

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ყოველკვარტალური გამოცემა
QUARTERLY PUBLICATION
ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ

ISSN 1512-0996

უ რ თ მ ე ბ ი

TRANSACTIONS

Т Р У Д Ы

№ 1(495)



თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ
2015

სარედაქციო კოლეგია:

ა. ფრანგიშვილი (თავმჯდომარე), ლ. კლიმაშვილი (თავმჯდომარის მოადგილე), ზ. გასიტაშვილი (თავმჯდომარის მოადგილე), ა. აბრალავა, გ. აბრამიშვილი, ა. აბშილავა, თ. ამბროლაძე, ე. ბარათაშვილი, თ. ბაციკაძე, ჯ. ბერიძე, ს. ბიელეცკი (პოლონეთი), პ. ბიელიკი (სლოვაკეთი), თ. გაბადაძე, ჯ. გახოკიძე, ო. გელაშვილი, ა. გიგინეიშვილი, გ. გობში (გერმანია), ალ. გრიგოლიშვილი, ე. ელიზბარაშვილი, ს. ესაძე, ვლ. ვარდოსანიძე, უ. ზვიადაძე, ო. ზუმბურიძე, კ. ზუნკელი (ავსტრია), დ. თავხელიძე, პ. თოდუა (რუსეთი), ბ. იმნაძე, ა. კევეალი (ესტონეთი), ი. კვესელავა, ტ. კვიციანი, ზ. კიკნაძე, თ. ლომინაძე, ი. ლომიძე, ა. მამალისი (საბერძნეთი), მ. მაცაბერიძე, თ. მეგრელიძე, მ. მესხი, ა. მოწონელიძე, ლ. მძინარიშვილი, დ. ნატროშვილი, ნ. ნაცვლიშვილი, შ. ნემსაძე, დ. ნოზაძე, გ. სალუკვაძე, ქ. ქოქრაშვილი, ე. ქუთელია, ა. შარვაშიძე, ს. შმიდტი (გერმანია), კ. შტროერი (გერმანია), მ. ჩხეიძე, ზ. წვერაიძე, თ. ჯავახიანი, თ. ჯიშკარიანი.

EDITORIAL BOARD:

A. Prangishvili (chairman), L. Klimiashvili (vice-chairman), Z. Gasitashvili (vice-chairman), A. Abralava, G. Abramishvili, A. Abshilava, T. Ambroladze, E. Baratashvili, T. Batsikadze, J. Beridze, S. Bielecki (Poland), P. Bielik (slovakia), M. Chkheidze, E. Elizbarashvili, S. Esadze, T. Gabadadze, J. Gakhokidze, O. Gelashvili, A. Giginishvili, G. Gobsch (Germany), Al. Grigolishvili, B. Imnadze, T. Jagodnishvili, T. Jishkariani, A. Keevalik (Estonia), Z. Kiknadze, K. Kokrashvili, E. Kutelia, I. Kveselava, T. Kvitsiani, T. Lominadze, I. Lomidze, A.G. Mamalis (Greece), M. Matsaberidze, L. Mdzinarishvili, T. Megrelidze, M. Meskhi, A. Motzonelidze, D. Natroshvili, N. Natsvlshvili, Sh. Nemsadze, D. Nozadze, G. Salukvadze, H. Stroher (Germany), H. Sunkel (Austria), S.M. Schmidt (Germany), A. Sharvashidze, D. Tavkhelidze, P. Todua (Russia), Z. Tsvraidze, Vl. Vardosanidze, O. Zumburidze, U. Zviadadze.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.И. Прангишвили (председатель), Л.Д. Климиашвили (зам. председателя), З.А. Гаситашвили (зам. председателя), А.Г. Абралава, Г.С. Абрамишвили, А.В. Абшилава, Т.А. Амброладзе, Е.Ш. Бараташвили, Т.В. Бацикадзе, С. Биелецки (Польша), П. Биелик (Словения), Дж.Л. Беридзе, Вл.Г. Вардосанидзе, Т.Г. Габададзе, Дж.В. Гахокидзе, О.Г. Гелашвили, А.В. Гигинеишвили, Г. Гобш (Германия), Ал.Р. Григолишвили, Т.А. Джагоднишвили, Т.С. Джишкარიани, У.И. Звиададзе, О.Г. Зумбуридзе, Г. Зункел (Австрия), Б.Л. Имнадзе, И.С. Квеселава, Т.А. Квициани, А. Кеевалик (Эстония), З.Г. Кикнадзе, К.А. Кокрашвили, Е.Р. Кутелия, И.Б. Лომидзе, Т.Н. Ломинадзе, А. Мамалис (Греция), М.И. Мацаберидзе, Л.Д. Мдзинаришвили, Т.Я. Мегрелидзе, М.А. Месхи, А.Н. Моцонелидзе, Д.Г. Натрошвили, Н.В. Нацвлишвили, Ш.А. Немсадзе, Д.А. Нозадзе, Г.Г. Салуквадзе, Д.Д. Тавхелидзе, П. Тодуа (Россия), З.Н. Цвераидзе, М.М. Чхеидзе, А.М. Шарвашидзе, С. Шмидт (Германия), Г. Штроер (Германия), Э.Н. Элизбарашвили, С.Ю. Эсадзе.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015

Publishing House “Technical University”, 2015

Издательский дом “Технический Университет”, 2015

<http://www.gtu.ge>



Verba volant,
scripta manent

შინაარსი

მშენებლობა

გ. სოსაძე. წრიული ფირფიტის სუფთა პლასტიკური ღუნვა.....9

ენერგეტიკა და ტელეკომუნიკაცია

ნ. უდრელიძე, მ. სორდია, თ. კვიციანი. ლის მემბრის გამომწვევა ინვარიანტული სისტემების ასაბეზად15

ნ. უდრელიძე, ვ. ზურაბიშვილი, დ. გორძამაშვილი. ქართული ასოების ოპტიმალური კოდირება.....22

ი. ფხალაძე. ნახშირ(ოქსანბის) ემისიის შემცირების შესაძლებლობა ქართული მუნიციპალურ შენობებში.....27

სამთო საჰაერო და გეოლოგია

მ. მესხი, ს. ფირალიშვილი, რ. ინაძე. ენბურჰვის ტექნიკური სისტემის დროითი რიგების მოდელის ილენტიფიკაცია.....34

მ. მესხი, ს. ფირალიშვილი, რ. ინაძე. ენბურჰვის ტექნიკური სისტემის დროითი რიგების მოდელის პარამეტრების შეფასება და აღეკვრულობის დიაგნოსტიკური შემოწმება42

ქიმიური ტექნოლოგია, მეტალურგია

ო. მიქაძე, ი. ნახუცრიშვილი, ნ. მაისურაძე, გ. მიქაძე. ქრომ-ალუმინიანი უქანბავი ფოლადის მაღალტემპერატურული ქანბვის კინეტიკა47

ა. სარუხანიშვილი, ვ. გორდელაძე, ნ. ანდლულაძე, ლ. ებანოძე. ხუთკომპონენტიანი ბორსილიკატური სისტემების ზოგიერთი კომპოზიციიდან მიწის წარმოქმნის ფიზიკურ-ქიმიური პრობნოზირება.....51

არქიტექტურა, ურბანისტიკა, დიზაინი

ი. ისბატოვი. ძ. გაქოს საზოგადოებრივი ცენტრების არქიტექტურულ-გეგმარებითი სტრუქტურის რენოვაცია.....58

ა. აზიზოვი. ნავთობიანი ტერიტორიის როლი სამრეწველო და დასახლებული წარმონაქმნების ფორმირებასა და სივრცულ განლაგებაში63

ბიზნესინჟინერინგი

რ. ქუთათელაძე, ა. კობიაშვილი, ქ. ქუთათელაძე. დიალოგის მართვა კოოპერაციული ცოდნის გამოყენებით67

ინფორმეტიკა, მართვის სისტემები

ლ. გორიტაშვილი, მ. კიკნაძე, ი. აფციაური, მ. შიუკაშვილი. ელექტრონული ანბარიშწორების როლი კომერციულ ბანკებში და მათთან დაკავშირებული კიბერდანაშაულის რისკების შემცირების გზები74

ლ. გორიტაშვილი, ი. აფციაური. ელექტრონული ფული, ელექტრონული საფულე და ინტერნეტ-ანბარიშწორების სისტემები.....79

გ. ძიძიგური, ზ. ზურაბიშვილი, შ. გონგლაძე, ნ. ჩადუნელი. თანამდებობათა ვარდობითი ღირებულებების შეფასება და მისი ავტომატიზაციის ზოგიერთი საკითხი.....85

ავტორთა საკმეხელი92

ავტორთა საჩუქრადღებოდ93

CONTENTS

BUILDING

V. Sokhadze. A PURE PLASTIC BENDING OF CIRCULAR PLATES.....	9
--	---

ENERGETICS AND TELECOMMUNICATION

N. Ugrelidze, M. Sordia, T. Kvikvinia. USING LEE METRICS FOR DESIGNING INVARIANT SYSTEMS	15
N. Ugrelidze, V. Zurabishvili, D. Gordzamashvili. OPTIMAL ENCODING LETTERS OF THE GEORGIAN ALPHABET.....	22
I. Pkhaladze. POSSIBILITY OF CO ₂ EMISSION REDUCTION OPTIONS AT KUTAISI MUNICIAPAL BUILDINGS.....	27

MINING AND GEOLOGY

M. Meskhi, S. Piralishvili, R. Inadze. IDENTIFICATION OF THE MODELS OF TIME SERIES OF TECHNICAL SYSTEMS OF ENGURI HPP	34
M. Meskhi, S. Piralishvili, R. Inadze. EVALUATION OF PARAMETERS AND DIAGNOSTICAL EXAMINATION OF ADEQUACY OF TIME SERIES OF ENGURI HPP TECHNICAL SYSTEMS.....	42

CHEMICAL TECHNOLOGY, METALLURGY

O. Mikadze, I. Nakhutsrishvili, N. Maisuradze, G. Mikadze. HIGH – TEMPERATURE OXIDATION KINETICS OF THE CHROMIUM – ALUMINIUM STAINLESS STEEL	47
A. Sarukhanishvili, V. Gordeladze, N. Andguladze L. Ebanoidze. PHYSICAL AND CHEMICAL FORECAST OF GLASS-FORMATION FROM SOME COMPOSITIONS OF THE QUINARY BOROSILICATE SYSTEM	51

ARCHITECTURE, URBANISTICS, DESIGN

I. Isbatov. RENOVATION OF THE ARCHITECTURAL – PLANING STRUCTURES OF PUBLIC CENTERS OF BAKU	58
A.M. Azizov. THE ROLE OF DEPLOYMENT OF OIL-EXTRACTING AREAS IN THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL AND RESIDENTIAL AREAS IN AZERBAIJAN	63

BUSINESS-ENGINEERING

R. Kutateladze, A. Kobiashvili, K. Kutateladze. DIALOGUE MANAGEMENT USING CO-OPERATIVE KNOWLEDGE	67
---	----

INFORMATICS, MANAGING SYSTEMS

L. Gochitashvili, M. Kiknadze, I. Aptsiauri, M. Shiukashvili. THE ROLE OF ELECTRONIC CALCULATIONS
IN COMMERCIAL BANKS AND THE WAYS OF REDUCING CONNECTED WITH THEIR
CYBERCRIMES..... 74

L. Gochitashvili, I. Aptsiauri. ELECTRONIC MONEY, ELECTRONIC WALLET AND SYSTEMS
OF ONLINE PAYMENT..... 79

G. Dzidziguri, Z. Zurabishvili, Sh. Gongladze, N. Chaduneli. EVALUATION OF RELATIVE
VALUE OF JOBS AND SOME ASPECTS OF ITS AUTOMATION..... 85

AUTHOR'S INDEX 92

TO THE AUTORS ATTENTION 95

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬСТВО

В.Г. Сохадзе. ЧИСТЫЙ ПЛАСТИЧЕСКИЙ ИЗГИБ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНЫ.....	9
--	---

ЭНЕРГЕТИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Н.А. Угрелидзе, М.Д. Сордия, Т.Н. Квиквиния. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТРИКИ ЛИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНВАРИАНТНЫХ СИСТЕМ	15
Н.А. Угрелидзе, В.И. Зурабишвили, Д.К. Гордзамашвили. ОПТИМАЛЬНОЕ КОДИРОВАНИЕ БУКВ ГРУЗИНСКОГО АЛФАВИТА	22
И. Э. Пхаладзе. ВОЗМОЖНОСТЬ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ (ЭМИССИИ) УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ЗДАНИЯХ Г. КУТАИСИ	27

ГОРНОЕ ДЕЛО И ГЕОЛОГИЯ

М.А. Месхи, С.Х. Пиралишвили, Р.В. Инадзе. ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИНГУРИГЭС.....	34
М.А. Месхи, С.Х. Пиралишвили, Р.В. Инадзе. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ И ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИНГУРИГЭС.....	42

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, МЕТАЛЛУРГИЯ

О.И. Микадзе, И.Г. Нахуцришвили, Н.И. Майсурадзе, Г.О. Микадзе. КИНЕТИКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ ХРОМО – АЛЮМИНИЕВОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ	47
А.В. Саруханишвили, В.Г. Горделадзе, Н.Ш. Андгуладзе, Л.О. Эбаноидзе. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТЕКЛООБРАЗОВАНИЯ РЯДА КОМПОЗИЦИЙ ПЯТИКОМПОНЕНТНОЙ БОРОСИЛИКАТНОЙ СИСТЕМЫ	51

АРХИТЕКТУРА, УРБАНИСТИКА, ДИЗАЙН

И. Исбатов. РЕНОВАЦИЯ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЦЕНТРОВ ГОРОДА БАКУ	58
А.М. Азизов. РОЛЬ НЕФТЕНОСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ФОРМИРОВАНИИ И ПРОСТРАНСТВЕННОМ РАЗМЕЩЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И СЕЛИТЕБНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ	63

БИЗНЕС-ИНЖЕНЕРИНГ

Р.Г. Кутателадзе, А.А. Кобиашвили, К.Г. Кутателадзе. УПРАВЛЕНИЕ ДИАЛОГОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ КООПЕРАЦИОННЫХ ЗНАНИЙ	67
---	-----------

ИНФОРМАТИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Л.А. Гочиташвили, М.Г. Кикнадзе, И.Е. Апциаури, М.Т. Шиукашвили. РОЛЬ ЭЛЕКТРОННЫХ РАСЧЕТОВ В КОММЕРЧЕСКИХ БАНКАХ И ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ СВЯЗАННЫХ С НИМИ КИБЕРПРЕСТУПЛЕНИЙ	74
--	-----------

Л.А. Гочиташвили, И.Е. Апциаури. ЭЛЕКТРОННЫЕ ДЕНЬГИ, ЭЛЕКТРОННЫЙ КОШЕЛЕК И СИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТ-РАСЧЕТОВ.....	79
--	-----------

Г.А. Дзидзигури, З.Д. Зурабишвили, Ш.Т. Гонгладзе, Н. Г. Чадунели. ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ДОЛЖНОСТИ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЕЁ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	85
---	-----------

ПЕРЕЧЕНЬ АВТОРОВ	92
-------------------------------	-----------

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ	98
---------------------------------	-----------

სამშენებლო სექცია

შპს 691.17

წერილი ფირფიტის სუფთა პლასტიკური ღუნვა

ვ. სოსხაძე

საინჟინრო მექანიკისა და მშენებლობის ტექნიკური ექსპერტიზის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ

E-mail: vasilii1969@yahoo.com

რეცენზენტები:

დ. ტაბატაძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის მექანიკისა და მშენებლობის ტექნიკური ექსპერტიზის დეპარტამენტის პროფესორი,

ი. კაკუტაშვილი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის მექანიკისა და მშენებლობის ტექნიკური ექსპერტიზის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი.

რეზიუმე: თხელი ფირფიტის დრეკად-პლასტიკური ღუნვის თეორიის გამოყენების საფუძველზე შესწავლილია კონტურით ნებისმიერად ჩამაგრებული თხელი ფირფიტა, რომელზეც მოქმედებს თანაბრად განაწილებული p დატვირთვა. სიმარტივისათვის განხილულია დერძსიმეტრიულად დატვირთული წრიული ფირფიტების ღუნვის ამოცანა, რომლის ამოხსნა დაიყვანება ჩვეულებრივი არაწრფივი დიფერენციალური განტოლებების ინტეგრირებაზე. გათვალისწინებულია ის გარემოებაც, რომ წრიული ფირფიტის ღუნვის დროს მთელ ფართობზე მდგომარეობა სუფთა პლასტიკურია. კონკრეტული ამოცანის სახით განხილულია კონტურით თავისუფლად დაყრდნობილი და კონტურით ჩამაგრებული ფირფიტების სუფთა პლასტიკური ღუნვა, რომელზეც მოქმედებს მთელ ფართობზე განაწილებული p დატვირთვა ან d რადიუსის წრის ფართობზე თანაბრად განაწილებული p დატ-

ვირთვა; მიღებულია ზღვრული დატვირთვის მნიშვნელობები. ზღვრულ p დატვირთვაში იგულისხმება ისეთი დატვირთვა, რომლის დროსაც ფირფიტის ცენტრსა და მთელ ფირფიტაში მყარდება სუფთა პლასტიკური მდგომარეობა.

საკვანძო სიტყვები: პლასტიკური ღუნვა; მღუნავი მომენტის კომპონენტები; ხისტ-პლასტიკური სხეულის ჰიპოთეზა; წრიული ფირფიტა; ძერის მოდული; დიფერენციალური განტოლება.

1. შესავალი

თანამედროვე მანქანა-დანადგარისა და ნაგებობის სიმტკიცის გაანგარიშება ხშირად ინჟინრისაგან ისეთი ფაქტორებისა და მოვლენების გათვალისწინებას მოითხოვს, რაც მხოლოდ

პლასტიკურობის თეორიის დახმარებით არის შესაძლებელი.

როგორც ცნობილია, სრული დეფორმაცია შედგება დრეკადი და ნარჩენი დეფორმაციებისაგან. აღსანიშნავია, რომ ნარჩენი დეფორმაციის გამო, უმნიშვნელოც რომ იყოს, შეიძლება მანქანამ და ნაგებობამ იმუშაოს არანორმალურად, მაგრამ პლასტიკური თვისებების სრულად უგულებელყოფა შეუძლებელია მაშინ, როდესაც ხდება ლითონის წნევით დამუშავება, ლითონის დამზადება ჭედვით, დაწნეხით, ჩამოსხმით, აღიდვით, ტვიფრით და ასე შემდეგ. ბეტონი არის დრეკადი ბლანტი მასა, ამიტომ როგორც ბეტონის, ისე რკინაბეტონის ნაგებობის შესწავლისას უნდა გავითვალისწინოთ პლასტიკურობა. რკინაბეტონის ნაგებობების სიმტკიცის მარაგის დადგენა ხდება ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით, რომელსაც ვერ განვსაზღვრავთ თუ არ გვეცოდინება მასალის პლასტიკური თვისებები.

როგორც ცნობილია, ნაგებობის გაანგარიშების სიზუსტის გაზრდას და დაპროექტების მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტის მიღწევას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. აღნიშნული მიიღება სისტემის (კონსტრუქციის) პლასტიკური, დრეკად-პლასტიკური თეორიების გამოყენების საფუძველზე.

2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ წრიული ფირფიტის სუფთა ღუნვა. ხისტ-პლასტიკური სხეულის ჰიპოთეზის თანახმად, G ძერის მოდული უსასრულოდ დიდია. ამ დროს დრეკადი ზონები მთლიანად ქრება და გადადის ფირფიტის შუა სიბრტყეში, რომელზეც σ_r და σ_θ კომპონენტები განიცდიან ნახტომს. ამ ჰიპოთეზიდან გამომდინარეობს, რომ სუფთა პლასტიკური ღუნვა მიმდინარეობს თავისუფლად და არ არის დამოკიდებული დატვირთვაზე.

წონასწორობის დიფერენციალურ განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$r \frac{dM_r}{dr} + M_r - M_\theta = - \int_0^r p r dr. \tag{1}$$

ძაბვის კომპონენტებსა და დეფორმაციის სინქარეს შორის დამოკიდებულებების გათვალისწინებით

$$\dot{\epsilon}_r : \dot{\epsilon}_\theta = (2\sigma_r - \sigma_\theta) : (2\sigma_\theta - \sigma_r),$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ $\epsilon_r = z \xi_r$,

$$\epsilon_\theta = z \xi_\theta,$$

მაშინ

$$\dot{\xi}_r : \dot{\xi}_\theta = (2\sigma_r - \sigma_\theta) : (2\sigma_\theta - \sigma_r).$$

ვინაიდან ξ_r და ξ_θ არ არის დამოკიდებული z-ზე, ამიტომ (1) განტოლების საფუძველზე მივიღებთ:

$$\dot{\xi}_r : \dot{\xi}_\theta = (2M_r - M_\theta) : (2M_\theta - M_r). \tag{2}$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ

$$\dot{\xi}_r = - \frac{d^2 W}{dr^2}, \quad \dot{\xi}_\theta = - \frac{d^2 W}{d\theta^2},$$

მაშინ (1) დიფერენციალური განტოლება ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$r \frac{d^2 W}{dr^2} = \frac{2M_r - M_\theta}{2M_\theta - M_r} \frac{dW}{dr}. \tag{3}$$

(3) დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ W მრუდის ჩაზნექილობის მიმართულება, რომელიც r-ის ფუნქციაა და ასევე გადაღუნვის წერტილი, რომელიც შეესაბამება $2M_r = M_\theta$ -ს.

მომენტების მნიშვნელობები გამოვსახოთ შემდეგი ტოლობით:

$$\left. \begin{matrix} M_r \\ M_\theta \end{matrix} \right\} = 2K \cos\left(\omega \pm \frac{\pi}{6}\right); \quad K = kh^2 = \tau \cdot h^2. \tag{4}$$

მე-4 ტოლობა შევიტანოთ (1) წონასწორობის დიფერენციალურ განტოლებაში. მცირე გარდაქმნით მივიღებთ:

$$r \frac{d^2 \omega}{dr^2} = \frac{q - \sin \omega}{\sin\left(\omega + \frac{\pi}{6}\right)}, \quad q = - \frac{Q}{2K} r. \tag{5}$$

მე-4 გამოსახულება შევიტანოთ (3) შუა სიბრტყის დიფერენციალურ განტოლებაში. მივიღებთ:

$$r \frac{d^2W}{dr^2} = \frac{\sin\left(\omega - \frac{\pi}{6}\right) dW}{\sin\left(\omega + \frac{\pi}{6}\right) dr}. \quad (6)$$

განვიხილოთ a რადიუსის წრიული ფირფიტა, რომელიც მთელ კონტურზე თავისუფლად არის დაყრდნობილი და მასზე მოქმედებს მთელ ფართობზე თანაბრად განაწილებული P დატვირთვა.

განვსაზღვროთ P დატვირთვის მნიშვნელობა, რომლის დროსაც მთელი ფირფიტა იმყოფება სუფთა პლასტიკურ მდგომარეობაში, ასევე ვიპოვოთ M_r და M_θ მომენტების კომპონენტები.

შემოვიღოთ დამოუკიდებელი ცვლადი

$$p^2 = \frac{P}{4K} r^2. \quad (5)$$

დიფერენციალური განტოლება მიიღებს სახეს:

$$\rho \frac{d\omega}{d\rho} = \frac{p^2 - \sin \omega}{\sin\left(\omega + \frac{\pi}{6}\right)}. \quad (7)$$

მე-6 განტოლება კი მიიღებს სახეს:

$$\rho \frac{d^2W}{d\rho^2} = \frac{\sin\left(\omega - \frac{\pi}{6}\right) dW}{\sin\left(\omega + \frac{\pi}{6}\right) d\rho}. \quad (8)$$

ფირფიტის დაბალი და დეფორმირებული მდგომარეობის განსაზღვრა დაიყვანება (7) და (8) პოლიმერული დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნაზე $\rho=0$ წერტილის არეში. კერძოდ:

$$\omega = \frac{1}{2} \rho^2, \quad W - W_0 = \frac{1}{2} D \cdot \rho^2, \quad \frac{dW}{d\rho} = D \cdot \rho^2.$$

$M_r=M_\theta$ სასაზღვრო პირობა, როდესაც $r=0$ (ცენტრში), ავტომატურად კმაყოფილდება, ხოლო, როდესაც $\omega=0$, $M_r=0$ პირობა წრეწირის კონტურზე თუ $r=a$, მოგვცემს

$$\omega = \frac{\pi}{3}, \quad \alpha^2 = \frac{P}{4k} a^2,$$

რომლის საშუალებითაც ვიპოვოთ α -ს და ზღვრულ დატვირთვას

$$p = 4k \frac{\alpha^2}{a^2}.$$

სასაზღვრო პირობა $W=W_0$, $r=0$ ცენტრში, სასაზღვრო პირობა $W=0$, $r=a$ კონტურზე და

$p = \alpha \frac{r}{a}$ ტოლობა გვაძლევს საშუალებას განვსაზღვროთ α , როგორც r -ის ფუნქცია. უნდა აღვნიშნოთ, რომ მრუდის გადაღვნის წერტილი, რომელიც გამოსახავს α -ს როგორც r -ის ფუნქციას, შეესაბამება $2M_r=M_\theta$ ან $\omega=\pi/6$ და M_θ მაქსიმუმის წერტილს. კონკრეტულ რიცხვით მაგალითად განვიხილოთ წრიული ფირფიტა, რომლის მახასიათებელია უგანზომილებო ცვლადები (α, Mr, W_0) (7) და (8) დიფერენციალური განტოლებების რიცხვითი ინტეგრირება შესრულებულია სასრული სხვაობების მეთოდით. გამოთვლის შედეგად დადგინდა, რომ ზღვრული დატვირთვა დაახლოებით ტოლია:

$$p = 12,45 \frac{k}{a^2}.$$

უგანზომილებო M_r და M_θ მომენტების კომპონენტების გრაფიკები (ნახ. 1) და უგანზომილებო α ჩაღუნვის სიჩქარის გრაფიკი (ნახ. 2) ნაჩვენებია მთლიანი ხაზებით. გაღუნვის წერტილი შეესაბამება $r=0,68a$ -ს.

განხილული ამოცანა ამოხსნილია მეორე გზითაც. დავუშვათ, რომ დენადობის პირობას აქვს სახე:

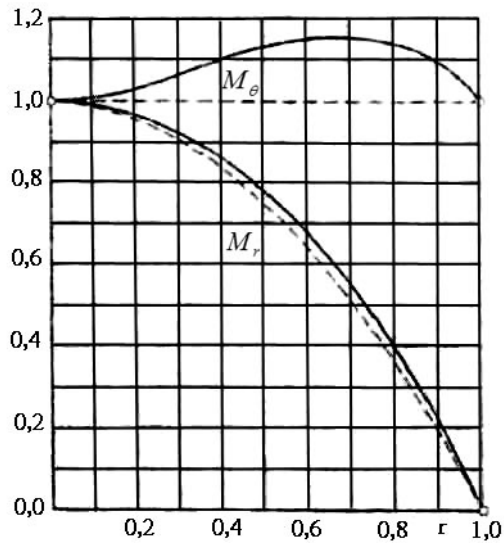
$$\frac{1}{2}(\sigma_i - \sigma_k) = k, \quad \sigma_i \geq \sigma_j \geq \sigma_k,$$

რომლის დროსაც იგულისხმება, რომ მხები ძაბვა მუდმივია. ამოხსნის შედეგად მივიღეთ, რომ ზღვრული დატვირთვა

$$p = 6\sqrt{3} \frac{k}{a^2} = 10,4 \frac{k}{a^2},$$

ხოლო გადაღუნვის წერტილი შეესაბამება $r=0,71a$ -ს.

უგანზომილებლო M_r და M_θ მომენტების გრაფიკები დამოკიდებული უგანზომილებო r -ზე (ნახ. 1) და უგანზომილებლო α ჩაღუნვის სიჩქარის გრაფიკი (ნახ. 2) ნაჩვენებია წყვეტილი ხაზით. შედარებამ გვიჩვენა, რომ მიღებულ შედეგებს შორის არის გარკვეული განსხვავება.



ნახ. 1

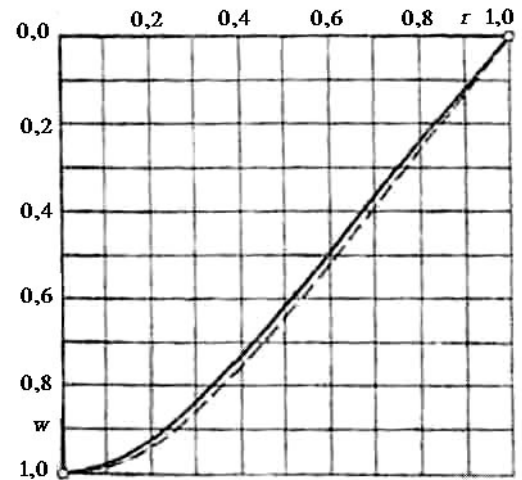
ანალოგიურად გამოკვლეულია კონტურით ჩამაგრებული წრიული ფირფიტის პლასტიკური ღუნვა. გამოთვლებმა გვიჩვენა, რომ სუფთა პლასტიკური ღუნვა მყარდება თანაბრად განაწილებული დატვირთვისას

$$p = 23,8 \frac{k}{a^2},$$

ხოლო შექურსული დატვირთვისას

$$p = 4\pi k.$$

როგორც მოსალოდნელი იყო, ეს მნიშვნელობები მეტია, ვიდრე კონტურით თავისუფლად დაყრდნობილი წრიული ფირფიტის პლასტიკური ღუნვა.



ნახ. 2

3. დასკვნა

კონტურით თავისუფლად დაყრდნობილი და კონტურით ჩამაგრებული ფირფიტის მთელ ფართობზე თანაბრად განაწილებული p დატვირთვის ან d რადიუსის წრის ფართობზე თანაბრად განაწილებული p დატვირთვის მოქმედების შესწავლისას მივიღეთ, რომ ზღვრული დატვირთვა თავისუფლად დაყრდნობის შემთხვევაში ნაკლებია, ვიდრე კონტურით ჩამაგრების შემთხვევაში.

$P_{ზღ.} = 12,45k/a^2$ კონტურის თავისუფლად დაყრდნობა;

$P_{ზღ.} = 23,8k/a^2$ კონტურის ჩამაგრება.

ლიტერატურა

1. Sokolovski V.V. Plastic bending of circular plates, Engin. journal. T. 3, issue 3, 1963, pp. 95-105 (in Russian).
2. Sen-Venan B. About Establishment of Management of Solid-plastic Bodies Outside the Elasticity, Collection works "Teoriya plastichnosti". Gos. izd. Inostrannoi lit. 1948 (in Russian).
3. Batsikadze T., Chyoidze R., Nizharadze J. About Calculation Outside the Elasticity, STU shromebi. №9(266), 1983, pp. 5-12 (in Georgian).

UDC 691.17**A PURE PLASTIC BENDING OF CIRCULAR PLATES****V. Sokhadze**

Department of engineering mechanics and technical expertise of building, Georgian Technical University, 68^a, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

D. Tabatadze, professor of mechanical engineering department of civil engineering faculty of GTU,

I. Kakutashvili, associated professor of mechanical engineering department of civil engineering faculty of GTU.

Resume: Based on the application of elastic and plastic bending theory of thin plate is studied the arbitrary supported on contour thin plate, on that is acting uniformly distributed load p . For simplicity there is considered the bending problem of axisymmetrically loaded circular plates, whose solution is reduced to an integration of ordinary differential equation. Also will be taking into account the fact, that at bending of circular plate of the entire area occurs pure plastic state.

As specific case there is considered pure plastic bending of simple supported on contour and supported on contour plate, on that is acting distributed over the entire area load p and uniformly distributed on a circle of radius d load p . The values of critical load are obtained.

As critical load p is considered such load at that on the center of plate and on whole plate occurs pure plastic state.

Key words: plastic bending; components of bending moments; hard-plastic hypothesis; circular plates; modulus of shear; differential equation.

УДК 691.17**ЧИСТЫЙ ПЛАСТИЧЕСКИЙ ИЗГИБ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНЫ****Сохадзе В.Г.**

Департамент инженерной механики и технической экспертизы строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^a

Рецензенты:

Д. Табатадзе, профессор Департамента технической экспертизы механики и строительства строительного факультета ГТУ,

И. Какуташивили, ассоциированный профессор Департамента технической экспертизы механики и строительства строительного факультета ГТУ.

Резюме: На основе использования теории упругого пластического изгиба тонкой пластины изучена произвольно закреплённая по контуру тонкая пластина, на которую действует равномерно распределённая

нагрузка p . Для упрощения рассматривается задача изгиба осесимметрично нагруженной круглой пластины, решение которой сводится к интегрированию обыкновенного дифференциального уравнения. Также необходимо учитывать тот факт, что при изгибе круговой пластины, по всей её площади существует чисто пластическое состояние.

В качестве конкретной задачи рассмотрен чисто пластичный изгиб свободно опертой и закреплённой по контуру пластины, на которую действует распределённая по всей площади нагрузка p или равномерно распределённая по площади круга радиуса d нагрузка p . Получены значения предельной нагрузки.

Под предельной нагрузкой понимается такая нагрузка, при которой в центре пластины и на всей пластине создается чисто пластическое состояние.

Ключевые слова: пластический изгиб; компоненты изгибного момента; гипотеза; жестко-пластическое тело; круговая пластина; модуль сдвига; дифференциальное уравнение.

მიღებულია დასაბუჯდად 19.01.15

ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის სექცია

შპს 621.391.15

ლის მეტრიკის გამოყენება ინვარიანტული სისტემების ასახვად

ნ. უღრელიძე, მ. სორდია, თ. კვიკინია

რადიოტექნიკისა და მაუწყებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა

E-mail: toban555@gmail.com; sordi18@hotmail.com; tam.kvikvinia@gmail.com

რეცენზენტები:

დ. ბერიაშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის რადიოტექნიკისა და
მაუწყებლობის დეპარტამენტის პროფესორი,

თ. კუპატაძე, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ტელეკომუნიკაციის
დეპარტამენტის პროფესორი.

რეზიუმე: განხილულია მანძილის მიმართ ინ-
ვარიანტული სისტემების აგების საკითხები ლის
მეტრიკის გამოყენებით. ჩამოყალიბებულია ინვა-
რიანტობის პირობები კოდებისა და სიგნალ-კო-
დური სისტემებისათვის. საილუსტრაციოდ მოყვა-
ნილია შესაბამისი მაგალითები ალფაბეტური სი-
ჭარბის მქონე ხვეულა კოდების შემთხვევისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ლის მეტრიკა; კოდები;
ინვარიანტობა; სიგნალ-კოდური სისტემები.

1. შესავალი

კოდირების თეორიაში უმეტესწილად განიხი-
ლება შემთხვევები, როცა კოდურ ვექტორთა შო-
რის მანძილები განისაზღვრება ჰემინგის მეტრი-
კით [1-3]. იშვიათად, მაგრამ მაინც გვხვდება სის-
ტემა, რომელიც იყენებს ე.წ. რგოლურ ანუ ლის
მეტრიკას [4,5]; ცნობილია ისიც, რომ ორობით
და სამობით შემთხვევებში ეს მეტრიკები იდენ-
ტურია ანუ ერთიმეორეს ემთხვევა [1].

ბოლო პერიოდში, ალფაბეტური სიჭარბის
მქონე კოდების გამოჩენა [6,7] აძლიერებს ინ-
ტერესს ისეთი სისტემებისადმი, რომლებიც არის

წრფივი არაორბითი და სხვადასხვა (მათ შორის არაწრფივი) კოდის კოდურების გაერთიანება, კასკადი. სწორედ ასეთი სტრუქტურის ერთი თვისებრივი ასპექტია განხილული წინამდებარე ნაშრომში, სადაც საბაზო კოდის სახით გამოიყენება ალფაბეტური სიჭარბის წრფივი ხეველა კოდი.

2. ძირითადი ნაწილი

ამა თუ იმ მეტრიკის შესახებ მსჯელობისას, მხედველობაში გვაქვს ორ v_i და v_j კოდურ ვექტორს (სიტყვას) შორის $d(v_i, v_j)$ მანძილის გაზომვის წესი. ცხადია, ამ დროს მანძილი აკმაყოფილებს ქვემოთ მოცემულ სამ პირობას [8]:

1. $d(v_i, v_j) = 0$, თუ $i=j$, (იგივეობის აქსიომა);
 2. $d(v_i, v_j) = d(v_j, v_i)$, (სიმეტრიის აქსიომა);
 3. $d(v_i, v_j) \leq d(v_i, v_c) + d(v_c, v_j)$,
(სამკუთხედის აქსიომა).
- (1)

და კოდირების თეორიაში ის განისაზღვრება, ძირითადად, როგორც ადიტიური ზომა

$$d(v_i, v_j) = \sum_{k=1}^n f(v_{ki}v_{kj}) \tag{2}$$

გამოსახულების შესაბამისად, სადაც n კოდური სიტყვის სიგრძეა, ხოლო v_{ki} და v_{kj} შესაბამისად – v_i და v_j ვექტორების k -ური კომპონენტები. ამ დროს ჰემინგის მეტრიკისათვის $f(v_{ki}, v_{kj})$ ფუნქცია, რომელიც განსაზღვრავს კომპონენტთა განსხვავებას

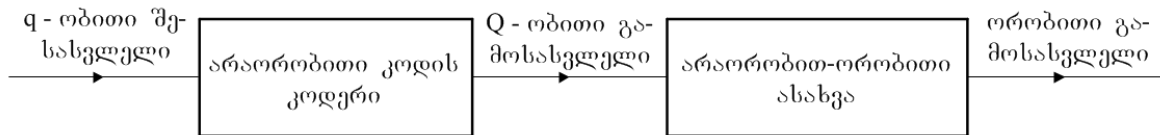
$$f_H(v_{ki}, v_{kj}) = \begin{cases} 0, & \text{თუ } v_{ki} = v_{kj}; \\ 1, & \text{თუ } v_{ki} \neq v_{kj}; \end{cases} \tag{3}$$

ხოლო Q -ობითი კოდის შემთხვევაში ლის მეტრიკისათვის გვაქვს:

$$f(v_{ki}, v_{kj}) = \min\{ |v_{ki} - v_{kj}|, Q - |v_{ki} - v_{kj}| \} \tag{4}$$

და როგორც ვიცით, ეს მეტრიკა იდენტურია ჰემინგის მეტრიკისა თუ $Q=2$ და $Q=3$.

დასაწყისში, ამ ნაშრომში, განვიხილავთ პირველ ნახაზზე მოცემულ სისტემას.



ნახ. 1. არაორბით-ობითი სისტემა

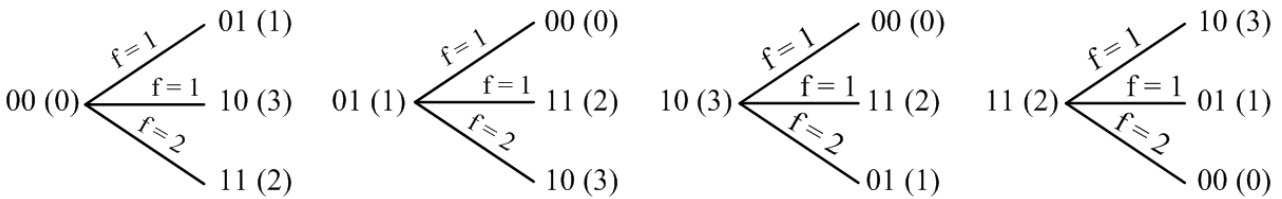
აქ $q \geq 2$, $Q > 2$ და $Q > q$; მოცემულ შემთხვევაში Q -ობით გამოსასვლელზე არსებულ წრფივ კოდს განვიხილავთ ლის მეტრიკაში, ხოლო ორობით გამოსასვლელზე არსებულ n ბიტი სიგრძის სიტყვებისაგან შედგენილ კოდს – ჰემინგის მეტრიკაში. ამასთან ვთვლით, რომ Q -ობით გამოსასვლელზე სიმბოლოთა ალფაბეტის ზომა და ორობით გამოსასვლელზე კოდური სიტყვების რაოდენობა ერთნაირია. ზოგადად პირველ ნახაზზე მოცემული სისტემა შეიძლება იყოს არაწრფივი, რაც ქმნის მნიშვნელოვან სიძნელეებს მისი

აგებისა და ანალიზის პროცესში. ცხადია, ეს პრობლემა გარკვეულწილად გადაიჭრება, თუ სისტემა ინვარიანტული იქნება მანძილის მიმართ. განვიხილოთ ასეთი მაგალითი. ვთქვათ, ვიმყოფებით ნულოვან ვექტორთან და ვხედავთ აქედან d მანძილებით დაშორებულ v კოდურ სიტყვებს. თუ სურათი იგივე იქნება მოცემული კოდის ნებისმიერი კოდური სიტყვისთვის, მაშინ ვიტყვი, რომ კოდი ინვარიანტულია მანძილის მიმართ [2], ე.ი. გვაქვს კოდი, რომლისთვისაც რაოდენობა იმ ვექტორებისა, რომლებიც დაშო-

რებულია რომელიღაც v ვექტორიდან რაღაც d მანძილით არაა დამოკიდებული ამ v ვექტორის შერევაზე. ცხადია, ყველა წრფივი კოდი ინვარიანტულია მანძილის მიმართ [2].

ვთვლით, რომ პირველ ნახაზზე გამოსახული ე.წ. არარობით-ობითი ტიპის კოდი (ან შემდეგ მის ადგილზე სხვა კოდიც) მინიმუმ ინვარიანტულია მანძილის მიმართ; მაშინ, თუ ორობით გამოსასვლელზე არსებული კოდური სიტყვებისათვის ჰემინგის d_H მანძილები ტოლი არის Q -ობით გამოსასვლელზე არსებულ სიმბოლოთა შესაბამისი f ფუნქციის მნიშვნელობებისა, გაერთიანებული კოდი იქნება ინვარიანტული მანძილის მიმართ ანუ სისტემა იქნება ინვარიანტული. თვალსაჩინოებისათვის განვიხილოთ ასე-

თი მაგალითი: ვთქვათ, არარობითი კოდის სახით მოცემული გვაქვს წრფივი, ალფაბეტური სიტყარბის მქონე კოდი. ვთქვათ, $q=2$ და $Q=4$. ცხადია, ოთხობითი კოდური სიმბოლოები უნდა აისახოს ორობითით, გარკვეული წესით. ვთქვათ ასე: $0 \rightarrow 00, 1 \rightarrow 01, 2 \rightarrow 11, 3 \rightarrow 10$. ზემოთ მოყვანილი მაგალითის შესაბამისად, აგრეთვე (3)-ის და (4)-ის გათვალისწინებით, გვექნება მე-2 ნახ-ზე ნაჩვენები სურათი, საიდანაც ჩანს, რომ თუ f_H ფუნქციაში v_k კომპონენტები წარმოდგენილია წყვილი ბიტებით და f -ში თითო Q -ობითი სიმბოლოთი, მაშინ $d_H=f$, ე.ი. ცხადია, რომ ლის და ჰემინგის მეტრიკები იდენტურია, ე.ი. ინვარიანტულია მთლიანი სისტემა ჰემინგის მანძილის მიმართ.



ნახ. 2. სისტემის ინვარიანტობის ინტერპრეტაცია

ზოგადად, ანალიზისას, ორივე კოდის ინვარიანტობის გამო, f -ის გამოთვლისას ერთ-ერთ კომპონენტად შეგვიძლია ავირჩიოთ ნულოვანი სიმბოლო, ხოლო d_H -ის გამოთვლისას – ნულოვანი კოდური სიტყვა.

ადვილი შესამჩნევია, რომ წრფივი Q -ობითი კოდის შემთხვევაში ნებისმიერი

$$f_i \in \begin{cases} \{0, Q/2\}, & \text{როცა } Q \text{ ლუწია;} \\ \{0, (Q-1)/2\}, & \text{როცა } Q \text{ კენტია.} \end{cases} \quad (5)$$

ჩაწერა $\overline{0, Q/2}$ ($\overline{0, (Q-1)/2}$) გულისხმობს რიცხვთა ყველა მთელ მნიშვნელობას 0 -დან $Q/2$ -მდე (0 -დან $(Q-1)/2$ -მდე); ამასთან, თუ f -ის ერთობლიობიდან ერთნაირი f -ების რაოდენობას აღვნიშნავთ $|f_e|$ -ით, მაშინ, თუ Q ლუწია,

$$|f_e| = \begin{cases} 1, & \text{თუ } f_L=0 \text{ და } f_L=Q/2; \\ 2, & \text{ყველა სხვა შემთხვევაში,} \end{cases} \quad (6)$$

ხოლო თუ Q კენტია,

$$|f_e| = \begin{cases} 1, & \text{თუ } f_L=0; \\ 2, & \text{ყველა სხვა შემთხვევაში.} \end{cases} \quad (7)$$

მაგალითად, თუ $Q=6$, და f -ის მნიშვნელობებს დავალაგებთ 6 -ობითი კოდური სიმბოლოების ზრდის შესაბამისად, გვექნება მიმდევრობა $f=0, 1, 2, 3, 2, 1$, რომელშიც 0 -იანი და 3 -იანი გვხვდება თითოჯერ, 1 -იანი და 2 -იანი ორ-ორჯერ; თუ $Q=7$, მაშინ $f=0, 1, 2, 3, 3, 2, 1$, რომელშიც 0 გვხვდება ერთხელ, ხოლო ყველა დანარჩენი სიმბოლო ორ-ორჯერ. ცხადია, $|f|=Q$; შემდგომში ჰემინგის მანძილის მიმდევრობები

აღნიშნული გვექნება d_H -ით; მე-2 ნახ-ზე მოცემული მაგალითისათვის $d_H = f$.

Q -ობითი სიმბოლოების ასახვისას ორობითად, ბუნებრივია, ორობითი სიმბოლოების ბლოკის სიგრძისათვის უნდა სრულდებოდეს პირობა:

$$n \geq \text{ceil}(\log_2 Q), \quad (8)$$

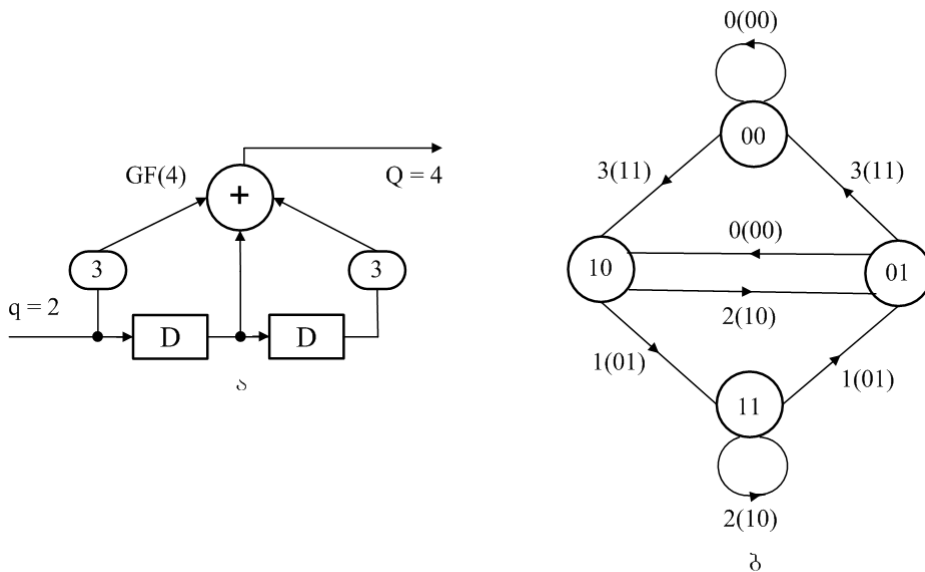
სადაც $\text{ceil}(x)$ აღნიშნავს x რიცხვის უდიდეს მთელამდე დამრგვალებას.

ორობითი კოდის ინვარიანტობის გამო, სისტემა ინვარიანტული იქნება მაშინაც, თუ

$$d_H \in \{\text{perms}(f)\}, \quad (9)$$

რაც ნაკლებად მკაცრი პირობაა ($d_H = f$)-თან შედარებით. (9)-დან ცხადია, რომ სისტემა ინვარიანტული იქნება სხვა ასახვის დროსაც (მაგალითად, $0 \rightarrow 00, 1 \rightarrow 01, 2 \rightarrow 10, 3 \rightarrow 11$ და ა.შ.). (9)-ში $\text{perms}(f)$ აღნიშნავს f -ის წევრების ყველა შესაძლო გადანაცვლებას.

მე-3, ა ნახ-ზე ნაჩვენებია (313) ხეულა კოდის კოდერი; ხოლო მე-3,ბ ნახ-ზე მისი მდგომარეობათა დიაგრამა $0 \rightarrow 00, 1 \rightarrow 01, 2 \rightarrow 10, 3 \rightarrow 11$ ასახვით. მოცემულ დიაგრამაზე ფრჩხილებში მოცემულია ორობითი სიმბოლოებისაგან შედგენილი $n=2$ სიგრძის ბლოკები, რომლებიც გამოიყენება ოთხობითი სიმბოლოების ორობითად ასახვისათვის. (313) კოდი აგებულია $GF(4)$ -ზე, შესასვლელი სიმბოლოები კი ორობითია ($q=2$). აქ კოდირების სინქარე $R=1/2$, ხოლო თავისუფალი მანძილი ჰემინგის მისედვით $d_f=5$. დიაგრამიდან აღვილი შესამჩნევია, რომ ეს სისტემა იდენტურია კარგად ცნობილი ორობითი (7,5) კოდისა [3,9]. ცხადია, მოყვანილი სისტემა ინვარიანტულია ჰემინგის მანძილის მიმართ, რომელიც გამოითვლება ორბიტიანი ბლოკებისათვის.



ნახ. 3. ხეულა (313) კოდის კოდერი და მისი მდგომარეობათა დიაგრამა

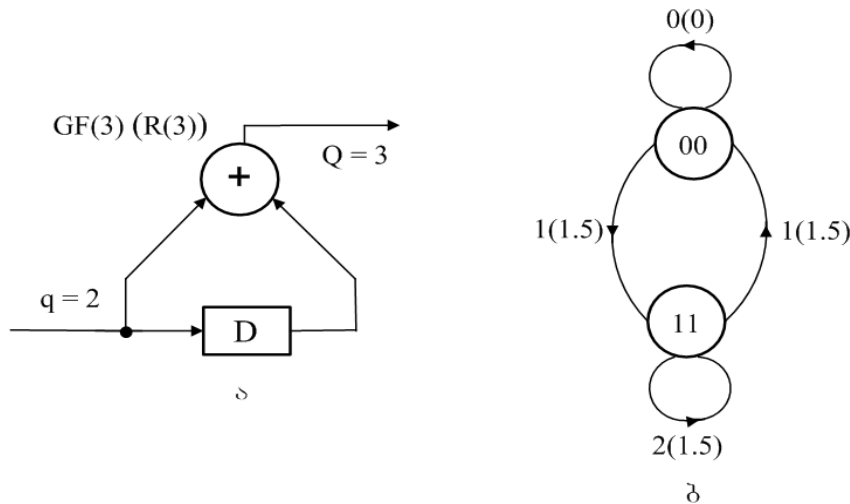
(9)-ის განზოგადებით, სისტემა ინვარიანტული იქნება ნებისმიერი A მეტრიკისათვის, თუ

$$d_A \in \{\text{perms}(a \cdot f)\}, a > 0; \quad (10)$$

ცხადია, აქ d_A შეგვიძლია შევცვალოთ ევკლიდეს მეტრიკის შესაბამისი d_E^2 ფუნქციით, რომელიც არის ევკლიდური მანძილის კვადრატის მნიშვნელობა შესაბამის ელემენტარულ სიგნა-

ლებს შორის და (10) პირობის შესრულების შემთხვევაში გვექნება ეკვიდური მანძილის მიმართ ინვარიანტული სიგნალ-კოდური სისტემა. მაგალითად, თუ ავიღებთ GF(3)-ზე მოცემულ ხვეულა კოდს აღფაბეტური სიჭარბით და სამობით ფაზამოდულირებულ (3PSK) სიმპლექსურ სიგნალს, მათი კასკადირებით მივიღებთ ეკვი-

დური მანძილის მიმართ ინვარიანტულ სიგნალ-კოდურ სისტემას. უმარტივესი ხვეულა კოდისათვის ასეთი მაგალითი ნაჩვენებია მე-4 ნახ-ზე, სადაც გამოსახულია (11) სამობითი ხვეულა კოდი და მისი მდგომარეობათა დიაგრამა, რომელზეც ფრჩხილებში მოცემული რიცხვები შეესაბამება



ნახ. 4. სამობით ველზე მოცემული (11) ხვეულა კოდის კოდერი

ეკვიდური მანძილის კვადრატებს ელემენტარულ სიგნალებს შორის. აქ $d^2 = 1.5$ f. მე-4, ბ ნახ-ზე მოცემული დიაგრამიდან ჩანს, რომ სიგნალ-კოდური სისტემის ნორმირებული ($2E_b$ -ით, სადაც E_b ერთბიტიანი სიმბოლოს შესაბამისი სიგნალის ენერჯიაა) თავისუფალი ეკვიდური მანძილის კვადრატი ტოლია $d_f^2 = 3$, ხოლო კოდირების სიჩქარე $R=0,63$.

3. დასკვნა

განხილულია ლის მეტრიკის გამოყენებით მანძილის მიმართ ინვარიანტული სისტემების აგება. მართალია, ნაშრომის დასაწყისში, ის განიხილება არაორბით-ორბითი სისტემის მაგა-

ლითზე ან უფრო კონკრეტულად ლი-ჰემინგის მეტრიკისათვის, შედეგი განზოგადებულია ლი-სა და ეკვიდეს მეტრიკისათვის. მეთოდი საკმარისად ზოგადია (მარტივიც) და მისი გამოყენება შეიძლება როგორც ჰემინგის მანძილის მიმართ ინვარიანტული ხვეულა კოდების ასაგებად, ისე იმ სხვა მსგავსი კონსტრუქციისთვისაც [10-12], სადაც გამოიყენება ხვეულა კოდები და სიგნალები; ბოლოს მოყვანილი მაგალითიც ამას ადასტურებს და ზემოთ მოცემულის რეზიუმირების შედეგად შეგვიძლია ზოგადად ვთქვათ: Q-ობითი ხვეულა კოდი ლის მეტრიკით, $d_A \in \{\text{perms}(a \cdot f)\}$, $a > 0$ შემთხვევაში წარმოქმნის ნებისმიერი A მეტრიკისათვის დისტანციურად ინვარიანტულ სისტემას.

ლიტერატურა

1. Piterson W., Weldon E. Error-correcting Codes. M.: "Mir" 1976 (in Russian).
2. MacWilliams F.J., Sloane N.I.A. The Theory of Error-correcting Codes. M.: "Sviaz", 1979 (in Russian).
3. Mozelas-Zaragoza R. The art of Error-correcting Coding. M.: "Tekhnosfera", 2006 (in Russian).
4. Lee C. Y. Some Properties of Nonbinary Error-Correcting Codes. IRE Trans., v. IT-4, 1958, pp.77-82 (in English).
5. Borodin L.F. Introduction in the Theory of Error-correcting Coding. M.: "Sovetskoe radio", 1968 (in Russian.).
6. Ugrelidze N.A. New Class of Convolutional Codes. Rossiiskaia Akademia Nauk. Sbornik dokladov. Febr., 19-27, 2009, pp. 17-19 (in Russian).
7. N.Ugrelidze. About One Realization of Symbolic – Alphabetic Redundancy Codes // "Intelekti". Tbilisi, 2009, pp. 131-133 (in Georgian).
8. Kolmogorov A.N., Fomin S.V. Element of Theories of Function and Functional Analysis. M.: "Nauka", 1989 (in Russian).
9. Zyuko A.G. and others. Noise-immunity and Efficiency of System of Communication. M.: "Radio i sviaz", 1985 (in Russian).
10. Ugrelidze N., Shavgulidze S., Asanidze I. Convolutional Codes Over GF(4) for 4-ary Distance –Invariant CPFSK Signalling. Electronic Letters, V. 29, June, N 12, 1993, p.1104 (in English).
11. Bossert M. Channel Coding for Telecommunicatins. Jon Wiley&Sons, N.Y., 1999 (in English).
12. Shavgulidze S., Chachua L., Ugrelidze N. Concordance and Partially Concordant Ring Convolutional Codes for PFSK. In Proceedings of 1997 International Symposium on Information Theory. Ulm, Germany, June 29 – July 4, 1997, p. 168 (in English).

UDC 621.391.15**USING LEE METRICS FOR DESIGNING INVARIANT SYSTEMS****N. Ugrelidze, M. Sordia, T. Kvikvinia**

Department of radio engineering and broadcasting, Georgian Technical University, 68^a, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

D. Beriashvili, professor of radio engineering and broadcasting Department, faculty of power engineering and telecommunication faculty of GTU,

T. Kupatadze, professor of telecommunication Department, faculty of power engineering and telecommunication of GTU.

Resume: There is discussed invariant systems design issue using Lee metrics. Invariance conditions for codes and signal-codes systems are formulated. Several corresponding examples are illustrated for convolutional codes with alphabetic redundancy.

Key words: Lee metric; codes; invariance; signal-codes systems.

УДК 621.391.15

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТРИКИ ЛИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНВАРИАНТНЫХ СИСТЕМ

Угрелидзе Н.А., Сордия М.Д., Квиквиния Т.Н.

Департамент радиотехники и вещания, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა

Рецензенты:

Д. Бериашвили, профессор Департамента радиотехники и вещания факультета энергетики и телекоммуникации Грузинского технического университета,

Т. Купатадзе, профессор Департамента телекоммуникации факультета энергетики и телекоммуникации Грузинского технического университета.

Резюме: Рассматривается вопрос построения инвариантных систем с использованием метрики Ли. Сформулированы условия инвариантности для кодов и сигнально-кодовых систем. С целью иллюстрации приведены соответствующие примеры для сверточных кодов с алфавитной избыточностью.

Ключевые слова: метрика Ли; коды; инвариантность; сигнал-кодовые системы.

მიღებულია დასაბუჯდად 19.01.15

შპს 621.391.15

ქართული ასოების ოპტიმალური კოდირება

ნ. უღრელიძე, ვ. ზურაბიშვილი, დ. გორამაშვილი

რადიოტექნიკისა და მაუწყებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68°

E-mail: toban555@gmail.com; vaniko44@mail.ru; pucka1971@yahoo.com

რეცენზენტები:

დ. ბერიაშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის რადიოტექნიკისა და მაუწყებლობის დეპარტამენტის პროფესორი,

ა. რობიტაშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის რადიოტექნიკისა და მაუწყებლობის დეპარტამენტის პროფესორი.

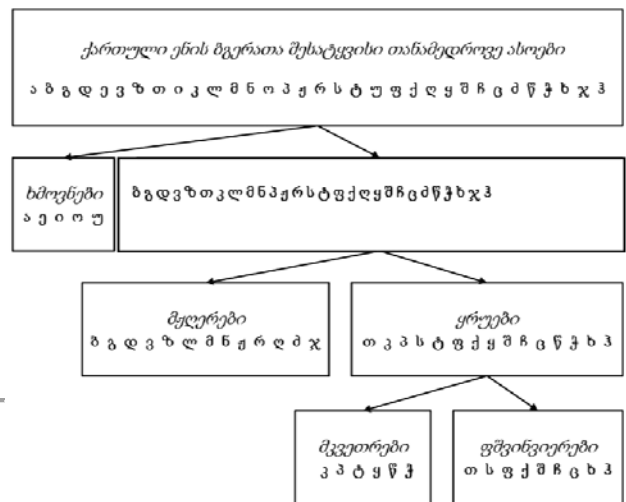
რეზიუმე: განხილულია ჰაფმენის ალგორითმის გამოყენებით ქართული ასოების კოდირება 99%-იანი ეფექტურობით. კოდი აკმაყოფილებს პრეფიქსულობის პირობას, რაც განაპირობებს გამოსაყენებელი დეკოდერის სიმარტივეს და მოცემულ კოდს შეიძლება მიეცეს რეკომენდაცია მოკლე ტექსტური შეტყობინებების მაღალი სიჩქარით გადასაცემად გამოყენებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ქართული ანბანი; ენტროპია; ინფორმაცია; კოდირება.

1. შესავალი

თანამედროვე ქართული დამწერლობა, მხედრული, არის ანბანური ტიპის სისტემა და ის წარმოდგენილია მრავალ ტექსტს, ხელნაწერსა თუ წარწერაში [1-3]. დღეისათვის ქართული ანბანი შეიცავს 33 ასოს, რომელთა კლასიფიკაცია ელერადობის მიხედვით მოცემულია პირველ ნა-

ხაზზე. ფაქტობრივად ისინი წარმოდგენენ ქართულ სამეტყველო ბგერათა შესაბამის პირველად კოდს.



ნახ. 1. ქართული ენის ასო-ბგერათა კლასიფიკაცია ელერადობის მიხედვით

ნაშრომის ძირითადი მიზანია ქართული ასოების ეფექტური კოდირება მათი თანამედროვე ინფორმაციის შენახვისა და გადაცემის, სის-

ტემებში გამოყენების მიზნით. ამ ამოცანის გადასატყულებად აუცილებელია ქართულ ასოთა გამეორების სიხშირის ცოდნა, რომელიც მოცემულია [4]-ში და მოყვანილია პირველ ცხრილში. იქვე ნაჩვენებია ნიშნის გამეორების სიხშირებიც.

ცხრილი 1

ასო-ნიშანთა გამეორების სიხშირე ქართულ დამწერლობაში

ასო	გამეორების სიხშირე	ასო	გამეორების სიხშირე	ასო	გამეორების სიხშირე	ნიშანი	გამეორების სიხშირე
ა	0.1609	თ	0.0303	წ	0.0081	ჰაუზა	0.829771
ბ	0.1068	ჯ	0.0302	ჩ	0.0074	ჟ	0.070371
გ	0.0855	ძ	0.0255	ც	0.0065	•	0.056711
დ	0.0588	წ	0.0245	ძ	0.0062	—	0.017620
ე	0.0577	ხ	0.0190	წ	0.0061	!	0.006912
ვ	0.0569	ც	0.0148	კ	0.0047	?	0.006519
ზ	0.0508	შ	0.0146	ძ	0.0047	:	0.004891
თ	0.0485	კ	0.0131	ჯ	0.0029	...	0.003057
ი	0.0420	ტ	0.0113	ჭ	0.0022	„	0.001193
კ	0.0400	ქ	0.0095	კ	0.0021	;	0.001074
ლ	0.0385	ყ	0.0092	შ	0.0007	(0.000344

ცხრილიდან ჩანს, რომ ასოებს შორის ყველაზე ხშირად მეორდება ასო ა, ხოლო ყველაზე იშვიათად ასო ჟ. ქართულ ტექსტში ხმოვნების ხვედრითი წილია $\approx 43\%$, ხოლო თანხმოვნებისა $\approx 57\%$; თანხმოვნებიდან მუდური ბგერები დაახლოებით ორჯერ უფრო ხშირად გვხვდება, ვიდრე ყრუ ბგერები; ყრუთაგან ფშვინვიერის გამეორების სიხშირე დაახლოებით სამჯერ მეტია, ვიდრე მკვეთრი ბგერებისა. ნიშნებში ყველაზე ხშირად გვხვდება პაუზა, ყველაზე იშვიათად კი – ფრჩხილები.

2. ძირითადი ნაწილი

როდესაც ლაპარაკია კოდის ეფექტურობასა ან ოპტიმალურობაზე, იგულისხმება მისი საუკეთესო ვარიანტი გარკვეულ (კონკრეტულ) პირობებთან კავშირში (მიმართებით). მაგალითად, შეიძლება გვქონდეს საუკეთესო კოდი ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარის მიმართ ან საუკეთესო კოდი ინფორმაციის ზუსტად გადაცემის მიმართ და ა.შ. ამ ნაშრომში ჩვენ ავაგებთ საუკეთესო კოდს ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარის მიმართ. ვინაიდან ასოები არათანაბრად დასაბუთებულია, ცხადია ამ დროს უფრო ეფექტურია კოდირებისას გამოვიყენოთ სხვადასხვა სიგრძის კოდური სიტყვა. ქართული ასოების აღნიშვნისათვის ჩვენ გამოვიყენებთ a სიმბოლოს შესაბამისი ინდექსებით. მაგალითად, რიგით პირველი ასო ა აღნიშნული გვექნება a_{01} სიმბოლოთი და ა.შ.

მოვიყვანოთ რამდენიმე თანაფარდობა.

რომელიც a_i ასოს საკუთარი ინფორმაციის რაოდენობა ბიტებში ტოლია [5,6]:

$$I(a_i) = -\log_2 P(a_i), \tag{1}$$

სადაც $P(a_i)$ არის a_i ასოს გამოჩენის ალბათობა. აქ და შემდეგ ჩვენ ვთვლით, რომ ასოს გამეორების სიხშირის განსაზღვრისას ცდების რაოდენობა იმდენად დიდი იყო, რომ ასოს გამეორების სიხშირე შეიძლება მივიჩნიოთ მისი გამოჩენის ალბათობის ტოლად; მაშინ შეგვიძლია, პირველ ცხრილში მოყვანილი მონაცემებისა და (1) გამოსახულების გამოყენებით ვიანგარიშოთ თითოეული ასოს საკუთარი ინფორმაციის რაოდენობა (იხ. ცხრილი 2). ალფაბეტში, საშუალოდ ასოს ინფორმაციის რაოდენობა, ბიტებში, ტოლია [5,6]:

$$H(a) = \sum_{i=1}^{33} P(a_i) I(a_i),$$

საიდანაც ქართული ალფაბეტისათვის გვაქვს $H(a)=4.303$. ამ სიდიდეს ასოს ენტროპიასაც უწოდებენ.

თუ კოდი ორობითია, მაშინ მისი ეფექტურობა შეიძლება შეფასდეს ასე [7]:

$$E=H(a)/\sum_{i=1}^{33} P(a_i)n_i, \quad (2)$$

სადაც n_i არის i -ური ასოს შესაბამის კოდურ სიტყვაში ბიტების რაოდენობა.

ქვემოთ, მე-2 ცხრილში მოცემულია ქართული ასოს ორობითი კოდირების პროცედურა.

ცხრილი 2

ქართული ასოების კოდირება

ასო	ალბათობა	კოდური ხე	საკუთარი ინფორმაცია, ბიტ/ასო	ორობითი კოდი
ა	0.1609		2.6358	000
ი	0.1068		3.2270	100
ე	0.0855		3.5479	110
მ	0.0588		4.0880	0100
რ	0.0577		4.1153	0110
ს	0.0569		4.1354	0010
დ	0.0508		4.2990	1010
ლ	0.0485		4.3659	1110
ვ	0.0420		4.5735	01010
კ	0.0400		4.6439	01110
ღ	0.0385		4.6990	00110
თ	0.0303		5.0445	10110
ზ	0.0302		5.0493	11110
ბ	0.0255		5.2934	010110
გ	0.0245		5.3511	011110
ძ	0.0190		5.7179	001110
ც	0.0148		6.0783	101110
ძ	0.0146		6.0979	111110
ჭ	0.0131		6.2543	0101110
ტ	0.0113		6.4675	0111110
ყ	0.0095		6.7179	0111111
წ	0.0092		6.7642	0011110
ფ	0.0081		6.9479	0011111
ჟ	0.0074		7.0783	1011110
რ	0.0065		7.2653	1111110
ლ	0.0062		7.3335	01011110
ჩ	0.0061		7.3570	01011111
ც	0.0047		7.7331	01111101
ძ	0.0047		7.7331	11111110
ჭ	0.0029		8.4297	11111111
ქ	0.0022		8.8283	101111110
კ	0.0021		8.8954	1011111110
შ	0.0007		10.4804	1011111111

კოდირება განხორციელებულია ჰაფმენის ალგორითმის მიხედვით [6-8] და მისი არსი შემდეგია: პირველ რიგში ასოები ლაგდება მათი გამონენის ალბათობის კლების შესაბამისად. შემდეგ ყველაზე დაბალი ალბათობების მქონე ორი ასო ერთიანდება ერთ ახალ, ჯამური ალბათობის მქონე სიმბოლოდ და ასოთა და სიმბოლოთა ასეთი წესით გაერთიანების პროცესი გრძელდება მანამ, სანამ არ დაგვრჩება ერთი გაერთიანებული სიმბოლო. ეს პროცესი გვაძ-

ლევს ხეს, რომელიც მოცემულია მე-2 ცხრილში. ამ დროს კოდური სიტყვა ფორმირდება ხის ძირიდან ასოსკენ მიმავალი გზის მიხედვით, სადაც ზედა განშტოებას შეესაბამება სიმბოლო 0, ქვედას კი – 1.

ვინაიდან მოყვანილი ალგორითმით აგებული კოდისათვის სრულდება კრაფტის უტოლობა [7], კოდი პრეფიქსულია; ეს იმას ნიშნავს, რომ მოცემული კოდური სიტყვა არ იწყება არც ერთი სხვა კოდური სიტყვით, რაც განსაკუთრებით

მოსერსებულს ხდის დეკოდირების პროცესს.

მე-2 ცხრილის მიხედვით $\sum_{i=1}^{33} P(a_i)n_i = 4.3461$, მაშინ (2)-დან $E=99\%$, რაც საკმაოდ მაღალი მანვენებელია.

3. დასკვნა

ჰაფმენის ალგორითმის გამოყენებით განხორციელებულია ქართული ასოების ოპტიმალური

კოდირება 99%-იანი ეფექტურობით. მოყვანილია კოდი, რომლის კოლური სიტყვის მინიმალური სიგრძეა 3, მაქსიმალური კი – 10. კოდი აკმაყოფილებს პრეფიქსულობის პირობას, რაც განაპირობებს გამოსაყენებელი დეკოდერის სიმარტივეს. მოცემული კოდისათვის შეიძლება რეკომენდაციის მიცემა მოკლე ტექსტური შეტყობინებების მაღალი სიჩქარით გადასაცემად.

ლიტერატურა

1. A. Shanidze, A. Baramidze, I. Abuladze. Old Georgian language and literature. Sakhelmtzipo Gamomtsemloba. Sastz. Pedagogiuri sektori. Tbilisi, 1934 (In Georgian).
2. A. Shanidze. Grammar of old Georgian language. Tbilisi Universitetis Gamomtsemloba. Tbilisi 1976 (In Georgian).
3. T. Gamkrelidze. Alphabetic Writing and the Old Georgian Script. Tbilisi Universitetis Gamomtsemloba. Tbilisi, 1989 (In Georgian).
4. N. Ugrelidze, V. Zurabishvili, D. Gordzamashvili. About One of the Statistic Features of Georgian Alphabet. Tbilisi, "Teqinformi". Registratsiis № 1289, 17.11.2014 (In Georgian).
5. Zyuko A.G., Korobov U.F. The Theory of Signals Transmission. M.: "Sviaz", 1972 (In Russian).
6. Gallager R.G. Information Theory and Reliable Communication. MIT. John Wiley & Sons Inc. N.Y., 1968 (in English).
7. Proakis J.G. Digital Communications. Graw-Hill. N.Y., 1995 (in English).
8. Huffman D. A. A Method for the Construction of Minimum Redundancy Codes. Proc. IRE. 1952, v. 40, September, pp. 1098-1101 (in English).

UDC 621.391.15**OPTIMAL ENCODING LETTERS OF THE GEORGIAN ALPHABET****N. Ugrelidze, V. Zurabishvili, D. Gordzamashvili**

Department of radio engineering and broadcasting, Georgian Technical University, 68^a, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

D. Beriashvili, professor of radio engineering and broadcasting Department, faculty of power engineering and telecommunication of GTU

A. Robitashvili, professor of telecommunication Department, faculty of power engineering and telecommunication of GTU

Resume: There is considered optimum coding of the Georgian alphabet with efficiency of 99%. The code satisfies the condition of code prefix, which in turn determines the simplicity of constructing decoder and code can be recommended for sending short text messages at high speed.

Key words: Georgian alphabet; entropy; information; coding.

УДК 621.391.15**ОПТИМАЛЬНОЕ КОДИРОВАНИЕ БУКВ ГРУЗИНСКОГО АЛФАВИТА****Угрелидзе Н.А., Зурабишвили В.И., Гордзамашвили Д.К.**

Департамент радиотехники и вещания, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^a

Рецензенты:

Д. Бериашвили, профессор Департамента радиотехники и вещания факультета энергетики и телекоммуникации Грузинского технического университета,

А. Робиташвили, профессор Департамента телекоммуникации факультета энергетики и телекоммуникации Грузинского технического университета.

Резюме: Рассматривается оптимальное кодирование букв грузинского алфавита с эффективностью 99%. Код удовлетворяет условие префиксности, это, в свою очередь, определяет простоту построения декодера, и код может быть рекомендован для передачи коротких текстовых сообщений высокой скоростью.

Ключевые слова: грузинский алфавит; энтропия; информация; кодирование.

მიღებულია დასაბუჯდად 19.01.15

შპს 621.1

ნახშირორჟანგის ემისიის შემცირების შესაძლებლობა ქ. ქუთაისის მუნიციპალურ შენობებში

ი. ფხალაძე

თბო- და ჰიდროენერგეტიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75

E-mail: ipkhaladze@yahoo.com

რეცენზენტები:

ნ. მირიანაშვილი, ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,

გ. გიგინეიშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის თბო- და ჰიდროენერგეტიკის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი.

რეზიუმე: კლიმატის ცვლილების პროცესის შენელებისა და დიდ ქალაქებში გამწვავებული ეკოლოგიური სიტუაციის გაუმჯობესების მიზნით ევროკავშირის მიერ ინიცირებულია „მერების შეთანხმება“, რომლის თანახმად ადგილობრივი და რეგიონული ხელისუფლებები კისრულდობენ ენერგოეფექტური ღონისძიებების მეშვეობითა და განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენებით 2020 წლისთვის 20%-ით შეამცირონ CO₂-ის ემისია მათ მიერ კონტროლირებად ტერიტორიებზე. ქ. ქუთაისის მერია „მერების შეთანხმებას“ 2011 წლიდან შეუერთდა. 2014 წლის აპრილში, ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს (USAID) მიერ დაფინანსებულ პროექტ „დაბალემისიანი განვითარების სტრატეგიების შესაძლებლობათა გაძლიერების (EC-LEDS)“ ფარგლებში ჩატარებულმა ფართომასშტაბიანმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ სათანადო ენერგოდამზოვი ღონისძიებების რეალიზებითა და სწორი ენერგომენეჯმენტით ქ. ქუთაისის შენობების სექტორში შეიძლება ყოველ-

წლიურად დაიზოგოს 115 200 000 კვტ.სთ ენერჯია, რაც საბაზისო ენერგომოხმარების 25.24%-ს შეადგენს (456 300 000 კვტ.სთ/წ). შესაბამისად, ყოველწლიურად 20 750 ტონით შეიძლება შემცირდეს ნახშირორჟანგის ემისიაც, რაც საბაზისო ემისიის (82 545 ტ/წ) 25,14 %-ის ტოლია.

საკვანძო სიტყვები: ენერგოაუდიტი; ემისია; შემომზღუდი კონსტრუქციები; ენერგოეფექტური ნათურა; მზის ენერჯია; ნახშირორჟანგი; თბო-ზოლაცია; გლობალური დათბობა.

1. შესავალი

კლიმატის ცვლილება ანუ გლობალური დათბობა, რომლის გამომწვევი ძირითადი მიზეზი ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის (CO₂-ის) წარმოუდგენლად დიდი რაოდენობით დაგროვებაა, დღევანდელი მსოფლიოს საზოგადოებრიობის განსაკუთრებულ შეშფოთებას იწვევს. კლიმატის ცვლილების პროცესის შენელებისა და დიდ ქალაქებში გამწვავებული ეკოლოგიური სიტუა-

ციის გამოსწორების მიზნით ევროკავშირის მიერ ინიცირებულ იქნა „მერების შეთანხმება“, რომლის მიხედვით ადგილობრივი და რეგიონული ხელისუფლებების ინიციატივით, მათ მიერ კონტროლირებად ტერიტორიებსა და იმ სექტორებში, რომლებზეც აქვს გავლენა ადგილობრივ ხელისუფლებას, მან ნებაყოფლობით უნდა გაზარდოს ენერგოეფექტურობა და განახლებადი ენერჯის გამოყენება, შეამციროს CO₂-ის გამოფრქვევა, განავითაროს ეკოლოგიაზე ორიენტირებული “მწვანე ეკონომიკა”, გააუმჯობესოს საცხოვრებელი პირობები და გაატაროს მდგრადი ენერჯეტიკის პოლიტიკა. „მერების შეთანხმებაზე“ ხელმოწერით მხარეები კისრულობენ ვალდებულებას ენერგოეფექტური ღონისძიებების მეშვეობითა და განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენებით 2020 წლისთვის 20%-ით შეამცირონ CO₂-ის ემისია მათი კომპეტენციის ფარგლებში.

ქ. ქუთაისის მერია „მერების შეთანხმებას“ 2011 წლიდან შეუერთდა. 2014 წლის აპრილში, ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს (USAID) მიერ დაფინანსებულ პროექტ „დაბალემისიანი განვითარების სტრატეგიების შესაძლებლობათა გაძლიერების (EC-LEDS)“ ფარგლებში, ქ. ქუთაისში ჩატარდა მუნიციპალური და სხვა კომერციული შენობების ენერგომოხმარების ინვენტარიზაცია და წინასწარი კვლევა არსებულ შენობებში თბომომარაგების, კონდიციონერებისა და ცხელი წყლით მომარაგების ენერგოეფექტურობაზე.

კვლევამ აჩვენა, რომ ქ. ქუთაისის საცხოვრებელი და მუნიციპალური შენობებიდან ენერჯის დანაკარგი მნიშვნელოვანია. ამ შენობების დიდი ნაწილი აშენებულია საბჭოთა პერიოდში, მაშინდელი დაბალი სტანდარტებით და მათი უმეტესობა ოდნავაც არ პასუხობს ენერჯის დაზოგვის მოთხოვნებს: ღია სადარბაზოები, თხელი კედლები, დაზიანებული კარკასი, ერთმაგი შეშინვის ხის ფანჯრები, შენობის სითბური

წინააღმდეგობის კოეფიციენტისა და ექსტერიერის თბოდაცვითი მახასიათებლების დაბალი მნიშვნელობები. ეს არის არასრული ჩამონათვალი იმ ხარვეზებისა, რის გამოც ასეთ შენობებში დიდია ენერჯის დანაკარგი. გარდა ამისა, შენობების გათბობა-გაგრილებისა და ცხელი წყლით მომარაგებისათვის გამოიყენება მხოლოდ ენერჯის ტრადიციული წყაროები (ელექტროენერჯია, ბუნებრივი და თხევადი აირები, დიზელის საწვავი და საშეშე მერქანი) და საერთოდ არ განიხილება ელემენტარული ენერგომენეჯმენტი, რომ არაფერი ითქვას თანამედროვე ენერგოდამზოვი და განახლებადი ტექნოლოგიების გამოყენებაზე.

ქ. ქუთაისში მუნიციპალური და რეზიდენტული შენობების გათბობის შედეგად გამოყოფილი CO₂-ის ემისიის შემცირების სტრატეგია გულისხმობს ენერგორესურსების მოხმარების შემცირებას ისეთი ღონისძიებებით, როგორცაა შენობის დათბუნება და ენერგოეფექტურ ნათურებზე გადასვლა. შენობის სახურავის, სადარბაზოსა და საერთო სარგებლობაში არსებული ფართობების თბოიზოლაციის გაუმჯობესება, სახურავების შეკეთება და კარ-ფანჯრების დამანვა ან გამოცვლა ზოგავს საკმაოდ დიდ სითბურ ენერჯიას. ხელმისაწვდომი ღონისძიებებია, აგრეთვე, ენერგოეფექტურ ნათურებზე გადასვლა, რაც ითვალისწინებს ქვეყანაში გავრცელებული ვარვარის ნათურის შეცვლას თანამედროვე ფლუორესცენციული ნათურით, რომელიც ეკონომიურობით და ხანგრძლივი მუშაობის უნარით გამოირჩევა. ბუნებრივია, რომ აღნიშნული ღონისძიებების გატარებას წინ უნდა უძღოდეს საინფორმაციო კამპანიები და შესაბამისი ტრენინგები მოსახლეობის ცნობიერების გაზრდით მიზნით.

ქ. ქუთაისში ნახშირორქანის შემცირების სტრატეგია ასევე გულისხმობს ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენებას. როგორც ცნობილია, შენობებში ენერგორესურსების ძი-

რითადი ნაწილი გათბობასა და ცხელი წყლით მომარაგებას ხმარდება. ამიტომ, ნარჩენი ბიომასის ბრიკეტების წარმოება და მისი გამოყენება ადგილობრივი გათბობის სისტემებში და მზის კოლექტორების დამონტაჟება მუნიციპალურ და რეზიდენტულ შენობებში მნიშვნელოვნად შეამცირებს ბუნებრივი აირის ხარჯს და, შესაბამისად, ნახშირორჟანგის ემისიასაც.

შესწავლილი ობიექტებიდან, პრობლემის უკეთ წარმოჩენის მიზნით, ქვემოთ მოცემულია ენერგორესურსებისა და CO₂-ის ემისიის დაზოგვის ფაქტორივი პოტენციალი ქ. ქუთაისის მუნიციპალიტეტის საკუთრებაში არსებული №27 ბაგა-ბაღის შენობისათვის. ყოველწლიურად დაზოგილი ენერგორესურსების რაოდენობრივმა შეფასებამ მოითხოვა ბაგა-ბაღის შენობის კონსტრუქციული და სითბური მახასიათებლების დადგენა, შემომზადული კონსტრუქციების, მათი თბოიზოლაციის, აგრეთვე, შენობების გათბობის, ვენტილაციის, კონდიციონერების, წყალმომარაგების, განათებისა და სხვა სისტემების არსებული ტექნიკური მდგომარეობის დეტალურად შესწავლა, შეფასება და ანალიზი, სტატისტიკური მონაცემების შეგროვება შენობისათვის მოხმარებული ენერგორესურსების შესახებ და ოპტიმალური მეთოდებისა და საშუალებების გამოყენება ენერგოაუდიტის ჩასატარებლად.

2. ძირითადი ნაწილი

ენერგოაუდიტის საფუძველზე დადგინდა, რომ №27 ბაგა-ბაღი განთავსებულია ორსართულიან, ბლოკით აგებულ შენობაში და წარმოდგენილია ერთმანეთთან გადასასვლელით დაკავშირებული ორი კორპუსით. შენობა აგებულია 1988 წელს. მისი გასათბობი საერთო ფართობი 2 800 მ²-ია, როგორც სხვენის, ისე იატაკის ფართობი – 1 400 მ², გარემოსთან საკონტაქტო კედლების საერთო ფართობია 1 825 მ², ორმაგი შემინვის მეტალოპლასტმასის ფანჯრების საერთო ფარ-

თობია 300 მ², ხოლო შენობის საერთო მოცულობა – 11 190 მ³. შენობაში ყოველდღიურად 280-295 ბაგეში და 45 პერსონალია. შენობის გასათბობად და ცხელი წყლით მოსამარაგებლად გამოიყენება ბუნებრივი აირით მომუშავე წყალგამაცხელებელი ქვაბები. ცხელი წყალი ძირითადად კვების ბლოკში გამოიყენება. კვების ბლოკში შედის სამზარეულო სამზადითა და სამრეცხაოთი, აგრეთვე საწყობი მშრალი პროდუქტებისათვის და მაცივრები. სამზარეულოში ყოველდღიურად ოთხი ტონა ცხელი წყალია საჭირო.

დადგინდა, აგრეთვე, რომ ბაგა-ბაღის შენობის შემომზადული კონსტრუქციებიდან (კედლები, სხვენი) ხდება სითბოს მნიშვნელოვანი კარგვა, რის გამოც მისი საბაზისო ენერგომომხმარება საკმაოდ მაღალია და წელიწადში 169 311 კვტ.სთ-ს შეადგენს. აქედან, მხოლოდ გათბობის სისტემა წელიწადში მოითხოვს 125 940 კვტ.სთ ენერგიას, რაც იმას ნიშნავს, რომ შენობის გათბობისათვის ყოველწლიურად იხარჯება 13 119 ლარი ღირებულების 17 492 მ³ ბუნებრივი აირი და გამოიყოფა 25.4 ტონა CO₂.

ამას ემატება ენერგიის სოლიდური მოთხოვნა შენობის ცხელი წყლით მომარაგებაზე (25 123 კვტ.სთ). აქ ყოველწლიურად იხარჯება 3 489 მ³ ბუნებრივი აირი, რომლის ღირებულება 2 617 ლარს უტოლდება, ხოლო CO₂-ის ყოველწლიური ემისია 5.1 ტ/წ-ს შეადგენს. ამრიგად, ქუთაისის №27 ბაგა-ბაღის შენობის დაბალი ენერგოეფექტურობის გამო, მისი გათბობა-ცხელწყალმომარაგება ყოველწლიურად მოითხოვს 151 063 კვტ.სთ ენერგიას, 20 981 მ³ ბუნებრივ აირს და 15 736 ლარს. ხოლო CO₂-ის ყოველწლიური ემისია 30.5 ტ-ის ტოლია.

აღნიშნული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე გადაწყდა, რომ, ქუთაისის №27 ბაგა-ბაღის შენობის ენერგოეფექტურობის გაზრდის მიზნით, აუცილებელია შენობის სხვენისა და კედლების

თბოიზოლაცია და ცხელწყალმომარაგებისათვის საჭირო ბუნებრივი აირის ჩანაცვლება ენერჯის განახლებადი წყაროს, კერძოდ მზის ენერჯის გამოყენებით. მზის ენერჯის გამოყენება საქართველოსათვის, როგორც ენერგომატარებლების იმპორტზე ორიენტირებული ქვეყნისათვის, განსაკუთრებით აქტუალურია. ის არა მარტო ენერჯეტიკული უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ერთერთი მნიშვნელოვანი წინაპირობაა, არამედ უშუალოდ არის დაკავშირებული წიაღისეულ სათბობზე მოთხოვნისა და, შესაბამისად, ნახშირორჟანგის რაოდენობის შემცირებასთან.

ცნობილია, რომ ქუთაისში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის გამოსხივებით მიღებული ენერჯია წელიწადში დაახლოებით 1 200 კვტ.სთ-ს შეადგენს. ამ ენერჯიდან, მზის სხივების მიმართ მზის კოლექტორების დახრის კუთხის ვარირებითა და მზის კოლექტორების მქ კოეფიციენტის გათვალისწინებით (70%), წლის განმავლობაში 1 050 კვტ.სთ/მ² ენერჯის მიღება იქნება შესაძლებელი.

ქ. ქუთაისის ბაგა-ბაღში მზის ენერჯის ვაკუუმ-მილაკიანი კოლექტორების გამოყენების შემთხვევაში, ცხელწყალმომარაგებისათვის საჭირო 25 123 კვტ.სთ/წ ენერჯის მიღება შესაძლებელი იქნება შენობის სახურავზე დამონტაჟებული 24 მ² საერთო ფართობის მქონე კოლექტორების საშუალებით. სტანდარტული მზის კოლექტორის ზედაპირის ფართობი 2მ²-ია. ამიტომ ბაგა-ბაღში საჭირო გახდება 12 ასეთი კოლექტორის დამონტაჟება. ამ ღონისძიების განხორციელება საშუალებას იძლევა ყოველწლიურად დაიზოგოს 25 123 კვტ.სთ ენერჯია ანუ $25123/(8 \cdot 0.9) = 3489$ მ³ ბუნებრივი აირი (8 კვტ.სთ/მ³ არის ერთი კუბ.მ ბუნებრივი აირის ენერჯეტიკული პოტენციალი, ხოლო 0.9 – წყალგამაცხელებელი მოწყობილობის მქ კოეფიციენტი), $3489 \cdot 0.75 = 2617$ ლარი (0,75 ლარი/მ³ – ბუნებრივი აირის ტარიფი) და $25123 \cdot 0.202/1000 = 5.1$ ტონა

ნახშირორჟანგის ემისია (0,202 კგ/კვტ.სთ – ემისიის ნორმა ბუნებრივი აირისათვის).

ბაგა-ბაღის შენობის სხვენის თბოიზოლაცია ითვალისწინებს სხვენის თბოგადაცემის კოეფიციენტის შემცირებას 14-დან 1.0 ვტ/(მ²კ)-მდე. გამოთვლების თანახმად, ამ შემთხვევაში ყოველწლიურად დაიზოგება 11484 კვტ.სთ ენერჯია ანუ $11484/(8 \cdot 0.9) = 1595$ მ³ ბუნებრივი აირი, რომლის ღირებულება $1595 \cdot 0.75 = 1196$ ლარია. შესაბამისად, $11484 \cdot 0.202/1000 = 2.3$ ტონით შემცირდება CO₂-ის ყოველწლიური ემისიაც.

ქ. ქუთაისის №27 ბაგა-ბაღის შენობის შემომზღული კედლები აგებულია ბეტონის ბლოკებით. კედლების გარე ზედაპირების დათბუნების შემთხვევაში თბოგადაცემის კოეფიციენტი 2.1 ვტ/(მ²კ)-დან მცირდება 0.6 ვტ/(მ²კ)-მდე. დაზოგილი ენერჯის ყოველწლიური რაოდენობა, ამ შემთხვევაში, 55 310 კვტ.სთ-ს შეადგენს, რაც $55 310/(8 \cdot 0.9) = 7682$ მ³ ბუნებრივი აირს შეესაბამება. აირის ტარიფის გათვალისწინებით, მისი წლიური ღირებულება $7682 \cdot 0.75 = 5762$ ლარის ტოლი იქნება, ხოლო CO₂-ის ყოველწლიური ემისია $55310 \cdot 0.202/1000 = 11.2$ ტონის ტოლი. მაშასადამე, ქ. ქუთაისის №27 ბაგა-ბაღის შენობის კედლების თბოიზოლაციით ყოველწლიურად შეიძლება დაიზოგოს 55 310 კვტ.სთ ენერჯია, 7 682 მ³ ბუნებრივი აირი, 5 762 ლარი და ემისია შემცირდება 11.2 ტ-ით.

ენერგომომხმარებლისა და ემისიის შემცირება ქ. ქუთაისის №27 ბაგა-ბაღის გათბობა-ცხელწყალმომარაგების სისტემაში მოცემულია პირველ ცხრილში.

როგორც პირველი ცხრილიდან ჩანს, ქ. ქუთაისის №27 ბაგა-ბაღის შენობაში ჰელიოსისტემის გამოყენების, ენერგოეფექტური ღონისძიებების (სხვენისა და სახურავის თბოიზოლაცია) გატარებისა და სწორი ენერგომენეჯმენტის შემთხვევაში ყოველწლიურად დაიზოგება 91 917 კვტ.სთ ენერჯია, 12 766 მ³ ბუნებრივი აირი, 9 575 ლარი და CO₂-ის ემისია 18.6 ტონით შემცირდება.

**ენერგომომარებისა და ემისიის შემცირება ქ. ქუთაისის №27 ბაგა-ბადის
გათბობა-ცხელწყალმომარაგების სისტემაში**

№	ლონისძიებამდე	ენერგოდაზოგვა				ლონისძიების შემდეგ	
		ჰელიო	სხვენი	კვდლები	სულ		
1	ენერგია კვტ.სთ/წ	151 063	25 123	11 484	55 310	91 917	59 146
2	ბუნებრივი აირი, მ ³ /წ	20 981	3 489	1 595	7 682	12 766	8 215
3	მისია ტ/წ	30.5	5,1	2,3	11,2	18,6	11,9
4	თანხა ლარი/წ	15 736	2 617	1 196	5 761	9 575	6 161

ქ. ქუთაისის №27 ბაგა-ბადის შენობის ენერგო-აუდიტის მონაცემების ანალიზისა და სათანადო გამოთვლების საფუძველზე დადგინდა, აგრეთვე, ენერგიის კუთრი მოხმარების (შენობის ერთ კვ.მ-ზე დაყვანილი მოხმარებული ენერგიის რაოდენობა) მნიშვნელობა ქ. ქუთაისის საბავშვო ბაღების შენობების გათბობისათვის, რომელიც 26,5 კვტ.სთ/(მ²წ)-ის ტოლია. ეს იმას ნიშნავს,

რომ ქ. ქუთაისში არსებული 35 საბავშვო ბაღის 47 707 მ² საერთო ფართობის მქონე შენობების გათბობის სისტემა წელიწადში მოითხოვს $26.5 \cdot 47707 = 1264236$ კვტ.სთ ენერგიას, რაც $1264235 / (8 \cdot 0.9) = 175 588$ მ³ ბუნებრივ აირს შეესაბამება და $175588 \cdot 0.75 = 131691$ ლარი ღირს. CO₂-ის ყოველწლიური ემისია, ამ შემთხვევაში, $1264236 \times 0.202 / 1000 = 255,4$ ტ-ს უტოლდება (ცხრილი 2).

ენერგორესურსებისა და ემისიის დანაზოგი ქ. ქუთაისის საბავშვო ბაღების შენობებისათვის

ენერგიის ხარჯი	ენერგია		ემისია			
	საბაზისო	დანაზოგი	ნორმა	არსებული	დანაზოგი	დანაზოგი
	კვტ.სთ/წ	კვტ.სთ/ წ	კვ/კვტ.სთ	ტ/წ	ტ/წ	%
საბავშვო ბაღისათვის						
1. გათბობისათვის	1 264 236	190 828	0.202	255.4	38.55	15,09
2. ცხელი წყლისათვის აირით	178 901	178 901	0.202	36.14	36.14	100,00
დენით	250 462	250 462	0.136	34.06	34.06	100,00
3. ელექტრომომწოდებისათვის	310 096	78 717	0.136	42.17	10.71	2.38
ჯამი	2 003 694	698 908		367.75	119.45	32.48

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ქ. ქუთაისის ბაგა-ბაღებში ენერჯის ყოველწლიური საერთო საბაზისო ხარჯი გათბობაზე, ცხელი წლით მომარაგებასა და ელექტრომწყობილობებზე თითქმის 2 მლნ კვტ.სთ-ს აღწევს, ხოლო ნახშირორქანის ემისია – 367.75 ტონას. ცხრილიდან აგრეთვე ჩანს, რომ სათანადო ენერგოდამზოგი ღონისძიებების განხორციელების შედეგად შესაძლებელია ყოველწლიურად დაიზოგოს 698 908 კვტ.სთ ენერჯია, რაც საბაზისო ენერგომომხმარების 35%-ს შეადგენს. შესაბამისად, ყოველწლიურად 120 ტონით შეიძლება შემცირდეს ნახშირორქანის ემისიაც, რაც საბაზისო ემისიის 32,5%-ის ტოლია.

3. დასკვნა

ენერგოაუდიტის ოპტიმალური მეთოდებისა და პროგრამული უზრუნველყოფის ფორმატის გამოყენებით ჩატარებულმა ფართომასშტაბიანმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ სათანადო ენერგოდამზოგი ღონისძიებების რეალიზებით ქ. ქუთაისის შენობების სექტორში შეიძლება ყოველწლიურად დაიზოგოს 115 200 000 კვტ.სთ ენერჯია, რაც საბაზისო ენერგომომხმარების (456 300 000 კვტ.სთ/წ) 25,24%-ს შეადგენს. შესაბამისად, ყოველწლიურად 20 750 ტონით შეიძლება შემცირდეს ნახშირორქანის ემისიაც, რაც საბაზისო ემისიის (82545ტ/წ) 25,14 %-ის ტოლია.

ლიტერატურა

1. Operative Plan of Stable Development of Energetics of Kutaisi. USAID, “Reinforcement of Possibilities of Low Emission Development – Pure Energy Program”. Mdgradi ganvitarebis tsentri, “REMISSIA” Tbilisi, 2014 (In Georgian).

UDC 621.1

POSSIBILITY OF CO₂ EMISSION REDUCTION OPTIONS AT KUTAISI MUNICIPAL BUILDINGS

I. Pkhaladze

Department of heat and hydroenergetics, Georgian Technical University, 75, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

N. Mirianashvili, chief scientist worker of A. Eliashvili Institute of management systems, doctor of technical sciences,

G. Gigineishvili, associated professor of thermal and hydro power engineering, faculty of power engineering and telekomunikacion of GTU.

Resume: For slowing down the climate change and improving the ecological conditions in big cities, the European Union launched the Covenant of Mayors initiative (CoM), according to which the local and regional authorities make commitments for reducing CO₂ emissions by 20% for 2020 year by employing EE and RE technologies. The Kutaisi Municipality became a CoM signatory city in 2011 year. Based on a study results produced under the USAID/ EC-LEDS program, as well as by employing energy efficiency measures and introducing effective energy management the annual achievable savings in the Kutaisi building sector can stand at 115 200 000 kW/h of energy, which is 25,24%

(456 300 000 kW/h per/annum) of the baseline energy consumption. Respectively the amount of CO₂ emissions reductions on an annual basis will stand at 20 750 tons, which equals to (82 545 t/a) 25, 14% compared to the baseline year.

Key words: energy audit; emission; energy efficient bulb; solar energy; carbon dioxide; thermal insulation; global warming

УДК 621.1

ВОЗМОЖНОСТЬ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ (ЭМИССИИ) УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ЗДАНИЯХ Г. КУТАИСИ

Пхаладзе И. Э.

Департамент тепло- и гидроэнергетики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75

Рецензенты:

Н. Мирианшвили, старший научный сотрудник Института систем управления им.А. Элиашвили, доктор технических наук,

Г. Гигинеишвили, ассоциированный профессор Департамента тепло- и гидроэнергетики ГТУ, факультета энергетики и телекоммуникации.

Резюме: С целью замедления процесса изменения климата и улучшения тяжёлой экологической ситуации в больших городах Европейский Союз инициировал "Договор мэров", согласно которому местные и региональные власти (правительства) берут на себя обязательства: посредством проведения энергоэффективных мероприятий и с использованием возобновляемых источников энергии снизить уровень выбросов CO₂ к 2020 году на 20% на контролируемых ими территориях. Мэрия г. Кутаиси присоединилась к "Договору мэров" в 2011 году. В апреле 2014 года, в рамках финансируемого Агентством США по международному развитию (USAID) проекта "Усиление возможностей (потенциала) развития низкоэмиссионных стратегий (ECL-LEDS)", проведённые масштабные исследования показали, что при правильной реализации мер по энергосбережению и правильном энергоменеджменте в строительном секторе г. Кутаиси можно сэкономить 115 200 000 кВт.ч энергии в год, что составляет 25,24% от общей (базисной) суммы расхода энергии (кВт · ч 456 300 000 / год). Следовательно, каждый год выбросы (эмиссия) углекислого газа могут быть уменьшены на 20 750 тонн, что составляет 25,14% от базового выброса (82 545 тонн / год).

Ключевые слова: энергетический аудит; выбросы (эмиссия); наружные стены; энергоэффективная лампочка; солнечная энергия; углекислый газ; теплоизоляция; глобальное потепление.

მიღებულია დასაბუჯდად 06.02.15

სამთო-გეოლოგიური სექცია

შპს 519. 242

ენგურჰესის ტექნიკური სისტემის დროითი რიგების მოდელის
იდენტიფიკაცია

მ. მესხი*, ს. ფირალიშვილი, რ. ინაძე

საინჟინრო გეოდეზიისა და გეოინფორმატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75

E-mail: murman.meskhi@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. ყალაბეგიშვილი, შპს “ენგურჰესის” ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ექსპერტი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი,

ა. კიკაბიძე, სტუის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის საინჟინრო გეოდეზიისა და გეოინფორმატიკის დეპარტამენტის პროფესორი.

რეზიუმე: მოცემულია ენგურჰესის წყალსაცავისა და კაშხლის ტექნიკური სისტემის გადამცემი ფუნქციის მოდელის იდენტიფიკაციის პროცესი წყალსაცავში წყლის დონეთა და დასრმზომის მანვენებელთა პერიოდული დროითი რიგების ავტოკორელაციურ და ურთიერთკორელაციურ ფუნქციათა ანალიზის საფუძველზე. მიღებული ავტორეგრესიული, მულტიპლიკატორული ტიპის მოდელები საშუალებას მოგვცემს დავადგინოთ კაშხლის რეაქციის დრო წყალსაცავში წყლის დონის ცვალებადობაზე.

საკვანძო სიტყვები: გადამცემი ფუნქცია; იდენტიფიკაცია; ავტოკორელაცია; ურთიერთკორელაცია; მულტიპლიკატორული მოდელი; ნარჩენი შეცდომა; ადეკვატურობა; ტრენდი.

1. შესავალი

თაღური კაშხლის მდგრადობა და საიმედოობა დაკავშირებულია მრავალ საინჟინრო-გეოდეზიურ, გეოფიზიკურ, ჰიდროლოგიურ და სხვა სახის დეფორმაციულ პარამეტრთან, რომელთა შორის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია კაშხ-

ლის რეაქცია წყალსაცავში წყლის დონის (წწდ) პერიოდულ ცვალებადობაზე ანუ საჭიროა დადგინდეს დროის რა ინტერვალში ახდენს კაშხალი რეაგირებას წწდ-ის განსაზღვრული საფეხურით ცვლილებაზე. აღნიშნული საშუალებას მოგვცემს საჭირო სტრატეგიით ვარგულიროთ წწდ-ის შევსება-დაცლის პროცესები და დავასტაბილუროთ ისინი კაშხლის მდგრადობის გასაზრდელად და არსებობის ვადის გასახანგრძლივებლად.

ენგურაჰის პირობებში წწდ-ის ცვლილება და კაშხლის რეაქცია, შესაბამისად, მოცემულია H_t და X_t პერიოდული დროითი რიგებით, რომელთა განზომილებებია მეტრი და კუთხური სეკუნდი.

სტატისტიკური ანალიზისას ხშირად მონაცემთა რიგის წვერთა შორის დამოკიდებულება განიხილება როგორც დაბრკოლება. თუმცა ტექნიკურ, ეკონომიკურ და სხვა დარგებში სხვადასხვა მონაცემი გვევლინება დროითი რიგის სახით, რომლის წვერები ურთიერთდამოკიდებულნი არიან. ასეთი რიგის ანალიზისათვის იყენებენ პარამეტრულ მეთოდს ადრე გამოყენებული სპექტრული მეთოდისგან განსხვავებით, რომელიც დიდი რაოდენობის პარამეტრებით ხასიათდებოდა [2].

ასეთი რიგების ანალიზის არსი არის მონაცემთა გენერალური ერთობლიობიდან აღებული დისკრეტული რიგის ალბათური, შემთხვევითი (სტოქასტიკური) მოდელის აგება და მისი სხვადასხვა დანიშნულებით გამოყენება, კერძოდ, დინამიკური პროცესის პროგნოზირებისა და სისტემის რეგულირების, რიგის წვერთა შორის ოპტიმალური ინტერვალის დადგენა და გადამცემ ფუნქციაში გამომავალი პროცესის შემავალ პროცესთან რეაქციის დროის დადგენა [3].

ასეთი ტიპის მოდელისადმი მთავარი მოთხოვნებია: ავტორეგრესიულ წვერებს შორის წრფივი დამოკიდებულება და მაქსიმალურად

მარტივი სახე; პარამეტრების მინიმალური რაოდენობა; მონაცემებისადმი მოდელის ადეკვატურობა.

როდესაც ტექნიკურ სისტემაში ორ ერთმანეთთან ეგზოგენურად დაკავშირებულ დროით რიგს ვაანალიზებთ, მაგალითად, წწდ-ის და დახრმზომის მანევრებელთა რიგებს, მათი მოდულები შესაძლებელია ისე დავაკავშიროთ ერთმანეთთან გადამცემი ფუნქციით, რომ ერთიანი მოდელი აღწერდეს ორ დროით რიგს შორის დინამიკურ კავშირს ანუ მოვახდინოთ გადამცემი ფუნქციის ისეთი მოდელის იდენტიფიკაცია, რომელიც მოიცავს ერთი მხრივ, შემავალ ანუ დამოუკიდებელ (წყლის დონის ცვლილება) და მეორე მხრივ, გამომავალ ანუ დამოკიდებულ (კაშხლის რეაქცია) პროცესებს. როგორც ცალკეული დროითი რიგების, ისე გადამცემი ფუნქციის მოდულები შეიძლება გამოვიყენოთ სისტემის ოპტიმალური მართვის სტრატეგიის შესამუშავებლად. იგულისხმება, როგორ შევცვალოთ რეგულირებადი პროცესი (წყალსაცავის შევსება-დაცლა), რომ მინიმალური გავხადოთ დამოკიდებული პროცესის (კაშხლის რეაქცია) შეშფოთება.

მოცემული დროითი რიგების ანალიზი იწყება იმ მოდელთა ფართო კლასის ზოგადი და მოკლე მიმოხილვით, რომლებიც საკმაოდ მოქნილნი არიან პროცესების აღწერისათვის. კერძოდ, დროითი რიგები ყველაზე კარგად იდენტიფიცირდება არასტაციონარული მოდულებით, რომლებშიც ტრენდები და სხვა, შესაძლოა დროში ცვალებადი ფსევდომდგრადი მახასიათებლები განიხილება როგორც სტატისტიკური და არა დეტერმინირებული მოვლენები. გარდა ამისა, როგორც ტექნიკური, ისე ეკონომიკური სისტემები ხშირად გამოისახება სეზონური ან პერიოდული კომპონენტებით და წარმოადგენენ დროით რიგებს განსაზღვრული პერიოდებით. ისინი თავის მხრივ, მოიცავენ განსაზღვრული დროის შემცველ საყრდენ ინტერვალებს.

პერიოდული კომპონენტი შესაძლოა იცვლებოდეს დროის მიხედვით და ამ დროითი რიგისათვის იდენტიფიცირებულმა მოდელმა უნდა შეძლოს პერიოდულობის აღწერა. ამის მისაღწევად, ხშირად მოდელთა იდენტიფიკაციისა და მონაცემებზე მორგებისას საჭირო ხდება იტერაციული ხერხების გამოყენება.

დროითი რიგის ანალიზისას, პარამეტრულ წრფივ მოდელში გამოყენებულია ის ფაქტი, რომ რიგი, რომლის თანამიმდევრული წევრები ურთიერთდამოკიდებულია, განიხილება როგორც დამოუკიდებელი იმპულსებით გენერირებული. ეს იმპულსები ფიქსირებული განაწილების მქონე შემთხვევითი სიდიდეების რეალიზებაა, რომელსაც ჩვეულებრივ თვლიან ნორმალური განაწილების მქონე სიდიდეებად ნულოვანი საშუალოთი და ფიქსირებული დისპერსიით. ასეთი იმპულსების თანამიმდევრობას ეწოდება „თეთრი ხმაური“ (აკუსტიკური, გაუსის ხმაური).

ზოგადად, დროითი რიგი პერიოდულია s პერიოდით, როცა რიგის მსგავსი თავისებურებები მეორდება ყოველი $s = n$ პერიოდის შემდეგ, სადაც n პერიოდის საყრდენი ინტერვალია. მაგალითად, წყლის ცვლილებისას საყრდენი ინტერვალია თვე, ხოლო პერიოდი – წელი ($s = 12$).

ენგურჰესის პირობებში, წყალსაცავის შევსება ყოველწლიურად გრძელდება მარტ-აპრილიდან აგვისტო-სექტემბრამდე, ხოლო დაცლა – ოქტომბრიდან თებერვლამდე მცირე გადახრებით, რაც დაკავშირებულია წვიმის სეზონთან, თოვლის დნობასთან, აგრეთვე წყლის ხარჯთან.

დროითი რიგის მოდელის იდენტიფიცირებისას ძირითადი საკითხი მოდელთა არსებული კლასიდან მონაცემებთან ადეკვატურის შერჩევაა [1]. თუ რიგი შეიცავს ძლიერ ზრდად კომპონენტს, რომელიც დაახლოებით პერიოდულია, მას მიესადაგება ავტორეგრესიულწევრებიანი მოდელი დეტერმინირებული ტრენდით ან ინტეგ-

რირებული სრიალა საშუალოს პროცესები, რომლებიც პერიოდულ მოდელს აღწერს. ისეთ დროით რიგებს, როგორიცაა წყლის ცვლილება და დახრმზომის მაჩვენებლები პერიოდის შიგნით ძლიერი, ხოლო პერიოდებს შორის სუსტი ტრენდით – მიესადაგება ავტორეგრესიულწევრებიანი, წრფივი, მულტიპლიკატორული ტიპის მოდელები.

2. ძირითადი ნაწილი

ენგურჰესის კაშხლის დინამიკური სისტემის დროითი რიგების გადამცემი ფუნქცია შეიცავს შემავალ და გამოშვალ პროცესებს. გამოშვალი ის პროცესია, რომლის ქცევაც გვინტერესებს, მაგრამ მასზე უშუალო ზემოქმედება არ შეგვიძლია. მისი ცვლილება შესაძლებელია მხოლოდ შემავალ პროცესზე ზემოქმედებით (სათანადო რეგულირებით).

ამრიგად, შემავალი პროცესი დამოუკიდებელია (წყლის ცვლილება), ხოლო გამოშვალი – დამოკიდებული (დახრმზომის მაჩვენებლები).

კაშხლის რეაქცია წყლის ცვლილებაზე არ არის მყესეული და არც ერთნაირი კაშხლის სხვადასხვა დონეზე, კაშხლის დიდი მასისა და წყალსაცავის კონტურის კონუსური ფორმის გამო. გარდა ამისა, კაშხლის რეაქცია არ არის მხოლოდ წყლის დონის ცვლილების შედეგი. იგი არის სინთეზური რეაქცია ერთიანი სისტემის გაზომვად და გაუზომვად ფაქტორებზე, როგორიცაა კაშხლის ტანის ტემპერატურული რეჟიმი, წყლის დრენაჟი და სხვა აღურიცხავი ფაქტორები. ამათზე სისტემა პასუხობს ე.წ. „თეთრი ხმაურით“, რომელიც ალბათურად არის არაკორელირებული, შემთხვევითი, ნორმალურად განაწილებული სიდიდეების თანამიმდევრობა, რომელთაც, როგორც აღენიშნეთ, აქვთ ნულოვანი საშუალო და დისპერსია (თეორიულად – ერთეულოვანი).

ზემოთ აღნიშნეთ, რომ გადამცემ ფუნქციაში შემავალი დროითი რიგები პერიოდულია აშკარად გამოსახული სეზონური პერიოდულობით. პერიოდი მოიცავს წელის დონის მინიმუმს ზამთრის ბოლოსა და გაზაფხულის დასაწყისში და მაქსიმუმს ზაფხულის ბოლოსა და შემოდგომის დასაწყისში. რიგების პერიოდულობა წლიურია თვიური საყრდენი ინტერვალით.

სეზონურ (პერიოდულ) დროით რიგებთან დაკავშირებულია მნიშვნელოვანი ფაქტი – s ინტერვალით დაცვილებული დროითი რიგის წევრები მსგავსნი არიან ანუ შეიძლება ველოდოდ, რომ $B^s H_t = H_{t-s}$ ოპერაცია, სადაც B უკან ძვრის ოპერატორია ($B^n H_t = H_{t-n}$), შეასრულებს მოდელის იდენტიფიცირებისას მთავარ როლს. გარდა ამისა, შესაძლოა სასარგებლო აღმოჩნდეს $\nabla_s H_t = (1-B^s)H_t = H_t - H_{t-s}$ ოპერატორი, სადაც $\nabla = 1-B$ არის სხვაობითი ოპერატორი, ხოლო $(1-B^s)$ -მდგრადი არასტაციონარული ოპერატორი.

ისიც უნდა აღნიშნოთ, რომ პერიოდულ რიგში მნიშვნელოვანია არა ერთი, არამედ ორი დროითი ინტერვალის – თვე და წელი. კონკრეტულად, განსაზღვრულ დამოკიდებულებაში არიან: მოცემული წლის თვეების მაჩვენებლები და სხვადასხვა წლის ერთი და იმავე თვის მაჩვენებლები. უკანასკნელი შეიძლება წარმოვადგინოთ ასეთი სახის მოდელით

$$\Phi(B^s)\nabla_s Z_t = \theta(B^s)\alpha_t, \quad (1)$$

სადაც s არის პერიოდი, $\Phi(B^s)$ და $\theta(B^s)B^s$ -ის პოლინომებია ავტორეგრესიული წევრებითა და პარამეტრებით, Z_t ზოგადად დროითი რიგია,

∇_s – სხვაობითი ოპერატორი s პერიოდით, α_t მოდელის შეცდომებია, რომლებიც შესაძლოა კორელირებულნი იყვნენ.

$\alpha_t, \alpha_{t-1}, \alpha_{t-2}, \dots$ შორის კავშირების გასათვალისწინებლად საჭიროა მეორე მოდელი, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს ერთი და იმავე წლის სხვადასხვა თვის მაჩვენებლებს

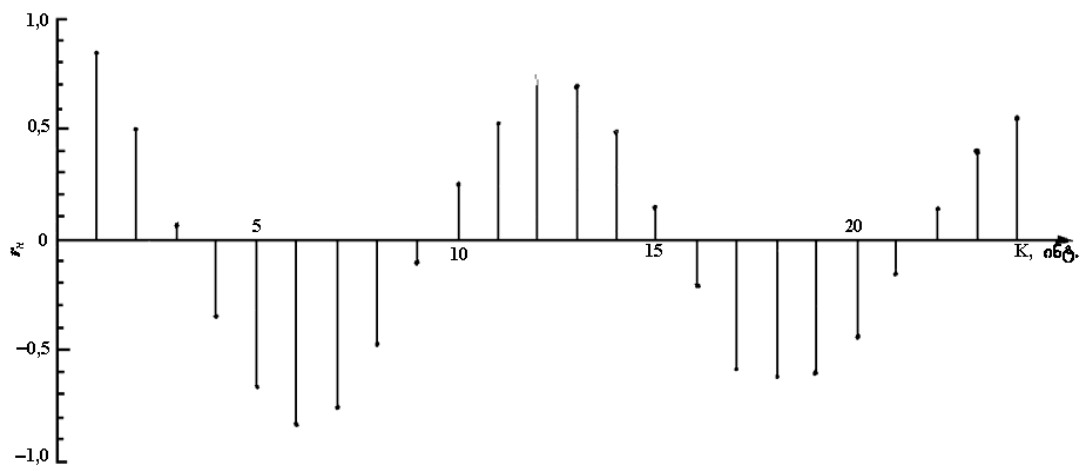
$$\phi(B)\nabla\alpha_t = \theta(B)\alpha_t, \quad (2)$$

სადაც $\phi(B)$ და $\theta(B)$ B -ს პოლინომებია, $\nabla = 1-B$ არის სხვაობითი ოპერატორი, ხოლო α_t – „თეთრი ხმაური“ ან, ზოგადად, ხმაური, სისტემის შეშფოთება, იმავე მოდელის ნარჩენი შეცდომები.

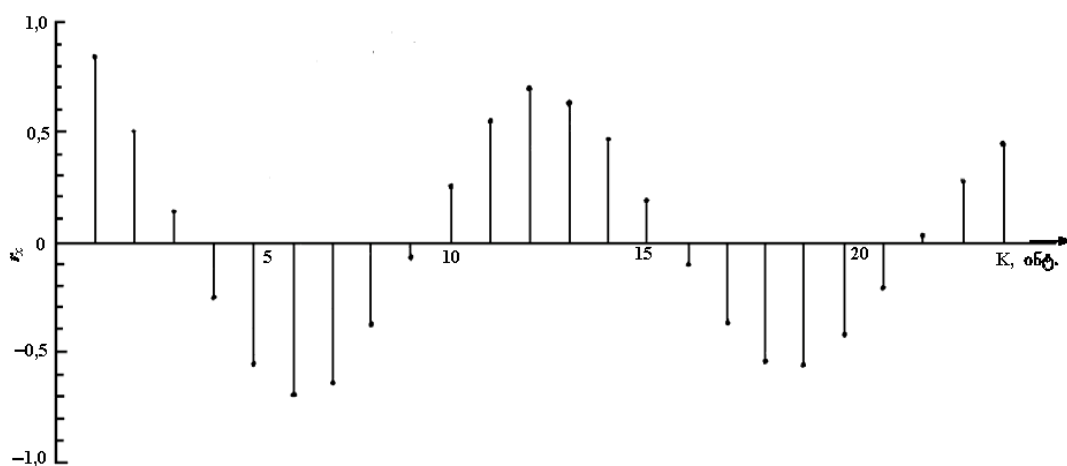
თუ (2)-დან განვსაზღვრავთ $\alpha_t = \phi^{-1}(B)\theta(B)\nabla^{-1}\alpha_t$, და შევიტანთ (1)-ში, მივიღებთ პროცესის საერთო მოდელს (გადამცემ ფუნქციას)

$$\phi(B)\Phi(B^s)\nabla_s Z_t = \theta(B)\theta(B^s)\alpha_t. \quad (3)$$

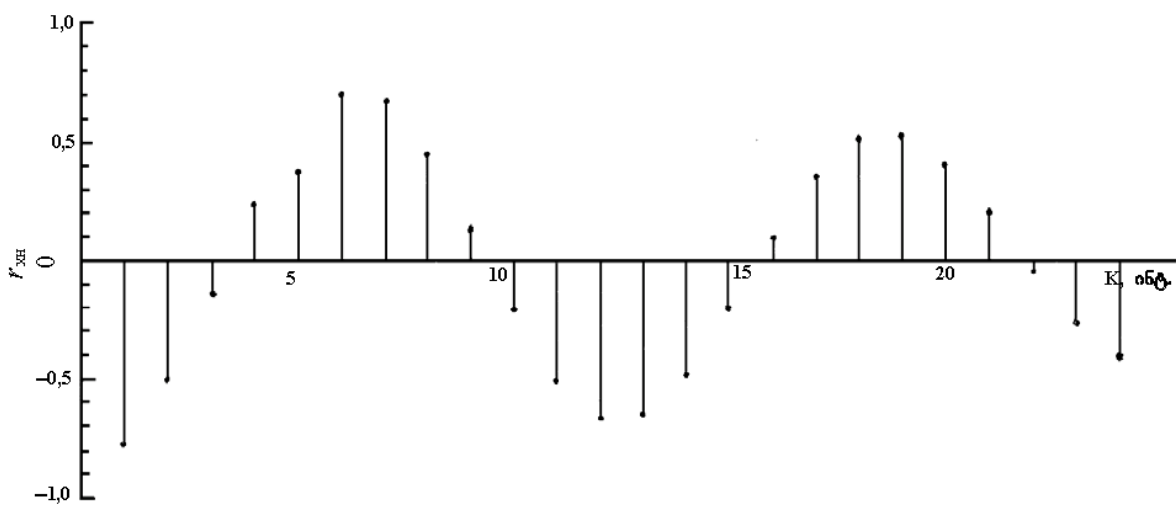
ასეთი სახის მოდელის გამოყენება შესაძლებელია როგორც ერთ-, ისე მრავალგაზომილებიანი პერიოდული პროცესების იდენტიფიკაციისას. ასეთ შემთხვევაში მოდელში წევრთა რაოდენობისა და პარამეტრების სიდიდეთა პირველი მიახლოებით დადგენისათვის ვსარგებლობთ მოცემული დროითი რიგების ავტორეგულაციური და ურთიერთკორელაციური ფუნქციებით. ჩვენ შემთხვევაში, წყდ-ისა და დახრმზომის მაჩვენებელთა დროითი რიგების როგორც ავტო-, ისე ურთიერთკორელაციები $K = 24$ დაყოვნებით 2001–2005 წლების დღეღამური ინტერვალის მქონე რიგებისათვის მოცემულია ქვემოთ ნახაზებზე (ნახაზები 1, 2 და 3).



ნახ. 1. წყლის დონეთა ავტოკორელაციები (2001–2005 წწ.)



ნახ. 2. დახრმზომის მაჩვენებელთა ავტოკორელაციები (2001–2005 წწ.)



ნახ. 3. წყლის დონეთა და დახრმზომის მაჩვენებელთა ურთიერთკორელაციები (2001–2005 წწ.)

როგორც ნახაზებიდან ჩანს, $K = 1$, $K = 6$, $K = 12$ დაყოფებიანი კორელაციები საკმაოდ მნიშვნელოვანი სიდიდეებია. მოდელის პარამეტრიზაციის ეკონომიურობის პრინციპიდან გამომდინარე, რადგან $[(1-B), (1-B^6), (1-B^{12})]$ სამივე ოპერატორის მოდელში გათვალისწინებისას ვღებულობთ 15-პარამეტრიან მოდელს, ხოლო ორი მათგანის $[(1-B), (1-B^{12})]$ გათვალისწინებისას 7-პარამეტრიანს. ჩვენ, პერიოდულობიდან გამომდინარე, შევირჩიეთ ერთი და თორმეტი დაყოფების ოპერატორები, δ_c და ω_d პარამეტრებით, სადაც δ შეესაბამება გამომავალ, ხოლო ω – შემავალ პროცესებს. c და d პარამეტრების რაოდენობაა შესაბამის დროით რიგებში.

ამრიგად, ავტორეგრესიული მოდელის ზოგადი სახე იქნება

$$(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^{12} + \delta_3 B^{13}) X_t = (\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^{12} + \omega_3 B^{13}) H_t. \quad (4)$$

შემაგალი პროცესის H_{t-1} , H_{t-12} და H_{t-13} წევრთა სამპარამეტრიანი ოპერატორი გადამცემ ფუნქციაში განმსაზღვრელია (4) სახის მოდელი არის თუ არა მულტიპლიკატორული ტიპის. ამისათვის სხვაობითი ოპერატორი

$$1 - \omega_1 B - \omega_2 B^{12} - \omega_3 B^{13} \quad (5)$$

შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით

$$(1 - \omega_1 B)(1 - \omega_2 B^{12}) - \omega_3 B^{13}, \quad (6)$$

სადაც

$$U = \omega_1 \omega_2 - (-\omega_3). \quad (7)$$

თუ (6)-ს გავშლით, მივიღებთ (5)-ს (7)-ის გათვალისწინებით.

მართლაც

$$1 - \omega_1 B - \omega_2 B^{12} + \omega_1 \omega_2 B^{13} - \omega_1 \omega_2 B^{13} - \omega_3 B^{13} = 1 - \omega_1 B - \omega_2 B^{12} - \omega_3 B^{13}.$$

თუ ω_d პარამეტრების უმცირეს კვადრატთა მეთოდით დადგენის შემდეგ აღმოჩნდება, რომ U -ს სიდიდე მნიშვნელოვნად აჭარბებს მისსავე სტანდარტულ შეცდომას, ეს მიუთითებს, რომ მოდელი არამულტიპლიკატორულია (ω_3 არ არის დაკავშირებული ω_1 და ω_2 -თან). იმ შემთხვევაში, როცა $U < 2\sigma_u$ ანუ მისი სიდიდე მცირეა, საქმე გვაქვს მულტიპლიკატორული ტიპის მოდელთან. საილუსტრაციოდ, ქვემოთ მოცემულია (4) მოდელის პარამეტრებისა და U -ს სიდიდეები სხვადასხვა ინტერვალის მქონე დროითი რიგებისათვის (იხ. ცხრილი). პარამეტრები დადგენილია უმცირეს კვადრატთა მეთოდით.

ცხრილის ბოლო სვეტში (7) ფორმულით გამოთვლილი მულტიპლიკატორული ტიპის მოდელის დამადასტურებელი U სიდიდეებია სხვადასხვა ინტერვალის მქონე მოდელისათვის. როგორც ცხრილიდან ჩანს, მულტიპლიკატორული მოდელი მხოლოდ უმნიშვნელოდ იცვლის პარამეტრების მნიშვნელობას $1 \div 7$ დღის ინტერვალის მქონე რიგებისათვის. პარამეტრების დადგენის სკშ შეადგენს $\sigma_\omega = N^{-1/2} = 1826^{-1/2} = 0,023$, სადაც 1826 რიგის წევრთა რაოდენობაა. ასეთი ტიპის მოდელები განხილვის უნარის მქონეა, რაც იმას ნიშნავს, რომ დროითი რიგის N რაოდენობის მაჩვენებლისგან მიღებული მოდელი, მნიშვნელოვნად არ განსხვავდება მისივე იმ სახისგან, რომელიც N -ის წინა ან შემდგომი მაჩვენებლების საფუძველზეა მიღებული, სადაც N არ უნდა იყოს 50-ზე ნაკლები.

პარამეტრი ინტერ- ვალი, დღ-ღ.	δ_1	δ_2	δ_3	ω_0	ω_1	ω_2	ω_3	U
1	0,956	0,360	0,336	-0,664	-0,569	-0,224	-0,127	0,000
2	0,956	0,382	0,358	-0,682	-0,580	-0,255	-0,152	-0,004
3	0,956	0,378	0,354	-0,681	-0,580	-0,252	-0,149	-0,003
4	0,953	0,380	0,351	-0,676	-0,576	-0,250	-0,148	-0,004
5	0,955	0,388	0,362	-0,678	-0,579	-0,254	-0,154	-0,007
6	0,955	0,379	0,354	-0,685	-0,585	-0,256	-0,154	-0,004
7	0,952	0,384	0,354	-0,669	-0,574	-0,244	-0,148	-0,008

თუ სხვადასხვაინტერვალის მონაცემებში შემაჯავებ პროცესში ჩავრთავთ კაშხლის რეაქციის b დაყოვნებებს ($b = 0, 1, 2, \dots$), ამ მონაცემების ნარჩენი შეცდომების კვადრატების ჯამის მინიმუმით შევძლებთ კაშხლის რეაქციის დროის განსაზღვრას შემავალ ფაქტორზე.

3. დასკვნა

ამრიგად, ენგურჰესის წყალსაცავში წყლის დონეთა ცვალებადობისა და დახრმზომის მანქანებელთა დისკრეტული დროითი რიგების ავტოდა ურთიერთკორელაციების ანალიზის საფუძ-

ველზე იდენტიფიცირებული გადამცემი ფუნქციის მონაცემი მულტიპლიკატორული სახის ავტორეგრესიული წრფივი განტოლებაა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს დავადგინოთ კაშხლის რეაქციის დრო წყალსაცავში წყლის განსაზღვრული დონით მატება-კლებაზე. ამისათვის სხვადასხვა დროითი ინტერვალის შემცველ მონაცემებში უნდა შევიტანოთ რეაქციის დაგვიანების დროის b პარამეტრი სხვადასხვა მნიშვნელობით და მიღებული ნარჩენი შეცდომების კვადრატების ჯამის მინიმუმი მიგვანიშნებს რეაქციის დროს.

ლიტერატურა

1. Andersen T. Statistical Analysis of Time Series. M.: "Mir", 1976 (In Russian).
2. Box G., Jenkins G. Time Series Analysis Forecasting and Control. M.: "Mir", 1974 (In Russian).
3. Kashyap R., Rao A. Building of Dynamic, Stochastic Models According to Experimental Data. M.: "Nauka", 1983 (In Russian).

UDC 519. 242**IDENTIFICATION OF THE MODELS OF TIME SERIES OF TECHNICAL SYSTEMS OF ENGURI HPP****M. Meskhi, S. Piralishvili, R. Inadze**

Department of engineering geodesy and geoinformatics, Georgian Technical University, 75, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

M. Kalabegishvili, expert of LLC Enguri HPP hydrotechnical plants, doctor of technical sciences, professor,

A. Kikabidze, professor of department of engineering geodesy, faculty of mining and geology of GTU.

Resume: There is given identification process of models of transmission function of the technical systems of reservoir and dam of Enguri HPP on the basis of analysis autocorrelation and cross correlation functions of the periodic time series indicators of the water in the reservoir and tiltmeter. Received autoregressive multiplicational type models allow us to determine the response time of the dam in the reservoir on water level fluctuations.

Key words: transmission function; identification; autocorrelation; cross correlation; multiplicational model; residual error; adequacy; Trend.

УДК 519. 242**ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИНГУРИГЭС****Месхи М.А., Пиралишвили С.Х., Инадзе Р.В.**

Департамент инженерной геодезии и геоинформатики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75

Рецензенты:

М. Калабегшвили, эксперт гидротехнических сооружений ООО «ИнгуриГЭС», доктор технических наук, профессор,

А. Кикабидзе, профессор Департамента инженерной геодезии и геоинформатики горно-геологического факультета ГТУ.

Резюме: Изложен процесс идентификации модели передаточной функции технической системы водохранилища и плотины ИнгуриГЭС на основе анализа автокорреляционной и взаимокорреляционной функции периодических временных рядов показателей уровня воды в водохранилище и наклономера. Полученные авторегрессионные мультипликативные модели дают возможность установить время реакции плотины на изменение уровня воды в водохранилище.

Ключевые слова: передаточная функция; идентификация; автокорреляция; взаимная корреляция; мультипликативная модель; остаточная ошибка; адекватность; тренд.

მიღებულია დასაბეჭდად 16.01.15

შაკ 519.242

ენგურჰესის ტექნიკური სისტემის დროითი რიგების მოდელის პარამეტრების შეფასება და ადეკვატურობის დიაგნოსტიკური შემოწმება

მ. მესხი*, ს. ფირალიშვილი, რ. ინაძე

საინჟინრო გეოდეზიისა და გეოინფორმატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75

E-mail: murman.meskh@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. ყალაბეგიშვილი, შპს “ენგურჰესის” ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ექსპერტი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი,

ა. კიკაბიძე, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიის ფაკულტეტის საინჟინრო გეოდეზიისა და გეოინფორმატიკის დეპარტამენტის პროფესორი.

რეზიუმე: მოცემულია ენგურჰესის წყალსაცავში წყლის დონისა და დახრმზომის მანვენებელთა დროითი რიგების იდენტიფიცირებული გადამცემი ფუნქციის მოდელის პარამეტრების დადგენა უმცირეს კვადრატთა მეთოდით.

მიღებული მულტიპლიკატორული მოდელის შემოწმებამ ნარჩენი შეცდომების ავტოკორელაციებსა და χ^2 კრიტერიუმზე დაადასტურა მოდელის ადეკვატურობა.

საკვანძო სიტყვები: დიაგნოსტიკური შემოწმება; ადეკვატურობა; კრიტერიუმი; სტანდარტული შეცდომა; იტერაცია.

1. შესავალი

დროითი რიგების მოდელის იდენტიფიცირებისა და უმცირეს კვადრატთა მეთოდით (უკმ) პარამეტრების დადგენის შემდეგ, საწყის მონაცემებზე მორგებული მოდელი უნდა გაისინჯოს ადეკვატურობაზე.

ადეკვატურობის საკითხისადმი ანალიზური მიდგომისას მოწმდება მოდელის შედგენისას და შევების ადეკვატურობაც. სტოქასტიკური მოდელის შედგენისას ხშირ შემთხვევაში ერთადერთი არსებითი დაშვება ისაა, რომ შემოთქმება (იგივე ხმაური, ნარჩენი შეცდომები) არის დამოუკიდებელ შემთხვევით სიდიდეთა თანამიმდევრობა ნულოვანი საშუალოთი და σ_a^2 დისპერსიით.

იდენტიფიცირებული და პარამეტრიზებული მოდელით გამოთვლილი სიდიდეებისა და არსებული მონაცემების შედარებით დგინდება ნარჩენი შეცდომები, რომელთაც ვამოწმებთ ურთიერთდამოუკიდებლობაზე ჰიპოთეზების გასინჯვით, რაც ორ H_0 და H_1 ჰიპოთეზას შორის არჩევას გულისხმობს [1]. ამათგან პირველი (H_0) ნულოვანი ჰიპოთეზაა, რომლის მიხედვით მოდელის ნარჩენ შეცდომას აქვს ნულოვანი საშუალო და დამოუკიდებელია (არაკორელირებულია). H_1 ჰიპოთეზა ალტერნატიულია და მის მიხედვით შეცდომები ურთიერთდამოკიდებულია. ამ ორი ჰიპოთეზის განსასხვავებლად გამოიყენება χ^2 კრიტერიუმი. თუ მიიღება H_0 ჰიპოთეზა

($\varepsilon = 5$ ან 10%-იანი ნიშნადი დონით ანუ 0,95 ან 0,90 ალბათობით), მაშინ მოდელი ადეკვატურად აღწერს რეალურ მონაცემებს და, პირიქით. არა-ადეკვატურობის შემთხვევაში, სანამ შევარჩევდეთ სხვა ტიპის მოდელს, უნდა გავაანალიზოთ ნარჩენ შეცდომებს შორის დამოკიდებულების ხასიათი მისი ბუნების გასაგებად. თუ, მაგალითად, ნარჩენი შეცდომების ავტოკორელაციებში შეინიშნება პერიოდული კომპონენტი, სინუსოიდური ან სხვა სახის ტრენდით, შესაბამისმა მოდელმა უნდა მიიღოს მულტიპლიკატორული მოდელის სახე.

H_0 ჰიპოთეზის მიღება მოდელის ადეკვატურობისათვის აუცილებელი, მაგრამ არასაკმარისი პირობაა. ε ნიშნადი დონის მიღება ჰიპოთეზის შემოწმებისას ხშირად სუბიექტურია და არ უზრუნველყოფს მოდელის ადეკვატურობას. ამიტომ ნარჩენი შეცდომების χ^2 კრიტერიუმით შემოწმების გარდა, საჭიროა გაისინჯოს ნარჩენი შეცდომების ავტოკორელაციური ფუნქცია სტანდარტულ შეცდომაზე – ავტოკორელაციები არ უნდა აღემატებოდნენ ორმაგ სტანდარტულ შეცდომას. ამ მეთოდებისა და პრინციპების გამოყენება მოგვეცემს მოდელის მიღების ან უარყოფის საფუძველს.

ჰიპოთეზის გასინჯვისას ორი რიგის შეცდომასთან გვაქვს საქმე: პირველი რიგის შეცდომაა სწორი ჰიპოთეზის უარყოფა; მეორე რიგისა – არასწორი ჰიპოთეზის მიღება. რადგან პირველი რიგის შეცდომის დაშვება გაცილებით არასასურველია, ვიდრე მეორე რიგისა, ამიტომ ε -ს უმჯობესია მივცეთ რაც შეიძლება მცირე დონე, თუნდაც ვიცოდეთ, რომ მისი შემცირება გამოიწვევს მეორე რიგის შეცდომის გაზრდას.

ამრიგად, მოდელი χ^2 კრიტერიუმის გარდა უნდა შემოწმდეს ნარჩენი შეცდომების ავტოკორელაციებზე. როგორც აღვნიშნეთ, მოდელი ითვლება ადეკვატურად, თუ r_k ავტოკორელაციები $\sim N/4$ (N არის წევრთა რაოდენობა რიგში)

დაყოვნებად არ აჭარბებენ ორმაგ სტანდარტულ შეცდომას (ერთი, ორი გამონაკლისის გარდა).

უნდა გვახსოვდეს ისიც, რომ ერთი რომელიმე კონკრეტული მოდელის ადეკვატურობა არ გამორიცხავს იმავე მონაცემთა რიგისათვის სხვა, შესაძლოა უკეთესი მოდელის არსებობას.

მოდელების ადეკვატურობის შემოწმება მრავალგანზომილებიან მოდელში იმავე ხერხებითა და მეთოდებით სრულდება [2]. თუმცა ამ დროს მოდელი დამატებით შეიძლება შემოწმდეს საწყის მონაცემებთან იმიტაციის ხარისხით, რაც გამოიხატება ნარჩენი შეცდომების კვადრატების ჯამის მინიმუმით.

თუ დიაგნოსტიკურმა გასინჯვამ ვერ დადასტურა იდენტიფიცირებული მოდელის ადეკვატურობა, საჭირო იქნება ყველა საჭირო იტერაციული პროცედურის – იდენტიფიცირება, პარამეტრების დადგენა უკმით, მათი მონაცემებზე მორგება და ადეკვატურობის დიაგნოსტიკური გასინჯვის კიდევ ერთი ან რამდენიმე ციკლის გამოყენება მოდელის კლასის ან პარამეტრების რაოდენობის ცვლილებით.

ზოგადად, არც ერთი სტატისტიკური მოდელი არ შეიძლება იყოს აბსოლუტურად ადეკვატური და გასინჯვის არც ერთი მეთოდი არ შეიძლება იყოს ყოვლისმომცველი [3]. დიაგნოსტიკური გასინჯვა უნდა ჩატარდეს უფრო მგრძობიარე და ზუსტი მეთოდებით. ასეთად მიჩნეულია ნარჩენი შეცდომების ავტოკორელაციები და χ^2 კრიტერიუმი.

2. ძირითადი ნაწილი

ენგურჰესის წყალსაცავში H_t წყლის დონეა და X_t დახრმზომის მაჩვენებელია (კაშხლის რეაქცია წყლის ცვლილებაზე) ანუ შემავალი და გამომავალი დროითი რიგების იდენტიფიცირებული გადამცემი ფუნქციის მოდელის ზოგადი სახეა

$$X_t = \delta_1 X_{t-1} + \delta_2 X_{t-2} - \delta_3 X_{t-3} + \omega_0 H_t - \omega_1 H_{t-1} - \omega_2 H_{t-2} + \omega_3 H_{t-3} \quad (1)$$

ამ მოდელის δ_i და ω_j ($i=1,2,3; j=0,1,2,3$) პარამეტრების დადგენა ხდება სხვადასხვა დისკრეტული (2001–2005 წწ. 2011–2013 წწ.) და სხვადასხვაინტერვალისანი დროითი რიგებისათვის ($D=1 \div 7$ დღე-ღამე). ამ მიზნით დაიწერა პროგრამა Quick BASIC-ის ენაზე და ამოცანა ამოიხსნა უმცირეს კვადრატთა მეთოდით. ამავე პროგრამითაა მიღებული მოდელთა ნარჩენი შეცდომები ყველა ვარიანტისთვის.

(1) სახის გადამცემი ფუნქციით მიღებულ მოდელს ადეკვატურობაზე გამოწმებთ ნარჩენი შეცდომების ავტოკორელაციებით, რომელთა სტანდარტული შეცდომა შეიძლება შეფასდეს ფორმულით

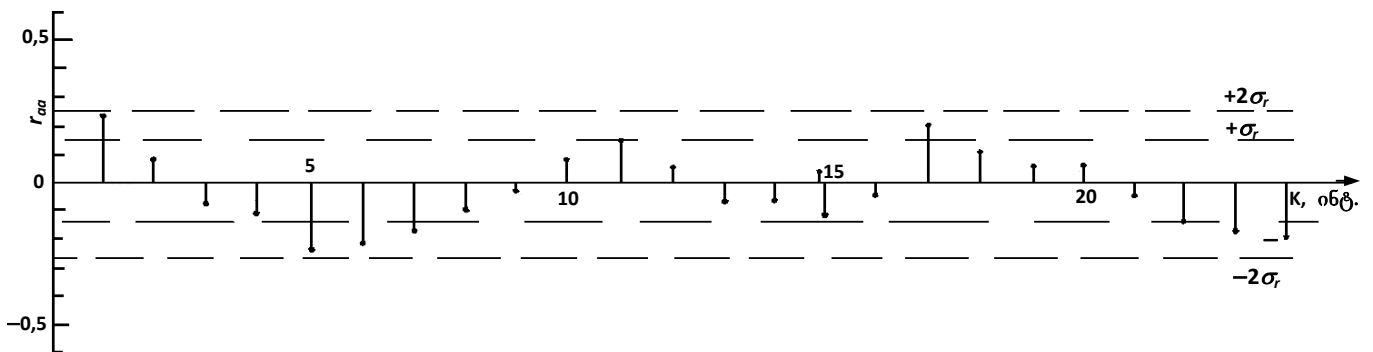
$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n-1}}, \quad (2)$$

სადაც r არის კორელაციის კოეფიციენტი, ხოლო n – წევრთა რაოდენობა. თუ ავტოკორელაციები იშვიათად აღემატება $\pm 0,2$ -ს, ხოლო $n > 60$ -ზე, მაშინ (2) დამოკიდებულების ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ მისი გამარტივებული სახე $\sigma_r \approx n^{-1/2}$. რაც უფრო მცირე იქნება r -ის სიდიდე და რაც უფრო დიდი – n , მით უფრო ზუსტი იქნება σ_r -ის მიახლოება.

სხვადასხვა დროს, სხვადასხვა დახრმზომზე და სხვადასხვა ინტერვალთა აღებული დროითი რიგების (1) სახის მულტიპლიკატორული მოდელის ანალიზიდან საილუსტრაციოდ ქვემოთ მოცემულია ხუთწლიან მონაცემთა (2001–2005 წწ.) დროითი რიგის ერთდღიანი ინტერვალის მოდელის ნარჩენი შეცდომების ავტოკორელაციები $K = 24$ დაყოვნებით ($n = 61$), როგორც პირველი ცხრილის, ისე გრაფიკული სახით (ნახ. 1).

ცხრილი 1

დაყოვნება, K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ავტოკორელაციები, r_{aa}	0,23	0,08	-0,07	-0,11	-0,25	-0,22	-0,17	-0,10	-0,01	0,06	0,15	0,03
დაყოვნება, K	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ავტოკორელაციები, r_{aa}	-0,07	-0,006	-0,12	-0,03	0,20	0,09	0,07	-0,07	-0,02	-0,14	-0,13	-0,16



ნახ. 1. 2001–2005 წწ. ერთდღიანი ინტერვალის მოდელის ნარჩენი შეცდომების ავტოკორელაციები

ავტოკორელაციების სტანდარტული შეცდომა ტოლია $\sigma_r \approx n^{-1/2} \approx 61^{-1/2} \approx 0,13$.

როგორც ცხრილიდან, ისე ნახაზიდან ჩანს, რომ r_k სიდიდეები ძირითადად თავსდება ერთ-მაგ σ_r -ის ფარგლებში (~16) და მხოლოდ რამდენიმე (3) უახლოვდება ორმაგ σ_r -ს და არ აღემატება მის სიდიდეს.

იმავე მოდელის აღეკვებურობა შევამოწმეთ χ^2 კრიტერიუმით. ამ დროს გამოითვლება ნარჩენი შეცდომების K დაყოვნების მქონე ავტოკორელაციების კვადრატების ჯამი, რომლის ნამრავლი n მონაცემთა რაოდენობაზე გვაძლევს Q სიდიდეს

$$Q = n \sum_{k=1}^K r_{K_{aa}}^2, \quad (3)$$

სადაც k არის დაყოვნებათა რიგითი ნომერი, K დაყოვნებათა საბოლოო სიდიდეა, $r_{K_{aa}}$ კი ნარჩენი შეცდომების (a_t) ავტოკორელაციებია K დაყოვნებით. თუ (3) აკმაყოფილებს χ^2 კრიტერიუმის ცხრილურ მნიშვნელობას $K - \delta_c - \omega_d$ თავისუფლების ხარისხითა და 0,90–0,95 ალბათობით ($\varepsilon = 10 - 5\%$ ნიშნადი დონით), მაშინ მოდელი ითვლება აღეკვებულად. $\nu = K - \delta_c - \omega_d$

თავისუფლების ხარისხში δ_c და ω_d გამომაველი (x_t) და შემავალი (H_t) პროცესების პარამეტრების რაოდენობაა. ჩვენს შემთხვევაში, $K = 24$, $\delta_c = 3$, $\omega_d = 4$, ე.ი. $\nu = 17$. პირველი 24 ავტოკორელაციების კვადრატების ჯამი ტოლია $-\sum_{k=1}^{24} r_{K_{aa}}^2 = 0,397$, $n = 61$, $Q = 24,2$.

χ^2 კრიტერიუმზე გასინჯვა 90% კვანტილზე არის 24,8, ხოლო 95% კვანტილზე – 27,6. შეიძლება დავასკვნათ, რომ მოდელი აღეკვებურია როგორც χ^2 კრიტერიუმით, ისე ავტოკორელაციების სტანდარტული შეცდომით.

3. დასკვნა

ამრიგად, ენგურჰესის წყალსაცავში წყლის დონის ცვლილებაზე კაშხლის რეაქციის იდენტიფიცირებული გადამცემი ფუნქციის მოდელის პარამეტრების უმცირეს კვადრატთა მეთოდით დადგენის შედეგად მიღებულია მულტიპლიკატორული, ავტორეგრესიული სახის მოდელი, რომლის გასინჯვამ ნარჩენი შეცდომების ავტოკორელაციებსა და χ^2 კრიტერიუმზე აჩვენა მოდელის აღეკვებურობა მოცემულ დისკრეტულ მონაცემთა დროით რიგთან.

ლიტერატურა

1. Andersen T. Statistical Analysis of Time Series. M.: "Mir", 1976 (In Russian).
2. Box G., Jenkins G. Time Series Analysis, Forecasting and Control. M.: "Mir", 1974 (In Russian).
3. Kashyap R., Rao A. Building of Dynamic, Stochastic Models According to Experimental Data. M.: "Nauka", 1983 (In Russian).

UDC 519.242**EVALUATION OF PARAMETERS AND DIAGNOSTICAL EXAMINATION OF ADEQUACY OF TIME SERIES OF ENGURI HPP TECHNICAL SYSTEMS****M. Meskhi, S. Piralishvili, R. Inadze**

Department of engineering geodesy and geoinformatics, Georgian Technical University, 75, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:**M. Kalabegishvili**, expert of LLC Enguri HPP hydrotechnical plants, PhD in Technical sciences, professor,**A. Kikabidze**, professor of department of engineering geodesy, faculty of mining and geodesy of GTU.

Resume: Using the least-squares method there are determined parameters of transmission function's identified model of time series of water level indicators in reservoir and tiltmeter of Enguri dam.

Diagnostic verification of multiplicative model of autocorrelation of residual error and χ^2 criterion confirmed the adequacy of the model.

Key words: diagnostic examination; adequacy; criteria on standard error; iteration.

УДК 519.242**ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ И ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИНГУРИГЭС****Месхи М.А., Пиралишвили С.Х., Инадзе Р.В.**

Департамент инженерной геодезии и геоинформатики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75

Рецензенты:**М. Калабегшвили**, эксперт гидротехнических сооружений ООО «ИнгуриГЭС», доктор технических наук, профессор,**А. Кикабидзе**, профессор Департамента инженерной геодезии и геоинформатики горно-геологического факультета ГТУ.

Резюме: Установлены параметры идентифицированной модели передаточной функции временных рядов показателей уровня воды в водохранилище и накломера Ингурской плотины методом наименьших квадратов.

Диагностическая проверка мультипликативной модели на автокорреляции остаточных ошибок и критерий χ^2 подтвердила адекватность модели.

Ключевые слова: диагностическая проверка; адекватность; критерий; стандартная ошибка; итерация.

მიღებულია დასაბუჯდად 14.01.15

ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის სექცია

შპს 669.26

ქრომ-ალუმინიანი უჟანგავი ფოლადის მაღალტემპერატურული ჟანგვის კინეტიკა

ო. მიქაძე*, ი. ნახუცრიშვილი**, ნ. მაისურაძე, გ. მიქაძე

მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობის და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69

**ვლ. ჭავჭავანიძის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი (სანდრო ეულის 5)

*E-mail: omikadze@yahoo.com

რეცენზენტები:

მ. ოქროსაშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი,

ჯ. მაისურაძე, ვლ. ჭავჭავანიძის კიბერნეტიკის ინსტიტუტის წამყვანი მეცნიერი თანამშრომელი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი.

რეზიუმე: ცერიუმისა და ცირკონიუმის შემცველი ქრომ-ალუმინიანი უჟანგავი ფოლადის მაღალტემპერატურული ჟანგვის კინეტიკას კორექტულად აღწერს ჟანგვის რთული პარაბოლური კანონი. ოქსიდური ხენჯის ზრდის შესაბამისი ჟანგვის განტოლების გამოყენებით ნაანგარიშებია ჟანგვის პროცესის წრფივი და პარაბოლური კონსტანტები, აგებულია მაღალტემპერატურული ჟანგვის თეორიული მრუდები, რომელთა მიხედვით შესაძლებელია რეალური პროცესის პროგნოზირება.

საკვანძო სიტყვები: კინეტიკა; უჟანგავი ფოლადი; ცერიუმი; ჟანგვის პარამეტრები.

1. შესავალი

ლითონისა და შენადნობის ჟანგვის პროცესის საწყისი სტადია ჟანგბადისა და ლითონის ატომების ურთიერთქმედების სუფთა ქიმიური პროცესია, რომელიც შემდეგ ვითარდება ამ ატომების დიფუზიით მრავალფაზიან ოქსიდურ ფენაში. ცხადია, შენადნობის მსურველმედვეობა და კოროზიამედვეობა დამოკიდებულია წარმოქმნილი ოქსიდური

შრის ქიმიური წინააღმდეგობის უნარზე მუანგავი გარემოს მიმართ და, რაც არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ლითონურ ზედაპირთან მისი შეჭიდულობის სიმტკიცეზე (ადჰერენტულობა).

ცერიუმითა და ცირკონიუმით ლეგირებული ქრომ-ალუმინიანი უჟანგავი ფოლადი გამოირჩევა თავისი მაღალი მხურვალმდეგობითა და კოროზიამდეგობით, როგორც ჰაერზე, ისე წვის პროდუქტების გარემოში [1]. ასეთი ფოლადის ზედაპირზე ფორმირდება Al_2O_3 -სგან შემდგარი მკვრივი ფურჩი, რომელსაც მაღალი ადჰერენტული თვისებები ახასიათებს. ოქსიდის წარმოქმნის საკმაოდ უარყოფითი თავისუფალი ენერჯის გამო ცერიუმი იჟანგება სელექციურად ლითონური სუბსტრატისა და ოქსიდური ხენჯის გამყოფ ზედაპირზე, ხდება თავისებური სამაგრი წკირების წარმოქმნა, რომლებიც უზრუნველყოფენ ლითონურ ზედაპირთან ხენჯის შეჭიდულობის განმტკიცებას [2]. რაც შეეხება ცირკონიუმს, მისი დანიშნულებაა სისტემაში შიგა ძაბვის შემცირება ტექნოლოგიურად გარდაუვალი ნახშირბადის ქიმიური მდგომარეობის შეცვლის ხარჯზე. ამრიგად, Zr და Ce ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად აუმჯობესებენ საკვლევი ობიექტის საექსპლუატაციო თვისებებს, ხოლო მათი ერთობლივი ლეგირებით ხდება პოზიტიური ეფექტის გაძლიერება.

2. ძირითადი ნაწილი

ალუმინის ოქსიდის ფორმირებადი $Fe-Cr-Al-La$ სისტემის შენადნობების მაღალტემპერატურული ჟანგვის კინეტიკა, როგორც ცნობილია, კარგად აღიწერება ევანსის კონცეფციური მოდელის გამოყენებით [3]. ეს მოდელი ეფუძნება მორეაგირე კომპონენტების დიფუზიის ეფექტური ზედაპირის შემცირების პრინციპს პეროვსკიტის ტიპის ($LaCrO_3$, $LaAlO_3$) დიფუზიური ბარიერების წარმოქმნის გამო. მიუხედავად იმისა, რომ La-ისა და Ce-ის გავლენა აღნიშნუ-

ლი სისტემის შენადნობების ჟანგვის პარამეტრებზე რაოდენობრივად თითქმის იდენტურია [4], ლანთანის ცერიუმით ჩანაცვლების შემთხვევაში ევანსის ცნობილი განტოლება ჟანგვის პროცესის აღწერის მიზნით არ გამოდგება. საქმე ისაა, რომ ცერიუმი იშვიათმიწათა ლითონების ოჯახში გამოირჩევა “არასტანდარტული” ორმაგი ვალენტობით (+3 და +4) და ოთხვალენტიანი ოქსიდის მიღება (CeO_2) გაცილებით იოლია, ვიდრე სამვალენტიანისა (Ce_2O_3), რომელსაც მონაწილეობა უნდა მიეღოს პეროვსკიტის ტიპის სტრუქტურების ($CeCrO_3$, $CeAlO_3$) ფორმირებაში [1].

ამრიგად, ცერიუმით ლეგირებული უჟანგავი ფოლადის მაღალტემპერატურული ჟანგვის კინეტიკის გამოკვლევა როგორც თეორიულ, ისე პრაქტიკულ ინტერესს იწვევს, ვინაიდან ცერიუმი გაცილებით იაფი და ხელმისაწვდომია ლანთანთან შედარებით. საცდელ ობიექტად შერჩეულია $Fe-Cr-Al$ ფუძის ოპტიმალურად ლეგირებული უჟანგავი ფოლადი: $Fe+16\%Cr+5\%Al+0,5\%Zr+0,3\%Ce$ [1].

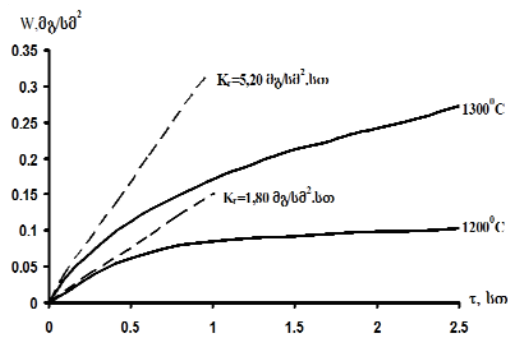
გამოსაკვლევი პროცესის ჟანგვის პარამეტრების გამოთვლა ჩატარდა ჰაერზე უწყვეტი აწონისა და პერიოდული აწონის მეთოდით მიღებული ექსპერიმენტული მრუდების საფუძველზე (ნახ.1, 2) 1200 და 1300°C ტემპერატურებზე.

როგორც ეს მიღებული შედეგებიდან კარგად ჩანს, რეალურ პირობებს ფიქსირებულ ტემპერატურებზე საფუძლიანად ესადაგება “რთული” პარაბოლური კანონი:

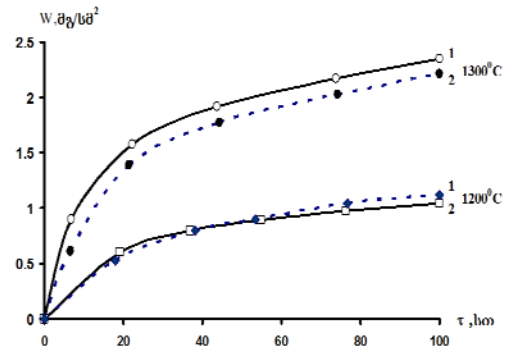
$$\frac{W}{k_r} + \frac{W^2}{k_p} = \tau, \quad (1)$$

$$\text{ან} \quad \frac{dW}{d\tau} = \frac{k_r k_p}{2k_r W + k_p} \quad (2)$$

სადაც W ჟანგვის პროცესში საცდელი ნიმუშის წონის კუთრი ნამატია τ დროის განმავლობაში, ხოლო k_r და k_p ჟანგვის წრფივი და პარაბოლური კონსტანტებია.



ნახ. 1. ფოლადის ჟანგვის საწყისი უბნები



ნახ. 2. ფოლადის ჟანგვის კინეტიკა
1 – ექსპერიმენტული მრუდი,
2 – თეორიული მრუდი

ჟანგვის ასეთი კინეტიკური მოდელი დამახასიათებელია ისეთი პროცესებისათვის, როდესაც საწყის სტადიაზე წარმოიქმნება მუანგავი აგენტისათვის შედარებით იოლი შეღწევალი ოქსიდური ფენა, რომელიც შემდგომ პროტექტორულ შრედ უნდა ჩამოყალიბდეს.

(1) განტოლების დიფერენციალური ფორმიდან ჩანს, რომ k_p კონსტანტა წარმოადგენს W პარამეტრის ზრდის მყისიერ სინქარეს კოორდინატთა სათავის ($\tau = 0, W = 0$) მიმართ და განისაზღვრება ამ წერტილიდან ექსპერიმენტული მრუდისადმი გავლებული მხების დახრილობით (ნახ. 1). 1200 და 1300°C ტემპერატურებზე მიმდინარე პროცესებისათვის გამოთვლილი სიდიდეებია, შესაბამისად, 1,80 და 5,20 მგ/სმ²·სთ. k_p პარაბოლური კონსტანტის მნიშვნელობა განისაზღვრება $W(\tau)$ ექსპერიმენტულად დადგენილი დამოკიდებულებიდან (1) განტოლების სა-

ფუძველზე და შესაბამისად შეადგენს 0,01 და 0,05 მგ²/სმ⁴·სთ-ს.

3. დასკვნა

ცერიუმითა და ცირკონიუმით ლეგირებული ქრომ-ალუმინიანი ფოლადის მაღალტემპერატურულ ჟანგვის პირობებს ესადაგება რთული პარაბოლური ჟანგვის კანონი, რაც დასტურდება ამ კანონის მიხედვით აგებული თეორიული კინეტიკური მრუდების თანხვედრით 1200 და 1300°C ტემპერატურებზე ჰაერის ატმოსფეროში მოპოვებული ექსპერიმენტული მონაცემებით აგებულ მრუდებთან. ვინაიდან ცერიუმი გაცილებით იაფი და ხელმისაწვდომია ლანთანთან შედარებით, უნდა ვივარაუდოთ ახალი თაობის ორთქლძალოვან დანადგარებში გამოყენებული ლანთანის ცერიუმით ჩანაცვლების მიზანშეწონილობა.

ლიტერატურა

1. Mikadze O.I., Kandelaki A.Z., Nakhutsrishvili I.G., Maisuradze N.I., Mikadze G.O. Trudi GTU 2014, №2 (492), pp. 28-31 (in Russian).
2. Yasutoshi Saito. Selected Topics in High Temperature Chemistry. Amsterdam–Oxford–New York–Tokyo Elsevier. 1983, pp. 227-262 (in English).
3. Mikadze O., Nakhutsrishvili I., Kandelaki A. Bulletin of GNAS, 2011, v.5, N2, pp.73-75 (in English).
4. Zerekidze D.G., Tavadze P.N., Mikadze O.I., Ebanoidze D.D., Gilauri Z.M. Soobsheniya AN GSSR, 1987, 126, №1, pp 89-92 (in Russian).

UDC 669.26

HIGH – TEMPERATURE OXIDATION KINETICS OF THE CHROMIUM – ALUMINIUM STAINLESS STEEL

O. Mikadze, I. Nakhutsrishvili, N. Maisuradze, G. Mikadze

Department of metallurgy, materials science and metal-working, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

M. Okrosashvili, professor of department of metallurgy, metals science and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy of GTU,

J. Maisuradze, chief scientific worker of V. Chavchanidze Cybernetics Institute, doctor of chemical sciences

Resume: The complex parabolic law has proved the most suitable for the description on the high – temperature oxidation behaviour of chromium – aluminium stainless steel containing cerium and zirconium. On the basis of oxide growth equation the linear and parabolic constants were calculated high–temperature theoretical curves, that can predict the tendency of a real process have constructed.

Key words: kinetics; stainless steel; cerium; oxidation parameters.

УДК 669.26

КИНЕТИКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ ХРОМО – АЛЮМИНИЕВОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Микадзе О.И., Нахуцришвили И.Г., Майсурадзе Н.И., Микадзе Г.О.

Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69

Рецензенты:

М. Окросашвили, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ,

Дж. Маисурадзе, ведущий научный сотрудник Института кибернетики Вл. Чавчанидзе, доктор химических наук.

Резюме: Кинетика высокотемпературного окисления церий-и цирконийсодержащей нержавеющей стали корректно описывается законом сложной параболы. Линейные и параболические константы окислительного процесса вычислены на базе соответствующего уравнения роста оксидной окалины; построены теоретические кинетические кривые, которые способны прогнозировать реальный процесс окисления при высоких температурах.

Ключевые слова: кинетика; нержавеющая сталь; церий; параметры окисления.

მიღებულია დასაბუჯდად 21.01.15

შპს 541.2/541.7(075)

ხუთკომპონენტიანი ბორსილიკატური სისტემების ზოგიერთი კომპოზიციიდან მინის წარმოქმნის ფიზიკურ-ქიმიური პრობლემატიკა

ა. სარუხანიშვილი*, ვ. გორდელაძე, ნ. ანდლულაძე, ლ. ებანოძე

ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69

E-mail: a.sarukhanishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

გ. მჭედლიშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი,

ნ. ჩხუბანიშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი.

რეზიუმე: შემოთავაზებულია $Na_2CO_3 - SrCO_3 - BaCO_3 - H_3BO_3 - SiO_2$ სისტემის კომპოზიციებიდან მინის წარმოქმნის მიდრეკილების დადგენის ფიზიკურ-ქიმიური ასპექტები. გამოთქმული და შემოწმებულია მინის წარმოქმნის მიდრეკილების განსაზღვრისადმი მიდგომა, რომელიც ეფუძნება ამ პროცესის სტრუქტურული და კინეტიკური თეორიების დებულებებს. თეორიულად დადგენილია კომპოზიციათა შედგენილობები გამოსავალ მასალებად ხუთკომპონენტიან სისტემებში შემავალი მარტივი სისტემების ინვარიანტული წერტილების გამოყენებით. აღინიშნება კომპოზიციების მინაწარმოქმნის ფიზიკურ-ქიმიური შეფასება-პროგნოზირებით მიღებული შედეგების კარგი შესაბამისობა ექსპერიმენტულად დადგენილთან.

საკვანძო სიტყვები: მინის წარმოქმნა; კომპოზიციები; ხუთკომპონენტიანი სისტემა; კაუბაღ-ჯანგბადიანი კარკასი.

1. შესავალი

კვლევის ობიექტია $Na_2CO_3 - SrCO_3 - BaCO_3 - H_3BO_3 - SiO_2$ სისტემის არაერთი კომპოზიციის შემავალი კომპონენტების შედგენილობა მოცემულია მასური პროცენტებით: $Na_2CO_3 - 8,6-51,3$; $SrCO_3 - 7,1-28,4$; $BaCO_3 - 6,5-64,5$; $H_3BO_3 - 8,9-51,3$; $SiO_2 - 15,1-50,5$. ამ შედგენილობის კომპოზიციები უზრუნველყოფს მინაში ოქსიდების შემდეგ ზღვრებში შეყვანას (მას %): $Na_2O - 6-30$; $SrO - 5-20$; $BaO - 5-50$; $B_2O_3 - 5-30$; $SiO_2 - 15-50$.

2. ძირითადი ნაწილი

ზემოაღნიშნული შედგენილობის კომპოზიციებიდან მინის წარმოქმნის ფიზიკურ-ქიმიური შეფასება-პროგნოზირებისას ვეფუძნებოდით მყარი ამორფული სხეულის ფიზიკასა და ქიმიაში არსებულ ინფორმაციას, კერძოდ:

- მინაწარმოქმნის სტრუქტურული თეორიის ძირითად წარმოდგენებს, რომლებშიც განიხილება ამორფული მყარი სხეულის სტრუქ-

ტურასა და მასში შემავალ იონებს შორის ქიმიური ბმების უშუალო კავშირი [1-6];

- მინაწარმოქმნის კინეტიკური თეორიის ძირითად დებულებებს, რომლებშიც წარმოჩენილია დაკრისტალების გამომწვევი აქტივაციის ენერჯიასა და ბმის სიმტკიცეს შორის არსებული თანაფარდობები [1-6];
- ამორფული მყარი სხეულის შესახებ სტრუქტურული ფაქტორების წარმოდგენებს, რომლებშიც ვითარდება ზოგადი შეხედულებანი კაუბადუანგბადური კარკასის ბმულობის ხარისხსა და უანგბადის აქტიურობაზე [1-6];

კვლევის ჩატარებისას, მრავალი ობიექტური მიზეზის გამო, მოქმედებდა ერთი შეზღუდვა – მინის მიღების მაქსიმალური ტემპერატურა არ უნდა ყოფილიყო 1550 K-ზე მეტი.

კვლევისას გადასაწყვეტი იყო შემდეგი ამოცანები:

- კომპოზიციები პროგნოზული გათვლით, უნდა იძლეოდეს საშუალებას, მივიღოთ სასრული პროდუქტი მინისებრ მდგომარეობაში, ნაღნობის გადაცივებით;
- ნაღნობი უნდა მივიღოთ რაც შეიძლება დაბალ ტემპერატურაზე;
- გადაცივებული ნაღნობი უნდა აკმაყოფილებდეს მინისებრი მასალებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს.

პირველი ამოცანის გადასაჭრელად დასადგენი იყო თითოეული კომპოზიციის მინის წარმოქმნისადმი მიდრეკილების განსაზღვრა. ამ მიზნით გამოვიყენეთ მინის თეორიაში გავრცელებული ე.წ. f_{Si} ფაქტორის მიღებული გაანგარიშება

$$f_{Si} = \frac{\chi_{SiO_2}}{\chi_{Me_2O} + \chi_{MeO} + 3\chi_{Me_2O_3} + 2\chi_{MeO_2} + 5\chi_{Me_2O_5} + 3\chi_{MeO_3}}$$

რომელიც ჩვენს შემთხვევაში იღებს შემდეგ სახეს:

$$f_{Si} = \frac{\chi_{SiO_2}}{\chi_{Na_2O} + \chi_{SrO} + \chi_{BaO} + 3\chi_{B_2O_3} + 2\chi_{SiO_2}}, \quad (1)$$

სადაც f_{Si} არის კაუბადუანგბადიანი კარკასის ბმულობის საზომი, ხოლო χ_{SiO_2} , χ_{Na_2O} და ა.შ. – მინაში შემავალ ოქსიდთა მასური წილი. თეორიულად მინისებრი მდგომარეობა მიიღება, როდესაც $\chi_{SiO_2} \geq 0,333$, (1) გამოსახულებაში შედის ერთ-ერთი ოქსიდი – B_2O_3 , რომელსაც სხვადასხვა პირობის დროს შეუძლია დამოუკლებლად, $[B^-O_{4/2}]$ -ის სახით კაუბადუანგბადიანი კარკასის აგებაში მიიღოს მონაწილეობა. პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ Me_2O და MeO -ს თანაობისას იგი ორივე სახით შეიძლება იყოს.

ამ ვითარების გასარკვევად გამოყენებული იყო ვან-ფუ-სის მიერ შემოთავაზებული გამოსახულება, რომელიც ბორის მიმართ გამოსახავს ცალკეული ოქსიდების ან მათი ჯგუფის აქტიურობას [7]:

$$\varphi = \frac{(Na_2O + K_2O + BaO) + 0,7(CaO + SrO + CdO + PbO)}{B_2O_3} + \frac{0,3(Li_2O + MgO + ZnO) - Al_2O_3}{B_2O_3}$$

ჩვენს შემთხვევაში ეს გამოსახულება დებულობს შემდეგ სახეს:

$$\varphi = \frac{(Na_2O + BaO) + 0,7SrO}{B_2O_3}, \quad (2)$$

სადაც ოქსიდების სიმბოლოები გამოსახავს მათ რაოდენობას მოლური წილებით (%-ობით). (2) გამოსახულება, როგორც წესი, გამოიყენება მინის გარკვეული თვისების დასადგენად (მაგალითად, [3]-ში). ჩვენს შემთხვევაში კი, ვინაიდან $[B^-O_{4/2}]$ მონაწილეობს კაუბადუანგბადიანი კარ-

კასის წარმოქმნაში, გამოიყენება მინის წარმოქმნის არეალის გაფართოების ფაქტორის მაჩვენებლად.

ამრიგად, მიღებულია კიდევ ერთი მინაწარმოქმნისადმი მიდრეკილების მაჩვენებელი:

$$f_{Si,B} = \frac{\chi_{SiO_2} + \chi_{B_2O_3}}{\chi_{Na_2O} + \chi_{SrO} + \chi_{BaO} + 2\chi_{SiO_2} + 3\chi_{B_2O_3}} \quad (3)$$

სადაც $\chi_{B_2O_3}$ არის $[B^-O_{4/2}]$ სტრუქტურული ერთეულით წარმოქმნილი B_2O_3 -ის რაოდენობა, ხოლო $\chi_{B_2O_3}$ – საერთო რაოდენობა.

მეორე ამოცანის გადასაწყვეტად გამოვიყენეთ [8] შემოთავაზებული გამოსახულება:

$$T_{min} = T_2(T_2/T_1)^{1-2/n} \quad (4)$$

სადაც T_{min} არის ევტექტიკის მინიმალური ტემპერატურა მაღალკომპონენტის სისტემაში, T_1 და T_2 – ორმაგი სისტემების ინდივიდუალური კომპონენტისა და ევტექტიკის მინიმალური ტემპერატურები, n – კომპონენტების რიცხვი.

სულ შესწავლილი იყო 60-მდე შედგენილობა, რომელთა ოქსიდური და, შესაბამისად, მასალათა შედგენილობები განპირობებული იყო ინვარიანტულ წერტილთა და ინდივიდუალურ ნივთიერებათა შერწყმით.

პირველ ცხრილში მოცემულია 26 შედგენილობა, რომელთა $f_{Si,B}$ 0,220-ზე მეტი აღმოჩნდა. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ამ ცხრილში მოყვანილი ϕ_B -ს სიდიდეები პირობით დაყოფილია სამ ჯგუფად, შემდეგი დაშვების მიხედვით:

- $\phi_B \geq 3$ – ნავარაუდებია შედგენილობაში არსებული B_2O_3 -ის 100%-დან 75%-მდე კაუბადუნაგბადის კარკასში შესვლა;

- $\phi_B \geq 2 < 3$ – ეს რაოდენობა 75%-დან 50%-მდე არის შეფასებული;

- $\phi_B < 2$ – B_2O_3 -ის მთელი შემცველობიდან მხოლოდ <50% B_2O_3 წარმოქმნის $[B^-O_{4/2}]$ სტრუქტურულ ერთეულს.

სწორედ ამ დაშვებების გათვალისწინებითაა შეტანილი კარკასული $B_2O_3^*$ -ის რაოდენობა მე-4 გრაფაში.

პირველი ცხრილის მონაცემები ცხადყოფს, რომ ორი კომპოზიციის (31 და 32) გარდა არც ერთს არ უნდა შეეძლოს B_2O_3 -ის „დახმარების“ გარეშე მინაწარმოქმნისათვის საჭირო კარკასის წარმოქმნა. ისიც ლოგიკური იქნება თუ ვივარაუდებთ, რომ მინის წარმოქმნელთა შორის ის კომპოზიცია უნდა იყოს, რომლის $f_{Si,B} \geq 0,333$. თუმცა არც ის გამოირიცხება, რომ მინის წარმოქმნა შესაძლებელი იყოს $f_{Si,B}$ -ის ნაკლები მნიშვნელობის შემთხვევაშიც.

ამრიგად, მოგვეცა საშუალება, გამოგვეკო კონკრეტული შედგენილობის კომპოზიციები, რომლებსაც მინის წარმოქმნისადმი დიდი მიდრეკილება უნდა ჰქონოდა.

ვიდრე გადავიდოდეთ ზემოაღნიშნულ საკითხზე, აუცილებელია აღინიშნოს, რომ პირველ ცხრილში მოყვანილ ყველა კომპოზიციაში თერმული დამუშავებისას უნდა წარმოქმნილიყო ადვილდნობადი ევტექტიკა. ამის დასტური მივიღეთ მე-4 გამოსახულების გამოყენებით მიღებული შედეგების ანალიზის ჩატარებისას. აღმოჩნდა, რომ ხუთკომპონენტის სისტემაში ევტექტიკის უდაბლესი ტემპერატურა არ აღემატება 1373 K-ს.

f_{Si} -სა და $f_{Si,B}$ -ის სიდიდეების გაანგარიშების შედეგები

კომპ. N	კომპოზიციის შედგენილობა	φ_B	$B_2O_3^*$, მოლ. წილი	f_{Si} და $f_{Si,B}$	
				f_{Si}	$f_{Si,B}$
1	2	3	4	5	6
5	$SrO \cdot BaO \cdot 2SiO_2 + Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 2SiO_2 + Na_2O \cdot 2B_2O_3$ $S'B_2S_2(30) \quad NB_2S_2(30) \quad NB_2(40)$	1,3	0,1542	0,147	0,228
6	$S'B_2S_2 + NB_2S_2 + NB_2$ (40) (30) (30)	1,5	0,1418	0,183	0,261
9	$S'B_2S_2 + Na_2O \cdot 2SiO_2 + BaO \cdot 2B_2O_3$ (30) $NS_2(30)$ $B'B_2(40)$	1,6	0,1119	0,216	0,305
10	$S'B_2S_2(40) + NS_2(40) + B'B_2(20)$	3,4	0,1063	0,295	0,356
11	$Na_2O \cdot 2BaO \cdot 2SiO_2 + NB_2(20) + SrO \cdot B_2O_3$ $NB_2S_2(60) \quad S'B(20)$	1,4	0,1404	0,165	0,240
12	$NB_2S_2(40) + SrO \cdot 2B_2O_3 + NS_2(30)$ $S'B_2(30)$	2,0	0,1358	0,243	0,318
14	$S'B_2S_2(40) + NS_2(30) + NB_2(30)$	1,7	0,1092	0,223	0,282
15	$S'B_2S_2(50) + NS_2(30) + NB_2(20)$	2,5	0,1127	0,257	0,321
17	$[(Na_2O \cdot 2SiO_2) + SiO_2](NS_2 + S)(60) + S'B_2(20) + B'B_2(20)$	1,3	0,1045	0,265	0,319
18	$(NS_2 + S)(60) + S'B(20) + B'B_2(20)$	1,6	0,0884	0,276	0,324
19	$(NS_2 + S)(60) + S'B(10) + B'B(30)$	2,2	0,1050	0,295	0,353
20	$NB_2S_2(60) + NS_2(20) + S'B_2(20)$	3,1	0,1243	0,272	0,345
21	$(NS_2 + S)(60) + B'_3B_3S_2(30) + S'B(10)$	2,4	0,1919	0,317	0,367
22	$(NS_2 + S)(50) + B'_3B_3S_2(40) + S'B(10)$	1,9	0,0779	0,289	0,331
23	$S'B_2S_2(30) + NS_2(30) + B'B_2(40)$	1,6	0,1119	0,216	0,277
24	$S'B_2S_2(40) + NS_2(40) + B'B_2(30)$	4,0	0,0952	0,312	0,369
25	$B'_3B_3S_2(50) + NS_2(25) + S'B(25)$	1,3	0,1385	0,176	0,250
26	$B'_3B_3S_2(70) + NS_2(20) + S'B(10)$	1,3	0,1403	0,180	0,254
27	$B'_3B_3S_2(30) + NS_2(60) + S'B(10)$	3,4	0,1220	0,301	0,371
28	$B'_3B_3S_2(50) + NS_2(40) + S'B(10)$	1,8	0,0967	0,241	0,294
29	$B'_3B_3S_2(40) + NS_2(50) + S'B(10)$	2,6	0,1171	0,269	0,335
30	$B'_3B_3S_2(45) + NS_2(45) + S'B(10)$	2,0	0,1307	0,256	0,328
31	$S'B_2S_2(30) + B'_3B_3S_2(20) + NS_2(50)$	6,4	0,0568	0,336	0,371
32	$S'B_2S_2(35) + B'_3B_3S_2(20) + NS_2(45)$	6,3	0,0578	0,333	0,367
33	$NB_2S_2(60) + (NS_2 + S)(20) + S'B_2(20)$	2,9	0,1242	0,249	0,320
34	$NB_2S_2(60) + (NS_2 + S)(20) + S'B(20)$	4,4	0,0881	0,298	0,351

ჩვენ მიერ გამოყოფილი შვიდი კომპოზიციის კომპონენტის მაქსიმალური, შუალედური და მი-
 შედგენილობა მოცემულია მე-2 ცხრილში. მათი ნიმალური შემცველობის ფაქტორს.
 შერჩევისას ვითვალისწინებდით თითოეული

ცხრილი 2

**მინის წარმოქმნისადმი თეორიულად მიდრეკილი კომპოზიციების
 შედგენილობები**

კომპ. N	$f_{Si,B}$	ოქსიდური შედგენილობა, მას %/მოლ%				
		Na_2O	SrO	BaO	B_2O_3	SiO_2
1	2	3	4	5	6	7
9	0,305	10,75	8,19	32,96	18,93	29,17
		13,48	6,50	17,69	22,38	39,98
10	0,356	13,62	10,99	26,74	9,52	39,13
		16,91	8,25	13,56	10,63	50,65
21	0,367	15,66	5,98	17,49	11,96	48,91
		17,92	4,09	8,09	12,18	57,72
27	0,371	20,42	5,98	17,49	11,96	44,15
		23,40	4,10	8,10	12,21	52,19
30	0,328	15,32	5,98	26,24	15,93	36,53
		18,83	4,40	13,03	17,43	46,31
32	0,367	15,32	9,62	25,89	5,29	43,88
		18,80	7,06	12,84	5,78	55,58
34	0,351	16,66	11,96	24,00	8,04	39,34
		20,50	8,80	11,95	8,81	49,94

3. დასკვნა

ნავარაუდები კომპოზიციების ლაბორატორი-
 ულ პირობებში ექსპერიმენტული კვლევით დად-
 გინდა, რომ ჩვენ მიერ განხორციელებული მიდ-
 გომა საკვლევი ხუთკომპონენტანი სისტემის
 კომპოზიციიდან მინის წარმოქმნის დადგენისად-
 მი კარგ შესაბამისობაშია ექსპერიმენტით დად-
 გენილ მოვლენებთან. შვიდივე კომპოზიცია
 ერთგვაროვან ნაღობში გადადის 1523 K-თან
 მიახლოებულ ტემპერატურაზე ($\pm 50 K$), გადა-

ცივებისას და თერმული დამუშავებისას არ
 ამჟღავნებს დაკრისტალელებისადმი მიდრეკილებას.

ის, თუ რამდენად მართებულია ჩვენი მოსაზ-
 რებები კომპოზიციების ნაღობში გადასვლისას
 მიმდინარე გარდაქმნების შესახებ, მოითხოვს
 დამატებით თეორიულ და ექსპერიმენტულ კვლე-
 ვას, თუმცა, წინასწარი მონაცემებით, სწორედ
 ნავარაუდები მოვლენების შედეგია ამ ნაშრომში
 შემოთავაზებული კვლევის შედეგები.

ლიტერატურა

1. Shelby J.E. Structure, Features and Technology of Glass. M.: "Mir", 2006, p.288 (In Russian).
2. Royson G. Inorganic Glass-Formation Systems. M.: "Mir", 1970. p. 312 (In Russian).
3. Aaphen A.A. Glass Chemistry. L.: Khimiya, 1970, p. 352 (In Russian).
4. Shulz M.M., Mazurin O.V. Modern Notion About Glass Structure and its Peatures. L.: "Nauka", 1988, p. 198 (In Russian).
5. Mazurin O.V. Vitrification. L.: "LGU", 1986, p. 141 (In Russian).
6. Muller R.L. Solid State Chemistry. P.: "PU", 1965, pp. 9-63 (In Russian).
7. Berezhnoi A.S. Multicomponent Alkaline Oxide System. Kiev: "Naukova Dumka", 1988, p. 198, (In Russian).
8. Gan-Fu-Si. Scientia Sinica. 12, №9, 1963, p. 1355 (In Russian).

UDC 541.2/541.7(075)**PHYSICAL AND CHEMICAL FORECAST OF GLASS-FORMATION FROM SOME COMPOSITIONS OF THE QUINARY BOROSILICAT SYSTEMS****A. Sarukhanishvili, V. Gordeladze, N. Andguladze, L. Ebanoidze**

Department of chemical and biological technologies, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

G. Mchedlishvili, professor of department of chemical technology end biotechnology, faculty of chemical technology and metallurgy of GTU,

N. Chkhubianishvili, professor of department of chemical technology end biotechnology, faculty of chemical technology and metallurgy of GTU.

Resume: The study of authors suggests how the tendency of glass formation from $Na_2CO_3 - SrCO_3 - BaCO_3 - H_3BO_3 - SiO_2$ system compositions can be detected by the chemical and physical indicators. Relying on the structural and kinetic theories of the process, there was tested and defined the relevant approach to glass formation. The make up of the compositions was theoretically determined by taking the invariant points of the simple systems included in the quinary one as the reference point. The results of the analysis of the glass-formation trend of the compositions based on the physical and chemical indicators correspond to the experimentally obtained ones.

Key words: glass-formation; compositions; five-components system; flint-oxygen grouping.

УДК 541.2/541.7(075)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТЕКЛООБРАЗОВАНИЯ РЯДА КОМПОЗИЦИЙ ПЯТИКОМПОНЕНТНОЙ БОРОСИЛИКАТНОЙ СИСТЕМЫ

Сарухანიшвили А.В., Горделадзе В.Г., Андгуладзе Н.Ш., Эбаноидзе Л.О.

Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69

Рецензенты:

Г. Мчедlishvili, профессор Департамента химической и биологической технологии факультета химической технологии и металлургии ГТУ,

Н. Чхубиანიшвили, профессор Департамента химической и биологической технологии факультета химической технологии и металлургии ГТУ.

Резюме: Предлагаются физико-химические аспекты стеклообразования ряда композиций системы $Na_2CO_3 - SrCO_3 - BaCO_3 - H_3BO_3 - SiO_2$. Высказывается и проверяется подход к прогнозированию склонности композиций исследуемой системы к стеклообразованию, основанный на положениях структурной и кинетической теории стеклообразования. Теоретически определены составы композиций, склонных к стеклообразованию, используя в качестве исходных материалов инвариантные точки простых систем, входящих в пятикомпонентную. Отмечается, что результаты прогнозирования находятся в хорошем соответствии с экспериментально полученными.

Ключевые слова: стеклообразование; композиции; пятикомпонентная система; кремнекислородный каркас.

მიღებულია დასაბუჯდად 20.01.15

საქართველოს, ურბანისტიკისა და დიზაინის სამეცნიერო

УДК 72

РЕНОВАЦИЯ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЦЕНТРОВ ГОРОДА БАКУ

И. Исбатов

Проектный институт «Бакгипрогор»
Азербайджанский архитектурно-строительный университет
E-mail: info@azmiu.edu.az

Рецензенты:

Нагиев Низами Гасан Оглы, доктор архитектуры, Действительный член Международной академии архитектуры стран Востока, Заслуженный архитектор Азербайджанской Республики, профессор Азербайджанского архитектурно-строительного университета,

Салуквадзе Георгий Георгиевич, доктор архитектуры, Заслуженный архитектор Грузии, Действительный член Международной академии архитектуры стран Востока, профессор Грузинского технического университета.

РЕЗЮМЕ: Центр Баку, являющийся административным центром Азербайджанской Республики, выполняет функции межселенного обслуживания и организуется с учетом тяготеющего к городу-центру населения. Наряду с главным общегородским центром, система центров Баку города включает специализированные центры общегородского и межселенного значения, центры планировочных районов, жилых районов и микрорайонов, центры в зонах труда и отдыха.

По функциональному содержанию общественные центры Баку являются многофункциональными и специализированными. Многофункциональность характерна для всех центров, обеспечивающих комплексное обслуживание различных территориальных единиц города - планировочных и жилых районов, зон труда и отдыха. Наиболее многофункционален общегородской центр Баку. Наряду с этим в городе Баку формиру-

ются лечебно-оздоровительные, спортивные, учебные и другие специализированные центры.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: административный центр; межселенное обслуживание; планировочный район; многофункциональный; комплексное обслуживание; специализированный центр; общегородской центр.

1. ВВЕДЕНИЕ

Общественная жизнь города связана с формированием системы учреждений и центров культурно-бытового обслуживания. Структура общественных центров города зависит от его величины, административного значения, места в системе расселения, народнохозяйственного профиля. С ростом города пространственно развивается и усложняется структура общественных центров.

Изучая и проведя анализ формирования общественных центров в городах можно отметить, что в больших и крупных городах система центров получает пространственное развитие: формируются центры жилых и планировочных районов, центры в зонах труда и отдыха. В крупнейшем городе Баку развита пространственная система центров, главным элементом которой является общегородской центр (центральный район) - обширная по территории зона города, в пределах которой выделяется ядро центра с преобладающим удельным весом административно-общественных функций. Центральный район города Баку помимо общественных зданий, включает значительный удельный вес жилой застройки, к организации которой предъявляются специальные требования.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Центр Баку, являющийся административным центром Азербайджанской Республики, выполняет функции межселенного обслуживания и организуется с учетом тяготеющего к городу-центру населения. Наряду с главным общегородским центром, система центров Баку города включает специализированные центры общегородского и межселенного значения, центры планировочных районов, жилых районов и микрорайонов, центры в зонах труда и отдыха.

По функциональному содержанию общественные центры Баку являются многофункциональными и специализированными. Многофункциональность характерна для всех центров, обеспечивающих комплексное обслуживание различных территориальных единиц города - планировочных и жилых районов, зон труда и отдыха. Наиболее многофункционален общегородской центр Баку. Наряду с этим в городе Баку формируются лечебно-оздоровительные, спортивные, учебные и другие специализированные центры (лечебно-оздоровительный центр в районе больницы им. Семашко, спортивный центр в районе стадиона им. Т. Бахрамова, научно-учебный центр в районе станции метро «Elmlər» и т.д.). Как правило, специализированные центры вместе с основной функцией выполняют ряд дополнительных и обслуживающих функций (например, функции торговли и общественного питания в спортивных и зрелищных центрах).

Функциональный профиль города отражается на содержании и структуре его общественных центров. В городе Баку, являющемся столицей Азербайджанской Республики, формируется развитая зона административных учреждений. Как правило, она пространст-

венно сочетается с общественными функциями центра и образует многообразные по назначению административно-общественные комплексы (район площади Азадлыг с Домом правительства, гостиничными комплексами, торговыми предприятиями и т.д.).

Общественный центр города осуществляет обслуживание городского населения, а также населения, тяготеющего к городу района. Относительная величина «сопряженного» населения зависит от размера, значения и места расположения города. Велика доля сопряженного населения в городе Баку, являющемся административным центром республики.

В крупнейшем городе Баку общественный центр формируется как обширная по территории зона и помимо общественных функций, выполняет и жилые - необитаемая вечером зона дневной активности имеет ряд недостатков. Изучение опыта развитых стран в части организации общественных центров показывает, что возможны и целесообразны в центре, по крайней мере, три вида жилой застройки: временные жилища - гостиницы, общежития, пансионаты, квартиры, рассчитанные на короткие сроки проживания, и т. п., потребители которых не нуждаются в школах и детских учреждениях, внешних жилых зонах; служебные квартиры административного и технического персонала, пребывание которого на территории городского центра должно быть постоянным; жилища, совмещенные с местом приложения труда представителей некоторых профессий - например, художественные мастерские, студии и т.п.

Анализ показал, что территорию городского центра Баку формируют участки общественных зданий, озелененные территории, площади, пешеходные пути, проезды и стоянки. Размеры территории центра значительно различаются в зависимости от состава объектов, характера планировки и застройки. До 50% территории центра занимают транспортные и пешеходные пути, озелененные территории. Территория общегородского центра города Баку составляет укрупнено на одного жителя 3-5 м² (без учета спортивных комплексов).

При реконструкции и приведении общегородского общественного центра Баку к современным условиям общими требованиями к планировочному решению центра являются удобная связь его с жилой зоной города, размещение основных объектов в доступности до 200 м от остановок общественного транспорта, изоляция от транзитного движения, организация пешеходных путей, связывающих все функциональные зоны и элементы центра.

Планировочная структура городских центров обуславливается их функциональным содержанием, общей вместимостью учреждений и открытых пространств, местом в плане города, характером природного ландшафта. Можно различать компактные, линейные и расчлененные схемы центров.

К компактным центрам можно отнести площадь перед музеем Низами, площадь им. Физули перед Аздрамой; к расчлененному центру можно отнести комплекс зданий президентской резиденции и Совета Министров; к линейному центру можно отнести торговую улицу им. Низами с пешеходной зоной отдыха.

Простейшая - пешеходная площадь, застроенная по периметру. Развитие этого типа ведет к островной застройке и расчленению территории площади на функциональные зоны.

Общей чертой компактных пешеходных центров является объемно-пространственное единство, сложная планировочная конфигурация и возможность одновременного зрительного восприятия как изнутри, так и снаружи.

В простейшем виде линейный центр может представлять собой главную улицу города или района с магазинами, культурно-зрелищными и административными учреждениями. Здесь пешеходные пространства могут быть представлены расширенными тротуарами или бульварами вдоль проезжей части улицы.

Линейный центр может располагаться между двумя дорогами одностороннего движения, если расстояние между ними не превышает 100-150 м. Такой островной прием позволяет обеспечивать удобное транспортное обслуживание и близкую пешеходную доступность остановочных пунктов. Примером такого центра в Баку может служить вновь созданный бульвар между привокзальной площадью и площадью Физули и Аздрамой.

Опыт развития многих крупных городов мира показывает, что с ростом города структура общественного центра усложняется, включая ряд взаимосвязанных общественных комплексов, площадей, улиц, озелененных участков. Система центра крупнейшего городка представлена ядром центра и развитой сетью различных по функциям административно-общественных комплексов. В ряде случаев возникает задача вынесения элементов городского центра (торговых, зрелищных, спортивных, медицинских и др.) на границу города для обеспечения функций межселенного обслуживания. Такое решение характерно как для крупнейших городов, так и центров

крупных агломераций. В условиях города Баку таким примером может служить вынесение в Карадагский район крупного торгового комплекса или же вынос на периферию города центра по продаже автомобилей.

Планировочная структура центрального района крупнейшего города и «ядра» центра представляет собой сложное пространственное сочетание и наложение общегородских административно-общественных функций, функций жилища и повседневного обслуживания. Это, как правило, зональное образование, функциональная структура которого неоднородна. Центральные, наиболее интенсивно освоенные участки почти полностью заняты административно-общественными функциями. По направлению к периферии центрального района эти функции размещаются, концентрируясь вдоль транспортных магистралей, сохраняя отдельные участки жилья. Такая ситуация характерна и для Баку. Важной задачей организации центра в условиях Баку является: упорядочение и дифференциация пространственной организации общегородских функций центра и сохраняемых на его территории функций жилища; интенсификация освоения территории центра; упорядочение транспортных и пешеходных систем; сохранение и рациональное использование исторически сложившейся городской среды, а также создание наиболее благоприятных условий труда, быта и отдыха населения с обеспечением оптимальной (в пространстве и во времени) доступности для населения мест приложения труда, общественных центров, мест отдыха; развитие и благоустройство общественных центров для обеспечения функционирования города Баку как столичного центра республики, центра управления, науки и культуры.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы в Баку реализация новых моделей центров стала возможной благодаря росту «социальных масштабов строительства», который значительно раньше привел к принципиальному изменению типов жилой застройки. Вместо традиционного формирования центра, путем строительства отдельных зданий на небольших участках на средства многочисленных вкладчиков, создается комплекс скоординированных между собой объектов с разными функциями, который строится одной финансирующей организацией на обширной территории. Это - современное решение, позволяющее снабдить центр системой транспортных сооружений, базой товаров, складами и т. д. В то же время такая модель

открывает новые интересные возможности для архитектурной композиции. Например, новый деловой центр в районе Морвокзала.

Но и там, где новые центры складываются из зданий, возводимых на средства отдельных организаций, условием достижения удовлетворительных

результатов является объединение участков в одно целое и проектирование единой инфраструктуры для всей территории. Это особенно важно при реконструкции нынешних центральных районов городов и создания центров на застроенных территориях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Iargina Z.N., Kositski I.V., Vladimirov V.V. and others. Principles of City-Building Theory. Moscow: "stroizdat", 1986 (In Russian).
2. Lavrow V.A. Reconstruction of Big Cities. "Izdatelstvo literatury po stroitelstvu", Moscow, 1972 (In Russian).
3. Efendizade R.M. Architecture of Soviet Azerbaijan. M., 1986 (In Russian).
4. Fatulaev Sh.S. City-building and Architecture of Azerbaijan in XIX – Beginning XX Centuries. Akademia Nauk Azerbajjanskoi SSR. Institut arkhitekturi i iskustva, Leningrad, 1986 (In Russian.).
5. Fatulaev-Figarov Sh.S. Architectural Encyclopedia of Baku MAAB Baku-Ankara, 1998 (In Russian).
6. Nagiev N.G. Modern- city-building of Azerbaijan Republic. Baku-2011 (In Russian).
7. Abdulaeva N.D. Architecture of Engineer Buildings of Azerbaijan, Baku 2009 (In Russian.).

შპს 72

ქ. ბაქოს საზოგადოებრივი ცენტრების არქიტექტურულ-გეგმარებითი სტრუქტურის რენოვაცია

ი. ისბატოვი

ქ. ბაქოს საცხოვრებელი სახლების დაპროექტებისა და დაგეგმარების ინსტიტუტი
აზერბაიჯანის არქიტექტურულ-სამშენებლო უნივერსიტეტი

რეკონსტრუქციები:

ნიზამი ჰასან ოღლი ნაგიევი, არქიტექტურის დოქტორი, პროფესორი, აზერბაიჯანის რესპუბლიკის დამსახურებული არქიტექტორი, აღმოსავლეთის ქვეყნების არქიტექტურის საერთაშორისო აკადემიის ნამდვილი წევრი,

გიორგი სალუქვაძე, არქიტექტურის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს დამსახურებული არქიტექტორი, აღმოსავლეთის ქვეყნების არქიტექტურის საერთაშორისო აკადემიის ნამდვილი წევრი.

რეზიუმე: ქ. ბაქოს ცენტრი, რომელიც აზერბაიჯანის რესპუბლიკის ადმინისტრაციული ცენტრია, ასრულებს ქალაქის ტერიტორიულ ერთეულებს შორის მომსახურების ფუნქციებს და ვითარდება მოსახლეობის ქალაქის ცენტრისკენ სწრაფვის გათვალისწინებით.

ქალაქის მთავარ ცენტრთან ერთად ბაქოს ტერიტორიული ერთეულების ცენტრების სისტემა აერთიანებს საქალაქო და ტერიტორიული მნიშვნელობის სპეციალიზებულ ცენტრებს, გეგმარებითი, საცხოვრებელი რაიონებისა და მიკრორაიონების, ასევე შრომისა და დასვენების ზონების ცენტრებს.

ფუნქციური შინაარსის მიხედვით ბაქოს საზოგადოებრივი ცენტრები მრავალფუნქციური და სპეციალიზებულია. მრავალფუნქციურობა დამახასიათებელია ყველა ცენტრისათვის, რომელიც უზრუნველყოფს ქალაქის სხვადასხვა ტერიტორიული ერთეულის – გეგმარებითი და საცხოვრებელი რაიონების, შრომისა და დასვენების ზონების კომპლექსურ მომსახურებას. განსაკუთრებით მრავალფუნქციურია ქ. ბაქოს ცენტრი. მასთან ერთად ქ. ბაქოში ფორმირდება სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი, სპორტული, სასწავლო და სხვა სპეციალიზებული ცენტრები.

საკვანძო სიტყვები: ადმინისტრაციული ცენტრი; დასაგეგმარებელი რაიონი; მრავალფუნქციური; კომპლექსური მომსახურება; სპეციალიზებული ცენტრი; ქალაქის ცენტრი.

UDC 72

RENOVATION OF THE ARCHITECTURAL – PLANING STRUCTURES OF PUBLIC CENTERS OF BAKU

I. Isbatov

Design Institute “Bakgiprogor”
Azerbaijan Architectural Construction University

Reviewers:

Nizami Hasan Ogli Nagiev, doctor of architecture, professor, honoured architect of Azerbaijan Republic, fellow member of the international Academy of architecture of Eastern Lands,

George Salukvadze, Doctor of architecture, professor, honoured architect of Georgia, fellow member of the international Academy of architecture of Eastern Lands,

Resume: The center of Baku, which is the administrative center of the Republic of Azerbaijan performs the functions of inter-settlement services and is organized with the gravitating of the city center population. Along with the main city center, the system of city center of Baku includes specialized centers, residential areas, places of work and rest.

The functional content of Baku community centers is multifunctional and specialized. Versatility is common to all centers providing comprehensive service of different territorial units of the city - planning and residential areas, places of work and rest. The most multifunctional is center of Baku. At the same time there are formed therapeutic, sports, educational and other centers formed in Baku.

Key words: administrative center; inter-settlement service planning region; multifunctional; complex service; specialized center; the city center.

მიღებულია დასაბეჭდად 05.02.2015

УДК 553.984

РОЛЬ НЕФТЕНОСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ФОРМИРОВАНИИ И ПРОСТРАНСТВЕННОМ РАЗМЕЩЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И СЕЛИТЕБНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

А.М. Азизов

Азербайджанский архитектурно-строительный университет
E-mail: info@azmiu.edu.az

Рецензенты:

Нагиев Низами Гасан Оглы, доктор архитектуры, Действительный член Международной академии архитектуры стран Востока, Заслуженный архитектор Азербайджанской Республики, профессор Азербайджанского архитектурно-строительного университета,

Салуквадзе Георгий Георгиевич, доктор архитектуры, Заслуженный архитектор Грузии, Действительный член Международной академии архитектуры стран Востока, профессор Грузинского технического университета.

РЕЗЮМЕ: Нефтяные территории, как сложные территориально-производственные комплексы в конкретных градостроительных, экономических и исторических ситуациях сформировались с различным уровнем материально-технического обеспечения, наличием селитебных образований, численностью трудящихся, размерами территорий и т.д.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: территориально – производственный ареал (ТПА); агломерация; нефтегазодобывающие территории; промышленные зоны; селитебные образования.

1. ВВЕДЕНИЕ

В Азербайджане функционируют пять укрупненных нефтегазопромышленных ареалов, отличающихся между собой геолого-географическими условиями, историко-экономическим развитием, современным экономическим значением, степенью материально-технического обеспечения, уровнем развития техники добычи и технологии переработки, производственными взаимосвязями и градостроительными условиями развития тяготеющих к ним поселений.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Апшеронский территориально-производственный ареал (ТПА) представляет основное ядро нефтепро-

мышленного комплекса Азербайджана. Экономические условия ТПА для организации и работы нефтедобывающей и перерабатывающей промышленности очень благоприятны. Все месторождения находятся вблизи мощного промышленного центра Баку, который в состоянии обеспечить любое месторождение в кратчайший срок необходимым оборудованием, энергией, транспортными средствами. ТПА имеет развитую транспортную и коммуникационную инфраструктуру, густую сеть селитебных образований, достаточное количество трудовых ресурсов и т.д. Однако по мере удаления от центра Апшеронской агломерации уменьшается насыщенность территории материально-техническими средствами. Это особенно чувствуется в юго-западной зоне. Из-за отсутствия детального экономико-географического и градостроительного изучения ТПА, при освоении не раз возникали серьезные проблемы, связанные с рациональным использованием территории, обеспечением рабочей силой, зонированием жилых и промышленных территорий, производственными и культурно-бытовыми связями.

В Апшеронском ТПА, в свою очередь, можно выделить ряд подрайонов, различных по экономическим, градостроительным и технологическим условиям развития:

а. Старый нефтепромышленный подрайон на суше включает промышленные районы добычи, переработки и хранения, селитебные образования (нефтепромысловые поселки) и сам г. Баку, заводы нефтяного машиностроения и нефтехимические заводы.

б. Новый нефтепромысловый подрайон на суше включает промышленные районы добычи и хранения нефти, селитебные образования и курортные зоны.

в. Западный нефтегазопромысловый подрайон включает промышленные территории добычи и переработки, селитебные образования. Этот подрайон отличается от предыдущих довольно мощным промышленным потенциалом, подрайон имеет перспективы дальнейшего увеличения добычи нефти и газа. В территориальном отношении наиболее обширно располагается от побережья Каспийского моря до Кызыл–Тепе.

г. Морской нефтепромысловый подрайон охватывает промышленные территории добычи о. Пиралахи, о. Жилой, свайного селитебного образования «Нефтяные камни». Подрайон является самым старым и до 1940 г. занимал первое место по всем экономическим показателям в нефтяной промышленности Азербайджана.

В этом подрайоне намечается также формирование нового города-спутника Дюбенды с населением 160 - 170 тыс. человек.

II. Прикаспийско - Сиазанский нефтепромысловый ареал в территориальном отношении охватывает Прикаспийскую низменность (110 - 120 км) и прилегающую мелководную полосу (около 1 км) Каспийского моря. Район расположен в соседстве с Апшеронской агломерацией, мощная материально – техническая база которой содействует развитию здесь нефтяной добывающей промышленности. Через территорию проходят магистральные железная и автомобильная дороги. Нефтяные месторождения разбросаны по обширной территории района (около 500 км), нефтепереработка (г. Сиазань) развита слабо, хотя есть тенденция в районе к интенсификации нефтедобычи.

III. Прикуринский нефтепромысловый ареал сформировался в пятидесятых годах XX-го столетия и является после Апшеронского ТПА второй территорией по мощности нефтегазодобывающей промышленности.

Территория ареала (350 км) очень благоприятна для формирования новых промышленных районов и относительно хорошо насыщена селитебными образованиями различного ранга. Ареал расположен в непосредственной близости (120 км) от материально-технической базы Апшеронской агломерации, с которой связан хорошими транспортными и инженерными коммуникациями и материалопроводами различного назначения.

Промышленные зоны добычи разбросаны и отстоят друг от друга на расстоянии до 100 км. Строительство транспортных коммуникаций, ввиду равнинного характера, относительно облегчено.

IV. Новый морской нефтепромысловый ареал охватывает все месторождения нефти и газа Бакинского архипелага. Район охватывает обширную акваторию в западной части южного Каспия, протянувшуюся к югу от Апшеронского полуострова до широты г. Ленкоран на расстояние до 200 км, вглубь моря от берега эта зона протягивается до 100 км. В связи с относительно лучшими физико-географическими условиями, формирование промышленных районов значительно облегчается. Прилегающий к данному району участок суши в ландшафтном отношении представляет собой полупустыню, территория малообжитая и не насыщена промышленностью.

Большой интерес представляет развитие материально-технической базы на берегу Каспийского моря от Карадага до Гобустана (25 км). Эта территория является продолжением мощного Апшеронского территориально-производственного ареала (ТПА), но его влияние здесь слабо, нет крупных предприятий, способных снабжать морские нефтепромыслы машинами, оборудованием, электроэнергией. Учитывая растущие потребности одного из самых перспективных нефтедобывающих районов, в береговой зоне требуется строительство заводов по производству металлоконструкций, машин, оборудования и создание энергетической базы. Таким образом, требуется формирование новых промышленных районов и узлов, селитебных образований.

Новый морской нефтепромысловый ареал находится в стадии формирования, для полной жизнедеятельности его требуется расширение сопутствующих и вспомогательных предприятий, расширение сети коммуникаций и т.д. Этому будет благоприятствовать очень удобная береговая линия и близость к мощному промышленному центру Баку.

V. Гянджинский нефтепромысловый ареал охватывает обширную территорию (890 км²), с расположенными здесь промышленными районами, курортными зонами и селитебными образованиями в системах расселения.

Гянджинский ареал, несмотря на маломощность нефтяных месторождений, в целом является перспективным. В настоящее время добыча нефти идет на Мирбаширском направлении. Продолжается также добыча лечебной нефти, на базе которой сформировался курорт мирового значения - Нафталан, являющийся единственным районом, где составным эле-

ментом нефтедобывающего комплекса является специфическое курортное хозяйство. Гянджинской район имеет довольно благоприятные экономические условия для развития нефтяной промышленности. Его пересекают магистральные, шоссейные и железные дороги. Плотность расселения в населенных пунктах довольно высока (350-400^м² на га). Имеется несколько крупных промышленных центров (Гянджа, Агдам, Евлах и др.), где сосредоточена определенная материально-техническая база, которую можно использовать для дальнейшего развития здесь нефтяной промышленности.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, нефтяные территории, как сложные территориально-производственные комплексы в конкретных градостроительных, экономических и исторических ситуациях сформировались с различным уровнем материально-технического обеспечения, наличием селитебных образований, численностью трудящихся, размерами территорий и т.д. Вместе с тем, следует выделить пять укрупненных нефтяных газопромышленных комплексов (ареалов), играющих определенную роль в формировании селитебных и промышленных образований республики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Azizov A.M. Influence of Oil-gas-producing Territories on the Forming of City-building Frame of Residential and Industrial surrounding of Azerbaijan. journal «Urbanism» № 10, Baku, 2007 (In Russian).
2. Əzizov A.M. Azərbaycanın yaşayış və istehsalat mühitinin şəhərsalma problemləri (Karkas konsepsiyası). AzMET-nin elmi əsərləri, Bakı, 2006-cı il (In Azerbaijanian).
3. Ganbarov A.R. Oil-gas-producing enterprises. Moscow: "Stroiizdat", 1977 (In Russian).

შაკ 553.984

ნავთობიანი ტერიტორიის როლი სამრეწველო და დასახლებული წარმონაქმნების ფორმირებასა და სივრცულ ბანლაგებაში

ა. აზიზოვი

აზერბაიჯანის არქიტექტურულ-სამშენებლო უნივერსიტეტი

რეცენზენტები:

ნიზამი ჰასან ოღლი ნაგიევი, არქიტექტურის დოქტორი, პროფესორი, აზერბაიჯანის რესპუბლიკის დამსახურებული არქიტექტორი, აღმოსავლეთის ქვეყნების არქიტექტურის საერთაშორისო აკადემიის ნამდვილი წევრი,

გიორგი სალუქვაძე, არქიტექტურის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს დამსახურებული არქიტექტორი, აღმოსავლეთის ქვეყნების არქიტექტურის საერთაშორისო აკადემიის ნამდვილი წევრი.

რეზიუმე: ნავთობიანი ტერიტორიები, როგორც რთული ტერიტორიულ-საწარმოო კომპლექსები, კონკრეტულ ქალაქმშენებლობით, ეკონომიკურ და ისტორიულ სიტუაციებში ჩამოყალიბდა ისე,

რომ სხვადასხვაა მათი მატერიალურ-ტექნიკური უზრუნველყოფის დონე, სამოსახლო წარმონაქმნები, მშრომელთა რაოდენობა, ტერიტორიის ფართობი და ა.შ.

საკვანძო სიტყვები: ტერიტორიულ-საწარმო არეალი; აგლომერაცია; ნავთობისა და გაზის მოპოვების ტერიტორია; დასახლებული წარმონაქმნი.

UDC 553.984

THE ROLE OF DEPLOYMENT OF OIL-EXTRACTING AREAS IN THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL AND RESIDENTIAL AREAS IN AZERBAIJAN

A.M. Azizov

Architectural-construction University of Azerbaijan

Reviewers:

Nizami Hasan Ogli Nagiev, doctor of architecture, professor, honoured architect of Azerbaijan Republic, fellow member of the international Academy of architecture of Eastern Lands,

George Salukvadze, Doctor of architecture, professor, honoured architect of Georgia, fellow member of the international Academy of architecture of Eastern Lands,

Resume: Oil-extracting sector forming manufacturing and industry environment of Azerbaijan is developing in different directions and inherent currents in the area of the republic. This progress impacts specific industrial and residential climate also in a number of regions of the republic.

Key words: territorial-industrial area; agglomeration; oil-gas producing areas; industrial zones; residential territories.

მიღებულია დასაბუჱდად 05.02.2015

ბიზნესინჟინერინგის სემცია

შპს 6813

დიალოგის მართვა კოოპერაციული ცოდნის გამოყენებით

რ. ქუთათელაძე*, ა. კობიაშვილი, ქ. ქუთათელაძე

ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: r. kutateladze@gtu.ge

რეცენზენტები:

კ. კამკამიძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ინფორმატიკის დეპარტამენტის პროფესორი,

რ. სამხარაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტის პროფესორი.

რეზიუმე: წარმოდგენილია დიალოგის მართვის მოდელი ცოდნაზე დაფუძნებულ სისტემებში. ნახვენებია დიალოგის მონაწილეებს შორის ურთიერთგაგების მხარდამჭერი გზები. აღწერილია დიალოგის გამონათქვამების იდენტიფიკაციისა და შემოსაზღვრის საშუალებები. ილუსტრირებულია დიალოგის აგების ხერხები.

საკვანძო სიტყვები: ექსპერტული სისტემა; დიალოგის მართვა; კოოპერაციული ცოდნა; კომუნიკაციის შეზღუდვები.

პროგრამულ უზრუნველყოფას შორის. ცოდნაზე დაფუძნებულ თანამედროვე სისტემაში ძირითადად ისეთი დიალოგი გამოიყენება, რომლის კონტექსტიც აგებულია მოქმედების წესების მცირე სიმრავლეზე და საკმაოდ მოუქნელია. მოქმედების წესების სიმცირე ხელს არ უშლის პროფესიონალ მომხმარებელს ეფექტურად ითანამშრომლოს სისტემასთან, მაგრამ არაპროფესიონალისთვის დიალოგის ეს ფორმა აბსოლუტურად მოუხერხებელია. ის ამჯობინებს სისტემასთან კომუნიკაციის ისეთ ფორმას, რომელიც ახლოს იქნება ადამიანურთან – დიალოგს ბუნებრივ ენაზე.

1. შესავალი

ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემისათვის უაღრესად მნიშვნელოვანია დიალოგის ადეკვატურად წარმართვა მომხმარებელსა და სისტემის

2. ძირითადი ნაწილი

ამოცანის დასმა

ორი მთავარი პრობლემა, რომელთა გადაწყვეტაა აუცილებელი ისეთი სისტემის ასა-

გებად, რომელიც შეამოწმებს ვარაუდს მომხმარებლის გამონათქვამის მიხედვით, არის იდენტიფიკაცია და შეზღუდვა. ეს ნიშნავს, გაეცეს პასუხი შეკითხვას: რამდენად შეუძლია მას ამოცნოს გამონათქვამის საფუძველი ძირითადი ვარაუდები და შეზღუდოს ძებნა მხოლოდ რელევანტურ ვარაუდებამდე. დღეისათვის არსებული სისტემები იდენტიფიკაციის პრობლემას ზღუდავს ცხადი სახით მოცემულ ვარაუდებამდე [1]. ნაკლებად ცხადი ვარაუდის გამოყენება შეიძლება მხოლოდ დიალოგის მოდელში [2].

ამოცანის ამოხსნა

სიტუაციების უმეტესობაში იმ ვარაუდის ამოწმურავად შემოწმება, რომელიც გამონათქვამის საფუძველია, არ ღირს, ვინაიდან ძალიან მცირეა იმის ალბათობა, რომ ეს ვარაუდი მცდარია. იმის გამო, რომ ასეთი უსაფრთხო ვარაუდი იშვიათადაა არაკორექტული, უფრო მოსახერხებელია შეცდომის გასწორება მაშინ, როცა ის უკვე მოხდა, ვიდრე მისი წინასწარ შემოწმება.

რელევანტური ვარაუდების იდენტიფიკაციისათვის საჭიროა ყველა იმ შესაძლო ვარაუდის სიმრავლიდან, რომელსაც შეიძლება ეფუძნებოდეს გამონათქვამი, განისაზღვროს შეზღუდვები. ამის გარეშე მოსაუბრის ნათქვამი შეიძლება აისახოს შესაძლო სიმრავლეების უსასრულო რაოდენობაზე, რომლებიც ნებისმიერი სხვადასხვა იდეის მატარებელია. ყოველი სცენარი იქნება მეორისგან განსხვავებული და ვარაუდის სიმრავლე დაკარგავს სიცხადეს. მართლაც, ნებისმიერი მათგანის გადაქცევა ცხადი სახის ვარაუდად ნიშნავს რაიმე სიტუაციასთან მსგავსების გაზრდას. ეს კი გულისხმობს, რომ მოსაუბრემ იცის რაღაც, რაც საჭკვო ვარაუდს გადააქცევს ჭეშმარიტ ვარაუდად. ესაა საინტერესო კოპერაციული პასუხი, რაც დიალოგის კონვენციებზე დაყრდნობით იძლევა ორმხრივ გაგებას.

შეზღუდვის პირობა ზღუდავს ინფორმაციის ძებნის არეს; განსაზღვრავს გამონათქვამის კონ-

ტექსტს. კონტექსტი ხშირად აგებულია ადამიანის გამოცდილებაზე. საბედნიეროდ, შესაძლებელია ისეთი ამოცანების გამოყოფა, რომლებშიც ინფორმირებული და სასარგებლო გადაწყვეტილებების მიღება შეიძლება ცოდნის გაფართოებული ბაზისადმი მიმართვის გარეშე. წარმატებული დიალოგის მართვის სისტემა შეიძლება ნაკლებად იყოს დამოკიდებული იმაზე, თუ რამდენად გასაგებია მისი კონტექსტური ცოდნა და მეტად იყოს დამოკიდებული დიალოგის წესებზე, რაც იძლევა ცოდნის უფრო ეფექტურად გამოყენების შესაძლებლობას.

ამრიგად, შევაჯამოთ დიალოგის მართვის მდგომარეობა:

- სასაზღვრო პირობები შეიძლება ლიმიტირებული იყოს არჩეული ამოცანით;
- წარმატება არაა დამოკიდებული ადამიანური დიალოგის სასაზღვრო პირობების აღდგენაზე.

სასაზღვრო პირობების შემოწმება შესაძლებელია ორგვარად: სისტემის საწყისი ინფორმაციის გამოყენებით ან საწყისი სისტემისათვის დამატებითი პატარა ცოდნის ბაზების აგებით.

პირველი ხერხი ამოწმებს ბუნებრივი ენის გამოკითხვებში ნახსენები ობიექტების არსებობას. გამოკითხვებში იგულისხმება მონაცემთა ბაზების გამოკითხვები. არსებობა ამ შემთხვევაში ეხება სწორედ მონაცემთა ბაზაში არსებულ ცოდნას. ტრადიციული მონაცემთა ბაზები მომხმარებელს აკისრებს ბუნდოვანების გამორკვევას პასუხებში. გაურკვეველი პასუხები კი მიიღება, როდესაც მონაცემთა ბაზა იძლევა ნულოვან პასუხს. ასეთი პასუხების სიმრავლე შეიძლება ნიშნავდეს, რომ შეკითხვა იყო შეუსაბამო სასაგნე არის სისტემის წარმოდგენისათვის ანუ გამოკითხვის მოთხოვნა ვერასოდეს დაკმაყოფილდება ან გამოკითხვა იყო შესაბამისი, მაგრამ არ კმაყოფილდებოდა ამ შემთხვევისათვის. ამ დროს აშკარა შეუთავსებლობაა სასაგნე არის წარმოდგენებს შორის მო-

მხმარებლისა და სისტემის მხრიდან. ამის მიზეზი ისაა, რომ მომხმარებელი არასწორად აღიქვამს სისტემის მიერ სასაგნე არის აღქმას. ორივე შემთხვევაში არასწორი აღქმის გასწორებაა საჭირო. მაგალითად,

How many students failed chemistry last year?

(რამდენი სტუდენტი ჩაიჭრა ქიმიაში შარშან?)

თუ ასეთი საგანი ცნობილი არაა მონაცემთა ბაზისთვის, პასუხი იქნება ნულოვანი. ამან კი შეიძლება მკითხველს შეუქმნას ილუზია, რომ ყველა სტუდენტმა ჩააბარა საგანი, თუ არ იქნება აღმოჩენილი მონაცემთა ბაზის შეცდომა.

ნულოვანი პასუხის მიღების შემთხვევაში კოორპერაციული სისტემა შეამოწმებს, არსებობს თუ არა მონაცემთა ბაზაში ყველა ის ობიექტი, რომელიც ნახსენები იყო გამოკითხვაში. თუ აღმოჩნდა, რომ ერთი ან მეტი ასეთი ობიექტი ცარიელი სიმრავლეა, ნულოვანი პასუხი შეიცვლება მისი კოორპერაციული პასუხით, როგორცაა, მაგალითად, „I don't know of X“ („ჩემთვის უცნობია X“).

ზემოთ განხილული წინადადების შემთხვევაში პასუხი შეიძლება იყოს „I don't know of chemistry“. ასეთი პასუხის სავარაუდო შედეგი იქნება ან მომხმარებლის თვალსაზრისის შეცვლა სისტემის შესახებ, ან მომხმარებლის ცოდნის შეცვლა სამყაროს შესახებ.

იმავე მიზნის მქონე სისტემამ ასევე შეიძლება გამოიყენოს ერთიანობის შეზღუდვები, რომელთა მიზანია მონაცემთა ბაზაში შეთავსებულობის შენარჩუნება. ისინი მსგავსია ტიპების შეზღუდვების, რომელიც განსაზღვრავს იმ სიდიდეებს, რომლებიც შეიძლება გამოჩნდეს მონაცემთა ბაზის ველებში. ამ ინფორმაციის გამოყენებით შესაძლებელია არა მარტო ობიექტების არსებობის შესახებ ვარაუდების, არამედ მათ შორის ურთიერთდამოკიდებულების შემოწმება.

ინფორმაციის კიდევ ერთი წყარო, რომლის მიმართაც ხდება ვარაუდის შემოწმება, არის

ლექსიკური ცოდნა, რომელიც ბუნებრივი ენის ნაწილია. ვინაიდან სისტემა ამოწმებს არასწორ ინფორმაციას, ინფორმაცია, გამოყენებული ცალკეული ლექსიკური ერთეულების მიმართ, გამოყენებულია სავარაუდო შეცდომების გამოსასწორებლად. განვიხილოთ მაგალითი:

Has John stopped taking physics?

(შეწყვიტა ჯონმა ფიზიკის შესწავლა?)

სიტყვა stopped-ის (შეწყვიტა) გამოყენება გულისხმობს, რომ ფიზიკის შესწავლა დაწყებულია. სისტემას ამიტომ შეუძლია უპასუხოს:

No, because he hasn't started physics.

(არა, იმიტომ რომ მას არ დაუწვია ფიზიკის შესწავლა.)

პასუხი აიგება საწყის სისტემაში უკვე არსებული ინფორმაციის საფუძველზე და ქმნის მდიდარ მონაცემთა ბაზის მოდელს. მონაცემთა ბაზის მოდელი მოიცავს ინფორმაციის შემდეგ ტიპებს: ტაქსონომიურს, შერჩევითსა და ურთიერთგამომრიცხავს. შერჩევითი შეზღუდვები იგივეა, რაც მახარისხებელი შეზღუდვები ბუნებრივ ენაში (მაგალითად, „სწავლება“ საჭიროებს „მასწავლებელს“ და „საგანს“). ურთიერთგამომრიცხავი შეზღუდვები მსგავსია ერთიანობის შეზღუდვების (მაგალითად, სტუდენტს არ შეუძლია ასწავლოს). ტაქსონომიურ ინფორმაციასთან კომბინირებით სისტემას შეუძლია შეამოწმოს მომხმარებლის აღწერილობების უფრო ფართო დიაპაზონის არსებობა და ის, თუ რამდენად ექვემდებარება მათ შორის ურთიერთკავშირი არჩევით შეზღუდვებს. მაგალითად, მიმართვა ქალი მასწავლებლისადმი მხოლოდ მაშინ აღიქმება არაკორექტულად, თუ აღმოჩნდა, რომ ის სტუდენტია.

ამრიგად, მონაცემთა ბაზაში არსებულ ინფორმაციასთან კომუნიკაციისას, სისტემის ფუნქციონირება იზღუდება ამ ინფორმაციისადმი მიმართვის შესაძლო შეცდომებით. თუ ასეთი სისტემის ფუნქციონირების არეალი გაფართოვდა

ექსპერტულ სისტემაზე, შესაძლოა გაჩნდეს შეცდომების ახალი კლასი. ესენია შეცდომები გეგმების სარგებლიანობის შესახებ, რომლებიც წამოიჭრება, როცა კლიენტი სთავაზობს ექსპერტს შესაძლო გადაწყვეტილებებს. მაგალითად:

Can I get rid of the mould on my bathroom tiles with bleach? (შეიძლება ჩემი სააბაზანოს კაფელს ობი მოვაცილოთ მათეთრებელი საშუალებით?) რომელზეც ზუსტი პასუხი იქნება „yes“. უფრო კოოპერაციული პასუხი იქნება იმის მითითება, რომ ამ გეგმის პასუხი იქნება ხანმოკლე და რომ მუდმივი გადაწყვეტა იქნებოდა კონტრაციის პრობლემის მოგვარება.

ექსპერტული სისტემის მომხმარებელი ჩვეულებრივ წყვეტს პრობლემას არა მხოლოდ მიღებული მონაცემებით. ასეთი სისტემა ჯერ ახდენს პრობლემის იდენტიფიკაციას მოცემული დომენის შიგნით და ღებულობს საჭირო ინფორმაციას დომენიდან. წარმატება ასეთი პრობლემების გადაჭრისას საკმაოდ ღვიძირებულია. სასურველია რჩევების გამცემი სისტემა მომხმარებელს ანიჭებდეს უფრო აქტიურ როლს კონსულტაციის პროცესში. მომხმარებელს უნდა შეეძლოს საკუთარი ვარაუდების გაკეთება და არა უბრალოდ მონაცემების შეგროვება სისტემისთვის.

თანამედროვე ექსპერტული სისტემებისთვის დამახასიათებელი შეცდომის კიდევ ერთი ნაირსახეობაა, როცა მომხმარებელი სვამს საკუთარი მოთხოვნებიდან გამომდინარე შეკითხვას. ამ მიმართულებით უნდა განვითარდეს რჩევების მიმცემი სისტემები, რომლებიც არ აკეთებენ მონაცემთა ბაზების გამოკითხვიდან მიღებულ ვარაუდებს. ამის უზრუნველყოფა შესაძლებელია სამი პრობლემის გადაწყვეტის გზით:

- როდის პასუხობს ექსპერტი პირდაპირ მომხმარებლის მიზანს?
- რა ინფორმაცია ზღუდავს ექსპერტის მიერ კიდევ ერთი მიზნის ძებნას?

- რა სახის ურთიერთობები არსებობს დასახულ მიზანსა და იმ მიზანს შორის, რომელსაც ექსპერტი მიმართავს?

იმისათვის, რომ სისტემამ მიადწიოს მიზანს მომხმარებლის მოთხოვნებთან ერთად, მოქმედებებს შორის სამი ურთიერთდამოკიდებულება შეიძლება იქნეს გამოყენებული:

გენერირება – როცა A ახდენს B-ს გენერირებას, თუ მომხმარებელი ზემოქმედებს B-ზე A-ზე ზემოქმედების გზით;

უფლების მინიჭება – A ანიჭებს უფლებას B-ს, თუ A მომხმარებელს აყენებს B-ს შესრულების მდგომარეობაში;

აღტერნატიულია – A არის B-ს აღტერნატივა, თუ A აღწევს B-ს ზოგიერთ, მაგრამ არა ყველა შედეგს.

ეს შეცდომები ეხება მოსაუბრეს, რომელიც არასწორად აღიქვამს მსმენელმა. ესაა მსჯელობა, რომელიც იძლევა არასწორ დასკვნას. ასეთი კოოპერაციული ქცევის აუცილებლობა სათავეს იღებს დიალოგის მონაწილეებს შორის ნაგულისხმები წესით წარმართული მსჯელობიდან. ამ ტიპის მსჯელობა იწვევს იმას, რომ დიალოგის მონაწილეები ემორჩილებიან გარკვეულ წესებს. კერძოდ, მსმენელი გამონათქვამებს აღიქვამს როგორც მოსაუბრის ჭეშმარიტების ასახვას. ნაგულისხმები წესით, თუ მოსაუბრეს დაავიწყდება რამეს ხსენება, მას (მოსაუბრეს) სჯერა, რომ ეს არაა აქტუალური. ამის საწინააღმდეგოდ, ყველაფერი, რაც ითქვა, აქტუალურია.

ასეთი ტიპის ნაგულისხმები წესით მსჯელობა ნათელს ჰყენს მოსაუბრის იდეებს, რაც არსებითია შეცდომების გასასწორებლად. მაგრამ პრობლემა ისაა, რომ მოსაუბრე ვერ გებულობს მსმენელის იდეებს, სანამ მსმენელი თვითონ არ გახდება მოსაუბრე. ამიტომ მოსაუბრე ვარაუდებს აკეთებს საკუთარ ნათქვამსა და მსმენელის ნაგულისხმები წესით განხორციელებულ მსჯელობას შორის ინტერაქციის შედეგად. ამ სიტუაციაში

ორმხრივი გაგების უზრუნველსაყოფად გამოიყენება ჯოსის მაქსიმა: „თუ თქვენ, როგორც მოსაუბრე, აპირებთ რაიმე ისეთის თქმას, რასაც მსმენელი გაიგებს სხვაგვარად, რაც, თქვენი აზრით, მცდარია, მაშინ მიაწოდეთ შემდგომი ინფორმაცია მისი ბლოკირებისათვის“.

ხშირად შეცდომის წყაროა არა კომუნიკაციის შინაარსი, არამედ კომუნიკაციის ინსტრუმენტები. ამ ინსტრუმენტების ნორმალური გამოყენების საფუძველია ლინგვისტური ან სოციალური შეთანხმებები. ირიბი ნათქვამის გამოყენება დამოკიდებულია მსჯელობის ტიპზე. მაგალითად:

Are you going to be in the bathroom all morning?

(მოელი დილა სააბაზანოში აპირებ ყოფნას?)

ილუსტრირებულია სოციალური შეთანხმება, სადაც მოთხოვნაში კითხვითი ფორმაა გამოყენებული. ასეთი ირიბი ნათქვამი ყოველთვის არ იწვევს მცდარი ვარაუდის გაჩენას არაპირდაპირი მნიშვნელობის საწყისი ინტერპრეტაციის გარდა.

უფრო სერიოზულ შეცდომებამდე შეიძლება მიგვიყვანოს მეტად სპეციფიკურმა შეთანხმებებმა. ასეთია, მაგალითად, სიტყვის გამოტოვება, როცა ეს სიტყვა ეხება მოცემული ინფორმაციის სპეციფიკურ ბუნებას. მაგალითად:

The fastest way to London is by car;

Today, the fastest way to London is by car.

(ლონდონამდე მისვლის უსწრაფესი საშუალება არის მანქანა.)

(დღესდღეობით, ლონდონამდე მისვლის უსწრაფესი საშუალება არის მანქანა.)

სიტყვა Today-ის გამოტოვება პირველ წინადადებაში გულისხმობს, რომ უსწრაფესი საშუალება ლონდონამდე მისასვლელად მუდამ იყო მანქანა. თუ მოსაუბრე არაა კოოპერაციული, შეიძლება ეს მისთვის არ იყოს ჭეშმარიტი. მომხმარებლის მოლოდინი გულმოდგინედ უნდა იქნეს სტიმულირებული.

მას შემდეგ, რაც ხელოვნური ინტელექტი

აქტიურად განვითარდა, კომპიუტერული სწავლების სისტემებისათვის ერთ-ერთი ყველაზე აქტუალური პრობლემაა ადაპტირებადი პასუხების აგება. მომხმარებლის მოდელი შეიძლება იყოს სტატიკური ან დინამიკური. ეს უკანასკნელი აიგება ონლაინ რეჟიმში მომხმარებელსა და სისტემას შორის ინტერაქციის პირობებში. სისტემის პასუხები მოერგება მომხმარებლის მოთხოვნებს მომხმარებლის მოდელში დაგროვილი ინფორმაციის საფუძველზე.

სტატიკური მომხმარებლის მოდელირება გულისხმობს უბრალოდ მომხმარებლის მოთხოვნების შეტანას. ის თავდაპირველად ყველა სისტემაშია ჩაშენებული და ქმნის სისტემის ინტერფეისის საფუძველს. ის აწვევს მომხმარებლისა და სისტემის კომუნიკაციის შეზღუდვებს, კერძოდ, მომხმარებელს რა შეკითხვების დასმის უფლება აქვს სისტემისთვის და როდის და როგორ შეუძლია მას დასვას ეს შეკითხვები. თანამედროვე ტექნოლოგიები იძლევა საშუალებას აიგოს სისტემები სტატიკური მომხმარებლის მოდელის ფარგლებში შეზღუდვებისადმი ადაპტაციის თავისუფლების მაღალი ხარისხით.

ტრადიციული ექსპერტული სისტემები ამ ტიპის კოოპერაციას ახორციელებენ მომხმარებლის პასუხების მიხედვით მიღებული კონსულტაციის ადაპტირებით მათი ამოცანისადმი. აქ სისტემის ადაპტირება ხდება არა მომხმარებლისადმი, არამედ მომხმარებლის მიერ აღწერილი სიტუაციისადმი. ეს შეიძლება მოხდეს ევრისტიკული ხერხების გამოყენებით. არსებობს მომხმარებლისადმი ადაპტირებადი სისტემებიც. ასეთი სისტემები ქმნიან დინამიკური მომხმარებლის მოდელს კონსულტაციის მსვლელობისას. ინტერფეისი ადაპტირდება მომხმარებლის მოდელის ინფორმაციის შესაბამისად.

კოოპერაციის მნიშვნელოვანი ასპექტია კოოპერაციული ძებნა, რომელშიც სისტემა იღებს ინიციატივას უზრუნველყოს დამატებითი სასარ-

გებლო ინფორმაციის მიწოდება დაუყოვნებელი საპასუხო მოთხოვნების გარდა. ეს დამატებითი ინფორმაცია მომხმარებელს დაეხმარება ინფორმაციის ძებნაში. დამატებითი ინფორმაციის გამოყენებით ხდება ან ძებნის განზოგადება, ან შეზღუდვებისაგან ძებნის გათავისუფლება, რასაც მივყავართ პრობლემის გამარტივებამდე.

კოოპერაციული დიალოგის ცენტრალური ასპექტია სათანადო ახსნა-განმარტების გენერირება. პირველი თაობის ექსპერტული სისტემების ახსნა-განმარტება დაიყვანებოდა ერთადერთ ზოგად კითხვაზე: Why will/did x achieve y? (რატომ მიადწევს/მიადწია x-მა y-ს?). დიალოგის მართვა ასეთ სისტემებში სავსებით ადვილია. მომხმარებლის მიერ შეტანილი ინფორმაცია იზღუდება სპეციფიკური ფორმის მონაცემებამდე ან სისტემის მსჯელობის მიმდევრობის შესახებ მოთხოვნამდე.

ახსნა-განმარტების მხარდაჭერას ესაჭიროება უფრო გაზრდილი სირთულის დიალოგის მართვის სისტემა. ანალიზის პრობლემები ამჯერად მოიცავს საკითხს, თუ როგორ უნდა იქნეს ამოცნობილი, რა სახის ახსნა-განმარტებაა საჭირო და როგორ უნდა მოხდეს კომუნიკაცია კოოპერაციული გზით. ეს ამოცანები ასე ჩამოყალიბდება:

- ანალიზი (გამონათქვამებიდან შეკითხვის ტიპის იდენტიფიკაცია)

- კოოპერაციული კომუნიკაცია (სათანადო ინსტრუმენტების იდენტიფიკაცია მოთხოვნილი ინფორმაციის კოოპერაციული კომუნიკაციისათვის).

ამრიგად, შეკითხვები არის ძირითადი ინსტრუმენტი კომუნიკაციისათვის რეკომენდაციების გამცემ სისტემებში. ეს ორი ამოცანა არ მო-

ცავს დომენის ინფორმაციის ამოღებას, რომელმაც უნდა შეადგინოს პასუხის სავარაუდო შინაარსი. დიალოგის მართვის საზოგადო დანიშნულებაა ისე მოქმედება, თითქოს ის იყოს საკომუნიკაციო არხი სისტემასა და მომხმარებელს შორის.

3. დასკვნა

კოოპერაციული კომუნიკაციის ორი ძირითადი მიზანია ამოცანებით მართული კოოპერაციის განხორციელება [3] და ცოდნის მხარდამჭერი კოოპერაციის რეალიზება.

ცოდნის მხარდამჭერი კოოპერაცია მიიღწევა ან მონაცემების მიღების პროგრამული საშუალებების გამოყენებით, ან ექსპერტული სისტემების გამოყენებით. პირველი შემთხვევა გულისხმობს შეზღუდვების შესუსტებას. აღწერილი იყო სისტემა, რომელიც განაზოგადებს მონაცემთა ბაზის გამოკითხვის შედეგებს ნულოვანი პასუხების მიღებისას. ნაჩვენები იყო პრობლემის გადაწყვეტა გამოკითხვების განზოგადების გზით. ექსპერტული სისტემებისათვის კოოპერაციული ძებნა მიიღწევა მომხმარებლისათვის საძებნი სივრცის შესახებ ინფორმაციის მიწოდებით. ის მოიცავს წინაპირობებს და შედეგებს შემოთავაზებული მოქმედებებისათვის და მათ დამოკიდებულებებს ამოცანის შეზღუდვებისადმი.

მოცემულ მიმოხილვაში აღწერილი ხერხები ექსპერტულია. ცხადია, მოცემული ტექნოლოგიის გამოყენებით ექსპერტული სისტემის აგება დაკავშირებულია მრავალ პრობლემასთან, ამიტომ განხილული იდეები მხოლოდ ზედაპირული მოდელის პრეტენზიაა.

ლიტერატურა

1. J. Austin. How to Do Things with Words. Oxford University Press. U.K. 2006, pp. 19-26 (in English).
2. H. Clark, T. Carlson, Hearers and Speech Acts. N. J., 1988, pp. 58-65 (in English).
3. R. Kutateladze, A. Kobiashvili. Management of Dialogue in the Systems based on Knowledge. STU shromebi, №1, 2014 (IN Georgian).

UDC 681.3

DIALOGUE MANAGEMENT USING CO-OPERATIVE KNOWLEDGE

R. Kutateladze, A. Kobiashvili, K. Kutateladze

Department of business administration, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

K. Kamkamidze, professor of informatics department, faculty of informatics and control systems,

R. Samkharadze, professor of computer engineering department, faculty of informatics and control systems.

Resume: There is represented model of dialogue management in knowledge based systems, using co-operative knowledge. There are shown the ways of supporting mutual understanding between dialogue participants. There are described the means of identification and limiting of the utterances of a dialogue. There are illustrated the approaches to building the dialogue.

Key words: expert systems; dialogue management; co-operative knowledge; communication constants.

УДК 681.3

УПРАВЛЕНИЕ ДИАЛОГОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ КООПЕРАЦИОННЫХ ЗНАНИЙ

Кутателадзе Р.Г., Кобиашвили А.А., Кутателадзе К.Г.

Департамент администрирования бизнеса, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77

Рецензенты:

К. Камкамидзе, профессор Департамента информатики факультета информатики и систем управления ГТУ,

Р. Самхарадзе, профессор Департамента компьютерной инженерии факультета информатики и систем управления ГТУ.

Резюме: Представлена модель управления диалогом в системах, основанных на знаниях, применяя кооперационные знания. Показаны пути поддержки взаимопонимания между участниками диалога. Описываются средства идентификации и ограничений высказываний диалога. Проиллюстрированы приемы построения диалога.

Ключевые слова: экспертная система; управление диалогом; кооперационные знания; ограничения коммуникации.

მიღებულია დასაბუჯად 02.02.15

ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების სექცია

შაკ 6813

ელექტრონული ანგარიშსწორების როლი კომერციულ ბანკებში და მათთან დაკავშირებული კიბერდანაშაულის რისკების შემცირების გზები

ლ. გოჩიტაშვილი*, მ. კიკნაძე, ი. აფციაური**, მ. შიუკაშვილი***

ეკონომიკური ინფორმატიკის (ინფორმაციული სისტემების) დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: laligochitashvili@yahoo.com*; ia_afciauri_83@mail.ru**; mari_sh_84@mail.ru***

რეცენზენტები:

კ. კამკამიძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ინფორმატიკის დეპარტამენტის პროფესორი,

ი. ირემაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტის პროფესორი.

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ზოგადი საკითხი ელექტრონულ გადახდებთან და მასთან დაკავშირებულ რისკებსა და მათ აღმკვეთ ღონისძიებებზე. საუბარია ელექტრონული კომერციის როლზე ქართულ წამყვან ბანკებსა და ფინანსურ ორგანიზაციებში. მოცემულია ინტერნეტგადახდის სისტემის უსაფრთხოების მეთოდების მოკლე დახასიათება.

საკვანძო სიტყვები: ელექტრონული კომერცია; უნაღლო ანგარიშსწორება; ბანკი; ტრანზაქცია; რისკი; კიბერდანაშაული.

1. შესავალი

ელექტრონული კომერციისა და ელექტრონული ბიზნესის სწრაფი განვითარება მსოფლიოს წამყვან ქვეყნებში გამოწვეულია იაფი კომუნიკაციით, საინტერესო ინფორმაციით, ფირმის შიგა დანახარჯების შემცირებითა და მისი პოტენციალის შესახებ ინფორმაციის გავრცელებით მსოფლიო მასშტაბით.

საქართველოში ელექტრონული კომერცია განვითარების სტადიაშია. ამჟამად ფართოდ ინერგება ელექტრონული ანგარიშსწორების სისტემები, რისი საშუალებაც მოგვცა თანამედროვე პერსონალური კომპიუტერების შეუზღუდავმა შესაძლებლობებმა.

სადღეისოდ უკვე ჩვეულებრივი მოვლენაა გადასახადის ელექტრონული გადახდა სახლიდან და ოფისიდან გაუსვლელად. თუმცა უნდა აღვნიშნოთ, რომ ამისათვის აუცილებელი პირობაა გეკონდეს კომპიუტერი, რომელიც ჩართული იქნება ინტერნეტში. ჩვენი ანგარიშის უსაფრთხოებისათვის ინტერნეტბანკი იყენებს დაცვის თანამედროვე საშუალებებს, ეს იქნება ორგანიზაციული, აპარატურული თუ პროგრამული საშუალებები.

2. ძირითადი ნაწილი

უნაღლო ანგარიშსწორება ქართულ ბანკში და უსაფრთხოების სისტემები

უნაღლო ანგარიშსწორების ოპერაციას საგადამხდელო სისტემაში ტრანზაქცია ეწოდება. ტრანზაქცია (წარმოდგება ლათინური სიტყვიდან transactio – შესრულება) არის ჯგუფი თანამიმდევრული ოპერაციებისა, რომლებიც თავისთავად წარმოადგენს მონაცემებთან მუშაობის ლოგიკურ ერთეულს.

საგადამხდელო სისტემა უზრუნველყოფს სხვადასხვა ტრანზაქციას: ბანკის განყოფილებაში ნაღდი ფულის ყიდვა და გამოტანა, ბანკომატიდან ნაღდი ფულის გამოტანა, კლიენტის ანგარიშზე არსებული ნაშთის შესახებ ინფორმაციის მიღება და სხვა. ტრანზაქციები განსხვავდება, აგრეთვე, საგადამხდელო სისტემაში ბარათის შესახებ ინფორმაციის წარდგენის მეთოდით.

• **თიბისი ბანკის უსაფრთხო სისტემა ინტერნეტგადახდისას.** იგი გვთავაზობს სწრაფ, მოქნილ, უსაფრთხო ანგარიშსწორების სისტემას ინტერნეტგადახდის მისაღებად Visa და MasterCard პლასტიკური ბარათებით და თითოეულ ინტერნეტობიექტის მოთხოვნაზე მორგებულ ფართო ფუნქციურ შესაძლებლობებს:

- ✓ გადახდის დაყოვნება-დამუშავება თქვენი ბიზნესის მოთხოვნებიდან გამომდინარე;
- ✓ თანხის დაბრუნების ოპერაციები;

✓ შესრულებული ოპერაციის სტატუსის შემოწმება;

✓ ბიზნესდღის დახურვის მართვა;

✓ თითოეული გადახდის დეტალური იდენტიფიკაცია ობიექტის საბანკო ანგარიშის ამონაწერში.

Visa და MasterCard-ის მიერ დანერგილი მაქსიმალურად უსაფრთხო ტექნოლოგია – 3D-Secure (Verified by Visa, MasterCard SecureCode), რომელიც უზრუნველყოფს ყოველი ტრანზაქციის დამატებით ავთენტიფიკაციას, ამცირებს თაღლითური გადახდის რისკს და მასთან დაკავშირებულ ფინანსურ დანაკარგს.

• საქართველოს ბანკის ელექტრონული გადახდა

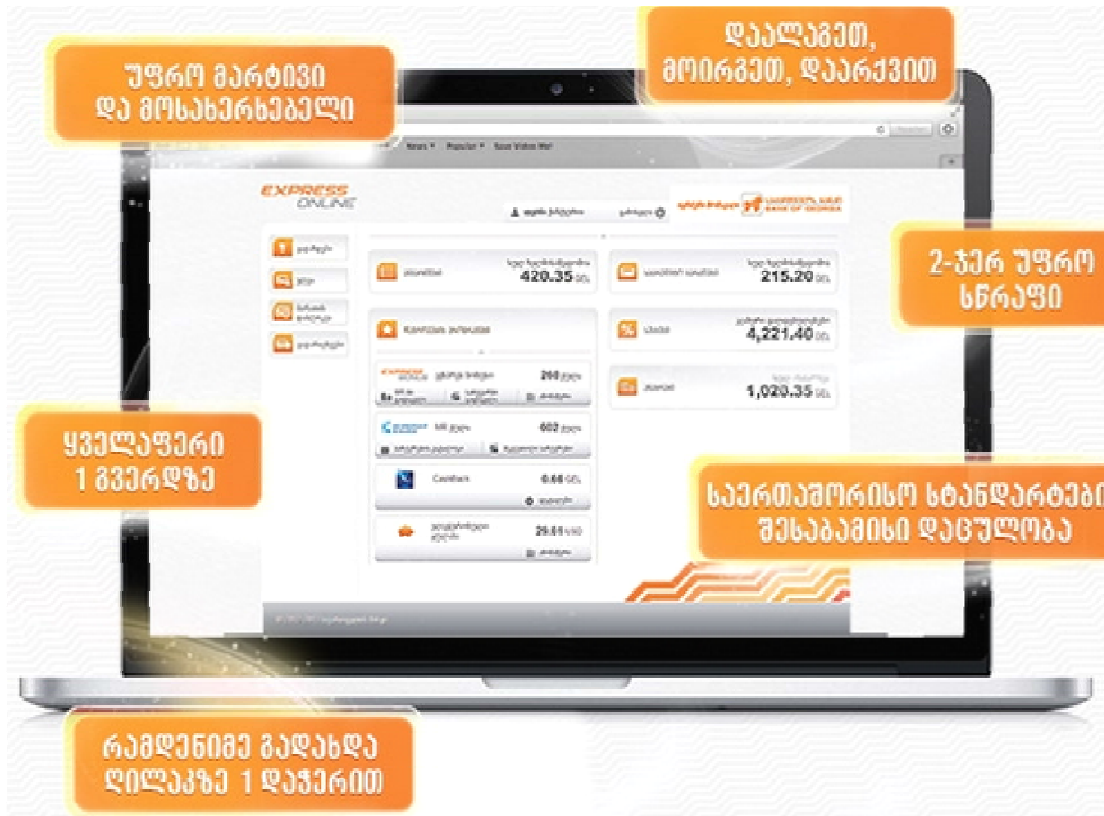
საქართველოს ბანკის ელექტრონული კომერცია საშუალებას იძლევა: გავყილოთ მომსახურება და პროდუქცია ინტერნეტის საშუალებით, შევთავაზოთ მომხმარებელს კომფორტი, გავაფართოოთ გაყიდვის არეალი მსოფლიო მასშტაბით, გავხადოთ მომსახურება და პროდუქტი ხელმისაწვდომი მსოფლიოს ნებისმიერ წერტილში, მომხმარებელს საშუალება ეძლევა გადაიხადოს კომუნალური გადასახადი სახლიდან გაუსვლელად, შეამციროს ბიზნესის ხარჯი და რიგი.

ბანკი თავის პარტნიორ ორგანიზაციებთან ერთად ახორციელებს სხვადასხვა წამახალი-სებელ აქციას. შედეგად ინფორმაცია საკომუნიკაციო არხების მეშვეობით იგზავნება მომხმარებელთან – საქართველოს ბანკის ბარათის მფლობელთან. აქციის შედეგად სავაჭრო ობიექტს ეზრდება ტრანზაქციების მოცულობა და შესაძლებლობა ეძლევა მოიხილოს ახალი მომხმარებელი. მხოლოდ საქართველოს ბანკის ბანკომატებში არის შესაძლებელი ყველა ტიპის ბარათით გადახდა (Visa, MasterCard, American Express და Diners Club/Discovery).

საქართველოს ბანკის ერთ-ერთი უახლესი მომსახურება ელექტრონული გადახდის მხრივ არის

Express Online, სრულიად ახალი ინტერნეტბანკინგი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ სასურველი ინფორმაცია და შევასრულოთ სხვადასხვა საბანკო ოპერაცია: მივიღოთ ინფორმაცია ჩვენი ანგარიშების, ანაბრების, სესხების, საკრედიტო ბარათებისა და დაგროვების პროგრამების

შესახებ. მისი უპირატესობა ისაა, რომ ეს ყოველივე შეგვიძლია განვახორციელოთ: მხოლოდ ერთი გვერდის მეშვეობით, მოსახერხებელი განლაგებით, 2-ჯერ უფრო სწრაფად და, რაც მთავარია, უფრო დაცულად (128-ბიტიანი SSL დაცვის სერტიფიკატი).



საქართველოს ბანკის ელექტრონული კომერცია მომხმარებელს სთავაზობს სწრაფ, დაცულ და ხარისხიან მომსახურებას მსოფლიოს ნებისმიერი წერტილიდან სხვადასხვა პლასტიკური ბარათის საშუალებით. ანგარიშსწორების ოპერაცია დაცულია 3D Secure უსაფრთხოება Verified by Visa, MasterCard Secure Code დამატებითი ავთენტიფიკაციის სერვისის საშუალებით.

მატება. ინტერნეტბანკინგში ხდება ისეთი დანაშაული, როგორცაა: ქურდობა და თაღლითობა. ელექტრონული შესყიდვისა და ელექტრონული ბანკინგის მეშვეობით კიბერდამნაშავეს შეიძლება წვდომა მიეცეს სხვა პირის ქონებასა და ფინანსებს. მას თავისუფლად შეუძლია მოიპაროს პირის საბანკო მონაცემები ან უბრალოდ დააზიანოს პროგრამა. ბოლო რამდენიმე წლის განმავლობაში სწორედ ასეთი ქმედებაა კიბერდამნაშაულში მთავარი პრობლემა.

კიბერდამნაშაულის არსი და რისკები

ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარებამ გამოიწვია მასთან დაკავშირებული რისკის

• კიბერდამნაშაულთან დაკავშირებული რისკების აღმკვეთი ღონისძიებები

1. ყოველთვის განახლეთ (დააფდეთ) თქვენი კომპიუტერი უახლესი პროგრამებით. აღნიშნული ქმედებით თქვენ ხელს შეუშლით დამნაშავეს, ისარგებლოს პროგრამის სისუსტეებითა და სიძველით.

2. დაიცავით თქვენი კომპიუტერი სპეციალური ანტივირუსული პროგრამებით. პირველადი დამცავი მექანიზმი არის თქვენი კომპიუტერის “ფაიერვოლი”. სწორედ იგი უზრუნველყოფს როგორც შემავალი და გამავალი ინფორმაციის კონტროლს, ისე “სატყუარა” ვებგვერდებიდან და კავშირებიდან დაბლოკვას.

3. დაიცავით თქვენი პერსონალური ინფორმაცია – გამოიჩინეთ მომეტებული ყურადღება, როდესაც აზიარებთ თქვენს პირად მონაცემებს. იმისათვის, რომ მიიღოთ სხვადასხვა ონლაინ-მომსახურება, მოგეთხოვებათ პერსონალური ინფორმაციის მიწოდება. გაითვალისწინეთ, რომ ბევრი მომწოდებელი არის თაღლითი და ინფორმაციას ბოროტად იყენებს.

4. დააკვირდით ელექტრონული ფოსტის შედგენილობას – როგორც წესი დავირუსებული ან სხვა თაღლითური ელექტრონული შეტყობინება შედგენილია უბრალო და გაუმართავი ენით, შეიცავს ზოგად და არაფრის მოქმედ ინფორმაციას. თუ არ ხართ წყაროში დარწმუნებული, ნუ უპასუხებთ ისეთ საფოსტო გზავნილს, რომელიც ითხოვს თქვენს პერსონალურ ინფორმაციას. ყოველთვის ეცადეთ, რომ მითითებული ვებმისამართი ჩააკოპიროთ სპეციალური ბრაუზერის URL საძიებო სისტემაში, ვიდრე შესვალთ

მასში ელექტრონულ გზავნილზე უბრალო დაწკაპუნებით.

5. ყურადღებით წაიკითხეთ პირადი ინფორმაციის გამოყენების პირობები ვებგვერდებსა და სხვა აპლიკაციებში.

3. დასკვნა

ტრადიციული კომუნიკაციების საშუალებები-საგან განსხვავებით, რომელთა მთავარი ფუნქციაა ინფორმაციის მიწოდება, ინტერნეტი არა მარტო ინფორმაციის მიწოდების წყარო, არამედ გაცილებით მეტია, ის ბიზნესსაქმიანობის გლობალური ვირტუალური გარემოა.

ელექტრონული გადახდა ინტერნეტსერვერში გაცილებით ეფექტური და პოპულარულია ტრადიციულ გადახდებთან შედარებით. ადამიანისთვის ინტერნეტგადახდა არის ყველაზე მოხერხებული საშუალება, მას შესაძლებლობა ეძლევა სახლიდან გაუსვლელად აწარმოოს ყველა სახის ელექტრონული გადახდა. ეს მოსახერხებელია კომპანიებისთვის, რომლებიც ეწევიან ელექტრონულ ბიზნესსაქმიანობას; ისინი იყენებენ ბიზნესის ტრადიციულ ხერხებს და ამტკბენ მათ ვირტუალურ შესაძლებლობებს ელექტრონული კომერციის საშუალებით.

ანალიტიკოსის პროგნოზით, მსოფლიო ბაზარი ვერ მიაღწევს მაღალ გვერდურ მაჩვენებლებს მანამ, სანამ ინტერნეტსერვისის მომწოდებლებისთვის პრიორიტეტი არ გახდება სარწმუნო ელექტრონული გადახდების ტექნოლოგიის შემუშავება.

ლიტერატურა

1. Dika V. Information Systems Of Banks. M., 2006 (in Russian).
2. Gobareva I.L., Kochanova E.R., Nesterova T.N. M., Information Systems Of Banks, 2005 (In Russian).
3. <http://old.tbcbank.ge/ge/corporate/banking/ecommerce/>
4. <http://pog.gov.ge/res/docs/statistika/cybercrime.pdf>

UDC 681.3

THE ROLE OF ELECTRONIC CALCULATIONS IN COMMERCIAL BANKS AND THE WAYS OF REDUCING CONNECTED WITH THEIR CYBERCRIMES

L. Gochitashvili, M. Kiknadze, I. Aptsiauri, M. Shiukashvili

Department of economical informatics (information system), Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

K. Kamkamidze, professor of informatics department, faculty of informatics and control systems of GTU,

I. Iremadze, professor of computer engineering department, faculty of informatics and control systems of GTU.

Resume: There is discussed general issues related to the notion of electronic payment systems, their risks and preventive measures. It's about the role of electronic commerce in Georgian leader banks and financial organizations. There are given the features of payment systems in segment of Internet and request of their security there.

Key words: electronic commerce; cashless; bank; transaction; risk; cybercrime.

УДК 681.3

РОЛЬ ЭЛЕКТРОННЫХ РАСЧЕТОВ В КОММЕРЧЕСКИХ БАНКАХ И ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ СВЯЗАННЫХ С НИМИ КИБЕРПРЕСТУПЛЕНИЙ

Гочиташвили Л.А., Кикнадзе М.Г., Апциаури И.Е., Шиукашвили М.Т.

Департамент экономической информатики (информационных систем), Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77

Рецензенты:

К. Камкамидзе, профессор Департамента информатики факультета информатики и систем управления ГТУ,

И. Иремадзе, профессор Департамента компьютерной инженерии факультета информатики и систем управления ГТУ.

Резюме: Рассмотрены общие вопросы, связанные с понятием электронных платежных систем, их риски и профилактика. Речь идет о роли электронной коммерции в грузинских банках-лидерах и финансовых организациях. Даны краткие характеристики платежных систем в сегменте Интернета и требования их безопасности.

Ключевые слова: электронная коммерция; безналичный расчет; банк; транзакция; риск; киберпреступление.

მიღებულია დასაბუჯდად 04.02.15

შპს 6813

ელექტრონული ფული, ელექტრონული საფულე და ინტერნეტ-ანგარიშსწორების სისტემები

ლ. გონიტაშვილი, ი. აფციაური

ეკონომიკური ინფორმატიკის (ინფორმაციული სისტემების) დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: laligochitashvili@yahoo.com; ia_afciauri_83@mail.ru

რეცენზენტები:

მ. კიკნაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის პროფესორი,

ი. ირემაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტის პროფესორი.

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ზოგადი საკითხი „ელექტრონული ფულის“ განმარტებასთან დაკავშირებით და ასხნილია ელექტრონული ფულით ანგარიშსწორების სქემა. ასევე განხილულია ელექტრონული საფულე და მოცემულია საქართველოში არსებული ელექტრონული საფულებების: ბიომეტრიული საფულე, Emoney, Unipay, Mobipay მოკლე დახასიათება.

საკვანძო სიტყვები: ელექტრონული ფული; საფულე; ინტერნეტ-ანგარიშსწორება; საკრედიტო ბარათები; emoney; unipay; mobipay.

1. შესავალი

პირველად ელექტრონული ფულის იდეა შემოთავაზებული იყო გასული საუკუნის 70-იან წლებში ამერიკელი მეცნიერის – დევიდ ჩოუმის (David Chaum) მიერ. დევიდ ჩოუმის იდეის არსი ისაა, რომ “ბრმა” ციფრული ხელმოწერის სის-

ტემაში ხელმომწერი უყურებს მისთვის მხოლოდ საჭირო ინფორმაციის ნაწილს და ხელმოწერით ადასტურებს მთელი ინფორმაციის სინამდვილეს, ემიტენტი კი უყურებს კუპონების ნომინალს, მაგრამ არ იცის ხელმომწერისათვის ცნობილი მისი სერიული ნომრები. ამავე დროს მათემატიკურად ზუსტად მტკიცდება, რომ ასეთი “ბრმა” ხელმოწერით გარანტირებულია კუპონის შედგენილობის სინამდვილე, ისეთივე საიმედოობით, როგორც ჩვეულებრივი, ციფრული ხელმოწერით.

დღეისათვის მრავალ წამყვან ქვეყანას შორის ეკონომიკური ურთიერთობების დამყარება შესაძლებელია როგორც ნაღდი ფულით, ისე უნაღდო ანგარიშსწორებითაც, მოცემული პერიოდისათვის საერთაშორისო ეკონომიკურ ურთიერთობაში მონაწილე ქვეყნების ვალუტების არსებული კურსის შესაბამისად, ხოლო უნაღდო ანგარიშსწორება წარმოებს ელექტრონული ფულის (ელ. ფული) საშუალებით ან მსოფლიო საბანკო ტელესაკომუნიკაციო სისტემის მეშვეობით.

2. ძირითადი ნაწილი

ელექტრონული ფული და მისი მეშვეობით ანგარიშსწორების სქემა

ზოგადად მიღებული ტერმინოლოგიის მიხედვით, ელექტრონული ფული არის საგადასმდელო საშუალება, რომელიც მხოლოდ ელექტრონული სახით არსებობს ანუ არსებობს ჩანაწერების სახით სპეციალიზებულ ელექტრონულ სისტემაში. მომხმარებელს საშუალება აქვს ინტერნეტში გადახდა განხორციელოს არა მარტო საბანკო ბარათებით, არამედ ელექტრონული ფულის საშუალებითაც, რომლის თვალსაჩინო მაგალითია ელექტრონული ფულით ანგარიშსწორების სქემა, სადაც, გადამხდელისთვის გადახდის თაობაზე გაიცემა დოკუმენტი, რის შემდეგაც გადამხდელი თავის ბანკში გადახდაზე წარადგენს განცხადებას, ამის შემდეგ ხდება მყიდველის ანგარიშიდან ფულის მოსხნა და მისი ჩარიცხვა გამყიდველის ბანკის ანგარიშზე, მესამე ოპერაციის შესახებ გამყიდველის ბანკში გაიგზავნება შეტყობინება, ყოველივე ამის შემდეგ თანხა ჩარიცხვა გამყიდველის ანგარიშზე და შეტყობინება გაგზავნება მას ფულის ჩარიცხვის შესახებ. ელექტრონული ფულის გამოყენება შეგვიძლია ონლაინ მაღაზიაში, კომუნალური და საკომუნიკაციო გადახდებისთვის, საბანკო ანგარიშებზე ან სხვა მომხმარებლისათვის გადასარიცხად. ნებისმიერი ტრანზაქცია სისტემაში რჩება, ამიტომ ფული უკვალოდ არ ქრება. საგადასმდელო სისტემის ინტეგრირება და ამ სისტემით სარგებლობა შეუძლიათ კერძო კომპანიებსაც.

მთავარი განსხვავება ელექტრონულ ფულსა და რეალურ ფულს შორის ისაა, რომ ელექტრონული ფული ვერ იქნება რეალური იურიდიული თვალსაზრისით. თუმცა გამოყენებული ტერმინი “ფული” გვიჩვენებს, რომ იგი მნიშვნელოვანწილად ატარებს რეალური, ნაღდი ფულის თვისე-

ბებს, რომელთა შორის მთავარია ანონიმურობა, ე.ი. არ არის ნაჩვენები ვინ და როდის გამოიყენა ის. ზოგიერთი სისტემა ანალოგიით საშუალებას აძლევს მყიდველს მიიღოს ელექტრონულად ნაღდი ფული ისე, რომ შეუძლებელი იყოს მასსა და ფულს შორის კავშირის დადგენა. ეს ხდება ხელმოწერის პრინციპის საშუალებით. ანგარიშსწორება რომ ელექტრონული ფულის საშუალებით განხორციელდეს, აუცილებელია შესრულდეს შემდეგი პირობები:

- ✓ მყიდველი წინასწარ ცვლის რეალურ ფულს ელექტრონულ ფულზე;
- ✓ მყიდველი ნავაჭრისათვის ელექტრონულ ფულს რიცხავს გამყიდველის ანგარიშზე;
- ✓ ფული წარედგინება ემიტენტს, რომელიც ამოწმებს მის ნამდვილობას.

ელექტრონული კომერციის სისტემაში კი უნაღდო ანგარიშსწორება შეიძლება განხორციელდეს შემდეგი პირობების დაცვის შემთხვევაში:

- ✓ კონფიდენციალურობის დაცვა;
- ✓ ინფორმაციის უცვლელობის შენარჩუნება;
- ✓ ავთენტიფიკაციის პროცედურის გატარება;
- ✓ ავტორიზაციის უზრუნველყოფა;
- ✓ გარანტიები გამყიდველის რისკებზე;
- ✓ ტრანზაქციის მინიმალური გადასახადი.

ელექტრონული ფულის მთავარი უპირატესობები

- **იაფი ტრანზაქცია.** ეს უპირატესობა მიკროგადახდების განხორციელებისას ელექტრონული ფულის გამოყენების საშუალებას იძლევა, რისთვისაც ჩვეულებრივი უნაღდო საშუალებები ნაკლებად გამოსადეგია.

- **გამოყენების ანონიმურობა და სისტემაში იოლი დაშვება.** მომხმარებელს არ სჭირდება დამდელი საბანკო ოპერაციის გავლა, საკუთარი ელექტრონული საფულის მიღება და გადა-

რიცხვების ჩატარება მყის არის შესაძლებელი. სწორედ ამ უპირატესობამ განაპირობა ელექტრონული ფულის ფართოდ გავრცელება.

• **უსაფრთხოების უზრუნველყოფისადმი უმნიშვნელო მოთხოვნები.** ოპერაციები ელექტრონული ფულით, უნაღდო ანგარიშსწორებისაგან განსხვავებით, საჭიროებს უსაფრთხოების უზრუნველყოფისადმი დაბალ მოთხოვნებს, რაც განაპირობებს მათ იოლ გამოყენებას მობილურ კომერციაში.

• **ოპერაციების ჩატარება “ონლაინ” რეჟიმში.** თანხის გადატანა ერთი ელექტრონული საფულიდან მეორეში პრაქტიკულად მყის ხორციელდება, ხოლო გარე გადახდის დრო განისაზღვრება მხოლოდ საგადახდელო სისტემის მუშაობის სიჩქარით.

პლასტიკური ბარათი

პლასტიკური ბარათი პერსონიზებული საგადახდელო ინსტრუმენტია, რომელიც მფლობელს აძლევს უნაღდო ანგარიშსწორებისა და ასევე ბანკებსა და ბანკომატებში ნაღდი ფულის მიღების საშუალებას. იგი არის თხელი პლასტიკის ნაჭერი, რომელსაც აქვს სტანდარტული ზომები და დამზადებულია სპეციალური თერმოგამძლე და მყარი პლასტმასისაგან.

მისი ერთ-ერთი ძირითადი ფუნქცია არის გამოყენებული პირის, როგორც საგადახდელო სისტემის სუბიექტის იდენტიფიკაცია. ამისათვის მასზე დატანებულია ბანკ-ემიტენტისა და გადახდის სისტემის ლოგოტიპები, ბარათის მფლობელის სახელი, მისი ანგარიშის ნომერი, ბარათის ვარგისობის ვადა და სხვა მონაცემები. ამას გარდა, ბარათზე შესაძლებელია იყოს მფლობელის ფოტოსურათი და ხელმოწერა.

დღეს უფრო გავრცელებულია მაგნიტურზოლიანი ბარათი. ასეთი ბარათი გამოიყენება მხოლოდ წაკითხვის რეჟიმში. საგადახდელო ვალდებულებების შესრულების გარანტი არის ბანკ-ემიტენტი, ვის მიერაც არის გამოშვებული ბა-

რათი. ამიტომ ბარათი მოქმედების პერიოდში ეკუთვნის ბანკს, ხოლო კლიენტი (ბარათის მფლობელი) იღებს მისი გამოყენების უფლებას.

ელექტრონული საფულე

საფულე პოპულარული აქსესუარია. ადამიანი ყოველთვის განსაკუთრებულად ირჩევს მის ფერს, დიზაინს, ბრენდს, ზოგჯერ საკმაოდ ძვირადაც ყიდულობს. თანამედროვე ტექნოლოგიებმა და ინტერნეტმა შექმნა საფულის ახალი სტილი. თანამედროვე საფულე მაქსიმალურად მოსახერხებელი და კომფორტულია, არ გეკარგება, შენთანაა ნებისმიერ დროს და საშუალებას გაძლევს სახლიდან გაუსვლელად, მსოფლიოს ნებისმიერ წერტილში გადაიხადო ან გადარიცხო.

ელექტრონული ფულის ტექნოლოგიის გამოყენებით ვირტუალური ანგარიშსწორების მაგალითად შეიძლება განვიხილოთ გუტა ბანკისა და კომპანია VIZA-ს მიერ შექმნილი ვირტუალური ბარათი “VIZA E-card”-ი. ეს ბარათი შესაძლებელია ფიზიკურად საერთოდ არ არსებობდეს, კლიენტს ეცნობება მხოლოდ მისი ნომერი და მოქმედების ვადა. ამ ვირტუალური ბარათის მეშვეობით ანგარიშსწორება რაიმეს შექმნაზე წარმოებს მხოლოდ ინტერნეტში, ხოლო სხვა ოპერაციების წარმოება, სმარტ-ბარათისგან განსხვავებით, შეუძლებელია (მაგალითად, ფულის მიღება ბანკომატიდან, საქონლის შექმნა ჩვეულებრივ მაღაზიაში და ა.შ.).

საქართველოში ელექტრონული საფულე ჯერჯერობით არ არის პოპულარული. ქვეყანაში, სადაც ადამიანს ნაღდი ფული იმდენად უყვარს, რომ ხელფასის ჩარიცხვის შემდეგ, იმის მიუხედავად, სჭირდება თუ არა, ბანკომატიდან ფულს მთლიანად იღებს, ელექტრონული ფულის წარმოდგენა და მით უმეტეს დაჯერება უჭირს. თუმცა მას შემდეგ, რაც ონლაინ შოპინგისა და ინტერნეტბანკის მომხმარებელთა რაოდენობამ იმატა, ინტერესი ელექტრონული საფულის მი-

მართაც გაიზარდა, განსაკუთრებით ახალგაზრდებში. განდა კომპანიებიც, რომლებიც მომხმარებელს შესაბამის სისტემას სთავაზობენ.

Emoney

პირველი ქართული ელექტრონული საფულე **Emoney** ინტერნეტში ჯერ კიდევ 2007 წელს შეიქმნა. “მახეა, ვიღაც ფულს გააკეთებს და გაიქცევა” – ასეთი იყო სისტემის პირველი შეფასებები. ერთი თვის შემდეგ **Emoney**-ს მხოლოდ 30 მომხმარებელი ჰყავდა, დღეს კი ეს რიცხვი უკვე 100 000-ს აჭარბებს.

Emoney-ს საფულე შემდეგი პრინციპით მუშაობს: შედიხარ www.emoney.ge-ზე, გადიხარ უფასო რეგისტრაციას, უთითებ ელექტრონულ ფოსტას, მობილური ტელეფონის ნომერს, ირჩევ პაროლს და საფულე უკვე გაქვს. მერე ნაღდი ფული ელექტრონულად უნდა აქციო, რისთვისაც რამდენიმე არჩევანი გაქვს: შეგიძლია შეავსო ბანკში, პლასტიკური ბარათის, სწრაფი გადახდის აპარატების მეშვეობით, ინტერნეტ-ტოტალიზატორიდან და სისტემა **Webmoney**-თ, რომელიც **Emoney**-ს პარტნიორია. ელექტრონული თანხის განაღდება ნებისმიერ კომერციულ ბანკშია შესაძლებელი.

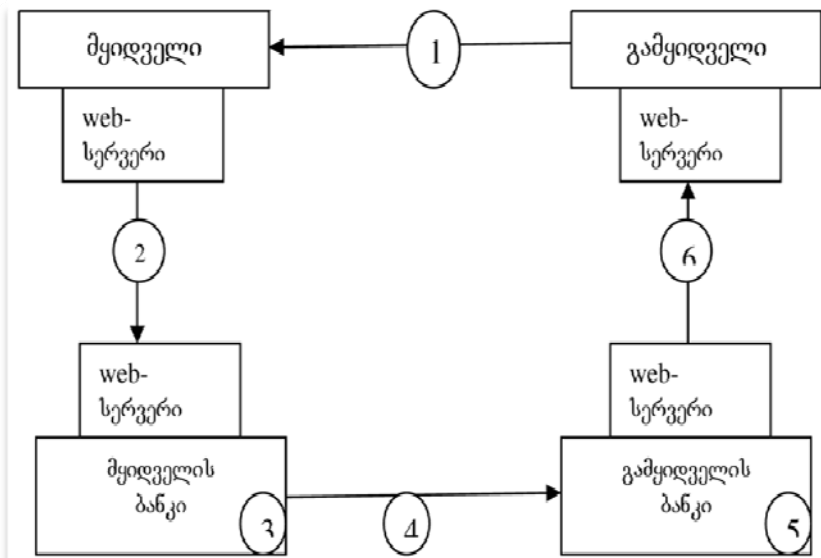
Unipay

Unipay-ს პრინციპიც სხვა ელექტრონული საფულეების მსგავსია: შედიხარ www.Unipay.ge-ზე, რეგისტრირდები, კმნი შენს პირად ელექტრონულ საფულეს და ახორციელებ ანგარიშსწორებას სასურველი ვალუტით: ლარით, დოლარით ან ევროთი. ანგარიში შეგიძლია შეავსო ბანკის, სახელფასო ბარათის მეშვეობით ან სერვისცენტრში. ასრულებ ყველა სტანდარტულ ოპერაციას, რაც ახასიათებს ელექტრონულ საფულეს: ონლაინ შოპინგი, ონლაინ გადახდა, თანხის გადახდა-მიღება, თანხის განაღდება.

Unipay-ს, როგორც ელექტრონული საფულის, თვისება არის ისიც, რომ საიტზე ერთი მარტივი ინტეგრაციით ნებისმიერი ბიზნესისათვის ონლაინ გადახდის მიღება მსოფლიოს ნებისმიერი წერტილიდანაა შესაძლებელი.

Mobipay

თუ ინტერნეტი არ გაქვთ და არც კომპიუტერი იცით, მაშინ შეგიძლიათ ელექტრონული საფულე მობილურ ტელეფონს მიაბათ. ამ სერვისს ქართველ მომხმარებელს **Mobipay** სთავაზობს.



Mobipay-თ სარგებლობისათვის მომხმარებელი კომპანიის შესაბამის პუნქტში გადის მარტივ რეგისტრაციას, ავსებს ანგარიშს და იწყებს სისტემით სარგებლობას: იხდის გადასახადს, ნებისმიერ დროს რიცხავს ფულს, იხდის საფასურს 1500-ზე მეტ სავაჭრო ობიექტში და, სურვილის შემთხვევაში, ანადღებს კიდევ ანგარიშს. დღეს 130 000-ზე მეტი მომხმარებელი მისი სერვისით უკვე სარგებლობს. ერთადერთი შეზღუდვა ისაა, რომ სერვისით სარგებლობისათვის აუცილებლად “ჯეოსელის” აბონენტი უნდა იყო.

რაც შეეხება უსაფრთხოებას, თქვენი ანგარიში სპეციალური პინ-კოდითაა დაცული, რომელიც მხოლოდ თქვენ იცით. თუ ტელეფონს დაკარგავთ, შეგიძლიათ დარეკოთ და ანგარიშის დაბლოკვა მოითხოვოთ.

ბიომეტრიული საფულე

ეს უცნაური საფულე გაფანტული გონების მქონე ადამიანისთვისაა შექმნილი. მისი გახსნა პატრონის თითის ანაბეჭდის იდენტიფიკაციის საშუალებით ხდება. აგრეთვე საფულეს აქვს სისტემა, რომელიც მობილური ტელეფონის Bluetooth რეჟიმს უკავშირდება. ამ სისტემის მეშვეობით შესაძლებელია განვსაზღვროთ თუ რამდენი მეტრი გვაშორებს მასთან. თუ საფულის მდებარეობა 5-6 მეტრს აღარბებს, მასზე ავტომატურად ირთვება სიგნალიზაცია (ბიომეტრიული საფულის ღირებულება 600 აშშ დოლარია და დამზადებულია ნახშირბადის ბოჭკოსაგან).

საქართველოში ხშირად ელექტრონული საფულისა და პლასტიკური ბარათის განსხვავებაც უჭირთ, არადა განსხვავება დიდია: პლასტიკური ბარათი სულ თან უნდა ატარო, შეიძლება სადმე დაგრჩეს კიდევ, დაგეარგოს, ელექტრონული საფულე კი შენთანაა ყველგან, სადაც ინტერნეტია, ბოლოს და ბოლოს ინტერნეტში მობილური ტელეფონითაც შეხვალ. მნიშვნელოვანი ფაქტორია უსაფრთხოებაც: პლასტიკური ბარათით ინტერნეტ-ტრანზაქციისას ხშირად მისი უნიკალური 4 ციფრის შეყვანაა საჭირო, რაც, როგორც სპეციალისტები ამბობენ, ვირტუალურ სამყაროში არცთუ უსაფრთხოა.

ზომები მომხმარებელმაც უნდა დაიცვას: პაროლად რთული კომბინაცია შეარჩიოს, არავის უთხრას და ხშირად ცვალოს.

3. დასკვნა

ამრიგად, ფულმა როგორც ღირებულების საზომმა ერთეულმა, წლებისა და საუკუნეების განმავლობაში მრავალი სახეცვლილება განიცადა. ელექტრონული ფული, როგორც ყველაზე თანამედროვე, არის მოქნილი, დაცული, საიმედო, კომფორტული საშუალება. ნუ შეგეშინდებათ სიტყვა ელექტრონულის, ელექტრონული ფული ისეთივე ფულია, როგორც ნაღდი, უბრალოდ არც ჯიბეში გიდევთ, არც სახლში, ბოლოს და ბოლოს, სურვილის შემთხვევაში, ელექტრონულ ფულსაც გაანადღებთ.

ლიტერატურა

1. D. Zautashvili. Electronic Commerce. Kutaisi, 2008 (In Georgian).
2. Electronic Commerce/Translated from English. Moscow: Izdatelsko-torgovii dom, “Russkaia Redaktsia”, 1999, p. 288 (In Russian).
3. Banking Information Systems / Pod. Red. Dika V.V.,M., 2006 (In Russian).
4. <http://www.nplg.gov.ge/gsd/cgi-bin/library.exe>

UDC 681.3**ELECTRONIC MONEY, ELECTRONIC WALLET AND SYSTEMS OF ONLINE PAYMENT****L. Gochitashvili, I. Aptsiauri**

Department of economical informatics (information system), Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

M. Kiknadze, professor of department of physics, faculty of informatics and control systems of GTU,

I. Iremadze, professor of computer engineering department, faculty of informatics and control systems of GTU.

Resume: There are discussed general issues related to the notion of "electronic money". There is presented a review of electronic scheme on the basis of payment of electronic money. There are described the features of electronic wallet, given in Georgia: Emoney, Unipay, Mobipay, Biometric Wallet.

Key words: electronic maney; wallet; online payment; credit cards; emoney; unipay; mobipay.

УДК 681.3**ЭЛЕКТРОННЫЕ ДЕНЬГИ, ЭЛЕКТРОННЫЙ КОШЕЛЕК И СИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТ-РАСЧЕТОВ****Гочиташвили Л.А., Апциаури И.Е.**

Департамент экономической информатики (информационных систем), Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77

Рецензенты:

М. Кикнадзе, профессор Департамента инженерной физики факультета информатики и систем управления ГТУ,

И. Иремадзе, профессор Департамента компьютерной инженерии факультета информатики и систем управления ГТУ.

Резюме: Рассмотрен общий вопрос о толковании «электронных денег» и объяснена схема взаиморасчета с использованием электронных денег. Также рассмотрен электронный кошелек и дано краткое описание существующих в Грузии электронных кошельков: Биометрический кошелек, Emoney, Unipay, Mobipay.

Ключевые слова: электронные деньги; кошелек; Интернет-расчет; кредитные карточки; emoney; unipay; mobipay.

მიღებულია დასაბუჯდად 16.01.15

შპს 6813

თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების შეფასება და მისი ავტომატიზაციის ზოგიერთი საკითხი

გ. ძიძიგური, ზ. ზურაბიშვილი, შ. გონგლაძე, ნ. ჩაღუნელი

ინტერდისციპლინური ინფორმატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: g.dzidziguri@gtu.ge; z.zurabishvili@gtu.ge; sh.gongladze@gtu.ge; nugzarichadu@gmail.com

რეცენზენტები:

ო. ზუმბურიძე, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ტელეკომუნიკაციის დეპარტამენტის პროფესორი,

ზ. ბაიაშვილი, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ინტერდისციპლინური ინფორმატიკის დეპარტამენტის პროფესორი.

რეზიუმე: სტატიაში აღწერილია თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების შეფასების მნიშვნელობა და როლი დაწესებულების ადამიანური რესურსის სრულყოფილი მართვისათვის, აგრეთვე, მისი განხორციელების ზოგიერთი მიდგომა და მეთოდი. განხილულია შეფასების პროცესის ავტომატიზაციის საკითხები, შეთავაზებულია დაწესებულების თანამდებობათა შეფასების წესი.

საკვანძო სიტყვები: თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებები; თანამდებობათა შეფასება; თანამდებობათა შეფასების მეთოდები; თანამდებობათა კლასიფიკაცია.

1. შესავალი

თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების დადგენა ანუ ორგანიზაციის მიზნების შესრულებისათვის ცალკეული თანამდებობების მნიშვნელობის შეფასება ძალიან საჭირო და აუცილებელი

ლი პროცედურაა ადამიანური რესურსის სრულყოფილად მართვისთვის. იგი, ფაქტობრივად, თანამდებობრივი ფუნქციების (კომპეტენციების) მნიშვნელობების შეფასება და, პირველ რიგში, ორგანიზაციაში სამართლიანი ანაზღაურების რაოდენობის განსაზღვრის საფუძველია, აგრეთვე, წარმოადგენს თანამდებობათა კლასიფიკაციის წინაპირობას და თანაბარი მნიშვნელობისა და მოცულობის შრომისთვის თანაბარი რაოდენობის ხელფასის უზრუნველყოფის ქმედითი ინსტრუმენტია [14].

თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების დადგენის პროცესის ფართოდ გავრცელების მიუხედავად, ჯერ კიდევ არსებობს განსხვავებული აზრი მისი აუცილებლობის შესახებ. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ თანამდებობათა შეფასების პროცესის კრიტიკა ძირითადად ეხება შეფასების განხორციელებისა და გამოყენების წესებს და არა შეფასების კონცეფციას. ეს შეიძლება აიხსნას თანამდებობრივი მოვალეობების შეფასების სქემების არასწორად გაგებით ან არასწორად გამოყენებით, რაც ხშირად ხდება მართვის სხვა ნებისმიერი

ტექნიკის გამოყენების შემთხვევაშიც. უდავოა, რომ სხვადასხვა აზრისა და გარკვეული კრიტიკის მიუხედავად, შეფასების პროცესის სწორად ჩატარებისა და მიზანმიმართულად გამოყენების შემთხვევაში, თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების დადგენის შედეგებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზაციის ადამიანური რესურსის მართვის პროცედურების სრულყოფილად წარმართვისათვის. ამიტომ, იგი ფართოდ გამოიყენება მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში.

2. ძირითადი ნაწილი

თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების დადგენა (ანუ თანამდებობრივი მოვალეობების შეფასება) ხდება ორი მიდგომით: ანალიტიკურითა და არაანალიტიკურით. ეს მიდგომები გულისხმობს შეფასების სხვადასხვა სქემას. ქვემოთ მოკლედ არის განხილული მხოლოდ ანალიტიკური მიდგომა, რადგან იგი პრაქტიკაში უფრო მეტად არის გავრცელებული [3].

თანამდებობრივი მოვალეობების ანალიტიკური შეფასება არის გადაწყვეტილების მიღების პროცესი შესასრულებელი სამუშაოს მნიშვნელობისა და მოცულობის შესახებ. იგი დაფუძნებულია თანამდებობის ფუნქციებში გარკვეული ფაქტორებისა და ელემენტების განვითარების დონეთა ანალიზზე. მისი ძირითადი მახასიათებლებია: სისტემატური ხასიათი, მსჯელობაზე დაფუძნება, კონცენტრირება შესასრულებელი სამუშაოს მახასიათებლებზე და არა შემსრულებლის პიროვნულ თვისებებსა და შესაძლებლობებზე, აგრეთვე, შეფასების პროცესში მხოლოდ შიგა ფარდობითი მაჩვენებლების გამოყენება. ეს უკანასკნელი ნიშნავს იმას, რომ შეფასება არ გულისხმობს ორგანიზაციაში არსებული სამუშაოების შედარებას გარე მაჩვენებლებთან ანუ სხვა ორგანიზაციის შესაბამის თანამდებობასთან.

თანამდებობრივი მოვალეობების შეფასების ანალიტიკური მიდგომა ძირითადად ხორციელდება

ფაქტორულ-ქულობრივი სქემებით. იგი თანამდებობრივი მოვალეობების შეფასების ანალიტიკური მეთოდის ყველაზე გავრცელებული ტიპია. ძირითადი მეთოდოლოგიის მიხედვით თანამდებობრივი მოვალეობები უნდა დაიყოს ფაქტორებად ან ელემენტებად, რომელიც შედგება ორგანიზაციის მიერ თანამდებობის მიმართ წაყენებული მოთხოვნების, აუცილებელი უნარის, თანამდებობის გავლენისა და სხვა პარამეტრებისაგან. იგულისხმება, რომ თითოეულ ფაქტორს აქვს გარკვეული წვლილი შესრულებულ სამუშაოში და ის არის ასპექტი, რომლის მიხედვითაც უნდა შეფასდეს ყველა თანამდებობა. რაოდენობრივი სკალების საშუალებით თითოეულ თანამდებობას ენიჭება ქულა ამ თანამდებობისთვის ფაქტორის მნიშვნელობის შესაბამისად. შემდეგ, გარკვეული წესით ჯამდება ქულები ფაქტორების მიხედვით და გამოითვლება ჯამური ქულა, რომელიც განსაზღვრავს თანამდებობის ფარდობით ღირებულებას. მიღებული შედეგი გამოიყენება თანამდებობების შედარებისა და კლასიფიკაციისათვის. სამუშაოთა ანალიზის შედეგებისა და თანამდებობათა აღწერებში მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე შემუშავებული ფაქტორულ-ქულობრივი სქემები ექსპერტს უზრუნველყოფს სათანადო კრიტერიუმებითა და ინფორმაციით, რომელიც ეხმარება მას დასკვნების თანამიმდევრობისა და ობიექტურობის გაზრდაში ანუ შეფასების პროცესში სუბიექტური დასკვნების წილის შემცირებაში, რასაც ვერ ვიტყვით შეფასების არაანალიტიკური მიდგომის გამოყენების შემთხვევაში. რაც შეეხება ნაკლოვანებას, – აღნიშნული სქემები შედარებით რთულია, აგრეთვე, შესაძლებელია შექმნან შედეგების დიდი სიზუსტის მცდარი შთაბეჭდილება, ვინაიდან მათი შემუშავებისა და გამოყენებისას საჭიროა გარკვეული ლოგიკური მიდგომა და სათანადო დასკვნების გაკეთება. გარდა ამისა, არ არის მარტივი სქემებში შესწორებების შეტანა გარემო პირობე-

ბის, პრიორიტეტებისა და ღირებულებების ცვლილებების შემთხვევებში.

თანამდებობრივი მოვალეობების ფაქტორულ-ქულობრივი სქემით შეფასების საფუძველია ფაქტორთა გეგმა, სადაც განსაზღვრულია თანამდებობის მიმართ წაყენებული მოთხოვნებისა და ფუნქციების შეფასების ფაქტორები. თითოეული ფაქტორი იყოფა ქვეფაქტორებად ანუ კრიტერიუმებად, რომელთაც აქვთ შეფასების თავისი სკალა. ზოგადად, თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების დადგენა ფაქტორულ-ქულობრივი სქემების საშუალებით შემსრულებლებისგან მოითხოვს სპეციალურ ცოდნასა და გარკვეულ გამოცდილებას. იგი საკმარისად ხანგრძლივი და შრომატევადი პროცესია, რომლის მოცულობაც ძირითადად ორგანიზაციის სიდიდესა და მოკიდებული ჩვეულებრივ, შეფასების სქემის შემუშავება და დანერგვა შეიძლება რამდენიმე თვიდან ერთ წლამდე გაგრძელდეს.

საქართველოს საჯარო სამსახურში თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების შეფასებისათვის მიღებულია OECD – ევროპის თანამშრომლობის და განვითარების ორგანიზაციისა და ევროკავშირის ექსპერტების მიდგომა [4]. იგი გულისხმობს შემდეგი ხუთი ფაქტორის გამოყენებას: 1) თანამდებობის პასუხისმგებლობა; 2) თანამდებობის კომპლექსურობა, ქვემდებარე სტრუქტურული ერთეულების და დონეების რაოდენობისა და გადაწყვეტილებების გავლენის მოცულობის ჩათვლით; 3) თანამდებობისთვის საჭირო კომუნიკაბელურობა; 4) განათლება, ცოდნა, შესაბამისი დავალებების შესრულებისთვის საჭირო უნარი და ტრენინგი; 5) თანამდებობისთვის საჭირო სამუშაო სტაჟი.

აღნიშნული ფაქტორები შეიძლება მისაღებად ჩაითვალოს სხვა დაწესებულებებისთვისაც, რადგან ფარავნ ყველა დონის თანამდებობის მახასიათებლების მთელ დიაპაზონს რომელიმე გარკვეული ტიპის თანამდებობის, პროფესიისათვის ან

თანამშრომელთა ჯგუფისათვის უპირატესობის მიჩნევისა და დისკრიმინაციის გარეშე. მაგრამ, ამავე დროს უნდა აღინიშნოს, რომ ფაქტორები არ არის მკაფიოდ განსაზღვრული და დიფერენცირებული. რამდენიმე მათგანი, ფაქტორებად, აერთიანებს თანამდებობათა ზოგიერთ მნიშვნელოვან მახასიათებელს. ასეთი სახის ფაქტორი ართულებს მის ადეკვატურ შეფასებას და ეწინააღმდეგება ფაქტორთა განსაზღვრის ერთ-ერთ ძირითად სახელმძღვანელო პირობას: „არ უნდა დავუშვათ თანამდებობის რომელიმე არსებითი მახასიათებლის გამოტოვება ან რამდენიმე მახასიათებლის გაერთიანება ერთ ფაქტორად. თუ რომელიმე მნიშვნელოვანი მახასიათებელი გაერთიანდება სხვა მახასიათებელთან, იქმნება მისი არასწორად შეფასების დიდი ალბათობა“.

ზემოთ აღნიშნული პრობლემის გადაჭრის მიზნით ჩვენ მიერ შეთავაზებულია ზოგიერთი, შედარებით რთული ფაქტორის დაყოფა შემადგენელ ქვეფაქტორებად ანუ კრიტერიუმებად. ეს მიდგომა იძლევა თანამდებობის ცალკეული მახასიათებლების უფრო ზუსტი განსაზღვრის საშუალებას და ამარტივებს მათ შეფასებას. ამრიგად, ფასდება არა მთლიანად ფაქტორი, არამედ მისი შემადგენელი კრიტერიუმები და, შემდეგ, ამ ინფორმაციის საფუძველზე, საჭიროების შემთხვევაში, შესაძლებელი იქნება თვით ამ ფაქტორის შეფასებაც. მაგალითად, ზემოთ აღნიშნული ერთ-ერთი ფაქტორი „თანამდებობის პასუხისმგებლობა“ შესაძლებელია დაიყოს შემდეგ კრიტერიუმებად: ა) სამუშაო პროცესის ორგანიზება; ბ) მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღება (გადაწყვეტილების გავლენა); გ) ინფორმაციის მოპოვება და ანალიზი; დ) კონტროლი და მონიტორინგი; ე) სწავლება/ტრენინგი; ვ) საქმის წარმოება; ზ) დამხმარე სამუშაოები.

ფაქტორთა გეგმის შედგენა ანუ შეფასების ფაქტორების განსაზღვრა თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების დადგენის პროცესის საკ-

განბო ამოცანაა. იგი ექსპერტებს აძლევს გადაწყვეტილების მიღების ორიენტირებს მოთხოვნების დონეების შეფასების შესახებ. ფაქტორების დადგენისა და შეთანხმების შემდეგ უნდა განისაზღვროს თითოეული ფაქტორის (ან მისი შემადგენელი კრიტერიუმის) დონე ანუ ე. წ. „შეფასების სკალა“. საწყის წერტილებად შესაძლებელია მივიღოთ ყველაზე დაბალ და ყველაზე მაღალ დონეთა მახასიათებლების ანალიზი და მათი აღწერა თითოეული ფაქტორის მიხედვით. შემდეგ მივიღოთ გადაწყვეტილება თუ რამდენი საფეხური უნდა იყოს მათ შორის, რათა რეალურად გაიმიჯნოს თანამდებობის პასუხისმგებლობისა და მოთხოვნების დონეები. საჭიროა თითოეულ დონეს მივაწეროთ ქულათა მნიშვნელობა ისე, რომ მივიღოთ ქულების მნიშვნელობების სასურველი ზრდა დაბალი დონიდან მაღალ დონემდე. ჩვეულებრივ, ცალკეულ დონეს ანიჭებენ კონკრეტულ ქულას და არა რაღაც ფარგლებს, რადგან ასეთ შემთხვევაში რთულდება შეფასების ქულის შერჩევა.

ბუნებრივია, რომ თანამდებობის ყველა მახასიათებელი (ან ფუნქცია) ორგანიზაციისთვის არ არის ერთი და იგივე მნიშვნელობის. ამიტომ, უნდა განისაზღვროს თითოეული ფაქტორის წვლილი თანამდებობის ფარდობითი ღირებულების შეფასების დასკვნით შედეგში ანუ მისი წონა. ჩვენი აზრით, მიზანშეწონილია, გამოვიყენოთ წონის დადგენის ე. წ. „გარე მეთოდი“, რომელიც გულისხმობს ფაქტორების შეფასების ერთიანი სკალის დადგენას და ქულათა ჯამურ მნიშვნელობაში ფაქტორის წვლილის განსაზღვრას ქულების გამოთვლის სისტემის საშუალებით მისი წონის შესაბამისად. ჯამური ქულის გამოთვლა შემდეგი წესით ხდება: ცალკეული თანამდებობების შეფასების ქულა თითოეული ფაქტორის (ან კრიტერიუმის) მიხედვით მრავლდება შესაბამის წონაზე და მიღებული ნამრავ-

ლები ჯამდება. მათემატიკურად იგი შემდეგნაირად გამოისახება

$$Q = \sum_{i=1}^n k_i q_i$$

სადაც Q არის თანამდებობის ჯამური ქულა;

i – ფაქტორის (კრიტერიუმთა) რიგითი ნომერი;

n – ფაქტორთა (კრიტერიუმთა) რაოდენობა;

k_i – i-ური ფაქტორის (კრიტერიუმის) წონა;

q_i – i-ური ფაქტორის (კრიტერიუმის) შეფასების ქულა.

მიღებული ჯამური ქულების სორტირებით კლებადობის მიხედვით თანამდებობები დალაგდება მათი მნიშვნელობის შესაბამისად მაღალიდან დაბალ თანამდებობამდე. აღნიშნული ინფორმაციის საფუძველზე, გარკვეული წესით მოხდება თანამდებობათა კლასიფიკაცია და დაჯგუფება.

თანამდებობების ფუნქციების შეფასებისა და მათი ფარდობითი ღირებულებების დადგენის პროცესის ავტომატიზაცია მნიშვნელოვნად გაამარტივებს მის განხორციელებას. პრაქტიკაში ცნობილია შესაბამისი კომპიუტერიზებული სისტემების ორი ტიპი, რომელთა შესახებ ლიტერატურაში მხოლოდ ზოგადი ცნობებია მოცემული [3]:

1. თანამდებობათა ანალიზზე დაფუძნებული სქემები. ასეთი სქემების გამოყენებისას თანამდებობათა ანალიზის მონაცემების კომპიუტერში შეტანა ხდება უშუალოდ ან სპეციალური გამოკითხვის შედეგად მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე. თითოეული ფაქტორის მიხედვით მონაცემების ქულებში გადაყვანისა და თანამდებობის ჯამური ქულის მისაღებად კომპიუტერის პროგრამული უზრუნველყოფა იყენებს დაწესებულებაში მიღებული შეფასების სტანდარტების მიხედვით შედგენილი ალგორითმების საფუძველზე შემუშავებულ წესებს. ალგორითმები ასახავს ექსპერტთა ჯგუფის მსჯელობის შედეგებს როგორც ფაქტორების დონეზე, ისე თანამდებობის ჯამური ქულის დადგენისას.

2. ინტერაქტიული სქემები, რომელიც იყენებს ისეთ პროგრამულ უზრუნველყოფას, სადაც თანამშრომელი და მენეჯერი უშუალოდ კომპიუტერთან პასუხობენ ლოგიკურად დაკავშირებული შეკითხვების სერიას. შეკითხვებს აქვს „ხისებრი“ სტრუქტურა და მათზე გაცემული პასუხების საფუძველზე გამოითვლება როგორც თითოეული გამოყენებული ფაქტორის შეფასების ქულა, ისე, შესაბამისი თანამდებობის ჯამური ქულა.

თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების შეფასების პროცესის ავტომატიზაციას აქვს როგორც დადებითი მხარეები, ისე ნაკლოვანებები. დადებითი მხარეებიდან აღსანიშნავია: ა) შედეგების მუდმივობის მაღალი დონის უზრუნველყოფა – ერთი და იმავე საწყისი ინფორმაციის შეტანა ყოველთვის იძლევა ერთსა და იმავე შედეგს, ვინაიდან მუდმივია გამოთვლის ალგორითმები და მათზე დაფუძნებული დასკვნების სტრუქტურა; ბ) მნიშვნელოვნად ჩქარდება შეფასების პროცესი და პრაქტიკულად გამოირიცხება მექანიკური შეცდომები.

შეფასების პროცესის კომპიუტერიზაციის ნაკლოვანებები: ა) არასაკმარისი გამჭვირვალობა – შეფასება ფაქტობრივად ხდება „შავ ყუთში“ და შესაძლებელია შეიქმნას სირთულე ანალიზსა და შეფასებას შორის კავშირის განსაზღვრასთან დაკავშირებით და, შესაბამისად, ქულების დასაბუთების დროს. ასეთი პრობლემის წარმოიქმნის ნაკლები ალბათობაა შეფასების ისეთი სქემების გამოყენების შემთხვევაში, როდესაც პროცესში მონაწილეობას იღებენ თანამშრომლები და შეკითხვებზე პასუხებსა და შეფასების ქულებს შორის კავშირის დადგენა შესაძლებელია შეკითხვების „ხისებრი“ სტრუქტურის საშუალებით; ბ) შეფასების პროცესში ნაკლები ყურადღება ექცევა კავშირს ხელმძღვანელებსა და თანამშრომლებს შორის, რაც დამახასიათებელია შეფასების ტრადიციული სქემებისთვის. აღნიშნული პრობლემის გავლენა შეფასების შედეგებზე შე-

იძლება შემცირდეს კომპიუტერის მიერ გამოთვლილი ქულების დაზუსტებისათვის ექსპერტთა ჯგუფის გამოყენების შემთხვევაში.

ამრიგად, თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების დადგენის პროცესის ავტომატიზაციის ნაკლოვანებების უარყოფითი გავლენა შეფასების შედეგების ობიექტურობასა და სიზუსტეზე შესაძლებელია მნიშვნელოვნად შემცირდეს სწორად შერჩეული სქემების გამოყენებისა და სათანადო ორგანიზაციული ღონისძიებების გატარებით. ამიტომ, დადებითი თვისებების გამო, მიზანშეწონილია ავტომატიზაციის გამოყენება დაწესებულების თანამდებობათა შეფასების დროს.

3. დასკვნა

ავტორებმა შეიმუშავეს დაწესებულების თანამდებობათა ფარდობითი ღირებულებების დადგენის გარკვეული წესი. შეთავაზებული მიდგომის მიხედვით შეფასების პროცესში შესაძლებელია ზემოთ აღნიშნული ფაქტორებისა და კრიტერიუმების გამოყენება. ექსპერტული მეთოდის საშუალებით განისაზღვრება მათი წონა: შეირჩევა სხვადასხვა თანამდებობაზე მყოფი სათანადო გამოცდილების მქონე პირები, რომლებიც სპეციალური კითხვარის საშუალებით ფაქტორებსა და კრიტერიუმებს მიანიჭებენ წონებს დაწესებულების მიზნებისა და თანამდებობრივი ფუნქციების სრულყოფილი შესრულებისათვის მათი მნიშვნელობის შესაბამისად. გამოკითხვის შედეგად მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე თითოეულ ფაქტორს მიენიჭება კონკრეტული მნიშვნელობის წონა. ამასთან ერთად, განისაზღვრება ფაქტორების (ან კრიტერიუმების) შეფასების სკალები და შემდეგ, ზემოთ აღნიშნული წესით გამოითვლება თანამდებობების ჯამური ქულები.

ამრიგად, ჩვენ მიერ შეთავაზებული მეთოდის თანახმად, დაწესებულების თანამდებობების ფარდობითი ღირებულებების დასადგენად წინასწარ იქნება განსაზღვრული ფაქტორები, კრიტერიუმები

და მათი შესაბამისი წონები. ეს მონაცემები დაფიქსირებული იქნება სპეციალური კომპიუტერული პროგრამის (მაგალითად, Excel-ის) საშუალებით შემუშავებულ ცხრილში. აღნიშნულ ცხრილში საჭიროა თანამდებობების დასახელებების, აგრეთვე, ფაქტორებისა და კრიტერიუმების მიხედვით მათი შეფასებების ქულების შეტანა. ჩვეულებრივ, ეს ინფორმაცია მოცემულია შესაბამისი თანამდებობის აღწერაში. სათანადო ინ-

ფორმაციის შეტანის შემდეგ ავტომატურად გამოითვლება თანამდებობის ჯამური ქულა. როგორც ზემოთ არის აღნიშნული, შეფასების ანალიტიკური მიდგომის ერთ-ერთი მახასიათებელია „მიღებული შედეგების დაფუძნება მსჯელობაზე“. ამიტომ, დაწესებულებაში შექმნილი ექსპერტთა ჯგუფი იმსჯელებს კომპიუტერის მიერ გამოთვლილი ქულების დაზუსტებაზე.

ლიტერატურა

1. Dessler Gary. Human Resource Management. 9th ed. Florida International University, NJ: Pearson/Prentice-Hall, 2004 (in English).
2. Fedorova N.B., Minchenkova O.U. Management of Personels – M.: “KnoRus”, 2013 (In Russian).
3. Amstron Michael, Stivens Tina. Compensation. Dnepropetrovsk: BBB, 2007 (In Russian).
4. Versions of Politics for Public Service review of Georgia. OECD-SIGMA, 2013 (In Georgian).

UDC 681.3

EVALUATION OF RELATIVE VALUE OF JOBS AND SOME ASPECTS OF ITS AUTOMATION

G. Dzidziguri, Z. Zurabishvili, Sh. Gongladze, N. Chaduneli

Department of interdisciplinary informatics, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Reviewers:

O. Zumburidze, professor of department of telecommunication of power engineering and telecommunication faculty of GTU,

Z. Baiaashvili, professor of department of interdisciplinary informatics, informatics and control systems faculty of GTU.

Resume: There is described the importance and role of job evaluation in the process of introduction organization's human resources management system, as well as some of the approaches and methods of job evaluation. Some aspects of automation of this process are discussed, the procedure of job evaluation within the organization is proposed.

Key words: relative value of jobs; evaluation of jobs; methods of evaluation; classification of jobs.

УДК 681.3

ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ДОЛЖНОСТИ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЕЁ АВТОМАТИЗАЦИИ

Дзидзигური Г. А., Зурабишвили З. Д., Гонгладзе Ш. Т., Чадунели Н. Г.

Департамент интердисциплинарной информатики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77

Рецензенты:

О. Зумбуридзе, профессор Департамента телекоммуникации факультета энергетики и телекоммуникации Грузинского технического университета,

З. Баиашвили, профессор Департамента интердисциплинарной информатики факультета информатики и систем управления Грузинского технического университета.

Резюме: Описаны значение и роль оценки относительной ценности должности для создания совершенной системы управления человеческими ресурсами организации, а также некоторые подходы и методы оценки должностных обязанностей. Рассмотрены вопросы автоматизации этого процесса, предложен порядок проведения оценки должностей в организации.

Ключевые слова: относительная ценность должности; оценка должностных обязанностей; методы оценки должностей; классификация должностей.

მიღებულია დასაბუჯდად 16.02.15

ავტორთა საძიებელი

Author's index

Указатель авторов

ანდლულაძე ნ. 51	სარუხანიშვილი ა. 51
აფციაური ი. 74, 79	მიქაძე ო. 47
გონგლაძე შ. 85	ნახუცრიშვილი ი. 47
გორდელაძე ვ. 51	სორდია მ. 15
გორძამაშვილი დ. 22	სოხაძე ვ. 9
გოჩიტაშვილი ლ. 74, 79	ულრელიძე ნ. 15, 22
ებანოიძე ლ. 51	ფირალიშვილი ს. 34, 42
ზურაბიშვილი ვ. 22	ფხალაძე ი. 27
ზურაბიშვილი ზ. 85	ქუთათელაძე რ. 67
ინაძე რ. 34, 42	ქუთათელაძე ქ. 67
კვიციანი თ. 15	შიუკაშვილი მ. 74
კიკნაძე მ. 74	ჩადუნელი ნ. 85
კობიაშვილი ა. 67	ბიბიგური გ. 85
მაისურაძე ნ. 47	Азизов А.М. 63
მესხი მ. 34, 42	Исбатов И. 58
მიქაძე გ. 47	

ავტორთა საყურადღებოდ!

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული არის რეგულარული ჟურნალი, რომელიც გამოიცემა წელიწადში ოთხჯერ (პირველი ნომერი მოიცავს პერიოდს 1 იანვრიდან 31 მარტამდე, მეორე – 1 აპრილიდან 30 ივნისამდე, მესამე – 1 ივლისიდან 30 სექტემბრამდე და მეოთხე – 1 ოქტომბრიდან 31 დეკემბრამდე).

კრებულის დანიშნულებაა მეცნიერების განვითარების ხელშეწყობა, მეცნიერთა და სპეციალისტთა მიერ მოპოვებული ახალი მიღწევების, გამოკვლევათა მასალებისა და შედეგების ოპერატიულად გამოქვეყნება.

სტატია მიიღება ქართულ, ინგლისურ, რუსულ ენებზე და ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელთათვის სტატიის გამოქვეყნება უფასოა.

სტატიის ავტორთა რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ხუთს.

კრებულში ქვეყნდება სტატიები ახალი მეცნიერული კვლევების შედეგების შესახებ შემდეგი თეორიული და გამოყენებითი დარგების მიხედვით:

- მშენებლობა
- ენერგეტიკა, ტელეკომუნიკაცია
- სამთო-გეოლოგია
- ქიმიური ტექნოლოგია, მეტალურგია
- ტრანსპორტი, მანქანათმშენებლობა
- არქიტექტურა, ურბანისტიკა, დიზაინი
- ბიზნესინჟინერინგი
- ინფორმატიკა, მართვის სისტემები
- აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგი
- ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი

გთავაზობთ სამეცნიერო სტატიის გაფორმების წესს:

- ნაშრომი წარმოდგენილი უნდა იყოს ნაბეჭდი სახით A4 ფორმატის ქაღალდზე, არანაკლებ 4 გვერდისა (არეები – 2 სმ, ინტერვალი – 1,5). თანდართული უნდა ჰქონდეს გამოყენებული ლიტერატურის სია;
- სტატია შესრულებული უნდა იყოს doc ან docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;
- ქართული ტექსტისთვის გამოიყენეთ Acadnux შრიფტი, ზომა 12;
- ინგლისური და რუსული ტექსტების შრიფტისთვის – Times New Roman, ზომა 12;
- სტატიის ქული უნდა შეიცავდეს შემდეგ ინფორმაციას:

- უაკ-ს (უნივერსალური ათობითი კლასიფიკაცია)
 - ავტორის (ავტორების) სახელს, მამის სახელს, გვარს
 - ავტორის (ავტორების) ელექტრონული ფოსტის მისამართს და საკონტაქტო ტელეფონს
 - დეპარტამენტის დასახელებას
- სტატიაში ქვესათაურებით გამოკვეთილი უნდა იყოს შესავალი, ძირითადი ნაწილი და დასკვნა;
 - ნახაზების ან ფოტოების კომპიუტერული ვარიანტი შესრულებული უნდა იყოს ნებისმიერ გრაფიკულ ფორმატში გარჩევადობით არანაკლებ 150 dpi-სა;
 - სტატიას უნდა ახლდეს რეზიუმე და საკვანძო სიტყვები ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე;
 - სტატია შედგენილი უნდა იყოს წიგნიერად, მართლმეტყველებისა და ტერმინოლოგიის დაცვით, სტილისტური და ტექნიკური შეცდომების გარეშე;
 - ავტორი (ავტორები) პასუხს აგებს სტატიის შინაარსსა და ხარისხზე.

გთავაზობთ სტატიის წარმოდგენისთვის საჭირო დოკუმენტაციის ჩამონათვალს:

- ორი რეცენზია
- ფაკულტეტის სწავლულ ექსპერტთა დარგობრივი კომისიის სხდომის ოქმის ამონაწერი
- ფაკულტეტის ან მიმართულების სემინარის ოქმის ამონაწერი.

To the authors attention!

Transactions of Georgian Technical University represent reviewed, periodical edition, which is published four times a year. (the first number includes the period from 1 January to 31 March, the second number - from 1 April to 30 June, the third number - from 1 July to 30 September and the fourth - from 1 October to 31 December).

Purpose of collection is assistance of science development, new achievements of scientists and specialists, operative publication materials and results of scientific researches.

The articles are accepted in Georgian, English and Russian languages (are published in original language).

The publication of articles for the workers of Georgian Technical University is free of charge.

The amount of author's article mustn't exceed 5.

In transactions are published articles about results of new scientific researches according to the following theoretical and applied sphere of a branch:

- Building
- Energetics, telecommunication
- Mining-geology
- Chemical technology, metallurgy
- Transport, engineering industry
- Architecture, urbanist, design
- Business-engineering
- Informatics, systems of management
- Agrarian sciences and biosystems engineering
- Institute of constructions, special systems and engineering maintenance

There is offered the rule of official registration of scientific articles:

- The volume of a work is determined with A4 paper size, no less than 4 pages (margins - 2cm, line spacing -1,5) and with a list of references;
- The article should be carried out in form file doc, docx (MS WORD), written down on any magnetic carrier.
- For Georgian text there is used Acadnux font, size 12;
- For English and Russian texts there is used font - Times New Roman, size 12;
- The beginning of the article should contain the following informations:

-
- UDC (Universal Decimal Classification)
 - Name, surname of author (authors)
 - E-mail and contact telephone of author (authors)
 - The name of department in all three languages
-
- In the article with subtitles should be isolated the introduction, the body of the article and the conclusion;
 - Computer version of pictures or photos must be done in any graphic format with the recognition no less than 150 dpi;
 - The article should have resume and key words in Georgian, English and Russian languages;
 - The article should be written correctly, with the observance terminology, without stylistic and grammatical mistakes;
 - Author (authors) is (are) responsible for content and quality of article.

There is offered the following documentation for the article presentation:

- Two reviews
- Extract from the minutes of a branch commission meeting of faculty learned experts
- Extract from the seminar minutes of faculty or direction.

К сведению авторов!

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является реферируемым периодическим изданием, которое выходит в свет четыре раза в год (первый номер включает период с 1 января по 31 марта, второй номер – с 1 апреля по 30 июня, третий номер – с 1 июля по 30 сентября и четвертый – с 1 октября по 31 декабря).

Назначение сборника – содействие развитию наук, новых достижений ученых и специалистов, оперативная публикация материалов и результатов исследований.

Принимаются статьи на грузинском, английском и русском языках (публикуются на языке оригинала).

Для сотрудников Грузинского технического университета статьи публикуются бесплатно.

Количество авторов статьи не должно превышать 5.

В сборнике печатаются статьи, касающиеся результатов новых исследований по следующим теоретическим и прикладным отраслям:

- Строительство
- Энергетика, телекоммуникации
- Горное дело-геология
- Химическая технология, металлургия
- Транспорт, машиностроение
- Архитектура, урбанистика, дизайн
- Бизнес-инженеринг
- Информатика, системы управления
- Инженеринг аграрных наук и биосистем
- Институт сооружений, специальных систем и инженерного обеспечения

Предлагаем порядок оформления научных статей:

- Объем работы определяется форматом бумаги А4 с интервалом 1,5, содержащей не менее четырех страниц (поля = 2см), со списком литературы.
- Статья должна быть выполнена в виде файла doc или docx (MS Word), записанного на любом магнитном носителе.
- Для грузинского текста используется шрифт Acadnusx, размер 12.
- Для английского и русского текстов – шрифт Times New Roman, размер 12.
- В начале статьи должна содержаться следующая информация:

- УДК (Универсальная десятичная классификация).
 - Фамилия, имя, отчество автора (авторов).
 - Адрес электронной почты автора (авторов) и контактный телефон.
 - Название департамента на трех языках.
- В статье подзаголовками следует выделить введение, основную часть и заключение.
 - Компьютерный вариант рисунков или фото должен быть выполнен в любом графическом формате распознаванием не менее 150 dpi.
 - Статья должна иметь резюме и ключевые слова на грузинском, английском и русском языках.
 - Статья должна быть написана грамотно, с соблюдением терминологии, без стилистических и грамматических ошибок.
 - Автор (авторы) ответствен за содержание и качество статьи.

Для представления статьи необходимы следующие документы:

- Две рецензии.
- Выписка из протокола заседания отраслевой комиссии ученых- экспертов факультета.
- Выписка из протокола семинара факультета или направления.

რედაქტორები: მ. ბაზაძე, დ. ქურიძე, მ. პრეობრაჟენსკაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 15.01.2015. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.04.2015. ქალაქის ზომა
60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 6. ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent