x^2 - 2,599x + 3,953$	1,0
12		20	$K_{v\sigma} = 0,555x^2 - 2,626x + 4,049$	1,0
13	$\bar{\alpha}_{\sigma 4},$ 2,75	7,5	$K_{v\sigma} = 0,328x^2 - 2,005x + 3,995$	1,0
14		10	$K_{v\sigma} = 0,297x^2 - 1,927x + 4,063$	1,0
15		15	$K_{v\sigma} = 0,276x^2 - 1,890x + 4,190$	1,0
16		20	$K_{v\sigma} = -0,163x^3 + 1,425x^2 - 4,526x + 6,227$	1,0

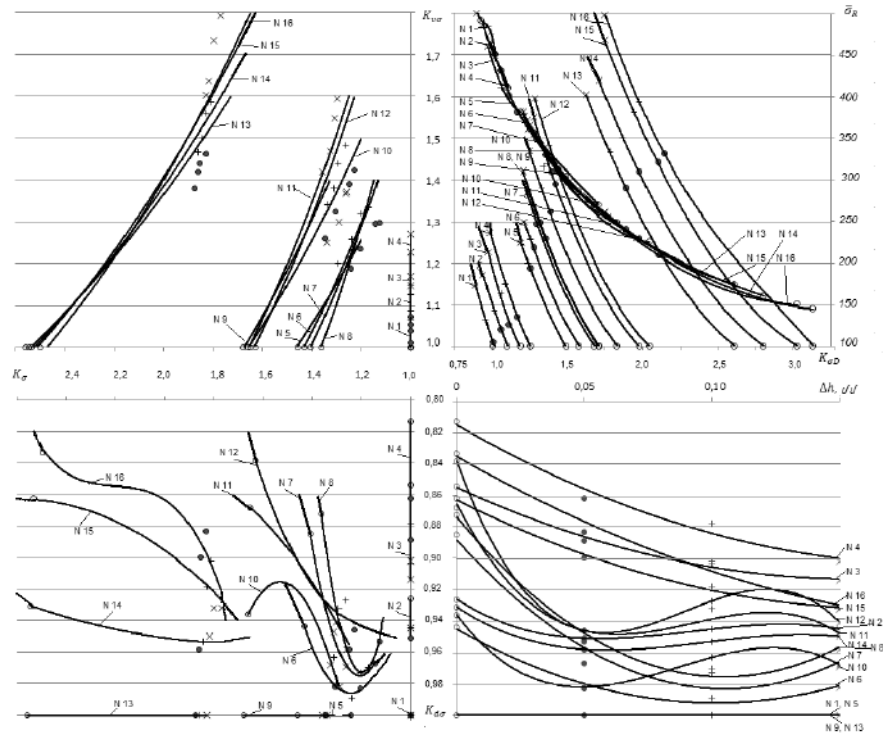
Հաշվի առնելով ստացված ռեգրեսիայի հավասարումների բազմազանությունը (160 հատ) և դրանցում ընդգրկված տարատեսակ պարամետրերի համակցությունները՝ (4)-ի բոլոր ֆունկցիաների համար նշված հավասարումները համարակալված են ($N 1, \dots, N 16$) և ըստ թթ. 1-5 և 6-10 ֆունկցիաների ներկայացված են նոմոգրամներում (նկ. 1, 2):

Նկ. 1, 2-ում պահպանված են նոմոգրաֆիայի սկզբունքները՝ I-IV կոորդինատային քառորդամասերի առանցքների մասշտաբայնությունը նույնն է, կորերի համարակալումներն ապահովում են գրաֆիկական լուծումների ճշտությունը, արտադրական պայմաններում հնարավոր է արագ որոշել գործակիցների արժեքները, իսկ առաջադրված ֆունկցիաների խմբերի համակցություններով հնարավոր է լուծել տարբեր նշանակության ուղիղ և հակադարձ խնդիրներ.

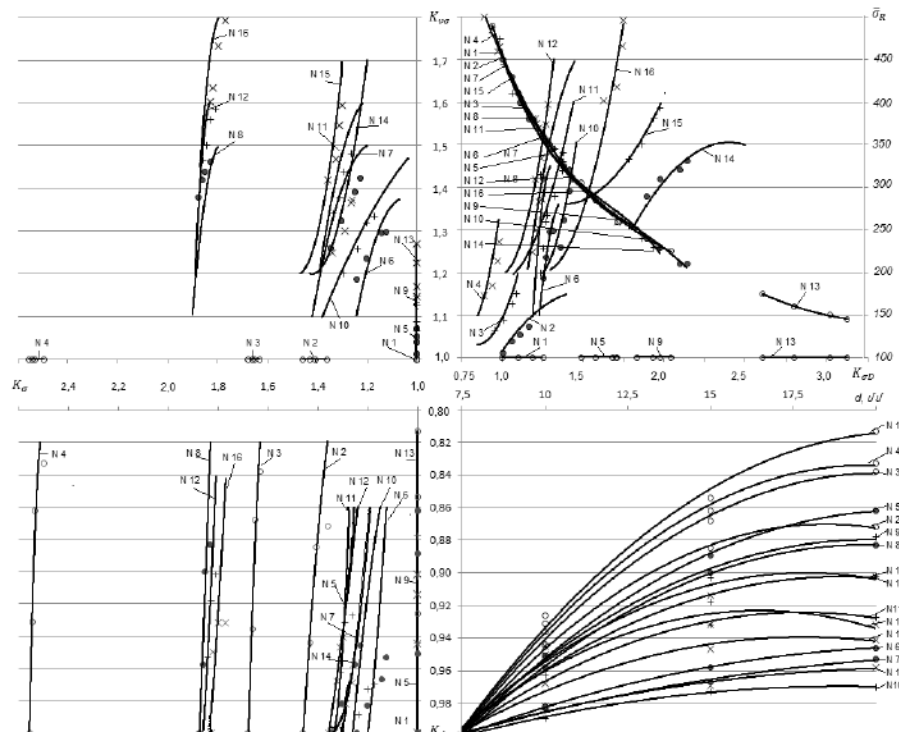
- ըստ նախագծվող կոնստրուկցիայի կամ մշակվող տեխնոլոգիական գործընթացի, որոշել նշված գործակիցների և $\bar{\sigma}_R$ -ի անհրաժեշտ արժեքները,

դիտարկված որևէ մեկ պարամետրի տրված արժեքի դեպքում հաշվարկել մնացածի օպտիմալ արժեքները:

Որպես առանձնահատկություն կարելի է նշել (4)-ի թթ. 5 և 10 ֆունկցիաների նույնական տեսքը և գրադիենտները, որոնք հանրագումարային եղանակով ներկայացնում են $\bar{\sigma}_R = f(K_{\sigma D})$ ընդհանրական ֆունկցիոնալ կապը՝ հաշվի առնելով մնացած բոլոր գործակիցների ($K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{v\sigma}$) և ազդող գործոնների ($\Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma}$):



Նկ. 1. (4)-ի թթ. 1-5 ֆունկցիաների նմուշը



Նկ. 2. (4)-ի թթ. 6-10 ֆունկցիաների նմուշը

Եթե դրանք հաշվարկվում են ընտրված սխեմայով (16 հավասարում յուրաքանչյուր պարամետրական համակցման համար), $(\bar{\sigma}_R, K_{\sigma D})$ կոորդինատների համեմատաբար մոտ արժեքների պատճառով նշված հավասարումներն ունեն ուղղագծային ռեգրեսիայի տեսք ($R^2 = 0,972...1,000$), որոնք կարճ ուղղագծային հատվածներով դասավորված են հանրագումարային ֆունկցիայի կորի վրա և բավարար ճշտությամբ կրկնում են այդ ֆունկցիայի փոփոխման բնույթը $\bar{\sigma}_R, K_{\sigma D}$ արժեքների ամբողջ տիրույթում (նկ. 1,2, IV քառորդամաս): Ստացված բոլոր փորձարարական կետերի (64 հատ) կոորդինատների համատեղ հաշվարկման դեպքում կարելի է ստանալ այդ հանրագումարային ֆունկցիայի հավասարումը ($\bar{\sigma}_R = -51,19 x^3 + 380,90 x^2 - 1016x + 1136$, $R^2 = 0,998$), որի կիրառումը հաշվարկներում գերադասելի է:

Գրականություն

1. Дашенко А.Ф., Кравчук В.С., Иоргачев В.Д. Несущая способность упрочнения деталей машин.- Одесса: "Астропринт", 2004.- 160с.
 2. Технологические методы обеспечения надежности деталей машин / И.М. Жарский, И.Л. Баршай, Н.А. Сви́дєрнович и др.- Минск: Высш. шк., 2010.- 336с.
 3. Торосян М.С. Повышение несущей способности валов методом ППД рабочих поверхностей //Сб. мат. Междунар. н.-т. конф. МАДИ: "Детали машин и теория механизмов", 3 февр. 2015г. -. Москва, Ереван.- Уфа: Аэрита, 2015.- С. 52-57.
 4. Стакян М.Г., Торосян М.С. Оценка показателей сопротивления усталости валов транспортных средств, подвергнутых поверхностному упрочнению // Мат. Междунар. н.-пр. конф.: "Логистика, транспорт, природообустройство – 2015", г. Ереван, 8-9 окт. 2015г. – Ереван, 2015.- С. 101-109.
 5. Թորոսյան Մ.Ս., Ստակյան Մ.Գ. Աշխատանքային մակերևույթների ֆիզիկամեխանիկական վիճակի բարելավումը մակերևույթային պլաստիկ դեֆորմացման մեթոդով // ՀԱՊՀ Լրագրեր. Գիտ. հոդվ. ժող. - Մ. Ս. - Երևան: Ճարտարագետ, 2016. – Էջ 387-394:
 6. Торосян М.С. Эффект влияния упрочняющих технологий на несущую способность валов передаточных механизмов // Вестн. НПУА: Механика, машиноведение, машиностроение.- 2016. – №¹ 1.- С. 51-60.
 7. Торосян М.С., Стакян М.Г. Учет комплексного воздействия упрочняющих технологий на сопротивление усталости валов транспортных средств// Мат. Междунар. н.-пр. конф.: "Логистика, транспорт, экология – 2016", г. Ереван, 28-29 окт. 2016г. – Ереван: Арменпак, 2016.- С. 97-105.
- 01.02.2017.

М.С. Торосян, М.Г. Стакян

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассмотрены вопросы повышения сопротивления усталости осей, валов и соединений "вал-ступица" применением метода поверхностного пластического деформирования (ППД). Выполнен комплексный анализ основных факторов (размеры и формы контуров валов, концентрация напряжений, поверхностное упрочнение) при преобладающем воздействии каждого из них. Выявлением взаимных функциональных связей между коэффициентами сопротивления усталости ($K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$) и пределами выносливости $\bar{\sigma}_R$, применяемыми в расчетах на несущую способность, составлены номограммы, которые позволяют в практических расчетах при разных сочетаниях последовательности воздействия факторов графическим способом быстро определить оптимальные значения указанных коэффициентов и $\bar{\sigma}_R$.

Ключевые слова: *поверхностное пластическое деформирование, ось, вал и соединения "вал-ступица", расчеты на несущую способность, коэффициенты сопротивления усталости, номограмма.*

M.S. Torosyan, M.G. Stakyan

THE INTERRELATION OF INDICATORS OF MACHINE PART FATIGUE RESISTANCE AT APPLYING HARDENING TECHNOLOGIES

Issues on increasing the fatigue resistance of axes, shafts and the "shaft-hub" joints are considered by applying the surface plastic deformation method (SPD). A complex analysis of the main factors (the dimensions and shapes of the shaft contours, the stress concentration, surface hardening) at a dominating impact of each of them is carried out. By revealing the functional interrelations between the ratios of fatigue resistance ($K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$) and the endurance limits $\bar{\sigma}_R$ applied of the carrying capacity calculations nomograms are plotted, allowing to quickly determine the optimal values of the mentioned ratios and $\bar{\sigma}_R$ in practical calculations at different combinations of succession of the import of the factors.

Keywords: *surface plastic deformation, axis, shaft and "shaft-hub" joints, carrying capacity calculations, fatigue resistance ratios, nomogram.*

Թորոսյան Մհեր Սերյոժայի – ասպիրանտ, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան, **Ստակյան Միհրան Գրիգորի** – տեխն. գիտ. դոկտ., պրոֆեսոր, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան

ՀՏԴ 621.914.2.025.034

ՄԵՔԵՆԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ

Ա.Մ. Արզումանյան, Ս.Հ. Հակոբյան

ԱՐՀԵՍՏԱԿԱՆ ԿՈՐՈՒՆԴԻՑ ԿՏՐՈՂ ԹԻԹԵՂԻԿՆԵՐԻ ՓԽՐԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՄԱՇԱԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ԵՎ ԼՈՒՍԱՅԻՆ ԱՂԲՅՈՒՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Կատարվել է գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների սայրային նուրբ մշակման գործընթացում արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի փխրամրության ու մաշակայունության գնահատում և համեմատական վերլուծություն՝ կտրող թիթեղիկի վրա հաջորդաբար էլեկտրամագնիսական դաշտի և լուսային աղբյուրի ազդեցության պայմաններում:

Առանցքային բառեր. արհեստական կորունդ, կտրող թիթեղիկ, փխրամրություն, մաշակայունություն, էլեկտրամագնիսական դաշտ, լուսային աղբյուր:

Բյուրեղական կառուցվածք ունեցող նյութերի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների ուսումնասիրությունը հետազոտողներին հանգեցրել է այն եզրակացության, որ բյուրեղների իրական ամրությունը շատ անգամ ցածր է տեսական ամրությունից [1]: Դա բացատրվում է նրանով, որ բյուրեղական կառուցվածքում կան արատներ, այսինքն կան բյուրեղական ցանցի իրական դասավորության շեղումներ: Ցանկացած նյութ ունի բազմազան արատներ, որոնք բյուրեղների ամրությունը նվազեցնում են բազմաթիվ անգամ:

Արհեստական կորունդի բյուրեղները սովորաբար ունենում են տարբեր տեսակի մակրո և միկրո արատներ (պղպջակներ, օտար միացություններ, սափքի հետքեր, երկակի շերտավորում և այլն) [1]:

Եթե բյուրեղների վրա ազդեն որոշակի ուժով, ապա նրա արատները բյուրեղներում կսկսեն տեղաշարժվել: Նշված թերությունները որոշ չափով կարելի է վերացնել, եթե բարձր ջերմաստիճանային պայմաններում կորունդի նախապատրաստվածքը ենթարկեն հատուկ ջերմամշակման: Քանի որ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկներով գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների սայրային նուրբ մշակումը վերջնամշակման գործընթաց է, ուստի կտրող թիթեղիկները պետք է ունենան առավելագույն փշրամաշման ամրություն և մաշակայունություն:

Արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկների համար բարձր ջերմաստիճանային պայմաններում հատուկ ջերմամշակման ենթարկելու գործընթացը կիրառել նպատակահարմար չէ: Դա բացատրվում է նրանով, որ ջերմամշակումից հետո կբարձրանան կտրող թիթեղիկի ամրությունն ու մաշակայունությունը, հետևաբար կդժվարանան հետագա մշակումն ու մաշումից հետո վերասրումը:

Արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկների փշրամաշման ամրությունն ու մաշակայունությունը կարելի է բարձրացնել նաև՝ կտրող թիթեղիկը ենթարկելով հիդրոստատիկ ճնշմամբ մշակման, սակայն վերը նշվածի պատճառով այս եղանակը կիրառել նույնպես նպատակահարմար չէ:

Բյուրեղական կառուցվածք ունեցող նյութերի ամրության բարձրացման տարբեր եղանակներ կան [2 - 6]: Դրանցից են լուսային աղբյուրի և էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցությունները բյուրեղների ամրության վրա:

Հետազոտությունների կատարման համար օգտագործվել են մեկ ատամով ճակատային ֆրեզներ՝ կորունդե կտրող տարրով, որի աշխատանքային մակերևույթները մշակված են բարձր մակարդակով և որոնց վրա բացառվում են փշրվածքի հետքեր և խազեր, որոնք կարող են դառնալ գործիքի արագ շարքից դուրս գալու պատճառ: Բոլոր մշակման ենթարկվող նյութերի ֆրեզման ժամանակ կտրող տարրի երկրաչափությունը նույնն է՝ առջևի անկյունը՝ $\gamma = -6^\circ$, հետին անկյունը՝ $\alpha = 6^\circ$, սրման անկյունը՝ $\beta = 90^\circ$, գագաթի կլորացման շառավիղը՝ $r = 0,3...0,5$ մմ: Կտրման ռեժիմները նույնպես նույնն են՝ կտրման արագությունը՝ $v = 250$ մ/ր, մատուցումը՝ $s = 0,022$ մմ/պտ, կտրման խորությունը՝ $t = 0,05$ մմ: Մշակումն իրականացվել է առանց քսուքահովացնող հեղուկների կիրառման:

Նշված եղանակների կիրառությունը հնարավորություն է տալիս բարձրացնել արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկների փխրամրությունն ու մաշակայունությունը:

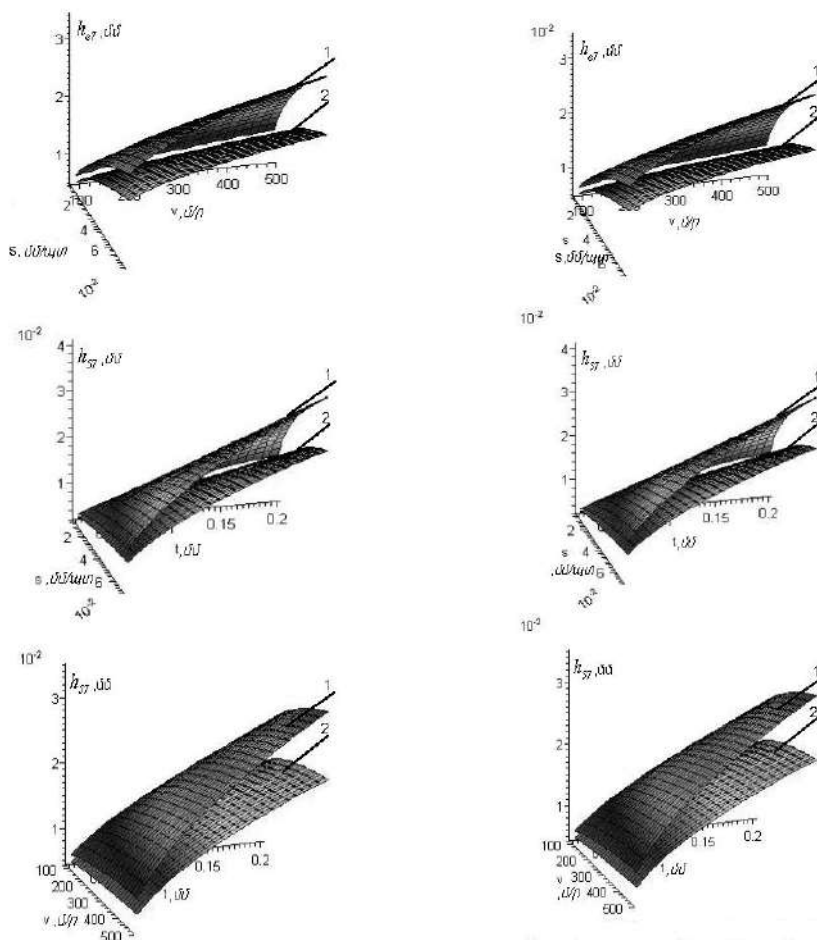
Առանձին - առանձին դիտարկվել են էլեկտրամագնիսական դաշտի և լուսային աղբյուրի ազդեցությունները բյուրեղների ամրության վրա և կատարվել դրանց համեմատական վերլուծություն՝ ելնելով այդ ազդեցությունների պայմաններում կտրող թիթեղիկների մաշումից:

1. *Էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցությունը արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկների փխրամրության և մաշակայունության բարձրացման վրա*

Հայտնի է, որ էլեկտրամագնիսական դաշտն ունի արդյունավետ ազդեցություն կիսահաղորդչային բյուրեղների ամրության վրա [6]:

Կատարվել են հետազոտություններ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկներով գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների մշակման ժամանակ կտրող թիթեղիկի մաշակայունության վրա էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցության դիտարկման նպատակով:

Էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցությամբ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկով ԵրԱՋ 9-4 մակնիշի բրոնզի և Ժ1 մակնիշի դյուրալյումինի մշակման ժամանակ կտրող թիթեղիկի հետևի մակերևույթի մաշման հետազոտման ու գնահատման համար կատարվել է ԵրԱՋ 9-4 մակնիշի բրոնզի և Ժ1 մակնիշի դյուրալյումինի ճակատային ֆրեզում: Վերջինիս արդյունքների ու ստացված մաթեմատիկական մոդելների հիման վրա «Maple» ծրագրային փաթեթի օգնությամբ կառուցվել են էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցությամբ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկով ԵրԱՋ 9-4 մակնիշի բրոնզի և Ժ1 մակնիշի դյուրալյումինի մշակման ժամանակ կտրող թիթեղիկի հետևի մակերևույթի մաշման կախվածությունը կտրման ռեժիմներից արտահայտող գրաֆիկները 30 կՄ կտրման ճանապարհ անցնելուց հետո, որոնք պատկերված են նկ. 1 - ում:



Նկ. 1. Արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի հետևի մակերևույթի մաշման կախվածությունը կտրման ռեժիմներից էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցությամբ՝ 1- ԵրԱՋ 9-4 մակնիշի բրոնզի, 2 - Ժ1 մակնիշի դյուրալյումինի մշակման ժամանակ

Նկ. 2. Արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի հետևի մակերևույթի մաշման կախվածությունը կտրման ռեժիմներից լուսային աղբյուրի ազդեցությամբ՝ 1- ԵրԱՋ 9-4 մակնիշի բրոնզի, 2 - Ժ1 մակնիշի դյուրալյումինի մշակման ժամանակ

Ըստ գրաֆիկների էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցության պայմաններում կտրման ռեժիմների մեծացման ժամանակ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի մաշակայունության բարձրացումը ավելի լավ է արտահայտվում: Դա բացատրվում է նրանով, որ կտրման ռեժիմների մեծացման ժամանակ աճում է նաև կտրման ջերմաստիճանը, որն էլ նպաստում է արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի մեջ էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցությամբ մաշակայունության բարձրացման ինտենսիվությանը:

2. *Լուսային աղբյուրի ազդեցությունը արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկների փխրամրության և մաշակայունության բարձրացման վրա:*

Հայտնի է, որ լուսային աղբյուրը նույնպես ունի արդյունավետ ազդեցություն կիսահաղորդչային բյուրեղների ամրության և միկրոկարծրության վրա [2, 6]: Կատարվել են հետազոտություններ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկներով գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների մշակման ժամանակ կտրող թիթեղիկի մշակայունության վրա լուսային աղբյուրի ազդեցության դիտարկման համար [2, 7]:

Էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցությամբ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկով ԵրԱՋ 9-4 մակնիշի բրոնզի և Ժ1 մակնիշի դյուրալյումինի մշակման ժամանակ կտրող թիթեղիկի հետևի մակերևույթի մշման հետազոտման ու գնահատման համար կատարվել է ԵրԱՋ 9-4 մակնիշի բրոնզի և Ժ1 մակնիշի դյուրալյումինի ճակատային ֆրեզում: Վերջինիս արդյունքների ու ստացված մաթեմատիկական մոդելների հիման վրա «Maple» ծրագրային փաթեթի օգնությամբ կառուցվել են լուսային աղբյուրի ազդեցությամբ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկով ԵրԱՋ 9-4 մակնիշի բրոնզի և Ժ1 մակնիշի դյուրալյումինի մշակման ժամանակ կտրող թիթեղիկի հետևի մակերևույթի մշման կախվածությունը կտրման ռեժիմներից արտահայտող գրաֆիկները 30 կՄ կտրման ճանապարհի անցնելուց հետո, որոնք պատկերված են նկ. 2 - ում:

Նկ. 1 և 2 - ում պատկերված գրաֆիկների համեմատությունից հետևում է, որ օպտիմալ մշակման ռեժիմների տիրույթում էլեկտրամագնիսական դաշտի և լուսային աղբյուրի ազդեցության պայմաններում ստացված արդյունքները համարժեք են:

Եզրակացություն. Էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցությամբ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկների փխրամրության և մշակայունության բարձրացման արդյունքները համարժեք են լուսավորման ազդեցության երևույթից ստացվող արդյունքներին:

Աշխատանքը կատարվել է ՀՀ Գիտության պետական կոմիտեի « Շիրակ 2015» ծրագրով իրականացվող թեմայի ֆինանսավորման աջակցությամբ:

Գրականություն

1. Влияние электрического тока на стартовые характеристики и активационные параметры коротких дислокаций в кристаллах кремния / В.А. Макара, Л.П. Стебленко и др. //Физика твердого тела. -2000. –Т. 42, вып. 5. – С. 854 – 858.
 2. Арзуманян А.М. Исследование влияния непрерывного освещения рубиновой режущей пластины корунда на износ по задней поверхности //Вестник МАНЭБ.–СПб., - 2005. - Т 10, № 6. - С. 105-108.
 3. Головин Ю.И. Магниторезонансное разупрочнение кристаллов // Природа. – 2002. -№ 8. – С. 49-57.
 4. Мацокин В.П., Назаренко В.Г. Особенности эволюции дислокационной структуры при отжиге деформированных монокристаллов // Известия АН. Сер. Физ. - 1995. -Т. 59, №10. - С. 55-59.
 5. Осипьян Ю.А., Савченко И.Б. Экспериментальное наблюдение влияния света на пластическую деформацию сульфида кадмия // Письма в ЖЭТФ. –М., 1968. - №7. – С. 130-133.
 6. Осипьян Ю.А., Петренко В.Ф. Экспериментальное наблюдение влияния электрического поля на пластическую деформацию кристаллов // Письма в ЖЭТФ. –М.,1973. -Том 17, вып. 10. – С. 555 – 557.
 7. Арзуманян А.М., Манукян О.С., Акопян С.А. Влияние фото- и электропластических эффектов на прочность и износостойкость корундовой режущей пластины // Сб. тр. 3–й Межд. научн.-техн. конф. “Модернизация машиностроительного комплекса России на научных основах технологии машиностроения (ТМ – 2011)”. - Брянск, 2011. – С. 173 – 174.
- 13.10.2016.

А.М. Арзуманян, С.А. Акопян

ОЦЕНКА ХРУПКОЙ ПРОЧНОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН ИЗ СИНТЕТИЧЕСКОГО КОРУНДА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И ИСТОЧНИКА СВЕТА

Осуществлен сравнительный анализ хрупкого разрушения и износостойкости режущих пластин из синтетического корунда в условиях воздействия электромагнитного поля и источника света при тонколезвийной обработке цветных металлов и сплавов.

Ключевые слова: синтетический корунд, режущая пластина, хрупкое разрушение, износостойкость, электромагнитное поле, источник света.

A.M. Arzumanyan, S.H. Hakobyan

EVALUATING THE BRITTLE STRENGTH AND WEAR RESISTANCE OF CUTTING PLATES MADE OF SYNTHETIC CORUNDUM AT THE ELECTROMAGNETIC FIELD AND LIGHT SOURCE IMPACT

A comparative analysis of brittle fracture and wear resistance of cutting plates of synthetic corundum at the impact of an electromagnetic field and a light source at thin-blade processing of non-ferrous metals and alloys is carried out.

Keywords: synthetic corundum, cutting plate, brittle fracture, wear resistance, electromagnetic field, source of light.

Արզումանյան Ալեքսան Մկրտչի - տ.գ. դ., պրոֆ., ՀՀԱ իսկական անդամ՝ ՀԱՊՀ Գյումրու մասնաճյուղ

Հակոբյան Սերյոժա Հմայակի - տ.գ. թ., ՀԱՊՀ Գյումրու մասնաճյուղ, ասիստենտ

В.Ш. Авагян, В.А. Даниелян

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
УСКОРЯЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ**

Проведен анализ распределения и контроля температуры при пайке длинномерных ускоряющих структур с использованием индукционного нагрева. Решена задача позиционирования отдельных элементов друг относительно друга при пайке. Показаны результаты металлографических исследований зон пайки.

Ключевые слова: медь, пайка, диффузионная сварка, вакуумно-плотный, коэффициент термического расширения, индукционный нагрев.

Обзор исследований в области изготовления современных медных ускоряющих структур показал, что в последнее время значительно увеличилась их потребность в технике [1]. К настоящему времени накоплен большой экспериментальный материал о закономерностях образования соединения медных ускоряющих структур [2-4]. Эти структуры должны обладать важнейшими свойствами: высокой точностью механической обработки поверхностей, высокой прочностью, пластичностью, вакуумной герметичностью, сохранением исходных размеров (внутренний объем не должен быть изменен) деталей.

Разработка и изготовление ускоряющей структуры является сложной технологией и, как правило, предполагает следующие действия:

1. Получение равномерной структуры. Термообработка заготовки перед механической обработкой. Обработка деталей до получения высокой чистоты поверхностей и точности на высокоточных специальных станках с обеспечением в процессе их обработки охлаждением смазочно-охлаждающей жидкостью, а также эффективного удаления стружек из зоны обработки. Измерение бесконтактным методом размеров деталей.

2. Очистка полученных деталей с использованием электрохимической полировки, ультразвуковой чистки, промывки и сушки при невысокой температуре, сохранение деталей в вакуумных условиях или в атмосфере газообразного азота.

3. Сборка деталей, выбор метода нагрева, соединения изделий в вакууме или в контролируемой атмосфере методом пайки серебром или диффузионной сварки.

Однако, несмотря на важные достижения в данной области, многие вопросы до сих пор не изучены, в частности, базирование между отдельными элементами ускоряющих структур перед соединениями, научное обоснование выбора оптимальных методов источника нагрева и характера его теплового поля. Остались открытыми также вопросы выбора способов соединения: диффузионной сваркой [2-4] или вакуумной пайкой [2-4], а также источника нагрева.

При диффузионной сварке соединение образуется в результате сближения контактных поверхностей за счет локальной пластической деформации при повышенной температуре. При пайках образование соединения происходит путем нагрева соединяемых материалов ниже температуры их плавления, смачивания их припоем, затекания припоя в зазор и последующей его кристаллизации [5]. Что касается вида нагрева при использовании для соединения ускоряющей структуры, здесь индукционный нагрев имеет преимущество по сравнению с радиационным нагревом:

- значительно сокращается время нагрева до температуры расплавленного припоя;
- нагрев происходит через стенки защитной камеры, изготовленной из стекла, керамики, т.е. материалов, которые очень слабо поглощают электромагнитное излучение и остаются холодными при эксплуатации установки, а также не загрязняют нагреваемое изделие.

Для анализа распределения и контроля температуры при пайке длинномерных ускоряющих секций с использованием индукционного нагрева было проведено компьютерное моделирование. Расчеты проводились для максимального количества структур, которые можно одновременно разместить в кварцевой камере установки для пайки. Максимальное время нагрева начальной стадии было принято 2700 с. В результате были получены данные о распределении температурного поля по высоте колонны. Графики изменения температуры по местам пайки

представлены на рис.1. Математическое моделирование позволило разделить данные на стадии в зависимости от времени выдержки.

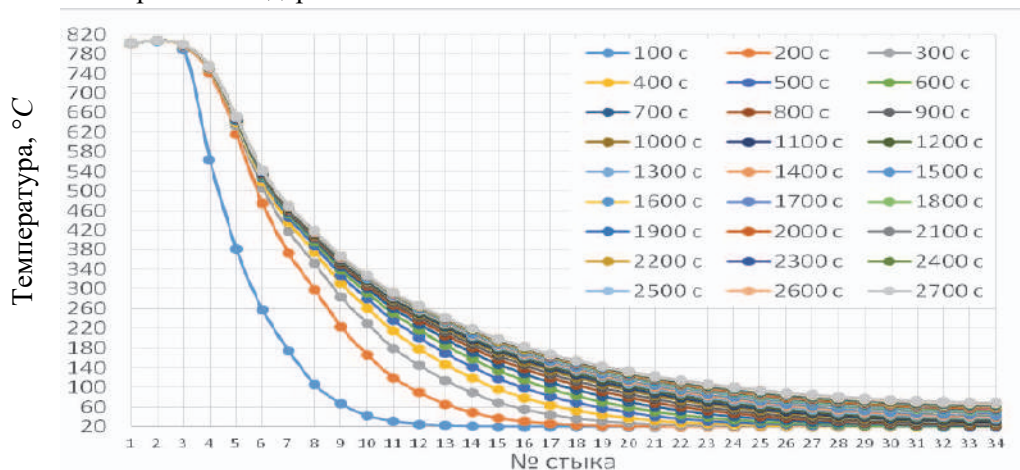


Рис. 1. Изменение температуры по высоте колонны

Анализ данных показывает, что для малого времени выдержки (100 и 200 с) на верхних структурах прогрев последующих структур незначительный и распространяется до 9...14 чашек. При увеличении времени выдержки проникновение теплового потока за счет теплопроводности возрастает. Но существует определенный момент времени, при котором интенсивность проникновения температуры по высоте колонны существенно снижается и с ростом времени практически не меняется. Из рис. 1 видно, что таким моментом времени является интервал в пределах выдержки 900...1000 с. При тепловой выдержке более 1000 с процесс прогрева колонны можно считать статическим, при этом в учет не берется постепенный прогрев нижних структур до температуры 60...100 °C.

Одной из важнейших задач процесса пайки является установление скорости перемещения индуктора по колонне для получения равномерного прогрева по всей высоте. Для решения данной задачи используем полученные данные о распределении температуры по высоте колонны.

В качестве определяющего параметра примем количество тепла, передаваемого индуктором определенному объему металла. Для различного времени выдержки получим скорости передачи тепла Q/t в каждом конкретном случае. Также к расчетам необходимо добавить скорость распространения тепла $\Delta Q/t$ за счет теплопроводности. Перечисленные выше факторы позволяют получить уравнение для расчета скорости перемещения индуктора в зависимости от степени выдержки:

$$V_{инд} = \frac{L}{\frac{Q'}{n \cdot c_{cu} \cdot \Delta T \cdot \frac{m_{cu}}{t}}} + \frac{Q^{\max} - Q_{n+1}}{3},$$

где L – длина индуктора; n – количество одновременно нагреваемых структур; c_{cu} – теплоемкость меди; m_{cu} – масса одновременно нагреваемых структур; t – время выдержки; Q' – количество тепла, необходимого для нагрева каждой последующей чашки; $Q^{\max}$ – максимальное количество тепла, необходимого для нагрева одной чашки от минимальной температуры до заданной; Q_{n+1} – количество тепла, получаемого за счет теплопроводности.

Результаты расчетов скорости перемещения индуктора представлены на рис.2.

Как видно из рисунка, скорость перемещения индуктора для всех выдержек имеет переменные значения по высоте колонны. В момент начала движения скорость индуктора должна быть высокой для ускоренного прохождения достаточно прогретых стыков. В последующем скорость перемещения индуктора уменьшается и на 13...15 стыке становится постоянной. Следует также учесть, что с учетом длины индуктора 3 последние структуры будут прогреваться одновременно, и скорость индуктора будет равна 0. После достижения требуемой температуры индукционный нагрев будет отключен.

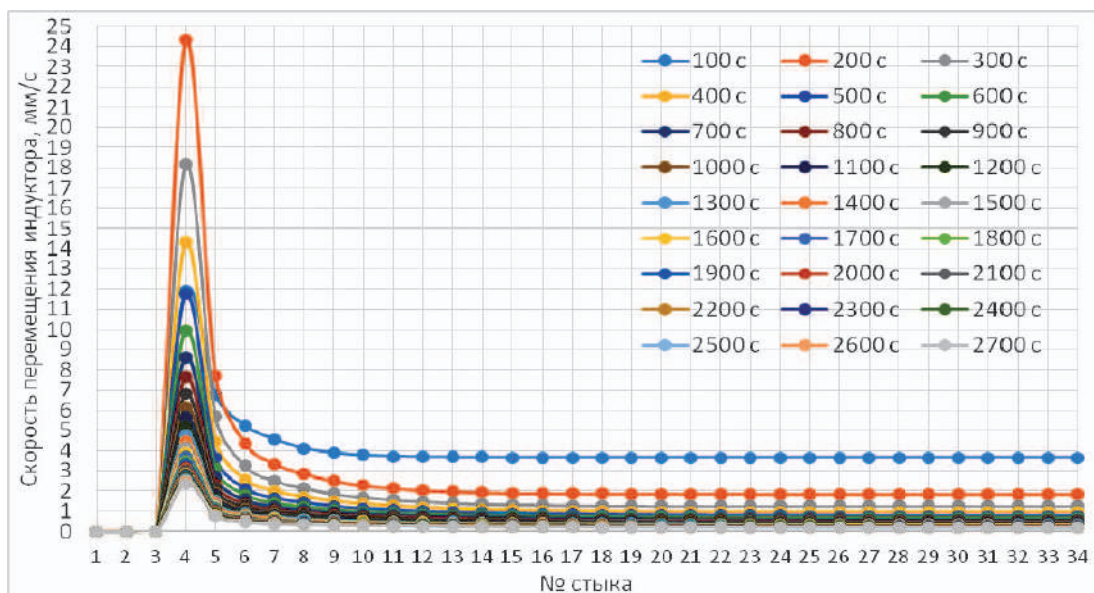


Рис. 2. Изменение скорости перемещения индуктора

В ускорительной технике используются различные типы ускоряющих структур. Одним из важнейших параметров при сборке и пайке ускоряющих структур является точность позиционирования элементов друг относительно друга. При этом данная задача достаточно просто может быть решена для случая одиночного концентрического центрального отверстия. Для всех же остальных она требует индивидуального подхода для каждого типа.

Для решения задачи позиционирования структур друг относительно друга при пайке, а также во избежание их взаимного перемещения предлагается использование штифтования структурных элементов. Для предотвращения нарушения геометрии предлагается располагать штифты на плоскости для пайки. Штифты используются из нержавеющей стали 304L диаметром 3 мм. Для позиционирования каждой пары ускоряющих структур применяется 2 штифта. При пайке все основные компоненты нагреваются и изменяют свои размеры. За счет различных коэффициентов термического расширения между элементами возникают поля напряжений сжатия, которые при достаточно больших значениях могут приводить к необратимым искажениям формы.

Для определения полей напряжений, возникающих на месте контакта штифта с ускоряющей структурой, было проведено компьютерное моделирование методом конечных элементов. В связи со значительно малыми размерами штифта по сравнению с ускоряющей структурой взаимным влиянием штифтов друг на друга можно пренебречь. Расчеты выполнялись для одного штифта при нагреве полной ускоряющей структуры. В этом случае результаты, полученные для одного штифта, будут подобны результатам для оставшихся двух.

На рис.3 представлено распределение температурного поля по поперечному сечению ускоряющей структуры со штифтом.

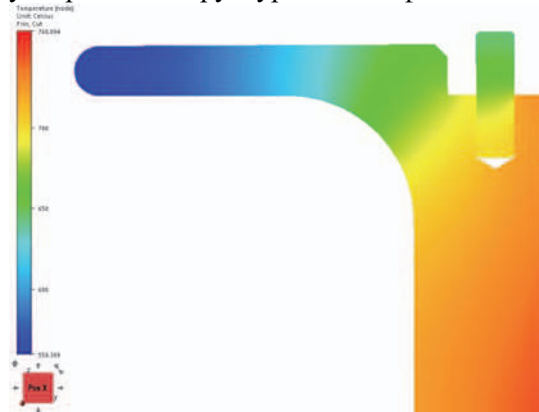


Рис.3. Распределение температуры по поперечному сечению

Анализ проводился для определенного периода прогрева ускоряющей структуры, который составлял 2700 с. При этом конечная температура принималась на уровне 700 °C. Такая температура была принята исходя из свойств материала, для которого проводилась оценка (медь). При температуре более 700 °C медь становится достаточно мягким материалом, что приводит к снижению напряжений на поверхности отверстия за счет интенсивной рекристаллизации.

Картина напряжений на внутренней поверхности медной структуры в различные периоды времени представлена на рис.4.

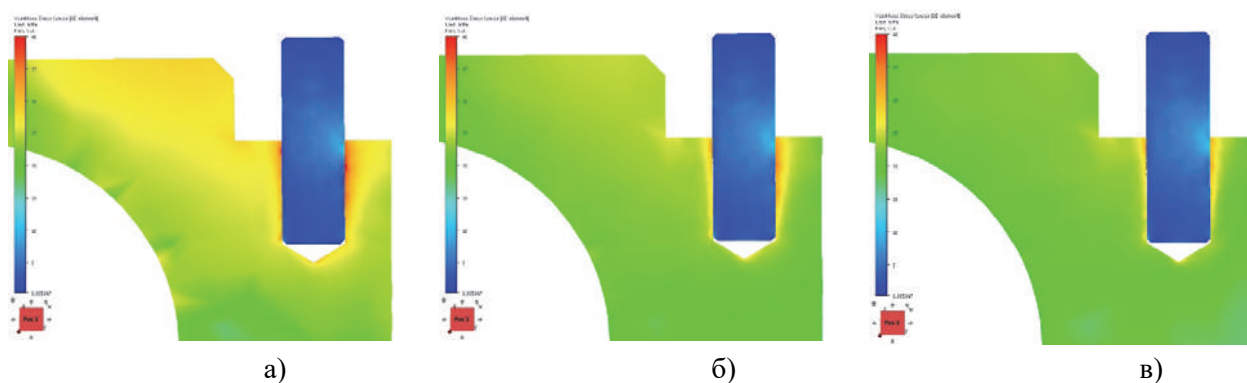


Рис. 4. Поля напряжений на медной структуре: а – 200 с нагрева, б – 700 с нагрева, в – 2700 с нагрева

Как видно из рисунка, после прохождения 700 с нагрева картина напряжений изменяется незначительно. Также стоит отметить, что локализация напряжений находится вблизи отверстия и не распространяется в глубь металла. Общий вид модели и результаты напряжений на поверхности представлены на рис. 5.

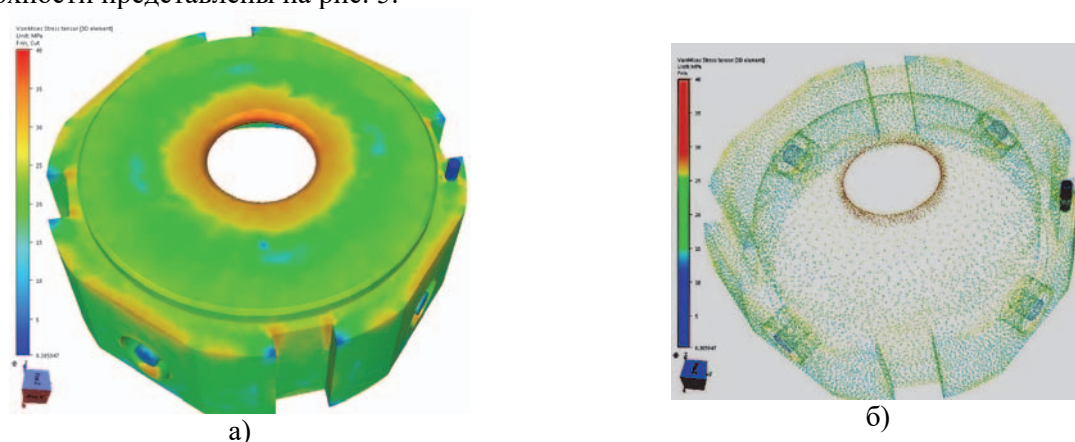


Рис. 5. Поля напряжений на поверхности структуры: а – на поверхности медной структуры, б – на поверхности штифта

Результаты распределения напряжений на поверхности отверстия штифта представлены на рис. 6.

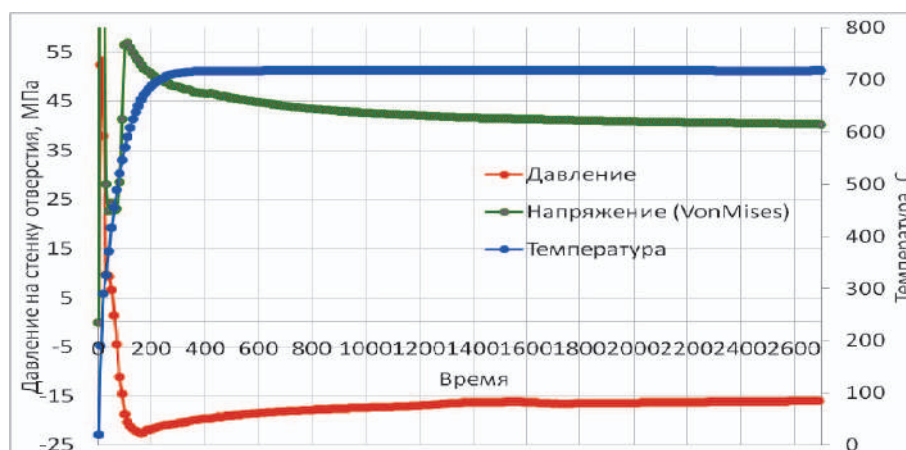


Рис. 6. График изменения температуры и давлений на поверхности отверстия

Как видно из рисунка, влияние температурного расширения штифта начинается с 30 с. Положительное значение напряжений указывает на расширение отверстия в результате нагрева, но последующий переход напряжений в отрицательную область свидетельствует о сжатии поверхности. Сжатие поверхности начинается с 60 с нагрева структуры и продолжается до его

окончания. При этом интенсивность сжатия поверхности сначала увеличивается, а затем снижается. В конечной стадии нагрева напряжение на поверхности остается практически неизменным и постепенно идет на уменьшение. Как отмечалось ранее, поля напряжений при этом также практически неизменны.

Следует отметить, что полученные результаты могут быть расширены при использовании различных граничных условий для данной задачи, а также скоростей нагрева структуры.

Для пайки с припоем ПСр -72 были изготовлены образцы из меди М1 диаметром 25 мм.

Исследование проводили двумя вариантами:

- между поверхностями устанавливали фольгу 50 мкм;
- в углу сборочных паяных медных деталей изготавливали канавку и угол затекания припоя.

Согласно первому варианту, при использовании серебряной фольги необходимо приложить небольшое давление для локализации пластической деформации, в этом случае лишний припой выходит в рабочий объем детали, что нежелательно.

По второму варианту, чем больше угол наклона, тем больше пустота вокруг канавки (рис.7). Исследования показали, что в нашем случае оптимальный угол для затекания припоя составляет 0,07 мм (рис. 8). На рис. 9 показан разработанный стык медных чашек.

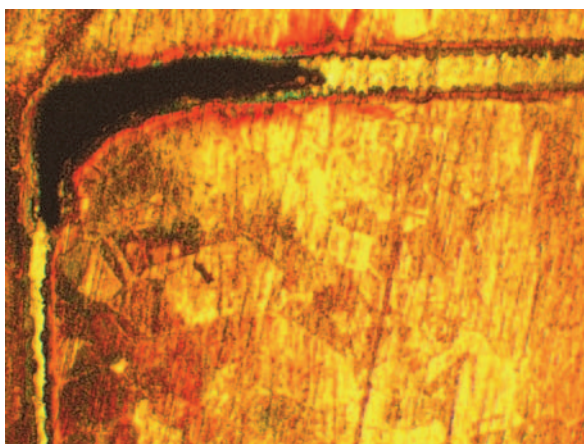


Рис. 7. Микроструктура зоны пайки меди (x 50)

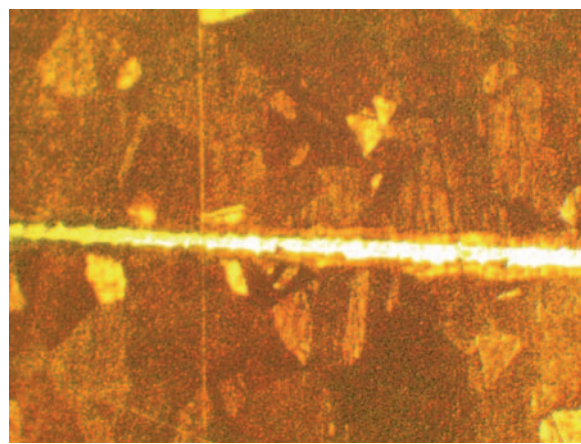


Рис.8. Микроструктура зоны пайки меди (x 50)

Пайку деталей и место расположения канавок для припоя разрабатывали соответственно принципу [6], согласно которому вложенный припой быстро затекает в суживающийся зазор, так как давление заполнения увеличивается при уменьшенной ширине зазора, после чего детали собирают зазором, суживающимся в направлении течения припоя.

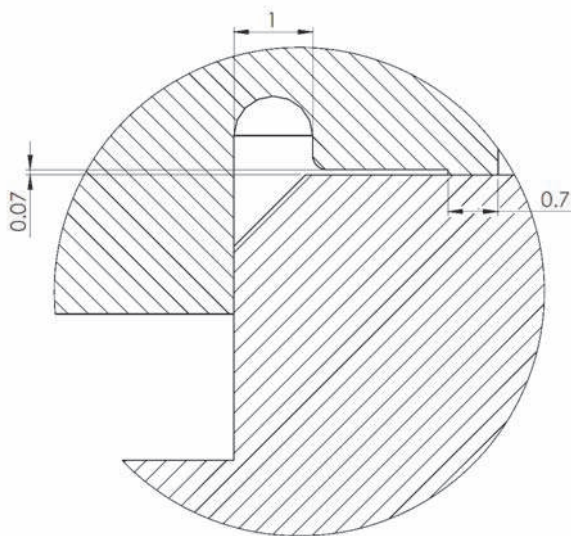


Рис.9. Разработанный чертеж стыка паяных медных чашек

Выводы

1. Разработан новый подход к соединениям ускоряющих структур, принцип которого заключается в нагреве и перемещении теплового поля соответственно теплопроводности меди.
2. Расчетным и экспериментальным путем определена тепловая деформация при фиксировании двумя медными чашками трети элементов (штифта) с разными близкими коэффициентами термического расширения.
3. Разработана специальная канавка для установки припоя, экспериментальным путем определены оптимальный зазор для затекания припоя между двумя поверхностями паяных медных чашек, а также расстояние затекания припоя от края внутреннего объема, обеспечивающее качественное соединение в жидкой фазе Ag-Cu.

Литература

1. **Danielyan V.A.** Development of the Vacuum Brazing Process of Copper Accelerating Structures // Proceedings of Engineering Academy of Armenia. – 2016. - Vol. 13, N 2. - P. 304-307.
2. **Juwen Wang.** X-band Accelerator Structures R&D at SLAC, SLAC/LLNL Discussion. - March 5, 2011.
3. **Avagyan V.Sh.** Development of technology for brazing and diffusion welding of copper accelerating structures // Phys. Rev. Special Topics. - Accelerator and Beams. – 2006. - V.9. - P. 083501- 083507.
4. **Elmer J.W., Klingmann J. and Van Bibber K.** Diffusion bonding and brazing of high purity copper for linear collider accelerator structures // Phys. Rev. ST Accel. Beams 4, 053502. – 23 May 2001.
5. **Лашко С.В., Лашко Н.Ф.** Пайка металлов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1988.- С.7.
6. **Руге Ю.** Техника сварки: Справ. Изд. в 2-х ч. - Ч.1. Материалы / Пер. с нем.-М.: Металлургия, 1984.- 552 с.

11.01.2017.

Վ.Շ. Ավագյան, Վ.Ա. Դանիելյան

ՈՐՈՇ ՀԱՐՅԵՐ ԵՎ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ՝ ԿԱՊԱԾ ԱՐԱԳԱՅՆՈՂ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔՆԵՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՀԵՏ

Ներկայացված են բաշխման և երկար արագացնող կառուցվածքների ինդուկցիոն տաքացուցիչի օգտագործմամբ զոդման անալիզները, ինչպես նաև լուծվել է առանձին էլեմենտների դիրքավորման խնդրը մեկը մյուսի նկատմամբ զոդման ժամանակ: Ներկայացված են զոդման տիրույթի մետաղագիտական հետազոտությունների արդյունքները:

Առանցքային բառեր. պղինձ, զոդում, դիֆուզիոն եռակցում, վակուումահերմետիկություն, ջերմային ընդարձակման գործակից, ինդուկցիոն տաքացում:

V.Sh. Avagyan, V.A. Danielyan

SOME QUESTIONS AND TECHNOLOGICAL DESCRIPTIONS FOR FABRICATION OF ACCELERATOR STRUCTURES

The distribution analysis and temperature control for brazing long accelerating structures using induction heating are done. The problem of positioning the individual elements relative to each other during brazing is solved. The results of metallographic studies of brazing zone are shown.

Keywords: copper, brazing, diffusion welding, vacuum-tight, coefficient of thermal expansion, induction heating.

Ավաгян Вардан Шаваршович – д.т.н., Фонд “КЕНДЛ”, Институт синхротронных исследований
Даниелян Ваге Александрович – аспирант, Фонд “КЕНДЛ”, Институт синхротронных исследований

ՀՏԴ 677.052.3

ՄԵՔԵՆԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ

Ս.Գ. Ավագյան, Հ.Ս. Չախալյան

ՎԱԿՈՒՈՒՄԱՅԻՆ ՀԵՆԱՐԱՆՆԵՐՈՎ ԱՎՏՈԱՄԲԱՐՁԻՉՆԵՐ

Օգտվելով մթնոլորտային ճնշման էությունից՝ տրված է ավտոամբարձիչների հակակշիռներից ձեռքբերված սկզբունքներն նոր մոտեցում: Դրա համար ամբարձիչների դուրս եկող հենարանների հենման թաթերը փոխարինվում են այսպես կոչված վակուումային հենարաններով: Այդ հանգույցներից հեռացնելով օդը (ստեղծելով վակուում)՝ դրանք մթնոլորտային ճնշման ազդեցության տակ ահռելի ուժով սեղմվում են գետնին և ապահովում են ամբարձիչի կայունությունը շուտ գալուց: Ազատվելով ծանրաքաշ հակակշիռներից՝ բարձրանում է ավտոամբարձիչի աշխատանքի օ.գ.գ.-ն:

Առանցքային բառեր ավտոամբարձիչ, հակակշիռ, հենարան, կայունություն, մթնոլորտային ճնշում:

Աշխատանքում, օգտվելով մթնոլորտային ճնշման գաղափարից, տրված են ավտոամբարձիչների հսկայածավալ ծանրաքաշ հակակշիռներից ազատվելու պարզ լուծումներ: Շինարարության մեջ բեռնման-բեռնաթափման աշխատանքների արդյունավետ իրականացումը առանց ավտոամբարձիչների օգտագործման անհնար է: Թեպետև սլաքավոր ավտոամբարձիչները ի հայտ են եկել դեռևս XX դարի 30-ական թվականներին, սակայն այդ ժամանակից ի վեր մշտապես աշխատել են կատարելագործել ավտոամբարձիչները, ուղղված՝ դրանց բեռնաբարձության մեծացմանը և դրա հետ միաժամանակ աշխատանքի ընթացքում դրանց կայունության ապահովմանը: Անընդհատ կատարելագործվել է դրանց կառուցվածքը, նաև մտցվել են նոր հանգույցներ: Ներկայումս արտադրվող բոլոր ավտոկրունկները (Png, Liebherr, KATO, Ивaнoвeц, TEREX և այլն) հանդերձավորված են հակակշիռներով, որպեսզի բեռը բարձրացնելու ժամանակ ապահովվի ավտոկրունկի կայունությունը շուտ գալուց (նկ 1, 2): Հակակշիռները, որոնք ունեն հսկա զանգված (չափվում են տասնյակ տոննաներով), իրականում ավելորդ զանգված են, որոնք կրում է ավտոկրունկը: Քանի որ դրանք ոչ օգտակար զանգված են, ուստի դրանց տեղափոխման, ավտոամբարձիչի վրա բարձելու և իջեցնելու վրա կատարվող ծախսերը իջեցնում են ավտոամբարձիչի օ.գ.գ.-ն: Բացի դրանից, ավտոկրունկի վրա պետք է լրացուցիչ տեղ հատկացնել հակակշիռների համար, որն իր հետ նույնպես բերում է լրացուցիչ ծախսեր:



Նկ.1. Terex-Demag AC 500-1 մակնիշի վերամբարձ կրունկ



Նկ.2. Terex AC 1000 մակնիշի վերամբարձ կրունկ

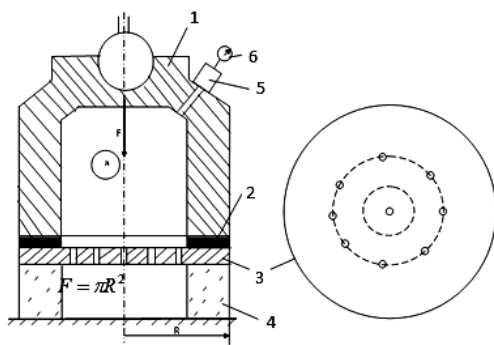
Արդեն գոյություն ունի ավտոամբարձիչի բեռնաբարձության և կայունության բարձրացման սկզբունքային նոր արդյունավետ մոդել [1-4], որի կիրառումով վերանում է հակակշիռների անհրաժեշտությունը: Մոդելի հիմքում ընկած է այն, որ օգտագործվում է բնության հզոր ուժերից մեկը՝ մթնոլորտային ճնշումը: Այդ նպատակի համար ավտոամբարձիչի դուրս եկող հենարանների թաթերը՝ դրանց որոշակի կոնստրուկտորական բարեփոխումներով, փոխարինվում են մի հանգույցով (նկ.3), որոնք մթնոլորտային ճնշման ազդեցության տակ սեղմվում են գետնին՝ դրանով ապահովելով ամբարձիչի կայունությունը: Էությունը հետևյալն է. ավտոամբարձիչի դուրս եկող հենարանների հենման թաթերը փոխարինվում են մեր կողմից արտոնագրված կառուցվածքի հանգույցով (նկ.3), որը ունենալով գործողության վակուումային սկզբունք՝ հանդերձավորված է վակուումային պոմպով և կատարում է հենարանի հիմնական ֆունկցիան: Օդը վակուումային պոմպի միջոցով հանգույցի խոռոչից հեռացնելուց հետո թաթի վրա ազդում է մթնոլորտային ճնշման ուժը:

Թաթի հանգույցը կազմված է հետևյալ տարրերից՝ 1-իրան, 2- միջադիր, 3-պողպատյա սալ՝ փոքր անցքերով, 4-բավականաչափ հաստ, առաձգական-ձկուն շինարարական պորոպլաստ, 5-վակուումային պոմպ, 6- մանոմետր:

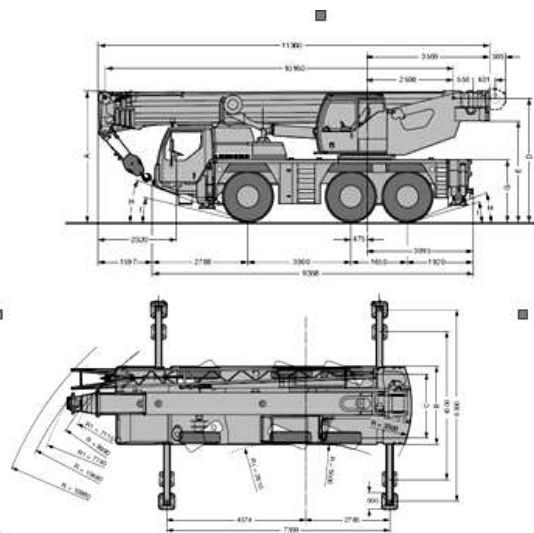
Երբ ավտոամբարձիչը բարձրացնում ենք հենարանների վրա, նրա ծանրության ուժի տակ (4) պորոպլաստի շերտը դեֆորմացվելով՝ շատ ուժեղ սեղմվում է գետնին՝ «ձուլվելով» նրա հետ և դրանով ապահովվում է (a) խոռոչի (աշխատանքային տարածություն) իդեալական հերմետիկությունը: Այդ հերմետիկության ապահովման համար էլ նախատեսված է նաև (2) միջադիրը: Հերմետիկության լավացման համար նպատակահարմար է նաև հենարանների տակ գետնին ջրով ցողելը: Դրանից հետո 5 վակուումային պոմպի օգնությամբ (a) խոռոչից դուրս ենք մղում օդը՝ ստեղծելով վակուում: (a) աշխատանքային տարածությունում վակուումի արդյունքում մթնոլորտային ճնշման ($P_{մթն}=10^5 Պա$) ազդեցության տակ 1 իրանը F ուժով սեղմվում է գետնին: Այդ ուժն էլ փոխարինում է հակակշիռների կողմից պահանջվող ուժին: Անգամ միջին վակուումի դեպքում (մոտավորապես $10^2 Պա$) 4 իրանի վրա ազդում է ահռելի ուժ՝ ($P_{մթն} - P_{վակ}$): Օրինակ, 3 սալի շառավղի՝ $R=100$ սմ/արժեքի դեպքում մեկ հենարանի վրա ազդող ուժը մոտավորապես կլինի 31,5 Տ:

Փոփոխելով պողպատյա սալի տրամագիծը՝ կարելի է ապահովել անհրաժեշտ ուժի մեծությունը: Տեղակայանքում սահմանված վակուումի վերահսկումն ու անվտանգության ապահովումն իրականացվում են մանոմետրի միջոցով: Սակայն ավտոամբարձիչների արդյունավետության բարձրացման ուղղությամբ աշխատանքները շարունակական են:

Հենց այդպիսի նպատակ էլ ունի ներկայացվող աշխատանքը: Առաջարկվում է յուրաքանչյուր դուրս եկող հենարանում սովորական թաթերի փոխարեն արդեն տեղադրել երկուական հանգույց, (ինչպես Liebherr LTM դասի ավտոամբարձիչների մոտ (նկ.4):



Նկ.3. Վակուումային հենարանային թաթի հանգույցի սխեմա



Նկ.4. Liebherr LTM դասի ավտոամբարձիչ

Այս դեպքում բարձրանում է և՛ ավտոամբարձիչի կայունության աստիճանը, և՛ աշխատանքի անվտանգության հուսալի ապահովումը:

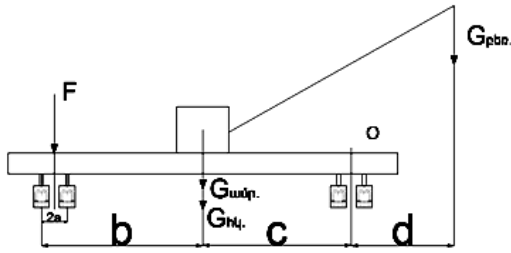
Այժմ որոշենք, թե վակուումային թաթերի վրա ազդող մթնոլորտային ճնշման F ուժերը հակակշիռների ինչ գանգվածներին են համապատասխանում նկ.2-ում բերված հակակշիռների դասավորության դեպքում: Քանի որ յուրաքանչյուր կողմում կա չորս հենարան, ուստի դրանց վրա կազդի գումարային $4F$ մթնոլորտային ճնշման ուժ: Մեր օրինակի դեպքում այն կլինի հավասար 125 Տ հակակշիռ:

Համարելով, որ ավտոամբարձիչի դուրս եկող հենարանի վրա ազդող F ուժն էլ հակակշիռների ուժի ($b+c$) բազուկը 0 շրջման կետի նկատմամբ, նույնն է (նկ.6), կարող ենք ասել, որ վակուումային հենարանները կփոխարինեն 125 Տ ահռելի գանգվածով հակակշիռների:

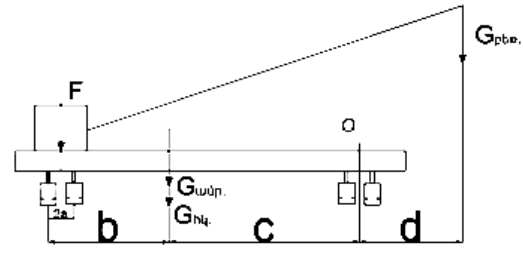
Բսկ հակակշիռների՝ նկ.1-ում պատկերված կոնստրուկտիվ տեղակայման դեպքում շրջման O կետի նկատմամբ վակուումային հենարանների բազուկը 2...3 անգամ մեծ կլինի հակակշիռների բազկի երկարությունից: Կատարենք ամբարձիչի կայունության ուսումնասիրությունը (շուտ գալը 0 կետի նկատմամբ) սովորական և վակուումային հենարանների դեպքերում: Սովորական հենարաններով ամբարձիչի դեպքում, օգտվելով հավասարակշռության մոմենտների հավասարումից, գտնենք սլաքի d հեռավորության մեծությունը: Կատարենք

$$d = (G_{am} + G_{hk}) c / G_{ber}, \quad (1)$$

որտեղ G_{am} -ը -ամբարձիչի կշիռն է, G_{hk} -ը՝ հակակշռի քաշն է:



Նկ.5. Ավտոամբարձիչի դուրս եկող հենարանի էսքիզը



Նկ.6. Նախագծի արդյունավետության գնահատում, ըստ թռիչքի երկարության

Առաջարկվող նախագծի դեպքում, թռիչքի երկարությունը կլինի՝

$$d = 2F(b+c) + (G_{am} + G_{hk})c / G_{ber}.$$

որտեղ F -ը մեկ հանգույցի վրա ազդող մթնոլորտային ճնշման ուժն է: Վերցնելով $b = 3c$, թռիչքի երկարության համար կստանաք

$$d = (G_{am} + G_{ber} + 8F)c / G : \quad (2)$$

Ընդունելով $8F = G_{am} + G_{ber}$, ստացվում է, որ սլաքի թռիչքի d երկարությունը 2 անգամ մեծ կլինի: Իսկ սա ահռելի նշանակություն ունի շինհրապարակում լայնածավալ աշխատանքներ կատարելու համար:

Քանի որ վակուումային հենարանների դեպքում, թաթերի վրա ազդող ուժերի մեծությունը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ՝ $F = \pi R^2 (P_{մթն} - P_{վակ})$, ուստի այն, շատավելից կախված, աճում է քառակուսային օրենքով՝ այսինքն շատ արագ:

Բարձրացնելով ավտոամբարձիչի կայունությունը՝ հնարավոր կլինի լուծել հետևյալ կարևոր խնդիրները.

- մեծացնել բարձրացվող (բեռնաթափվող) բեռի զանգվածը,
- ամբարձիչի սլաքի թեքման անկյան փոքրացման միջոցով ընդարձակել դրա կողմից սպասարկվող տարածքի չափերը:

Կրկնակի հենարանների օգտագործման ժամանակ նաև մեծանում է ավտոամբարձիչի շահագործման պայմանների անվտանգությունը:

Գրականություն

1. **Avagyan Slavik** Mobile Crane without Counter weights // Standard Research Journals. - December, 2014. - Vol.2(12). - P.649-651.
2. **Ավագյան Ս.** Արտոնագիր, №375Ս, . ՀՀ, B66F11/00, F16B47/00, Ավտոամբարձիչ, 26.03.2014:
3. **Авагян С.Г.** Автокран без противовеса // Научн.-техн. ж. “Автомобильная промышленность”. - М.: Машиностроение, 2015. - С.18.
4. **Авагян С.Г.** Кран без противовеса // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: Сб. докл., 20-24 августа 2015 г. – Казань, 2015. - С. 69-70.
5. **Кухлинг Х.** Справочник по физике / Пер. с нем.-М. : Мир , 1982. - 520 с.

23.12.2016.

Ս.Գ. Ավագյան, Ա.Ս. Շախալյան КРАНЫ С ВАКУУМНЫМИ ОПОРАМИ

Пользуясь сущностью атмосферного давления, дан принципиально новый подход к отстранению от противовеса автокранов. Для этого опорные лапы выносных опор заменяются так называемыми вакуумными опорами. Вытесняя воздух из узла (создавая вакуум), они под действием атмосферного давления прижимаются с огромной силой к грунту и обеспечивают устойчивость крана от опрокидывания. Освобождаясь от тяжеловесных противовесов, повышается КПД работы автокрана.

Ключевые слова: автокран, уравнивание, опора, устойчивость, атмосферное давление.

S.G. Avagyan, H.S. Chakhalyan AUTOCRANES WITH VACUUM SUPPORT

Using essentially atmospheric pressure, a fundamentally new approach to the suspension of the counterweight truck cranes is given. For that the support legs of outriggers are replaced by the so-called vacuum supports. Displacing the air from the site (creating a vacuum), they are under the influence of atmospheric pressure, are pressed against the ground with huge force and ensure the stability of the crane from tipping over. Freeing from heavyweight balances, efficiency of crane operation is increased.

Keywords: autocrane, trim, suspension, stability, atmospheric pressure.

Ավագյան Սլավիկ Գրիգորի - ֆիզ-մաթ. գ. թ., դոցենտ ՀԱՊՀ ԳՄ

Շախալյան Հայաստան Սեյրանի - տ. գ. թ., դոցենտ ՀԱՊՀ ԳՄ

ՀՏԴ 629.113 +351:811

ՄԵՔԵՆԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ

Ս.Ս. Չիրուխյան, Մ.Կ. Ավագյան

ԱՎՏՈՄՈԲԻԼՆԵՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ՎՐԱ ՃԱՆԱՊԱՐՀԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Քննարկված են ճանապարհային պայմանների ազդեցությունը ավտոմոբիլների տեխնիկաշահագործական հատկանիշների վրա: Ներկայացված են Հայաստանի ավտոմոբիլային ճանապարհների հիմնական բնութագրերը:

Առանցքային բառեր. Հայաստան, Եվրասիական տնտեսական միություն, ավտոմոբիլային տրանսպորտ, բեռնափոխադրումներ, ավտոմոբիլային ճանապարհներ:

Ավտոմոբիլային տրանսպորտը եղել է և դեռ երկար ժամանակ կլինի կարևոր օղակ բեռների առաքման շղթայում, օրինակ՝ Եվրասիական միության անդամ երկրներում բեռների փոխադրման ընդհանուր ծավալի 80 տոկոսից ավելին բաժին է ընկնում ավտոմոբիլային տրանսպորտին, որը սպասարկում է գործնականորեն տնտեսության բոլոր ճյուղերը:

Ավտոմոբիլային տրանսպորտը միաժամանակ նաև ձեռնարկատիրության զարգացման առանցքային տարրերից մեկն է, հատկապես փոքր եւ միջին բիզնեսի, որոնք ավելի շահագրգռված են բեռներն ուղարկել հաճախակի և ոչ մեծ խմբաքանակներով: Դա հատկապես կարևորվում է այնպիսի երկրների համար, որոնք ունեն լեռնային ռելիեֆ և համեմատաբար թույլ զարգացած երկաթուղային տրանսպորտի ենթակառուցվածքներ:

Հայաստանը դեպի ծով ելք չունեցող երկիր է, որի տարածքի ավելի քան 84% -ը լեռնային է, մնացած 16-ը՝ հարթավայրային, որոնք հիմնականում գտնվում 500 մ ավելի բարձրության վրա: ՀՀ տարածքի 36,4%-ը լեռներն են, բարձրավանդակներն ու բլուրները: Տարածքի 76,5%-ը գտնվում է ծովի մակերևույթից 1000...2500 մ բարձրության վրա: Ջերմաստիճանների բացարձակ առավելագույն և նվազագույն տարբերությունը կազմում է 88 աստիճան:

Հայաստանը, լինելով ցամաքով շրջապատված երկիր, մեծ կախվածություն ունի տրանսպորտային և միջսահմանային մուտքերից: Հայաստանի աշխարհագրական դիրքը, տեղագրությունը և աշխարհաքաղաքական իրավիճակը տրանսպորտի հարցում բազմաթիվ խնդիրներ են առաջացնում՝ սահմանափակելով արտաքին աշխարհի հետ (մասնավորապես, Եվրոպայի, Իրանի և Ռուսաստանի հետ, ինչպես նաև Վրաստանի տարածքով ելքը դեպի Սև ծով) հուսալի ցամաքային տրանսպորտային կապեր զարգացնելու և պահպանելու հնարավորությունները [1]:

Հայաստանը, լինելով Եվրասիական տնտեսական միության անդամ, կարող է կարևոր տրանզիտային կապող օղակ դառնալ Եվրոպա – Ասիա բեռնափոխադրումների շղթայում: Ինչպես երևում է ստորև բերված տվյալներից (աղ.1-2), վերջին տարիներին Եվրասիական տնտեսական միության երկրներում աճել է ավտոմոբիլային տրանսպորտի դերը [2]:

Տրանզիտային կապող օղակ դառնալու համար Հայաստանին անհրաժեշտ է ունենալ ժամանակակից պահանջներին համապատասխանող ավտոմոբիլային ճանապարհներ, քանի որ դրանցից են անմիջականորեն կախված ավտոմոբիլի տեխնիկաշահագործական հատկանիշները և շահագործական ծախսերը:

Հայաստանի միջազգային սահմաններից ներկայումս բաց են միայն երկուսը, դրանք են՝ (3 կետ) Վրաստանի հետ՝ դեպի հյուսիս և (1 կետ) Իրանի հետ՝ դեպի հարավ սահմանները, իսկ արևելյան և արևմտյան սահմանները փակ են (Ադրբեջան, Թուրքիա):

Առկա իրավիճակը Հայաստանի խիստ կլիմայական պայմանների հետ մեկտեղ (ցածր և բարձր ջերմաստիճանի տատանումները, ձյան առատ տեղումները և այլն) հանգեցնում են մեծ տրանսպորտային ծախսերի, մասնավորապես՝ ապրանքաշրջանառության և տրանսպորտային ենթակառուցվածքների պահպանման և զարգացման գործում:

Հայաստանի աշխարհագրական դիրքը, տարածաշրջանում առկա խնդիրները, ինչպես նաև դեպի ծով ելք չունենալը, թելադրում են ավտոմոբիլային տրանսպորտի զարգացման անհրաժեշտությունը: Հարկ է նշել, որ ավտոմոբիլային տրանսպորտի շահագործման

արդյունավետությունը անմիջականորեն կախված է շահագործական պայմաններից, մասնավորապես ծովի մակարդակից ճանապարհի ունեցած բարձրությունից, ջերմաստիճանային պայմաններից, ճանապարհի տեխնիկական վիճակից և բնութագրերից, որոնք հաճախ զգալիորեն տարբերվում են միմյանցից նույն ճանապարհի տարբեր հատվածների վրա: Այսպիսի տարբերությունը անմիջականորեն ազդում է ոչ միայն ավտոմոբիլային տրանսպորտի շահագործական հատկությունների, այլ նաև տեխնիկա-շահագործական ծախսերի և բնապահպանական խնդիրների վրա:

Աղյուսակ 1

Եվրասիական տնտեսական միության անդամ պետություններում տրանսպորտի բոլոր տեսակներով փոխադրումների ծավալում (չհաշված խողովակաշարային տրանսպորտը) ավտոմոբիլային տրանսպորտի տեսակարար կշիռը (տոկոս)

Երկրներ	2010	2011	2012	2013
Հայաստանի Հանրապետություն	66,85	60,12	66,33	69,02
Բելառուսի Հանրապետություն	53,32	54,49	54,55	57,12
Ղազախստանի Հանրապետություն	87,82	89,67	90,05	90,90
Ռուսաստանի Դաշնություն	78,28	78,59	78,70	78,60
Եվրասիական տնտեսական միություն	79,74	80,72	81,09	81,66

Աղյուսակ 2

Եվրասիական տնտեսական միության անդամ պետություններում տրանսպորտի բոլոր տեսակների բեռնաշրջանառության մեջ (չհաշված խողովակաշարային տրանսպորտը) ավտոմոբիլային տրանսպորտի տեսակարար կշիռը (տոկոս)

Երկրներ	2010	2011	2012	2013
Հայաստանի Հանրապետություն	23,85	25,81	31,34	36,08
Բելառուսի Հանրապետություն	25,68	28,17	31,21	36,79
Ղազախստանի Հանրապետություն	27,06	34,79	35,65	38,30
Ռուսաստանի Դաշնություն	8,40	8,95	9,57	9,72
Եվրասիական տնտեսական միություն	10,83	12,50	13,25	13,95

Այս տեսակետից կարևոր նշանակություն ունի ճանապարհային պայմանների և դրանց ազդեցության հստակ գնահատումը շահագործական հատկանիշների վրա:

Ըստ մասնագետների, ճանապարհային ծածկույթի մաշը և քայքայումը նվազեցնում է ավտոմոբիլի հուսալիությունը մինչև 14...33 %:

Հայաստանում գործում է ընդհանուր օգտագործման 17 միջպետական և 84 հանրապետական նշանակության ավտոճանապարհ: Ըստ ավտոմոբիլային ճանապարհների վիճակի, Հայաստանը 144 աշխարհի երկրների ցանկում գրավում է 80-րդ տեղը՝ 3,7 միավոր – 7 հնարավորից: Մեր հարևան Վրաստանը 56-րդ տեղը՝ 4,4 միավոր, Թուրքիան 4-րդ տեղը, 4,9 միավոր և Ադրբեջանը 67-րդ տեղը՝ 4 միավոր:

Գոյություն ունեցող միջպետական ճանապարհի երթևեկելի մասն ունի երկկողմ ասֆալտապատ ուղի և ավազակոպձային կողնակներ: Երթևեկելի մասի լայնությունը երբեմն չի բավարարում միջպետական ճանապարհի նորմերին: Ճանապարհային պատվածքը հաճախ գտնվում է վատ վիճակում, մասնավորապես առկա են դեֆորմացիաներ, բազմաթիվ ցանցանման և լայնական ճաքեր, փոսեր և ենթակառուցվածքի ոչ բավարար իրագործելիություն: Ճանապարհի առկա ծրագիծը շատ ոլորապատույտ է, կորության շառավիղները հաճախ չեն համապատասխանում միջպետական ճանապարհի նվազագույն ստանդարտներին:

Մեզոնային պայմանները, շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի տատանումները, ճանապարհային պայմանների փոփոխությունը ըստ տարվա եղանակների, ինչպես նաև այլ լրացուցիչ գործոններ, անմիջականորեն ազդում են ավտոմոբիլների տեխնիկական վիճակի և պարամետրերի փոփոխման ինտենսիվության վրա:

Բնակլիմայական պայմանները բնութագրվում են շրջակա օդի ջերմաստիճանով, քամու ուժգնությամբ, արևի ճառագայթահարումով և այլ պարամետրերով, որոնք ազդում են ավտոմոբիլի ագրեգատների և մեխանիզմների աշխատանքի ջերմային և այլ ռեժիմների ինչպես նաև դրանց տեխնիկական վիճակի և աշխատունակության վրա:

Ավտոմոբիլային ճանապարհի վիճակը անմիջականորեն ազդում է ինչպես ավտոմոբիլի շահագործական միջին արագության, այնպես էլ շարժման դիմադրությունների և արդյունքում

շահագործական ծախսերի, ավտոմոբիլի առանձին ագրեգատների և մեխանիզմների հուսալիության և երկարակեցության, վնասակար արտանետումների վրա:

Ճանապարհային պայմաններից կախված տարբեր է նաև ավտոմոբիլի ընդհանուր դիմադրության բաշխումը տարբեր բաղադրիչների: Օրինակ՝ 3-րդ կարգի ճանապարհներին գլորման դիմադրությունը 1,9...4,0 անգամ գերազանցում է աերոդինամիկ դիմադրությանը: Մովորաբար միջին բեռնատարողության ավտոմոբիլի համար 3-րդ կարգի ճանապարհին 65 կմ/ժ արագությամբ շարժվելիս գլորման դիմադրությունը 2 անգամ փոքր է աերոդինամիկ դիմադրությունից:

Նույն ճանապարհի համար գլորման դիմադրությունների տարբերությունը կարող է հասնել նույնիսկ 30...40%: Արդյունքում մեծանում է վառելիքի ծախսը 6...20%, իսկ վնասակար արտանետումների քանակը՝ 60...80 % (աղ.3):

Աղյուսակ 3

Ավտոմոբիլի վառելիքի հաշվեկշիռը ըստ տարբեր դիմադրությունների			
Ավտոմոբիլային ճանապարհի կարգը	Վառելիքի ծախսը, %		
	Աերոդինամիկ դիմադրություն	Գլորման դիմադրություն	Վերելքի դիմադրություն
Հորիզոնական ճանապարհ (թեքությունը մինչև 0,5%)	37,0	62,0	1,0
Խորդուբորդ ռելիեֆ (թեքությունը մինչև 4...5%)	18,0	40,0	42,0
Բլրային խորդուբորդ ռելիեֆ (թեքությունը մինչև 5...7%)	8,0	44,0	48,0
Ծանր ճանապարհային պայմաններ, վերելքներով և վայրէջքներով, (թեքությունը 8...12%)	3,0	26,0	71,0

Ճանապարհի ծածկույթի վիճակը և ճանապարհի պրոֆիլը մեծ ազդեցություն ունեն ինչպես վառելիքի ծախսի, ավտոմոբիլի տարբեր ագրեգատների և մեխանիզմների հուսալիության և մաշի, այնպես էլ վնասակար արտանետումների վրա: Հարկ է նշել, որ Հայաստանի տարբեր մարզերի բնակլիմայական պայմանները զգալիորեն տարբերվում են միմյանցից. շատ հաճախ տվյալ տրանսպորտային միջոցն անցնում է նույն ճանապարհի՝ միմյանցից կտրուկ տարբերվող հատվածներով, ինչը լի է դրանից բխող հետևանքներով: Ավտոմոբիլների շահագործական հատկանիշների գնահատման համար ստորև ներկայացված են Հայաստանի ավտոմոբիլային ճանապարհների վերաբերյալ ամփոփ տվյալներ (աղ.4):

Աղյուսակ 4

Ճանապարհային ցանցի նկարագիրը և երկարություն (կմ)								
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Միջպետական մայրուղիներ	1,561	1,686	1,686	1,686	1,686	1,686	1,686	1,75
Հանրապետական ճանապարհներ	1,832	1,747	4,056	4,056	4,056	4,056	4,056	1,966
Տեղական ճանապարհներ	4,122	4,271	1,962	1,962	1,962	1,962	1,962	3,805
Ընդհանուր	7,504	7,515	7,704	7,704	7,704	7,704	7,704	7,530
Ճանապարհային ցանցի պայմաններ (կմ)								
	2010	2011	2012	2013	2014	2014		
Միջպետական մայրուղիներ							%	
Լավ/Բավարար	88	88	89	90	145	8		
Բավարար	1,240	1,212	1,155	1,121	1,093	62		
Անորակ/Վատ	274	301	355	387	426	24		
Վատ	84	85	87	88	95	5		
Ընդհանուր	1,686	1,686	1,686	1,686	1,759	100		
Հանրապետական ճանապարհներ							%	
Լավ/Բավարար	514	493	473	436	397	20		
Բավարար	1,026	1,185	1,136	1,110	523	27		
Բավարար/վատ	1,011	1,103	1,135	1,121	611	31		
Վատ	1,505	1,275	1,312	1,389	435	22		
Ընդհանուր	4,056	4,056	4,056	4,056	1,966	100		

Ինչպես երևում է վերը նշվածից, Հայաստանի ճանապարհների մեծ մասի որակը դեռևս հեռու է լավ լինելուց, որն էլ անմիջականորեն ազդում է ինչպես բեռնափոխադրումների ծավալի, այնպես էլ տրանսպորտային ծախսերի և անմիջականորեն՝ հայրենական ապրանքների մրցունակության վրա: Ըստ վերոհիշյալի, անհրաժեշտություն է առաջանում որոշակի երթուղիների համար գնահատել ինչպես ամբողջ երթուղու, այնպես էլ առանձին հատվածների ազդեցությունը ընդհանուր տրանսպորտային աշխատանքի և տրանսպորտային միջոցի շահագործական հատկանիշների վրա, մշակել կոնկրետ միջոցառումներ, որոնք միտված են լավացնելու իրական շահագործական պայմաններում ավտոտրանսպորտային միջոցների շահագործական հատկանիշները:

Գրականություն

1. Հայաստանի տրանսպորտի ոլորտի զարգացման ռազմավարություն 2020: Վերջնական հաշվետվություն:- Երևան, 2008. - 317 էջ:
2. Евразийский экономический союз. Вопросы и ответы. Цифры и факты. – М., 2014. – 216 с.
3. **Вайс К.Е.** Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц [Электронный ресурс] : Учебное пособие: Самост. учеб. элек- трон. изд. Сыкт. лесн. ин-т. – Электрон. дан. – Сыктывкар: СЛИ, 2013.- 110 с.

01.002.2017.

С.С. Чибухчян, М.К. Авагян

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ АВТОМОБИЛЕЙ

Рассмотрены вопросы влияния дорожных условий на технико-эксплуатационные качества автомобилей. Представлены основные характеристики автомобильных дорог Армении.

Ключевые слова: Армения, Евразийский экономический союз, автомобильный транспорт, грузоперевозки, автомобильные дороги.

S.S. Chibukhchyan, M.K. Avagyan

ASSESSING THE IMPACT OF THE ROAD CONDITIONS ON THE OPERATION OF THE CAR

The questions of the effect of the road conditions on the technical and operational quality of cars are discussed. The main characteristics of the Armenian highways are presented.

Keywords: Armenia and the Eurasian Economic Union, road transport, cargo, automobile roads.

Զիբուխչյան Սուրեն Սմեթիլի- տ.գ.թ., դոցենտ, ՀԱՊՀ Մեխանիկամեքենաշինական, տրանսպորտային համակարգերի և դիզայնի ինստիտուտի փոխտնօրեն ուսումնական գծով, Տրանսպորտային միջոցների ամբիոնի վարիչի պաշտոնակատար

Ավագյան Մարինե Կառլենի - ՀԱՊՀ հեռակա ուսուցման ասպիրանտ

М.Н. Колоян

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОЙКОСТИ ОДНОЗУБОЙ ТОРЦЕВОЙ ФРЕЗЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЖАРОПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматриваются вопросы определения стойкости однозубой торцевой фрезы при обработке жаропрочных материалов. Установлена функциональная связь между стойкостью однозубой торцевой фрезы и переменными $V, S, t, \gamma, \alpha, \varphi, \tau, B_n/D_\phi$, являющимися важнейшими параметрами процесса резания.

Ключевые слова: однозубая торцевая фреза, стойкость, процесс резания, параметры.

Известно, что на производительность процесса резания значительное влияние оказывает стойкость режущего инструмента. Следовательно, изучение стойкости инструмента в зависимости от условий резания имеет большое практическое значение.

Целью настоящего исследования является установление функциональной связи между стойкостью однозубой торцевой фрезы и следующими переменными $V, S, t, \gamma, \alpha, \varphi, \tau, B_n/D_\phi$, являющимися важнейшими параметрами процесса резания.

Из указанных параметров наибольшее влияние на стойкость оказывают режимы резания и, в первую очередь, скорость резания. Выбор геометрических параметров фрезы и отношения (B_n/D_ϕ) в качестве факторов обусловлен тем, что они также оказывают влияние на интенсивность изнашивания и, следовательно, на стойкость инструмента. Это связано с тем, что с их изменением изменяются силы резания, работа стружкообразования, температура резания, контактные явления на соответствующих гранях инструмента, его угол заострения, направление схода стружки и т.д.

Для решения поставленной задачи выбираем 1/32–реплику от полного факторного эксперимента – типа 2^9 . При этом можно ставить всего 16 опытов - вместе 512.

Используя первый вариант построения матрицы планирования, когда последняя задается только парными взаимодействиями, получим следующие генерирующие соотношения:

$$X_5 \equiv X_1 X_6; X_6 \equiv X_1 X_3, X_7 \equiv X_2 X_3; X_8 \equiv X_2 X_4; X_9 \equiv X_1 X_4. \quad (1)$$

Соответственно, определяющими контрастами будут

$$1 \equiv X_1 X_2 X_5; 1 \equiv X_1 X_3 X_6; 1 \equiv X_2 X_3 X_7; 1 \equiv X_2 X_4 X_8; 1 \equiv X_3 X_4 X_9. \quad (2)$$

В табл.1 приведены кодовые обозначения и уровни варьирования факторов. Отметим, что значения факторов и уровни их варьирования выбраны согласно рекомендациям [1,2].

Таблица 1

Кодовые обозначения факторов и уровни их варьирования

Уровни варьирования факторов	Факторы и их кодовые обозначения								
	γ	α	φ	λ	$t, \text{ мм}$	$S_z, \text{ мм/зуб}$	$t, \text{ мм}$	$V, \text{ м/мм}$	B_n / D_ϕ
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Верхний +1	25	15	60	25	0,5	0,18	1,75	35	0,777
Средний 0	15	10	45	15	0,3	0,12	1,0	25	0,555
Нижний -1	5	5	30	5	0,1	0,06	0,25	15	0,333

В табл. 2 представлена матрица планирования экспериментов и результаты 16 опытов (с регистрацией стойкости) по резанию жаропрочного резания сплава ЖС6 однозубой торцевой фрезы ТТК12 на фрезерном станке марки 6Н82. В качестве критерия затупления фрезы принята фаска износа задней поверхности, равная 0,7 мм.

В действительности критерий затупления при многофакторном исследовании не может быть постоянной величиной, поскольку условия резания при этом обычно изменяются в значительных пределах. Однако принятое нами постоянство критерия затупления допустимо, если учесть, что, во-первых, уровни факторов изменяются в небольших пределах, а во-вторых, это целесообразно в методическом отношении.

В качестве модели выбранного плана принимаем уравнение регрессии в следующем общем виде:

$$y = \ln T = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_4 X_4 + B_5 X_5 + B_6 X_6 + B_7 X_7 + B_8 X_8 + B_9 X_9. \quad (3)$$

Коэффициенты регрессии определяются по уравнению (2).

Входящие в состав (3) коэффициенты $B_0, \dots, B_9$ определяются следующим образом. Для каждого коэффициента составляется новая таблица, после чего подсчитываются в отдельности все компоненты. Полученные новые вектор-столбцы нужно умножить на $y = \ln T$ и разделить на 8.

Все величины $B_0, B_1, B_2, \dots, B_9$, указанные в уравнении (4), определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} B_0 &= b_0 + b_{18} + b_{38} = 9,1; & B_5 &= b_5 + b_{12} + b_{67} + b_{89} = 0,02; \\ B_1 &= b_1 + b_{25} + b_{36} + b_{49} = 0,11; & B_6 &= b_6 + b_{13} + b_{57} = -0,55; \\ B_2 &= b_2 + b_{15} + b_{37} + b_{48} = 0,062; & B_7 &= b_7 + b_{23} + b_{56} = -0,51; \\ B_3 &= b_3 + b_{16} + b_{27} = -0,52; & B_8 &= b_8 + b_{24} + b_{59} = -1,9; \\ B_4 &= b_4 + b_{19} = 0,01 & B_9 &= b_9 + b_{14} + b_{58} = -0,31. \end{aligned} \quad (4)$$

Таблица 2

Матрица планирования эксперимента и результаты опытов

N	X0	γ	α	φ	$\wedge$	τ	Sz	t	V	B_n/d_ϕ	T, мин	y = lnT
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9		
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	4	1,39
2	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	6	1,79
3	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	48	3,87
4	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	78	4,35
5	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	35	3,55
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	16	2,77
7	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	63	4,14
8	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	30	3,4
9	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	25	3,22
10	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	21	3,04
11	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	12	2,48
12	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	20	3,4
13	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	134	4,85
14	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	60	4,3
15	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	10	2,3
16	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1,61

Подставляя эти значения коэффициентов в уравнение (3), получим

$$y = 9,18 + 0,11X_1 + 0,052X_2 - 0,51X_3 + 0,01X_4 + 0,01X_5 - 0,55X_6 - 0,5X_7 - 1,9X_8 - 0,31X_9. \quad (5)$$

В дальнейшем, определяя значения полиномов $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$ при помощи формулы Бокси [3], получим

$$T = \frac{e^{9,1} \cdot \alpha^{0,52} \cdot r^{0,1} \cdot \gamma^{0,12} \cdot \lambda^{0,4}}{V^{1,9} \cdot s_z^{0,15} \cdot t^{0,5} \cdot \varphi^{0,51} (B_n/D_\phi)^{0,31}}. \quad (6)$$

Завершающим этапом решения данной задачи является расчет дисперсии по формуле (6). Расчеты показали, что модель адекватна при дисперсии $\alpha_0 = 0,05$, и гипотеза адекватности модели при 5%-ном уровне значимости не отвергается.

Многочисленными исследованиями установлено [1-3], что доминирующими факторами, влияющими на интенсивность износа и, следовательно, на стойкость инструмента, является скорость резания. В случаях, когда зависимость T-V меняется немонотонно (при $V = 30 \dots 70$ м/мин) и выражается кривой с одним или большим числом экстремумов, установление оптимальной скорости резания имеет большое практическое значение. При таком характере изменения T-V, когда необходимо получить максимальную размерную стойкость фрезы, назначение режимов резания согласно [5] должно начинаться с выбора оптимальной скорости резания. При этом последовательность определения режимов резания заключается в выборе максимальных технологических допустимых подач и расчете оптимальных скоростей резания.

Известно, что при изменении глубины резания остаются практически постоянными давление на единицу длины режущего лезвия, усадка стружки, ширина контакта стружки с передней гранью резца и температура резания. Определенное влияние на стойкость фрезы оказывают ее геометрические параметры. Согласно (6), с увеличением переднего угла γ стойкость фрезы увеличивается. С увеличением γ , с одной стороны, уменьшаются работа стружкообразования, трение на передней поверхности и силы фрезирования, с другой – ухудшается теплоотвод из зоны резания. Для рассматриваемого случая из двух конкурирующих процессов, по-видимому, преобладает первый. При определении значения максимальной размерной стойкости по (6) следует ориентироваться на первую исходную ветвь горба кривой T-V, которую можно аппроксимировать уравнением (6) (подобно $T = C_T V^m$). Влияние подачи на интенсивность износа и, следовательно, на стойкость инструмента обуславливается совокупным действием многих факторов: пути резания, температуры резания, отношения силы, влияющего на жесткость системы (СПИД), и т.д.

Анализ показателей степеней при V, S, t (6), а также графики (рис. 1) показывают, что наибольшее влияние на стойкость оказывает скорость резания, затем подача и в наименьшей степени - глубина резания t. При увеличении угла ϕ (главный угол в плане) отношение ширины среза к его толщине уменьшается. По мере увеличения заднего угла α стойкость увеличивается, несмотря на то, что при этом ухудшается отвод тепла в тело фрезы от задней грани (рис. 2). От угла наклона λ зависит положение передней поверхности инструмента относительно направления его движения. С увеличением угла λ в сторону его положительных значений стойкость фрезы возрастает, что связано с постепенным возрастанием нагрузки на зуб фрезы (рис. 3). В рассматриваемом интервале параметров радиус закругления r не оказывает существенного влияния на стойкость фрезы. Как известно, при торцевом фрезеровании с увеличением ширины фрезерования возрастает площадь контакта фрезы и обрабатываемой заготовки, а следовательно, и число одновременно работающих зубьев. В результате с увеличением отношения B_n/D_ϕ увеличивается износ фрезы и, тем самым, уменьшается ее стойкость.

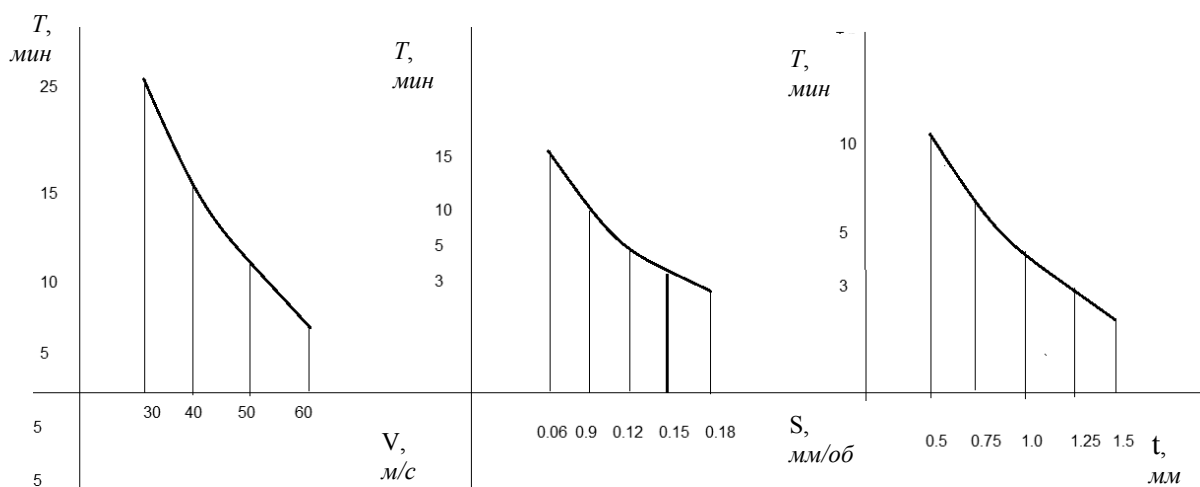


Рис.1. Влияние V, S, t на стойкость фрезы

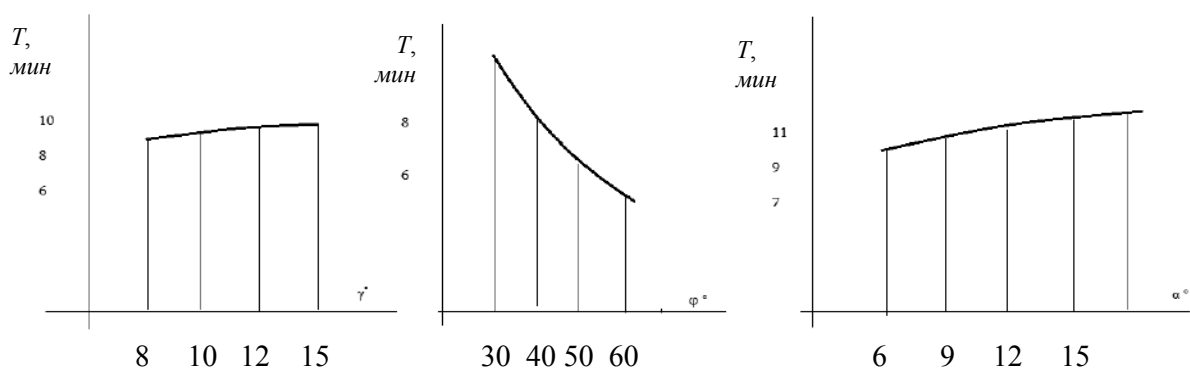
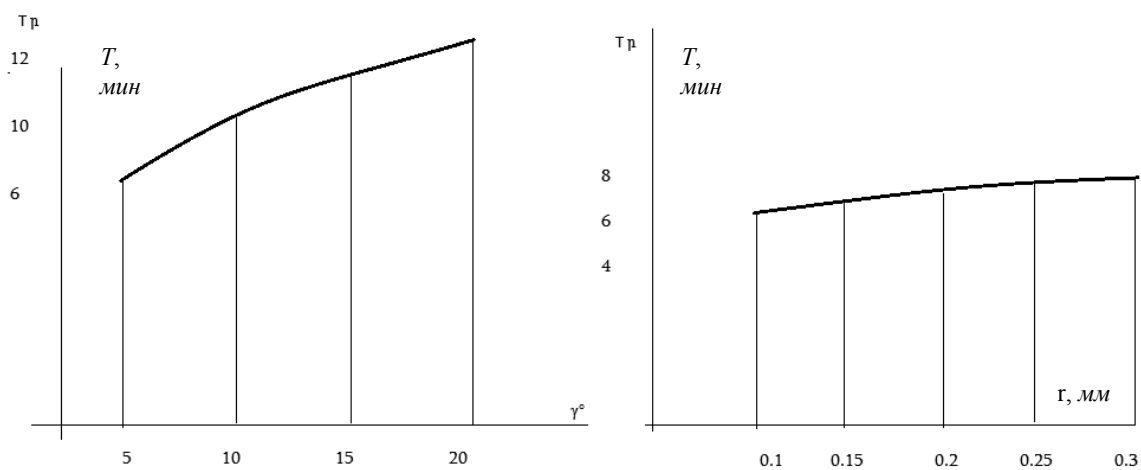


Рис.2. Влияние γ, ϕ, α на стойкость фрезы



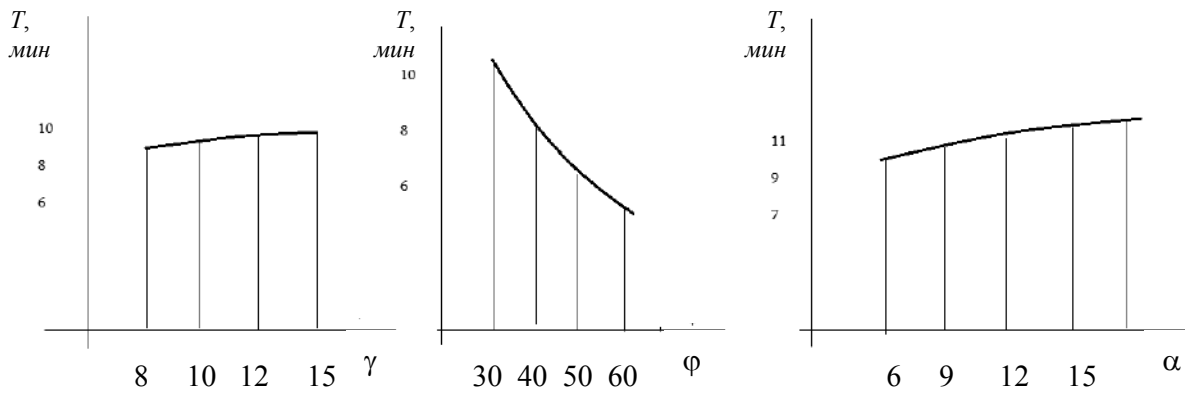


Рис.3. Влияние $\lambda, r, \varphi, B_n/D_\phi$ на стойкость фрезы

Таким образом, уравнение (6), а также графики (рис 1-3) объясняют некоторые процессы, протекающие в зоне резания явлений и оказывающие определенное влияние на стойкость фрезы.

Литература

1. Макаров А.Д. Оптимизация процессов резания. - М.: Машиностроение, 1986. – 277 с.
2. Касьян М.В., Багдасарян Г.Б., Арутюнян Г.А. Оптимизация технологических факторов при резании методом многофакторного планирования экспериментов. – Ереван: Айастан, 1981. -161 с.
3. Касьян М.В., Багдасарян Г.Б., Арутюнян Г.А. Оптимизация режимов резания при решении технологических задач. – Ереван: Айастан, 1981. - 183 с.
4. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методом планирования экспериментов. - София, 1980. - 304 с.
5. Касьян М.В., Багдасарян Г.Б., Арутюнян Г.А. Оптимизация технологических факторов по изнашиванию резца методом многофакторного планирования // Сб. ст. - Уфа, 1985. – С. 111-115.
6. Галантов Н.В., Воеводин Г.А., Курченко А.М. Экспериментальное определение температуры резания при обработке сталей с различной микроструктурой // Сб. ст. - М., 1985. - N3 - С. 78-82.

09.11.2016.

Մ.Ն. Կոլոյան

ՄԻԱՏԱՄ ԾԱԿԱՏԱՅԻՆ ՖՐԵԶԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՀՐԱԿԱՅՈՒՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Դիտարկվում են միատամ ճակատային ֆրեզի կայունության հարցերը հրակայուն նյութերի մշակման ժամանակ: Միատամ ճակատային ֆրեզի կայունության և $V, S, t, \gamma, \alpha, \varphi, \tau, B_n/D_\phi$, փոփոխականների միջև հաստատված է ֆունկցիոնալ կապ, որը կտրման գործընթացի կարևորագույն պարամետրերից մեկն է:

Առանցքային բառեր. միատամ ճակատային ֆրեզ, կայունություն, կտրման գործընթաց, պարամետրեր:

M.N. Koloyan

DETERMINING THE DURABILITY OF A ONE-TOOTH FACE MILLING CUTTER AT MACHINING HIGH-TEMPERATURE MATERIALS

Issues on determining the durability of one-tooth face milling cutter at machining high-temperature materials are considered. The functional link between the durability of the one-tooth face milling cutter and the variables $V, S, t, \gamma, \alpha, \varphi, B_n/D_\phi$, is determined being the most important parameters of the cutting process.

Keywords: one-tooth face milling cutter, durability, cutting process, parameters.

Колоян Мариетта Норайровна – к.т.н., ассистент (АГПУ)

V.V. Vardanyan

BRAZING TECHNOLOGIES OF CERAMIC TO METALS FOR UHV SYSTEMS OF CHARGED PARTICLE ACCELERATORS

The existing technologies and methods of bonding ceramics to metal components for high vacuum (HV) systems have been investigated. A comparative analysis of ceramic to metal compounds is shown, including the advantages and disadvantages of bonding technologies. Considering the reviewed literature and the experimental results the creation and development of modern problems for vacuum-tight metal to ceramic joints were presented. Based on the obtained results, vacuum-tight ceramic-metal joints for HV systems have been developed.

Keywords: vacuum-tight joints, ceramic-metal joints, metallization, brazing, Ultra High Vacuum (UHV).

Introduction. Vacuum-tight ceramic-metal joints are widely used in many spheres of science and technology [1-4]: particle accelerators, RF systems, cosmic technologies, etc. The specifications (including the advantages and disadvantages) of the existing ceramic-metal bonding technologies are presented below.

1. One of the technologies for vacuum-tight ceramic-metal system creation is the plastic-based (rubber) method. There are many different plastics that are widely used for UHV systems. The most famous rubber for UHV systems is Viton (fluoropolymer elastomer) [6]. The working temperature for Viton is up to 200⁰ C [7].

As a vacuum sealing material, Viton has the following advantages:

- possibilities for system faster and more easy assembling and disassembling;
- maximum vacuum level up to 10⁻⁹ Torr;
- low cost.

The disadvantages of Viton are shown below:

- Under high temperature (higher than 200⁰C), the outgassing level of Viton is high and unacceptable for UHV systems.
- During a short time, in particle acceleration systems, under radiation conditions, Viton can become ineffective and unacceptable for UHV sealing, it can be dried and become non-hermetic.
- Viton ring -based sealing of ceramic to metal materials is difficult and must be realized carefully, under equally spread forces, because ceramic is brittle and can crack from unequal high forces.

2. Ceramic to metal bonding based on adhesives. There are many adhesives for gluing ceramics to metals. Only some adhesives have appropriate description for vacuum tightness. The adhesive gluing method is not widely used for fabricating vacuum-tight ceramic to metal junctions [8].

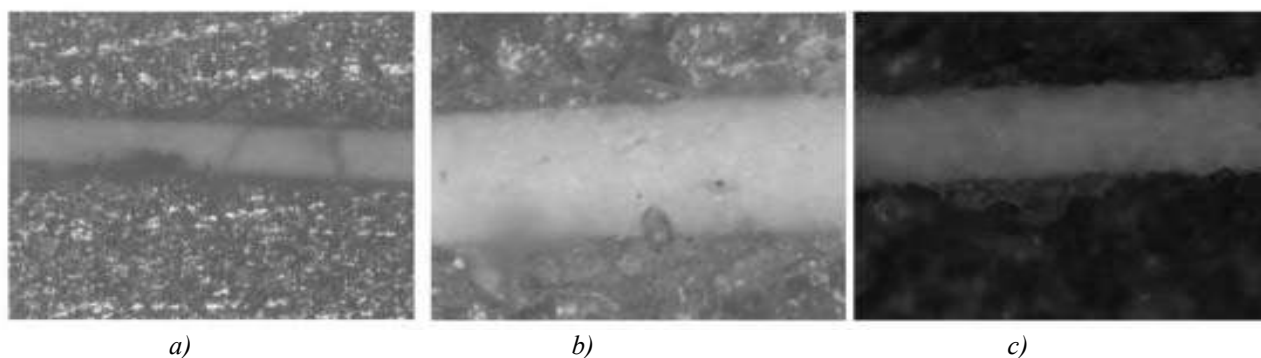


Fig. 1. Alumina to copper gluing based on silicate adhesive

It has many disadvantages:

- low mechanical strength;
- low working temperature;
- poor thermal shock resistance;

- low vacuum tightness;
- low durability.

In Fig. 1 the microscope-investigated results of aluminum to copper joints are shown. The analyzed silicate adhesive contains powders of alumina oxide. The bonding process of alumina and copper is realized under atmospheric pressure at 100°C . Faster heating and cooling always create cracks in the adhesive zone (Fig. 1- a). The slow heating and cooling of technological process gives the possibility to create vacuum-tight joints (Fig. 1 - b, c).

The other disadvantages of silicate adhesive are low resistance of water, acetone and isopropanol.

3. Moly-manganese method. Moly-manganese methods are widely used for brazing ceramic to metals for UHV systems [9, 10].

A vacuum-tight metal to ceramic joint has been designed and fabricated based on moly-manganese method. Alumina (Al_2O_3) was chosen as ceramics. Alumina has high mechanical strength [11], high vacuum tightness, high homogeneity, excellent durability, brazability and is widely used for UHV systems [12, 13]. Copper was chosen as a brazing method.

The first step of brazing process is the preparation of ceramic. The surfaces of ceramic must be clean (without any particles) and with low level of roughness. After that, powders of Mo ($1\ldots 2\ \mu\text{m}$), Mn ($1\ldots 5\ \mu\text{m}$) and Si ($1\ldots 3\ \mu\text{m}$) with isopropanol are mixed and spread on ceramic surfaces as equally as possible. The height of metallization layer is $1\ldots 20\ \mu\text{m}$. Afterwards, the metallization process is realized under 10^{-5} Torr vacuum and high temperature. In Fig. 3 the diagram of time-dependence on temperature for Mo-Mn metallization process is shown. The vacuum level in vacuum furnace is 10^{-5} Torr. The heating process can be higher. For reducing mechanical stresses the cooling process is lower; $3\ldots 10^0\ \text{C/min}$ [14-16]. In Fig. 2 the final ceramic with metallization layers are presented.



Fig. 2. Mo-Mn metallization layer on ceramic surface



Fig. 3. Time-dependency on temperature for metallization process on alumina surfaces

The second important step for ceramic to metal brazing process is Ni plating on Mo-Mn metallization layer. Ni plate gives the possibility to braze ceramic to metal without intermetallic layers [17]. After that Ni plated ceramic can be easily brazed with different metals: stainless steel, copper, kovar, etc. For our experiments copper was chosen. Silver solder (the melting point is 720°C) is chosen for brazing Ni plated alumina to copper. The silver solder has excellent wettability for copper and nickel.

In Fig. 4 the copper to alumina joint for UHV systems is presented.

Mo-Mn+Ni brazing method for alumina ceramic materials is reliable, durable and has excellent repeatability and is widely used for UHV systems. The alumina-copper joint was tested under pressure. The pressure testing is important to check the quality of joints [18].

4. Active brazing technologies: Active bonding technologies are used for brazing ceramic to metals, based on active materials (Ti, Zr, etc.). The active brazing technology gives the possibility to braze ceramic to metals with only one cycle, without any metallization layers.

Active brazing technologies for this work are under investigation.

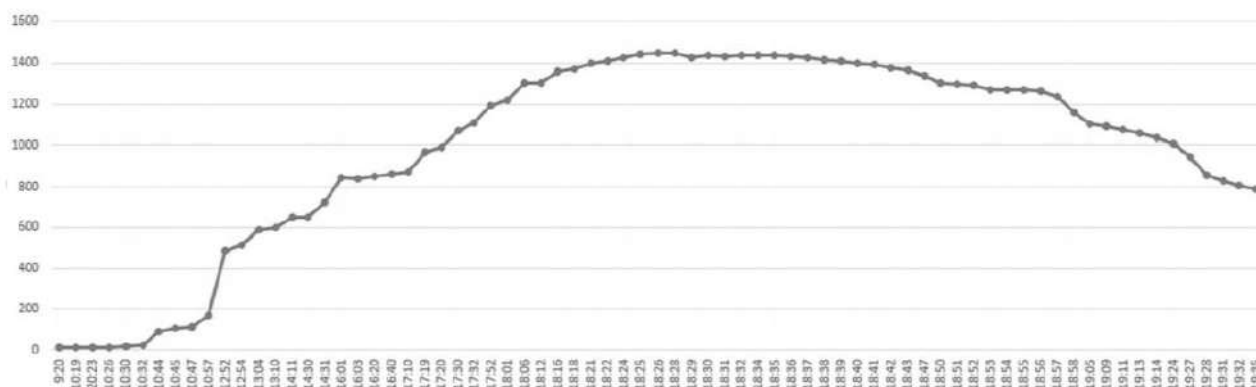


Fig. 4. Alumina to copper brazing for UHV conditions

Conclusion. Ceramic-metal brazing technologies for UHV systems were designed and developed, alumina to kovar, alumina to copper for accelerators UHV systems were brazed based on the moly-manganese method (including Mo-Mn metallization process in vacuum furnaces, mechanical drafting, etc.).

Based on the reviewed materials and our experimental results, obtained at CANDLE SRI, the main modern problems for ceramic-metal brazing technologies are presented below.

1. We can receive more effective and durable vacuum-tight ceramic to metal joints, based on moly-manganese + Ni brazing technologies.
2. During process of ceramic to metal materials brazing one of the important points is force creation process on materials surfaces. This is a modern problem for high-quality ceramic-metal joints.
3. One of the modern problems of ceramic to metal brazing technologies is developing new technologies without magnetic materials.

References

1. Patent AM201453, N 2883 A, Diffusion brazing methods of difficult geometry dissimilar detail / **Vardan Shavarsh Avagyan, Vahagn Vanik Vardanyan.** - Intellectual Property Agency, Republic of Armenia, 2014.
2. **Batigin V.N., Metelkin I.I., Resiotnikov A.M.** Vacuum tight ceramic and brazing with metals. - Moscow, 1973. - 408 p.
3. **Metelkin I.I., Pavlov M.A., Pozdeeva N.V.** Welding Ceramic to Metals. - Moscow: Metallurgy, 1977. - 160 p.
4. **Avagyan V.Sh., Vardanyan V.V.** Comparing of Ceramic-Metal Bonding Methods for Ultra High Vacuum // Proceedings of Engineering Academy of Armenia. - Yerevan, 2015. - Vol. 12, N. 1, Chemical, Biological and Nature Protection Technologies, ISSN 1829-0043. - P.192-195.
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Materials_for_use_in_vacuum, Materials for use in vacuum.
6. http://uspas.fnal.gov/materials/13Duke/USPASVacuumSession4_1VacMaterials.pdf, Yulin Li and Xianghong Liu, Vacuum Science and Technology for Accelerator Vacuum Systems // US Particle Accelerator School, January 14-18, 2013.
7. <http://www.row-inc.com/techspecs.html>
8. **Avagyan V., Vardanyan V.** Investigation and design of metal to ceramic bonding technologies for particle accelerator's vacuum RF window // International Conference "ADVANCED MATERIALS AND TECHNOLOGIES", 21-23 October, 2015, Tbilisi, Georgia, Dedicated to the 70th anniversary of foundation of Ilia Vekua Sukhumi Institute of Physics and Technology. - Tbilisi, 2015.-P. 230 – 235.
9. **Walker C.A., Hodges V.C.** Comparing Metal-Ceramic Brazing methods // Welding Journal.- October, 2008. - P.43 – 50.
10. **Raymundo Arr´oyave** Thermodynamics and Kinetics of Ceramic/Metal Interfacial Interactions: PhD thesis / Massachusetts Institute of Technology.- February, 2004.

11. **Sandeep Kumar Singh**, Simulation of RF window brazing process: Thermal-structural analysis of ceramic to metal vacuum brazing joints: Master thesis.-India, 2013.
12. **Fox C.W.** Brazing of Ceramics // Progress Report.- OAK RIDGE national laboratory. - Nov. 8, 1962.
13. **Johnson C.W.** Manual of metal to ceramic sealing technique // Electronic tube division, Sperry Gyroscope company, division of sperry and corporation great neck.-New York, by engineering dept.
14. **Zhang J.X., Chandel R.S., Chen Y.Z., Seow H.P.** Effect of residual stress on the strength of an alumina-steel joint by partial transient liquid phase (PTLP) brazing // Journal of Materials Processing Technology. - 2000.-122. - P. 220-225.
15. **Levy A.** Thermal residual stresses in ceramic to metal brazed joints // Journal of the American Ceramic Society.- 1991.- P. 2141-2147.
16. **Munz D., Sckuhr M.A., Yang Y.** Thermal stresses in ceramic-metal joints with an interlayer // Journal of the American Ceramic Society.- 1995.- V.78, No.2. - P. 285-290.
17. **Neubaur M.** High power RF window and coupler development for PEP II B Factory // SLAC. - Pub-1995-6897.
18. American Society for Testing and Materials (ASTM).1996. Standard test method for tension and vacuum testing metallized ceramic seals. 1996 Annual Book of ASTM Standards // Designation F19-64. -1996. - Vol.10. - P. 25-28.

11.01.2017.

Վ.Վ. Վարդանյան

ՄԵՏԱՂՆԵՐԸ ԿԵՐԱՄԻԿԱՅԻ ՀԵՏ ԶՈՂԵԼՈՒ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԸ ԼԻՑԲԱՎՈՐՎԱԾ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԱՐԱԳԱՑՈՒՑԻՉՆԵՐԻ ՎԱԿՈՒՈՒՄԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՀԱՄԱՐ

Ուսումնասիրվել են մետաղ-կերամիկա միացումների գոյություն ունեցող տեխնոլոգիաները և մեթոդները բարձր վակուումային համակարգերի համար: Ներկայացվել են մետաղ-կերամիկա միացումների համեմատական որակական համեմատությունները՝ ներառյալ տեխնոլոգիաների առավելությունները և թերությունները: Վերլուծված գրականության և փորձարարական արդյունքների հիման վրա ներկայացվել են վակուումահերմետիկ մետաղ-կերամիկա միացությունների ստեղծման և զարգացման արդի խնդիրները: Հիմք ընդունելով վերլուծված արդյունքները՝ նախագծվել են վակուումահերմետիկ մետաղ-կերամիկա միացություններ բարձր վակուումային համակարգերի համար:

Առանցքային բառեր. *վակուումահերմետիկ միացություններ, մետաղ-կերամիկա միացություններ, մետաղապատում, զոդում, գերբարձր վակուում:*

В.В. Варданян

ТЕХНОЛОГИИ ПАЙКИ КЕРАМИКИ С МЕТАЛЛОМ ДЛЯ ВАКУУМНЫХ СИСТЕМ УСКОРИТЕЛЕЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Исследованы существующие технологии и способы соединения металлокерамических компонентов для ускорительных высоковакуумных систем. Показаны сравнительное качество металлокерамических соединений, в том числе преимущества и недостатки технологий. В результате обзора литературных и экспериментальных данных представлены современные проблемы создания и развития вакуумно-плотных металлокерамических соединений. На основе полученных результатов разработаны вакуумно-плотные металлокерамические соединения для высоковакуумных систем.

Ключевые слова: *вакуумно-плотные соединения, металлокерамические соединения, металлизация, пайка, сверхвысокий вакуум.*

Vardanyan Vanik Vahagn – PhD student, CANDLE Synchrotron Research Institute – Foundation

В.А. Даниелян, В.С. Дехтярев, Т.Г. Мкртчян

**ФОРМИРОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ГЕРМАНИЯ НА
МЕДНЫХ ПОДЛОЖКАХ**

Описываются тонкопленочные покрытия германия на медной подложке для использования в двуслойном металлическом волноводе. Приведены основные параметры термовакuumного напыления для получения равномерной структуры германия толщиной 1 мкм при различных температурах подложки.

Ключевые слова: германий, медь, волновод, термовакuumное напыление, тонкопленочный.

Проведение фундаментальных и прикладных исследований, а также разработка новых структур для электромагнитных волн электронной техники базируются на тонкопленочных технологиях. В настоящее время получение тонких пленок полупроводников является актуальной задачей. Одними из наиболее распространенных методов нанесения тонких пленок с заданной толщиной являются методы вакуумного напыления. Эти методы обеспечивают получение пленок заданного состава и геометрического профиля с высокой воспроизводимостью.

Интерес к слоистым биметаллическим изделиям в ускорительной физике и технике возник в связи с теоретическим обоснованием явления резонанса в цилиндрическом двуслойном металлическом волноводе с высокопроводящей толстой внешней стенкой и тонким низкопроводящим внутренним покрытием: резистивное излучение, возникающее при пролете вдоль его оси заряженной частицы, формируется единственной медленно распространяющейся модой ТМ₀₁ (ее фазовая скорость близка к скорости света в вакууме) и обладает единственным узкополосным резонансом в высокочастотной области спектра [1-3].

Для напыления основной внешней волноводной стенки можно использовать любой высокопроводящий металл (медь, алюминий, нержавеющей сталь), обычно применяемый в ускоряющих структурах. Одним из вариантов напыления внутреннего покрытия является германий, обладающий наряду с достаточно низкой удельной электрической проводимостью (2 См/м) выраженными металлическими свойствами. Благодаря низкой проводимости толщина германиевого покрытия может варьироваться в широких пределах: от нескольких миллиметров до нескольких микронов, в зависимости от избираемой величины резонансной частоты.

В [4] было получено экспериментальное подтверждение наличия резонансных частот, близких к расчетным, у прямоугольного двуслойного резонатора с внутренним германиевым покрытием толщиной 1 мм. В случае сравнительно широкого германиевого слоя (1 мм) двуслойная структура была получена простым наложением германиевой пластины на основную толстую медную пластину. При микронных размерах покрытия оно может быть получено только с помощью напыления.

Термическое испарение материалов в вакууме является одной из эффективных технологий получения тонкопленочных покрытий, применяемых в машиностроении и электронике. Механические и физико-химические свойства покрытий и тонких пленок зависят от множества параметров технологического процесса их нанесения и комплекса технологических мероприятий. Однако выбранные оптимальные режимы и условия технологического процесса не остаются постоянными в течение времени осаждения покрытия из-за действия различных параметров процесса. Воспроизводимость свойств покрытий может быть обеспечена стабилизацией этих параметров в течение всего времени напыления покрытия, а также своевременным прекращением процесса напыления при достижении покрытием заданной толщины или иного существенного параметра, изменяющегося в процессе напыления покрытия и определяющего его основное эксплуатационное назначение.

Известно, что в процессе термовакuumного напыления конденсация и структура образующей пленки существенно зависят от кинетических параметров конденсации – температуры подложки, плотности падающего молекулярного пучка, определяющих концентрацию адсорбированных атомов, характера взаимодействия осаждаемых атомов с подложкой, ее потенциальным рельефом [5].

Германиевые пленки были получены методом термического испарения в высоком вакууме $P = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}$ при температуре конденсации 150, 200, 250⁰С. Образцы были получены в камере высоковакуумного напыления, созданной на базе модернизированной установки УВН-71-ПЗ. На рис. 1 представлен общий вид установки. Испаритель типа "лодочка" (материал испарителя — вольфрам) нагревался резистивным методом. Температура испарителя и подложки в процессе контролировалась и поддерживалась постоянно [6]. Безмасляная вакуумная откачная система позволяет обеспечить чистоту процесса и высокое качество изделий. Подложки были подвергнуты предварительной очистке: сначала химическим травлением, затем ультразвуковой очисткой. Наилучшие результаты были получены при нагреве германия в испарителе, который должен обеспечивать достаточно высокую интенсивность испарения, чтобы время напыления не превышало 1,2 ... 1,8 мин. В то же время чрезмерно высокая интенсивность приводит к образованию мелкозернистой неустойчивости. После завершения процесса конденсации проведен отжиг при температуре 350⁰ С в течение 20 мин, при этом получается германий равномерной структуры (рис.2).



Рис.1. Общий вид установки термовакуумного напыления

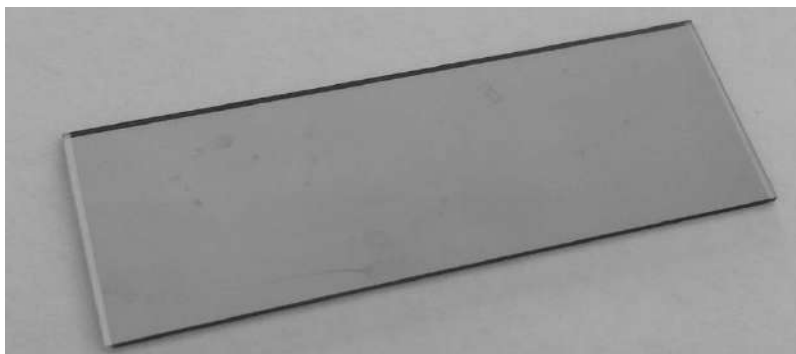


Рис.2. Изображение структуры германия толщиной 1 мкм на медной подложке после термического напыления

Выводы

Определены оптимальные параметры термовакuumного напыления германия для получения равномерной структуры толщиной 1 мкм на медной подложке. Для образования мелкозернистой структуры время напыления пленки должно быть в пределах 1,2...1,8 мин.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного комитета по науке при МОН РА.

Литература

1. Ivanyan M., Grigoryan A., Tsakanian A. and Tsakanov V. Narrow-band impedance of a round metallic pipe with a low conductive thin layer // PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS: ACCELERATORS AND BEAMS. – 2014. – 17. – P.3.
2. High frequency single mode traveling wave structure for particle acceleration / M.I. Ivanyan, V.A. Danielyan, B.A. Grigoryan, et al // Nuclear Instruments and Methods A in Physics Research. – 2016. - V. 829. - P. 187-189.
3. AREAL Test Facility for Advanced Accelerator and Radiation Source Concept / G. Amatuni, B. Grigoryan, A. Grigoryan, et al // Nuclear Instruments and Methods A. -2016. - V. 829. - P. 284–290.
4. Danielyan V., Ivanyan M., Vardanyan A. The First Experimental Results on Single-Mode Accelerating // Structure.<http://candle.am/all-seminars>. – 2016.
5. Комник Ю.Ф. Физика металлических пленок. Размерные и структурные эффекты. - М.: Атомиздат, 1979. - 264 с.
6. Patent number 2957A. Intellectual Property Agency (Yerevan, Armenia) / Vahe Danielyan, Vardan Avagyan. - 15.06.2015.

16.01.2017.

Վ.Ա. Դանիելյան, Վ.Ս. Դեխտյարով, Տ.Հ. Մկրտչյան

ԳԵՐՄԱՆԻՈՒՄԻՑ ԲԱՐԱԿ ԹԱՂԱՆԹՆԵՐԻ ՁԵՎԱՎՈՐՈՒՄԸ ՊՂՆՁԻ ՀԻՄՔԻ ՎՐԱ

Նկարագրված է գերմանիումի բարակ թաղանթի ծածկույթները պղնձի հիմքի վրա, որոնք օգտագործվելու են երկշերտ մետաղական ալիքատարներում: Բերված են ջերմավակուումային փոշեծածկման այն հիմնական պարամետրերը, որոնց դեպքում ստացվում է 1 մկմ հաստությամբ հավասարաչափ կառուցվածք, հիմքի տարբեր ջերմաստիճաններում:

Առանցքային բառեր. գերմանիում, պղնձ, ալիքատար, ջերմավակուումային փոշեծածկում, բարակ թաղանթային:

V.A. Danielyan, V. S. Dekhtyarov, T.H. Mkrtchyan

THE FORMATION OF GERMANIUM THIN FILMS ON COPPER SUBSTRATES

Thin-film coatings of germanium on a copper substrate for the usage in a dual-layer metal waveguide are described. The basic parameters for germanium uniform structure of 1 μm thickness at different substrate temperatures are given.

Keywords: germanium, copper, waveguide, thermovacuum deposition, thin-film.

Даниелян Ваге Александрович – аспирант, Фонд “КЕНДЛ”, Институт синхротронных исследований

Дехтярев Владимир Сергеевич – к.т.н., Фонд “КЕНДЛ”, Институт синхротронных исследований

Мкртчян Тигран Гайкович – с.н.с., Фонд “КЕНДЛ”, Институт синхротронных исследований

ՀՏԴ 621. 785.5

ՄԵՔԵՆԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ

Գ.Է. Պողոսյան

ԿԱՐԾՐ ՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔԵ ԳՈՐԾԻՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ԶԵՐՄԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿ

Առաջարկվում է վոլֆրամային և տիտանալոլֆրամային կարծր համաձուլվածքե նյութերի վրա դժվարահալ մետաղների աղային լուծույթներով ջերմաքիմիական մշակմամբ ստանալ մաշակայուն շերտեր: Հետազոտվել է կարծր համաձուլվածքե թիթեղիկների ջերմաքիմիական մշակման եղանակ, որը հնարավորություն է ընձեռում բարձրացնելու կտրող և հորատող գործիքների մաշակայունությունը:

Առանցքային բառեր. *ռենիում, ջերմաքիմիական մշակում, մաշակայուն շերտ, կառուցվածք, հորատման գործիք, միջավայր, գործընթաց, ջերմաստիճան, մաշակայունություն:*

Գիտահետազոտական աշխատանքների իրականացման արդյունքում հիմնավորվել է բարձր կարծրություն, ամրություն, մաշակայունություն, կոռոզիակայունություն պահանջող մեքենամասերի և գործիքների արտաքին մակերևույթների վրա դժվարահալ մետաղներով դիֆուզիոն մաշակայուն շերտերի ստացումը [1]: Նորագույն տեխնիկայի կարևորագույն պահանջները բավարարելու համար անհրաժեշտ է նաև ստորգետնյա հորատման գործիքների, դրանց թագազլիսիկների վրա մետաղակերամիկական կարծր համաձուլվածքե թիթեղիկների, կտրիչների, ֆրեզների, գրտնակման սարքերի հոլովակների մակերևույթների վրա ջերմաքիմիական մշակմամբ ստանալ մաշակայուն շերտեր և ծածկույթներ (նիտրիդներ, կարբիդներ, կարբոնիտրիդներ, մետաղական ծածկույթներ և այլ միացություններ), որոշել և բացահայտել դրանց ֆիզիկամեխանիկական, տեխնոլոգիական չբացահայտված հատկություններ, մաշակայունության բարձրացման նոր ուղիներ:

Խնդիր է դրվել մեքենաշինությունում, հանքարդյունաբերությունում, գյուղատնտեսությունում մեծ երկարակեցություն, մաշակայունություն, կոռոզիակայունություն և ճշտություն պահանջվող գործիքների, այդ թվում և հորատման սարքերի թագազլիսիկների վրա տեղակայված մետաղակերամիկական կարծր համաձուլվածքե դանակների, գիտականորեն հիմնավորված նորագույն մեթոդներով, ջերմադիֆուզիոն մետաղապատմամբ մաշակայուն շերտերի ստացումը, տեխնոլոգիական հիմունքների մշակումը, դրանց երկարակեցության, կոռոզիակայունության և մաշակայունության ապահովումը:

Նախատեսվում է ջերմաքիմիական մշակման և մաշակայուն շերտերի ստացման տեխնոլոգիայի օպերացիաների մեծ մասի կարգավորումը ավտոմատացնել և իրականացնել համակարգչային տեխնիկայով, որի համար կատարված են որոշակի աշխատանքներ:

Կատարված տարբեր միջավայրերում ջերմադիֆուզիոն մշակման և գործիքների վրա մաշակայուն շերտերի (կարբիդներ, նիտրիդներ, կարբոնիտրիդներ, դժվարահալ մետաղներ՝ տիտան, վոլֆրամ և այլն) ստացման աշխատանքների արդյունքները համեմատվել են ռենիումապատված գործիքների մաշակայունության հետ:

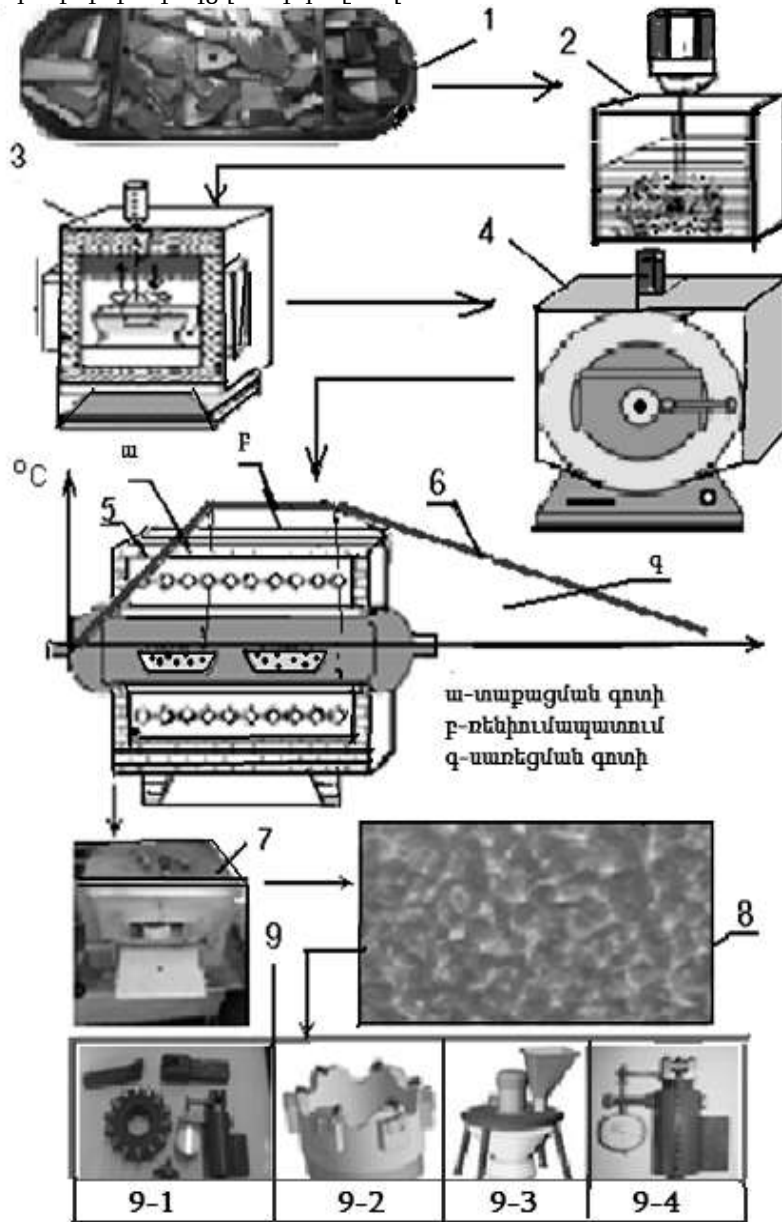
Կատարած հետազոտությունների արդյունքում ցույց է տրված, որ ռենիումը բացի գործիքների մաշակայունության բարձրացումից լավ է դիմակայում տարբեր թթուներին: Գերկարծր մյուս մետաղների համեմատ շատ բարձր է ռենիումի դիմադրողականությունը քայքայմանը:

Մշակվել է կարծր համաձուլվածքե գործիքների ռենիումի աղի (NH_4ReO_4) լուծույթներով ջերմադիֆուզիոն մշակման տեխնոլոգիա, ըստ որի նախօրոք ընտրվել են մետաղակերամիկական կարծր համաձուլվածքե թիթեղիկներ, յուղագրկել, մաքրել, չորացրել, ստուգել: Յուղագրկումն իրականացվել է քիմիական և օրգանական լուծույթներով կամ էլեկտրոլիտիկ եղանակով: Յուղագրկումից հետո թիթեղիկները մաքրվել են լուծույթներից մաքուր ջրի պայմաններում, չորացումը իրականացվել է բաց օդում կամ էլ մուֆելային վառարանում ցածր ջերմաստիճանային պայմաններում՝ $T=50\ldots 60^\circ\text{C}$ և վերջում կատարվել է զննում և ստուգում:

Նկ.1-ում ցույց է տրված՝ մետաղակերամիկական կարծր համաձուլվածքե թիթեղիկների դժվարահալ մետաղներով ջերմադիֆուզիոն մշակման համար ընտրված սարքավորումների տեխնոլոգիական շղթա: Կարծր համաձուլվածքե թիթեղիկների ռենիումապատումն իրականացվում է

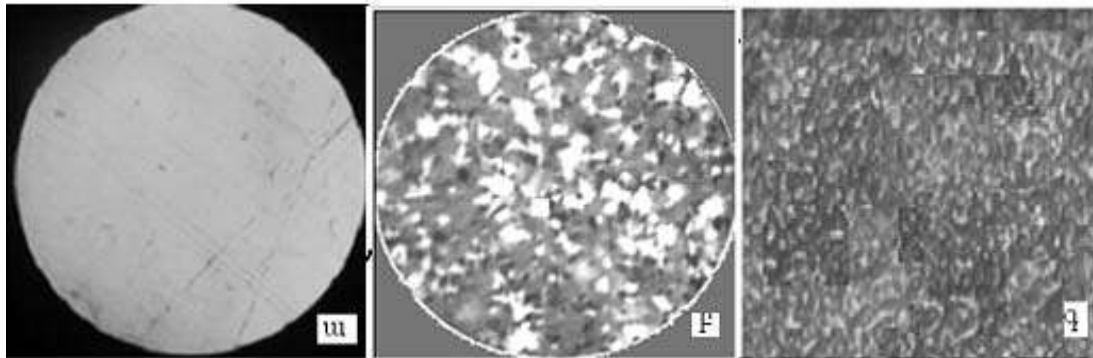
ջրածնի միջավայրում և բարձր ջերմաստիճանում ռենիումի աղերի՝ ամոնիումի պերոենատի միջոցով: Մշակման արդյունքում (նկ.1, 1-8) կարծր համաձուլվածքե թիթեղիկների մակերևութների վրա ստացվում է 10...15 մկմ/մակերևութային մաշակայուն շերտ [2,3]:

Ընտրվել են փորձանմուշներ և կատարվել է մետաղագրական հետազոտություն: Առանց խաժատման նմուշի պատկերը ցույց է տրված նկ. 2 ա - ում: Այն ունի 0,4...0,5% ծակոտկենություն (կարծր համաձուլվածքե թիթեղիկներում թույլատրելի ծակոտկենությունը կազմում է մինչև 1,0%) և մակերևութի վրա բացակայում են միկրոճաքեր և այլ թերություններ (խոռոչներ, ազատ գրաֆիտի մեծ գոյացումներ, կարբիդների և կոբալտի անհավասարաչափ բաշխվածություն և այլն): Նկ. 2բ - ում պատկերված է խաժատված նմուշի միկրոկառուցվածքը, որտեղ երևում են հավասարաչափ բաշխված կարբիդներ՝ փոխկապակցված կոբալտով:



Նկ 1: 1 - նմուշների ընտրում, 2 - նմուշների յուղագրկում, մաքրում, չորացում, ստուգում, 3 - նմուշների ընկղմում ամոնիումի պերոենատի ջրային լուծույթի մեջ, 4 - նմուշների չորացում էլեկտրական վառարանում $T=90...100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 60$ րոպ, 5 - տաքացում ջրածնային միջավայրում ռենիումով մետաղապատում, 6 - ջերմաքիմիական մշակման ջերմաստիճանային գրաֆիկը՝ ա - տաքացման գոտի, բ - ռենիումապատման գոտի, գ - սառեցման գոտի, 7 - նմուշների թրծում $T=90...95^{\circ}\text{C}$, $t = 60$ րոպ, 8 - ռենիումապատված նմուշի մակերևութը, 9 - (9 - 1, 9 - 2, 9 - 3, 9 - 4) ռենիումապատման ենթարկված գործիքների պատկերներ (ֆրեզներ, կտրիչներ, հոլովակներ, հորատման գործիքներ, հատիկամանրիչ մեքենաներ, գրտնակման սարքեր)

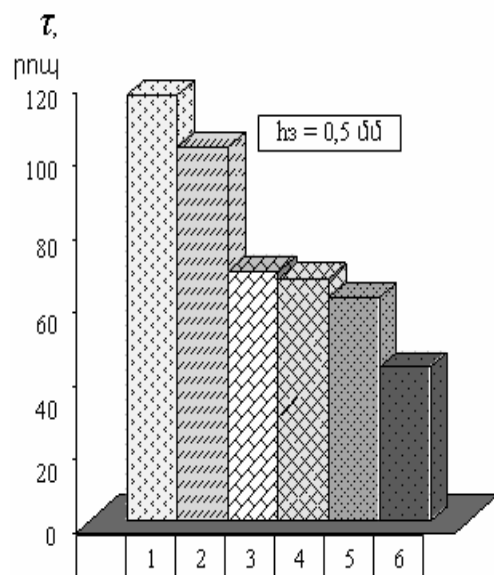
Նկ. 2գ - ում ցույց է տրված փայլեցված նմուշը ռենիումապատման ենթարկելուց հետո (ռենիումապատումն իրականացվել է նկարագրված տեխնոլոգիայով՝ ջրածնի միջավայրում, 1150 °C ջերմաստիճանում, 1,0 ժամ տևողությամբ):



Նկ. 2. T15K6 մակնիշի կարծր համաձուլվածքե թիթեղիկի միկրոկառուցվածքը ռենիումապատումից հետո: ա - չխաժատված, բ - խաժատված, գ - ռենիումապատված

Բացահայտված է [4] , որ ռենիումապատված փորձանմուշների ռենտգեն եղանակով կառուցվածքների բացահայտման արդյունքում առաջ են գալիս նոր ֆազեր, այդ թվում՝ Re_3W , Re_3WC , Re , Co_6W_6C , Co_7W_6 և ինտերմետալիդներ (SiO_2 , CCO_2W_4 , SiO_2 , CCO_2W_6 , Co_3W , WC , Co_3W_6C , Co_6W_6C և այլն), որոնք օժանդակում են կարծր համաձուլվածքների մաշակայունության բարձրացմանը:

Գործիքների մաշակայունության ցուցանիշների բացահայտումը իրականացվել է մեխանիկական փորձարկումների միջոցով, քանի որ այս եղանակը հնարավորություն է տալիս բացահայտել կարծր համաձուլվածքե ռենիումապատված թիթեղիկների համալիր հատկությունները՝ կապված մշակման տարբեր եղանակների և ռեժիմների հետ:



Նկ.3. Տարբեր եղանակներով ջերմային և ջերմադիֆուզիոն մշակման ենթարկված T15K6 մակնիշի կարծր համաձուլվածքի թիթեղիկների մաշակայունության կախվածությունը գործիքի հետևի նիստի մաշվածքի չափից: $V=100$ մ/րոպ, $t \times s = 1,5 \times 0,15$

Թիթեղիկները մշակված են՝ 1 - դժվարահալ մետաղներով (ռենիումով), 2 - պաշտպանիչ գազային միջավայրում, 3 - վակուումում, 4 - բուլատ, 5 - չջերմամշակված, 6 - ԲՀՀ-ով: Թիթեղիկի հետևի նիստի մաշվածքը՝ 0,5 մմ է

Մեխանիկական ամրացմամբ եռանկյուն թիթեղիկներով տարբեր ջերմային և ջերմադիֆուզիոն մշակման ենթարկված գործիքների մեխանիկական փորձարկումների արդյունքները տրված են նկ. 3-ում, որտեղից երևում է, որ կտրիչի հետևի նիստի արագ մաշ է

տեղի ունենում այն գործիքներում, որոնց թիթեղիկները ջերմային մշակման են ենթարկվել բարձր հաճախականության հոսանքով, ուր տեղի ունի արագ տաքացում և արագ սառեցում: Փորձարկումները ցույց են տվել, որ այն թիթեղիկները, որոնց արտաքին մակերևույթի վրա (Բուլատ՝ սարքավորման միջոցով ստացվել է տիտանի նիտրիդ ($3...5$ մկմ-ի սահմաններում), ունեն ավելի մեծ մաշակայունություն, համեմատած գործարանային ստանդարտ թիթեղիկների (1,2...1,4 անգամ) և բարձր հաճախականության հոսանքով (2,0...2,2 անգամ), ինչպես նաև վակուումային վառարանում տաքացված թիթեղիկների մաշակայունության հետ (10...15%):

Մաշակայունության բարձրացման առումով լավագույն արդյունքներ են ստացվում այն գործիքների համար, որոնք ջերմադիֆուզիոն մշակման են ենթարկվել հատուկ պաշտպանիչ գազային միջավայրում, որտեղ թիթեղիկների մակերևույթային շերտերում գոյանում է կարբոնիտրիդե շերտ: Նման մաշակայուն $h = 15...20$ մկմ խորության շերտն օժանդակում է գործիքի մաշակայունության

բարձրացմանը (նկ.3): Մշակման բոլոր ձևերում լավագույն արդյունքներ են ստացվում (2,0...2,5 անգամ) [5] տարբեր գործիքների ռենիումապատված թիթեղիկների դեպքում:

Գիտափորձերի արդյունքում բացահայտվել է, որ կարծր համաձուլվածքե թիթեղիկների ռենիումապատման տեխնոլոգիական գործընթացը գիտության նորագույն նվաճում է գործիքների մաշակայունության բարձրացման տեսանկյունից, այն լիովին տարբերվում է գործիքների ջերմադիֆուզիոն մշակման ներկայիս կիրառվող ավանդական եղանակներից:

Կատարած գիտափորձական տվյալներից պարզ է դարձել, որ մակերևութային շերտի ամրացումը ռենիումով գիտատեխնիկական նոր նվաճում է, այն հնարավորություն է տալիս բացահայտելու նոր ոլորտներ, առավել բարձրացնելու պատասխանատու մեքենամասերի և գործիքների մաշակայունությունը և երկարակեցությունը, կոռոզիակայունությունը և հուսալիությունը:

Գրականություն

1. **Ворошнин Л.Г.** Теория и технология химико-термической обработки: Учебное пособие. – М.: Новое знание, 2010. – 304 с.
2. Գյուտի արտոնագիր N3061A. Մետաղակերամիկական կարծրահամաձուլվածքային գործիքանյութերի մշակման եղանակ: Հայաստանի Հանրապետության մտավոր սեփականության գործակալություն / Գ.Է. Պողոսյան. – 2016:
3. Գյուտի արտոնագիր N3058A. Կարծրահամաձուլվածքե գործիքների մշակման եղանակ: Հայաստանի Հանրապետության մտավոր սեփականության գործակալություն / **Գ.Ս. Հովսեփյան և ուր.** 2016:
4. **Агбалян С.Г., Карапетян К.Г., Овсепян Г.С.** Упрочнение твердосплавных инструментальных материалов тугоплавкими металлами // Материалы 8-й Межд. практ. конф. – СПб., 2006. –Часть 2. –С. 3-9.
5. 5. Durability and Performance increase Method of Carbide Drilling Tools / **D. Petrosyan, G. Poghosyan, A. Altunyan, G. Hovsepyan, G. Karapetyan** // BULLETIN of National Agrarian University of Armenia. -2016. - N 3. - P. 47-51.

10.01.2017.

Г.Э. Погосян

СПОСОБ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Предлагается технология нанесения износостойких покрытий методами химико-термической обработки растворами солей тугоплавких металлов применительно к титановольфрамокобальтовым и вольфрамокобальтовым композициям. Исследован процесс химико-термической обработки твердосплавных пластин, позволяющий повысить износостойкость режущего и бурового инструментов.

Ключевые слова: рений, химико-термическая обработка, износостойкий слой, композиция, буровой инструмент, среда, процесс, температура, износостойкость.

G.E. Poghosyan

A METHOD OF THERMOCHEMICAL TREATMENT OF CARBIDE TOOLS

On the basis of theoretical analysis and with the application of modern devices and apparatus the technology of obtaining the rhenium on the surfaces of hardalloyed. This process is carried out by ster-by-ster dissolution of rhenium salt, perrhenate of ammonium, in hydrogenous medium which allows to increase the wear resistance of cutting tools.

Keywords: rhenium, chemical and thermal processing, wear layer, composition, drilling tool, environment, process, temperature, wear resistance.

Պողոսյան Գուրգեն Էդվարդի – հայցորդ (Հայկական ազգային ագրարային համալսարան)

ՀՏԴ 338.43:637.5(479.25)

ՄՆՆԴԻ ԵՎ ԹԵԹԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ

Ս.Վ. Հովհաննիսյան

ՄՍԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԲԱՐՁՐԱՅՄԱՆ ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ և ԼՈՒԾՄԱՆ ՈՒՂԻՆԵՐԸ ՀՀ-ՈՒՄ (ԿՈՏԱՅՔԻ ՄԱՐԶԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

Մսի արտադրության և տնտեսական արդյունավետության գնահատման ու վերլուծության, տնտեսավարման գործընթացում ծագող հիմնախնդիրների լուծման ուղիների որոնման ու առաջադրման հիմք են ծառայել Կոտայքի մարզի 5 գյուղական համայնքների 100 գյուղացիական տնտեսությունների հարցման տվյալները և դրանց խմբավորման միջոցով ստացված արդյունքները:

Առանցքային բառեր. պայմանական միս, արդյունավետություն, անասնաբուժական ծառայություն, արտադրացում, գյուղացիական տնտեսություն:

Արտադրության արդյունավետության ժամանակակից բարդ և համալիր էությունը ընկալվում է դրա վրա համակողմանիորեն ազդող գործոնների գնահատման միջոցով, ուստի ներդրումների և արտադրության արդյունավետության համահարաբերակցության բացահայտման համար ի հայտ է գալիս մսի արտադրության ծավալի և արդյունավետության միջև եղած կապի ուսումնասիրության անհրաժեշտություն: Միաժամանակ դիտարկումները փաստում են, որ ցայսօր մսի արտադրության ծավալների, դինամիկայի գնահատումը, տնտեսագիտական վերլուծության խնդիրների առաջադրումը հիմնված է մսի բոլոր տեսակների ֆիզիկական ծավալների համադրման եղանակի վրա, մինչդեռ մեկ կգ խոզի մսի էներգունակության համարժեքությամբ տավարի, ոչխարի և թռչնամսի քաշը կլինի 875, 560 և 296 *գրամ*: Եթե դրան էլ ավելացնենք կերահատուցման էական տարբերությունները, ապա պարզ կդառնա տարբեր տեսակի մսի ֆիզիկական ծավալների համադրման մոտեցման տրամաբանական սխալականությունը: Ուստի, հիմնարար վերլուծությունների կատարելագործման կարևորությունը հանգեցնում է նաև նոր մեթոդի կիրառման անհրաժեշտության, մաստեսակների ֆիզիկական զանգվածները բերելով համակշռելիության, «պայմանական» մսի չափակցելիության բերման ցուցանիշի միջոցով, որը կբնութագրի դրանց ֆիզիկական կշիռների և էներգետիկ որակական հատկությունների համաչափելիությունն արտահայտող հարաբերակցությունը: Որպես 1 «պայմանական» *կգ* միս է առաջարկվում ընդունել 2500 կկալ էներգետիկ արժեքով ունեցող խոզի մսի 1 *կգ*-ը, ըստ որի տավարի միսը (2188 կկալ) կունենա պայմանական մսի վերահաշվարկման 0.87, ոչխարի միսը՝ (1400 *կկալ*)՝ 0.56, այծի միսը՝ (1425 *կկալ*)՝ 0.57, իսկ հավի միսը՝ (740 կկալ)՝ 0.29 գործակից:

Աղյուսակ 1-ի վերլուծությունը բացահայտում է, որ.

❖ արտադրության գործընթացի արդյունքայնության և ծավալի միջև գոյություն ունի փոխպայմանավորվածություն, որը դրսևորվում է արտադրության նպատակին և դրա ձեռք բերմանն ուղղված ներդրումներին համեմատականորեն, մասնավորապես՝ մեկ ֆիզիկական և պայմանական *ց* մսի հաշվով կատարվող նյութական ծախսերի 7,4 և 10,7 *հազ. դր.* ավելացումը նպաստել է դրանց հաշվով ստացվող զուտ եկամուտի համապատասխանաբար 1,75 և 1,78 անգամ մեծացմանը,

❖ մասշտաբային գնահատման պարագայում արտադրության «փոքր» և «մեծ» ծավալ որակումների օգտագործումը ձեռք է բերում տեղային բնույթ՝ հաշվի առնելով գլխաքանակը և կենդանիներին պահելու ժամանակահատվածի տևողությունը: I և II խմբի «մեծ» տնտեսությունների 86.2%-ը ունի համապատասխանաբար 3.2 և 4.9 պայմանական գլուխ (կամ միջինը 3.9 պայմանական գլուխ), մեկ տարվա ընթացքում արտադրելով համապատասխանաբար 2,6 և 6,2 ֆիզիկական (2,2 և 5,2 պայմանական *ց* միս համապատասխանաբար) *ց* միս, իսկ Ֆրանսիայում, օրինակ, շարունակ ցեղի ցուլիկը ինտենսիվ աճեցման պայմաններում 12 ամսականում հասնում է 525 *կգ* կենդանի զանգվածի [1], ինչն արտահայտում է այդ վկայակոչումների՝ միայն մեր պայմանների համար կիրառելու օբյեկտիվությունը:

Արտադրության ծավալի ազդեցությունը մսի արտադրության արդյունավետության վրա 2015թ.

Ցուցանիշներ			Չափի միավ որ	Գյուղացիական տնտեսությունների խմբերը ըստ մսի արտադրության ծավալի (կգ)					
				< 100	100-200	200-300	>300	Ընդամենը	Միջինը
Տնտեսությունների թիվը				33	38	21	8	100	-
Մսի արտա- դրությունը		Ֆիզիկական	գնետ.	29.7	60.8	55.6	49.6	195.7	-
		Պայմանական		25.8	48.6	38.3	32.2	145.1	-
Արտադր ական ծախսեր	Ընդամենը		հազ. դր	5125.3	10040.3	8813.8	7342.1	31321.6	-
	Մեկ ց մսի	Ֆիզիկական		182.0	180.0	173.0	171.0	-	160.0
		Պայմանական		203.8	197.4	186.9	177.5	-	190.4
	Որից՝ նյութական			3016.1	6150.5	5774.6	5404.9	20346.2	-
Զուտ եկամ ուտ	Ընդամենը			963.5	2424.6	2595.1	2826.5	8809.8	-
	Մեկ ց մսի	Ֆիզիկական		32.4	39.8	46.6	56.9	-	45.0
		Պայմանական		38.3	47.6	55.0	68.3	-	53.5
Եկամտաբերություն			%	18.8	24.1	29.4	38.5	-	28.1

Աղբյուր՝ Կոտայքի մարզի Աղավնաձոր, Լեռնանիստ, Մարմարիկ Արզական և Ալափարս համայնքների 100 գյուղացիական տնտեսությունների հարցման արդյունքներով

❖ արտադրության մեծ ծավալ ունեցող III և IV խմբերում արդյունավետության մակարդակի (համապատասխանաբար 9 և 11 հազ. դր-ով ցածր ինքնարժեք, 19,7 և 10,6 %-ով բարձր եկամտաբերություն) ձեռք բերման գլխավոր ավանդը պատկանում է լրացուցիչ կերակրմանը,

❖ զարգացած չէ անասնաբուժական սպասարկումը, ինչն այսօր նաև հանրապետությունում գյուղացիական տնտեսությունների գործունեության և գյուղատնտեսության խոցելի կողմերից մեկն է, որը կապված է այնպիսի համակարգային խնդիրների հետ, ինչպիսիք են.

ա) մատչելի անասնաբուժական ծառայությունների, խորհրդատվության նկատմամբ պահանջարկի առկայություն և միաժամանակ դրանց անբավարարություն, անասնաբույժ-գյուղացիական տնտեսություն երկխոսության և կապի գործուն ու ճկուն համակարգի բացակայություն,

բ) տեղեկատվության պակաս և դրա ստացման հնարավորությունների սահմանափակվածություն կամ մատչելիության բավականին ցածր մակարդակ,

գ) ժամանակակից դեղամիջոցներին, բուժման ձևերին անտեղյակությունն արտահայտվում է հիվանդությունների խորացմամբ և երբեմն էլ հարկադիր սպանդի իրականացմամբ,

դ) անասնաբուժական ծառայությունների ստացման ժամանակային և տարածական սահմանափակումները հանգեցնում են կենդանիների բուժական սպասարկման միջոցառումների կազմակերպման անարդյունավետությանը,

ե) իրագործվող միջոցառումներն արտահայտվում են ծայրահեղ իրավիճակներում ձեռնարկվող քայլերի կամ ավանդական տարաբնույթ եղանակների, հին ձևերի գործադրման տեսքով,

զ) կենդանիների հիվանդացվածության մասին անհրազեկությունը կամ տեղեկատվության գաղտնապահումը ստեղծում է հիվանդությունների տարածման և արտադրանքի իրացման վտանգ,

է) դեղամիջոցների ժամանակին ապահովման սուղ հնարավորությունները, անասնաբուժական դեղատնային ցանցի թույլ զարգացած մակարդակը և տարածվածությունը, դրանից օգտվելու գյուղացիական տնտեսությունների սահմանափակ կարողությունները,

Վերոնշյալ խնդիրների խորքային բնույթը նպատակային է դարձնում տնտեսավարող սուբյեկտների գործունեության արդյունավետության բարձրացման հետևյալ միջոցների գործադրումը.

➤ անասունների կերաբաժինների համալրումը սննդարար կերերով և լիարժեք կերակրումը,

➤ անասունների պահվածքի անհրաժեշտ պայմանների ապահովումը (ակտիվ օդափոխություն, լուսավորվածության պահանջվող մակարդակ և այլն) և անասունների առանձնացումը,

➤ բարձր մթերատու անասունների մատղաշի ձեռքբերում և բազմացում,

➤ պատկանելով գյուղատնտեսական արտադրության հիմնական արտադրամիջոցների շարքին, անասունները չեն ենթարկվում դրանց գլխավոր օրինաչափություններից մեկին՝ մաշվածքի հաշվառմանը, հետևաբար առաջարկվում է դրանց համար հաշվարկել ամորտիզացիա,

➤ լավագույն մանագետների հաշվառման և հավաստագրման միջոցով անհատական անասնաբուժական ծառայությունների ցանցի ձևավորում, որին կարող է օժանդակել հետևյալ

համակարգը՝ գյուղացիական տնտեսությունները անասունների առողջական վիճակի վերաբերյալ նախնական տվյալները կարող են փոխանցել համայնքապետարաններ, որոնք խմբավորված արդյունքները կփոխանցեն մարզպետարանի ենթակայության տակ գործող համապատասխան տեղեկատվական ծառայություններին, որը ամբողջական տվյալների վերլուծության միջոցով կորոշի պահանջվող ծառայությունների ծավալը՝ հաղորդելով այն տարածաշրջանային կենտրոններ, որտեղ կձևավորվեն շրջիկ խմբեր՝ ապահովված անհրաժեշտ միջոցներով (իրավունք, հավաստագիր, դեղանյութեր, պարագաներ և այլն), որոնք ստանալով իրականացվելիք ծառայությունների պահանջարկը, ըստ գրաֆիկի կայցելեն համայնքներ՝ տեղում ապահովելով անասնաբուժական սպասարկում, խորհրդատվություն, նախնական զննություն և այլն: Իսկ անհատական շփումները կնպաստեն հետադարձ կապի ձևավորմանը: Առաջարկվող մոդելը հնարավորություն կտա.

- կենտրոնացված մակարդակով տիրապետել մարզում անասունների առողջական վիճակի, անասնաբուժական ծառայությունների նկատմամբ պահանջարկի վերաբերյալ տեղեկատվությանը,
- արագ և օպերատիվ կերպով արձագանքել ստեղծված իրավիճակին, նպաստել երկխոսության համակարգին գյուղացիական տնտեսությունների և անասնաբուժական ծառայությունների միջև,
- ստանալ նախնական խորհրդատվություն, տեղեկատվություն և մեծացնել վստահությունը անասունների առողջական վիճակի, արտադրվող մսի անվտանգության նկատմամբ:

Հաշվի առնելով տնտեսությունների՝ մսի արտադրության կառուցվածքում տավարի մսի ունեցած շուրջ 75% մասնաբաժինը, խնդիր դրվեց ի հայտ բերելու տավարի մթերատվության, արոտարածեցման շրջանի և արտադրության արդյունավետության համահարաբերակցության բնույթը և կապի խորությունը: Ընդ որում «արոտարածեցում» եզրույթը իր բնույթով և հավելյալ արդյունքի ստացման տեսանկյունից տարբերվում է «արոտագիրացում» հասկացությունից: Առաջինը ներկայանում է որպես անասունների կենդանի զանգվածի ավելացման նպատակով արոտային կերերի էքստենսիվ օգտագործման հնարավորություն: Արոտագիրացումը անասունների արժեքավոր կենսաբանական առանձնահատկություններից քաշաճի ներուժի լիարժեք օգտագործման համար նպատակաուղղված միջոցառումների շնորհիվ արոտային բուսականության բերքիության պահպանման և կազմակերպված օգտագործման, բնակլիմայական նպաստավոր պայմանների ընձեռած հնարավորությունների միջոցով, ինտենսիվ գործոնների ներդրմամբ և խնամքի անհրաժեշտ աշխատանքների իրականացմամբ ստացվող արդյունք է: Այսինքն՝ այս համատեքստում կարևորվում է էքստենսիվ և ինտենսիվ գործոնների ճիշտ զուգակցումը:

Աղյուսակ 2-ի տվյալների վերլուծությունները հանգեցրին ներքոնշյալ արդյունքներին.

✓ արոտարածեցման շրջանի, մթերատվության և տնտեսական արդյունավետության մակարդակի ռեգրեսիոն վերլուծությունը վկայում է կապի սերտության բարձր աստիճանի առկայության մասին՝ կոռելյացիայի (r_{yx}) 0,990 և դետերմինացիայի (R^2) 0,981 գործակցով: Համաձայն եռաչափ գծային ռեգրեսիոն մոդելի, արոտային օրերի թվի մեկով ավելացումը նպաստում է տնտեսությունների եկամտաբերության մակարդակի 0,303%, իսկ օրական քաշաճի 10 գրամով ավելացումը՝ եկամտաբերության մակարդակի 0,18% աճին:

Աղյուսակ 2

Արոտագիրացման և մթերատվության ազդեցությունը մսի արտադրության արդյունավետության վրա 2015թ.

Ցուցանիշներ	Չափի միավոր	Գյուղացիական տնտեսությունների խմբերը ըստ արոտային շրջանի տևողության (օր)				
		< 100	100-120	>120	Ընդամենը	Միջինը
Տնտեսությունների թիվը	հատ	20	45	27	92	-
Մատղաշ և բովոլ անասունների գլխաքանակը	գլուխ	22	61	29	112	-
Քաշաճը արոտագիրացման շրջանում	ցենտ.	16.9	57.4	31.6	105.9	-
Մսի արտադրությունը (ընդամենը)		24.7	77.5	40.6	142.8	-
1 g մսի	Բնքնարժեքը	159.8	152.7	143.2	-	151.2
	Համախառն եկամուտ	86.8	93.5	102.7	-	95.0
	Զուտ եկամուտ	30.1	37.2	46.8	-	38.7
Եկամտաբերություն	%	18.8	24.3	32.7	-	25.6

Աղբյուր՝ Կոտայքի մարզի Աղավնաձոր, Լեռնանիստ, Մարմարիկ, Արզական և Ալափարս համայնքների 100 գյուղացիական տնտեսությունների հարցման արդյունքներով

✓ թեև տնտեսությունների II խմբում արոտարածեցման շրջանի համար արձանագրվել են քաշաճի ավելի բարձր միջին ցուցանիշներ (853,6 գր), քան III խմբում (774,6 գր), սակայն դա բնական արոտային բուսականության կենսացիկլի և փարթամության կորի դրսևորման արդյունքն է, որը արոտարածեցման տևողության հետևանքով չի ազդել արդյունավետության մակարդակների վրա,

✓ III խմբի տնտեսությունները արոտարածեցման շրջանի տևողության (130...150 օր) շնորհիվ ստացել են 0,4 ջ հավելյալ քաշաճ մեկ գլխի հաշվով՝ արտադրված մսի 10.4 % ցածր ինքնարժեքով և 13.9% բարձր եկամտաբերությամբ I խմբի տնտեսությունների նկատմամբ:

Բացահայտված խնդիրների լուծման անհրաժեշտությունը արտահայտվում է արդյունավետության բարձրացման նշվող ուղիների առաջադրմամբ.

☼ արոտարածեցման շրջանի երկարաձգման տնտեսական հիմնավորվածությունը կորևորում է դրա իրագործման համար նպաստավոր պայմանների ստեղծումը (արոտների ջրաբեկացման ապահովումը և զագոնային արածեցման կազմակերպումը, արոտների բերքիության բարձրացման համար բարելավման աշխատանքների իրագործումը, արոտներում ծածկապատ համապատասխան հատվածների ձևավորումը, էժանագին և դիմացկուն կառույցների, գիշերատեղերի ստեղծումը),

☼ բովոդ անասունների համար մսի ինքնարժեքի հաշվարկը պետք է ներառի նաև նախորդ ժամանակահատվածում կատարված ծախսերը:

Ուսումնասիրությունների ընթացքում պարզվեց նաև, որ այսօր խոշոր եղջերավոր անասունների մսի ողջ բազմազանությունը վաճառվում է տավարի մսի անվան տակ, մինչդեռ այդ մոտեցումը ոչ միայն հիմնավոր չէ, այլև չի արտահայտում կենդանիների սեռահասակային խմբերի և մսի որակական հատկությունների զանազանությունը: Հետևաբար, այդ առանձնահատկությունների հստակ տարանջատման նպատակով առաջարկվում է կիրառել տարբերակված գներ մսի ենթատեսակների համար, որը պետք է արտահայտի մսի գների ձևավորման առավել նշանակալի գործոնների գնահատումը և նախադրյալների հաշվառումը: Կովերի պարագայում դրանց օգտագործման նպատակային տարբերությունն ու դրա շնորհիվ եկամուտների ստացումը, դրա մսի որակական հատկանիշների տարբերությունը ստեղծում են այն հիմնական նախադրյալները (առանձին դեպքերում նկատի ունենալով նաև կենդանու պահվածքի պայմանները, սնվածությունը, հիվանդացվածության, վարակվածության դեպքերի առկայությունը և դրանց ժամանակին բուժումը), որոնք անհրաժեշտ է նկատի ունենալ դրանց մսի գնի ձևավորման ժամանակ և կիրառել կովերի մսի գնի վերահաշվարկման գործակից, որը տատանվում է 0,06-ից 0,1-ի (6...10%) սահմաններում՝ ելնելով կենդանու տարիքից և մսի էկոլոգիական անադարտությունից, կախված վարակվածության հետևանքով դրանց հնարավոր անկումից: ՀՀ-ում արտադրվող միսն այդ դիրքերից ունի համեմատական առավելություններ ներկրվածի նկատմամբ: Մասնավորապես, 8 տարեկանից բարձր կովերի մսի գնի համար առաջարկվում է կիրառել գնի վերահաշվարկման 0,06 գործակից, յուրաքանչյուր հաջորդ տարվա համար հավելելով 0.01-ով: Գործակիցը ստացվում է հետևյալ մեթոդով. քանի որ կովերը տնտեսությունում պահվում և օգտագործվում են այլ նպատակով, քան մսի ստացման (հակառակ պարագայում դրանք կենթարկվեին սպանդի), հետևաբար, մսի և կաթի արտադրության համար ստացվող եկամուտներն ու կատարվող ծախսերը պետք է արտահայտվեն համարժեք հարաբերակցությամբ և որպես հիմք ծառայեն մսի գնի վերահաշվարկման համար: Այդ նպատակով անհրաժեշտ է հարաբերել մսի արտադրության հաշվարկային զուտ եկամուտը կենդանու կյանքի ընթացքում կաթի արտադրությունից ստացված զուտ եկամտի և մատղաշից ստացված հաշվարկային եկամտի գումարային մեծության հետ: Մեր կողմից կատարված հաշվարկները ցուցաբերեցին 0,06...0,11 արդյունք, որն էլ առաջարկվեց կիրառել գնի վերահաշվարկման նպատակով:

Գրականություն

1. Родионов Г.В., Изилов Ю.С., Харитонов С.Н., Табакова Л.П. Скотоводство: Учеб. - М.: КолосС, 2007. – 405 с.

28.12.2016.

С.В. Оганнисян

**ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВА МЯСА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ КОТАЙКСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Исследованы проблемы повышения экономической эффективности производства мяса и пути их решения. Данные исследования 100 домашних хозяйств 5 сельских общин Котайкской области и результаты, полученные с помощью их группировки, послужили основой для поиска и предложения решений по оценке и анализу производства мяса и экономической эффективности, а также решения проблем, возникающих в хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: условное мясо, эффективность, ветеринарная служба, пастбищный откорм, крестьянское хозяйство.

S.V. Hovhannisyan

**PROBLEMS OF INCREASING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE
PRODUCTION OF MEAT AND WAYS OF THEIR SOLUTION
(BY THE EXAMPLE OF KOTAYK MARZ)**

The problems of increasing the economic efficiency of the production of meat and ways of their solution are studied. The data of the survey of 100 households of 5 rural communities of Kotayk marz and the results obtained with the help of their grouping served as a basis to find and propose solutions for the evaluation and analysis of meat production and economic efficiency, as well as for solving the problems arising in the course of economic activity.

Keywords: conditional meat, efficiency, veterinary service, pasture fattening, household farm.

Հովհաննիսյան Սարգիս Վահագնի – ասպիրանտ, Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան

О.А. Гомцян, А.Г. Гулян, Б.Ф. Бадалян

ПОСТРОЕНИЕ КОДОВ БОУЗА-ЧОУДХУРИ-ХОКВИНГЕМА И РИДА-СОЛОМОНА

Рассмотрены основные параметры, методика и примеры построения кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема (БЧХ-ВЧН) и Рида-Соломона (РС-RS). В основе методики лежит формирование соответствующего генераторного полинома, который определяет структуру и характеристики кода. Приведено математическое описание систематических и несистематических циклических кодов, рассмотрены области применения.

Ключевые слова: помехоустойчивое кодирование, конечные поля, коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема и Рида-Соломона, пакеты ошибок.

Введение. Современные системы передачи информации трудно представить без помехоустойчивого кодирования, позволяющего эффективно бороться с цифровыми ошибками, возникающими на линии связи. Так как для многих практических приложений допустима лишь небольшая доля ошибок в обрабатываемой информации, используется преднамеренное введение избыточности, позволяющее обнаружить и исправить ошибки.

К наиболее эффективным методам обеспечения надежной передачи цифровой информации по каналу с шумами относятся коды Рида-Соломона и Боуза-Чоудхури-Хоквингема, сверточные, каскадные, турбоподобные коды и LDPC (Low Density Parity Check) коды [1-7]. Все перечисленные алгоритмы различаются энергетическим выигрышем, вносимой избыточностью, сложностью реализации и рядом других параметров. Однако, так как двоичные коды не могут обеспечить необходимую надежность передачи информации, а турбокоды не рассчитаны на борьбу с длинными пакетами ошибок, рассмотрим коды БЧХ и РС, которым до сих пор не найдено четкой альтернативы в спутниковых и космических линиях связи.

Коды БЧХ и РС, которые характеризуются своими порождающими (генераторными) полиномами, являются дальнейшим развитием циклических кодов (ЦК). Поэтому для построения этих кодов могут использоваться все положения, используемые в случае ЦК.

Напомним некоторые положения из ЦК. Опишем информационный, генераторный и кодовый полиномы в следующем виде:

$$m(x) = m_0 + m_1x + m_2x^2 + \dots + m_{k-1}x^{k-1}, \quad (1)$$

$$g(x) = g_0 + g_1x + g_2x^2 + \dots + g_rx^r, \quad (2)$$

$$c(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots + c_{n-1}x^{n-1}. \quad (3)$$

Как известно, в систематических ЦК позиции проверочных и информационных символов строго зафиксированы. Вначале в кодовом слове (КС) могут располагаться проверочные, а затем информационные символы и наоборот.

Перепишем полином $m(x)$ следующим образом:

$$m(x) = c_{n-k}x^{n-k} + c_{n-k+1}x^{n-k+1} + \dots + c_{n-1}x^{n-1}, \quad (4)$$

т.е. информационные символы здесь расположены в конце кодового слова. Тогда проверочный полином будет иметь вид

$$p(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots + c_{n-k-1}x^{n-k-1}, \quad (5)$$

т.е. проверочные символы здесь занимают первые позиции кодового слова. Тогда можем записать

$$\begin{aligned} c(x) = p(x) + m(x) &= c_0 + c_1x + \dots + c_{n-k-1}x^{n-k-1} + \\ &+ c_{n-k}x^{n-k} + c_{n-k+1}x^{n-k+1} + \dots + c_{n-1}x^{n-1} = \sum_{i=0}^{n-1} c_i x^i, \end{aligned} \quad (6)$$

где $c_i \in GF(2^m)$, $0 \leq i \leq n-1$.

Несистематический ЦК формируется как следующее произведение:

$$c(x) = m(x) \cdot g(x). \quad (7)$$

Для формирования систематического кода умножим $m(x)$ на x^r и разделим результат на $g(x)$. В результате получим

$$\frac{x^r \cdot m(x)}{g(x)} = \varepsilon(x) + \frac{\rho(x)}{g(x)}, \quad (8)$$

где $\varepsilon(x)$ и $\rho(x)$ - частное и остаток от деления соответственно.

После соответствующих преобразований имеем [3]

$$c(x) = m(x) \cdot g(x) = x^r \cdot m(x) + \rho(x). \quad (9)$$

Таким образом, объединив (6) и (9), окончательно получим соотношение для систематического кода:

$$c(x) = \rho(x) + x^{n-k} m(x) = \rho_0 + \rho_1 x + \dots + \rho_{n-k-1} x^{n-k-1} + m_0 x^{n-k} + m_1 x^{n-k-1} + \dots + m_{k-1} x^{n-l}, \quad (10)$$

которому соответствует кодовое слово

$$C = (\rho_0, \rho_1, \dots, \rho_{n-k-1}, m_0, m_1, \dots, m_{k-1}). \quad (11)$$

Конструирование кодов БЧХ. Коды БЧХ и РС главным образом отличаются видом генераторного полинома. Для кода БЧХ длиной $n = 2^m - 1$ генераторный полином $g(x)$ определяется как наименьшее общее кратное (НОК) минимальных полиномов $M^i(x)$ с корнями α^i , где $\alpha \in GF(2^m)$ - корень примитивного полинома $p(x)$, причем $1 \leq i \leq 2\nu$, ν - корректирующая способность кода, а сам код - двоичный.

Сделаем следующие допущения. Пусть, как и ранее, $c(x)$ - кодовый полином с коэффициентами $c_j \in GF(2)$. Тогда, если $\alpha, \alpha^2, \dots, \alpha^{2\nu}$ - корни полинома $c(x)$, то этот полином делится на минимальные полиномы $M_i(x)$ с аналогичными корнями. Поэтому генераторный полином $g(x)$ кода ВСН с исправлением ν ошибок может быть найден в виде [3]

$$g(x) = \text{НОК} \{M^1(x), M^2(x), \dots, M^{2\nu}(x)\} \quad (12)$$

Так как четные степени α имеют одинаковые полиномы, то из (12) можем записать

$$g(x) = \text{НОК} \{M^1(x), M^3(x), \dots, M^{2\nu-1}(x)\} \quad (13)$$

Это означает, что $c(x)$ будет кодовым полиномом только при условии, что $\alpha, \alpha^3, \dots, \alpha^{2\nu-1}$ являются корнями $c(x)$. Из свойств минимальных полиномов известно, что их наивысшая степень равна m [3]. Тогда степень генераторного полинома $g(t)$ не превышает $m\nu$. Следовательно, код БЧХ имеет число корректирующих символов

$$r \leq m\nu. \quad (14)$$

Покажем методику построения кодов БЧХ на примерах. Рассмотрим код БЧХ длиной $n = 2^m - 1 = 7$ и вычислим его генераторный полином. Пусть α - корень примитивного полинома $p(x) = 1 + x + x^3$ из поля $GF(2^m) = GF(2^3)$. Структура этого поля дана в табл.1, а минимальные полиномы - в табл.2, откуда находим два минимальных полинома: $M^1(x) = 1 + x + x^3$ и $M^3(x) = 1 + x^2 + x^3$ [3,4]. Далее допустим, что хотим исправить одну ошибку, т.е. $\nu = 1$. Тогда из (14) получим максимальное число корректирующих символов $r = 3$ и $k = 7 - 3 = 4$. Если зададим $\nu = 2$, то $r = 6$ и $k = 1$, что недопустимо, т.к. получили один информационный символ. Таким образом, имеем код ВСН (7,4) с исправлением одной ошибки $\nu = 1$. Тогда из (13) получим генераторный полином

$$g(x) = \text{НОК} \{M^1(x), M^3(x)\} = M^1(x) = 1 + x + x^3. \quad (15)$$

Имея генераторный полином, далее уже можно получить код БЧХ в соответствии с процедурой построения циклических кодов [8].

Покажем методику построения одного кодового слова для полученного генераторного полинома. В случае несистематического кода по формуле (7), например, для входного КС $m_1(x) = 1 + x + x^2$ (кодировый вектор $M_1 = 1110$) получим

$$c_1(x) = (1 + x + x^2)(1 + x + x^3) = 1 + x^4 + x^5 \text{ или кодовый вектор } C_1 = 1000110.$$

Здесь можно заметить, что полученный код несистематический.

Таблица 1

Поле $GF(2^3)$ при $p_1(x) = x^3 + x + 1$

Степени α	Полиномы от α
0	$\alpha^{-\infty}$
$\alpha^0 = 1$	1
$\alpha^1 = \alpha^1$	α
$\alpha^2 = \alpha^2$	α^2
$\alpha^3 = \alpha^3$	$\alpha^3 = \alpha + 1$
$\alpha^4 = \alpha^4$	$\alpha^4 = \alpha^3 \cdot \alpha = (\alpha + 1) \cdot \alpha = \alpha^2 + \alpha$
$\alpha^5 = \alpha^5$	$\alpha^5 = \alpha^4 \cdot \alpha = (\alpha^2 + \alpha) \cdot \alpha = \alpha^3 + \alpha^2 = \alpha^2 + \alpha + 1$
$\alpha^6 = \alpha^6$	$\alpha^6 = \alpha^5 \cdot \alpha = (\alpha^2 + \alpha + 1) \cdot \alpha = \alpha^3 + \alpha^2 + \alpha = \alpha + 1 + \alpha^2 + \alpha = \alpha^2 + 1$

Таблица 2

Минимальные полиномы в поле $GF(2^3)$

Минимальные полиномы
$M^{-\infty}(x) = x - 0 = x$
$M^0(x) = x - 1 = x + 1$
$M^1(x) = (x - \alpha)(x - \alpha^2)(x - \alpha^4) = x^3 + x + 1$
$M^3(x) = (x - \alpha^3)(x - \alpha^6)(x - \alpha^5) = x^3 + x^2 + 1$

С целью формирования систематического кода воспользуемся формулами (8) и (9), согласно которым вначале рассчитаем $x^3 \cdot m_1(x) = 1 + x + x^3 = x^3 + x^4 + x^5$. Далее разделим этот результат на $g(x)$:

$$\begin{array}{r|l} x^3 + x^4 + x^5 & 1 + x + x^3 \\ x^2 + x^3 + x^5 & x^2 + x \longrightarrow \varepsilon_1(x) \\ \hline x^2 + x^4 & \\ x + x^2 + x^4 & \\ \hline x & \longrightarrow \rho_1(x). \end{array}$$

Тогда получим кодовое слово по формуле (10)

$$c_1(x) = \rho_1(x) + x^r \cdot m_1(x) = x + x^3 + x^4 + x^5, \text{ т.е. } C_1 = 0101110.$$

В полученном кодовом векторе первые три позиции занимают проверочные символы, а остальные четыре – информационные символы, т.е. код – систематический.

Рассмотрим еще один пример для кода БЧХ длиной $n = 2^4 - 1 = 15$. Выберем в качестве примитивного полинома $p(x) = 1 + x + x^4$, а $\alpha \in GF(2^4)$ - его корень, т.е. $p(\alpha) = 1 + \alpha + \alpha^4 = 0$. Минимальные полиномы $M^i(x)$ для α^i при $i = 1, 2, \dots, 14$ (т.е. для ненулевых элементов) приведены в [3, табл. 7.1]. Из этой таблицы можно записать

$$M^1(x) = M^2(x) = M^4(x) = M^8(x); \quad M^3(x) = M^6(x) = M^9(x) = M^{12}(x); \quad M^5(x) = M^{10}(x); \\ M^7(x) = M^{11}(x) = M^{13}(x) = M^{14}(x).$$

Согласно (13) только нечетные полиномы $M^1(x), M^3(x), M^5(x)$ и $M^7(x)$ являются различными неприводимыми полиномами. Теперь, если хотим построить код БЧХ с $\nu = 2$, то из (13) имеем: $g(x) = \text{НОК}\{M^1(x), M^3(x)\}$; а, например, для кода с $\nu = 3$ из (13) определим $g(x) = \text{НОК}\{M^1(x), M^3(x), M^5(x)\} = M^1(x) \cdot M^3(x) \cdot M^5(x) = (1+x+x^4) \cdot (1+x+x^2+x^3+x^4)x \cdot x(1+x+x^2) = 1+x+x^2+x^4+x^5+x^8+x^{10}$. Дальнейший анализ показывает, что при $\nu = 1$ из (14) имеем $r = 4$ и $k = 11$; при $\nu = 2 - r = 8$ и $k = 7$; при $\nu = 3 - r = 12$ и $k = 3$. Эти расчеты позволяют далее построить код БЧХ с желаемым числом ν и соответствующим генераторным полиномом. Методика построения приведена выше.

Конструирование кодов RS. В настоящее время существует несколько интерпретаций кодов РС. Во-первых, Рид и Соломон первоначально определили их в виде полиномов с коэффициентами из конечного поля [2]. Следующий подход состоит в рассмотрении кодов РС с точки зрения преобразования Фурье над конечным полем Галуа [4]. Очень распространено представление кодов РС, как расширение кодов БЧХ [1]. Возможны и другие интерпретации этих кодов [6,7]. Мы будем рассматривать коды РС как подкласс БЧХ кодов.

Вначале выделим, на наш взгляд, наиболее важные достоинства кодов РС, которые обеспечили их широкое применение в различных системах передачи, обработки и хранения информации. Самым важным их свойством является то, что они являются максимально разделимыми кодами с минимальным кодовым расстоянием $d_{\min} = n - k + 1$. Это дает возможность корректировать наибольшее число ошибок, т.е. достичь наибольшей корректирующей способности, которая определяется следующим выражением [2]:

$$\nu = \left\lfloor \frac{n-k+1}{2} \right\rfloor, \quad \text{или проще } \nu = \frac{n-k}{2} = \frac{r}{2}, \quad (16)$$

где ν - число корректируемых символов; n - длина кода; k - число информационных символов; $[x]$ - наибольшее целое число, которое меньше или равно x .

Следующим немаловажным достоинством кодов РС является их высокая корректирующая способность для пачек ошибок (burst errors). Так как корректирующая способность кода известна из (16), то независимо от позиции ошибок, они будут исправляться с одинаковым успехом как в случае одиночных, так и в случае серийных ошибок. Это делает их предпочтительными для подвижной связи с релейскими замираниями, где ошибки чаще группируются в пачки. В связи с этим подчеркнем перспективность применения кодов РС и в волоконно-оптических линиях связи, где серийные ошибки могут возникать из-за дробовых шумов, дисперсии и т.д. Также отметим, что коды РС являются практически оптимальными для защиты информации на различного рода носителях (CD, DVD), что обусловлено техническими характеристиками и характером ошибок при записи.

Здесь отметим, что если невозможно исправить все серийные ошибки, а они могут достигать длины до 1000 байтов, то после кодов РС применяется техника перемежения (interleaving), с помощью которой ошибки в пачках распределяются равномерно по всей длине кода, обеспечивая тем самым повышение корректирующей способности системы [6]. Укажем также, что добавление проверочных символов к информационным, т.е. введение избыточности, часто называется прямой коррекцией ошибок (Forward Error Correction - FEC). В этом смысле коды РС являются одними из самых эффективных.

Коды РС будем рассматривать как специальный подкласс кодов БЧХ с m битовыми символами и своим генераторным полиномом.

Определим следующие параметры $RS(n, k)$ кода с символами из $GF(2^m)$:

- $n = 2^m - 1$ - число m битовых символов в коде;
- $k = n - 2\nu = n - r$ - число m битовых информационных символов;
- $n - k = r = 2\nu$ - число m битовых проверочных символов;
- ν - максимальное количество m битовых исправляемых символов.

Еще раз подчеркнем, что каждый символ РС кода состоит из пакетов (блоков, пачек) с m двоичными элементами (единицами и нулями), т.е. битами. Например, при $m = 8$ получим код длиной в 255 символов, каждый из которых состоит из 8 битов. Поэтому длина кода в битах составит $8 \cdot 255 = 2040$.

Как показывает анализ многочисленных литературных источников, генераторный полином для кода РС может быть представлен в общем виде следующим образом:

$$g(x) = (x + \alpha^\lambda)(x + \alpha^{\lambda+1})(x + \alpha^{\lambda+2}) \dots (x + \alpha^{\lambda+r-1}) = \prod_{i=0}^{r-1} (x + \alpha^{\lambda+i}), \quad (17)$$

где λ - любое положительное целое число, включая и нуль.

Выбор величины λ сильно влияет на структуру кода и служит предметом отдельного исследования. Наиболее распространенным является выбор $\lambda = 1$. Для этого случая получим

$$g(x) = (x + \alpha)(x + \alpha^2) \dots (x + \alpha^r) = \prod_{i=1}^r (x + \alpha^i). \quad (18)$$

С другой стороны,

$$g(x) = g_0 + g_1 x + g_2 x^2 + \dots + g_r x^r = \sum_{i=0}^r g_i x^i. \quad (19)$$

Генераторный полином вида (18) является следствием полинома (12) для кода БЧХ, т.к. для РС кода все минимальные полиномы элементов из поля $GF(2^m)$ берутся со степенями, равными единице. Поэтому минимальные полиномы вырождаются просто в суммы или разности $(x \pm \alpha^i)$ при $i = 0, 1, \dots, r-1$, а генераторный полином приобретает вид (18). Такой выбор генераторного полинома приводит к тому, что в нем присутствуют все степени x , начиная от нулевой и кончая степенью r . Это, естественно, накладывает свой отпечаток на структуру кодера.

Покажем методику нахождения генераторных полиномов на примерах. Начнем с простейшего кода $RS(7, k)$. Используем примитивный полином $p_1(x) = 1 + x + x^3$. Элементы поля $GF(2^3)$ приведены в табл.1. Пусть $\nu = 1$, тогда $r = 2\nu$, и генераторный полином из (18) равен

$$g(x) = (x + \alpha)(x + \alpha^2) = \alpha^3 + (\alpha + \alpha^2)x + x^2 = \alpha^3 + \alpha^4 x + x^2.$$

Таким образом, имеем код $RS(7, 5)$ с $8^5 = 32768$ кодовыми словами.

При $\nu = 2$, $r = 4$ получим следующий генераторный полином:

$$g(x) = (x + \alpha)(x + \alpha^2)(x + \alpha^3)(x + \alpha^4) = \alpha^3 + \alpha x + x^2 + \alpha^3 x^3 + x^4,$$

т.е. получили код $RS(7, 3)$ с $8^3 = 512$ кодовыми словами. При $\nu = 3$ имеем короткий, непрактичный код $RS(7, 1)$ всего с 8 кодовыми словами.

Рассмотрим этот же код $RS(7, k)$, но для другого примитивного полинома, $p_2(x) = 1 + x^2 + x^3$. Элементы поля находим из условия $1 + \alpha^2 + \alpha^3 = 0$ или $\alpha^3 = 1 + \alpha^2$. Тогда $\alpha^1 = \alpha; \alpha^2 = \alpha^2; \alpha^3 = 1 + \alpha^2; \alpha^4 = \alpha \cdot \alpha^3 = \alpha + \alpha^3 = 1 + \alpha + \alpha^2; \alpha^5 = \alpha \cdot \alpha^4 = 1 + \alpha; \alpha^6 = \alpha \cdot \alpha^5 = \alpha + \alpha^2; \alpha^7 = \alpha \cdot \alpha^6 = 1 = \alpha^0$. Полином $p_2(x)$ - примитивный, т.к. он делит $x^n + 1$ при $n = 2^m - 1 = 7$ [5].

Пусть опять $\nu = 1$ и $r = 2$. Тогда

$$g(x) = (x + \alpha)(x + \alpha^2) = \alpha^3 + \alpha^6 x + x^2.$$

При $\nu = 2$ и $r = 4$ имеем

$$g(x) = (x + \alpha)(x + \alpha^2)(x + \alpha^3)(x + \alpha^4) = \alpha^{10} + x + \alpha^3 x^2 + \alpha^2 x^3 + x^4.$$

Естественно, что получены другие генераторные полиномы, хотя код тот же - $RS(7, k)$, т.к. *примитивные полиномы и корректирующие способности разные!*

Рассмотрим теперь 5-ричный код РС, т.е. $p = 5$, $m = 1$. Тогда $n = p^m - 1 = 4$, т.е. имеем конечное поле $GF(5)$ с элементами 0, 1, 2, 3, 4. Примитивными элементами этого поля являются 2 и 3 [7]. Для построения кода $RS(4, k)$ используем, например, примитивный элемент $\alpha = 3$.

Вычислим генераторный полином для случая $v = 1$. Тогда $r = 2$ и из (18) имеем

$$g(x) = (x + \alpha)(x + \alpha^2),$$

где $\alpha = 3$; $\alpha^2 = 3^2 = 9 \equiv 4 \pmod{5}$.

Окончательно имеем

$$g(x) = (x + 3)(x + 4) = x^2 + 3x + 4x + 12 = x^2 + 7x + 12 \equiv x^2 + 2x + 2 \pmod{5}.$$

Итак, получили код $RS(4,2)$ с исправлением одной ошибки. Количество кодовых слов в этом коде равно $5^2 = 25$.

Из рассмотренных примеров видно, что количество кодовых слов увеличивается с ростом длины кода и числа информационных символов. Например, для кода $RS(31,27)$ имеем $32^{27} = 4,35561 \cdot 10^{40}$ кодовых комбинаций.

Заключение. Таким образом, можно сделать некоторые обобщения. Во-первых, в генераторном полиноме кода РС всегда присутствуют все его члены. Поэтому структурная схема кодера РС должна содержать все коэффициенты полинома $g(x)$, т.е. $g_0, g_1, g_2, \dots, g_r$, причем всегда $g_r = 1$. Во-вторых, степень генераторного полинома всегда равна r . В-третьих, всегда присутствует свободный член g_0 генераторного полинома. Конечно, все это усложняет аппаратуру кодера, но зато, по-видимому, обеспечивает более высокую корректирующую способность по сравнению с другими циклическими кодами.

Литература

1. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки / Пер с англ.; Под ред. К.Ш. Зигангирова. – М.: Мир, 1986.- 576 с.
2. Reed-Solomon Codes and Their Applications / S.B. Wicker and V.K. Bhargava (eds.).- N.Y.: IEEE Press, 1994.-321 p.
3. Rhee M.Y. Error Correcting Coding Theory. - N.Y.: McGraw-Hill, 1989.- 461 p.
4. Wicker S.B. Error Control Systems for Digital Communication and Storage.- N.J.: Prentice-Hall, 1994.- 503 p.
5. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е изд. / Пер. с англ.- М.: Издательский дом "Вильямс", 2003.- 1104 с.
6. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы: Справочник/ Под ред. чл.-кор. РАН Ю.Б. Зубарева.-М.: Горячая линия - Телеком, 2004.-126 с.
7. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение / Пер. с англ. В.Б. Афанасьева.- М.: Техносфера, 2005.- 320 с.
8. Гомцяц О.А. Методы формирования блочных циклических кодов // Вестник НПУА: Информационные технологии, электроника, радиотехника.- 2016.- №1.- С.85-93.

27.01.2017.

Հ.Ա. Գոմցյան, Ա.Գ. Ղուլյան, Բ.Ֆ. Բադալյան

ԲՈՒԽ-ՉՈՒԽԻՍՈՒՐԻ-ՀՈԿՎԻՆԳԵՄԻ ԵՎ ՌԻԴ-ՍՈԼՈՄՈՆԻ ԿՈԴԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՈՒՄԸ

Դիտարկված են Բոուգ-Չոուդհուրի-Հոկվինգեմի և Ռիդ-Սոլոմոնի կոդերի հիմնական պարամետրերը, կառուցման մեթոդիկան և օրինակները: Մեթոդիկայի հիմքում ընկած է համապատասխան գեներատորային բազմանդամի ձևավորումը, որն էլ սահմանում է կոդի կառուցվածքը և բնութագրերը: Բերված է սխեմատիկ և ոչ սխեմատիկ կոդերի մաթեմատիկական նկարագրությունը, դիտարկված են կիրառման ոլորտները:

Առանցքային բառեր. խանգարումակայուն կոդավորում, վերջավոր դաշտեր, Բոուգ-Չոուդհուրի-Հոկվինգեմի և Ռիդ-Սոլոմոնի կոդեր, սխեմների փաթեթներ:

H.A. Gomtsyan, A.G. Ghulyan, B.F. Badalyan

BOSE-CHAUDHURI-HOCQUENGHEM AND REED-SOLOMON CODES CONSTRUCTION

The basic parameters, methods and examples of Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH) and Reed-Solomon (RS) codes construction are considered. The method is based on the formation of the corresponding generator polynomial, which determines the structure and characteristics of code. The mathematical description of systematic and non-systematic cyclic codes is given, the fields of application are considered.

Keywords: error-correction coding, finite fields, Bose-Chaudhuri-Hocquenghem and Reed-Solomon codes, packets of errors.

Гомцяц Оганес Авакович - кандидат технических наук, доцент (НПУА)

Гуляян Альберт Гарегинович - доктор физико-математических наук, академик НАН РА (ИРФиЭ)

Бадалян Бениамин Феликсович - кандидат технических наук, доцент (НПУА)

ՀՏԴ 62-50

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ
ԵՎ ԳԻՏԱԿԱՆ ՍԱՐՔԱՇԽՆՈՒԹՅՈՒՆ

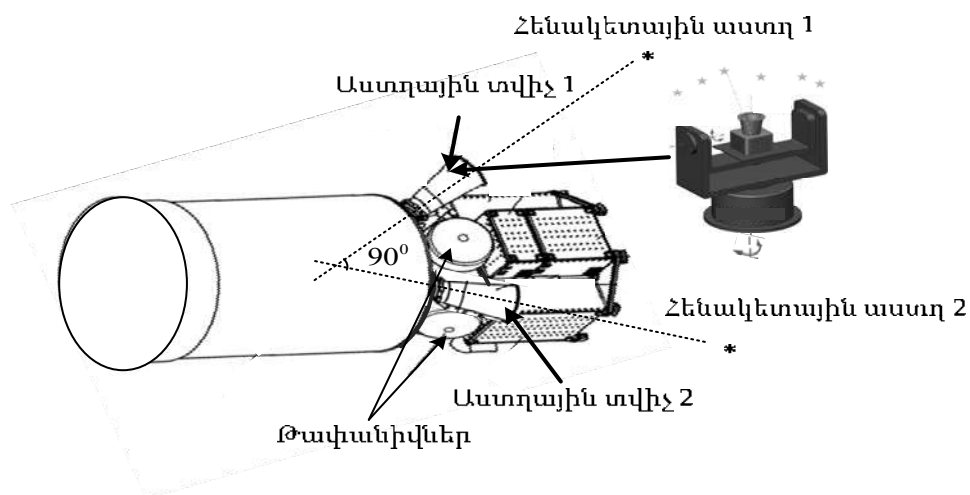
Տ.Ն. Հովհաննիսյան

ՓՈՔՐ ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ԹՈՉՈՂ ՍԱՐՔԻ Լ1 ԱԴԱՊՏԻՎ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Դիտարկված են որոշ հարցեր, որոնք առնչվում են թափանցիկ կառավարման և հենակետային աստղերի օգնությամբ եռառանցք կողմնորոշման համակարգով տիեզերական փոքր թռչող սարքի կայունությանը: Հիմնվելով դրական իրական փոխանցման մատրիցների հատկությունների վրա՝ ցույց է տրված, որ այդպիսի համակարգերը կայուն են աղապտացիայի գործակցի կամայական մեծ արժեքների, նույնիսկ աջակողմյան զրոներով համակարգերի դեպքում:

Առանցքային բառեր. տիեզերական թռչող սարք (ՏԹՍ), թափանցիկ կառավարման համակարգ, միատիպ համակարգ, աղապտիվ կառավարում, բնութագրիչ փոխանցման ֆունկցիա:

Ներածություն: Նկ. 1-ում դիտարկված է թափանցիկ կառավարման և հենակետային աստղերի օգնությամբ եռառանցք կողմնորոշման վերահսկողության համակարգերով տիեզերական փոքր թռչող սարքի կինեմատիկ սխեման [1]:



Նկ. 1. Երկու հենակետային աստղերի օգնությամբ տիեզերական փոքր թռչող սարքի հետևող համակարգի կինեմատիկ սխեման

Ինչպես ցույց է տրված նկ. 1-ում, աստղային տվիչներն ունեն միայն երկառանցք շարժման հնարավորություն և տեղադրված են թռչող սարքի լայնական հատույթում միմյանց ուղղահայաց ուղղությամբ: Աստղային տվիչների նման դասավորությունն ապահովում է համակարգի եռառանցք կողմնորոշում հենակետային աստղերի նկատմամբ [1]:

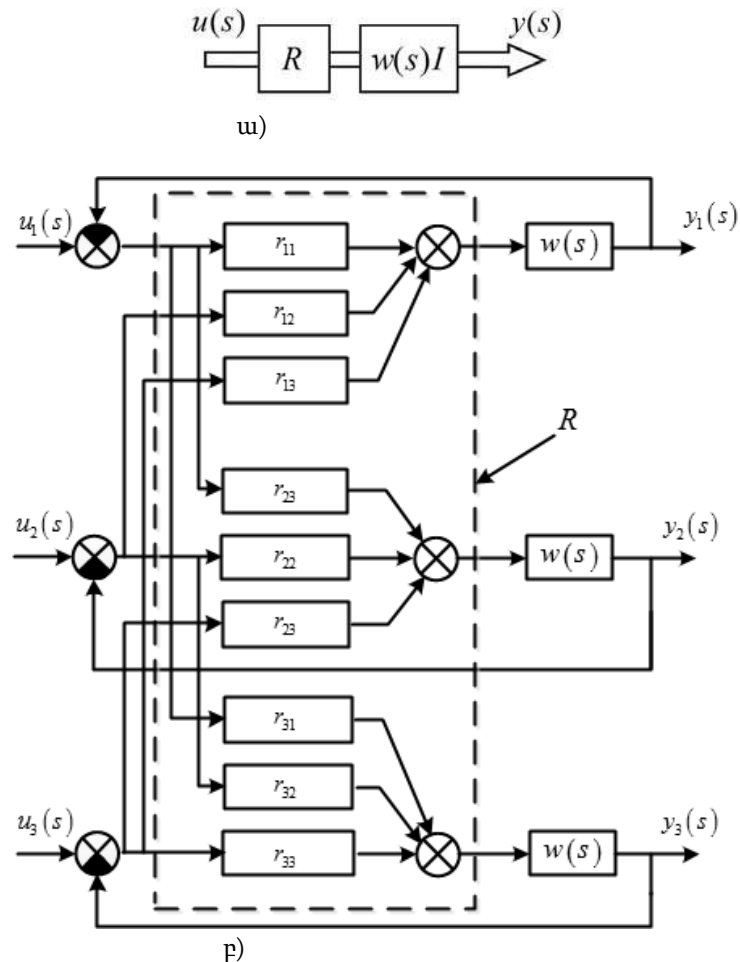
Այնպիսի բնագավառներում, ինչպիսիք են ավիատիեզերական ինժեներիան, քիմիական արդյունաբերությունը և այլն, շատ հաճախ, ի հայտ են գալիս այսպես կոչված *միատիպ* բազմաչափ կառավարման համակարգեր (ԲԱԿՀ) [2]: Վերոնշյալ տիեզերական թռչող սարքի հենակետային աստղերի օգնությամբ կողմնորոշման համակարգը նույնպես դասվում է նման ԲԱԿՀ-ի դասին: Հենակետային կոչվում են այն աստղերը, որոնք իրենց պայծառությամբ զգալիորեն առանձնանում են շրջապատող աստղերի ֆոնի վրա, այդ իսկ պատճառով կարող են օգտագործվել հետևելու համար: Նման համակարգերում չափման տարրերի՝ տվյալ դեպքում աստղային տվիչների զգայունության առանցքները չեն համընկնում ՏԹՍ-ի առանցքների հետ, որի արդյունքում առանձին կապուղիների միջև կոշտ (որոնց երբեմն անվանում են կինեմատիկ) փոխադարձ կապեր են առաջանում, որոնք կախված են հենակետային և ուսումնասիրվող աստղերի կազմած անկյուններից, ինչպես նաև

աստղային տվիչների տեղակայման եղանակից: Այդ կապերը հաստատուն են աստղերի կոնկրետ փոխադարձ դասավորության դեպքում և փոփոխվում են միայն այլ ուսումնասիրվող աստղի անցնելիս, որի համար սովորաբար ընտրվում է նոր, հարմար հենակետային աստղերի զույգ:

L1 ադապտիվ կառավարմամբ փոքր SԹՄ-ի կայունության վերլուծություն: Դիտարկվել է տիեզերական փոքր թռչող սարքի համակարգում L_1 բազմաչափ ադապտիվ կառավարումը [3]: Ի տարբերություն չափանմուշային կառավարման մոդելի (ՉՀԿՄ), որի դեպքում արագ ադապտացիայի պայմաններում տեղի էր ունենում համակարգի կայունության կորուստ, L_1 ադապտիվ կառավարումն ապահովում է համակարգի կայունությունը նույնիսկ ադապտացիայի բավականին մեծ արժեքների դեպքում [3]: Նկ. 2-ում տրված է SԹՄ-ի հետևման համակարգի բացված կառուցվածքային սխեման, երբ «հետևելն» իրականացվում է ըստ երեք լայնակի առանցքների: Կոշտ փոխադարձ կապերի $R = \{r_{ij}\}$ մատրիցն ունի հետևյալ տեսքը.

$$R = \begin{bmatrix} \cos \alpha_2 & \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 & -\cos \alpha_1 \sin \alpha_2 \\ 0 & \cos \beta \cos \alpha_1 & \cos \beta \sin \alpha_1 \\ 0 & \sin \beta \cos \alpha_1 - \sin \varphi & \sin \beta \sin \alpha_1 + \cos \varphi \end{bmatrix} : \quad (1)$$

Միատիպ ԲԱԿՀ-ի առանձին կապուղիներն ունեն միևնույն $w(s)$ փոխանցման ֆունկցիան, իսկ կոշտ փոխադարձ կապերի մատրիցն իրական թվային մատրից է:



Նկ. 2. Փոքր SԹՄ-ի հենակետային աստղերի օգնությամբ կողմնորոշման միատիպ ԲԱԿՀ-ի մատրիցային (ա) և բացված կառուցվածքային սխեման (բ)

Միատիպ ԲԱԿ-ի փոխանցման $W(s) = \{r_{ij}w(s)\}$ մատրիցը կարող է նկարագրվել հետևյալ կերպ.

$$W(s) = w(s)R : \quad (2)$$

(2)-ից հետևում է, որ $w(s)$ փոխանցման ֆունկցիան լիովին կառավարելի և դիտարկելի է:

Որպես հաստատուն պարամետրերով գծային եռաչափ ($N = 3$) համակարգերի հիմնարար մոդել, դիտարկենք մի համակարգ, որը կարող է արտահայտվել ըստ վիճակների տարածության հետևյալ կերպ.

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= Ax(t) + Bu(t), \\ y(t) &= Cx(t), \end{aligned} \quad (3)$$

որտեղ $x(t)$ -ն n_x չափողականություն ունեցող վիճակի վեկտորն է, $u(t)$ -ն և $y(t)$ -ն համապատասխանաբար՝ $N = 3$ չափողականության մուտքային և ելքային վեկտորներ են, իսկ A , B , C -ն համապատասխան չափողականության հաստատուն մատրիցներ են:

Միատիպ ԲԱԿ-ի փոխանցման $W(s)$ (2) մատրիցը կապված է (3)-ում նշված A , B , C մատրիցների հետ հետևյալ բանաձևով [4].

$$W(s) = C(sI - A)^{-1}B, \quad (4)$$

որտեղ I -ն միավոր մատրից է:

Հիմնվելով [5]-ում ստացված արդյունքների վրա՝ եռաչափ, խիստ կայուն միատիպ համակարգը վիճակների տարածությունում կարող է ներկայացվել հետևյալ հավասարումով (5), որը ներկայացնում է ինտեգրալային հետադարձ կապով գծային ԲԱԿ:

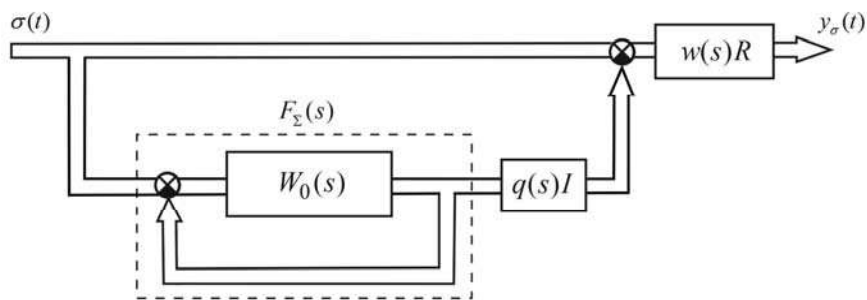
$$y(s) = w(s)q(s)Rk_g r(s) + w(s)R \left[I - q(s)[I + W_0(s)]^{-1}W_0(s) \right] \sigma(s), \quad (5)$$

որտեղ

$$W_0(s) = \frac{\Gamma}{s} W_B(s); \quad W_B(s) = B^T P(sI - A)^{-1}B : \quad (6)$$

Ինչպես երևում է (5) հավասարությունից, համակարգի ելքային ազդանշանը բաղկացած է երկու բաղադրիչից, որոնք ձևավորվել են համապատասխանաբար $r(t)$ հենակային ազդանշանից և $\sigma(t)$ վրդովմունքից:

Այժմ, հաշվի առնելով (5) հավասարությունը, կատարենք թափանցիկ կառավարման համակարգով հենակետային աստղերի օգնությամբ կողմնորոշվող փոքր ՏԹՄ-ի կայունության վերլուծություն: Ինչպես երևում է (5) հավասարության առաջին մասից՝ $w(s)$ և $q(s)$ փոխանցման ֆունկցիաների կայուն լինելու դեպքում մուտքային $r(t)$ -ով պայմանավորված գծային բաց միատիպ ԲԱԿ-ն կլինի կայուն, որը կախված չէ ադապտացիայի Γ գործակցից:



Նկ.3. $\sigma(t)$ վրդովմունքով պայմանավորված ադապտիվ համակարգի համարժեք կառուցվածքային սխեման

Ինչ վերաբերվում է (5)-ի երկրորդ մասին, որի կառուցվածքային սխեման պատկերված է նկ. 3-ում, այն պարունակում է բացասական հետադարձ օղակ բաց համակարգի $W_0(s)$ փոխանցման մատրիցով (6) և հետևյալ փակ համակարգի փոխանցման մատրիցով.

$$F_z(s) = [I + W_0(s)]^{-1}W_0(s), \quad (7)$$

իսկ բնութագրիչ հավասարման արմատները որոշվում են հետևյալ հավասարմամբ.

$$\det[I + W_0(s)] = \det\left[I + \frac{\Gamma}{s} W_B(s)\right] = 0 : \quad (8)$$

(7,8)-ից ակնհայտ է, որ աղապտիվ համակարգի բևեռները կախված են աղապտացիայի Γ գործակցից: Ինչպես երևում է, (6)-ում դիտարկված $N \times N$ ($N=3$) չափողականության $W_B(s)$ փոխանցման մատրիցը պատկանում է այսպես կոչված իրական դրական (ԻԴ) մատրիցների դասին [6]:

Այլընտրանքային է նաև միատիպ համակարգերին բնորոշ հետևյալ հավասարումների վերլուծությունը.

$$\begin{aligned} \dot{x}_i(t) &= A_0 x_i(t) + b_0 \varphi_i(t), \\ \varphi_i(t) &= \sum_{j=1}^3 r_{ij} u_j(t), \quad y_i(t) = c_0^T x_i(t) \quad (i=1,2,3), \end{aligned} \quad (9)$$

որտեղ (A_0, b_0, c_0) եռյակը համապատասխանում է $w(s)$ փոխանցման մատրիցի վիճակների տարածությունում ներկայացմանը:

(6)-ում նկարագրված $W_0(s)$ փոխանցման մատրիցը անկյունագծային չէ, սակայն, պահպանում է միատիպ համակարգին բնորոշ կառուցվածքը.

$$W_0(s) = \frac{\Gamma}{s} w_0(s) R_0, \quad (10)$$

որտեղ $w_0(s)$ փոխանցման ֆունկցիան տրվում է հետևյալ կերպ.

$$w_0(s) = b_0^T P_0 (sI - A_0)^{-1} b_0, \quad (11)$$

իսկ փոխադարձ կապերի R_0 թվային մատրիցը դրական կոդմնորոշված սիմետրիկ մատրից է.

$$R_0 = R^T R : \quad (12)$$

Հավասարում (11)-ում տրված P_0 դրական կոդմնորոշված մատրիցը Լյապունովի հավասարման լուծումն է.

$$A_0^T P_0 + P_0 A_0 = -Q_0 : \quad (13)$$

Ինչպես երևում է (9) և (11) հավասարումներից $w_0(s)$ փոխանցման ֆունկցիան պատկանում է իրական դրական ֆունկցիաների դասին, որի հատկությունները մանրամասն քննարկվել են [7] աշխատություններում:

Հիմնվելով բնութագրիչ փոխանցման ֆունկցիաների (ԲՓՖ) մեթոդի վրա [7]՝ $W_0(s)$ փոխանցման (6) մատրիցը կարող է ներկայացվել հետևյալ կանոնական տեսքով.

$$W_0(s) = L \text{diag}\{q_i^0(s)\} L^{-1}; \quad q_i^0(s) = \lambda_i \frac{\Gamma}{s} w_0(s) \quad (i=1,2,3), \quad (14)$$

որտեղ $q_i^0(s)$ -երը կոչվում են $W_0(s)$ -ի բնութագրիչ փոխանցման ֆունկցիաներ, ունիտար մոդալ L մատրիցը կազմված է R_0 սիմետրիկ մատրիցի օրթոնորմալ l_i սեփական վեկտորների բազմությունից (12) և λ_i իրական դրական սեփական արժեքներից:

(8)-ում նկարագրված բնութագրիչ հավասարումը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$\det[I + W_0(s)] = \prod_{i=1}^3 \left[1 + \lambda_i \frac{\Gamma}{s} w_0(s) \right] = 0, \quad (15)$$

իսկ նկ. 3-ում դիտարկված միատիպ աղապտիվ համակարգը կորոշվի $N=3$ բնութագրիչ հավասարումներով.

$$1 + \lambda_i \frac{\Gamma}{s} w_0(s) = 0 \quad (i=1,2,3): \quad (16)$$

Հաշվի առնելով [7]-ում ներկայացված արդյունքները՝ կարող ենք ասել, որ $q_i^0(s)$ ԲՓՖ-երը ունեն 1 կամ 2 հարաբերական աստիճան, նույնիսկ, (2)-ում տրված $w(s)$ փոխանցման ֆունկցիայի աջակողմյան զրոների դեպքում: Բացի այդ, $q_i^0(j\omega)$ -ի փուլերը միշտ $\leq \pm 180^\circ$, ինչից հետևում է, որ $q_i^0(j\omega)$ Նայքվիստի կորերը չեն կարող ընդգրկել $(-1, j0)$ սահմանային կետը, աղապտացիայի Γ

գործակցի ցանկացած արժեքների դեպքում: Ի վերջո, $q_i^0(s)$ ԲՓՖ-ի արմատային հոդորաֆը կձգտի անսահմանության, երբ $\Gamma \rightarrow \infty$, բացասական իրական կիսաառանցքի երկայնքով կամ կեղծ առանցքին զուգահեռ ափսոսաբանության երկայնքով, որոնք ընկած են ձախ կիսահարթությունում:

Եզրակացություն: Յույց է տրվել, որ նկ. 2-ում պատկերված ՏԹՄ-ի միատիպ բազմաչափ ադապտիվ համակարգը կայուն է ցանկացած $W(s)$ կայուն փոխանցման մատրիցի և ադապտացիայի ցանկացած Γ գործակցի դեպքում: Այդ պնդումը բխում է այն փաստից, որ նկ. 3-ում նկարագրված ԲԱԿՀ-ի (6)-ում տրված $W_B(s)$ փոխանցման մատրիցը պատկանում է իրական դրական մատրիցների դասին:

Գրականություն

1. **Wie B.** Space Vehicle Dynamics and Control, Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics.- 2008. 2nd ed. - 966p.
2. **Gasparyan O.N.** Linear and Nonlinear Multivariable Feedback Control: A Classical Approach.-John Wiley & Sons, UK, 2008. -354p.
3. **Hovakimyan N. and Cao C.** L1 Adaptive Control Theory-Guaranteed Robustness with Fast Adaptation. -SIAM, Philadelphia, 2010. -340p.
4. **Skogestad S. and Postlethwaite I.** Multivariable Feedback Control. Analysis and Design.-John Wiley and Sons Ltd., Chichester, Sussex, UK, 2005. -595p.
5. On Application of L1 Adaptive Control to Multivariable Control Systems. Part I. General-Type Multivariable Systems / **T. Hovhannisyan, N. Vardanyan, O. Gasparyan, N. Hovakimyan**, et al // Известия НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. – 2014. – Т.67, №4. – С. 434-445.
6. **Ioannou P. and J. Sun.** Robust Adaptive Control.- Prentice Hall, 1996. -834p.
7. On Application of L1 Adaptive Control to Multivariable Control Systems. Part 2. Uniform Systems / **T. Hovhannisyan, N. Vardanyan, O. Gasparyan, N. Hovakimyan**, et al // Известия НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. – 2015. – Т.68, №2. – С. 238-249.

09.01.2017.

Т.Н. Оганесян

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ L1 АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАЛЫМ КОСМИЧЕСКИМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

Рассмотрены некоторые вопросы, связанные с устойчивостью многомерных систем управления малым космическим летательным аппаратом с трехосной ориентацией с помощью двух звездных датчиков. Основываясь на свойствах положительных действительных передаточных матриц, показано, что подобные системы устойчивы при произвольно больших значениях коэффициента адаптации, даже в случае систем с правосторонними нулями. Выявлены и объяснены некоторые специфические свойства однотипных адаптивных систем.

Ключевые слова: малый космический летательный аппарат, маховичная система управления, однотипная система, адаптивное управление, характеристическая передаточная функция.

T.N. Hovhannisyan

ON STABILITY OF L1 ADAPTIVE CONTROL SYSTEM OF SMALL SPACECRAFT

Some issues concerning the stability of small spacecrafts with the adaptive flywheel control and three-axis orientation via two star trackers are discussed. Based on the properties of positive real transfer matrices, it is shown that such systems are stable for arbitrary large values of the adaptation gain, even in the case of the systems with right half plane zeros.

Keywords: spacecraft, flywheel control system, uniform system, adaptive control, characteristic transfer function.

Հովհաննիսյան Տարոն Նվերի - հետազոտող, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան (ՀԱՊՀ)

ՀՏԴ 62-50

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ
ԵՎ ԳԻՏԱԿԱՆ ՍԱՐՔԱՇԽՆՈՒԹՅՈՒՆ

Լ.Գ.Կիրակոսյան

ՎԻՐՏՈՒԱԼԱՑՄԱՆ ԴԵՐՆ ԱՄՊԱՅԻՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐՈՒՄ

Վերջին տարիներին արագ զարգանում են ամպային տեխնոլոգիաները, որոնք առաջարկում են շահեկան լուծում ծառայությունների, հիշողության և համակարգչային ռեսուրսների տրամադրման համար՝ առանց մեծ ներդրումների, ընթացիկ հսկողություն պահանջելու: Ծառայությունը մատուցող ընկերության տեսանկյունից ամպային տեխնոլոգիաները փոքրացնում են սարքավորումների գնման քանակն ու դրանց վերահսկողության ժամանակահատվածը: Հոդվածում ուսումնասիրվել է ամպային տեխնոլոգիաներում կիրառվող վիրտուալացման դերը դրա շահագործման և կառավարման մեջ, համակարգի ավտոմատացման հնարավորություններն ու Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանում կիրառման առանձնահատկությունները:

Առանցքային բառեր. ամպ, ամպային տեխնոլոգիաներ, վիրտուալացում, կառավարում, VMware:

Ըստ Ազգային ստանդարտների և տեխնոլոգիաների ինստիտուտի սահմանման [1] ամպային տեխնոլոգիաները բաժանվում են երեք խմբի՝ Infrastructure as a service (IaaS), Platform as a service (PaaS) և Software as a service (SaaS): Ըստ տրամադրված ծառայությունների բաժանումից բացի, գոյություն ունի նաև դասակարգում ըստ տեղակայման մոդելի՝ հանրային ամպ, մասնավոր ամպ, հիբրիդային ամպ և համայնքային ամպ: Ամպային տեխնոլոգիան հիմնված է վիրտուալացման, ցանցային կարգավորումների և ծրագրային լուծումների վրա և, ելնելով այս ամենից, կարելի ասել, որ այն ոչ թե նոր տեխնոլոգիա է, այլ նոր հասկացություն, մոդել:

Օգտատիրոջ տեսանկյունից ամպը տեղափոխում է հաշվողական և տարածքային խնդիրները լոկալ սարքերից դեպի հեռադիր սերվերներ, որի շնորհիվ լոկալ համակարգչային թողունակության նկատմամբ պահանջները փոքրանում են: Ամպային ծառայություններին մուտք ունենալու համար օգտատերերը կիրառում են վեբ բրաուզեր [2]:

Հաճախ վիրտուալացումը համարում են արդեն իսկ մասնավոր ամպի շահագործում: Մակայն իրականում այդպես չէ: Վիրտուալացումը տեխնոլոգիա է, որտեղ ֆիզիկական սարքերը տարանջատվում են օպերացիոն համակարգերից և դրանց վրա տեղադրված ծրագրերից: Այս տեխնոլոգիան վերջին ժամանակների գույց և ամենակարևոր ներդրումներից է, որը հեղափոխեց տեղեկատվական ոլորտը: Վիրտուալացման ամենակարևոր հատկանիշներից մեկն այն է, որ հնարավորություն է տալիս կատարել հսկայական խնայողություններ սարքավորումների շահագործման ոլորտում: Մինչ վիրտուալացման հասանելիությունը սերվերների շահագործման օգտակար գործողության գործակիցը շատ ավելի ցածր էր, որը նախապես պայմանավորված էր նրանով, որ յուրաքանչյուր սերվերի վրա տեղադրված էր լինում մեկ օպերացիոն համակարգ: Ստացվում էր, որ յուրաքանչյուր նոր համակարգի համար գնվում էր նոր սերվեր: Բացի նոր տեխնիկայի գնման վրա ծախսված գումարների, այս լուծումն ավելի անարդյունավետ է դառնում, երբ հաշվին առնվում էներգիայի օգտագործման ծախսերը յուրաքանչյուր նոր սերվերի շահագործման ժամանակ:

Վիրտուալացումը հիմնովին հեղափոխեց այս խնդիրների լուծման ուղիները: Ապահովելով ֆիզիկական սերվերների օպտիմալացում՝ այն հնարավորություն է տալիս մեկից ավել օպերացիոն համակարգերի շահագործում մեկ ֆիզիկական սարքի վրա: Վիրտուալացման միջոցով սերվերի վրա ստեղծվում են վիրտուալ մեքենաներ, որոնք իրականում ծրագրային միջավայր են օպերացիոն համակարգի շահագործման համար: Բոլոր վիրտուալ մեքենաներն աշխատում են իրարից առանձնացված միջավայրերում:

Ավանդական լուծումների ժամանակ սերվերի վրա տեղադրվում էր մեկ օպերացիոն համակարգ, որն էլ շահագործվում էր: Եթե օգտագործվող սերվերի հիշողությունն ամբողջությամբ օգտագործված էր լինում, ապա այն պետք է փոխարինվեր նոր սերվերով կամ դրան կցվեր նորը [3]:

Ավանդական լուծումով սերվերներն ունեն հետևյալ առավելությունները՝

- համակարգերի հեշտ տեղադրում,
- վերականգնման պարզ տարբերակ:

Թերություններն են՝

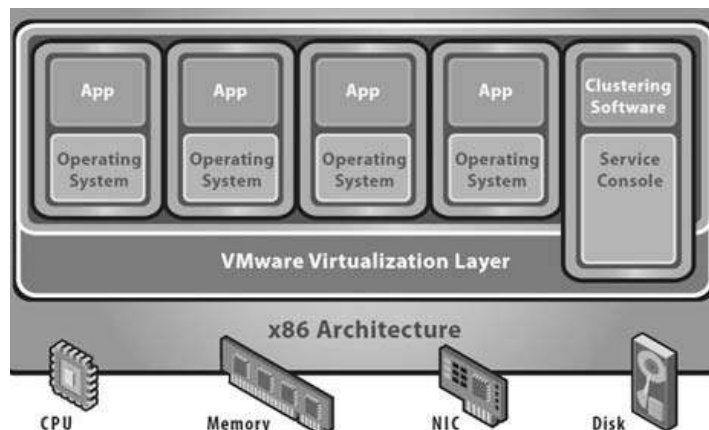
- ֆիզիկական մակարդակի ղեկավարման ֆինանսականանշահավետություն,
- դուպլիկացիայի խնդիրներ,
- ֆիզիկական մակարդակի թարմացման դժվարություն:

Այս խնդիրները մեծամասամբ լուծվում են վիրտուալացման կիրառման ժամանակ: Վիրտուալացման համակարգերն իրականացնում են ծրագրային մակարդակի ինկապտույացիա՝ բաժանելով այն ֆիզիկական մակարդակից: Այս լուծումը հնարավորություն է տալիս առաջիկայում, անհրաժեշտության պարագայում, տեղափոխել տեղադրված օպերացիոն համակարգը (տրամադրվող ծառայության հետ) մեկ այլ ֆիզիկական սերվերի վրա:

Տեխնոլոգիայի մեկ այլ առավելություննայն է [4], որ եթե շահագործման ընթացքում տրամադրված ռեսուրսները բավարար չլինեն, ապա առանց որևէ ապարատային կառուցվածքի փոփոխության, հնարավոր կլինի կատարել լրացուցիչ ռեսուրսների հավելում արդեն առկա վիճակին: Բացի այդ, եթե հաշվի առնենք, որ տարածքը հնարավոր է տրամադրել նաև այնպես, որ օգտատերն ինքնուրույն կարգավորումներ անի, ապա այս պարագայում ևս պարզ է դառնում, որ լուծումը միայն վիրտուալացմանկիրառումն է: Այս տեխնոլոգիան տրամադրում են մի շարք ընկերություններ՝ բաց և փակ կոդով տարբերակներով [5]: Բաց ծրագրային կոդով լուծումները հնարավորություն են տալիս փոքրացնել կատարվող ծախսերը: Ընդհանուր առմամբ վիրտուալացման կիրառումը տալիս է հետևյալ առավելությունները

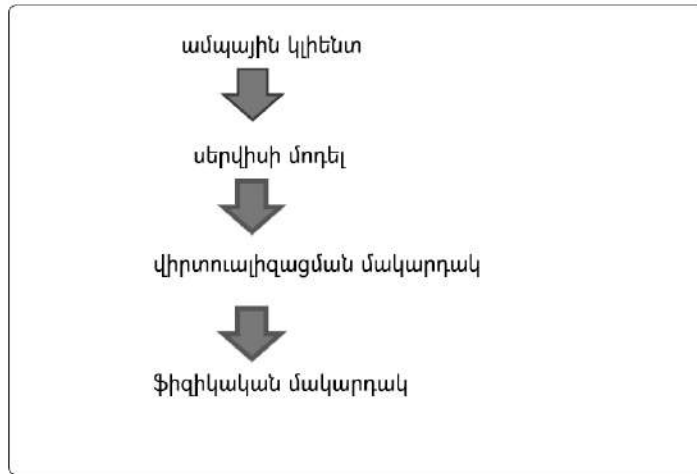
- կիրառվող ֆիզիկական ռեսուրսների ՕԳԳ-ի բարձրացում,
- գնի նվազում՝ ելնելով ֆիզիկական սարքերի քանակի փոքրացումից,
- սպասարկման ծախսերի փոքրացում,
- վերականգնման ծախսերի փոքրացում,
- ադմինիստրատորման փոքրացում,
- ծրագրերի տեղադրման ժամանակի կրճատում,
- համատեղելիության խնդիրների կրճատում:

Որպես վիրտուալացման տեխնոլոգիա՝ ուսումնասիրենք VMware տեխնոլոգիան [6]՝ հաշվի առնելով տեխնոլոգիայի լայն ֆունկցիոնալն ու համատեղելիության բարձր ցուցանիշները: Վիրտուալացման համակարգը տեղադրվում է սերվերի վրա, որպես դրա հիմնական օպերացիոն համակարգ (նկ. 1): Առաջիկայում տեղադրվող օպերացիոն համակարգերը (ՕՇ) արդեն իսկ տեղադրված հիմնական օպերացիոն համակարգի «հյուր» ՕՇ-երեն: Համակարգը հնարավորություն է տալիս «հյուր» օպերացիոն համակարգերի տեղափոխություն (migration), կլոնավորում (cloning), առաջիկայում ռեսուրսների ավելացում, հիշողության տարածքի մեծացում և այլն [7]: Համակարգի առավելություններից է նաև CloudStack ամպային համակարգի հետ ինտեգրված լինելը [8]:



Նկ.1. Վիրտուալացման տեխնոլոգիայի կառուցվածքը [6]

Ամպային տեխնոլոգիաներում տարածք/հիշողությունը վիրտուալ կերպով տրամադրվում է օգտատերերին, որն էլ պահանջում է կենտրոնական սերվեր (պլատֆորմ), որտեղ հիպերվայզորը (ծրագիր, որն ուղիղ աշխատում է ֆիզիկական սարքերի հետ) աշխատում է (նկ.2):



Նկ.2 Հիմնական կառուցվածքը

Վիրտուալացման մոդելը կազմված է ամպային ծառայությունից օգտվող օգտատերերից, ծառայության մոդելից, վիրտուալացման մոդելից և ամբողջ ծառայությունը մատուցող ծրագրից, որն անմիջապես աշխատում է ֆիզիկական մակարդակի հետ: Վիրտուալացման տեխնոլոգիան հնարավորություն է տալիս մեկ սերվերի վրա շահագործել մեկից ավելի օպերացիոն համակարգեր՝ այդպիսով բարձրացնելով շահագործվող սերվերի արդյունավետությունը: Բացի այն, որ մեկ ֆիզիկական սերվերի վրա շահագործվում են մի քանի օպերացիոն համակարգեր, դրանք նաև օգտագործում են սերվերի հզորությունը միայն այն ժամանակ, երբ դրա կարիքն ունենում են: Այսինքն՝ եթե մեկ օպերացիոն համակարգը նշված պահին ավելի շատ պրոցեսորային թողունակության կարիք ունի, ապա վիրտուալացման համակարգն այդ պահին ՕՏ-ին տրամադրում է իր կողմից պահանջված թողունակության ծավալը: Այս առավելություններից բացի, ամպային տեխնոլոգիաներում վիրտուալացման առավելություններին ավելանում են նաև հետևյալ առավելությունները՝

- չկա ֆիզիկական սերվերներ ձեռք բերելու անհրաժեշտություն,
- ռեսուրսները վարձակալվում են ըստ կարիքների,
- ինքնուրույն վիրտուալ մեքենաների ստեղծման հնարավորություն:

Ելնելով վիրտուալացման առավելություններից և դրա շահագործման մեծ ծավալներից, այժմ ապարատային արտադրողներն ապահովում են վիրտուալացման շահագործումն իրենց կողմից արտադրված ֆիզիկական սարքավորումների վրա: Այսպես, «Ինթել» ընկերությունը առաջինն էր, որ ներկայացրեց Intel® VT տեխնոլոգիան: Intel® VT -ի աշխատանքային սկզբունքը պրոցեսորի վիրտուալացման ապահովումն է [9]: VMware ընկերությունը նույնպես ունի հատուկ լուծումներ տարբեր ընկերությունների կողմից արտադրված սերվերների համար՝ յուրաքանչյուրի համար իր իսկ դրայվերների ինտեգրումով:

Վիրտուալացումն ապահովում է մի շարք գործողությունների ավտոմատացում[6], որոնցից են՝

- վիրտուալ մեքենաների տրամադրում,
- վիրտուալ մեքենաների ռեսուրսների վերաբաշխում,
- համակարգերի աշխատանքի մասին տեղեկատվության տրամադրում:

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանում (ՀԱՊՀ) ստեղծվող ամպային լուծումների համար կարևորագույն դեր ունի վիրտուալացումը, որի վրա կառուցվում են բոլոր մյուս համակարգերը: Կիրառելով VMware ընկերության կողմից առաջարկվող լուծումները՝ հնարավոր է դառնում մեկ ֆիզիկական սերվերի վիրտուալացման շնորհիվ աշխատացնել 5 վիրտուալ կառավարման համակարգ, որոնց դերը ՀԱՊՀ ամպային լուծումների [3] անխափան և անվտանգ աշխատանքի

ապահովումն է: Բացի այդ, ներդրված ամպային ծառայությունները մատուցող համակարգը՝ Apache Cloudstack-ը նույնպես աշխատում է վիրտուալացման հիմունքներով [10]: Մինչդեռ ժամանակ, առկա խնդիրներին համապատասխան ծառայությունը մատուցող ծրագրային լուծումներն սրբելիս, ներդնելիս, պետք է հաշվի առնել համակարգի հետագա ընդլայնման ու անվտանգության խնդիրները, վերականգնման գործիքամիջոցների առկայությունը:

Գրականություն

1. <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>
2. **Kirakosyan L.G., Nazaretyan Kh.A.** Cloud system deployment and management // ՀՀ ԳԱԱ և ՀԱՊՀ Տեղեկագիր. – 2016. - Հ.69, N4. – Էջ 439-446:
3. **Vouk M.A.** Cloud Computing Issues Research and Implementations // Journal of Computing and Information Technology. – 2008. -16.- P. 235–246.
4. <https://software.intel.com/en-us/articles/the-advantages-of-using-virtualization-technology-in-the-enterprise>
5. <http://www.serverwatch.com/server-trends/slideshows/top-10-virtualization-technology-companies-for-2016.html>
6. <https://www.vmware.com/pdf/virtualization.pdf>
7. https://www.vmware.com/pdf/vi_architecture_wp.pdf
8. <http://docs.cloudstack.apache.org/projects/cloudstack-installation/en/4.9/hypervisor/vsphere.html>
9. <http://www.intel.com/content/www/us/en/virtualization/virtualization-technology/intel-virtualization-technology.html>
10. <https://cloudstack.apache.org/>

01.02.2017.

Л.Г. Киракосян

РОЛЬ ВИРТУАЛИЗАЦИИ В ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

В последние годы облачные технологии получили большое развитие. Они предлагают экономичное решение для таких услуг, как хранение данных и вычислительных ресурсов, без необходимости сложных реализаций или постоянного наблюдения. С точки зрения провайдера, реализация облачных технологий уменьшает количество аппаратных средств и программного обеспечения, необходимого для поддержки упомянутых выше систем. Исследованы роль виртуализации в области облачных технологий, доступные методы автоматизации и особенности реализации облачной системы в Национальном политехническом университете Армении.

Ключевые слова: облако, облачные технологии, виртуализация, управление, VMware.

L.G. Kirakosyan

VIRTUALIZATION'S ROLE IN CLOUD TECHNOLOGIES

Cloud computings have had a fast grow in recent years. They offer cost-effective solution for such services as data storage and computing resources, without the need of complicated implementations or ongoing monitoring. From the provider's perspective cloud computing implementation reduces the amount of hardware and software needed to support above mentioned systems. The research of virtualization's role in cloud computing, available automation methods and system's role in cloud implementation at National Polytechnic University of Armenia are studied.

Keywords: cloud, cloud technology, virtualization, management, VMware.

Կիրակոսյան Լևոն Գասպարի - ՀԱՊՀ ասպիրանտ, ՀԱՊՀ Տեղեկատվական համակարգերի և ցանցերի սպասարկման բաժնի պետ

ՀՏԴ 621.3.049.77

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ
ԵՎ ԳԻՏԱԿԱՆ ՍԱՐՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ

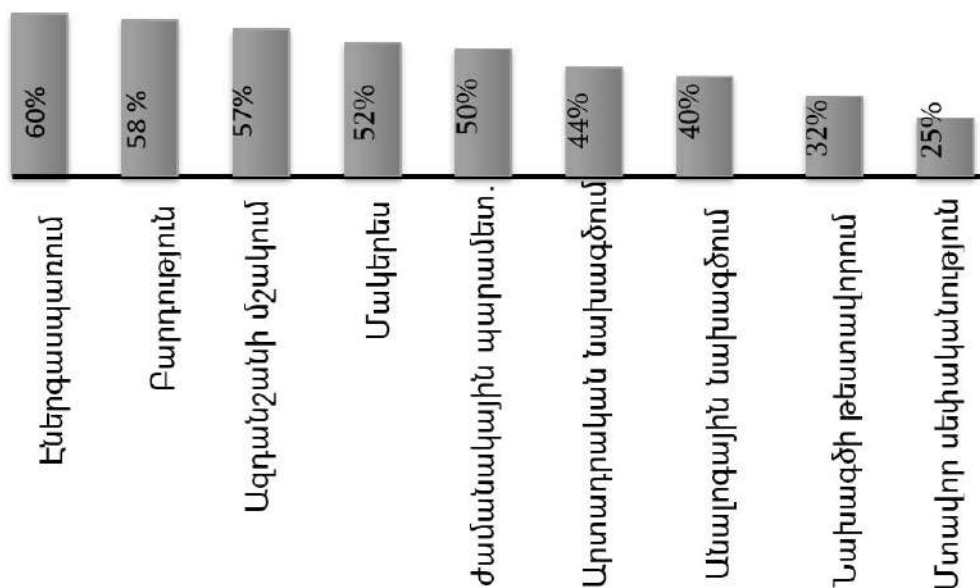
Դ.Ռ. Բաբայան

ԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽԱԿԱՆԱՅԻՆ ՑԱԾՐ ԷՆԵՐԳԱՍՊԱՌՄԱՄԲ ԼԱՐՄԱՆ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ՓՈԽԱԿԵՐՊԻՉ

Առաջարկվում են սխեմատեխնիկական մոտեցումներ ցածրից բարձր մակարդակի փոխակերպիչի համար, որոնց հիմնական նպատակն է ապահովել ցածր էներգասպառում և ճշգրիտ մեկի/զրոյի տևողությունների հավասարություն (լցման գործակից): Առաջարկվող սխեմատեխնիկական եղանակները իրենց մեջ ինտեգրում են ուժեղ զրո ապահովող տրանզիստորների հանգույց և վիճակը պահպանող/վերականգնող հանգույց: Բերված համակարգի առավելությունները առավել հստակ են երևում 0,5 ԳՀց-ից բարձր հաճախությունների դեպքում՝ ապահովելով զգալի էներգախնայում՝ մինչև ժամանակ ունենալով մակերեսի մեծացում:

Առանցքային բառեր. մակարդակի փոխակերպիչ, ցածր էներգասպառում, վիճակը պահպանող/վերականգնող հանգույց:

Ներածություն: Հայտնի է, որ էներգասպառումը ինտեգրալ սխեմաներում կարևորագույն խնդիր է [1]: Նույնը նաև ապացուցում են ճարտարագետների շրջանում անցկացված հարցման արդյունքները (նկ. 1):



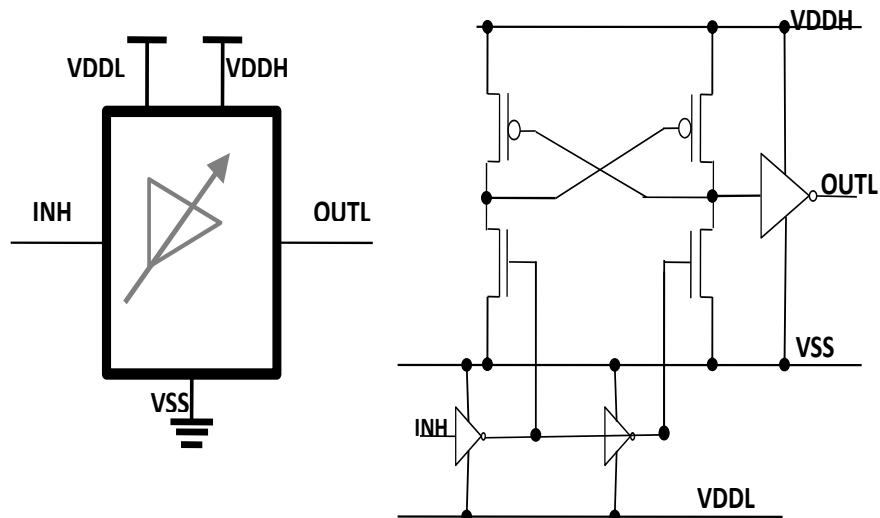
Նկ. 1. Ճարտարագետների շրջանում կատարված հարցման արդյունքները

Կան էներգասպառման նվազեցման մի շարք մեթոդներ [2] (ԷՆՄ), որոնցից երկուսում կիրառելի են լարման մակարդակի փոխակերպիչները.

- բազմակի սնման լարումներով նախագծման մեթոդ,
- հզորության շրջափակման մեթոդ:

Լարման փոխակերպիչները երկու տեսակի են՝ բարձրից ցածր և ցածրից բարձր. երբ ազդանշանը փոխանցվում է տարբեր լարումներով աշխատող տիրույթների, անհրաժեշտ են լարման մակարդակի փոխակերպիչներ: Դրանք բաշխվում են ամբողջ սխեմայով և գրավում բավականին մեծ մակերես, ունենալով մեծ էներգասպառում, ուստի շատ կարևոր է լարման փոխակերպիչների էներգախնայող լինելը [3]: Ցածրից բարձր լարման մակարդակի փոխակերպիչներում ենթակառավարող ազդանշանը ավելացնում է հապաղումը մուտքերում, որն իր հերթին կարող է հանգեցնել փոխանջատման հոսանքի

մեծացման և աղմուկների: Դանդաղ անցման ժամանակը նշանակում է, որ ազդանշանը ծախսում է ավելի շատ ժամանակ շեմային լարման վրա, որի արդյունքում կարճ միացման հոսանքը ավելի երկար կհոսի [4]: Այսպիսի մակարդակի փոխակերպիչի օրինակ է ցույց տրված նկ. 2-ում:



Նկ.2. Ցածրից բարձր մակարդակի դասական փոխակերպիչ

Այս կառուցվածքն ունի տրամաբանական կրկնիչներ և շրջված ցածր լարման փոխակերպիչ: Դեպի վեր մակարդակի փոխակերպումը պահանջում է երկու սնման գիծ և սովորաբար կիսում՝ ընդհանուր հողանցումը [5]: Ցածրից բարձր մակարդակի փոխակերպիչներն ունեն գզալի մեծ հապաղում՝ բարձրից ցածր մակարդակի փոխակերպիչների համեմատ: Բերված ցածրից բարձր մակարդակի փոխակերպիչն ունի հետևյալ թերությունները՝ առաջին. բարձր հաճախականային տիրույթներում աշխատելու ժամանակ առաջանում է բավականին մեծ չափի N-ՄՕԿ տրանզիստորներ ունենալու անհրաժեշտություն (4...5 անգամ մեծ քան հաջորդաբար միացված վերին մասում տեղակայված P-ՄՕԿ տրանզիստորները): Երկրորդ թերությունն այն է, որ դրական հետադարձ կապի արագության ոչ բավարար լինելու պատճառով ավելի շատ ժամանակ է անհրաժեշտ, որպեսզի մակարդակի փոխակերպիչի տրանզիստորները գան հաստատուն վիճակի, ինչը ավելորդ փոխանջատման հոսանքի սպառման պատճառ է դառնում: Երրորդ՝ նշված տիպի մակարդակի փոխակերպիչներում բարձր հաճախությունների դեպքում բավականաչափ բարդ է ապահովել փոխանջատման խնդիրը՝ թույլ դրական հետադարձ կապի շնորհիվ [6]:

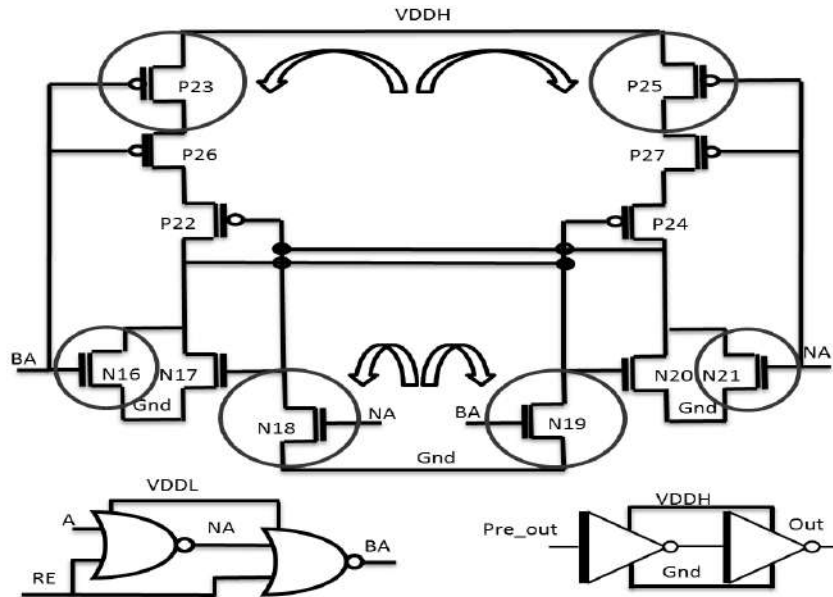
Առաջարկվող լարման մակարդակի փոխակերպիչների կառուցվածքները: Առաջարկվող կառուցվածքում օգտագործվել է լրացուցիչ տրանզիստորների հանգույց, որը հնարավորություն է ընձեռում զուգահեռ ճյուղով ապահովել լիցքաթափում, ունենալ ուժեղ զրո: Ապահովելով զուգահեռ տրանզիստորային միացում՝ զումարային դիմադրությունն իջնում է, ինչը հնարավորություն է ընձեռում ստանալ ավելի արագ անցում դեպի զրո մակարդակ՝ միաժամանակ կրճատելով անցումային երևույթների տևողությունը և այդ ժամանակահատվածում սպառված դինամիկ հզորությունը (նկ. 3):

Նոր մոտեցման շնորհիվ համակարգը դառնում է ավելի արագագործ, կայուն՝ ապահովելով հուսալի փոխանջատում, ինչը նպաստում է մետաստաբիլ անկայուն վիճակ ընկնելու հավանականության նվազմանը:

Հաճախ գերմեծ ինտեգրալ սխեմաներում կիրառվում է էներգախնայող վիճակ, որն առավել հայտնի է որպես ստատիկ քնի վիճակ [6]: Այդ ռեժիմում համակարգում ազդանշանի փոխանցում, ընդունում կամ մշակում տեղի չի ունենում, այդ իսկ պատճառով շատ հաճախ սխեման ընկնում է պասիվ վիճակ: Պասիվը այն վիճակն է, երբ համակարգի սնուցումը ակտիվ է, բայց շղթայի ճյուղերը անջատված են սնուցման դողից բանալի տրանզիստորների միջոցով: Միևնույն ժամանակ բանալի տրանզիստորների մեծ կորստյան հզորության պատճառով, (պայմանավորված նաև տրանզիստորների քանակով, ճյուղավորման գործակցով) ստացվում է գզալի էներգասպառում [5]: Այդ էներգասպառումը կանխելու ընդունված եղանակներից է սնուցման լարման իջեցումը կիսով չափ

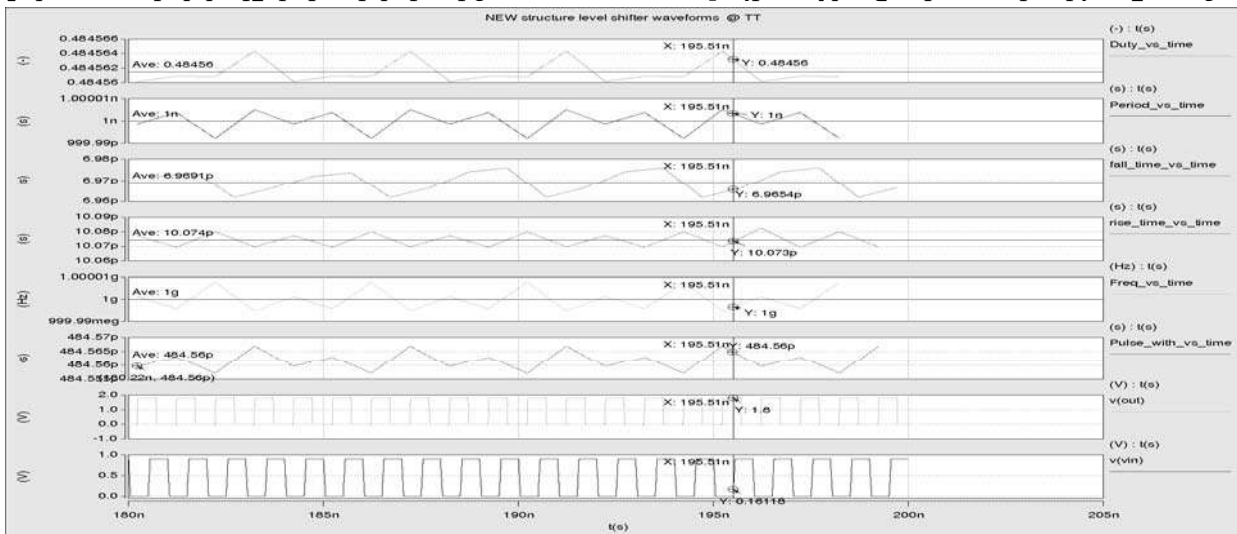
The top diagram shows a 1T1C1D1S SR latch. It consists of two cross-coupled inverters. The left inverter has a PMOS transistor P10 and an NMOS transistor N2. The right inverter has a PMOS transistor P8 and an NMOS transistor N7. The inputs are IN and IN!. The outputs are connected to the gates of the transistors. The bottom diagram shows the CMOS implementation of the latch. It features two PMOS transistors P11 and P9 connected to VDDH, and two NMOS transistors N3 and N4 connected to Gnd. The inputs IN and IN! are connected to the gates of P10 and N2, respectively. The outputs are connected to the gates of P8 and N7, respectively. The bottom diagram also shows a CMOS implementation of the latch using two inverters and a cross-coupled structure, with inputs IN1 and IN! and outputs IN and Gnd.

Առաջարկվող տարբերակում ներդրված են հետադարձ կապով իրար միացված երկու տրամաբանական ՈՉ տարրեր՝ վիճակը պահպանելու և այնուհետև վերականգնելու համար։ Առաջարկվող կառուցվածքում գրեթե չկա մետաստաբիլ վիճակ ընկնելու հավանականություն, քանի որ զուգահեռ միացված N-UOU (N18 և N19) և հաջորդաբար միացված P-UOU (P23 և P25) տրանզիստորները սխեմատիկական միացմամբ կապված են դրական հետադարձ կապին՝ սխեմային գերծ պահելով սկզբնական անկայուն վիճակ ընկնելու հավանականությունից։ Այսպիսով, տվյալ մակարդակի փոխակերպիչն ապահովում է երկու հիմնական գործառույթ՝ տվյալների փոխանցում մակարդակի փոփոխությամբ և վիճակի պահպանում՝ անհրաժեշտության դեպքում, ապահովելով բարձր կայունություն և ցածր էներգասպառում (նկ. 4)։



Նկ.4. Ցածրից բարձր մակարդակի փոխակերպիչ, առաջարկվող էներգախնայող սխեմատիկական կառուցվածք

Ստացված արդյունքների ամփոփում: Կատարվել է երեք նախագիծ՝ բոլորի համար հիմք ընդունելով մուտքային նույն պայմանները: Մուտքային լարման մակարդակը 0,95Վ է, ելքային լարման մակարդակը փոխակերպումից հետո՝ 1,8Վ: Մուտքային ազդանշանի հաճախությունը 1 ԳՀց է:



Նկ.5. Ժամանակային վարքագծի բնութագրերը (նկ. 4) –ում պատկերված առաջարկվող սխեմատիկական հանգույցի համար

Պատկերված գրաֆիկում (նկ. 5) ներկայացված է լցման գործակցի, պարբերության, հաճախության, աճի և նվազման տևողությունների կախվածությունը ժամանակից, մուտքային և ելքային ազդանշանները և դրանց կախվածությունը ժամանակից՝ կատարված նկ. 4 –ում պատկերված սխեմատիկական հանգույցի համար:

Ստացվել է մոտ 48,5% լցման գործակից, անփոփոխ միջին հաճախություն/պարբերություն 1 ԳՀց/ 1 նվ, 200 նվ/ մոդելավորման ընթացքում: Աճի և նվազման ժամանակների տարբերությունները բնութագրում են համակարգի հավասարակշռությունը լիցքավորման և լիցքաթափման ժամանակ, որը նույնպես ստացվել է տեխնիկական առաջադրանքին համապատասխան և հաշվարկվել է հետևյալ բանաձևով (1):

$$Trfdiff = \frac{Tr - Tf}{Tf} \cdot 100\% : \quad (1)$$

Առաջարկվող մակարդակի փոխակերպիչը ունի երկու աշխատանքային վիճակ առաջին՝ տվյալների փոխանցման և փոխակերպման ռեժիմ, երկրորդ՝ վիճակի պահպանման և վերականգնման ռեժիմ: Վիճակի պահպանման և վերականգնման ռեժիմ ընկնելու ազդանշանների դասակարգումը հետևյալն է. ինչպես արտացոլված է սխեմայում RE ազդանշանի 1 ակտիվացնելուն պես BA և NA ազդանշանները դառնում են տրամաբանական 0՝ փակելով N-UOU տրանզիստորները (N10 և N20): Միաժամանակ բացվում են P-UOU տրանզիստորները (P23 և P25, P26 և P27)՝ ապահովելով սնուցման լարման անկում ինտեգրված հիշող սխեմայի վրա՝ պահպանելով նախորդ վիճակը՝ հնարավորություն ընձեռելով սնուցման լարումը իջեցնել 0,95-ից մինչև 0,45 ընտրված հանգույցում: Տվյալների փոխանցման և փոխակերպման ռեժիմ ընկնելու ազդանշանների դասակարգումը հետևյալն է. RE ազդանշանը ստանում է տրամաբանական 0 մակարդակ և որոշ ժամանակ սպասելուց հետո միայն հնարավոր է ազդանշանի սնման լարումը 0,45-ից աճեցնել մինչև 0,95: Այնուհետև կարող է կատարվել տվյալների փոխանցում: Որպես օրինակ պատկերված “ԿԱՄ” հանգույցը կարող է կրկին ապահովել տրամաբանական կայուն 1 “0.95Վ” ազդանշանը միայն այն դեպքում, երբ սնման լարումը ամբողջությամբ վերականգնվել է: Ժամանակի, մակերեսի, հզորության վերլուծությունները կատարվել են դասական տարբերակի համար նկ.3-ում և 4-ում պատկերված սխեմատեխնիկական հանգույցների համար՝ պատկերված սխեմատեխնիկական հանգույցի համար: Ստացված բոլոր արդյունքները բերված են ստորև ներկայացված աղյուսակում:

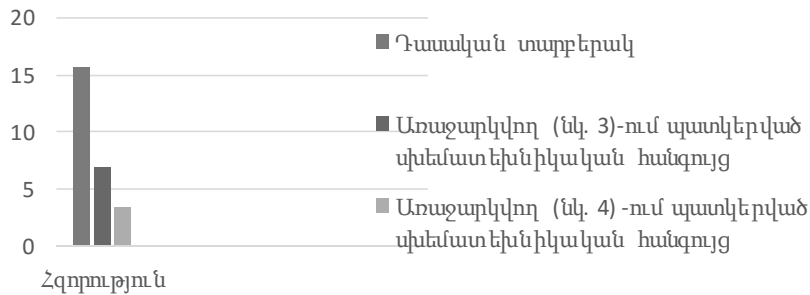
Աղյուսակ

Նախագծված Մ. Փ-ների բնութագրերի համեմատությունը 3 տարբերակի համար

#Ելքային տվյալներ#	Դասական (Մ. Փ.)	Առաջարկվող (նկ. 3)-ի (Մ. Փ.)	Առաջարկվող (նկ. 4)-ի (Մ. Փ.)
Լցման գործակից (%)	40,8	46,8	48,4
Մուտքի/Ելքի փոխ. (նվ)	3,65	1,8	2,1
Հզորություն (մկՎտ)	15,65	6,9	3,4/0,12
Մակերես (մկմ ²)	8,415	9,18	10,94
#Մուտքի տվյալներ#			
Հաճախություն (ԳՀց)	1	1	1
Տեխնոլոգիական գոր. (նմ)	16	16	16
Մոդելավորման ժամ. (նվ)	200	200	200

Եզրակացություն: Առաջարկվել է նոր մոտեցումներով մակարդակի փոխակերպման հանգույց: Առաջարկվող սխեմատեխնիկական կառուցվածքները ապահովում են ելքային ազդանշանի 0,5...1,5 ԳՀց հաճախականային միջակայք: Նկ.3-ում պատկերված սխեմատեխնիկական հանգույցի տարբերակում ապահովվել է մակարդակի փոխակերպիչի արագագործությունը, հաստատուն լցման գործակիցի ստացումը: Նկ.4-ում պատկերված սխեմատեխնիկական հանգույցը ներառում է առաջին մոտեցման բոլոր հատկությունները և առավելությունները, դրա հետ մեկտեղ ունի վիճակի պահպանման առանձնահատկություն՝ ներդրված մոտեցման շնորհիվ ապահովելով համակարգի կայունությունը, զերծ պահելով մետաստաբիլ վիճակ ընկնելու հավանականությունից: Իր վիճակը պահպանելու հնարավորության շնորհիվ այն կարող է օգտագործվել բոլոր այն ինտեգրալ սխեմաներում, որոնք ունեն հանգստի ռեժիմ, ցածր էներգասպառման տիրույթ: Տվյալ սխեման լուծում է շատ հայտնի խնդիր, երբ անհրաժեշտություն է առաջանում կատարել ազդանշանի արագ վերականգնում և փոխանցում, որը հնարավոր չէր նախորդ մակարդակի փոխակերպիչներում, քանի որ վիճակը չէր պահպանվում: Հաշվի առնելով ստացված արդյունքները՝ առաջարկված սխեմատեխնիկական հանգույցը (նկ. 4) ունի էներգասպառման արդյունավետություն 79,9% (իջեցում համեմատած դասական կառուցվածքի) (նկ. 6) և լցման բարձր գործակից՝ 48,4%, միջին փոխանջատման տևողություն (2,1 նվ): Մոդելավորելով նաև ստատիկ քնի ռեժիմը, ստացվել է նաև էներգասպառումը այդ ռեժիմում, որը կազմել է 0,12 մկՎտ: Ապահովելով կայունության բարձր գործակից, դասական կառուցվածքի և նկ.3-ում պատկերված սխեմատեխնիկական հանգույցի համեմատ, կարող ենք գալ հետևյալ եզրահանգման, որ առաջարկված սխեմատեխնիկական հանգույցը (նկ.4) լավագույնն էր քննարկվող տարբերակներում անգամ այն պարագայում, երբ ստացվել էր մակերեսի մեծացում:

Էներգասպառման համեմատում



Նկ. 6. Մոդելավորված երեք տարրերակի համար էներգասպառման համեմատման դիագրամ

Գրականություն

1. **Rabaey J.** Low Power Design Essentials. -2009.- 457 p.
2. **Babayan D.** Power optimization approach of ORCA processor for 32/28nm technology node // Computer Science and Information Technologies (CSIT, 2015).-Yerevan, Armenia, 2015.- P. 231-233.
3. **Baker J.** CMOS Circuit Design, Layout and Simulation. -2010. - 1152 p.
4. **Jd Alioto M.** Ultra-low power VLSI circuit design demystified and explained // A tutorial IEEE Trans. Circuits Syst. I, Reg. Papers. - Jan. 2012. - Vol. 59, and the M.S. degree in electrical engineering from no. 1. - P. 8-25.
5. **Lanuzza M., Crupi F.** An Ultralow-Voltage Energy-Efficient Level Shifter // Journal of Semiconductors. IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs. - Vol. 99. - P. 1 – 3.
6. **Melikyan V., Babayan D.** 32/28 nm low power ORCA processor with multi-voltage supply // 10th International conference on semiconductor micro- & nanoelectronics (ICSMN-2015).- Yerevan, Armenia, 2015.- P. 1-4.

20.01.2017.

Д.Р. Бабаян

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ КОНВЕРТЕР НАПРЯЖЕНИЯ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Предлагаются схематические решения для конвертера напряжения с низкого до высокого уровня. Первое схематическое решение дает возможность работать в разных частотных полосах с низкого до высокого уровня. Схематическая особенность в том, что использовались дополнительные транзисторы, обеспечивающие сильный ноль, влияние которых видно при высоких частотах, начиная с 0,5 ГГц. Предлагаемое 2-е схематическое решение представляет собой конвертер со структурой, которая интегрирует в себе схематическую петлю, сберегающую и восстанавливающую состояние, в то же время содержит предлагаемые привилегии 1-го схематического решения. Частота исходящего сигнала разработанных схем составляет 1 ГГц. Проекты были реализованы с 16 нм технологическим процессом. Предлагаемые схемы, по сравнению с другими в литературе популярными решениями, имеют более низкое энергопотребление, в то же время обеспечивая высокоточное равенство длительностей единицы и нуля (коэффициент заполнения).

Ключевые слова: низкое энергопотребление, конвертер напряжения, петля, сберегающая и восстанавливающая состояние.

D.R. Babayan

LOW POWER LEVEL SHIFTER WITH WIDE FREQUENCY BANDWIDTH

Schematic structures of up level shifter are proposed, to implement high frequency and low power perspectives. Operating frequency range toggle between 0.5-1.5 Ghz. The first schematic contains solution for providing strong zero, for feedback system, which will allow system to be faster, power efficient and to provide high percentage of duty cycle. The second suggested schematic inherits advantages of the first proposed scheme and contains schematic solution for integration of save and restore option in to LSU, to be able to switch off power by half during sleep mode, proposed LSU excludes possibility of metastability, has small propagation delay with minimum difference of rise and fall times and provides low power consumption.

Keywords: low power, level shifter, retention node.

Բաբայան Դավիթ Ռոբերտի – ասպիրանտ (Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան)

ՀՏԴ 621.3.049.77

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ
ԵՎ ԳԻՏԱԿԱՆ ՍԱՐՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ

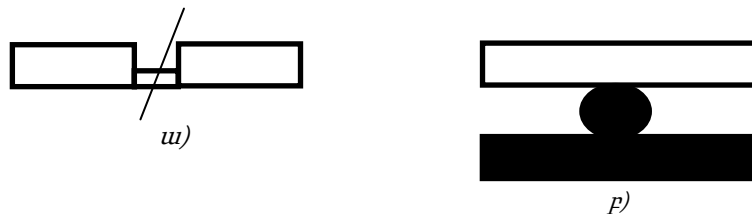
Դ.Ս. Տրդատյան

ՀԱՏՈՒԿ ՄՈՒՏՔ/ԵԼՔ ՀԱՆԳՈՒՅՑՆԵՐՈՒՄ ԷԼԵԿՐԱՄԻԳՐԱՑԻԱՅԻ ԵՎ ԼԱՐՄԱՆ
ԱՆԿՄԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՇՏԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Ներկայացված են էլեկտրամիգրացիայի և լարման անկման երևույթների ուղղման մեթոդները: Ժամանակակից ինտեգրալ սխեմաներում էլեկտրամիգրացիայի և լարման անկման տեխնոլոգիական պահանջներին բավարարելուն զուգընթաց անհրաժեշտ է ապահովել փոքր ունակություն և դիմադրություն: Ներկայացված մեթոդներով հնարավոր է ուղղել էլեկտրամիգրացիայի և լարման անկման երևույթները՝ խուսափելով համակարգի աշխատանքային պարամետրական փոփոխություններից, անկախ տեխնոլոգիական շեղումներից, լարման և ջերմաստիճանի փոփոխություններից: Ներկայացված մեթոդը կարող է կիրառվել հատուկ մուտք/ելք տարրերում, ինչպիսիք են՝ Double Data Rate(DDR), Universal Serial Bus(USB), Peripheral Component Interconnect (PCI):

Առանցքային բառեր. էլեկտրամիգրացիա, լարման անկում, մուտք/ելք հանգույցներ:

Ներածություն: Ինտեգրալ սխեմաներում (ԻՄ) օգտագործվող տարրերի տեխնոլոգիական պարամետրերի փոքրացման հետևանքով մուտք/ելք հանգույցներում առաջ են գալիս էլեկտրամիգրացիայի և լարման անկման երևույթներ, որոնք հիմնականում կապված են օգտագործվող մետաղական միջմիացումների չափերի փոքրացման հետ [1]: Մետաղական միջմիացումների չափերի փոքրացման հետևանքով հոսանքի թողունակությունը մետաղներում փոքրացել է, սակայն ԻՄ-երում ընդհանուր հոսանքի արժեքները չեն փոքրանում, անգամ որոշ դեպքերում մեծանում են: Դա հանգեցնում է էլեկտրամիգրացիայի և լարման անկման երևույթների առաջացմանը [2]:

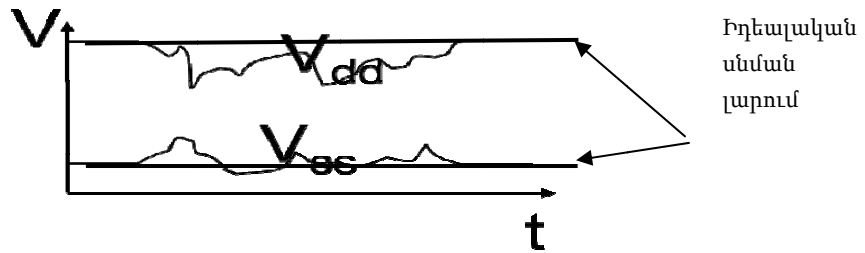


Նկ. 1. էլեկտրամիգրացիայի ենթարկված հաղորդալարեր

Նկ.1-ում պատկերված են էլեկտրամիգրացիայի ենթարկված հաղորդալարեր: Մի դեպքում էլեկտրամիգրացիայի ենթարկված լարերը կարող են բարակել և կտրվել (նկ.1 ա) մյուս դեպքում հնարավոր է հաղորդալարերից մեկի հալվելու հետևանքով կարճ միացվի հարևան հաղորդալարի հետ (նկ.1 բ):

Էլեկտրամիգրացիայի հիմնական առաջացման պատճառը ԻՄ-երում բարակ հաղորդալարերն են, որոնք չեն կարողանում ապահովել տվյալ շղթայում հոսանքի թողունակությունը, ինչը հանգեցնում է հաղորդալարերի տաքացմանը [3]: Տաքացումն առաջանում է էլեկտրոնների բախումից, որոնք բախվելով միմյանց՝ պոկվում են մետաղից: Դրա հետևանքով մետաղի հաստությունը փոքրանում է, և հնարավոր է մետաղի հալում կամ միջմիացման խզում:

Լարման անկման հետևանքով ԻՄ-երում առաջին մետաղական շերտի լարումը, որն անմիջական միացված է տրանզիստորներին և ապահովում է տրագիստորին անհրաժեշտ սնուցման լարումը, փոքրանում է: Այդ երևույթի հետևանքով հնարավոր է համակարգի ֆունկցիոնալ սխալանք: ԻՄ-երում լարման անկումը առաջանում է սնուցման դղերից մինչև սնուցվող տարրեր միջմիացումների բարձր դիմադրության հետևանքով: Այդ պատճառով ժամանակակից ԻՄ-երում էլեկտրամիգրացիայի և լարման անկման երևույթները չի կարելի անտեսել [4]:

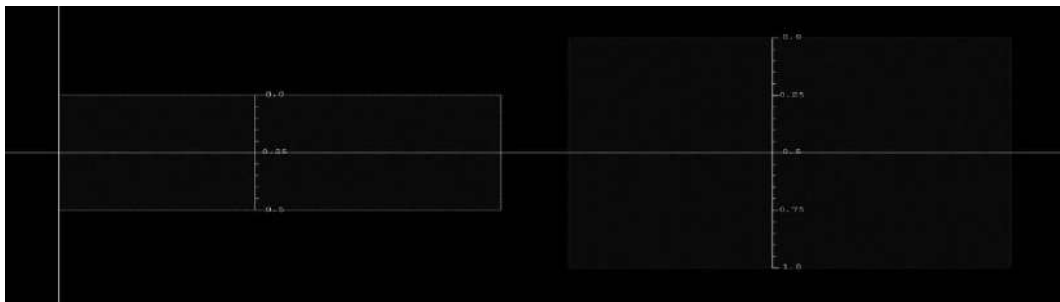


Նկ. 2. Լարման անկման օրինակ

ԻՄ-ի սնման լարման անկման թույլատրելի արժեքի գերազանցման դեպքում (նկ. 2) առաջանում է տրամաբանական սխալանք, որը շղթային տարածվելու հետևանքով բերում է սխեմայի ֆունկցիոնալ խափանման: Փոքր չափերի տեխնոլոգիաներում էլեկտրամիգրացիայի և լարման անկման երևույթների դասական ուղղման մեթոդները կիրառելի չեն, քանի որ դրանք հանգեցնում են ԻՄ-երի աշխատանքային պարամետրերի վատթարացմանը: Առաջարկվող մեթոդները հնարավորություն են տալիս խուսափել այդ երևույթներից տեխնիկական առաջադրանքից չչեղվելու պարագայում [5]:

Էլեկտրամիգրացիայի երևույթի՝ առաջարկվող ուղղման մեթոդները: Ժամանակակից ԻՄ-երում մետաղական միջմիացումներում էլեկտրամիգրացիայի երևույթի առկայության դեպքում անհրաժեշտ է փոքրացնել դիմադրությունը՝ մեծացնելով մետաղի լայնությունը: Յուրաքանչյուր տեխնոլոգիա ունի յուրահատուկ բանաձևային կապ բոլոր մետաղներով անցնող թույլատրելի հոսանքի կախվածության մետաղների երկրաչափական չափերից:

Օրինակ՝, եթե հաղորդալարի 0,5 մկմ լայնությամբ անցնող հոսանքը 900 մկԱ է, իսկ թույլատրելի հոսանքը՝ 450 մկԱ, ապա էլեկտրամիգրացիայից խուսափելու համար անհրաժեշտ է մետաղի լայնությունը մեծացնել մոտավորապես 2 անգամ (նկ. 3):

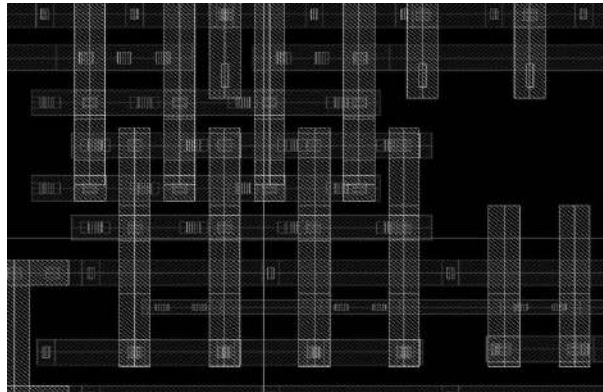


Նկ. 3. Տարբեր լայնությամբ մետաղներ

Սակայն որոշ դեպքերում մետաղի լայնությունը անհրաժեշտ է լինում մեծացնել մի քանի անգամ, որը կարող է հնարվոր չլինի իրականացնել տեխնոլոգիական սահմանափակումների պատճառով կամ կարող է հանգեցնել պարագիտային ունակությունների և դիմադրությունների արժեքների մի քանի անգամ մեծացմանը: Արագագործ մուտք/ելք հանգույցներում պարագիտային ունակությունների և դիմադրությունների մի քանի անգամ մեծացումը կարող է հանգեցնել մուտք/ելք հանգույցների պարամետրերի վատթարացմանը: Այդ դեպքերում առաջարկվում է կիրառել հոսանքի ճանապարհի փոփոխության մեթոդ, որը ենթադրում է հաղորդալարերի զուգահեռ միացումների ավելացում: Առաջարկվող մեթոդով հնարավոր է լինում խուսափել պարագիտային ունակությունների և դիմադրությունների արժեքների մի քանի անգամ մեծացումից՝ միաժամանակ ապահովելով էլեկտրամիգրացիայի բոլոր պահանջները:

Նկ. 4-ում բերված օրինակում երևում են ուղղահայաց և զուգահեռ միացումները, որոնք տվյալ հանգույցում ապահովում են էլեկտրամիգրացիայի բոլոր պայմանները: Այս մեթոդի էությունն այն է, որ հոսանքի ճանապարհը բաժանելով 4 զուգահեռ մասի, հնարավոր է լինում ավելի փոքր լայնությամբ մետաղներով ապահովել էլեկտրամիգրացիայի բոլոր պայմանները:

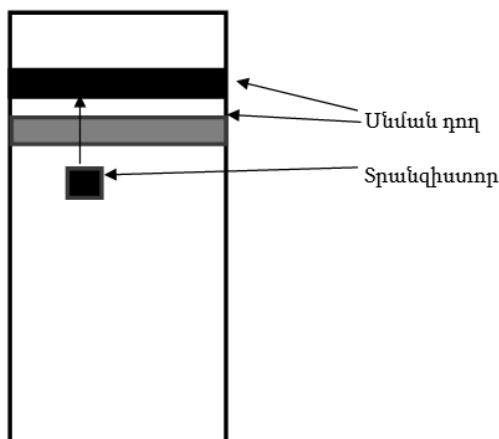
Մեծ էներգիա սպառող սխեմաներում էլեկտրամիգրացիայից խուսափելու համար ցանկալի է ֆիզիկական նախագծման փուլում տրանզիստորները նախագծել իրարից անկախ (օրինակ՝ չմիացնել իրար դիֆուզիայով):



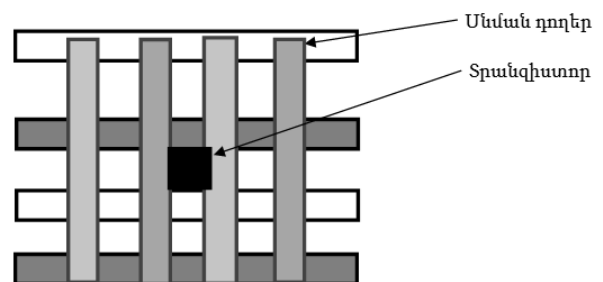
Նկ. 4. Չուգահեռ միացումների օգտագործում

Լարման անկման երևույթի՝ առաջարկվող ուղղման մեթոդները: ԻՄ-երում սնուցման դողերի ոչ օպտիմալ տեղաբաշխման և միացման հետևանքով դրանցում առաջանում է լարման անկում: Ժամանակակից ԻՄ-երում օգտագործվում են 10...13 մետաղական դիմակներ: Սնուցման լարումը անհրաժեշտ է հասցնել ամենաբարձր մետաղական շերտից մինչև տրանզիստորի ակունքը առանց լարման անկման: Քանի որ բոլոր մետաղական շերտերն օժտված են դիմադրությամբ, որը պայմանավորված է դրանց ֆիզիկական չափերով՝ երկարությամբ, լայնությամբ, հաստությամբ, առանց կորստի հնարավոր չի լինում ստանալ նույն պոտենցիալը տրանզիստորի ակունքում: Լարման անկման երևույթը կարող է հանգեցնել ԻՄ-երի աշխատանքի խափանմանը: Այդ պատճառով կարևոր է ապահովել սնուցման դողերի ավելի հուսալի և փոքր դիմադրությամբ միացումներ:

Եթե սնման դողերի նվազագույն լայնությունը նշանակվի X , ապա առաջին դեպքում սնման դողերի լայնությունը կդիտարկվի $10X$: Այստեղից հետևում է, որ տվյալ մակերեսում հնարավոր կլինի օգտագործել քիչ քանակությամբ, սակայն լայն սնման դողեր: Դա կապահովի մեծ քառակուսային և ակնթարթային հոսանք: Սակայն տարրի և սնման դողի հեռավորությունից կախված՝ ավելի բարդ է լինում խուսափել լարման անկման երևույթից:



Նկ. 5. Մ/Ե հանգույցի սնման դողերի և տրանզիստորի դասավորության օրինակ



Նկ. 6. Մ/Ե հանգույցի սնման դողերի և տրանզիստորի դասավորության օրինակ 2

Ըստ նկ. 5-ում բերված օրինակի, կարելի է հետևություն անել, որ տրանզիստորի վրա լարման անկումը մեծ է լինելու, քանի որ այն գտնվում է սնման դողից բավական մեծ հեռավորության վրա:

Նկ. 6-ում պատկերված սնման դողերի և տրանզիստորի դասավորությամբ հնարավոր է սնման դողերի համեմատաբար բարակ $2X$ լայնությամբ ցանց կառուցելով՝ ապահովել հուսալի կապ տրան-

զիստորի և սնման դողերի միջև: Փոքր դիմադրությամբ միացումները հնարավորություն են տալիս խուսափել լարման անկման երևույթից, սակայն քանի որ լարերի լայնությունը փոքր է, հնարավոր է սնման դողերում էլեկտրամիգրացիայի երևույթի առաջացումը, որը հեշտությամբ կարելի է ողղել վերը նշված մեթոդներով:

Եզրակացություն: Առաջարկվում են էլեկտրամիգրացիայի և լարման անկման երևույթների ուղղման եղանակներ: Առաջարկվող եղանակներով հնարավոր է պահպանել էլեկտրամիգրացիայի և լարման անկման թույլատրելի արժեքները, խուսափել ԻՍ-երի աշխատանքային պարամետրերի վրա շեղվածությունից: Ներկայացված մեթոդներով հնարավոր է բավարարել տեխնիկական առաջադրանքին ավելի քիչ ժամանակ ծախսելով նախագծման փուլում: Առաջարկված եղանակները կիրառելի են ցանկացած տեխնոլոգիայում և Մ/Ե հանգույցներում:

Գրականություն

1. **Gielen G., Maricau E., and Wit P.** Design automation towards reliable analog integrated circuits // IEEE/ACM International Conference on Computed-Aided Design (ICCAD). - Nov., 2010. - P. 248-251.
2. **Lienig J.** Electromigration-aware physical design of integrated circuits // In 18th Intern. conf. on VLSI Design. - Jan., 2005.- P. 77-82.
3. **Wu B., Kumar A., Ramaswami S.** 3D IC Stacking Technology. – Jul. 7, 2011. - 44 p.
4. **Yan J.-T. and Chen Z.-W.** Obstacle-Aware Multiple-Source Rectilinear Steiner Tree with Electromigration and IR-Drop Avoidance // Design Automation and Test in Europe. - Mar., 2011. - P. 1-6.
5. **Chen X., Liao C., and Hu S.** An Interconnect Reliability-Driven Routing Technique for Electromigration Failure Avoidance // IEEE Trans. Depend. and Secure Comp. – Sept., 2012. - Vol. 9, N 5.- P. 770-776.

20.01.2017.

Д.С. Трдатян

МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ЭФФЕКТОВ ЭЛЕКТРОМИГРАЦИИ И ПАДЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ЯЧЕЙКАХ ВВОД/ВЫВОД

Представлены методы коррекции эффектов электромиграции и падения напряжения в специальных ячейках ввод/вывод. В современных интегральных схемах одновременно с удовлетворением технологических спецификаций электромиграции и падения напряжения нужно обеспечить меньшее значение сопротивления и емкости. Представленные методы позволяют исправить эффекты электромиграции и падения напряжения, избегая изменений рабочих параметров системы вне зависимости от технологических вариаций, изменения напряжения и температуры. Предложенные методы могут быть использованы в таких специальных схемах ввод/вывод, как Double Data Rate(DDR), Universal Serial Bus(USB), Peripheral Component Interconnect (PCI).

Ключевые слова: электромиграция, падение напряжения, ячейки ввод/вывод.

D.S. Trdatyan

CORRECTION METHODS OF ELECTROMIGRATION AND IR DROP EFFECTS IN SPECIAL INPUT/OUTPUT CIRCUITS

Fixing methods of electromigration and IR drop effects in special I/O circuits are presented. In modern Integral Circuits (IC) instead of meeting technical specification of Electromigration(EM) and IR drop it's required to keep minimum capacity and resistance. The presented methods allow to fix EM and IR drop effects, without affecting circuit performance parameters over Process Voltage Temperature(PVT). The presented method can be implemented in special I/O circuits such as Double Data Rate(DDR), Universal Serial Bus(USB), Peripheral Component Interconnect(PCI).

Keywords: electromigration, IR drop, I/O circuits.

Տրդատյան Դավիթ Ստեփանի – ասպիրանտ, Եվրոպական կրթական տարածաշրջանային ակադեմիա

УДК 343.34

**ВОЕННО-ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И
ПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОЛЛЕКТИВНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ****В.С. Давтян, А.Р. Арутюнян, Л.Э. Самвелян****ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НАГОРНОГО КАРАБАХА И
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Непризнанные государства постоянно находятся в состоянии системной демонстрации уровня зрелости своей государственности и ее отдельных институтов. В связи с этим рассмотрены основные тенденции становления и развития системы энергетической безопасности Нагорно-Карабахской Республики (НКР). Изучены основные принципы национальной политики НКР в сфере энергетики, в частности, проанализирована законодательная база, нацеленная на регулирование отрасли. Дана общая оценка ресурсного и инфраструктурного потенциала энергосистемы НКР. Выявлено, что модель энергетической безопасности НКР имеет все предпосылки стать показательной для ряда непризнанных и частично признанных государств как с точки зрения управления и повышения эффективности отрасли, так и в контексте ее рассмотрения в качестве базового элемента государственного строительства.

Ключевые слова: Нагорно-Карабахская Республика, энергетическая безопасность, государственность, законодательная база, ресурсы, инфраструктура.

Вот уже более 25 лет с момента обретения независимости в Нагорно-Карабахской Республике происходят трансформационные процессы становления государственных институтов. Принятие Конституции НКР ознаменовало важный шаг укрепления конституционных основ государственности и институтов, обеспечивающих национальную безопасность пока что непризнанного государства [1].

Несмотря на то, что в научной литературе нагорно-карабахская проблема характеризуется преимущественно как этнический и территориальный конфликт, экономический и геоэкономический компоненты должны выполнять структурообразующую функцию в процессе исследования карабахской проблематики. Большое количество пастбищных полей, плодородных почв и благоприятный климат делают Нагорный Карабах особенно привлекательным для выращивания различных растений и культур. Общие запасы руды, которые оцениваются в несколько десятков миллионов тонн, а также значительные гидроэнергетические ресурсы в целом могут повысить экономическую значимость Нагорно-Карабахской Республики.

В геополитическом плане масштабы нагорно-карабахского конфликта выходят за рамки регионального уровня. От урегулирования конфликта зависит не только атмосфера мира между странами Южного Кавказа, но и политико-экономические интересы других стран, желающих выступать в качестве ключевых акторов стабилизации политических процессов в регионе. Геополитическое значение конфликта особенно возрастает вследствие формирования новых энерготранспортных маршрутов, прокладываемых по территориям, приближенным к зоне конфликта, и направленных на диверсификацию поставок каспийских энергоресурсов на внешние рынки.

Для Армении нагорно-карабахская проблема имеет важное геополитическое и геоэкономическое значение еще и потому, что берега реки Аракс на юге НКР являются важнейшим связующим звеном между НКР и Ираном. Таким образом, Нагорный Карабах может в будущем играть ключевую роль в выполнении коммуникационных функций между Арменией и Ираном, что приобретет особую привлекательность в контексте формирования «южного фланга» Евразийского экономического союза, нацеленного на глубокое взаимодействие с Ираном.

Энергетическая безопасность в контексте государственного строительства. Энергетическая безопасность, будучи системообразующим элементом национальной безопасности государства, является одним из наиболее важных условий успешного государственного строительства. Стабильно функционирующая энергосистема, бесперебойные поставки, наличие ресурсной базы, техническая и финансовая доступность энергопродуктов для всего населения, а

также ряд других важных факторов при их комплексном рассмотрении в конечном счете приводят к повышению уровня не только энергетической, но и экономической безопасности государства [2]. Последнее, в свою очередь, напрямую сказывается на социальном уровне населения, что так или иначе не может не отразиться на функционировании политических институтов. В связи с этим исследование проблем энергетической безопасности следует рассматривать с точки зрения возможных рисков и угроз, для элиминации или во избежание которых необходимы специальные управленческие механизмы, заранее смоделированные и неоднократно апробированные. В свою очередь, риски и угрозы одновременно могут формироваться на внутреннем и внешнем уровнях: внутренние угрозы сводятся к проблемам технического или управленческого характера, тогда как внешние угрозы обусловлены преимущественно политическими и нередко геополитическими и геэкономическими предпосылками. Сказанное приобретает особую актуальность в контексте изучения опыта формирования и развития системы энергетической безопасности непризнанных и частично признанных государств, так как последним приходится на самых разных уровнях регулярно и системно демонстрировать зрелость своей государственности и ее отдельных институтов.

Энергетическая безопасность Нагорно-Карабахской Республики: законодательная база. Для полноценного функционирования системы энергетической безопасности государства, прежде всего, необходимо наличие законодательной базы, определяющей основные принципы и направления развития отрасли. В этом смысле НКР не составляет исключения, поскольку обладает вполне состоявшейся законодательной инфраструктурой, демонстрирующей прагматическое осмысление важности многоуровневого динамического развития своего энергетического комплекса. При этом законы, регулирующие отрасль, выделяются как своей концептуальностью, т.е. базовым видением основного вектора энергетического развития республики, так и вполне прикладным значением. В связи с этим обратимся к двум системообразующим документам – “Закону НКР об энергетике” и “Закону НКР об энергоэффективности и возобновляемой энергетике”, в которых особое внимание уделяется основным принципам проведения государственной политики по долгосрочному развитию отрасли со следующим целеполаганием:

- укрепление экономической и энергетической независимости НКР;
- повышение степени энергетической безопасности НКР и надежности энергосистемы республики;
- создание новых производств, стимулирующих энергосбережение и развитие возобновляемой энергетики;
- диверсификация энергосистемы и повышение уровня энергоэффективности;
- уменьшение техногенного воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Примечательно, что в качестве базового принципа осуществления государственной политики в сфере энергетики отмечается правовое регулирование отрасли. В частности, среди подобных принципов следует выделить защиту прав и балансирование интересов энергопотребителей и энергопроизводителей, обеспечение прозрачности лицензионной деятельности, четкое разделение сфер экономической деятельности, государственного управления и регулирования и пр. Обращаясь к вопросам сугубо экономического характера, прописанным в “Законе НКР об энергетике”, следует обратить внимание на такие ключевые принципы, как стимулирование инвестиционной деятельности в отрасли; укрепление энергетической независимости республики посредством диверсификации энергоресурсов и максимального использования производственных мощностей; государственная поддержка научно-технической деятельности в сфере энергоэффективности и энергосбережения, внедрения новых технологий, подготовки и переподготовки кадров и т.д. [3].

Как уже было отмечено, среди базовых механизмов развития энергетического сектора особое внимание уделяется вопросам лицензирования. В частности, “Законом НКР об энергетике” предусмотрено многоуровневое лицензирование, прагматично определяющее границы деятельности хозяйствующих субъектов. Так, действующая в НКР система государственной политики в сфере энергетики предполагает выдачу отдельных лицензий на импорт электроэнергии и природного газа, экспорт электроэнергии, строительство производственных мощностей, производство, транспортировку, распределение, оказание услуг на электроэнергетическом рынке, лицензию оператора системы и пр. [3]. В связи с этим следует вновь обратиться к прописанным в

Законе базовым принципам проведения государственной энергетической политики, один из которых сводится к разграничению деятельности в сфере производства, поставок и распределения энергоресурсов, что, кстати, напрямую перекликается с Третьим энергопакетом Евросоюза и свидетельствует о глубинном понимании проблем современных энергетических рынков.

Изучая законодательную инфраструктуру в сфере национальной энергетической политики, невозможно обойти стороной также “Закон НКР об энергоэффективности и возобновляемой энергетике”, который тоже выделяется своим концептуальным видением “энергетического будущего” республики. Среди базовых принципов проведения энергетической политики отмечаются, например, повышение уровня удовлетворения спроса населения и экономики на энергоресурсы с помощью собственных возобновляемых источников, развитие и стимулирование применения новых технологий в отрасли, обеспечение прав хозяйствующих субъектов, задействованных в “зеленом секторе”, поддержка потребителей в выборе различных видов энергоресурсов, а также энергосберегающих технологий и пр. [4]. Следует отметить, что Законом предусмотрены также государственные стандарты энергоэффективности, что позволяет наиболее грамотно и системно использовать имеющиеся ресурсы, а также проводить объективный мониторинг и оценочную работу [4]. О степени осмысления необходимости повышения энергоэффективности и развития возобновляемой энергетики свидетельствуют предусмотренные Законом мероприятия, направленные на улучшение качества образования и обучения в рассматриваемых сферах. В частности, национальная энергетическая политика НКР, помимо всего прочего, выстраивается также на осуществлении целевых образовательных программ для учебных заведений всех уровней. Наряду с этим предусматривается непрерывное повышение квалификации инженерных кадров. Демонстрируя, что энергоэффективность и возобновляемая энергетика не просто функционируют по некоторым экономическим и техническим законам, а непосредственно связаны с уровнем общественного сознания, Закон также предусматривает проведение агитационной работы, нацеленной на популяризацию энергоэффективности и возобновляемой энергетики среди широких слоев населения посредством выстраивания целевой работы со СМИ, проведения выставок, семинаров и использования прочих коммуникационных инструментов [4].

Таким образом, законодательная база регулирования энергетической сферы НКР представляет собой вполне зрелую инфраструктуру, необходимую для успешного проведения национальной политики в отрасли.

Ресурсно-инфраструктурная база. Проводимая в НКР национальная энергетическая политика преследует множество целей, направленных прежде всего на повышение уровня энергетической безопасности и независимости республики. О некоторых из этих целей уже было сказано выше, однако главное целеполагание сводится к применению водных ресурсов, а также восстановлению и техническому переоснащению электрических сетей. В связи этим в рамках программы деятельности правительства НКР на 2012-2017 гг. отмечается, что в ближайшие годы новые гидроэлектростанции (ГЭС), а также уже действующая ГЭС “Сарсанг” смогут обеспечить производство 400 млн кВт.ч электроэнергии в год, что является весьма высоким показателем [5]. Отметим, что еще в 1995-1997 гг. был осуществлен комплексный мониторинг водных ресурсов НКР, согласно которому производственный показатель, отмеченный в программе правительства, выглядит вполне реалистичным. Наряду с этим в целевой программе правительства “Освоение водных ресурсов НКР” указано, что спрос на электроэнергию в республике к указанному периоду составит 300 млн кВт.ч. Таким образом, в НКР прогнозируется образование избытка электроэнергии, которая, в свою очередь, уже сегодня рассматривается в качестве потенциального экспортного вектора. По предварительным подсчетам, экспорт в объеме 150 млн кВт.ч электроэнергии может обеспечить для экономики НКР прибыль размером порядка 2...2,5 млрд драмов РА [6].

Согласно целевой программе, для достижения представленных выше показателей необходимо осуществить строительство пяти малых ГЭС (до 10 МВт) на р. Тартар, а также строительство состоящего из двух ГЭС каскада на р. Тартар с использованием ресурсов из водохранилища села Матагиси и состоящего из трех ГЭС каскада “Трги-Тартар”. В результате осуществления программы планируется выход на 100%-е самообеспечение республики электроэнергией исключительно за счет водных ресурсов, а также налаживание экспортных маршрутов. Следует отметить, что в НКР также действует “Водное законодательство”,

представляющее собой базовый документ по осуществлению государственной политики в сфере управления, регулирования и контроля водного хозяйства, вместе с тем определяющее основополагающие принципы и правила использования водных ресурсов в качестве энергоносителя [7].

Что касается линий электропередач, то национальная энергетическая политика НКР нацелена на полную модернизацию всей инфраструктуры, а также строительство новых подстанций. В качестве приоритетного направления повышения надежности энергосистемы рассматривается переход на кольцевую схему энергоснабжения, для чего предусмотрено осуществление проектных работ по проведению второй воздушной высоковольтной линии Араджазор-Карвачар-Зод, связывающей НКР с Республикой Армения.

Относительно газотранспортной инфраструктуры НКР следует отметить, что в 1992 г. вследствие военных действий газоснабжение было полностью приостановлено: более 80% газораспределительных станций оказались в аварийном состоянии. Газоснабжение в НКР было возобновлено лишь в 1997 г. Однако этому предшествовала большая работа по определению главного хозяйствующего субъекта, ответственного за газотранспортную систему республики. Так, еще в 1993 г., согласно решению Государственного комитета по обороне, областная компания по производству газа г. Степанакерта была реорганизована в производственное предприятие “Арцахгаз”, получившего в 1999 г. юридический статус акционерного общества закрытого типа (ЗАО) с единственным учредителем в лице правительства НКР.

В настоящее время в составе компании “Арцахгаз” действуют семь производственно-эксплуатационных участков: в Степанакерте, Шуши, Мартакерте, Мартуни, Гадруте, Тоге и Хачене. Обращаясь к конкретным показателям, отметим, что сегодня газификация НКР составляет 67,1%, из которых 93% городов и 43,1% сел [8].

Выводы

Таким образом, можно констатировать, что, обладая состоявшейся законодательной и ресурсно-инфраструктурной базой, энергетическая система НКР в состоянии обеспечить выход на самообеспечение, повысить эффективность используемых ресурсов и эксплуатируемой инфраструктуры и тем самым поднять уровень энергетической безопасности и независимости республики. При этом важно понимать, что НКР, будучи государством, независимость которого не признана ООН и другими государствами, не может получать международные кредиты от Международного Валютного Фонда с целью стабилизации экономической, финансовой, энергетической деятельности. Однако, несмотря на это, можно утверждать, что модель энергетической безопасности НКР имеет все предпосылки стать показательной для ряда непризнанных и частично признанных государств как с точки зрения управления и повышения эффективности отрасли, так и в контексте ее рассмотрения в качестве базового элемента государственного строительства.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Государственного комитета по науке МОН РА в рамках научного проекта № 16YR-5F072.

Литература

1. ԼՂՀ Սահմանադրություն /Ընդունված է 2006թ. Դեկտեմբերի 10-ին/:
2. **Brown H. Matthew, Rewey C., Gagliano T.** Energy Security /NCSL. – April, 2003. – P.7.
3. Էներգետիկայի մասին ԼՂՀ օրենք / Ընդունված է 2002 թ. հկտեմբերի 30-ին:
4. Էներգախնայողության և վերականգնվող էներգետիկայի մասին ԼՂՀ օրենք/ Ընդունված է 2005 թ. մայիսի 25-ին:
5. ԼՂՀ կառավարության 2012-2017 թթ. գործունեության ծրագիր. - Ստեփանակերտ, 2012:
6. “Լեռնային Ղարաբաղի Հանրապետության ջրային պաշարների յուրացում” կառավարության նպատակային ծրագիր / Ստեփանակերտ, 2008:
7. ԼՂՀ ջրային օրենսգիրք / Ընդունված է 2007 թ. հունվարի 20-ին:
8. <http://artsakhgaz.am>

06.02.2017.

Վ.Ս. Դավթյան, Ա.Ռ. Հարությունյան, Լ.Է. Սամվելյան

ԼԵՌՆԱՅԻՆ ՂԱՐԱԲԱՂԻ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՊԵՏԱԿԱՆ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇ ՀԱՐՑԵՐ

Ճանաչված պետությունները մշտապես գտնվում են իրենց պետականության ու դրա առանձին ինստիտուտների հասունության մակարդակի համակարգված ներկայացման պայմաններում: Այս առումով դիտարկվել են ԼՂՀ էներգետիկ անվտանգության համակարգի կայացման ու զարգացման հիմնական միտումները: Ուսումնասիրվել են ԼՂՀ էներգետիկայի ոլորտում իրականացվող ազգային քաղաքականության հիմնական սկզբունքները, մասնավորապես, վերլուծության է ենթարկվել էներգետիկ ոլորտի կարգավորմանն ուղղված օրենսդրական բազան: Տրվել է ԼՂՀ էներգահամակարգի պաշարային և ենթակառուցվածքային ներուժի ընդհանուր գնահատականը: Բացահայտվել է, որ ԼՂՀ էներգետիկ անվտանգության համակարգը բոլոր նախադրյալներն ունի մոդել դառնալու մի շարք չճանաչված կամ մասնակի ճանաչված պետությունների համար ինչպես ոլորտի կառավարման և արդյունավետության բարձրացման, այնպես էլ որպես պետական շինարարության բազային բաղադրիչ կայանալու համատեքստում:

Առանցքային բառեր. Լեռնային Ղարաբաղի Հանրապետություն, էներգետիկ անվտանգություն, պետականություն, օրենսդրական բազա, պաշարներ, ենթակառուցվածք:

V.S. Davtyan, A.R. Harutyunyan, L.E. Samvelyan

ENERGY SECURITY OF NAGORNO-KARABAKH AND SOME ISSUES OF STATE BUILDING

Unrecognized states are constantly in the condition of demonstrating the maturity level of their statehood and its individual institutions. In this regard the basic trends of the formation and development of Nagorno-Karabakh Republic (NKR) energy security are considered. The basic principles of NKR national energy policy are studied; in particular, the legal framework aimed at regulating the industry is analyzed. A general evaluation of the resource and infrastructure capacities of the energy system is given. It is revealed that the model of the energy security of NKR has all the prerequisites to become exemplary for a number of unrecognized or partially recognized states in terms of management and improvement of the industry and in the context of its consideration as a basic element of state-building.

Keywords: Nagorno-Karabakh Republic, energy security, statehood, legislation, resources, infrastructure.

Давтян Варе Самвелович – кандидат политических наук, доцент кафедры политологии Российско-Армянского университета (РАУ)

Арутюнян Армен Рубикович – старший преподаватель кафедры политологии Российско-Армянского университета (РАУ)

Самвелян Лиана Эдвардовна – магистрант Американского университета Армении

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Համբարձումյան Ս.Ա.

Նվիրվածություններն ԳԻՏՈՒԹՅԱՆԸ ԵՎ ԻՐ ՀԱՅՐԵՆԻՔԻՆ (ԱԿԱԴԵՄԻԿՈՍ Ս.Ա.
ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆԻ ՀՈՐԵԼՅԱՆԻ ԱՌԹԻՎ) 1

Առաքելյան Ա.Հ., Աղիլխանյան Հ.Յու.

ՀՀ ԳԼԽԱՎՈՐ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ
ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՊԱՐՓԱԿՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ 5

Գևորգյան Ռ.Ա., Բարդախյան Վ.Գ.

ՈՉ ՀՍՏԱԿ ՊԱՏԱՀԱԿԱՆ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԹՎԱՅԻՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԻՉՆԵՐ 9

Գևորգյան Հ.Գ., Մուսաելյան Ա.Վ.

ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ՏԵԽՆԱԾԻՆ ՊԱՇԱՐՆԵՐԻ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ 14

Գևորգյան Ա.Գ.

ԱՎԱՆԴԱՅԻՆ ԵՎ ՎԱՐԿԱՅԻՆ ՊՈՐՏՖԵԼՆԵՐԻ ՊԱՏՃԱՌԱՀԵՏԵՎԱՆՔԱՅԻՆ ԿԱՊԸ 18

Մնացականյան Ն.Գ.

ԲՅՈՒՋԵՏԱՅԻՆ ԱՎԻԱԸՆԿԵՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՍՏԵՂԾՈՒՄԸ ՈՐՊԵՍ ՀՀ ՕԴԱՅԻՆ
ՓՈԽԱԴՐՈՒՄՆԵՐԻ ՈԼՈՐՏՈՒՄ ՆՈՐ ՄՈՏԵՑՈՒՄՆԵՐԻ ԴՐՍԵՎՈՐՈՒՄ 21

Նանյան Ա.Ա.

ՌԻՍԿԱՅԻՆ ՆԵՐԴՐՈՒՄՆԵՐԻ ԵՎ ԱՊԱՀՈՎԱԳՐԱՎՃԱՐՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ
ՄԱՍԻՆ 24

Հովհաննիսյան Ռ.Գ.

ՀՀ ԿՈՒՏԱԿԱՅԻՆ ԿԵՆՍԱԹՈՇԱԿԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՌԻՍԿԵՐԸ 28

Առաքելյան Ա.Լ., Գևորգյան Ն.Ն.

ԱՐՏԱԴՐԱԿԱՆ ՌԻՍԿԻ ԱՍՏԻՃԱՆԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄՈԴԵԼԻ ՄՇԱԿՈՒՄ 33

Չախոյան Գ.Ռ.

ՀՀ ԲՆԱԿՉՈՒԹՅԱՆ ԱՐՏԱԳԱՂԹԻ ՈՐՈՇԻՉՆԵՐԸ 36

Աղիլխանյան Հ.Յու.

ՀՀ ԵՎ ԳԴՀ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՇԱՐՔԵՐԻ
ՍՊԵԿՏՐԱՅԻՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ 41

Հարությունյան Մ.Գ.

ՀԱՅԱՍՏԱՆՅԱՆ ՖԻՆԱՆՍԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻՑ ԶԵՁՈՔ ՀՆԱ-Ի ՃԵՂՔ 45

Սարգսյան Ս.Մ.

ՏԱՐԱԾԱՇՐՋԱՆԻ ԱՆՅՈՒՄԱՅԻՆ ԵՐԿՐՆԵՐԻ ԱՐՏԱՔԻՆ ՊԱՐՏՔԻ ԱՐԺՈՒԹԱՅԻՆ
ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԸ ԵՎ ԺԱՄԿԵՏԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆԸ 49

Մարգարյան Ն.Դ.

ՄԱՔՍԻՄԱԼ ԷՆՏՐՈՊԻԱՅԻ ՄԵԹՈԴՈՎ ԱԿՏԻՎԻ ԳՆԻ ԲԱՇԽՄԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ 57

Առաքելյան Դ.Կ.

ՍԻՆԽՐՈՆ ՇԱՐԺԻՉԻ ՌԵԱԿՏԻՎ ՀՁՈՐՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ԱՁԴՈՂ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ
ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ 62

Վարդանյան Ռ.Ռ., Պետրոսյան Հ.Ս.

ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՀԱՐԹ ՊԱՆԵԼԱՅԻՆ ԵՎ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՏՈՐԱՅԻՆ ՖՈՏՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ
ՓՈԽԱԿԵՐՊԻՉՆԵՐԻ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ 66

Հովհաննիսյան Հ.Հ.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՖՈՏՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄՈԴՈՒԼԻ
ՀՁՈՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ .. 70

Գրիգորյան Ա.Դ.

ԾԱՆՐ ՎԹԱՐԻ ԱՐՏԱԻՐԱՆԱՅԻՆ ՓՈԽԼՈՒՄ ՊԱՅԹՈՒՆԱՎՏԱՆԳ ԳԱԶԱՅԻՆ
ԽԱՌՆՈՒՐԴԻ ԶԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՎՏԱՆԳԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԶԶԷՆ-440 ՌԵԱԿՏՈՐՈՎ
ԷՆԵՐԳԱԲԼՈԿԿՆԵՐՈՒՄ 76

Սաֆարյան Ա.Յու.	
ԱճՊԱԳՐԱԿԱՆ ԶՐՈՍԱՅԳԻՆԵՐԻ ՍՏԵՂԾՄԱՆ ՍԿԶԲՈՒՆՔՆԵՐԸ	80
Թորոսյան Մ.Ս., Ստակյան Մ.Գ.	
ՄԵՔԵՆԱՄԱՍԵՐԻ ՀՈԳՆԱԾԱՅԻՆ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՓՈԽԱԴԱՐՁ ԿԱՊԻ ԱՄՐԱՑՆՈՂ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ	90
Արզումանյան Ա.Մ., Հակոբյան Ս.Հ.	
ԱՐՇԵՍՏԱԿԱՆ ԿՈՐՈՒՆԴԻՑ ԿՏՐՈՂ ԹԻԹԵՂԻԿՆԵՐԻ ՓԽՐԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՄԱՇԱԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ԵՎ ԼՈՒՍԱՅԻՆ ԱՂԲՅՈՒՐԻ ԱՋԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ	96
Ավագյան Վ.Շ., Դանիելյան Վ.Ա.	
ՈՐՈՇ ՀԱՐՑԵՐ ԵՎ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ՝ ԿԱՊՎԱԾ ԱՐԱԳԱՑՆՈՂ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՀԵՏ	99
Ավագյան Ս.Գ., Զախալյան Հ.Ս.	
ՎԱԿՈՒՈՒՄԱՅԻՆ ՀԵՆԱՐԱՆՆԵՐՈՎ ԱՎՏՈԱՄԲԱՐՁԻՉՆԵՐ	105
Զիբուխյան Ս.Ս., Ավագյան Մ.Կ.	
ԱՎՏՈՄՈԲԻԼՆԵՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ՎՐԱ ՃԱՆԱՊԱՐՀԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԱՋԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ	108
Կոլոյան Մ.Ն.	
ՄԻԱՏԱՄ ՃԱԿԱՏԱՅԻՆ ՖՐԵՁԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՀՐԱԿԱՅՈՒՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ	112
Վարդանյան Վ.Վ.	
ՄԵՏԱՂՆԵՐԸ ԿԵՐԱՄԻԿԱՅԻ ՀԵՏ ԶՈԴԵԼՈՒ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԸ ԼԻՑԶԱՎՈՐՎԱԾ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԱՐԱԳԱՑՈՒՑԻՉՆԵՐԻ ՎԱԿՈՒՈՒՄԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՀԱՄԱՐ	117
Դանիելյան Վ.Ա., Դեխտիարով Վ.Ս., Մկրտչյան Տ.Հ.	
ԳԵՐՄԱՆԻՈՒՄԻՑ ԲԱՐԱԿ ԹԱՂԱՆԹՆԵՐԻ ՁԵՎԱՎՈՐՈՒՄԸ ՊՂՆՁԻ ՀԻՄՔԻ ՎՐԱ	121
Պողոսյան Գ.Է.	
ԿԱՐԾՐ ՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔԵ ԳՈՐԾԻՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ԶԵՐՄԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿ	124
Հովհաննիսյան Ս.Վ.	
ՄՍԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԲԱՐՁՐԱՑՄԱՆ ՀԻՄՆԱ- ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ և ԼՈՒԾՄԱՆ ՈՒՂԻՆԵՐԸ ՀՀ-ՈՒՄ (ԿՈՏԱՅՔԻ ՄԱՐԶԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)	128
Գոմցյան Հ.Ա., Ղուկասյան Ա.Գ., Բաղդասարյան Բ.Ֆ.	
ԲՈՈՒՋ-ԶՈՈՒԴԻՍՈՒՐԻ-ՀՈԿՎԻՆԳԵՄԻ ԵՎ ՌԻԴ-ՍՈԼՈՄՈՆԻ ԿՈԴԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՈՒՄԸ	133
Հովհաննիսյան Տ.Ն.	
ՓՈՔՐ ՏԻԵՋԵՐԱԿԱՆ ԹՈՉՈՂ ՍԱՐՔԻ Լ1 ԱԴԱՊՏԻՎ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ	139
Կիրակոսյան Լ.Գ.	
ՎԻՐՏՈՒԱԼԱՑՄԱՆ ԴԵՐՆ ԱՄՊԱՅԻՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐՈՒՄ	144
Բաբայան Դ.Ռ.	
ԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽԱԿԱՆԱՅԻՆ ՑԱԾՐ ԷՆԵՐԳԱՍՊԱՌՄԱՄԲ ԼԱՐՄԱՆ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ՓՈԽԱԿԵՐՊԻՉ	148
Տրդատյան Դ.Ս.	
ՀԱՏՈՒԿ ՄՈՒՏՔ/ԵԼՔ ՀԱՆԳՈՒՅՑՆԵՐՈՒՄ ԷԼԵԿՐԱՄԻԳՐԱՑԻԱՅԻ ԵՎ ԼԱՐՄԱՆ ԱՆԿՄԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՇՏԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ	154
Դավթյան Վ.Ս., Հարությունյան Ա.Ռ., Սամվելյան Լ.Է.	
ԼԵՌՆԱՅԻՆ ՂԱՐԱԲԱՂԻ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՊԵՏԱԿԱՆ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇ ՀԱՐՑԵՐ	158

СОДЕРЖАНИЕ

Амбарцумян С.А. ПРЕДАННОСТЬ НАУКЕ И СВОЕЙ РОДИНЕ (К ЮБИЛЕЮ АКАДЕМИКА СЕРГЕЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА АМБАРЦУМЯНА)	1
Аракелян А.А., Адилханян А.Ю. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ АРМЕНИИ МЕТОДОМ АНАЛИЗА СРЕДЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ	5
Геворкян Р.А., Бардахчян В.Г. ЧИСЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЧЁТКИХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН	9
Геворгян Г.Г., Мусаелян А.В. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАПАСОВ	14
Геворгян А.Г. ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ СВЯЗЬ КРЕДИТНОГО И ДЕПОЗИТНОГО ПОРТФЕЛЕЙ БАНКА	18
Мнацаканян Н.Г. СОЗДАНИЕ БЮДЖЕТНЫХ АВИАКОМПАНИЙ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ НОВЫХ ПОДХОДОВ В СФЕРЕ ВОЗДУШНЫХ ПЕРЕВОЗОК РА	21
Нанян А.А. О МЕТОДЕ ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВЫХ ИНВЕСТИЦИЙ И СТРАХОВЫХ ВЗНОСОВ	24
Оганесян Р.Г. РИСКИ НАКОПИТЕЛЬНОЙ ПЕНСИОННОЙ СИСТЕМЫ	28
Аракелян А.Л., Геворгян Н.Н. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РИСКА	33
Чахоян Г.Р. ДЕТЕРМИНАНТЫ ЭМИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ РА	36
Адилханян А.Ю. СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В АРМЕНИИ И ГЕРМАНИИ	41
Арутюнян М.Г. АРМЯНСКИЙ ФИНАНСОВО-НЕЙТРАЛЬНЫЙ РАЗРЫВ ВАЛОВОГО ВНУТРЕННЕГО ПРОДУКТА	45
Саргсян С.М. ВАЛЮТНАЯ СТРУКТУРА И СРОКИ ПОГАШЕНИЯ ВНЕШНЕГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ДОЛГА ПЕРЕХОДНЫХ СТРАН РЕГИОНА	49
Маргарян Н.Д. ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНЫ АКТИВА МЕТОДОМ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНТРОПИИ	57
Аракелян Д.К. АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ НА РЕАКТИВНУЮ МОЩНОСТЬ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ	62
Вардамян Р.Р., Петросян А.С. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОЛНЕЧНЫХ ПЛОСКИХ ПАНЕЛЬНЫХ И КОНЦЕНТРАТОРНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	66
Оганнисян А.А. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЩНОСТИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНОГО ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ АРМЕНИИ	70
Григорян А.Д. ОЦЕНКА РИСКА ФОРМИРОВАНИЯ ВЗРЫВООПАСНОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ В ЭНЕРГООБЛОКАХ С РЕАКТОРОМ ВВЭР-440 ПРИ ВНЕКОРПУСНОЙ СТАДИИ ТЯЖЕЛОЙ АВАРИИ	76
Сафарян А.Ю. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ ПАРКОВ	80
Торосян М.С., Стакян М.Г. ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ	90
Арзуманян А.М., Акопян С.А. ОЦЕНКА ХРУПКОЙ ПРОЧНОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН ИЗ СИНТЕТИЧЕСКОГО КОРУНДА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И ИСТОЧНИКА СВЕТА	96

Авагян В.Ш., Даниелян В.А. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УСКОРЯЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ	99
Авагян С.Г., Чахалян А.С. КРАНЫ С ВАКУУМНЫМИ ОПОРАМИ	105
Чибухчян С.С., Авагян М.К. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ АВТОМОБИЛЕЙ	108
Колоян М.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОЙКОСТИ ОДНОЗУБОЙ ТОРЦЕВОЙ ФРЕЗЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЖАРОПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	112
Варданян В.В. ТЕХНОЛОГИИ ПАЙКИ КЕРАМИКИ С МЕТАЛЛОМ ДЛЯ ВАКУУМНЫХ СИСТЕМ УСКОРИТЕЛЕЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ	117
Даниелян В.А., Дехтярев В.С., Мкртчян Т.Г. ФОРМИРОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ГЕРМАНИЯ НА МЕДНЫХ ПОДЛОЖКАХ	121
Погосян Г.Э. СПОСОБ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ	124
Оганнисян С.В. ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КОТАЙКСКОЙ ОБЛАСТИ)	128
Гомцян О.А., Гулян А.Г., Бадалян Б.Ф. ПОСТРОЕНИЕ КОДОВ БОУЗА-ЧОУДХУРИ-ХОКВИНГЕМА И РИДА-СОЛОМОНА	133
Оганесян Т.Н. ОБ УСТОЙЧИВОСТИ L1 АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАЛЫМ КОСМИЧЕСКИМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ	139
Киракосян Л.Г. РОЛЬ ВИРТУАЛИЗАЦИИ В ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	144
Бабаян Д.Р. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ КОНВЕРТЕР НАПРЯЖЕНИЯ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ	148
Трдатян Д.С. МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ЭФФЕКТОВ ЭЛЕКТРОМИГРАЦИИ И ПАДЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ЯЧЕЙКАХ ВВОД/ВЫВОД	154
Давтян В.С., Арутюнян А.Р., Самвелян Л.Э. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НАГОРНОГО КАРАБАХА И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	158

C O N T E N T S

Hambardzumyan S.A. DEVOTION TO SCIENCE AND HIS MOTHERLAND (TO ACADEMICIAN S.A. HAMBARDZUMYAN'S JUBILEE)	1
Arakelyan A.H., Adilkhanyan H.Yu. ASSESSING EFFICIENCY OF MAJOR ARMENIAN POWER PLANTS BY MEANS OF DEA APPROACH	5
Gevorgyan R.A., Bardakhchyan V.G. NUMERICAL CHARACTERISTICS OF FUZZY RANDOM VARIABLES	9
Gevorgyan H.G., Musaelyan A.V. ECONOMIC EVALUATION OF METAL TECHNOGENIC RESOURCES	14
Gevorgyan A.G. CAUSALITY OF BANK CREDIT AND DEPOSIT PORTFOLIO	18
Mnatsakanyan N.G. THE DEVELOPMENT OF LOW COST AIRLINES AS A DEMONSTRATION OF A NEW APPROACH IN AREA OF RA AIR TRANSPORTATION	21
Nanyan A.A. ON AN APPROACH FOR THE ASSESSEMENT OF RISKY INVESTMENTS AND INSURANCE PREMIA	24
Hovhannisyan R.G. THE RISKS OF ACCUMULATIVE PENSION SYSTEM OF RA	28
Arakelyan A.L., Gevorgyan N.N. DEVELOPMENT MODEL ASSESSMENT OF THE DEGREE OF PRODUCTION RISK	33
Chakhoyan G.R. THE DETERMINANTS OF THE EMIGRATION OF THE POPULATION OF RA	36
Adilkhanyan H.Yu. SPECTRAL ANALYSIS OF ARMENAIN AND GERMAN ELECTRICITY PRODUCTION TIME SERIES	41
Harutyunyan M.G. ARMENIAN FINANCE-NEUTRAL OUTPUT GAP	45
Sargsyan S.M. CURRENCY STRUCTURE AND MATURITY OF REGIONAL DEVELOPING COUNTRIES' EXTERNAL PUBLIC DEBT	49
Margaryan N.D. ASSESSMENT OF ASSET PRICE DISTRIBUTION USING MAXIMUM ENTROPY METHOD	57
Arakelyan D.K. ANALYZING THE FACTORS INFLUENCING THE SYNCHRONOUS MOTOR REACTIVE POWER .	62
Vardanyan R.R., Petrosyan H.S. THE COMPARATIVE ANALYSIS OF SOLAR FLAT PANEL AND CONCENTRATOR TYPE PHOTOVOLTAIC TRANSFORMERS	66
Hovhannisyan H.H. A METHOD OF DETERMINATION OF POWER AND ELECTRICAL ENERGY PRODUCTION OF SOLAR PHOTOVOLTAIC MODULES FOR CONDITIONS OF ARMENIA	70
Grigoryan A.D. RISK ASSESSMENT OF FORMATION OF EXPLOSIVE GAS MIXTURE AT NUCLEAR POWER UNITS WITH THE WWER-440 REACTOR AT AN EX-VESSEL STAGE OF SEVERE ACCIDENT	76
Safaryan A.Yu. THE PRINCIPLES OF CREATION OF ETHNOGRAPHIC PARKS	80
Torosyan M.S., Stakyan M.G. THE INTERRELATION OF INDICATORS OF MACHINE PART FATIGUE RESISTANCE AT APPLYING HARDENING TECHNOLOGIES	90
Arzumanyan A.M., Hakobyan S.H. EVALUATING THE BRITTLE STRENGTH AND WEAR RESISTANCE OF CUTTING PLATES MADE OF SYNTHETIC CORUNDUM AT THE ELECTROMAGNETIC FIELD AND LIGHT SOURCE IMPACT	96
Avagyan V.Sh., Danielyan V.A. SOME QUESTIONS AND TECHNOLOGICAL DESCRIPTIONS FOR FABRICATION OF ACCELERATOR STRUCTURES	99

Avagyan S.G., Chakhalyan H.S.	
AUTOCRANES WITH VACUUM SUPPORT	105
Chibukhchyan S.S., Avagyan M.K.	
ASSESSING THE IMPACT OF THE ROAD CONDITIONS ON THE OPERATION OF THE CAR	108
Koloyan M.N.	
DETERMINING THE DURABILITY OF A ONE-TOOTH FACE MILLING CUTTER AT MACHINING HIGH-TEMPERATURE MATERIALS	112
Vardanyan V.V.	
BRAZING TECHNOLOGIES OF CERAMIC TO METALS FOR UHV SYSTEMS OF CHARGED PARTICLE ACCELERATORS	117
Danielyan V.A., Dekhtyarov V. S., Mkrtchyan T.H.	
THE FORMATION OF GERMANIUM THIN FILMS ON COPPER SUBSTRATES	121
Poghosyan G.E.	
A METHOD OF THERMOCHEMICAL TREATMENT OF CARBIDE TOOLS	124
Hovhannisyan S.V.	
PROBLEMS OF INCREASING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE PRODUCTION OF MEAT AND WAYS OF THEIR SOLUTION (BY THE EXAMPLE OF KOTAYK MARZ)	128
Gomtsyan H.A., Ghulyan A.G., Badalyan B.F.	
BOSE-CHAUDHURI-HOCQUENGHEM AND REED-SOLOMON CODES CONSTRUCTION	133
Hovhannisyan T.N.	
ON STABILITY OF L1 ADAPTIVE CONTROL SYSTEM OF SMALL SPACECRAFT	139
Kirakosyan L.G.	
VIRTUALIZATION'S ROLE IN CLOUD TECHNOLOGIES	144
Babayan D.R.	
LOW POWER LEVEL SHIFTER WITH WIDE FREQUENCY BANDWIDTH	148
Trdatyan D.S.	
CORRECTION METHODS OF ELECTROMIGRATION AND IR DROP EFFECTS IN SPECIAL INPUT/OUTPUT CIRCUITS	154
Davtyan V.S., Harutyunyan A.R., Samvelyan L.E.	
ENERGY SECURITY OF NAGORNO-KARABAKH AND SOME ISSUES OF STATE BUILDING	158

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 **ՀՏՂ**-ն (**ՕՂԵ**)՝ 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 ò ò ò ò ò**), 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

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

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. **Ա. Վարդանյան**
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 բնապահպանական տեխնոլոգիաներ՝ բ.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. **А. Варданян**
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. Агбальян**
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. **A. Vardanyan**
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. Զաքարյան

Համակարգչային ձևավորումը՝

Լ.Բ. Մարտիրոսյան
Ա.Ա. Ամիրյան

Редакторы – **Ж.С. Сейранян**
Н.А. Хачатрян
Н.А. Закарян
Компьютерное оформление – **Л.Б. Мартиросян**
А.А. Амирян

Editors – **Zh.S. Seyranyan**
N.A. Khachatryan
N.H. Zakaryan

Computer design – **L.B. Martirosyan**
A.A. Amiryan