

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
TECHNICAL UNIVERSITY OF GEORGIA  
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

ISSN 1512-0996

შ რ ტ მ ე ბ ი  
TRANSACTIONS  
Т Р У Д Ы

№2(476)



თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ  
2010

## სარედაქციო კოლეგია:

ა. ფრანგიშვილი (თავმჯდომარე), ლ. კლიმაშვილი (თავმჯდომარის მოადგილე), ზ. გასიტაშვილი (თავმჯდომარის მოადგილე), ა. აბრალავა, გ. აბრამიშვილი, ა. აბშილავა, თ. ამბროლაძე, თ. ბაციკაძე, ჯ. ბერიძე, თ. გაბადაძე, ჯ. გახოკიძე, ო. გელაშვილი, ა. გიგინეიშვილი, აღ. გრიგოლიშვილი, ე. ელიზბარაშვილი, ს. ესაძე, ვლ. ვარდოსანიძე, უ. ზვიადაძე, ო. ზუმბურიძე, დ. თავხელიძე, ე. თევზაძე, მ. თევზაძე, ს. თოფურია, ბ. იმნაძე, ი. კვესელავა, ტ. კვიციანი, თ. ლომინაძე, ი. ლომიძე, მ. მაცაბერიძე, თ. მეგრელიძე, ა. მოწონელიძე, ლ. მძინარიშვილი, დ. ნატროშვილი, შ. ნემსაძე, დ. ნოზაძე, გ. სალუკვაძე, ქ. ქოქრაშვილი, ე. ქუთელია, ა. შავგულიძე, მ. ჩხეიძე, თ. ჯაგოდნიშვილი, ნ. ჯიბლაძე, თ. ჯიშკარიანი.

## EDITORIAL BOARD:

A. Prangishvili (chairman), L. Klimiashvili (vice-chairman), Z. Gasitashvili (vice-chairman), A. Abralava, G. Abramishvili, A. Abshilava, T. Ambroladze, T. Bacikadze, J. Beridze, T. Gabadadze, J. Gakhokidze, O. gelashvili, A. Giginishvili, Al. Grigolishvili, E. Elizbarashvili, S. Esadze, Vl. Vardosanidze, U. Zviadadze, O. Zumburidze, D. Tavxelidze, E. Tevzadze, M. Tevzadze, S. Tofuria, B. ImnaZe, I. Kveselava, T. Kviciani, T. Lominadze, I. Lomidze, M. Macaberidze, T. MegreliZe, A. Motzonelidze, L. Mdzinarishvili, D. Natroshvili, Sh. Nemsadze, D. Nozadze, G. Saluqvadze, K. Kokrashvili, E. Qutelia, A. Shavgulidze, M. Chkheidze, T. Jagodnishvili, N. Jibladze, T. Jishkariani.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Прангишвили (председатель), Л. Климиашвили (зам. председателя), З. Гаситашвили (зам. председателя), А. Абралава, Г. Абрамишвили, А. Абшилава, Т. Амброладзе, Т. Бацикадзе, Дж. Беридзе, Т. Габададзе, Дж. Гахокидзе, О. Гелашвили, А. Гигинеишвили, Ал. Григолишвили, Е. Елизбарашвили, С. Есадзе, Вл. Вардосанидзе, У. Звиаддзе, О. Зумбуридзе, Д. Тавхелидзе, Е. Тевзадзе, М. Тевзадзе, С. Топурия, Б. Имнадзе, И. Квеселава, Т. Квициани, Т. Ломинадзе, И. Ломидзе, М. Мацаберидзе, Т. Мегрелидзе, А. Моцонелидзе, Л. Мдзинаришвили, Д. Натрошвили, Ш. Немсадзе, Д. Нозадзе, Г. Салуквадзе, К. Кокрашвили, В. Кутелия, А. Шавгулидзе, М. Чхеидзе, Т. Джагоднишвили, Н. Джибладзе, Т. Джишкариани.



საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2010

Publishing House “Technical University”, 2010

Издательский дом “Технический Университет”, 2010

<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>



Verba volant,  
scripta manent

# შინაარსი

## სამშენებლო

ბ. გეასალია. შედგენილი ორტყეობრივი კოჭის ოპტიმალური პარამეტრების განსაზღვრა .....	11
ა. მოწონელიძე. კაშხლებში ბეტონის გამოტუტვის რეაქციის მათემატიკური მოდელი .....	18
ა. მოწონელიძე, ბ. აბულაძე. ბეტონის განმსაზღვრელი მოდელი ბრტყელი ღეფორმაციის აირობებში .....	21
ა. სოსხაძე, ვ. მეძმარიაშვილი. ახალი თაობის დიდი განსაზღვრელი კონსტრუქციული რეგულაციები .....	25
ი. ქადაგია. მდინარე რიონის ქალაქის არხით ზღვასთან შესართავ აკვატორიაში სანაპირო ზოლის მდგრადობის გაუმჯობესების შესახებ .....	33

## ენერგეტიკა და ტელეკომუნიკაცია

ქ. ქუთათელაძე, მ. მაღრაძე. ახალი საჯარო მენეჯმენტი (NPM) – აღმინისტრაციული მეცნიერების უმეცნიერებელი ნაწილი .....	38
---	----

## სამთო-გეოლოგია

გ. ლომსაძე, გ. ლობჯანიძე. საქართველოს სამთო მრეწველობის დარბობრივი სტრუქტურის აქტუალური საკითხები .....	42
უ. ზეიდაძე, ხ. ავალიანი, მ. მარდაშოვა. ჭალადიდის ნავთობსაბადო მოქმედის ჰიდროგეოლოგიური თავისებურებები .....	48
ი. კოკლაშვილი. კახეთის აღმოსავლეთი ღრის მცენარეულობა და ჰავა (პალინოლოგიური მონაცემების საფუძველზე) .....	53
ნ. ფოფორაძე, დ. აბიანიძე, მ. დვალი. ეკოლოგიური უსაფრთხოებისა და ეკოლოგიური სისტემის მართვის ოპტიმიზაციის პრობლემები .....	59
უ. ზეიდაძე, ზ. დღანძიძე, ნ. ქიტიაშვილი. საქართველოს მინერალური და ნავთობის წყლებს უმდარებითი ღებანიათება მიკროკომპონენტების შემცველობის მხრივ .....	63
ი. შვენიერაძე. ძირულის კრისტალური მასივის (ღებანაგლეთ საქართველო) გვიანპროცინული კალიუმისანი ბრანტიტების წარმოშობის გეოქიმიური ასექტები .....	68
გ. ნადარეიშვილი, თ. ჭეიშვილი, ო. მაჭავარიანი, მ. ტყემალაძე, ს. ქუთარაძე. მუშეპანის ტრაპიროლითური ექსტრუზივის გეოლოგიური აბეზულება და მისი უმრადი მინის წარმოებისათვის გამოყენების პრობლემები (სამხრეთ-აღმოსავლეთი საქართველო) .....	72

## ქიმიური ტექნოლოგია, მეტალურგია

ი. ბარამიძე, ე. შენგელია, ლ. გეასალია. წყლის ბაწმენდა ფოსფატებისაგან ქვანახშირის ფიტალეზე ფილტრაციის მეთოდით .....	78
თ. ჭეიშვილი, მ. შავლაყაძე. მანბანუმეცველი სულფატური შლამის და ამონიუმის ნიტრატის საფუძველზე მიღებული მასალების შესწავლა .....	83

**არქიტექტურა, ურბანისტიკა, დიზაინი**

**ე. ჰუსეინოვი.** დიდი ბაქოს რეგიონალური გეგმის ახალი ძალაქების “ECOCITIES” განვითარება .....88  
**ნ. კატარი.** სამხრეთ ევროპაში ნასერის ტბაზე ტურისტული ცენტრების დაგეგმვა .....92

**ინფორმატიკა, მართვის სისტემები**

**ი. ჩხეიძე, ო. ტომარაძე, ლ. ტოკაძე.** ვივილუტ ტექნოლოგიის ალგორითმების მაფილტრირებელი თვისებები .....97  
**ი. ჩხეიძე, ლ. ტოკაძე.** კარდობრამის ანალიზი ვივილუტ დროით-სიხშირული წარმოდგენის საფუძველზე ..... 101  
**რ. კაკუბავა, დ. გულუა, გ. ფიფია, ს. სამადარი.** ბაღართვის პარადოქსი და ალბათური მოდელირების სხვა პარადოქსები ..... 105

**სატრანსპორტო, მანქანათმშენებლობა**

**თ. მეგრელიძე, გ. გუგულაშვილი, ე. სადალაშვილი, გ. მეგრელიძე.** ბამზრქვევი საშრობების ბაანბაროშების მეთოდობა ..... 110  
**თ. მეგრელიძე, ე.სადალაშვილი, ვ. დვარდიანი, გ. გუგულაშვილი.** ღნობის პროცესის პარამეტრების დამოკიდებულება მუშა აბენტის ტენიანობაზე .....114  
**გ. შარაშენიძე, მ. დოლიძე, ს. შარაშენიძე, ლ. ქუფარაშვილი.** ელექტრომატარებლის მოტორიანი ვაბონის სამუხრუჭო ბადაცემის ხუნდების ავტორხევივის პროცესის გამოკვლევა სახსრულ შეერთებებში ღრეოების ბათვალისწინებით ..... 118  
**გ. შარაშენიძე, პ. კურტანიძე, ს. შარაშენიძე, ლ. ქუფარაშვილი.** სახსრული შეერთებების ელემენტების ცვთვის ზეგავლენა სამზავრო ვაბონის სამუხრუჭო ბადაცემის ბერკეტების ღრეკად-ბანივ რხევივზე ..... 122  
**მ. დოლიძე.** ელექტრომატარებლის კრავიანი ვაბონის ღრეოებიანი სამუხრუჭო კვანძის კინეტიკური ენერგიის ბანსაზღვრის მათემატიკური აპარატი ..... 126  
**პ. კურტანიძე.** სამზავრო ვაბონის სამუხრუჭო ბერკეტული ბადაცემის ცვლადი კინეტიკური ენერგიის ბაანბაროშება ღრეოების ბათვალისწინებით ..... 130

**ჰუმანიტარულ-სოციალური**

**ნ. გამყრელიძე.** ვერბალური კომუნიკაცია და მისი სოციალურ-ფსიქოლოგიური ასპექტის თავისებურებანი ..... 134  
**ნ. გამყრელიძე.** ნაციონალური და ეთნოკულტუროლოგიური სტიმეოტიკები ფრაზეოლოგიური სემანტიკის ჩამოყალიბებისა და აღქმის პროცესში ..... 137  
**რ. თაბუკაშვილი.** ციფრული ტექსტის პოზიცია კომუნიკაციურ მოდელში ..... 141  
**რ. თაბუკაშვილი.** კიდევ ერთხელ “ტირმინის” დეფინიციის შესახებ ..... 144

**ავტორთა საკიბეელი** ..... 149  
**ავტორთა საყურადღებოდ** ..... 150

# CONTENTS

## BUILDING

<b>B. Gvasalia.</b> DEFINITION OF COMPOUND I-BEAM OPTIMAL PARAMETERS .....	11
<b>A. Motsonelidze.</b> MATHEMATICAL MODEL OF ALKALI-AGGREGATE REACTION IN DAM CONCRETE .....	18
<b>A. Motsonelidze, V. Abuladze.</b> CONSTITUTIVE MODEL OF CONCRETE IN THE PLANE STRAIN CONDITION .....	21
<b>A. Sokhadze, V. Medzmariashvili.</b> LARGE DEPLOYABLE SPACE REFLECTORS OF NEW GENERATION .....	25
<b>I. Kadaria.</b> ABOUT IMPROVING COAST LINE STABILITY AT THE RIVER RIONI CONFLUENCE BY THE TOWN CANAL .....	33

## ENERGETICS AND TELECOMMUNICATION

<b>K. Kutateladze, M. Maghradze.</b> NEW PUBLIC MANAGEMENT (NPM)-THE CONSTITUTE PART OF ADMINISTRATIVE SCIENCE .....	38
---	----

## MINING AND GEOLOGY

<b>G. Lomsadze, G. Lobjanidze.</b> CURRENT ISSUES OF THE GEORGIAN MINING INDUSTRY STRUCTURE .....	42
<b>U. Zviadadze, Kh. Avaliani, M. Mardashova.</b> THE HYDROGEOCHEMICAL PECULARITIES OF CHALADIDI OIL-PROSPECTING AREA .....	48
<b>I. Kokolashvili.</b> FLORA AND CLIMATE OF EARLY SARMATIAN PERIOD OF KACHETI ON THE BASIS OF PALYNOLOGICAL DATA .....	53
<b>N. Poporadze, D. Abzianidze, M. Dvali.</b> ABOUT PROBLEMS OF ECOLOGICAL SECURITY AND OPTIMIZATION MANAGEMENT OF ECOLOGICAL SYSTEM .....	59
<b>U. Zviadadze, Z. Gaganidze, N. Kitiashvili.</b> COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF GEORGIA'S MINERAL AND OIL WATERS ACCORDING TO THEIR MICROCOMPONENTS CONTENTS .....	63
<b>I. Mshvenieradze.</b> GEOCHEMICAL ASPECTS OF DZIRULA CRYSTALLINE ROCK MASS (WEST GEORGIA) LATEHERCYNIAN CALIUM GRANITE FORMATION .....	68
<b>G. Nadareishvili, O. Machavariani, M. Tkemaladze, T. Cheishvili, S. Kavtradze.</b> GEOLOGICAL CONSTRUCTION OF MUSHVANI TRACHYRIOLITE EXTRUSION AND PROBLEMS OF ITS APPLYING FOR STAINED GLASS INDUSTRY (SOUTH-EAST GEORGIA) .....	72

## CHEMICAL TECHNOLOGY, METALLURGY

<b>I. Baramidze, E. Shengelya, L. Gvasalya.</b> WATER PURIFICATION FROM PHOSPHATES BY FILTRATION ON COAL SHALES .....	78
<b>T. Cheishvili, M. Shavlakadze.</b> STUDY OF MATERIALS RECEIVED ON THE BASIS OF MANGANESE - CONTAINING SULFATE SLIME AND AMMONIUM .....	83

## ARCHITECTURE, URBANIZATION, DESIGN

<b>E. Huseynov.</b> SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF NEW CITIES - "ECOCITIES" IN THE REGIONAL PLAN OF BIG BAKU .....	88
<b>N. Katari.</b> PLANNING OF TOURISTIC CENTERS ON THE NASSER LAKE IN THE SOUTH OF EGYPT .....	92

## INFORMATIC, MANAGING SYSTEMS

<b>I. Chkheidze, O.Tomaradze, L. Tokadze.</b> WAVELET TECHNOLOGY ALGORITHMS FOR FILTRATION PROPERTIES .....	97
<b>I. Chkheidze, L. Tokadze.</b> ELECTROCARDIOGRAM ANALYSIS ON THE BASIS OF TIME - FREQUENCY WAVELET TRANSFORMATION .....	101
<b>R. Kakubava, D.Gulua, G. Pipia, S. Samadar.</b> SET-UP PARADOX AND OTHER PARADOXES IN THE PROBLEMS OF PROBABILITY MODELLING .....	105

## TRANSPORT, MECHANICAL ENGINEERING

<b>T. Megrelidze, G. Gugulashvili, E. Sadagashvili, G. Megrelidze.</b> CALCULATION METHODS OF DISPERSIVE DRYING MACHINES .....	110
<b>T. Megrelidze, E. Sadagashvili, V. Gvachliani, G. Gugulashvili.</b> THE TEA LEAVES DESICCATED WORKER AGENT PRELIMINARY DRYING WITH USE THE REFRIGERATING PLANT .....	114
<b>G. Sharashenidze, M. Dolidze, S. Sharashenidze, L. Kuparashvili.</b> RESEARCH OF ELECTRIC TRAIN MOTOR CAR BRAKE TRANSMISSION SELF-EXCITED OSCILLATION PROCESS WITH TAKING INTO ACCOUNT CLEARANCES IN HINGED CONNECTIONS .....	118
<b>G. Sharashenidze, P. Kurtanidze, S. Sharashenidze, M. Dolidze, L. Kyparashvili.</b> INFLUENCE OF HINGED CONNECTION ELEMENTS WEAR ON ELASTIC- LATERAL OSCILLATIONS OF PASSENGER TRAIN MOTOR CAR BRAKE LINKAGE LEVERS .....	122
<b>M. Dolidze.</b> MATHEMATICAL APPARATUS OF DEFINITION OF KINETIC ENERGY OF ELECTRIC TRAIN MOTOR CAR BRAKE ASSEMBLY WITH CLEARANCES .....	126
<b>P. Kurtanidze.</b> CALCULATION OF VARIABLE KINETIC ENERGY OF BRAKE LEVER TRANSMISSION OF CARRIAGE WITH ACCOUNT OF CLEARANCES .....	130

## THE HUMANITIES-SOCIAL

<b>N. Gamkrelidze.</b> THE VERBAL COMMUNICATION AND FEATURES OF ITS SOCIAL - PSYCHOLOGICAL ASPECT .....	134
<b>N. Gamkrelidze.</b> NATIONAL AND ETHNOCULTUROLOGICAL STEREOTYPES IN PROCESS OF BECOMING AND RECOGNITION OF PHRASEOLOGICAL SEMANTICS .....	137
<b>R. Tabukashvili.</b> DIGITAL TEXT POSITION IN COMMUNICATIVE MODEL .....	141
<b>R. Tabukashvili.</b> ONCE AGAIN ABOUT THE DEFINITION OF "TERM" .....	144

<b>AUTHORS INDEX</b> .....	149
----------------------------	-----

<b>FOR AUTHORS ATTENTION</b> .....	150
------------------------------------	-----

# СОДЕРЖАНИЕ

## СТРОИТЕЛЬСТВО

<b>Б.А. Гвасалия.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОСТАВНОЙ ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ .....	11
<b>А.Н. Моцонелидзе.</b> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАКЦИИ МЕЖДУ ЩЕЛОЧЬЮ И ЗАПОЛНИТЕЛЯМИ В БЕТОНЕ ПЛОТИН .....	18
<b>А.Н. Моцонелидзе, В.Г. Абуладзе.</b> ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ МОДЕЛЬ БЕТОНА В ПОСТАНОВКЕ ПЛОСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ .....	21
<b>А.П. Сохадзе, В.Э. Медзмариашвили.</b> БОЛЬШИЕ РАЗВЕРТЫВАЕМЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКТОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ .....	25
<b>Ю.Р. Кадариа.</b> ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЫ МОРСКОЙ АКВАТОРИИ В ЗОНЕ СЛИВАНИЯ Р. РИОНИ В МОРЕ ГОРОДСКИМ КАНАЛОМ .....	33

## ЭНЕРГЕТИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

<b>К.Г. Кутателадзе, М.Д. Маградзе.</b> НОВЫЙ ПУБЛИЧНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ (NPM) - СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ АДМИНИСТРАТИВНОЙ НАУКИ .....	38
--	----

## ГОРНОЕ ДЕЛО И ГЕОЛОГИЯ

<b>Г.И. Ломсадзе, Г.З. Лобжанидзе.</b> АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОТРАСЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГРУЗИИ .....	42
<b>У.И. Звиададзе, Х.А. Авалиани, М.Л. Мардашова.</b> ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕФТЕПОИСКОВОЙ ПЛОЩАДИ ЧАЛАДИДИ .....	48
<b>И.М. Коколашвили.</b> ФЛОРА И КЛИМАТ РАНЕСАРМАТСКОГО ПЕРИОДА КАХЕТИИ (НА ОСНОВЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ) .....	53
<b>Н.Г. Попорадзе, Д.В. Абзианидзе, М.С. Двали.</b> О ПРОБЛЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ .....	59
<b>У.И. Звиададзе, З.С. Гаганидзе, Н.З. Китиашвили.</b> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ И НЕФТЯНЫХ ВОД ГРУЗИИ ПО ИХ МИКРОКОМПОНЕНТНОМУ СОСТАВУ .....	63
<b>И.Н. Мшвениерадзе.</b> ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЗДНЕГЕРЦИНСКИХ КАЛИЕВЫХ ГРАНИТОВ ДЗИРУЛЬСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ) .....	68
<b>Г.Ш. Надареишвили, Т.Ш. Чеишвили, О.Н. Мачавариани, М.В. Ткемаладзе, С.А. Кавтарадзе.</b> ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МУШЕВАНСКОГО ТРАХИРИОЛИТОВОГО ЭКСТРУЗИВА И ПРОБЛЕМА ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ СТЕКОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ГРУЗИЯ) .....	72

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, МЕТАЛЛУРГИЯ

<b>И.Н. Барамидзе, Е.Г. Шенгелия, Л.Е. Гвасалия.</b> ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ФОСФАТОВ МЕТОДОМ ФИЛЬТРАЦИИ НА УГЛИСТЫХ СЛАНЦАХ .....	78
<b>Т.Ш. Чеишвили, М.Л. Шавлакадзе.</b> ИЗУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО СУЛЬФАТНОГО ШЛАМА И НИТРАТА АММОНИЯ .....	83

## **АРХИТЕКТУРА, УРБАНИСТИКА, ДИЗАЙН**

- Э.Ф. Гусейнов.** УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ НОВЫХ ГОРОДОВ – “ECOCITIES” В РЕГИОНАЛЬНОМ ПЛАНЕ  
БОЛЬШОГО БАКУ ..... 88
- Н. Катари.** ПЛАНИРОВАНИЕ ТУРИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ НА ОЗЕРЕ НАСЕР В ЮЖНОМ ЕГИПТЕ ..... 92

## **ИНФОРМАТИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

- И.М. Чхеидзе, О.К. Томарадзе, Л.Ш. Токадзе.** ФИЛЬТРУЮЩИЕ СВОЙСТВА АЛГОРИТМОВ  
ВЕЙВЛЕТ-ТЕХНОЛОГИИ ..... 97
- И.М. Чхеидзе, Л.Ш. Токадзе.** АНАЛИЗ КАРДИОГРАММ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННО-ЧАСТОТНОГО  
ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ..... 101
- Р.В. Какубава, Д.В. Гулуа, Г.М. Пипиа, С. Саммадар.** ПАРАДОКС НАСТРОЙКИ И ДРУГИЕ ПАРАДОКСЫ  
ВЕРоятНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ..... 105

## **ТРАНСПОРТ, МАШИНОСТРОЕНИЕ**

- Т.Я. Мегрелидзе, Г.Л. Гугулашвили, Э.З. Садагашвили, Г.Т. Мегрелидзе.** МЕТОДИКА РАСЧЕТА  
РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ СУШИЛОК ..... 110
- Т.Я. Мегрелидзе, Э.З. Садагашвили, В.В. Гвачлиани, Г.Л. Гугулашвили.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОСУШКИ РАБОЧЕГО АГЕНТА УСТАНОВКИ ДЛЯ  
ЗАВЯЛИВАНИЯ ЧАЙНОГО ЛИСТА ..... 114
- Г.Г. Шарашенидзе, М.Г. Долидзе, С.Г. Шарашенидзе, Л.Дж. Купарашвили.** ИССЛЕДОВАНИЕ  
АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА КОЛОДОК ТОРМОЗНОЙ ПЕРЕДАЧИ МОТОРНОГО ВАГОНА  
ЭЛЕКТРОПОЕЗДА С УЧЁТОМ ЗАЗОРОВ В ШАРНИРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ..... 118
- Г.С. Шарашенидзе, П.Р. Куртанидзе, С.Г. Шарашенидзе, Л.Дж. Купарашвили.** ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА  
ЭЛЕМЕНТОВ ШАРНИРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА УПРУГО-ПОПЕРЕЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РЫЧАГОВ  
ТОРМОЗНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА ..... 122
- Долидзе М.Г.** МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТОРМОЗНОГО УЗЛА  
С ЗАЗОРАМИ МОТОРНОГО ВАГОНА ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ..... 126
- П.Р. Куртанидзе.** РАСЧЁТ ПЕРЕМЕННОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ  
ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА С УЧЁТОМ ЗАЗОРОВ ..... 130

## **ГУМАНИТАРНО-СОЦИАЛЬНАЯ**

- Н.О. Гамкрелидзе.** ВЕРБАЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО  
АСПЕКТА ..... 134
- Н.О. Гамкрелидзе.** НАЦИОНАЛЬНЫЕ И ЭТНОКУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКИЕ СТЕРЕОТИПЫ В ПРОЦЕССЕ  
СТАНОВЛЕНИЯ И ВОСПРИЯТИЯ ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЕМАТИКИ ..... 137
- Р.М. Табукашвили.** ПОЗИЦИЯ ЦИФРОВОГО ТЕКСТА В КОММУНИКАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ..... 141
- Р.М. Табукашвили.** ОПЯТЬ О ДЕФИНИЦИИ «ТЕРМИНА» ..... 144

**ПЕРЕЧЕНЬ АВТОРОВ** ..... 149

**К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ** ..... 150



## მალუა ნაქყემი – 65



გამთრინილ ქსტთუელ მუცნიიქსსა ღა ენუტგუცვიუსთა მტავალი თსმის აღმზღრელს, პტთუესტმ მალუა ნაქყემის ღამედრემიღან 65 ღა სემუცნიიქტ-პედსგტგიუქტი მტლუაქქემის 40 ქელი მუქსტუღღა.

პტთუესტმ მალუა მალუას ტუ ნაქყემი ღანიმღა 1945 ქლის 21 თემუტვალს ქ. სენავმი, იუქისცის ტჟასმი. 1952–1956 ქლემმი იგი სქსულტმღა სენავის პედსგტგიუქტ ცუქნიუქტმთსნ ასქემუღ სს-მსგტ ღსქყემით სსსქსულემუღმი. მემღტმ სქსულა განსგტმტ სენავის პიბუღლ სსმუასლ სუტლსმი, ტმუელიც 1963 ქლს ტქტს მუღსლგი ღასმთსუტს. იმსუ ქლს სსქსტუელს პტლიცუქნიუქტი ინ-

სციცუქვის ენუტგუცვის ტუკულცუცვის სცუქენცი გასღა. იყტ სსსულტმითი სციპენღისნცი. 1969 ქლს ქსტრინემით ღასმთსუტს ინსციცუქვი “ინქინიქ-ელუქცტრისის” უკალიტუკაციით ღა ღსცტუემუღ იქნს “ზტგადი ღა თუტბიუღი ელუქცტტცუქნიის” კსთედსაგი ასისცუნცად. 1971 ქლს რისბიცსა მტსუტვის ენუტგუცვის ინსციცუქვის ასპიბანცუქტსმი, სსღაც 1975 ქლს ქსტ-მსცემით ღაციუა ღისქტცაციას ცუქნიის მუცნიიქტმთსა კანღიღსის სემუცნიიქტ სსტისსის მტსსპტუემლსღ ღა ღსუქტნღა მმტმლიუქტ ინსციცუქვის, ტმუელსსაც მტლიანსღ ღსუკავმიბს მემღტმტი სემუცნიიქტ-პედსგტგიუქტი ღა სსგტგადემბიუტი მტლუაქქემს. 1975–1989 ქლემმი უკუს სსქსტუელს პტლიცუქნიუქტი უნიუქსიციცვის ზტგადი ღა თუტბიუღი ელუქცტტცუქნი-უს კსთედის ასისცუნცის, უტტტსი მსსქსულემლისა ღა ღტცუნცის თსნამღემბემი. ამსუ პუ-ბიბღმი 1979–83 ქლემმი ასრუღი იყტ სსქსტუელს პტლიცუქნიუქტი ინსციცუქვის გსკბ-თისნემუღი პტტუემის თსუბჟღტმსტრ. 1998 ქლს ქსტმსცემით ღაციუა ღისქტცაციას ცუქნი-უს მუცნიიქტმთსა ღტცტტბის სემუცნიიქტ სსტისსის მტსსპტუემლსღ. 2001 ქლს მსს მიენიქს პტტუესტბის ქტღემს. 2003 ქლს პტტუესტბი მ. ნაქყემი ასრუღი იქნს “ელუქცტტული სსღტუ-ტემის, ქსელემისა ღა სისცემემის” კსთედის გამგედ, სტლმ 2007 ქლიღსნ ენუტგუცვისსა ღა ცუქლუკტმუქნიკაციის ტუკულცუცვის “ელუქცტტენუტგუცვის, ელუქცტტნიისსა ღა ელუქცტტმქქსნი-უს ღუპსტცამენცის” უტტტსიას. 1995–2007 ქლემმი იგი სსქსტუელს ცუქნიუქტი უნიუქსი-ციცვის სსსქსულ ნსქილს სელმბლუანულტმღა ღა აქციუქტსღ მტნსქილუტმღა Tempus-Tacis-ის სსკბტსმტბისს პტბექცემმი, უმსლლესი გსნსთლემის ტუტტბის გსნსტტცილემისა ღა უნი-იუქსიციცვის სსსქსულ პტტცესმი მტლტნიის პტტცესის მემსღტენული უტპტნენცემის ღა-ნუტგვის მიზნიტ.

2004 ქლს პტტუესტბი მ. ნაქყემი მიუღინემუღ იქნს ამმ-მი სსსულმქიიტ ღუპსტცა-მენცის გსნსთლემისა ღა უტლცუქტბის გსნსტლემის პტბექცის ტსტგლემმი უმსლლესი გს-ნსთლემის მსტუის გსმტღილემის გსსსცნტმსღ.

სსსქსულ-პედსგტგიუქტ სსქსიანტმსს პტტუესტბი მ. ნაქყემი ქსტმსცემით უტსესქემს სემუცნიიქტ მტლუაქქემს. იგი ინცუნსიუქტსღ მუქსტმს უსსლესი ამტბტული მსგნიცუქტი მს-

სალომის ელექტროტექნიკურ მშენებლობებში გამტარების პატრონიზაცია. იგი აბის 60-ზე მეტი სამეცნიერო მუშაობის ავტორი, მათ შორის სამი სახელმძღვანელო, ათი მონოგრაფია, რვა გამგებანი და პატენტები. პატენტები მ. ნაჭყალია აბის ელექტროტექნიკის საინჟინერო აკადემიის ენერჯეტიკის განვითარების აკადემიის-მდივანად, ენერჯეტიკის აკადემიის, აბის-ის ელექტროტექნიკის და ელექტროტექნიკის ინჟინერთა IEEE საერთაშორისო მდივანის, აბის-ის სამეცნიერო საზოგადოების Sigma Xi წევრად.

იგი მრავალი საერთაშორისო კონგრესის და სემინარის მდივანია. პატენტები მ. ნაჭყალია აბის ენერჯეტიკის ინჟინერის საზოგადოების პრეზიდენტის წევრი. აღსანიშნავია მისი მუშაობის საერთაშორისო ტექნიკური კონგრესის ინჟინერის და ენერჯეტიკის დარგის გამგებანი მდივანთა და პრეზიდენტისა და მდივანების მესხაძე.

პატენტები მ. ნაჭყალია საერთაშორისო ტექნიკური კონგრესის 2001 წელს თბილისის კატარის დატარების ერთ-ერთი ავტორი მდივანია. 2005 წელს იგი დაჯილდოვდა საერთაშორისო კატარის-პრეზიდენტის საპრემიო სიგელით.

იგი ათეული წლების კითხვებში ლექციებს მიმართავს ელექტროტექნიკურ დისციპლინაში. აბის ელექტროტექნიკური ენერჯეტიკის წამლობის, გარდაცემისა და განვითარების მიმართულების საერთო პატენტები და ენერჯეტიკისა და ელექტროტექნიკის თანამშრომლების სამსახურის წევრი.

პატენტები მ. ნაჭყალიას მონოგრაფია მესხაძის ენერჯეტიკის საერთაშორისო ენციკლოპედიაში, დამოუკიდებლად 2005 წელს გამოიცა.

ელექტროტექნიკური ენერჯეტიკის განვითარებისა და მასშტაბული ტექნიკური საინჟინერო კატარის აღზრდის სადამსახურე მდივანული თანამშრომლობის პირადი წვლილისათვის პატენტები მ. ნაჭყალია 1998 წელს "ლიტერატურის მდივანთა", ხოლო 2003 წელს "ლიტერატურის მდივანთა" დაჯილდოვდა.

მეცნიერული მასალის მდივანული მასალის, მესხაძის ენერჯეტიკის და მდივანული მასალის გამომცემის მდივანული მდივანული მდივანული პრეზიდენტობით, სადამსახურე ერთგულებით, გამომცემ-მდივანთა მიმართ კეთილგანწყობით და პრეზიდენტობით.

მეცნიერული მასალა! გულითადად გილოცავთ საინჟინერო თანამშრომლის, გისურვებთ თქვენს მდივანთა ერთად მდივანობას, ჯანმრთელობას, დიდხანს სიხარულის და ასევე მდივანული მდივანთა მდივანთა სამეცნიერო-პრეზიდენტობით და საზოგადოებრივ სადამსახურეში.

საერთაშორისო ტექნიკური კონგრესის დირექტორი

საერთაშორისო ტექნიკური კონგრესის ენერჯეტიკისა და ელექტროტექნიკის თანამშრომლების დირექტორი

# სამშენებლო სექცია

შპს 624.04

შედგენილი ორტესებრი კოჭის ოპტიმალური პარამეტრების განსაზღვრა

ბ. გვასალია

საინჟინრო მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: gvasbadal@posta.ge

**რეზიუმე:** დამუშავებულია შედგენილი ორტესებრი კოჭის ოპტიმალური პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდი. დასმული პრობლემა წარმოდგენილია, როგორც არაწრფივი მათემატიკური დაპროგრამების ამოცანა. მიზნის ფუნქციის გლობალური ექსტრემუმის მოსანახად გამოყენებულია შემთხვევითი ძებნის მეთოდი. მიღებული შედეგები საშუალებას იძლევა დავადგინოთ კოჭის ჰორიზონტალური თაროების და კედლის ოპტიმალური გეომეტრიული ზომები, რის შედეგად კოჭის მინიმალური წონა მიიღწევა.

**საკვანძო სიტყვები:** ლითონის კონსტრუქციები; კონსტრუქციების ოპტიმალური პარამეტრები; კოჭის დაპროექტება; ექსტრემუმის შემთხვევითი ძებნა.

## 1. შესავალი

შედგენილი, ორტესებრი განივი კვეთის მქონე, კოჭი იმ შემთხვევაში გამოიყენება, როდესაც ნაგლინი კოჭი ვერ აკმაყოფილებს სიმტკიცის, სიხისტის, საერთო მდგრადობის და სხვა მოთხოვნებს. გარდა ამისა, შედგენილი კოჭი ლითონის ხარჯვის ეკონომიურობით გამოირჩევა. ასეთი კოჭების ოპტიმალური პარამეტრების შერჩევასადმი მიძღვნილია ცნობილი მეცნიერების ე. ბელენიას, ნ. სტრელეცკის, კ. მუხანოვის, ნ. ჟურავსკის [1,2,3,4] და სხვათა შრომები. ყველა ავტორი ამ პრობლემის გადაწყვეტას ცდილობს, მართალია განსხვავებული, მაგრამ მაინც მარტივი, არამკაცრი იტერაციული გზით. ინჟინრული ინტუიცია და დიდი პრაქტიკული გამოცდილება მათ საშუალებას აძლევს, მიღებული შედეგების მრავალჯერადი გადამოწმების გზით, სასურველ მიზანს მიუახლოვდეს. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ამ გზით მიღებული შედეგები არ შეიძლება ჩაითვალოს ოპტიმალურად თანამედროვე გაგებით.

ვ. ტროფიმოვიჩისა და ვ. პერმიაკოვის [5] ნაშრომებში განხილულია ლითონის კონსტრუქციების ოპტიმიზაციის მეთოდები, მაგრამ ძირითად მათემატიკურ აპარატად გამოიყენება წრფივი მათემატიკური დაპროგრამების, კერძოდ, სიმ-

პლექს მეთოდი. მაგრამ ეს მეთოდი მხოლოდ წრფივი ამოცანების შემთხვევაშია გამოსადეგი, ამიტომ მათი გამოყენების სფერო შეზღუდულია.

პრაქტიკაში ცნობილია, რომ უმეტეს შემთხვევაში საქმე გვაქვს არაწრფივ ამოცანებთან. ასეთი ტიპის ამოცანების ამოსნა დაკავშირებულია მულტიმოდალური ხასიათის, მრავალპარამეტრიანი, რთული კონფიგურაციის, არაწრფივი მიზნის ფუნქციის, აგრეთვე არაწრფივი შეზღუდვების მქონე ამოცანების გადაწყვეტასთან, რაც მრავალ სირთულესთანაა დაკავშირებული. თანამედროვე პირობებში არაწრფივი მათემატიკური დაპროგრამების მეთოდებისა და კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარებამ შესაძლებლობა მოგვცა ამ პრობლემისადმი სხვაგვარად შეგვეხედა. მით უფრო, რომ ცნობილი ამერიკელი მეცნიერები ე. ხოგი და ი. არორა [6] ამ საკითხის გადაწყვეტის ზემოთ აღნიშნული მიდგომისადმი განსაკუთრებულ ინტერესს იჩენენ.

## 2. ძირითადი ნაწილი

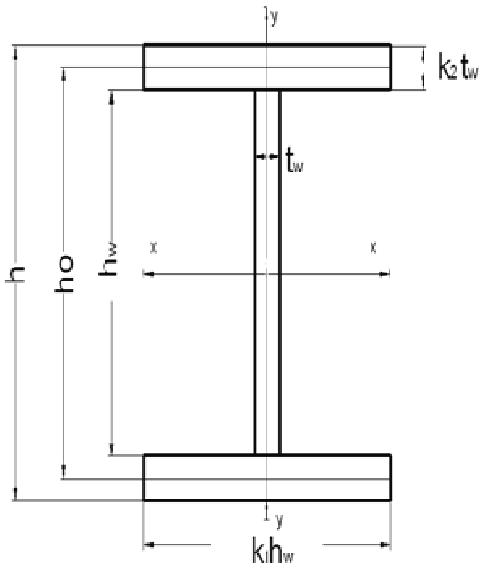
ამოცანის დასმა. ვთქვათ, დასაპროექტებელია შედგენილი, ორტესებრი განივი კვეთის მქონე, ფოლადის კოჭი, როგორც ეს ნაჩვენებია 1-ელ ნახაზზე. კოჭს უნდა ჰქონდეს მინიმალური წონა, მაშინ როდესაც შეზღუდვა დადებულია თაროებზე მომქმედ ღუნვის ძაბვებზე, კოჭის საერთო მდგრადობაზე, თაროებისა და კედლის ადგილობრივი მდგრადობის კარგვაზე.

კოჭის ერთი გრძივი მეტრის სრული მასა კედლისა და თაროების მასების ჯამის ტოლია და ფორმულით გამოითვლება:

$$g = g_1 + 2g_2 = h_w t_w \rho + 2k_1 k_2 h_w t_w \rho_w = \rho h_w t_w (1 + 2k_1 k_2), \quad (1)$$

სადაც  $h_w$  არის კოჭის კედლის სიმაღლე;  $t_w$  – კოჭის კედლის სისქე;  $k_1$  – კოჭის კედლის სიმაღლის და თაროს სიგანის დამაკავშირებელი კოეფიციენტი;  $k_2$  – კოჭის კედლის სისქის და თაროს სისქის დამაკავშირებელი კოეფიციენტი;  $\rho$  – ფოლადის სიმკვრივე.

ცვლადები  $h_w$ ,  $t_w$ ,  $k_1$ ,  $k_2$  განსაზღვრავს კოჭის განივი კვეთის ფორმას და იწოდება საპროექტო პარამეტრებად.



ნახ. 1. ორტესური კოჭი

$\sigma_{max}$  მაქსიმალური ნორმალური ძაბვა ფორმულით გამოითვლება:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot c}{I_x}, \tag{2}$$

სადაც  $c = \frac{h_0}{2}$  არის მანძილი კოჭის ნეიტრალური ღერძიდან შეკუმშული (გაჭიმული) თაროს ღერძამდე;  $M_{max}$  – კოჭზე მოქმედი მაქსიმალური მღუნავი მომენტი;  $I_x$  – განივი კვეთის ინერციის მომენტი  $x$  ღერძის მიმართ. იმის გათვალისწინებით, რომ  $t_w \ll h_w$  და  $h_w \approx h_0$ . გვექნება:

$$I_x = \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} (1 + 6k_1 k_2). \tag{3}$$

შესაბამისად, ძაბვაზე შეზღუდვა გამოსახება უტოლობით  $\sigma_{max} - R_y \leq 0$ , ანუ თუ ამ უკანასკნელ გამოსახლებაში გავითვალისწინებთ (2) და (3) გამოსახულებების მნიშვნელობებს, მაშინ ძაბვაზე შეზღუდვა შემდეგნაირად შეიძლება ჩაწეროს [6]:

$$\frac{6M_{max}}{t_w \cdot h_w^2 (1 + 6k_1 k_2)} - R_y \leq 0, \tag{4}$$

სადაც  $R_y$  კოჭის მასალის საანგარიშო წინაღობაა.

კოჭის თაროებისა და კედლის ადგილობრივი მდგრადობის განსაზღვრის მიზნით განხილულია როგორც ამერიკელი მეცნიერების [6], ასევე რუსი მეცნიერების [1,2] მიდგომა.

ადგილობრივი მდგრადობის დაკარგვის განხილვისას, გამოზურცვის ფორმები ისეთნაირად აიღება, როგორც ფირფიტის მდგრადობის დაკარგვისას.

თაროსა და კედლისათვის გამოზურცვის კოეფიციენტები შესაბამისად ტოლია  $K_{pf} = 0.385$  და  $K_{pw} = 3.62$ . ამგვარად, თაროებისა და კედლის

სათვის ადგილობრივი მდგრადობის დაკარგვის შეზღუდვა გამოისახება შემდეგი უტოლობებით [6]:

$$\sigma_{max} - \sigma_{crf} \leq 0, \tag{5}$$

და

$$\sigma_{max} - \sigma_{crw} \leq 0, \tag{6}$$

სადაც  $\sigma_{crf}$  და  $\sigma_{crw}$  თაროებისა და კედლის გამოზურცვისას კრიტიკული ძაბვებია და შემდეგი ფორმულებით იანგარიშება:

$$\sigma_{crf} = 1.54E(k_2/k_1)^2 \cdot (t_w/h_w)^2, \tag{7}$$

$$\sigma_{crw} = 21.7E(t_w/h_w)^2. \tag{8}$$

თუ (7) და (8) გამოსახულებებს ჩავსვამთ მე-5) და მე-6) გამოსახულებებში შესაბამისად შეზღუდვებისათვის გვექნება:

$$\sigma_{max} - 1.54E(k_2/k_1)^2 \cdot (t_w/h_w)^2 \leq 0, \tag{9}$$

$$\sigma_{max} - 21.7E(t_w/h_w)^2 \leq 0. \tag{9a}$$

კოჭის თაროს ადგილობრივი მდგრადობის უზრუნველყოფის მიზნით აუცილებელია დაცულ იქნეს შემდეგი პირობა [1,2]:

$$\frac{k_1 h_w}{2k_2 t_w} \leq 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}}.$$

ზემოთ მოყვანილი გამოსახულების სათანადო გარდაქმნის შემდეგ გვექნება:

$$R_y - E(k_2/k_1)^2 \cdot (t_w/h_w)^2 \leq 0. \tag{10}$$

იმისათვის, რომ უზრუნველყოფილ იქნეს კოჭის კედლის ადგილობრივი მდგრადობა, მისი გრძივი სიხისტის წიბოს დამატებითი გაზარების გარეშე, აუცილებელია დაცულ იქნეს შემდეგი პირობა [1,2,3]:

$$t_w \geq h_w \sqrt{\frac{R_y}{E}} / 5,5.$$

უკანასკნელი გამოსახულების სათანადო გარდაქმნის შედეგად მივიღებთ:

$$R_y - 30,25E(t_w/h_w)^2 \leq 0. \tag{10a}$$

ზემოთ მოყვანილი (9 და 10) და (9a და 10a) ფორმულების ანალიზის შედეგად ვასკენით, რომ კოჭის თაროს ადგილობრივი მდგრადობის უზრუნველყოფის შემთხვევაში (10) ფორმულით მოცემულია უფრო მკაცრი მოთხოვნა ვიდრე (9) ფორმულით, ხოლო კოჭის კედლის ადგილობრივი მდგრადობის შემთხვევაში (9a) ფორმულით მოცემულია უფრო მკაცრი მოთხოვნა, ვიდრე (10a) ფორმულით. კონსტრუქტორის პრეროგატივას წარმოადგენს, თუ რომელ ფორმულებს აირჩევს იგი გაანგარიშებებისათვის, ჩვენ მიერ განხილული მაგალითის შემთხვევაში არჩეულია როგორც ამერიკელი, ასევე რუს მეცნიერთა მიერ შემოთავაზებული ფორმულები.

შეზღუდვები დადებულია აგრეთვე კოჭის მოქნილობა  $\lambda = \frac{h}{t_w}$ -ზე, სიმაღლე  $h$ -ზე, კედლის სიმაღლის და თაროს სიგანის დამაკავში-

რეპელ  $k_1$  და კოჭის კედლის სისქის და თაროს სისქის დამაკავშირებელ  $k_2$  კოეფიციენტებზე.

შეზღუდვა კოჭის მოქნილობისთვის  $\lambda = \frac{h}{t_w}$  ჩაიწერება:

$$\lambda_1 \leq \frac{h}{t_w} \leq \lambda_2, \quad (11)$$

სადაც  $\lambda_1$  და  $\lambda_2$  არის შესაბამისად  $\lambda$ -ს ცვლილების ქვედა და ზედა ზღვარი.

$h_1, h_2, k_1, k_2, n_p, n_g$  კოჭის პარამეტრების ზღვრული მნიშვნელობებია და მათ განსასაზღვრავად ვსარგებლობთ ე. ბელენიას [1] მიერ მოცემული რეკომენდაციებით.

თანაბრად განაწილებული დატვირთვის შემთხვევაში კოჭის ჩაღუნვა  $f$  ფორმულით გამოითვლება:

$$f = 5(p^n + g^n)l^4 / 384.EI, \quad (12)$$

სადაც  $p^n$  და  $g^n$  არის კოჭის ერთ გრძივ მეტრზე მოსული დროებითი და მუდმივი ნორმატიული დატვირთვები;  $l$  – კოჭის მალე;  $EI$  – კოჭის სიხისტე ღუნვაზე;

კოჭის სიმაღლის ქვედა ზღვრული მნიშვნელობა  $h_1$  განისაზღვრება სიხისტის პირობიდან:

$$h_1 = \frac{5}{24} \cdot \frac{R_y l}{E} \left[ \frac{l}{f} \right] \cdot \frac{p^n + g^n}{n_p \cdot p^n + n_g \cdot g^n}, \quad (13)$$

სადაც  $n_p$  და  $n_g$  არის დატვირთვების საიმედოების შესაბამისი კოეფიციენტები;  $R_y$  – კოჭის მაღლის საანგარიშო წინაღობა.

კოჭის სიმაღლის ზედა საზღვარი  $h_2$  განპირობებულია მისი სამშენებლო სიმაღლით, რაც გადახურვის და მისი კონსტრუქციის მაქსიმალური შესაძლო სიმაღლეა. ამავე დროს  $h = h_w + 2k_2 t_w \leq h_2$ . მისი არჩევა განპირობებულია ტექნოლოგიური მოთხოვნით. ამგვარად, კოჭის სიმაღლეზე დადებულ შეზღუდვებს აქვს სახე:

$$h_1 \leq h \leq h_2. \quad (14)$$

კოჭის კედლის სისქე გამოითვლება როგორც ჟურავსკის [1], ასევე ემპირიული ფორმულით. ჟურავსკის ფორმულის თანახმად:

$$t_{w1} = \frac{3Q}{2hR_s}, \quad (15)$$

სადაც  $Q$  მაქსიმალური განივი ძალაა, ხოლო  $R_s$  -საანგარიშო წინაღობა ჭრაზე.

ემპირიულ ფორმულას აქვს სახე

$$t_{w2} = 7 + 3h/1000. \quad (16)$$

კონსტრუქტორს ამ ორი ფორმულით მიღებული შედეგიდან შესაძლებლობა აქვს დაადგინოს, ერთი მხრივ, გარკვეული მიახლოებით, კოჭის კედლის სისქე, რომელიც შემდეგში გამოთვლების პროცესში დაზუსტდება, ხოლო მეორე მხრივ, ისარგებლოს კოჭის სიმაღლესა და კედლის სისქეს შორის პროექტირების პრაქტიკიდან

გამომდინარე დადგენილი რეკომენდებული დამოკიდებულებით [1]. ამგვარად, კოჭის კედლის სისქეზე დადებულ შეზღუდვებს ექნება სახე:

$$t_{w1} \leq t_w \leq t_{w2}, \quad (17)$$

სადაც  $t_{w1}$  და  $t_{w2}$  კოჭის კედლის სისქის ცვლილების ქვედა და ზედა საზღვრებია.

ჩვეულებრივად კოჭის პორიზონტალური თაროს სიგანე, მისი საერთო მდგრადობის უზრუნველყოფის პირობიდან გამომდინარე, აიღება კოჭის კედლის სიმაღლის 0,2-დან 0,5-მდე [1,7], მაშასადამე  $k_1$ -ისათვის შეზღუდვას ექნება სახე:

$$0.2 \leq k_1 \leq 0.5. \quad (18)$$

კოჭის პორიზონტალური თაროს სისქე აიღება კოჭის კედლის სისქის 2-დან 3-მდე [1], მაშასადამე  $k_2$  -ისათვის შეზღუდვას ექნება სახე:

$$2 \leq k_2 \leq 3. \quad (19)$$

კოჭის პარამეტრების გაანგარიშება აგრეთვე ისეთნაირად უნდა მოხდეს, რომ კოჭის საერთო მდგრადობის პირობა არ დაირღვეს, ე.ი. პირობა დაცული უნდა იყოს:

$$\frac{M_{max}}{\phi_\sigma W} \leq R_y, \quad (20)$$

სადაც  $\phi_\sigma$  არის კოჭის მდგრადობის კოეფიციენტი, ხოლო  $W$  – კოჭის წინაღობის მომენტი. ქვემოთ მოყვანილ ფორმულათა მარტივად ჩაწერის მიზნით წინასწარ შემოვიღოთ შემდეგი აღნიშვნები:

$$b_f = k_1 h_w - \text{თაროს სიგანე;}$$

$$t_f = k_2 t_w - \text{თაროს სისქე;}$$

$$h = h_w + 2t_f - \text{კოჭის სიმაღლე;}$$

$$h_o = h_w + t_f - \text{თაროების დერძებს შორის მანძილი.}$$

კოეფიციენტი  $\psi$  ფორმულით გამოითვლება:

$$\psi = \psi \frac{I_y}{I_x} \left( \frac{h}{l} \right)^2 \frac{E}{R_y},$$

სადაც  $I_y$  და  $I_x$  ინერციის მომენტებია  $y$  და  $x$  დერძების მიმართ და ფორმულებით გამოითვლება:

$$I_y = 2 \frac{t_f b_f^3}{12} \text{ და } I_x = \frac{t_w h_w^3}{12} + 2 \left[ \frac{b_f t_f^3}{12} + b_f t_f \left( \frac{t_f}{2} + \frac{h_w}{2} \right)^2 \right].$$

$\psi$  კოეფიციენტი სამშენებლო ნორმებითა და წესებით განისაზღვრება [1] და კოჭის ჩამაგრებაზე, დატვირთვის სახეობაზე და მისი მოდების ადგილზე და აგრეთვე კოჭის კვეთის დამახასიათებელ პარამეტრ  $\alpha$  -ზეა დამოკიდებული.  $\psi$  კოეფიციენტი ზემოთ განხილული კოჭის შემთხვევაში შემდგენილია გამოითვლება:

$$\psi = 1,6 + 0,08\alpha,$$

$$\text{სადაც } \alpha = 8 \left( \frac{lt_f}{b_f h_o} \right)^2 \left( 1 + \frac{0,5 h_o t_f^3}{b_f t_f^3} \right).$$

უნდა აღინიშნოს, რომ როცა  $0 < \varphi_1 \leq 0,85$ , მაშინ  $\varphi_\sigma = \varphi_1$ , როცა  $0,85 < \varphi_1 < 1,55$ , მაშინ კრიტიკული ძაბვა იმყოფება მასალის მუშაობის დრეკად-პლასტიკურ ზონაში და  $\varphi_\sigma$  ფორმულით გამოითვლება [1]  $\varphi_\sigma = 0,68 + 0,21\varphi_1$ , ხოლო როცა  $\varphi_1 \geq 1,55$ , მაშინ  $\varphi_\sigma = 1$ .

ამრიგად,  $\varphi_\sigma$ -ს საანგარიშო ალგორითმი შემდეგნაირად შეიძლება ჩაეწეროს:

$$\varphi_\sigma = \begin{cases} \varphi_1, & \text{if } 0 < \varphi_1 \leq 0,85 \\ 0,68 + 0,21\varphi_1, & \text{if } 0,85 < \varphi_1 < 1,55 \\ 1, & \text{if } \varphi_1 > 1,55. \end{cases}$$

კოჭის საანგარიშო წინაღობის მომენტი  $W$  ფორმულით იანგარიშება:

$$W = \frac{I_x}{h/2},$$

სადაც  $I_x$  კოჭის ინერციის მომენტია  $x$  ღერძის მიმართ და ფორმულით გამოითვლება (თაროების ინერციის მომენტი საკუთარი ღერძის მიმართ მათი სიმცირის გამო მხედველობაში არ არის მიღებული).

$$I_x = \frac{t_w h_w^3}{12} + 2b_f t_f \left(\frac{h_0}{2}\right)^2.$$

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით ფორმულა (20) საბოლოოდ შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$\frac{M_{\max}}{\varphi_\sigma W} = \frac{M_{\max}(h/2)}{\varphi_\sigma \left[ \frac{t_w h_w^3}{12} + 2b_f t_f (h_0/2)^2 \right]} \leq R_y \quad (21)$$

ამრიგად, ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის შემდეგ ამოცანა საბოლოოდ შემდეგნაირად შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ:

საჭიროა ვიპოვოთ დასაპროექტებელი შედგენილი, ორტესებრი განივი კვეთის მქონე, კოჭის ის პარამეტრები ( $t, h, k_1, k_2$ ), რომელიც მიზნის (I) ფუნქციას მინიჭებს მინიმალურ მნიშვნელობას, მოცემული შეზღუდვების (4,9,11,14,17,18,19,21) დროს.

ეს ამოცანა, როგორც ხედავთ მიეკუთვნება არაწრფივი მათემატიკური დაპროგრამების ამოცანას, რომლის ამოსახსნელად ვიყენებთ გლობალური ექსტრემუმის მონახვის შემთხვევითი ძებნის ალგორითმს.

ამოცანის ამოსხნის ალგორითმი შემდეგნაირად მუშაობს:

1. დასაწყისშივე განისაზღვრება ყველა საწყისი მონაცემები. აქ არა მარტო ის მონაცემები იგულისხმება, რასაც ითვალისწინებს ტექნიკური დავალება ორტესებრი კოჭის შემთხვევისათვის, არამედ ისინიც რაც საჭიროა კომპიუტერული გამოთვლების ჩასატარებლად. მაგალითად, სტატისტიკური ცდების რაოდენობა  $S$ , შეზღუდვათა  $M_1$  და ცვლადების  $N$  რაოდენობა, საწყის მომენტში მიზნის ფუნქციის მნიშვნელობის შესადარებელი თეორიულად შესაძლო დიდი რიცხვის სიდიდე.

2. დაიწყება სტატისტიკური ცდების ჩატარების პროცესი, რომლის დროსაც შემთხვევითი რიცხვების გენერატორის მიერ გამომუშავდება რიცხვები, რომელიც შემდეგ შესაბამის შეზღუდვათა გათვალისწინებით ფორმირდება როგორც საპროექტო პარამეტრების მნიშვნელობები.

3. მოხდება წინასწარ მოცემული პირობის შესაბამისად ყველა შეზღუდვის შემოწმება. თუ ყველა პირობა ერთდროულად შესრულებას მართვა მომდევნო მე-4 პუნქტის შესრულებას გადაეცემა, წინააღმდეგ შემთხვევაში – 2-ე პუნქტის შესრულებას და აირჩევა საპროექტო პარამეტრების ახალი – განსხვავებული მნიშვნელობები.

4. გამოითვლება მიზნის ფუნქციის მნიშვნელობა და შედარდება წინასწარ არჩეულ დიდ რიცხვს. თუ მიზნის ფუნქციის მნიშვნელობა ნაკლები იქნება ამ რიცხვზე, მაშინ ამ რიცხვს მიზნის ფუნქციის მნიშვნელობა მიენიჭება და იგი სათანადო პარამეტრებთან ერთად შეინახება, რათა გამოყენებულ იქნეს შემდეგი გამოთვლებისათვის. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მართვა მე-2 პუნქტის შესრულებას გადაეცემა და ციკლური პროცესი გაგრძელდება. ეს ციკლური გამოთვლები გაგრძელდება მანამ, სანამ არ ჩატარდება ყველა  $S$  ცდა. შედეგად მივიღებთ მიზნის ფუნქციის მინიმალურ მნიშვნელობას და პარამეტრების იმ მნიშვნელობებს, რომელიც მიზნის ფუნქციის ოპტიმალურ მნიშვნელობას უზრუველყოფს.

მაგალითი და შედეგები: მოცემულია კოჭის პარამეტრები (პარამეტრების მნიშვნელობები და შეზღუდვები აღებულია [1,6] – დან):

$$\begin{aligned} \frac{6M_{\max}}{t_w h_w^2 (1 + 6k_1 k_2)} - R_y &\leq 0, \\ \sigma_{\max} - 1.54E \cdot (k_2 / k_1)^2 \cdot (t_w / h_w)^2 &\leq 0, \\ \sigma_{\max} - 21.7E \cdot (t_w / h_w)^2 &\leq 0, \\ \frac{M_{\max}(h/2)}{\varphi_\sigma \left[ \frac{t_w h_w^3}{12} + 2b_f t_f (h_0/2)^2 \right]} &\leq R_y, \\ 0.2 \leq k_1 &\leq 0.5, \\ 2 \leq k_2 &\leq 3, \\ 103,2 \leq h &\leq 150 \text{ სმ}, \\ 1,0 \leq t_w &\leq 1,2 \text{ სმ}, \\ M_{\max} &= 275400 \text{ კნ.სმ}, \\ 125 \leq \frac{h}{t_w} &\leq 150, \\ S &= 3000000, \\ \rho &= 7,85 \text{ გ/მ}^3 = 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ კგ/სმ}^3 = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ კნ/სმ}^3 \\ R_y &= 23 \text{ კნ/სმ}^2, \\ E &= 2,06 \cdot 10^4 \text{ კნ/სმ}^2, \\ N &= 4, \\ M_1 &= 14. \end{aligned}$$

განგარიშების შედეგები მოყვანილია ქვემოთ მოცემულ ცხრილში.

№	კოჭის კედლის სისქე $t_w$ მმ	კოჭის კედლის სიმაღლე $h_w$ მმ	კოჭის კედლის სიმაღლის და თაროს სიგანის $k_1$ და $k_2$ კოეფიციენტი	კოჭის კედლის სისქის და თაროს სისქის $k_2$ დამაკავშირებელი კოეფიციენტი	თაროს სიგანე $k_1 \cdot h_w$ მმ	თაროს სისქე $k_2 \cdot t_w$ მმ	$k_1 k_2$	კოჭის ერთი გრძივი მეტრის წონა (მიზნის ფუნქცია) გ კგ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>I ნაწილი. გაანგარიშებები ჩატარებულია, როდესაც <math>k_1</math> და <math>k_2</math> პარამეტრები იცვლება <math>a, b, c, d</math> მართკუთხედით შემოფარგლულ არეში (ნახ.2).</b>								
1	10.603	1394.578	0.201	2.760	279.893	29.274	0.554	244.726
2	10.045	1286.293	0.245	2.430	316.181	24.412	0.597	222.6163
3	10.514	1326.256	0.227	2.156	301.197	22.672	0.489	216.681
4	10.290	1387.741	0.213	2.138	295.910	22.005	0.455	214.326
5	10.072	1363.882	0.202	2.385	276.179	24.029	0.483	212.032
6	10.057	1392.063	0.212	2.104	296.263	21.164	0.447	208.346
7	10.107	1407.887	0.203	2.114	287.145	21.369	0.431	208.040
8	10.006	1394.761	0.210	2.136	292.958	21.376	0.448	207.877
<b>ოპტიმალური მნიშვნელობები:</b>								
	<b>10.006</b>	<b>1394.761</b>	<b>0.210</b>	<b>2.136</b>	<b>292.958</b>	<b>21.376</b>	<b>0.448</b>	<b>207.877</b>
<b>II ნაწილი. გაანგარიშებები ჩატარებულია, როდესაც <math>k_1</math> და <math>k_2</math> პარამეტრები იცვლება <math>a, e, f, g</math> მართკუთხედით შემოფარგლულ არეში <math>k_1 = 0.5/k_2</math> წირის გასწვრივ.</b>								
1	11.411	1393.347	0.229	2.183	319.042	24.917	0.5	249.623
2	10.579	1340.434	0.238	2.094	320.011	22.156	0.5	222.635
3	10.045	1395.618	0.245	2.034	343.054	20.433	0.5	220.103
4	10.310	1322.557	0.216	2.311	286.078	23.833	0.5	214.096
5	10.028	1338.768	0.249	2.006	333.624	20.121	0.5	210.784
6	10.004	1341.214	0.229	2.179	307.739	21.801	0.5	210.670
7	10.003	1340.379	0.240	2.003	334.518	20.041	0.5	210.513
8	10.006	1339.880	0.236	2.109	317.545	21.111	0.5	210.505
1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	10.003	1340.017	0.203	2.462	272.117	24.631	0.5	210.466
10	10.002	1340.167	0.228	2.189	306.011	21.901	0.5	210.446
11	10.001	1340.034	0.231	2.164	293.375	22.884	0.5	210.444
12	10.000	1340.359	0.237	2.102	318.807	21.021	0.5	210.439
<b>ოპტიმალური მნიშვნელობები:</b>								
	<b>10.000</b>	<b>1340.359</b>	<b>0.237</b>	<b>2.102</b>	<b>318.807</b>	<b>21.021</b>	<b>0.5</b>	<b>210.439</b>

\* ცხრილში მოყვანილი შედეგები მიიღეს შემდეგ სამი თანრიგის სიზუსტით არის მოცემული, კომპიუტერული გათვლები შესრულებულია უფრო დიდი სიზუსტით.

განვიხილოთ ახლა, თუ რა შესაბამისობაში მოდის ზემოთ აღნიშნული მეთოდით მიღებული შედეგები, ე. ბელენიას მიერ [1] გამოთქმულ მოსაზრებებთან. ე. ბელენია აღნიშნავს, რომ ოპტიმალური სიმაღლის მქონე კოჭისათვის თაროების მასების ჯამი კოჭის კედლის მასის ტოლია და შესაბამისად თაროების ფართობების ჯამი კოჭის კედლის ფართობის.

ჩავწეროთ მათემატიკურად ზემოთ აღნიშნული მოსაზრება. ფართობთა ტოლობა (იხ. ნახ. 1.) შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$2k_1 k_2 h_w t_w = h_w t_w, \tag{22}$$

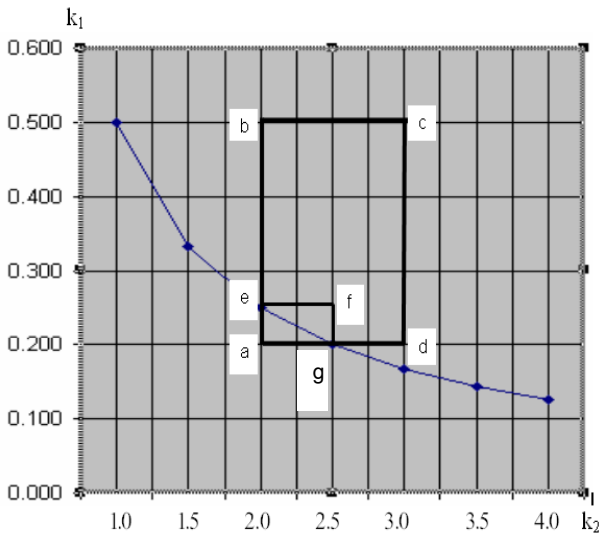
სადაც  $h_w t_w \neq 0$  და  $h_w t_w \neq \infty$ . ვინაიდან (22) ტოლობის ორივე მხარეს არის ერთი და იგივე, მაგრამ ფიქსირებული სხვადასხვა სიდიდე, ამიტომ

ზემოთ აღნიშნულ ფართობთა ტოლობა არ არის დამოკიდებული  $h_w$  და  $t_w$  არჩევაზე, სამაგიეროდ ის მთლიანად დამოკიდებულია  $k_1$  და  $k_2$  კოეფიციენტების მნიშვნელობებზე. ეს უკანასკნელი ტოლობა სამართლიანია  $k_1$  და  $k_2$ -ის კოეფიციენტების მხოლოდ იმ მნიშვნელობებისათვის, რომლებიც აკმაყოფილებს (18) და (19) შეზღუდვებს და რომელთა ნამრავლი ტოლია

$$k_1 k_2 = 0.5, \tag{23}$$

წინააღმდეგ შემთხვევაში ტოლობა (22) სამართლიანი არ იქნება.

ვინაიდან  $k_1$  და  $k_2$  კოეფიციენტები ურთიერთცალსახა სიდიდეებია და მათ შორის უკუპროპორციული დამოკიდებულება არსებობს, უფრო მეტი თვალსაზრისით მიხინოთ, ავაგოთ მათი ურთიერთდამოკიდებულების გრაფიკი (ნახაზი 2) და ამავე გრაფიკზე ე. ბელენიას მიერ რეკომენდებული  $k_1$  და  $k_2$  კოეფიციენტების ზღვრულ მნიშვნელობათა საზღვები დავიტანოთ. ეს საზღვები ჩაკეტილ  $a, b, c, d$  მართკუთხედს ქმნის.



ნახ.2. კოჭის კედლის სიმაღლის და თაროს სიგანის დამაკავშირებელი  $k_1$  და კოჭის კედლის სისქის და თაროს სისქის დამაკავშირებელი  $k_2$  კოეფიციენტთა ურთიერთდამოკიდებულების გრაფიკი

ამრიგად, ტოლობა (22) სამართლიანი იქნება  $k_1$  და  $k_2$ -ის მხოლოდ იმ მნიშვნელობებისათვის, რომლებიც მოთავსებული იქნება  $a, b, c, d$  მართკუთხედით შემოსაზღვრული  $k_1 = 0.5/k_2$  წირის ნაწილზე. მაგრამ, წირის ამ მონაკვეთზე შეიძლება  $k_1$  და  $k_2$  კოეფიციენტების უსასრულო რაოდენობა მოიძებნოს, რომელთა დროსაც (23) ტოლობა კმაყოფილდება. ამიტომ ე. ბელენიას მოსაზრებას უკუძალა არა აქვს, ე.ი. ზემოთ აღნიშნული ფართობთა ტოლობა საკმარისი პირობა არ არის  $h_w$  და  $t_w$  ოპტიმალური მნიშვნელო-

ბების მისაღებად, რომლებიც კოჭის მინიმალურ წონას უზრუნველყოფს.

იმისათვის, რომ ერთდროულად მივიღოთ კოჭის მინიმალური წონა და ფართობთა ტოლობა საჭიროა:

1. შევამციროთ  $k_1$  და  $k_2$  კოეფიციენტების ცვლილების დიაპაზონი (იხ. ნახ. 2) შემდეგნაირად  $0,2 \leq k_1 \leq 0,25$  და  $2 \leq k_2 \leq 2,5$ .

2. ვუზრუნველყოთ გამოთვლითი პროცესის წარმართვა ისეთნაირად, რომ ვიმოძრაოთ მხოლოდ მართკუთხედით შემოსაზღვრული წირის  $k_1 = 0,5/k_2$  გასწვრივ.

საბოლოოდ მივიღებთ მითითებული ცხრილის მეორე ნაწილში მოცემულ შედეგებს. ანალიზიდან ჩანს, რომ თუ  $k_1 k_2 < 0,5$ , მაშინ კოჭის კედლის ფართობი მეტია თაროების ფართობთა  $A_f$  ჯამის, ე.ი.  $A_w > A_f$ , თუ  $k_1 k_2 > 0,5$ , მაშინ  $A_w < A_f$  და ბოლოს, თუ  $k_1 k_2 = 0,5$ , მაშინ  $A_w = A_f$ .

ცხრილის პირველ ნაწილში მოტანილია ოპტიმალური შედეგები, როდესაც გაანგარიშებები შესრულებულია  $a, b, c, d$  მართკუთხედით შემოსაზღვრული  $k_1$  და  $k_2$  პარამეტრების ცვლილების შემთხვევაში, ხოლო ცხრილის მეორე ნაწილში მოტანილია, აგრეთვე, ოპტიმალური შედეგები, როდესაც გაანგარიშებები შესრულებულია  $a, e, f, g$  მართკუთხედით შემოსაზღვრული  $k_1 = 0,5/k_2$  წირის გასწვრივ მოძრაობისას. მიღებული შედეგების შედარებიდან გამომდინარეობს, რომ პირველ შემთხვევაში ვღებულობთ ოპტიმალური წონის მქონე კოჭს, მაგრამ მცირედით დარღვეული იქნება ზემოთ აღნიშნული ფართობთა ტოლობა, ხოლო მეორე შემთხვევაში უფრო მეტი წონის მქონე კოჭს, მაგრამ დაცული იქნება უკვე ნახსენები ფართობთა ტოლობა.

ამრიგად, ორივე შემთხვევაში დაცულია ყველა მოთხოვნილი შეზღუდვა. პირველ შემთხვევაში, მიღწეულია კოჭის მინიმალური წონა, ხოლო მეორე შემთხვევაში, უზრუნველყოფილია კოჭის თაროების ფართობთა ჯამისა და კოჭის კედლის ფართობის ტოლობა, რაც თაროებსა და კედელზე დატვირთვის თანაბრად გადანაწილების შესაძლებლობას იძლევა.

იმ შემთხვევაში, თუ  $k_1$  და  $k_2$  კოეფიციენტებზე დადებული შეზღუდვები შექმნის მართკუთხედს, რომელიც გარეთ დატოვებს  $k_1 = 0,5/k_2$  წირს, მაშინ კოჭის წონის მინიმიზაცია მოხდება, მაგრამ კოჭის თაროების ფართობთა ჯამისა და კოჭის კედლის ფართობის ტოლობა არასოდეს არ იქნება დაცული.

### 3. დასკვნა

შედეგინილი ორტესებრი განივი კვეთის მქონე კოჭის ოპტიმალური პარამეტრების განსაზღვრის ამოცანა მიყვანილია არაწრფივი მათემატიკური



დაპროგრამების ამოცანამდე. განსაზღვრულია, არა მარტო კოჭის კედლის სიმაღლისა და სისქის, არამედ, კოჭის კედლის სიმაღლის და თაროს სიგანის დამაკავშირებელი  $k_1$  და კოჭის კედლის სისქის და თაროს სისქის დამაკავშირებელი  $k_2$  კოეფიციენტების ოპტიმალური მნიშვნელობები, მოცემული შეზღუდვების დროს. დამუშავებულია ამ მეთოდის რეალიზაციის ალგორითმი და კომპიუტერული პროგრამა.

#### ლიტერატურა

1. Металлические конструкции/ Под общей ред. Беленя Е.И. Москва: Стройиздат, 1986.- 560 с.
2. Металлические конструкции/ Под ред. Кудишина Ю.И. Москва: Издательский центр “Академия”, 2007. - 682 с.
3. Металлические конструкции/ Под общей ред. Стрелицкого Н.С. Москва: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. -776 с.
4. Муханов К.К. Металлические конструкции.-М: Стройиздат, 1978. - 576 с.
5. Трофимович В.В., Пермяков В.А. Оптимизация металлических конструкций. Киев: Вища школа, 1983.- 200 с.
6. Хог Э., Арора Я. Прикладное оптимальное проектирование. Москва: Мир, 1983. - 428 с.
7. Металлические конструкции. Элементы конструкций/ Под ред. В.В. Горева. Москва.: Высшая школа, 2004. - 552 с.

#### UDC 624.04

#### DEFINITION OF COMPOUND I-BEAM OPTIMAL PARAMETERS

#### B. Gvasalia

Department of engineering mechanics, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** There is developed the method of definition of compound 1-beam optimal parameters. The assigned task is formed as problem of nonlinear mathematical programming. There is used the random search algorithm for a finding of a global extremum of objective function. The received results give the possibility to establish the wall and horizontal flanges dimensions, which provide the minimum weight of the beam.

**Key words:** metal construction; optimal parameters of beam; random search of extremum.

#### УДК 624.04

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОСТАВНОЙ ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ

#### Гвасалия Б.А.

Департамент инженерной механики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Разработан метод определения оптимальных параметров составной двутавровой балки. Поставленная задача формулируется как задача нелинейного математического программирования. Для нахождения глобального экстремума целевой функции использован метод случайного поиска. Полученные результаты дают возможность установить оптимальные геометрические размеры стенки и горизонтальных полок, которые обеспечивают минимальный вес балки.

**Ключевые слова:** металлические конструкции; оптимальные параметры балки; случайный поиск экстремума.

*შემოსვლის თარიღი 12.10.09  
მიღებულია დასაბეჭდად 01.03.10*

**შპს 627.824****კაშხლებში ბეტონის გამოტუტვის რეაქციის მათემატიკური მოდელი\*****ა. მოწონელიძე**

ჰიდროინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველო ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: motsonelidze@gtu.ge

**რეზიუმე:** ბეტონის გამოტუტვის ანუ ტუტე-შემავსებლების რეაქცია (ტშრ) სულ უფრო ფართოდ ვრცელდება ექსპლუატაციაში მყოფ „ვეტერან“ კაშხლებში და იწვევს მათ სერიოზულ დაზიანებას. ტუტე-შემავსებლების რეაქცია არის ქიმიური რეაქცია ბეტონის გარკვეული ტიპის შემავსებლებსა და პორტლანდცემენტში არსებულ ტუტეებთან დაკავშირებულ ჰიდროქსიდის იონებს შორის. ეს რეაქცია იწვევს ბეტონის დაუშვებელ გაფართოებას, რომელსაც თან სდევს ბზარწარმოქმნა. წინამდებარე სტატიაში შემოთავაზებულია ბეტონის კაშხლების დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობაზე ტშრ-ს გავლენის გათვალისწინების მეთოდიკა. კონკრეტულად, შემოთავაზებულია ტშრ-გან გამოწვეული ფარდობითი დეფორმაციების საანგარიშო განტოლება.

**საკვანძო სიტყვები:** ბეტონის კაშხლები; ტუტე-შემავსებლების რეაქცია (ტშრ); კაშხლის დეფორმაციები და ძაბვები.

**1. შესავალი**

ექსპლუატაციაში მყოფი ბეტონის კაშხლების დიდი უმრავლესობა გასულ საუკუნეშია აგებული. მათზე მოქმედებს არა მარტო გარეგანი, არამედ შინაგანი ძალებიც, რომლებიც განპირობებულია ბეტონის, როგორც სამშენებლო მასალის, თვისებებით. მათ შორის არის გამოტუტვის ანუ, როგორც თანამედროვე ლიტერატურაში იხმარება, ტუტე-შემავსებლების რეაქცია – ტშრ (AAR - Alkali-Aggregate Reaction). ეს მოვლენა გახდა ინჟინრების კვლევის საგანი უკანასკნელი მეოთხედი საუკუნის განმავლობაში მას შემდეგ, რაც აშშ-ში, სამხრეთ აფრიკაში, პორტუგალიაში, ესპანეთში, იტალიაში, მოზამბიკში და სხვა ქვეყნებში, დაფიქსირებულ იქნა ამ რეაქციის ზემოქმედების ქვეშ მყოფი კაშხლები.

**2. ძირითადი ნაწილი**

ტშრ არის ორსაფეხურიანი რეაქცია ცემენტში არსებულ ტუტეებსა (ნატრიუმი და კალიუმი)

და ბეტონის შემავსებლებში არსებულ ქიმიურად აქტიურ კვარცებს შორის. ამ რეაქციის პირველი საფეხურის შედეგად ტუტე-კვარცული ქველე წარმოიქმნება. რეაქციის მეორე საფეხურზე, წყალთან კონტაქტის შედეგად ქველე მოცულობაში ფართოვდება.

კონსტრუქციის მუშაობის თვალსაზრისით, ტშრ არის პორტლანდცემენტისგან აგებული ნაგებობების დაზიანების ერთ-ერთი მიზეზი მსოფლიოში. ტშრ-ის პრობლემის წინაშე ძირითადად დგას ის კონსტრუქციები და ნაგებობები, რომლებიც ტენიან გარემოში არის აგებული, რადგან სწორედ სითხე არის ტშრ-ის გააქტიურების მიზეზი. დაზიანებას, რომელშიც იგულისხმება ბეტონის მოცულობითი გაფართოება, ბზარწარმოქმნა და ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების გაუარესება, ადრეულად გამოჰყავს მწყობრიდან ისეთი ნაგებობები, როგორცაა კაშხლები, ხიდები და გზების საფარები. რკინაბეტონში წარმოქმნილ ბზარებში შეღწეული ქველე იწვევს აგრეთვე არმატურის კოროზიას. ყოველივე ეს კი იწვევს ნაგებობების მწყობრიდან გამოსვლას ან მისი საექსპლუატაციო პერიოდის შემცირებას [1].

ტუტე-შემავსებლების რეაქციის მოდელირების თანამედროვე მეთოდების ქვემოთ მოყვანილი მოკლე ანალიზი ეყრდნობა ვ. სუმასა (Saouma) და ი. შის (Xi) ნაშრომში [1] შემოთავაზებულ გრადაციას, რომელიც, ჩვენი აზრით, პრობლემის არსებულ მდგომარეობას ამომწურავად აშუქებს.

ტშრ არის ძირითადად პორტლანდცემენტის შემცველი მასალების გრძელვადიანი მუშაობის კომპლექსური პრობლემა, რომელიც ფიზიკურ, ქიმიურ და მექანიკურ ასპექტებს მოიცავს. მიუხედავად იმისა, რომ ტშრ-ისგან გამოწვეული ბეტონის გაფართოება ნაგებობების მაკროდაზიანებას იწვევს, პრობლემა ნანომასშტაბების დონეზე იწყება.

ქვემოთ მოკლედ არის განხილული ტშრ-ის მხოლოდ ის მოდელეები, რომლებიც ამჟამად არის გავრცელებული ბეტონის კაშხლების დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობის ანალიზისას.

\*სამუშაო შესრულებულია სსს-ის პროექტ №478-ის ფარგლებში

ყველაზე მარტივ, მაგრამ ეფექტიან, მოდელებად შეიძლება ჩაითვალოს *თერმული ეკვივალენტობის მოდელი*. მასში ტშრ-ისგან გამოწვეული გაფართოება ეკვივალენტური ტემპერატურული გაფართოებით იცვლება, ისე, რომ თერმული გადაადგილება დაახლოებით უტოლდება კაშხლის თხემის ნატურულ გადაადგილებას. ეს მიდგომა შემოთავაზებულია მაღას (Malla) და ვილანდის (Wieland) მიერ ისოლას კაშხლის ანალიზისას [2]. სამწუხაროდ, მეთოდი არ ითვალისწინებს ტშრ-ის კინეტიკას. თერმული ეკვივალენტობის მეთოდის განვითარებად შეიძლება *ჩარლვუდისა (Charlwood) და ტომპსონის (Thompson) მოდელი* ჩაითვალოს. ის პირველად შემოგვთავაზა ჩარლვუდმა [3], ხოლო გარკვეული მოდიფიცირება ტომპსონმა გაუკეთა [4]. ეს ფენომენოლოგიური მოდელიც არ ითვალისწინებს ტშრ-ის კინეტიკას და ბეტონის ანიზოტროპული გაფართოება მასში არის ძაბვის ტენზორის ფუნქცია. ბეტონის გაფართოებითი დეფორმაციები ცვალებადობს ბეტონის მთავარი ძაბვების ღოგართიმის კანონით. ამ მოდელის ნაირსახეობად *ლეგერის (Leger) მოდელი* [5] შეიძლება ჩაითვალოს. *ბურნაზელის (Bournazel) მოდელი* [6] ცდილობს ერთმანეთთან დააკავშიროს, ერთი მხრივ, რეაქციის ფიზიკური და, მეორე მხრივ, მექანიკური მხარეები ანუ ევრდნობა რა მიკროსკოპულ პროცესებს, საანგარიშოდ გვთავაზობს მაკროსკოპულ ალბათურ მოდელს. *ჰუანგის (Huang) და პიეტრუსჩაკის (Pietruszczak) მოდელში* [7] ავტორები ტშრ-ის ზემოქმედების ქვეშ მყოფი ბეტონის მუშაობის მოდელირებისას იყენებენ უწყვეტი ტანის თეორიას. ბეტონის გაფართოების კოეფიციენტი კონტროლირდება ტუტეს შემცველობით, მკუმშავი ძაბვების სიდიდით და ტემპერატურის ცვლილებით. რეაქციის განვითარება პირდაპირ დაკავშირებულია ბეტონის მექანიკური მახასიათებლების ვარდნასთან. *კაპრას (Capra) და სელიერის (Sellier) მოდელი* [8] ტენიანობას, ძაბვას და რეაქციის კინეტიკას განიხილავს, როგორც ტშრ-ის განვითარების მთავარ პარამეტრებს. ეს ფაქტორები გავლენას ახდენს ბეტონის დრეკადი მახასიათებლების ორთოტროპულ შემცირებაზე. ამ მეთოდში ბეტონში ბზარწარმოქმნის აღსაწერად ალბათური მიდგომა გამოიყენება. ლაბორატორულ კვლევებზე დაყრდნობით *კუსსა (Coussy) [9] და ლარივას (Larive) [10]* ქიმიური რეაქციისგან გამოწვეული დეფორმაციების აღსაწერად სამპარამეტრიანი მოდელი შემოგვთავაზეს. ეს პარამეტრებია: ასიმპტოტური დეფორმაციები  $\epsilon^\infty$ , დამახასიათებელი და ინკუბაციური დროები:  $\tau_{car}$  და  $\tau_{lat}$ .

ტშრ-ს, როგორც ტემპერატურისა და ტენიანობის ერთობლივ მექანიზმს, *ლი (Li)* ამოდგლებს თერმოდინამიკის პოზიციებიდან [11]. მიუხედავად მოდელში გამოყენებული რთული მა-

თემატიკური აპარატისა, კონკრეტული კაშხლის ანალიზის დროს ის საკმაოდ გამარტივებულ სქემას იყენებს: კაშხლის სადაწნეო და უდაწნეო წახნაგებზე მოდებულია მუდმივი ტემპერატურა. *სუბს (Saouma) მოდელი* [12], კინეტიკის თვალსაზრისით, იგივეა, რაც ლარივის მოდელი მცირედი შესწორებებით. რაც შეეხება მექანიკურ ნაწილს, ეს მოდელი რღვევის თეორიას ევრდნობა და ითვალისწინებს შემდეგ ფაქტორებს: ა) ტშრ იწვევს მოცულობით დეფორმაციებს, ბ) დიდი მკუმშავი ძაბვები ამცირებს (და ყოველთვის არ წყვეტს) ბეტონის გაფართოების პროცესს, გ) რეაქციის ლატენტობის პერიოდი დამოკიდებულია ჰიდროსტატიკურ წნევაზე, დ) მიკრო- და მაკრო ბზარები აბსორბირებს რეაქციის შედეგად წარმოშობილ ელესს, ე) ბეტონის დრეკადობის მოდული და სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე მცირდება.

ხემათ აღწერილი მოდელების მიუხედავად, ტშრ-ს ზემოქმედების ქვეშ მყოფი ბეტონის კაშხლების სიმტკიცის პრობლემა ჯერ კიდევ შესწავლის სტადიაზეა. ჩვენი აზრით, პროგრესი შესაძლებელია ორი მიმართულებით: 1. უფრო ეფექტიანი მათემატიკური მოდელების შემუშავება და 2. ტშრ-ის მოვლენის პირდაპირი რიცხვითი მოდელირება სასრული ელემენტების მეთოდით.

ბეტონის კაშხლების სიმტკიცის ანალიზის შემოთავაზებული ვარიანტი ტუტე-შემავსებლების რეაქციის გათვალისწინებით, ევრდნობა ბოლცმან-ვოლტერას (Boltzmann-Volterra) წრფივ-შთამომავლობით ცოცვადობის თეორიას და, ნაწილობრივ, ჩარლვუდისა და ტომპსონის გამარტივებულ ფენომენოლოგიულ მიდგომას [3,4], რომელიც პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით მეტად მოქნილია. რაც შეეხება ბოლცმან-ვოლტერას ცოცვადობის თეორიას, მისი გამოყენების იდეა, დაიბადა იმ პრინციპიდან, რომ ცოცვადობის დეფორმაციები *იზრდება* მკუმშავი ძაბვების ზრდასთან ერთად, ხოლო ტშრ-ის დეფორმაციები, თითქმის იგივე პროპორციით, *მცირდება* მკუმშავი ძაბვების ზრდასთან ერთად. სწორედ ამის გათვალისწინებით, გადაწყდა ხსენებული თეორიის გამოყენება, მაგრამ ე.წ. “უკუ-ვარიანტის” ფორმით.

ტუტე-შემავსებლების რეაქციით გამოწვეული დეფორმაციები იანგარიშება შემდეგი გამოსახულების საშუალებით:

$$\epsilon_{AAR}(\sigma_i) = \frac{1}{K_{AAR}(\sigma_i)} \left[ 1 - \lg \left( \frac{\sigma_i}{\sigma_0} \right) \right] \frac{\sigma_i}{E_{cr}}, \quad (1)$$

სადაც  $K_{AAR}(\sigma_i)$ -ს არის ტუტე-შემავსებლების რეაქციის გული (ტშრ-ის გული):

$$K_{AAR}(\sigma_i) = e^{-\delta(\sigma_i)(t-t_0)} \quad (2)$$

$\sigma_i$ - მთავარი ძაბვები ( $i=1, 2, 3$ ),  $\delta(\sigma_i)$  - ტშრ-ის ცვალებადობის კოეფიციენტი მთავარი ძაბვ-

ბის ცვლილებების დიაპაზონში  $\sigma_0=0.8$ -დან  $\sigma_i=3.0$  მპა-მდე. ეს დიაპაზონი აღებულია [3,4]-ში მოცემული რეკომენდაციების საფუძველზე.  $\sigma_i=0.8$  მპა-ს დროს ითვლება, რომ ტშრ-ს დეფორმაციები მაქსიმუმს აღწევს, ხოლო  $\sigma_i=3.0$  მპა-ის დროს კი ეს დეფორმაციები პრაქტიკულად ნულს უტოლდება. ამ კოეფიციენტს აგრეთვე ბეტონის ფარდობითი გაფართოების სინქარე შეიძლება ვუწოდოთ, როგორც დროის ფუნქცია.  $t_0$  - ტშრ-შემავსებლების რეაქციის დაწყების წელი;  $t$  - კაშხლის ანალიზის წელი;  $E_{cr}$  - ბეტონის დრეკადობის მოდული კაშხლის ანალიზის მომენტში ცოცხადობის გათვალისწინებით.

რიცხვითმა მაგალითმა (ბეტონის პრიზმის კუმშვა შეყურსული ძალებით 15-წლიანი ტშრ-ის ზემოქმედებისას) დაგვანახა შემოთავაზებული მეთოდის გამოყენების ეფექტიანობა.

### 3. დასკვნა

შემოთავაზებულია გამოტუტვის პროცესში მყოფი ბეტონის კაშხლების სიმტკიცეზე გაანგარიშების მეთოდის, რომელიც დამუშავებულია ბოლცმან-ვოლტერას წრფივ-შთამომავლობით ცოცხადობის თეორიისა და ჩარლვუდისა და ტომპსონის ფენომენოლოგიური მოდელის ბაზაზე. მეთოდის უფრო ზუსტად აღწერს გამოტუტვის პროცესს, ვიდრე სხვა არსებული მიდგომები.

### ლიტერატურა

1. Saouma, V. and Xi, Y. (2004) Literature Review of Alkali Aggregate Reactions in Concrete Dams. *Structural Engineering and Structural Mechanics Research Series, Report CU/SA-XI-2004/001*. Department of Civil, Environmental & Architectural Engineering, University of Colorado, Boulder, CO 80309-0428, Nov.10, 2004.
2. Malla, S., Wieland, M. (1999) "Analysis of an Arch-Gravity Dam With a Horizontal Crack", *Computers and Structures*, Vol. 72, pp. 267-278.

3. Charlwood, R.G., Steele R.R., Solymar, S.V. and Curtis, D.D. (1992). "A Review of Alkali Aggregate Reactions in Hydroelectric Plants and Dams". *Proceedings of the International Conference of Alkali-Aggregate Reactions in Hydroelectric Plants and Dams*, CEA and CANCEL, Fredericton, pp. 1-29.
4. Thompson, G.A., Charlwood, R.G., Steele, R.R. and Curtis, D.D., (1994). "Mactaquac Generating Station Intake and Spillway Remedial Measures". *Proceedings for the Eighteenth International Congress on Large Dams*, Durban, South Africa, Vol. 1, Q-68, R. 24, pp. 347-368.
5. Leger, P., Cote, P., and Tinawi, R. (1996). "Finite Element Analyses of Concrete Swelling Due to Alkali-Aggregate Reactions in Dams", *Computers and Structures*, Vol. 60, No. 4, pp. 601-611.
6. Bournazel, J.P., and Moranville, M. (1997). "Durability of Concrete: The Crossroad between Chemistry and Mechanics", *Cement and Concrete Research*, 27(10), 1543-1552.
7. Huang, M., Pietruszczak, S. (1999). "Alkali-silica Reaction: modeling of thermo-mechanical effects" *Journal of Engineering Mechanics*, ASCE, Vol. 125, No. 4, pp. 476-487.
8. Capra, B., and Sellier, A. (2002), "Modeling of Alkali-Aggregate Reaction: Orthotropic Behavior and Numerical Simulations", *Concrete Science and Engineering*, The Special Issue on ASR.
9. Coussy, O. (2001), "Mechanics of Porous Continua", Chichester, U.K.
10. Larive, C. (1998), "Apports Combines de L'Experimentation et de la Modelisation a la Comprehension de L'Alcali-Reaction et de ses Effets Mecaniques, These de Doctorat, Laboratoire Central des Ponts et Chaussees, Paris.
11. Li, K. (2002), "Modelisation mecanique du gonflement d'alcali-reaction et expertise numerique des ouvrages d'art atteints", These, ENPC.
12. Saouma, V., Perotti, L. (2002), "Alkali Aggregate Reaction in Dams. From Theory to Practice" University of Colorado, Boulder and Politecnico di Milano, (www version).

UDC 627.824

## MATHEMATICAL MODEL OF ALKALI-AGGREGATE REACTION IN DAM CONCRETE

### A. Motsonelidze

Hydroengineering department, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** More and more operating concrete dams are affected in the world by the Alkali-Aggregate Reaction (AAR). This reaction may result in damaging expansion and cracking of the dam concrete. AAR is a chemical reaction between certain types of aggregates and hydroxyl ions associated with alkalis in the cement. Usually, the most of alkalis come from the portland cement. A new technique to take into account the impact of AAR in concrete on the stress-strain state of the dams is presented in this paper. Specifically the equation for calculating the AAR induced strains is presented.

**Key words:** concrete dams, Alkali-Aggregate Reaction (AAR), dam strains and stresses.

УДК 627.824

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАКЦИИ МЕЖДУ ЩЕЛОЧЬЮ И ЗАПОЛНИТЕЛЯМИ В БЕТОНЕ ПЛОТИН****Моцонелидзе А.Н.**

Гидроинженерный департамент, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Все больше эксплуатируемых бетонных плотин в мире подвержены реакции между щелочью и заполнителями (РЩЗ). Эта реакция может вызвать разрушительное расширение и трещинообразование в бетоне плотины. РЩЗ является химической реакцией между определенными типами заполнителей и гидроксильными ионами щелочи в цементе. Обычно щелочь содержится в портландцементах. В статье представлена новая методика учета РЩЗ в бетоне на напряженно-деформированное состояние плотин. В частности, предлагается уравнение для расчета относительных деформаций в плотине, вызванных РЩЗ.

**Ключевые слова:** бетонные плотины; реакция между щелочью и заполнителями (РЩЗ); деформации и напряжения в плотине.

*შემოსვლის თარიღი 20.12.09  
მიღებულია დასაბეჭდად 21.12.09*

UDC 627.824

**CONSTITUTIVE MODEL OF CONCRETE IN THE PLANE STRAIN CONDITION\*****A. Motsonelidze, V. Abuladze**

Department of Hydroengineering, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

E-mail: motsonelidze@gtu.ge

**Resume:** Both the in-situ data, obtained from the observation over the dam concrete and long-term laboratory tests of the concrete samples clearly indicate, that the effect of ageing and fatigue of concrete due to external static cyclic loading have significant impact on the stress-strain state of the dam-foundation system. In this article the constitutive model of concrete in plane strain condition is modified in order to take into account the effect of material fatigue under static cyclic loading and the effect of ageing of concrete. More emphasis is placed on material response, which simulates a realistic behaviour of a dam under actual operating conditions. This approach will be used later during the strong analysis of AAR-affected concrete dams.

**Key words:** dam, concrete, ageing, fatigue, cyclic loading, plane strain problem, constitutive model.

**1. INTRODUCTION**

Thousands of concrete structures (dams, bridges, tunnels, etc.) around the world are affected not only by external, but internal forces as well. The latter is derived

from reason of concrete nature as an artificial material. Among these is alkali-aggregate reaction (AAR). AAR is a chemical reaction within hardened concrete, which causes it to expand overtime. The expansion causes cracking in the cement paste and aggregates, which adversely affects the mechanical properties of the material. As the in-situ observations show, this phenomenon negatively affects the structures' reliability and may cause their damage or failure. No efficient direct numerical simulation of the AAR phenomenon is available.

The accurate stress-strain analysis of a dam taking into account also the AAR phenomenon should reflect the real operation history of the structure. In this regard it should be noted, that an inadequate material and structural model is often one of the major factor, that limits the structural analysis. Therefore, in this article technique for complex static retrospective analysis of old concrete gravity dams is presented, in which an attempt is made to match as closely as possible the material and structural model of a dam with the actual operation history of the structure. The proposed technique, first of all, consists of modification of elastic-plastic model of concrete relatively to the static loads taking into account: operation history of a structure, loading and fatigue of materials.

\*Work is done in the framework of the GNSF Project №478.

## 2. THE BODY OF THE ARTICLE

The behaviour of a gravity dam can be treated in a realistic fashion by assuming, that it falls within the plane strain condition, as the length of the dam in the longitudinal direction is usually much larger, than the height and width of the dam. Therefore, for the analysis of gravity dams, the development of a constitutive relationship for concrete subject to a plane strain condition is desirable.

The constitutive model presented in this section is based on the hypoelastic (nonlinear-elastic fracture) formulation, which approximates a path-dependent irreversible stress-strain relationship. The main advantage of this approach is that it can be easily implemented in numerical analysis and the data required to construct the model is easily obtainable from uniaxial tests of concrete specimen. The model can account for stress-strain relationship of concrete up to the peak stresses, including an increase in plastic volume under compression (dilatancy), that is usually observed in concrete near failure. The constitutive model uses failure criteria for concrete in plane stress and plane strain situations. The present model treats the biaxial stress-strain behaviour of concrete by means of an equivalent uniaxial stress-strain relationship. According to this approach the value of strain increment in each principal direction is calculated by the increment of the value of principal stress in the same direction.

The material behaviour of concrete is highly dependent on the actual state of stresses. The simplest case is the uniaxial behaviour of concrete. As the state of stresses becomes more general (biaxial or triaxial, e.g. plane strain), the behaviour of the material becomes more complex. The uniaxial behaviour of concrete may be used as the basis for deriving the general constitutive models, which account for more complex states of stresses.

As the material behaviour of concrete depends on the many factors (such as mix proportions, aggregate properties, rate of applied loading, etc.), it is difficult to find a single analytical expression for describing stress-strain curves, that can fit the actual behaviour of a wide range of concrete mixes. However, it appears, that the following equation predicts reasonably well the stress-strain relationship of concrete under compression [1]:

$$\frac{\sigma}{\sigma_c} = \frac{\frac{E_0}{E_c} \frac{\varepsilon}{\varepsilon_c}}{1 + \left(\frac{E_0}{E_c} - 2\right) \frac{\varepsilon}{\varepsilon_c} + \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_c}\right)^2} \quad (1)$$

Where,  $E_0$  is the initial tangent modulus of elasticity of concrete;  $E_c$  is the secant modulus of elasticity at the

peak stress;  $\sigma_c$  and  $\varepsilon_c$  denote the maximum compressive stress and its associated strain, respectively.

In order to find the tangent modulus of elasticity at any point of a stress-strain curve it is useful to employ the concept of nonlinearity index ( $\beta$ ), which defines the point on a stress-strain curve relative to the maximum compressive stress of concrete and it is calculated as:

$$\beta = \frac{\sigma}{\sigma_c} \quad (2)$$

This approach allows us to account for the effect of the degradation of concrete strength (fatigue) under cyclic loading and also for the effect of ageing of concrete. Namely, the value of uniaxial compressive strength of concrete ( $\sigma_c$ ) in Equation 2 can be substituted with the value of the strength of concrete modified according to the number of loading/unloading cycles ( $n$ ) and the time-period of the operation of a dam ( $t$ ):

$$\sigma_c = \sigma_c(n, t) \quad (3)$$

The value of strain ( $\varepsilon_c$ ) associated with the maximum uniaxial compressive stress of concrete can also be modified according to the number of loading/unloading cycles ( $n$ ) and the time-period of the operation of a dam ( $t$ ):

$$\varepsilon_c = \varepsilon_c(n, t) \quad (4)$$

It is also well known, that a cycling loading causes the degradation of stiffness of concrete. At the same time, the passage of time causes the modulus of elasticity to increase. These two effects are accounted for in the present model by means of modifying the value of the initial modulus of elasticity according to the number of loading/unloading cycles ( $n$ ) and the time-period of the operation of a dam ( $t$ ):

$$E_0 = E_0(n, t) \quad (5)$$

Cycling loading exhibits significant nonlinear behaviour and drastic changes in material properties of concrete. The result is a considerable degradation of material properties of concrete, as the number of applied loading/unloading cycles increases. In the present work the empirical relationships based on the experimental findings on cyclic behaviour reported elsewhere [2] are defined. Namely, the tests were carried out on the concrete specimens of Inguri arch dam subject to static cyclic compressive loading. After interpolating the values of test results, the following relationships can be established to define the degradation of the material properties of concrete in relation of loading/unloading cycles:

$$\begin{aligned} \sigma_c(n) &= (1 - a_\sigma^n \lg n) \sigma_c \\ E_0(n) &= (1 - a_E^n \lg n) E_0 \\ \varepsilon_c(n) &= (1 - a_\varepsilon^n \lg n) \varepsilon_c \end{aligned} \quad (6)$$

Where, parameters  $a_{\sigma}^n$ ,  $a_E^n$  and  $a_{\varepsilon}^n$  define the degradation of the material properties of concrete under static cyclic loading,  $n$  – is the number of loading unloading cycles in accordance with the operation history of a gravity dam (it corresponds to the number of discharges/filling up cycles of the reservoir during the operation of the dam).

The study of the results of the investigations indicates, that the values of the above parameters may vary in certain ranges for different types of concrete and specific values of these parameters have to be chosen from the results obtained from making cyclic test on concrete specimen. Namely, the values of the above coefficients vary in the following ranges:

$$\begin{aligned} 0.05 \leq a_{\sigma}^n &\leq 0.25 \\ 0.10 \leq a_E^n &\leq 0.30 \\ 0.10 \leq a_{\varepsilon}^n &\leq 0.30 \end{aligned} \quad (7)$$

In the present work the empirical relationships are based on the experimental findings on cyclic behaviour reported by Osidze et. al. [2]. It is interesting to note, that generally the rate of degradation of material parameters and the strength of concrete under static cyclic loading depends on the level of stresses (i.e. level of loading imposed on the specimen). For example, the value of modulus of elasticity of concrete specimen has reduced by 51.5% (from 39780Mpa to 19300Mpa) after applying 150 loading/unloading cycles, when the level of applied stresses was equal to  $0.2\sigma_c$ , where  $\sigma_c$  is the compressive strength of concrete under uniaxial compression. When the level of applied stresses was equal to  $0.5\sigma_c$ , the value of modulus of elasticity of concrete specimen has reduced by 29.3% (from 33390Mpa to 23620Mpa) after 150 loading/unloading cycles and when the level of applied stresses was equal to  $0.8\sigma_c$ , the value of modulus of elasticity of concrete specimen has reduced by 20.9% (from 28390Mpa to 22500Mpa) after the same number of loading/unloading cycles (Osidze et. al., 1987). In our analysis we took an average values of the above-defined coefficients (which seems to provide reasonable approximation of an actual behaviour of concrete under cyclic loading), however, in general, it is possible to define the relationship between the parameters  $a_{\sigma}^n$ ,  $a_E^n$ ,  $a_{\varepsilon}^n$  and the level of stresses.

Another point, which needs mentioning here, is that the rate of degradation of material parameters and the strength of concrete under static cyclic loading also depends on the age of specimen, that is used during testes. For example, the value of modulus of elasticity of concrete specimen of the age of 28 days has reduced by

51.5% (from 39780Mpa to 19300Mpa) after applying 150 loading/unloading cycles, when the level of applied stresses was equal to  $0.2\sigma_c$ , while the value of modulus of elasticity of concrete specimen of the age of 365 days (1 year) has reduced by 49.0% (from 39830Mpa to 21750Mpa) after applying the same number of loading/unloading cycles, when the level of applied stresses was equal to  $0.2\sigma_c$  and the value of modulus of elasticity of concrete specimen of the age of 1825 days (5 years) has reduced by 42.0% (from 42460Mpa to 20310Mpa) after applying the same number of loading/unloading cycles, when the level of applied stresses was the same (equal to  $0.2\sigma_c$ ). These figures indicate, that this difference is not significant and can be ignored for practical purposes.

The same approach can be used to describe the change in material properties of concrete due to ageing of material. Again, the logarithmic function seems to predict well the variation of the material properties of concrete in time. Namely, the relationships can be expressed as:

$$\begin{aligned} \sigma_c(t) &= (1 + a_{\sigma}^t \lg t) \sigma_c \\ E_0(t) &= (1 + a_E^t \lg t) E_0 \\ \varepsilon_c(t) &= (1 + a_{\varepsilon}^t \lg t) \varepsilon_c \end{aligned} \quad (8)$$

Where, the parameters  $a_{\sigma}^t$ ,  $a_E^t$  and  $a_{\varepsilon}^t$  define the modification of the material parameters of concrete due to ageing of concrete,  $t$  – is the number of years in accordance with the operation history of a gravity dam.

The study of the results of the investigations indicates, that the values of the above parameters may vary in certain ranges for different types of concrete and specific values of these parameters have to be chosen from the results obtained from performing in-situ observation on a concrete specimen. Namely, the values of the above coefficients vary in the following ranges:

$$\begin{aligned} 0.05 \leq a_{\sigma}^t &\leq 0.15 \\ 0.05 \leq a_E^t &\leq 0.15 \\ 0.05 \leq a_{\varepsilon}^t &\leq 0.10 \end{aligned} \quad (9)$$

These parameters are based on the experimental findings reported by Osidze et. al., 1987, who observed the concrete specimens of Inguri arch dam. It can be seen, that the values of the parameters  $a_{\sigma}^t$ ,  $a_E^t$  and  $a_{\varepsilon}^t$  are generally lower, than the values of the parameters  $a_{\sigma}^n$ ,  $a_E^n$  and  $a_{\varepsilon}^n$ . This means, that the effect of ageing of concrete on stress-strain curve of concrete is less significant, than that of static cyclic loading. However, we have to mention here, that there may be different combinations of the number of years and the number of loading/unloading cycles applied during this period

of time. Namely, if during the operation of a gravity dam, there is only one discharge/filling up cycle of the reservoir during a year, the number of loading/unloading cycles will be equal to the number of years of the operation of the reservoir (i.e.  $n=t$ ). However, if during the operation of a gravity dam, there are two discharges/filling up cycles of the reservoir during a year, the number of loading/unloading cycles will be twice as much as the number of years of the operation of the reservoir (i.e.  $n=2t$ ).

The above-defined values of the material properties of concrete are incorporated into the constitutive equations in order to account for the fatigue of the concrete under cyclic loading and for the effect of ageing of concrete.

### 3. CONCLUSION

In our analyses the effect of ageing of concrete were investigated together with the effect of loading/unloading cycles. The objectivity of these analyses was to find out how the changes in the material properties of concrete due to ageing of concrete and subject to static cyclic loading affect the stress-strain curve of concrete under the plane stress and plane strain conditions. The analyses were performed only for compression-compression and compression-tension modes of stresses. The tension-tension mode of stresses can be assumed to be linear and it can also be assumed, that the tensile strength of concrete varies proportionally

with the changes in the value of compressive strength of concrete. In total, about 200 computer runs were made for different stress combinations  $\alpha$  (which defines the value of the stress in the minor principal direction over the value of the stress in the major principal direction), for  $t=0, 10, 25, 50$ , and  $100$ , also for  $n = t$  and  $n = 2t$ . It should be noted, that significant degradation of the material parameters of concrete occurs even with  $n=10$ . The degree of the degradation of the material properties of concrete increases together with the increase of the number of loading/unloading cycles ( $n$ ). The ageing of concrete has some favourable effect on the material properties of concrete, however the degradation of the material properties of concrete due to combined action of these 2 factors are still significant. Namely, when  $\alpha = -0,15$ ,  $t=100$  and  $n=200$ , the specimen will fail and a crack will occur in the plane strain condition, when the compressive stress equals to only about 20% of the uniaxial compressive strength of concrete.

### REFERENCES

1. Hsieh, S. S., Ting, E. C. and Chen, W. F. (1979) 'An Elastic-Fracture Model for Concrete', Proc. 3d Eng. Mech. Div. Spec. Conf., ASCE, Austin, Tex., 437-440
2. Osidze, V. I., Khoperia D. L. (1987) "Deformation Parameters of Concrete of Inguri Arch Dam Subject to Static Cyclic Compressive Loading", in Construction of Hydro Power Stations in Mountainous Regions, EnergoAtomizdat, Moscow., pp. 52-58, (Rus.).

## შპს 627.824

### ბეტონის განმსაზღვრელი მოდელი ბრტყელი დეფორმაციის პირობებში

#### ა. მოწონელიძე, ბ. აბულაძე

ჰიდროინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

**რეზიუმე:** კაშხლის ბეტონზე ნატურული დაკვირვებები და ბეტონის ნიმუშების გრძელვადიანი და ბორატორიული გამოცდის შედეგები გვიჩვენებს, რომ გარე სტატიკური ციკლური დატვირთვებისგან გამომდინარეობს ბეტონის დადლილობას, აგრეთვე მის დაბერებას (ეიჯინგს) მნიშვნელოვანი გავლენა აქვს კაშხალი-ფუძის სისტემის დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობაზე. სტატიაში შემოთავაზებულია მასალის განმსაზღვრელი მოდელის მოდიფიცირებული ვარიანტი სტატიკური ციკლური დატვირთვების დროს დადლილობისა და დაბერების მხედველობაში მიღების მიზნით.

**საკვანძო სიტყვები:** კაშხალი; ბეტონი; დაბერება; დადლილობა; ციკლური დატვირთვა; ბრტყელი დეფორმაცი ამოცანა; განმსაზღვრელი მოდელი.



УДК 627.824

**ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ МОДЕЛЬ БЕТОНА В ПОСТАНОВКЕ ПЛОСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ****Моцонелидзе А.Н., Абуладзе В.Г.**

Гидроинженерный департамент, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77

**Резюме:** Натурные наблюдения за бетоном плотин и данные длительных лабораторных испытаний бетонных образцов показывают, что усталость от внешних циклических статических нагрузок, а также старение бетона, заметно влияют на напряженно-деформированное состояние системы плотина-основание. В статье предлагается модифицированный вариант определяющей модели бетона с целью учета усталости бетона от внешних циклических статических нагрузок и его старения.

**Ключевые слова:** плотина; бетон; старение; усталость; циклическая нагрузка; плоская деформация; определяющая модель.

*Accepted 20.12.09**Submitted 24.12.09*

შპს 535.87

**ახალი თაობის დიდი ბასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორები****ა. სოხაძე, ვ. მექმარიაშვილი\***

სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: mari-gam@mail.ru

**რეზიუმე:** სტატიაში სისტემურად და კლასიფიცირებულად განხილულია და წარმოდგენილია მსოფლიოში არსებული დიდი რეფლექტორული ანტენები, რომლებიც კოსმოსურ ორბიტაზე გავიდნენ ან წინასაფრენოსნო გამოცდები გაიარეს. ამასთან, შეფასებულია მათი ძირითადი მოთხოვნები და შემდგომი პერსპექტივები.

**საკვანძო სიტყვები:** რეფლექტორი; კონცენტრატორი; ანტენა; გასაშლელი; კოსმოსური.

**1. შესავალი**

კოსმოსურ ტექნიკას, მის საინჟინრო-რადიო-ტექნიკური და საინჟინრო-ენერგეტიკული კომპლექსების ნაწილში ესაჭიროება ხისტი, მსუბუქი, გეომეტრიულად ზუსტი, დიდი ზომის რეფლექტორული ანტენები და რეფლექტორული კონცენტრატორები.

ამოცანებს, რომელთა გადაწყვეტა შესაძლებელია დიდი რეფლექტორული ანტენების გამოყენებით, თავდაცვითი, სამშვიდობო და სამეცნიერო მნიშვნელობა აქვთ.

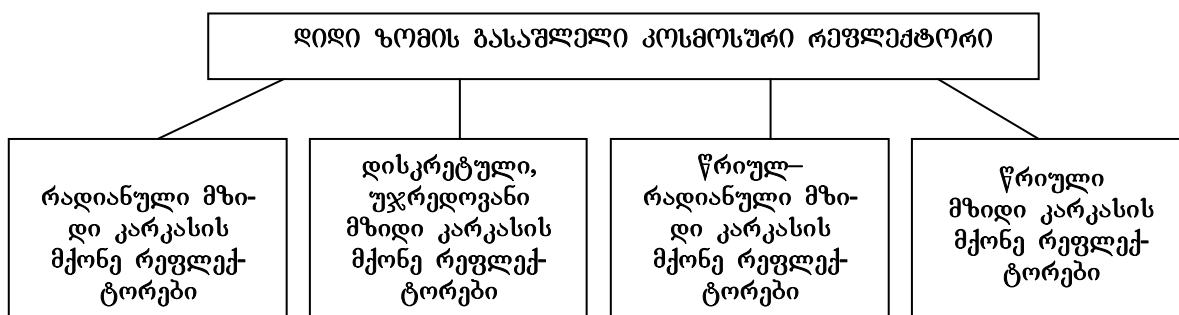
თავდაცვით ამოცანებში დიდი და ზუსტი რეფლექტორული ანტენები წარმოადგენს კოსმოსური სამხედრო სისტემის ერთ-ერთ ძირითად მოწყობილობას მიზანზე თვალთვალის – და-

მიზნების, მიზნის ჩვენებისა და ობიექტზე საცეცხლე ზემოქმედების შედეგების კონტროლის ამოცანების გადაწყვეტაში. ასეთი კოსმოსური კომპლექსები რაკეტსაწინააღმდეგო და სხვა სისტემებში გამოიყენება.

**2. ძირითადი ნაწილი**

მთლიანობაში, როგორც თავდაცვითი და სამშვიდობო მიზნებისათვის, ასევე სამეცნიერო კვლევებისათვის, რეფლექტორულ ანტენებს, პრეციზიული და მსხვილგაბარიტისანი ინსტრუმენტების სახით, უნიკალური შესაძლებლობები გააჩნიათ. კერძოდ, მათი საშუალებით დროის რეალურ მასშტაბში შესაძლებელია გაცილებით დიდი მოცულობისა და მაღალი ხარისხის საინფორმაციო ნაკადების მიღება-გადაცემა. ისინი გამოსაკვლევ ობიექტებზე დიდი სიზუსტით შეიძლება დამიზნებულ იქნეს. მათი ფუნქციები მნიშვნელოვანია კოსმოსური ტელეკომუნიკაციის სისტემებში, მათ შორის მობილური კავშირისათვის.

ამდენად, ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს შემდგომში, თუ რა კონცეფციებით განვითარდება დიდი ზომის გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორების შექმნა. ამის საფუძველს კი სამუშაოები წარმოადგენს, რომლებიც მოცემულ ეტაპზე კოსმოსში და დედამიწაზე რეალურად ან კონკრეტულ პროექტებში არის წარმოდგენილი.

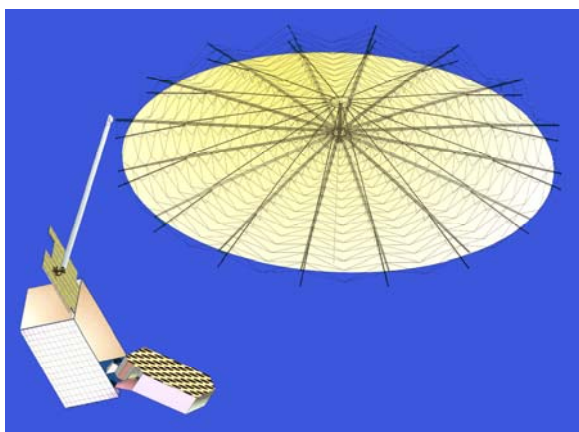


აღნიშნული სისტემატიზაცია პრინციპებისა, რომლებიც აქ არის წარმოდგენილი, დიდი ზომის, გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორების კლასიფიკაციას არ ასახავს, რომელიც თავისთავად უფრო ვრცელია და მასში სხვა ჯგუფებიც შედის ან საერთოდ სხვა პრინციპებითაა შექმნილი. ის მოცემულ კონკრეტულ შემთხვევაში მხოლოდ და მხოლოდ ბოლო პერიოდში

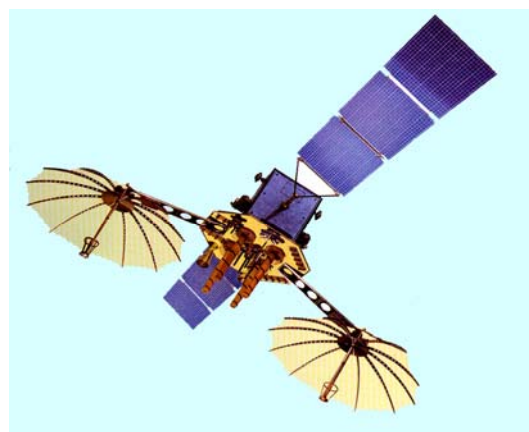
რეალურად შექმნილ და კოსმოსში გაყვანილ კონსტრუქციებს ასახავს ან დედამიწის პირობებში განხორციელებულ პერსპექტიულ კოსმოსურ პროექტებს.

შემოთავაზებული გრადაციის მიხედვით განვიხილოთ ცალკეული ჯგუფები რეფლექტორებისა:

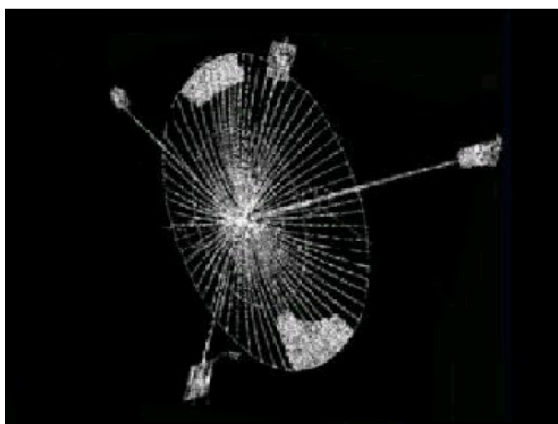
**I. რადიანული მზიდი კარკასის მქონე რეფლექტორები.**



თანამგზავრული კავშირგაბმულობის სისტემა – “Садко”



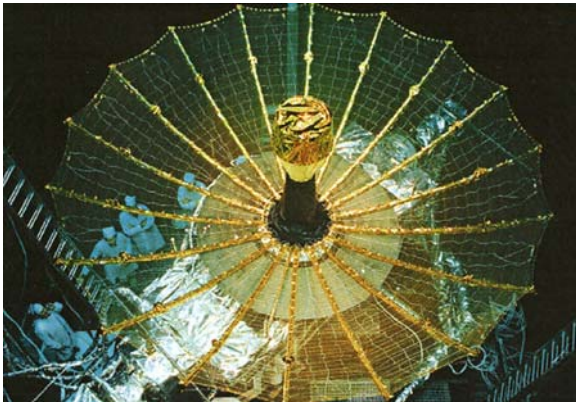
თანამგზავრი – რეტრანსლატორი Лун-5А



VORTEX. თანამგზავრი



AceS



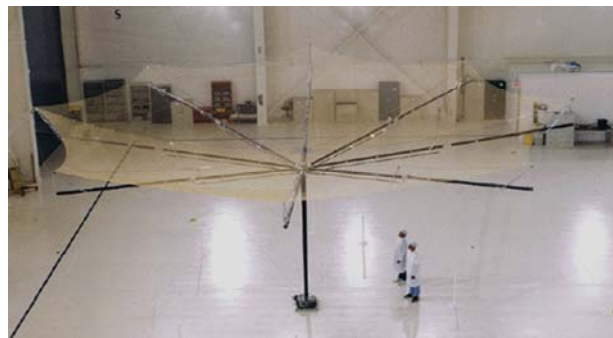
TRDS – კოსმოსური რეფლექტორი



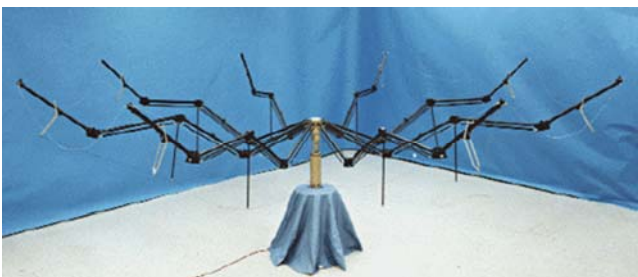
HARRIS



HARRIS



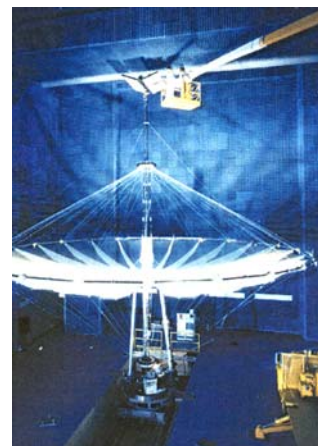
HARRIS



HARRIS



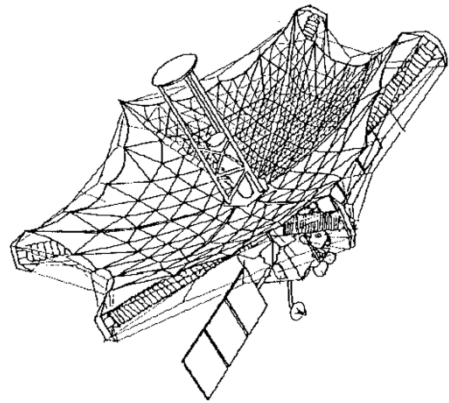
ARISE - თანამგზავი



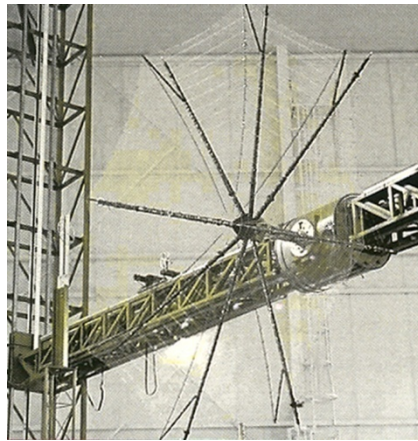
LSST.HARRIS



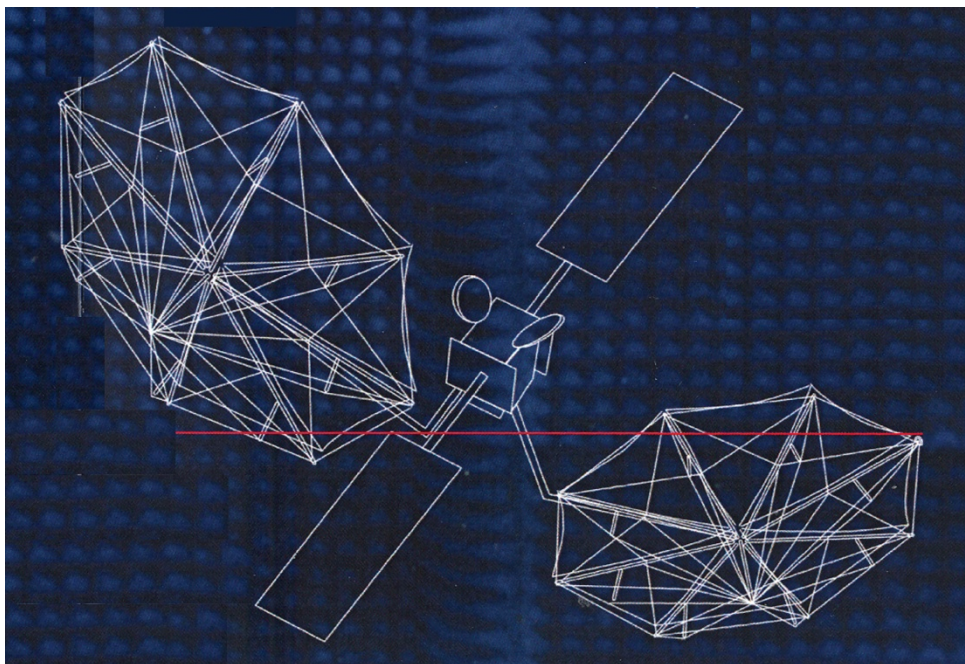
HALCA.- თანამგზავრი



HALCA.-სკემა

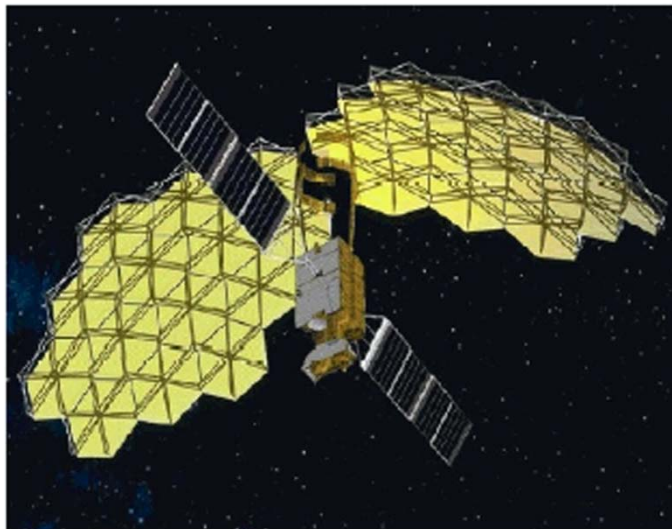


NSTAR.HARRIS

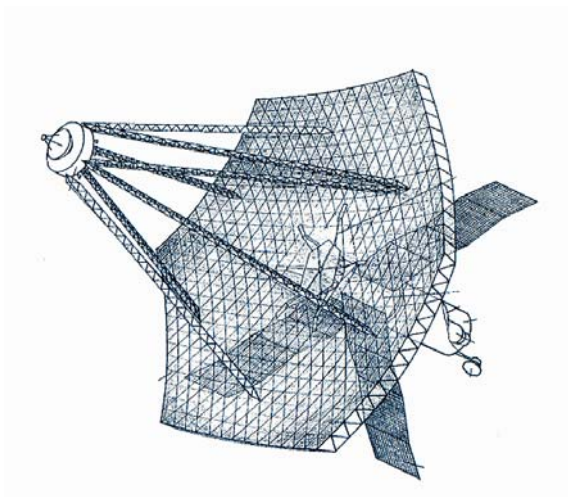


HARRIS

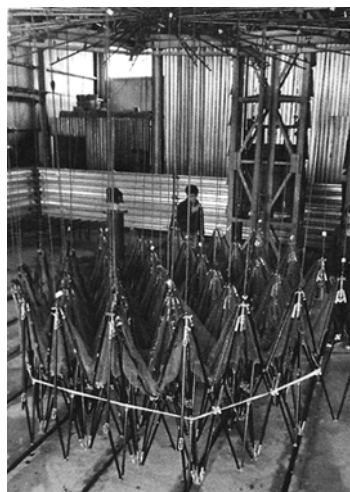
II. დისკრეტული, უჯრედოვანი მზიდი კარკასის მქონე რეფლექტორები



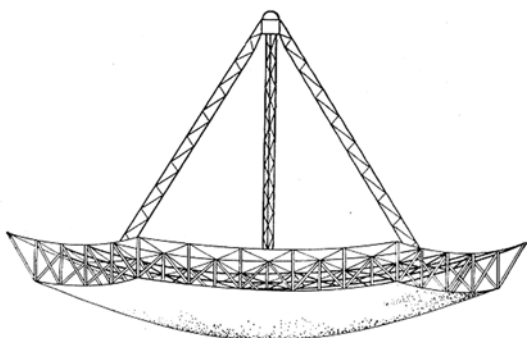
ETS –VIII



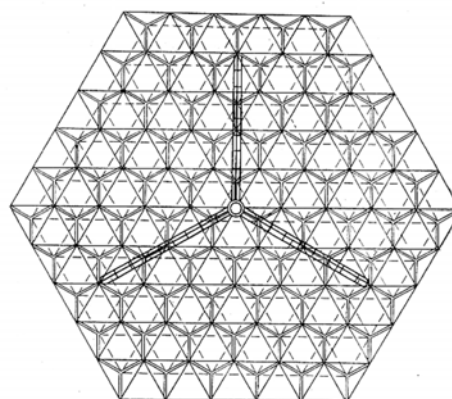
რადიოტექნიკური ორბიტული  
სადგური POC-7K



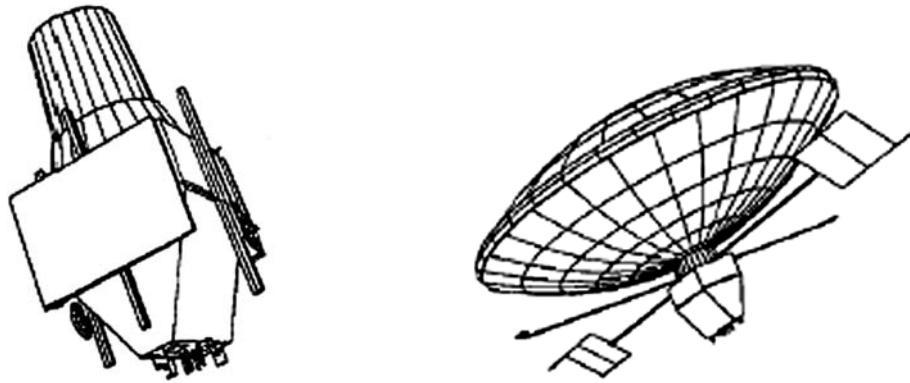
ანტენის სარკე. ფრაგმენტი  
KPT-30



რადიოტელესკოპი KPT-10

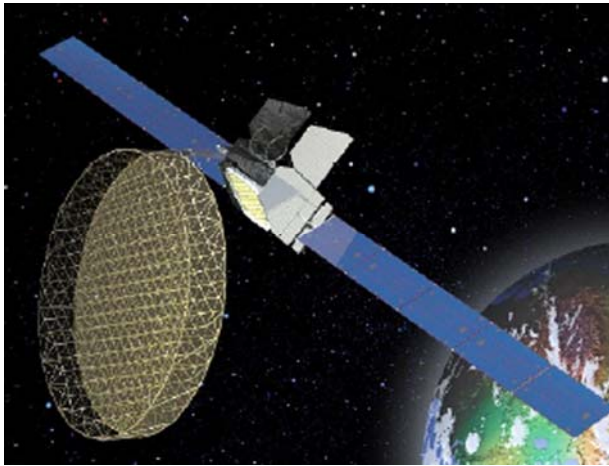


III. წრიულ-რადიანული მზიდი კარკასის მქონე რეფლექტორები

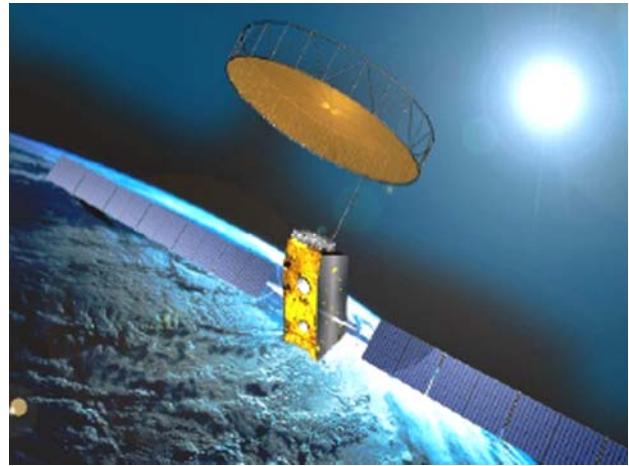


ASAT - თანამგზავრი

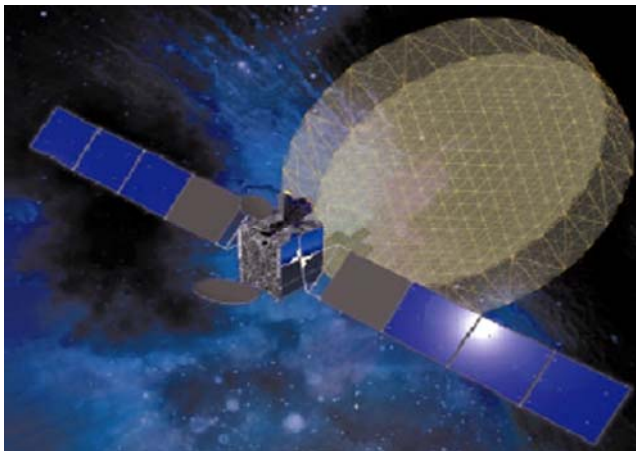
IV. წრიული მზიდი კარკასის მქონე რეფლექტორები



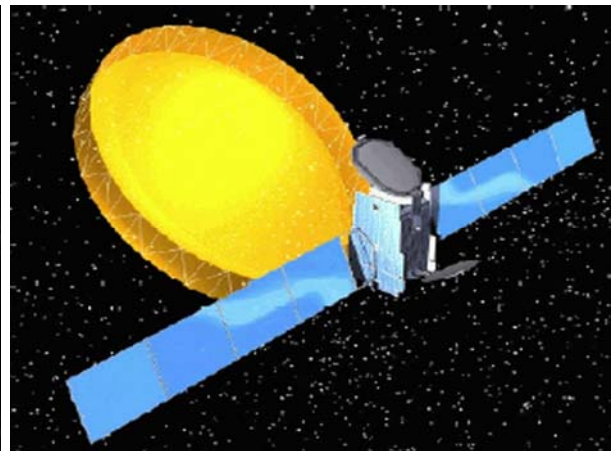
Thuraya



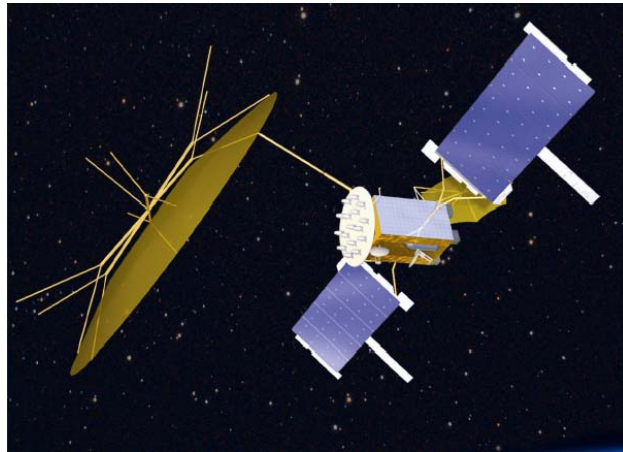
Inmarsat.4



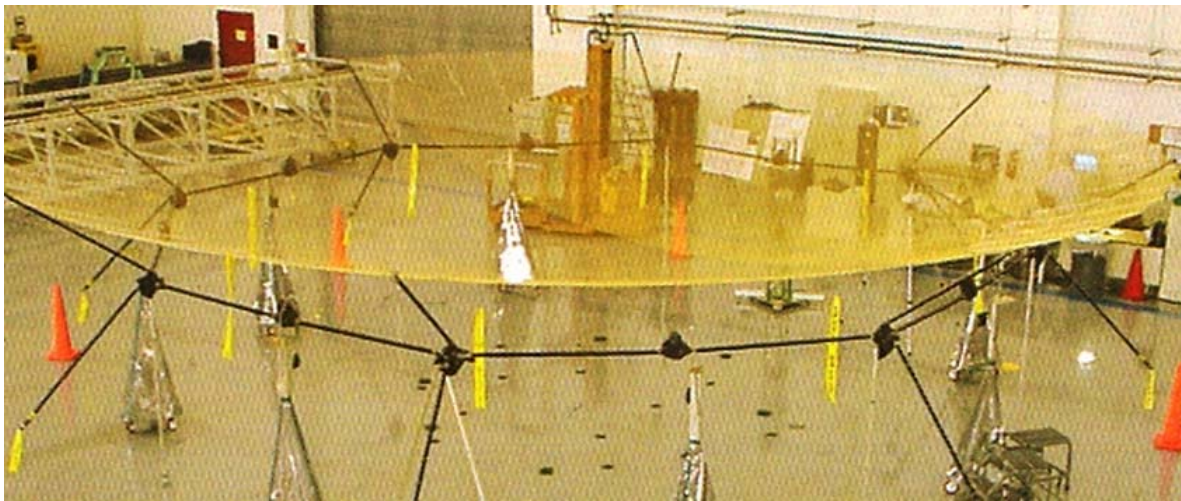
MBSAT



Global Radio



MOUS პროექტი თანამგზავრი

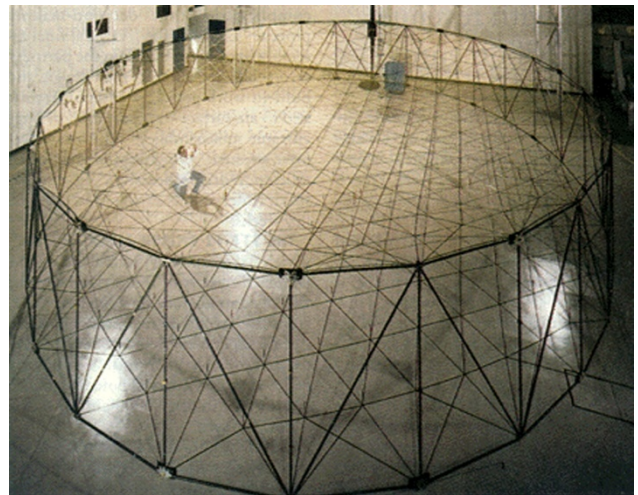


HARRIS

რგოლური სისტემების უპირატესობა, რომელიც წრიული მზიდი კარკასის მქონე რეფლექტორებს მიეკუთვნება, იმითაც აიხსნება, რომ ის წარმოადგენს ანალოგიას, დედამიწის პირობებში განხორციელებული, ორშრიანი ვანტური სისტემების კონსტრუქციებისა. ისინი ფართოდ გამოიყენება დიდმალიან გადახურვებში. რაც შეეხება მათ გამოყენებას კოსმოსურ რეფლექტორებში, ამას ამერიკული კომპანია “ASTRO” და საქართველოს კოსმოსურ ნავებობათა ინსტიტუტი ახორციელებს.

ამასთან, ასევე აღსანიშნავია ქართული გადაწყვეტების ორიგინალობა, რაზედაც ქვემოთ იქნება საუბარი.

ზემოთ ჩამოთვლილი, კოსმოსში პრაქტიკულად გაყვანილი ან დედამიწაზე გამოცდილი და რეალური პროექტების გათვალისწინებით შექმნილი ზოგიერთი რეფლექტორული ანტენები მათი დიამეტრისა და თანამგზავრთან განცალკევებულად თუ შეწყვილებულად მიმაგრების მიხედვით წარმოდგენილია ცხრილში.



ASTRO -12-მეტრიანი რეფლექტორი

სისტემა	დიამეტრი	რეფლექტორის რაოდენობა
<b>Garuda (AceS)</b>	12 მ	ორმაგი რეფლექტორი
<b>Thuraya</b>	12.25 მ	ერთი რეფლექტორი
<b>ETS VII</b>	17 მ	ორმაგი რეფლექტორი
<b>Inmarsat 4</b>	9 მ	ერთი რეფლექტორი
<b>MBSat</b>	12 მ	ერთი რეფლექტორი
<b>global radio (HEO)</b>	12 მ	ერთი რეფლექტორი
<b>EAST</b>	15 მ	ერთი რეფლექტორი
<b>Globalstar 2<sup>nd</sup>G (GEO)</b>	12 მ	ორმაგი რეფლექტორი

ყველა დიდი ზომის, გასაშლელ კოსმოსურ რეფლექტორულ ანტენას წაყენება პრაქტიკულად ერთი და იგივე პირობები:

- სიხისტე;
- სიმსუბუქე;
- სიდიდე;
- ეკრანის სიზუსტე;
- სატრანსპორტო პაკეტის მინიმალური ზომები;
- სატრანსპორტო პაკეტის ოპტიმალური ფორმა;
- გაშლის საიმედოობა: გაშლის პროცესების სამელო მართვა და “ანტიზაცეპები”;

- ტემპერატურული ცვალებადობის მიმართ ნაკლები დეფორმაციულობა;
- კოსმოსური პირობების მიმართ მედეგობა;
- ამასთან, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს რეფლექტორული ანტენის ჩამაგრებას – ინტერფეისის კოსმოსურ აპარატთან;
- ეკონომიურობა.

### 3. დასკვნა

ნაშრომში წაყენებული მოთხოვნების მიხედვით, ქართული ავტორების მიერ შეიქმნა და განხილულია სხვადასხვა ტიპის კოსმოსური დიდი გასაშლელი რეფლექტორები, მათ შორის, პირველი ქართული კოსმოსური რეფლექტორული ანტენა, რომელიც ორბიტაზე 1999 წლის 23 ივლისს გავიდა.

### ლიტერატურა

1. ე. მეძმარიაშვილი. (2006 წ.). საქართველოს სამხედრო-საინჟინრო დოქტრინის საფუძვლები. “ტექნიკური უნივერსიტეტი”. 1059 გვ.
2. E.Medzmariashvili and others. 2008. New space reflex structures. “Problems of Mechanics”. Internacional scientific journal. ISSN 1512-0740 N 1(30).. 24 p.
3. E. Medzmariashvili and others. 2008. Structure and kinematic analyses of arch transformed structure. “Problems of Mechanics”. Internacional scientific journal. ISSN 1512-0740 N 1(30). 53 p.
4. Медзмариашвили Э.В. Трансформируемые системы в космосе и на земле. Германия – Грузия, «Vallemar», 1995. - 447 стр.

**UDC 535.87**

**LARGE DEPLOYABLE SPACE REFLECTORS OF NEW GENERATION**

**A. Sokhadze, V. Medzmariashvili**

Department of civil and industrial building, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** There are systematically discussed and presented the existing of large deployable reflectors, which have moved on space orbit or have carried out the preflight test. With it, also is estimated its requirements and future perspectives.

**Key words:** reflector; concentrator; antenna; deployable; space.



УДК 535.87

**БОЛЬШИЕ РАЗВЕРТЫВАЕМЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКТОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ****А.П. Сохадзе, В.Э. Медзмаришвили**

Департамент городского и промышленного строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Систематизированы и классифицированы рассмотренные и представленные существующие в мире большие рефлекторные антенны, которые вышли на космическую орбиту или прошли предлётные испытания. Вместе с этим, дана оценка их основным требованиям и дальнейшим перспективам.

**Ключевые слова:** рефлектор; концентраторы; антенна; развертываемая; космическая.

*შემოსვლის თარიღი 08.07.09*

*მიღებულია დასაბეჭდად 18.09.09*

შპს 551.46

**მდინარე რიონის ქალაქის არხით ზღვასთან შესართავ აკვატორიაში სანაპირო ზოლის მდგრადობის გაუმჯობესების შესახებ**

ი. ქადარია

ჰიდროინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: juri\_gtu@yahoo.com

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია მდინარე რიონის ზღვასთან შესართავ აკვატორიაში სანაპირო ზოლის მდგრადობის და ნაპირდაცვითი ღონისძიებების გაუმჯობესების კერძო შემთხვევა, როცა ზღვაში მდინარე შეედინება წყალდიდობის ნატანშემცველი რეგულირებადი ხარჯებით. აღწერილია ტალღური ზემოქმედებით გამოწვეული პროცესები და რიცხვითი მაგალითებით ნაჩვენებია მოსალოდნელი შედეგები. შემუშავებულია მდინარე რიონის ქალაქის არხით ზღვასთან შესართავი აკვატორიის სანაპირო ზოლის ნაპირდაცვითი ღონისძიებების გაუმჯობესების რეკომენდაციები.

**საკვანძო სიტყვები:** მდინარეთა შესართავი აკვატორია; რეგულირებადი წყალდიდობის ნატანშემცველი ხარჯები; შტორმი.

**1. შესავალი**

XX საუკუნის მეორე ნახევრიდან ფართოდ გაშლილმა ჰიდრომშენებლობამ დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე და მათი ჰიდროლოგიური რეჟიმების ხელოვნურად შეცვლამ ძალზე მნიშვნელოვანი ზეგავლენა მოახდინა საქართველოს ფარგლებში შავი ზღვის სანაპირო ზოლის მდგრადობასა და შესართავი უბნების კალაპოტურ პროცესებზე. ეს გავლენა განსაკუთრებით აისახა მდ. რიონზე და მდ. ენგურზე

მსხვილი ენერგეტიკული ჰიდროკვანძების აშენების შედეგად. კერძოდ 1939 წელს ქ. ფოთიდან მე-7 კილომეტრზე აშენდა წყალგამყოფი ჰიდროკვანძი, რომლის ძირითად დანიშნულებას წარმოადგენდა ქალაქისათვის აცვილებინა მდ. რიონის წყალდიდობის ხარჯები, რომელიც ქალაქის უმეტესი ნაწილის დატბორვას იწვევდა. წყალდიდობის ძირითადი ხარჯები მიმართულ იქნა ნავსადგურის ჩრდილოეთით დაუსახლებელი ტერიტორიების გავლით და შეუერთდა ზღვას სოფ. ნაბადას განაპირა ტერიტორიებით. ასევე აღნიშნული პერიოდიდან რიონის ზემო ნაწილში რამდენიმე ჰიდროელექტროსადგურის აგებამ პრაქტიკულად შეაჩერა მყარი ნატანის ტრანსპორტირება პლაჟწარმოქმნელი დანიშნულებით.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნული გახდა მიზეზი იმისა, რომ დაირღვა ბალანსი მდინარესა და ზღვას შორის. ზღვის ტალღური ზემოქმედებით დაიწყო სანაპირო ზოლის წარცხვები, რომელიც ამჟამადც გრძელდება. კერძოდ ქ. ფოთის სანაპირო ზოლი დღევანდელი მდგომარეობით წარცხილია საშუალოდ 0,9 კმ-ის სიგანით, გარდა ჰიდროეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესებისა, მოსახლეობის ნაწილს გადასახლება მოუწია და ა.შ.

საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლს აგრეთვე მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენა მდინარეთა კალაპოტებისა და ზღვის გაუმართლებელმა ნაპირდაცვითმა ღონისძიებებმა, ინერტული სამშენებლო მასალის ბრაკონიერულმა მოპოვებ-

ბამ მდინარეთა კალაპოტებიდან და სხვა. ამჟამად ევრაზიის სატრანსპორტო დერეფნის, ნავთობგადაზიდვების, სატრანსპორტო მშენებლობისა და ურბანიზაციის ტემპების ინტენსიურ ზრდასთან ერთად მატულობს შავი ზღვის აკვატორიის კატასტროფული დაბინძურების საფრთხე.

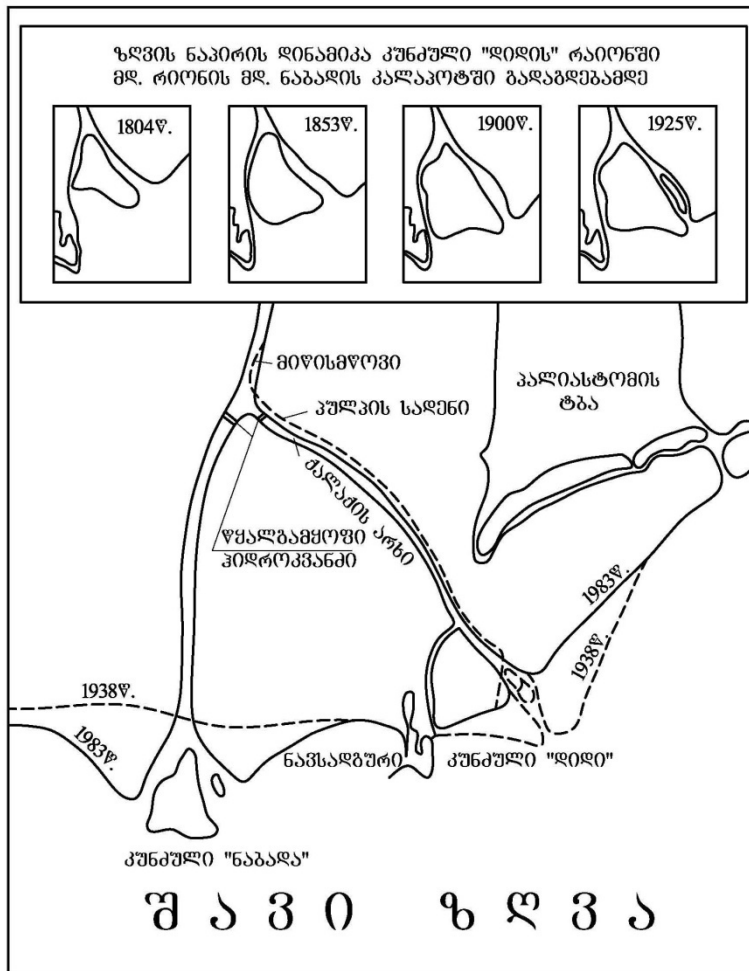
შავი ზღვის სანაპირო ზოლის საქართველოს პერიმეტრის მდგრადობა და ნაპირდაცვითი ღონისძიებების გაუმჯობესება თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური მიღწევების გათვალისწინებით მოითხოვს არსებული მოვლენათა გამომწვევი მიზეზების მეცნიერულ შესწავლას და ინჟინრულად გამართული სარეაბილიტაციო ღონისძიებათა დასახვას.

**2. ძირითადი ნაწილი**

კოლხეთის დაბლობის შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ნატანით მკვებავს დასავლეთ საქართველოს მდინარეები წარმოადგენს, ძირითადად მდინარე რიონი, რომელმაც ზღვასთან შესართავი ორი ტოტით შექმნა კუნძული „დიდის“ ფორმირებისათვის შესაფერისი პირობები. 1804 წლიდან 1926 წლამდე კუნძული იზრდებოდა 1,1

ჰექტარის ინტენსიურობით წელიწადში და 102 ჰექტარიდან 235 ჰექტარი გახდა.

1-ელ ნახაზზე სქემატურად ნაჩვენებია 1804 წლიდან 1925 წლამდე კუნძულ „დიდის“ ზრდის კონფიგურაცია, ხოლო 1939 წლიდან მდ. რიონზე რაბ-რეგულიატორის მოწყობის შემდეგ ძირითადი ხარჯები მიმართულ იქნა მდინარე ნაბადის გაღრმავება-გაფართოვებით ჩრდილოეთი ტოტით ზღვისაკენ. ამ პერიოდიდან მოყოლებული იწყება ძირითადი შესართავი უბნების და სანაპირო ზოლის ინტენსიური წარეცხვები, ხოლო ნაბადის მიმდებარე დაჭაობებული ტერიტორია და რიონის ზღვასთან შესართავი უბანი დაისილა. მეტიც, შესართავი უბანი იმდენად დაისილა, რომ შეიქმნა კუნძული ზღვის ტერიტორიის ხარჯზე და მსგავსი პროცესები განვითარდა, როგორც 1804 წლიდან 1925 წლამდე ძირითად შესართავ უბანზე [1] (იხ. ნახ.1). ზღვის დინებებით ნატანი გადადგილდა სანაპირო ზოლზე სამხრეთის მიმართულებით, რამაც უარყოფითი ხეგავლენა მოახდინა ნავსადგურის შესასვლელი არხის ქმედითუნარიანობაზე.



ნახ. 1. ზღვის ნაპირის დინამიკა ფოთის პერიმეტრზე 1804-1925 წლები

1958-1960 წლებში კუნძული „დიდის“ პერიმეტრზე მოეწყო 70 მ-ის სიგრძის ბუნები, რომელიც ორრიგად გრუნტში ჩასობილ რელსების ფლეთილი ქვებით შევსებას წარმოადგენდა. ამ ღონისძიებამ ვერ შეაფერხა ნაპირისკენ მიმართული ტალღების შემოქმედება და ვერ შექმლო წარეცხვების შეჩერება. ამიტომ განხორციელებულ ღონისძიებას წარმატებები არ მოყოლია.

შემდგომ პერიოდში კუნძულის პერიმეტრზე ჩაიყარა ფლეთილი ქვები წარეცხვების შესაჩერებლად, რომელმაც ნაწილობრივ შეასრულა კიდევ თავისი დანიშნულება, მაგრამ უკუფილტრის არარსებობის გამო ქვები გრუნტში ჯდებოდა და რეგულარულად განახლება-დამატებას მოითხოვდა. მიუხედავად წარეცხვების შემცირებისა სიღრმითი წარეცხვები სანაპირო ზოლში გრძელდებოდა.

1980 წლისათვის სიღრმითი წარეცხვები დამბის წინ აღწევდა კრიტიკულ მნიშვნელობას, რამაც გამოიწვია დამბაზე 2 მ-ზე მეტი სიმაღლის ტალღების შემოქმედება და დამბის შემდგომი ხანგრძლივი პერიოდით დაცვა შეუძლებელი ხდებოდა.

შედარებით ეფექტური ღონისძიება იქნა გატარებული 80-იანი წლების შუა პერიოდში, როცა მიწისმწოვი დანადგარებით ნატანი მიეწოდებოდა სანაპირო ზოლს წყალგამყოფი ჰიდროკვანძის ზემო ბიეფიდან (იხ. ნახ. 1). რაბრეგულატორის ზემო ბიეფში დაღეჭილი ნატანის ფრაქციული შემადგენლობა დაახლოებით შეესაბამებოდა პლაჟწარმომქმნელი ქვიშის საშუალო დიამეტრს 0.26 მმ-ს. მიწოდებული ნატანი ილექებოდა შეყურსულად სანაპირო ზოლის პერიმეტრზე, ხოლო შემდგომ ის ტალღური შემოქმედებითა და ზღვის წყლის დინებით აფორმირებდა პლაჟს.

შავი ზღვის ფოთის სანაპირო ზოლის დაცვის და პლაჟის ნაწილობრივი აღდგენის ძირითად ვარიანტად შეიძლება ჩაითვალოს ნატანის მისაღები ფრაქციული შემადგენლობის ხელშეწყობად შემოტანა რაბრეგულატორის ზემო ბიეფიდან ან/და მდ. რიონის ჩრდილოეთის ტოტის ზღვასთან შესართავი აკვატორიიდან რენტაბულობის გათვალისწინებით. სამწუხაროდ საქართველოში 90-იან წლებიდან განვითარებულმა მოვლენებმა თავისი ზეგავლენა იქონია დასმული პრობლემების გადაწყვეტაზე ქვეყნის მასშტაბით. ეკონომიკური მდგომარეობიდან გამომდინარე მთლიანად შეწყდა შავი ზღვის სანაპირო ზოლის აღდგენითი სამუშაოები. პრაქტიკულად ფოთის სანაპირო ზოლისთვის არ წარმოებს ხელოვნურად ნატანის მიწოდება განხორციელებული პროექტის ფარგლებში, მხოლოდ ბუნებრივად ქალაქის არხით მიწოდებული ნატანით იკვებება

სანაპირო ზოლი, რაც აბსოლიტურად დეფიციტურია. აქედან გამომდინარე ზღვის ტალღების შემოქმედების შედეგად მეტნაკლები ინტენსივობით ხდება პერიმეტრის წარეცხვები.

ზემოთ გამოთქმულ მოსაზრებებთან ერთად შტორმული ვითარება ზღვაზე და ტალღური შემოქმედება სანაპირო არეებზე არის ძირითადი მიზეზი სანაპირო არეების ინტენსიური წარეცხვების, იქ არსებული პასიური ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ნგრევისა. ხოლო ტალღური მოძრაობის ჰიდროდინამიკური თეორია, ტალღური პარამეტრების გაანგარიშება მდინარეების ზღვასთან შესართავ აკვატორიებში დამატებით პირობებს ითვალისწინებს ცვალებადი სიღრმის სტაციონარულ ნაკადებზე. ამ მიმართულებით კვლევის შედეგებზე ჩვენ მიერ მოხსენებულ იქნა გრძელი ტალღების პრობლემებისადმი მიძღვნილ სიმპოზიუმზე 2003 წელს ქ. სალონიკში (საბერძნეთი) [2].

მცირედ დახრილი შესართავი უბნისათვის ტალღების მოძრაობისას სითხის ნაწილაკების სიჩქარეები იანგარიშება შემდეგი გამოსახულებით:

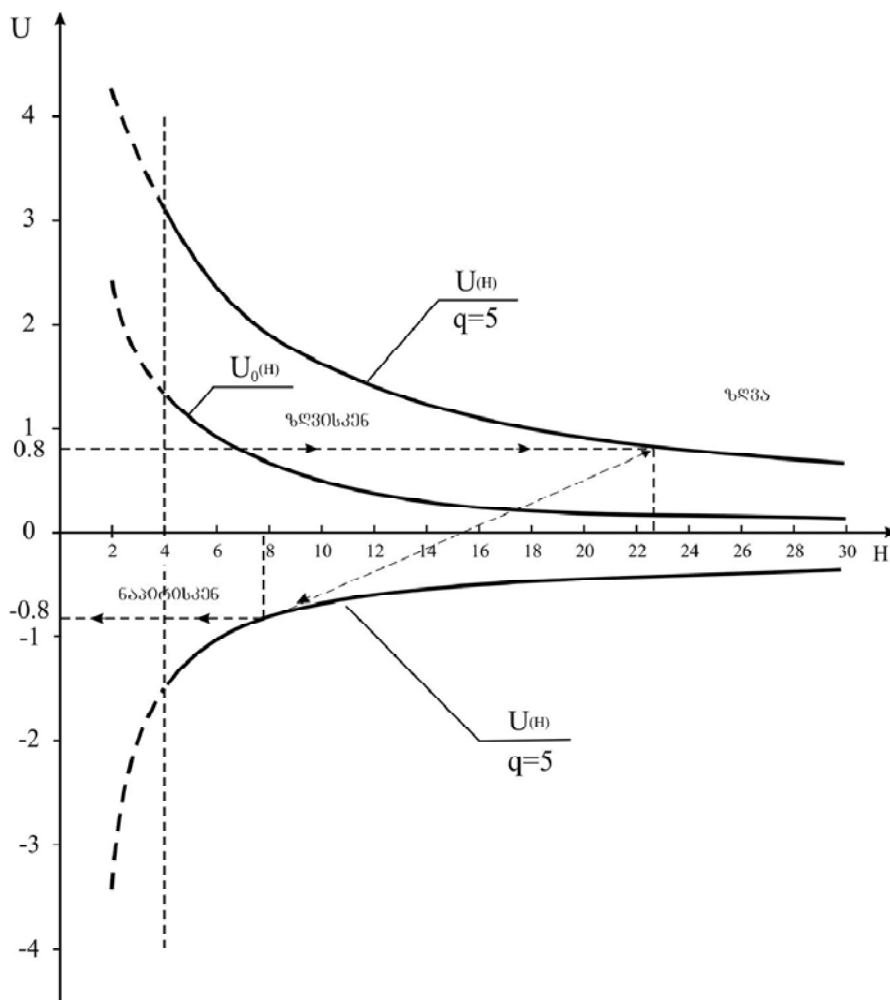
$$U = U_0 - a_0 \frac{\rho}{\sqrt{(k_0 H)^3}} \left( \frac{U_0}{\sqrt{gH}} \pm 1 \right) \times \sin \left( \rho t - \frac{\rho U_0}{g i_0} \pm 2 \sqrt{\frac{k_0 x}{i_0}} \right), \quad (1)$$

სადაც  $U_0 / \sqrt{gH} < 1$ .

მიღებული გამოსახულების მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ სითხის ნაწილაკთა სიჩქარეები მდინარეთა შესართავ აკვატორიებში, როცა ტალღების მოძრაობა მიმართულია ნაპირიდან ზღვისკენ მდინარის დინების თანხვედნილი მიმართულებით („-“) და დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით („+“) სხადასხვა ხარჯების შემთხვევაში [3].

მე-2 ნახაზზე მოცემულია მდ. რიონის ქალაქის არხით შესართავ აკვატორიაში სითხის ნაწილაკების სიჩქარეთა განაწილების კერძო შემთხვევა; არხი, სიგანით  $B_0 = 80$  მ-ია, სიღრმით  $H_0 = 4$  მ, ატარებს  $Q = 400$  მ<sup>3</sup>/წმ-ში ხარჯს (დაყვანილი ხარჯი  $q = 5$  მ<sup>2</sup>/წმ), რომელიც შეესაბამება მდ. რიონის ქალაქის არხით გასატარებელი შესაძლო მაქსიმალური ხარჯის მნიშვნელობას. შესართავ აკვატორიაში ზღვის ფსკერის ქანობი  $i_0 = 0,0067$ ; პლაჟწარმომქმნელი ნატანის გამრეცხი სიჩქარე  $U_{გამ} = 0,8$  მ/წმ.

ზღვის მხრიდან შესართავისაკენ მოემართება რეგულარული ტალღები.



ნახ. 2. ქ. ფოთის საქალაქო არხის შესართავ აკვატორიაში ტალღების შემთხვევაში სითხის ნაწილაკების სიჩქარეთა განაწილების კერძო შემთხვევა

ტალღის სიმაღლე ნაპირიდან შორს ღრმა წყალზე  $h_0 = 2$  მ-ს (ამპლიტუდა  $a_0 = 1$  მ-ია), ტალღის სიგრძე  $\lambda_0 = 108$  მ-ს, ტალღის პერიოდი  $T = 8,31$  წმ (შესაბამისად ტალღური რიცხვი  $k_0 = 2\pi/\lambda_0 = 0,058$  მ<sup>-1</sup> და სიხშირე  $\omega = 2\pi/T = 0,76$  წმ<sup>-1</sup>).

ნაპირისაკენ მიმართული ღელვისას წყლის ნაწილაკთა დადებითი (ზღვისკენ მიმართული) და უარყოფითი (ნაპირისკენ მიმართული) მაქსიმალური სიჩქარეების ცვლილების მრუდები შესართავ აკვატორიაში ზღვის სხადასხვა სიღრმეებისთვის აგებულია (1) დამოკიდებულების საფუძველზე. (1) გამოსახულებაში აღებულია ზედა („+“) ნიშანი და  $\sin(f(t, U_0, \rho, r)) = -1$ , როცა ნაპირისკენ გადაადგილება ტალღის ფსკერი, ხოლო  $\sin(f(t, U_0, \rho, r)) = +1$  ქიმის გადაადგილების შემთხვევაში.

ნატანგამრეცი სიჩქარის ამსახველი წრფეების გადაკვეთა აღნიშნულ მრუდებთან და აგრეთვე მდინარის ნაკადის  $U_0$  სიჩქარის ცვლი-

ლების მრუდთან გვიჩვენებს, რომ მოცემული ღელვის შედეგად ნატანი ინტეგრალურად გადაიტანება  $H = 22$  მ სიღრმემდე ნაპირის ხაზიდან დაახლოებით 2.7 კმ მანძილზე. ხოლო, როდესაც ზღვაზე არ გვაქვს ღელვა ( $\rho = 0$ ) მდინარის მიერ გამოტანილი ნატანი დაილეკება  $H = 6,25$  მ სიღრმემდე, ანუ ნაპირიდან ახლოს 335 მ-ის ფარგლებში. ნატანის აკუმულირებული ეს რაოდენობა შემდგომ ფრონტალური ტალღებისა და ზღვის სანაპირო ზოლში განივი დინებებით მოხმარდება პლაჟის ფორმირებას, თუ ღელვის პროცესში წყალგამყოფი ჰიდროკვანძიდან შევწვევტო მდინარის ხარჯების მიწოდებას ქალაქის არხით.

### 3. დასკვნა

1. მდინარე რიონის მე-7 კილომეტრზე (ქ. ფოთიდან) არსებული წყალგამყოფი ჰიდროკვანძის მეშვეობით ქალაქის არხში წყალდიდობის ნატანშემცველი მაქსიმალური ხარჯები უნდა გატარდეს, როდესაც ზღვა წყნარ მდგომარ-

რობაშია. ამ პერიოდში ხდება ნატანის აკუმულაცია შესართავ უბანში;

2. ზღვაზე არსებული დელეის პერიოდში ქალაქის არხით ხარჯების გატარება უნდა შეწყდეს, გარდა სანიტარული ნორმებით გათვალისწინებული რაოდენობისა. ფრონტალური ტალღებით და ზღვის დინების მეშვეობით შესართავ უბანში მოხდება დალექილი ნატანის გადანაწილება სანაპირო ზოლის პერიმეტრზე, რომელიც ბუნებრივად ხელს შეუწყობს პლაჟის ფორმირებას;

3. ქალაქის არხით მაქსიმალური ნატანშემცველი ხარჯების გასატარებლად საჭიროა დასრულდეს არხის ქალაქის პერიმეტრზე ბეტონის კედლების მოწყობა, გაიწმინდოს ქალაქის არხის ნაპირები მცენარეებისა და წყალმცენარეებისაგან;

4. აღნიშნული რეჟიმით წყალგამყოფი ჰიდროკვანძის ექსპლუატაცია ხელს შეუწყობს „ქა-

ლაქის“ პერიმეტრზე პლაჟარმომქნელი ნატანით ბუნებრივ მომარაგებას და შესაბამისად შეამცირებს ნავსადგურის შესასვლელი არხის დალექვის ინტენსიურობას.

#### ლიტერატურა

1. Меладзе Ф.Г. Инженерные решения защиты морских берегов. Тбилиси, 1993. -206 с.
2. Sh. Gagoshidze; J. Kalaria. Long wave on variable stationary flow Proceedings of Long Waves Symposium, in parallel with the XXX IAHR Congress, Thessaloniki, Greece, August 25-27, 2003.
3. ი. ქადარია. ზღვასთან მიმდებარე ჰიდროტექნიკური ნაგებობების გაანგარიშების მეთოდები. დისერტაცია ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მისაპოვებლად. 2005, გვ. 99-108; - 219-223.

UDC 551.46

### ABOUT IMPROVING COAST LINE STABILITY AT THE RIVER RIONI CONFLUENCE BY THE TOWN CANAL

I. I. Kalaria

Department of hydroengineering, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** There is considered the particular case of the sea shore stability at the confluence of the river Rioni and the improvement of the shore defence measures. The river Rioni flows into the sea with regulated alluvial flow rate. Wave action processes are also described and expected results are shown by numerical examples.

Recommendations for improvement sea shore defence measures have also been worked out for the place, where the river Rioni flows into the sea by the town canal.

**Key words:** Confluence of rivers in the sea aquatorium, regulated alluvial flow rate, storm.

УДК 551.46

### ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЫ МОРСКОЙ АКВАТОРИИ В ЗОНЕ СЛИВАНИЯ Р. РИОНИ В МОРЕ ГОРОДСКИМ КАНАЛОМ

Кадария Ю.Р.

Гидроинженерный департамент, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Рассматривается устойчивость береговой полосы и улучшение берегозащитных мероприятий в зоне сливания р. Риони наносонесущим потоком в морскую акваторию городским каналом. Описаны процессы, вызванные воздействием волн, и на численных примерах показаны ожидаемые результаты.

Изложены рекомендации для улучшения берегозащитных мероприятий в прибрежной зоне с регулированием расходов городского канала головным сооружением отводного канала.

**Ключевые слова:** сливания рек в зоне морской акватории; регулированный наносонесущий расход; шторм.

შემოსვლის თარიღი 25.01.10  
მიღებულია დასაბეჭდად 11.02.10

# ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის სექტორი

შპს 638.244

ახალი საჯარო მენეჯმენტი (NPM) – ადმინისტრაციული მენეჯმენტის  
შემაჯობებელი ნაწილი

ქ. ქუთათელაძე\* მ. მაღრაძე

თბო- და ჰიდროენერგეტიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო,  
0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: kkutateli@gmail.com

**რეზიუმე:** ადმინისტრაციული მეცნიერების განვითარება მნიშვნელოვანი წინაპირობაა წარმატებული რეფორმების განხორციელებისათვის, რისი აუცილებლობაც დემოკრატიული და სამართლებრივი სახელმწიფოს ჩამოყალიბებისათვის ქვეყნის მმართველი ორგანოების წინაშე დგას. ნაშრომში განხილულია ახალი საჯარო მენეჯმენტის ზოგიერთი საკითხი, რომელსაც მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია სრულყოფილი საჯარო ადმინისტრაციის ჩამოყალიბებაში.

**საკვანძო სიტყვები:** საჯარო ადმინისტრაცია; ადმინისტრაციული მეცნიერება; საჯარო მენეჯმენტი; პროდუქტი, კლიენტი; პროცესი; მომსახურება; რეფორმა.

## 1. შესავალი

დღეს საქართველოში არ არსებობს ადმინისტრაციული მეცნიერება, რომელიც კომპლექსურად იკვლევს ადმინისტრაციის რეალურ ცხოვრებას. მიზანი, ამოცანები, სტრატეგია, ორგანიზაცია, კადრები, გადაწყვეტილების მიღების პროცესი, რეფორმები – სწორედ ეს მოვლენები გამოხატავს ადმინისტრაციულ რეალობას. ამ რეალობაზეა კონცენტრირებული ადმინისტრაციული მეცნიერება. [1].

ცალკეულ მეცნიერებებს შორის, რომლებიც საჯარო ადმინისტრაციას შეისწავლის, ადმინისტრაციულ სამართალს განსაკუთრებული ადგილი უკავია. მისი ჰეგემონური როლი ხელს უშლის სხვა მიმართულებების, მათ შორის საჯარო მენეჯმენტის განვითარებას.

გასული საუკუნის ოთხმოციანი წლების ბოლოდან განვითარებული ქვეყნების სახელმწიფო და საჯარო ადმინისტრაციის რეფორმირების ძირითად ორიენტირს მისი გამარტივება, დეცენტრალიზაცია და არაბიუროკრატიულობა წარმოადგენს.

ახალი საჯარო მენეჯმენტის კონცეფცია აქცენტს კერძო სექტორის მართვის თავისებურებებზე აკეთებს და აქ არსებული გამოცდილებიდან გამომდინარე საჯარო ადმინისტრაციის რეფორმირებისათვის აუცილებელ პირობებს აღგენს.

## 2. ძირითადი ნაწილი პროდუქტზე, კლიენტზე და პროცესზე ორიენტაციის საკითხები საჯარო მენეჯმენტში

ახალი საჯარო მენეჯმენტი საჯარო ადმინისტრაციისათვის სრულიად განსხვავებულ ორგანიზაციულ სტრუქტურას და მობილურ აქტივობებს ანიჭებს უპირატესობას საქმიანობის ტრადიციულ ბიუროკრატიულ ფორმებთან შედარებით.

ახალი საჯარო მენეჯმენტის მიხედვით, პოლიტიკა, დეტალურად გაწერილი სამართლებრივი ნორმებისა და ბიუჯეტის მკაფიოდ განსაზღვრული მუხლების მეშვეობით კი არ უნდა მართავდეს საჯარო ადმინისტრაციას, არამედ მან საჯარო ადმინისტრაციას უნდა განუსაზღვროს ერთი მხრივ, საბოლოო მიზანი და შესაბამისი სტანდარტები, და, მეორე მხრივ, დაუდგინოს ბიუჯეტი, რომელიც ადმინისტრაციას საშუალებას მისცემს განსაზღვროს მიზნის მიღწევის სტრატეგია და საკუთარი პასუხისმგებლობით მოახდინოს ბიუჯეტის სახსრების განკარგვა. ამდენად, მოხდა პოლიტიკასა და საჯარო ადმინისტრაციას შორის ხელისუფლების დანაწილების ახლებური განსაზღვრა: პოლიტიკა არის უფლებამოსილი განსაზღვროს საჯარო ადმინისტრაციისათვის ზოგადი მიზნები და გააკონტროლოს ამ მიზნების განხორციელების შედეგები. რაც შეეხება მიზნების მიღწევის კონკრეტულ გზებს, ეს თავად საჯარო ადმინისტრაციის პრეროგატივაა [2].

სწორი საჯარო მენეჯმენტის პირობებში ადმინისტრაციის თითოეული ქვედანაყოფი მეტ ავტონომიას იძენს. იგი თვითონ იღებს პასუხისმგებლობას საჯარო ამოცანების განხორციელებაში.

ბაზე (განსხვავებით ბიუროკრატიული მოდელისგან, სადაც საჯარო მოხელე ძირითადად მენეჯმენტის ზედა რგოლის მითითებების აღმსრულებელია). ეს არ ნიშნავს, რომ ადმინისტრაცია არ მოქმედებს სამართლებრივ ჩარჩოში. მისი საქმიანობის ხარისხი ფასდება კანონთან შესაბამისობით, ეკონომიკურობით და კლიენტთა მოთხოვნების გათვალისწინებით. ამდენად, პრიორიტეტულია მისი საქმიანობის ხარისხის განმსაზღვრელი შინაარსობრივი კრიტერიუმები, რაც ძირითადად ამ ორგანიზაციის იმიჯს განსაზღვრავს საზოგადოებაში.

საჯარო ადმინისტრაციის ფარგლებში მართვა ხორციელდება ორგანიზაციის მისიის განსაზღვრის, მიზნების ფორმულირების, დასაქმებულთა სტიმულირების, შესრულებული სამუშაოს ხარისხის კონტროლისა და კონკურენციის მექანიზმებით. ახალი საჯარო მენეჯმენტის შესაბამისად, მნიშვნელოვანია ამ მექანიზმების შემუშავებაში ადმინისტრაციის თანამშრომელთა ჩართვა, რაც სახელმწიფო ორგანოების წარმატებული საქმიანობის აუცილებელი წინაპირობაა. ყურადღება უნდა მიექცეს ცალკეულ საჯარო ადმინისტრაციებს შორის მომსახურების ხარისხის კონკურენციის ორგანიზებას როგორც რეგიონის ფარგლებში, ისე ქვეყნის მასშტაბით. კონკურენტულმა გარემომ ადმინისტრაციის თანამშრომელთა მოტივაციის ამაღლება, შედეგების გამჭვირვალობა და საუკეთესო პრაქტიკის განზოგადება და დამკვიდრება უნდა უზრუნველყოს [3].

მენეჯმენტის შესაბამისად საჯარო ადმინისტრაცია საკუთარი საქმიანობის საბოლოო შედეგების - პროდუქტების დეფინირებას ახდენს. ამ პროცესში მისთვის განმსაზღვრელია კონკრეტული მიზნები და მოქალაქეების, როგორც ადმინისტრაციის კლიენტების, მოთხოვნები. პროდუქტის რაოდენობა უნდა შეესაბამებოდეს მათი წარმოების შესაძლებლობას. ამ თვალსაზრისით განხილული პროდუქტი, როგორც ამოსავალი პრინციპი, მნიშვნელოვნად ცვლის საჯარო ადმინისტრაციის მუშაობის სტილს. მისი შემოღებით ბიუჯეტი, კონკრეტული პროექტების შესაბამისად, სხვადასხვა პროდუქტის შექმნაზე ორიენტირებული. პროდუქტი ღირებულების და ინფორმაციის მნიშვნელოვან წყაროს შეიცავს, შესაბამისად, ადმინისტრაციული საქმიანობა გამჭვირვალეა და შესაძლებელია მისი ეფექტურობის განსაზღვრა.

საჯარო ადმინისტრაციის ყველა სახის მომსახურების შედეგის კონკრეტული დადგენა ხშირად შეუძლებელია. პროდუქტების დეფინირება რთულდება, როდესაც ის ასოცირებულია ისეთ მომსახურებასთან, რომელიც მწარმოებელსა და მომხმარებელს შორის უშუალო ურთიერთობით წარმოიშობა. ამ შემთხვევაში პროდუქტის წარმოება და მოხმარება, პრაქტიკულად ერთდროულად ხორციელდება. მწარმოებელი

პროდუქტის ერთგვარ ნაწილს წარმოადგენს, ამიტომ მისი როლი პროდუქტის ხარისხზე გადამწყვეტ როლს თამაშობს (მაგალითად, კონსულტაციის გაწევა) [2].

პროდუქტის განსაზღვრებით, სახელმწიფო დაწესებულების ქვესტრუქტურებში დანაწევრებული მომსახურების სხვადასხვა ფორმა კონკრეტული მომსახურების ქვეშ ერთიანდება, რაც დიდ გავლენას ახდენს ადმინისტრაციის ორგანიზაციულ სტრუქტურაზე, მის დახვეწაზე და მოქნილობაზე. ამასთან, საბოლოო პროდუქტზე ორიენტაცია შესაძლებლობას იძლევა მოხდეს მათი საქმიანობის დოკუმენტური აღწერა, რაც გაწეული ხარჯებისა და ხარისხის შეფასებას ამარტივებს. ეს პროცესი ხელს უწყობს საჯარო ადმინისტრაციებს შორის კონკურენციას, რითაც საბოლოო ჯამში მოგებული კლიენტი-მოქალაქე რჩება [4].

საჯარო ადმინისტრაციის მუშაობის პროცესის გამჭვირვალობა პასუხობს მოქალაქეთა ლეგიტიმურ მოთხოვნას – ჰქონდეთ სრული და ამომწურავი ინფორმაცია, რომელ მომსახურებას, რა ღირებულებით, რა კვალიფიკაციით ახორციელებს საჯარო ადმინისტრაცია, რომელიც მათ მიერ არის დაქირავებული (მოქალაქეების გადასახადების მეშვეობით არსებობს).

ახალი საჯარო მენეჯმენტი ადმინისტრაციის შიდა პროცესების ოპტიმიზაციაზე ორიენტირებული. ბიუროკრატიული აპარატისგან განსხვავებით, ის აქცენტს აკეთებს სწრაფ და მოქნილ საქმისწარმოებაზე, სადაც ნაკლებია შრომის დანაწილება განყოფილებებში და შემცირებულია საქმის წარმოების ხანგრძლივობა. საჯარო ადმინისტრაციის შიდა პროცესებში მონაწილე თითოეული პირი (თანამშრომელი) განიხილება როგორც შიდა კლიენტი. თანამშრომლები ერთმანეთს ერთგვარ მომსახურებას უწევენ როგორც კლიენტები, რაც სამსახურში ერთიანი ჯაჭვური პროცესის ოპტიმიზაციას უზრუნველყოფს. საჯარო მენეჯმენტი ითვალისწინებს თანამშრომელთა მოტივაციის გაზრდისა და სტიმულირების სხვადასხვა ფორმებს. ამით ორგანიზაციაში იზრდება თანამშრომლობის ხარისხი და თითოეული მათგანის ერთიან პროცესში თანამონაწილეობის შეგრძნება. ამასთანავე, საჯარო ადმინისტრაციის შიდა პროცესები ორიენტირებულია გარე კლიენტზე (მოქალაქეზე), რაც იმას ნიშნავს, რომ ორგანიზაციაში პროცესების ოპტიმიზაცია მოქალაქის ინტერესების მაქსიმალური გათვალისწინებით უნდა ხდებოდეს, რისთვისაც, ადმინისტრაციამ ისეთი მომსახურების პირობები უნდა შექმნას, რომელიც მოქალაქეს შესთავაზებს საჭირო სერვისს დროის უმოკლეს მონაკვეთში, ნაკლები დანახარჯებით.

ტრადიციულად, საჯარო ადმინისტრაცია სტრუქტურულად წარმოდგენილია მრავალი განყოფილებით და სამსახურით. ისინი ხშირ

შემთხვევაში ხასიათდება ბიუროკრატიული მუშაობის სტილით. ამასთანავე, მოქალაქის კონკრეტული პრობლემის გადაწყვეტა დაყოფას არ ექვემდებარება. შესაბამისად, კლიენტის ინტერესებიდან გამომდინარე, საჭიროა საჯარო ადმინისტრაციამ მომსახურება ერთიანი, სწრაფი, მოქნილი მოქმედებით უზრუნველყოს. ამ მიზანს ემსახურება კლიენტის მომსახურების გაწევის ერთი ფანჯრის პრინციპი (one stop agency). ამ მხრივ მნიშვნელოვანია 2009 წლის დასაწყისში საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტროში განხორციელებული რეფორმა – სამი დეპარტამენტის გაერთიანებით საზოგადოების მომსახურების ცენტრის შექმნა, რომელიც ერთი ფანჯრის პრინციპით მოქმედებს, ამცირებს ბიუროკრატია, ზოგავს ადგილობრივი მეწარმეების დროს, ამარტივებს და გამჭვირვალეს ხდის კლიენტების მომსახურების პროცესს. ისინი სარგებლობენ ლიცენზიების, ნებართვებისა და სერთიფიკატების გაცემის გამარტივებული პროცედურით. შეუძლიათ მონაწილეობა მიიღონ სახელმწიფოს საკუთრებაში არსებული ქონების პროვატიზაციასთან და მართვასთან დაკავშირებული საკითხების მოგვარებაში.

საერთაშორისო ორგანიზაციები რეფორმების განხორციელებაში ეხმარებიან საქართველოს. საზოგადოების მომსახურების ცენტრი მსოფლიო ბანკის ჯგუფის წევრის, საერთაშორისო საფინანსო კორპორაციისა (IFC) და საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტროს თანამშრომლობის შედეგად შეიქმნა. მსოფლიო ბანკის ანგარიშის “Doing Business 2009” თანახმად, საქართველო ბიზნესის წარმოების პროცედურების სიმარტივეთ მე-15 ადგილზე გავიდა მსოფლიოს 181 ქვეყანას შორის. თუმცა, კვლავაც ბევრი საკითხი რჩება მოუგვარებელი [5].

მოქალაქეებისათვის არანაკლებ მნიშვნელოვანია ადმინისტრაციის მუშაობაში მათი თანამონაწილეობაც. ამ მიზანს ემსახურება საჯარო ადმინისტრაციასა და მოქალაქეებს შორის თანამშრომლობის ორგანიზაციული ფორმები: მრგვალი მაგიდა, საკონსულტაციო საბჭოები, მრჩეველთა საბჭოები, კომუნიკაციის წერილობითი და ელექტრული ფორმები და სხვ. თანამშრომლობის თითოეული ფორმა უზრუნველყოფს მოქალაქის, როგორც ინოვატორის, მონაწილეობას საჯარო ადმინისტრაციის მოდერნიზაციასა და მისი პრაქტიკის დახვეწაში. ამ მხრივ კარგი მაგალითია საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროში ახლადდამკვიდრებული თანამშრომლობითი ფორმები: საზოგადოებრივი დარბაზის ჩამოყალიბება, მენეჯმენტის ზედა რგოლის (მინისტრი, მოადგილეები) სისტემატური შეხვედრები სისტემის პერსონალთან, მასწავლებლებთან, მოსწავლეებთან, დარგში მოქმედ არასამთავრობო სექტორთან, საზოგადოების წარმომადგენლებთან.

საჯარო ადმინისტრაციასა და მოქალაქეს შორის ურთიერთობის გამარტივებასა და მომსახურების გაუმჯობესებაში უდიდეს როლს თამაშობს თანამედროვე ტექნოლოგიური მიღწევების ეფექტური გამოყენება. ინტერნეტის საშუალებით ადმინისტრაციის მიერ მოქალაქისათვის ინფორმაციის მიწოდება, მისთვის კონკრეტული მომსახურების განხორციელება არის კლიენტზე ორიენტირებული ადმინისტრაციის მნიშვნელოვანი ელემენტი. ახალი საჯარო მენეჯმენტის შესაბამისად, კლიენტზე ორიენტირებული მომსახურების შექმნის წარმატებული შედეგია 2004 წელს საჯარო რეესტრის ეროვნული სააგენტოს ჩამოყალიბება. მანამდე “ქონების რეგისტრაცია” დროში გაწევილ, უამრავ ბიუროკრატიულ პროცესთან და პროცედურასთან ასოცირდებოდა. ქვეყანაში უძრავი ქონების ბაზრის განვითარების აუცილებლობიდან გამომდინარე, საჭირო იყო კლიენტზე ორიენტირებული, გამჭვირვალე, უსაფრთხო და ერთიანი სარეგისტრაციო სისტემის შექმნა. შესაბამისად, საჯარო რეესტრის ეროვნულმა სააგენტომ ძალისხმევა სარეგისტრაციო პროცედურების გამარტივებისა და თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიების პრაქტიკული გამოყენებისაკენ მიმართა. შედეგად მომხმარებელმა მიიღო სწრაფი, მარტივად ხელმისაწვდომი და მოსახერხებელი მომსახურება [6].

საქართველოს ფინანსთა სამინისტროს შემოსავლების სამსახურმა შეიმუშავა კლიენტთან ურთიერთობის თანამედროვე, მარტივი და მოსახერხებელი ფორმა. თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენებით მომხმარებელს შეუძლია სახლიდან გაუსვლელად დაათვალიეროს გადამხდელის პირადი აღრიცხვის ბარათი; მიიღოს ინფორმაცია ბიუჯეტთან ანგარიშსწორების შესახებ, ელექტრონული სახით წარადგინოს დეკლარაციები, მიიღოს შეტყობინებები საგადასახადო ორგანოსგან და სხვ [7].

### 3. დასკვნა

საჯარო ადმინისტრაციის დანიშნულებაა ცალკეული ადამიანის, საზოგადოების მომსახურება. დემოკრატიულ სახელმწიფოში საჯარო ადმინისტრაციის უმთავრესი ამოცანაა საზოგადოების კეთილდღეობის უზრუნველყოფა. ახალი საჯარო მენეჯმენტის კონცეფციისათვის ეს ნიშნავს, რომ საჯარო ადმინისტრაციის რეფორმირებისას აუცილებელია შიდა ორგანიზაციული ასპექტების ისეთ მთლიანობაში ინტეგრირება, რომელიც მის დანიშნულებას გამოსატავს.

საქართველოში ადმინისტრაციული მეცნიერების სრულყოფილი განვითარება მნიშვნელოვნად დაეხმარება ქვეყანას თანამედროვე მთხოვნების შესაბამისად, ადმინისტრაციული მართვის დახვეწასა და საჯარო ადმინისტრაციის განვითარების სტრატეგიის ჩამოყალიბებაში.



**ლიტერატურა**

1. Wimmer, Norbert, Dynamische Verwaltungslehre, 2004, S. 23 ff.
2. ლ. იზორია. თანამედროვე სახელმწიფო თანამედროვე ადმინისტრაცია. გამომცემლობა "სიესტა", თბილისი, 2009, გვ. 96, 98.
3. Budaus, Dietrich, Von der burokratischen Steuerung zum New Public Management, Eine Einfuhrung, in: ders./Conrad/Schreyogg (Hrsg.), 1998.
4. М. Мексон, М. Альберт, Ф. Хедоури. Основы менеджмента. Пер. с англ.- М.: Дело, 1995, с. 330-334.
5. <http://www.economy.gov.ge> (შემოწმებულია 18. 04. 10).
6. <http://www.napr.gov.ge> (შემოწმებულია 18. 04. 10).
7. <http://www.mof.ge> (Semowmebulia18. 04. 10).

**UDC 638.244****NEW PUBLIC MANAGEMENT (NPM)-THE CONSTITUTE PART OF ADMINISTRATIVE SCIENCE****K. Kutateladze, M. Maghradze**

Department of heat and hydroenergetics, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** The development of the administrative science is an important step, which is necessary for the implementation of successful administrative reforms. The necessity of these reforms for the development of a democratic state is vital for the country's administration.

There are discussed some questions connected with the new public management. We consider these questions to be too important for the formation of perfect public administration.

**Key words:** public administration; administrative science; public management; product; client; process; service; reform.

**УДК 638.244****НОВЫЙ ПУБЛИЧНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ (NPM) - СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ АДМИНИСТРАТИВНОЙ НАУКИ****Кутателадзе К.Г., Маградзе М.Д.**

Департамент тепло- и гидроэнергетики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Развитие административной науки - важная предпосылка для успешного проведения административной реформы, необходимость которой стоит перед административными органами страны для формирования демократического и правового государства.

В статье рассмотрены некоторые вопросы публичного менеджмента, что считаем довольно важным фактором в деле формирования полноценной публичной администрации.

**Ключевые слова:** публичная администрация; административная наука; публичный менеджмент; продукт; клиент; процесс; обслуживание; реформа.

*შემოსვლის თარიღი 25.12.08  
მიღებულია დასაბუტად 18.01.09*

# სამთო-ბეოლოგიის სექცია

შპს 338.24.021.8

საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივი სტრუქტურის აქტუალური საკითხები

გ. ლომსაძე\* გ. ლობჯანიძე\*\*

საინჟინრო გეოდეზიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: GuramLomsadze@posta.ge; gela\_lobjanidze@posta.ge

**რეზიუმე:** შესწავლილი, სისტემატიზებული და მეცნიერულად გაანალიზებულია როგორც ახლო წარსულის, ისე საბაზრო ეკონომიკაზე გარდამავალ პერიოდში საქართველოს სამთო მრეწველობის ძირითადი ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლები (გამოშვებული პროდუქცია, მომუშავეები, ძირითადი კაპიტალი) დარგობრივ ჭრილში. შემოთავაზებულია თანამედროვე ეკონომიკურ მოთხოვნათა შესწავლის საფუძველზე და კონკრეტულ სიტუაციათა სისტემური ანალიზიდან გამომდინარე პრიორიტეტული და სტრატეგიული დანიშნულების სამთო პროფილის დარგების და საწარმოების განვითარების მიმართულებები, ღონისძიებები და ამ მიზნით, სახელმწიფოს სამრეწველო-ეკონომიკური პოლიტიკის ეფექტიანად გამოყენების შესაძლებლობები.

**საკვანძო სიტყვები:** საბაზრო ეკონომიკა; სამრეწველო-ეკონომიკური პოლიტიკა; ეკონომიკური ეფექტიანობა; სამთო მრეწველობის ეკონომიკა; მენეჯმენტის სრულყოფა; დარგობრივი სტრუქტურა.

## 1. შესავალი

საბაზრო ურთიერთობათა პირობებში საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივ სტრუქტურაში მრავალი პრობლემაა წარმოქმნილი, რომელთა შესწავლითა და ღრმა ანალიზით უნდა დაისახოს არსებულ არასახარბიელო ვითარებიდან გამოსვლის გზები. ეკონომიკური რეფორმირების პროცესში საკვლევი სფეროს დარგობრივი სტრუქტურა შემადგენელი საწარმოებით უნდა პასუხობდეს ქვეყნის წინაშე მდგარ სოციალურ-ეკონომიკურ ამოცანებს და ეროვნული ეკონომიკის განვითარების მიზნებს.

საკვლევი საკითხების თეორიული, მეთოდოლოგიური და მეცნიერული კუთხით წარმოდგენა, ამასთან ფაქტობრივ მონაცემებზე დაყრდნობით მათი გაანალიზება და შესაბამისად, სათანადო წინადადებების შემუშავება-განსახილველად განსახილველ პრობლემას განსაკუთრებულ აქტუალობას ანიჭებს.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, შესწავლილ იქნა საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივი სტრუქტურა შესაბამისი ეკონომიკური მახასიათებლებით (სამრეწველო პროდუქცია, მომუშავეები, ძირითადი სამრეწველო-საწარმოო კაპიტალი), რამაც თანამედროვე ეკონომიკურ მოთხოვნათა საფუძველზე და კონკრეტულ სიტუაციათა სისტემური ანალიზიდან გამომდინარე, განაპირობა პრიორიტეტული და სტრატეგიული დანიშნულების დარგების, ქვედარგებისა და საწარმოების აღორძინება-ჩამოყალიბების აუცილებლობა და მნიშვნელობა. მათი განვითარებისათვის კი სათანადო საკანონმდებლო ბაზის სრულყოფა ეროვნული ეკონომიკის მოთხოვნებით, საერთაშორისო ეკონომიკური ურთიერთობების და მსოფლიო ინტეგრაციული პროცესების გათვალისწინებით, სადაც მიზანმიმართულად უნდა იქნეს გამოყენებული საბაზრო ეკონომიკის ელემენტები, ხოლო მათი სათანადოდ დამკვიდრების კვალობაზე მნიშვნელოვანია განხორციელდეს საკვლევი დარგის სახელმწიფოებრივი რეგულირება.

## 2. ძირითადი ნაწილი

საქართველოში სამთო მრეწველობა მდიდარ ტრადიციებს ეფუძნება, რომელმაც საკმაოდ მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა და კვლავაც დიდი წვლილის შეტანა შეუძლია ჩვენი ქვეყნის, როგორც სოციალურ-ეკონომიკურ, ისე საზოგადოებრივ-პოლიტიკურ მდგომარეობასა და მის შემდგომ წარმატებულ განვითარებაში. სწორედ, საკვლევი დარგის განვითარების დონეზე და მოკიდებული ქვეყანაში არსებული მინერალურ-სანედლეულო ბაზის ათვისება, მისი ეფექტიანი გამოყენება, გადამამუშავებელი მრეწველობის და მთლიანობაში, ეკონომიკის მრავალი დარგის განვითარების ტემპები და მასშტაბები.

საქართველოში ახალი ეკონომიკური ურთიერთობების ჩამოყალიბების ყველასათვის კარგად ცნობილმა წინააღმდეგობრივმა პროცესებმა, რომლებიც XX საუკუნის 90-იანი წლებიდან დაიწყო და დღემდე მიმდინარეობს, მიიქმედო მდგომარეობაში ჩააყენა, როგორც მთელი მრეწველობა, ასევე საკვლევი დარგიც, კერძოდ, მოიშალა საწარმოო-ეკონომიკური და საბაზრო კავშირები,

რის გამოც სამთო პროფილის საწარმოები მოწვევტილი აღმოჩნდა ტექნიკურ-ტექნოლოგიური განახლების, საინვესტიციო წყაროების და გასაღების ბაზრებისაგან. ცხადია, ამ და სხვა უარყოფითმა ფაქტორებმა, თავისი კვალი დაამჩნია საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივ სტრუქტურას და მის შესაბამის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ეფექტიანობას.

როგორც 1-ელ და მე-2 ცხრილიდან ჩანს, 1980-1995 წლებში სამთო მრეწველობის დარგობრივ სტრუქტურაში სამივე ძირითადი ეკონომიკური მაჩვენებლის არსებითი ხასიათის ცვლილებები მოხდა და ამასთან, თითოეული მათგანის მიხედვით სტრუქტურული ცვლილებები მნიშვნელოვნად განსხვავებულია. მაგალითად, პროდუქციის მიხედვით ნახშირის მრეწველობის ხვედრითი წილი სამთო მრეწველობის დარგობრივ სტრუქტურაში 1980 წელს დაეცა 23,7%-დან 3,5%-მდე, 1995 წელს 0,4%-მდე 2000 და 2008 წელს; იმავე პერიოდში, მომუშავეთა მიხედვით – 25,9%-დან 18,4%, 10,9% და 5,8%-მდე,

ხოლო, ძირითადი კაპიტალის მიხედვით 28%-დან 18,8%, 10,1% და 3,9%-მდე. ყველა მაჩვენებლის მიხედვით ასევე, შემცირდა მანგანუმის მრეწველობისა და სამთო-ქიმიური მრეწველობის ხვედრითი წილი. სამაგიეროდ, ზემოაღნიშნულ წლებში სამრეწველო პროდუქციის მიხედვით სპილენძის მრეწველობის ხვედრითი წილი მკვეთრად გაიზარდა – 4,4%-დან 61,9%-მდე, მომუშავეთა და ძირითადი კაპიტალის მიხედვით კი – შედარებით უმნიშვნელოდ; ლითონური მადნის მოპოვების მიხედვით – სამრეწველო პროდუქციის წარმოების ხვედრითი წილი 2000-2008 წწ. გაიზარდა 42,6%-დან 54,2%-მდე. იმავე წლებში შემცირება აღინიშნა დასაქმებულების მიხედვით 56,3%-დან 33,3%-მდე და ძირითადი კაპიტალის მიხედვით 49,14%-დან 22,5%-მდე; დარგობრივ სტრუქტურაში მეტ-ნაკლები ცვლილებები მოხდა სხვა ქვედარგების მიხედვითაც, ხოლო ქვედარგების და საწარმოების ნაწილმა საერთოდ შეწყვიტეს ფუნქციონირება.

**ცხრილი 1**

საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივი სტრუქტურა 1980 – 1995 წწ. %

მაჩვენებლები	სამრეწველო პროდუქციის მიხედვით				მომუშავეთა მიხედვით				ძირითადი კაპიტალის მიხედვით			
	1980	1985	1990	1995	1980	1985	1990	1995	1980	1985	1990	1995
დარგები/წლები	1980	1985	1990	1995	1980	1985	1990	1995	1980	1985	1990	1995
სამთო მრეწველობა, სულ მათ შორის	100.0	00.0	00.0	100.0	100.0	100.0	00.0	100.0	00.0	100.0	00.0	00.0
ნახშირის მრეწველობა	23.7	14.6	6.8	3.5	25.9	23.1	20.4	18.4	28.0	23.8	22.6	18.8
ნავთობის მრეწველობა	14.5	11.4	1.56	18.3	2.5	2.5	2.2	5.4	12.4	17.4	14.4	15.2
მანგანუმის მრეწველობა	26.1	23.8	21.49	10.9	33.2	31.4	29.5	48.4	29.4	28.4	30.4	34.0
სპილენძის მრეწველობა	4.4	7.5	6.4	61.9	7.2	6.8	5.6	11.2	12.2	10.3	10.0	15.9
ტყვია-თუთიის მრეწველობა	0.8	0.9	0.7	- -	1.4	1.3	1.4	- -	1.5	2.0	1.8	- -
სამთო-ქიმიური მრეწველობა	10.8	12.2	1.65	1.8	8.1	8.0	8.9	7.2	6.8	7.3	10.0	5.5
საშენი მრეწველობის სამთო მოპოვებელი საწარმოები	15.9	21.9	- - -	- - -	15.1	18.1	- -	- -	7.5	7.8	- -	- -
დანარჩენი დარგები	3.8	7.7	51.4	3.6	6.6	8.8	32.0	9.4	2.1	3.0	10.8	10.5

1-ლი ცხრილი შედგენილია საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მასალების საფუძველზე.

ყოველივე ზემოაღნიშნული თავისებურება ნათლად აჩვენებს, რომ საქართველოში სამთო მრეწველობის განვითარება არასტაბილურობით ხასიათდება, რაც თავის მხრივ, განპირობებულია მთელი რიგი ობიექტური და სუბიექტური მიზეზებით, რომელთაგან აღსანიშნავია შემდეგი: საკვლევ დარგში, შემაჯავალ ქვედარგებსა და საწარმოებში მართვის არასრულყოფილი დონე, სამთო წარმოების დაბალი ორგანიზაციულ-ტექნიკური მდგომარეობა, ფინანსური უზრუნველყოფის ნაკლებობა, გამოყოფილი უცხოური ინვესტიციების არამიზნობრივი გამოყენება, საკვლევ დარგში სტრუქტურული ცვლილებების დაბალი დონე და სხვა.

საერთოდ, საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივი სტრუქტურა განსახილველ

წლებში წინააღმდეგობრივი ცვლილებებით ხასიათდება, რადგან ნახშირის, ნავთობის, მანგანუმის და სპილენძის მრეწველობათა ქვედარგები უფრო მეტად შრომატევადი და ფონდტევადია, ვიდრე მთელი სამთო მრეწველობის დარგი, რაც, თვით საკვლევ დარგის ეფექტიანობაზე დიდ გავლენას ახდენს. მართალია, 1995 წლიდან შეინიშნება, როგორც საკვლევ დარგის, ასევე მის ქვედარგთა ერთგვარი გამოცოცხლება, რაც უმთავრესად გასულ წლებში ნავთობის მრეწველობის და დღესდღეობით კი, ლითონური მადნის მოპოვების ზრდამ, ანუ სპილენძისა და მანგანუმის მრეწველობის რამდენადმე წარმატებულმა ფუნქციონირებამ განაპირობა, თუმცა, რთული ვითარება რიგ ძირითად ქვედარგებში ჯერ კიდევ გრძელდება.

## ცხრილი 2

საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივი სტრუქტურა  
2000 – 2008 წწ. %

მაჩვენებლები	სამრეწველო პროდუქციის მიხედვით			დასაქმებულთა მიხედვით			ძირითადი კაპიტალის მიხედვით		
	2000	2005	2008	2000	2005	2008	2000	2005	2008
დარგები/წლები	2000	2005	2008	2000	2005	2008	2000	2005	2008
სამთო მრეწველობა – სულ, მათ შორის	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ნახშირის მრეწველობა	0.4	0.4	- - -	10.9	5.8	- - -	10.1	6.7	- - -
ნავთობის მრეწველობა	52.6	27.2	- - -	15.6	11.6	- - -	31.34	24	- - -
ლითონური მადნის მოპოვებელი მრეწველობა	42.6	61.6	59.1	56.3	66.3	37.2	49.14	52.9	17.1
სამთო მრეწველობის სხვა დარგები	4.4	10.8	12.1	17.2	16.3	34.9	9.42	16.4	6.9

მე-2 ცხრილი შედგენილია საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მასალების საფუძველზე.

სტატისტიკის სახელმწიფო დეპარტამენტის მასალების შესწავლის საფუძველზე ირკვევა, რომ მიუხედავად 1996-2008 წლებში მიღწეული წარმოების ზრდისა, საკვლევ დარგის საწარმოების მიერ ვერ იქნა დაძლეული 1991-1995 წლების ჩამორჩენა და წარმოების მოცულობის 1990 წლის დონესთან მიღწევა. მიუხედავად საწარმოების რიცხოვნობის ზრდისა, 1990-2008 წლებში ადგილი ჰქონდა დასაქმებულთა რაოდენობის შემცირებას. ასე მაგალითად, თუ 1990 წელს საკვლევ დარგში დასაქმებული იყო 25831

კაცი, 2008 წელს მათი რაოდენობა 6-ჯერ შემცირდა და 4300 კაცი დარჩა. აღსანიშნავია ისიც, რომ სამთო მრეწველობის ეფექტიანობა რამდენადმე ჩამორჩება მთელი მრეწველობის ეფექტიანობის დონეს და როგორც საკვლევ დარგი, ასევე მთელი მრეწველობაც არათანაბრად, არასტაბილურად ვითარდება, რაც დასტურდება შემდეგი ეკონომიკური მაჩვენებლებითაც. თუ 2007-2008 წწ.-ში მთელ მრეწველობაში სამრეწველო პროდუქციის წარმოება გაიზარდა 6.7%-ით, ანუ 3583.3 მლნ. ლარიდან 3821.8 მლნ. ლა-

რამდე, სამთო მრეწველობაში შეინიშნებოდა იგივე მაჩვენებლის შემცირება 277.3 მლნ. ლარიდან 262.0 მლნ. ლარამდე, ანუ 9.5%-ით. შესაბამისად, სამრეწველო პროდუქციის წარმოების მოცულობის ინდექსი მთელ მრეწველობაში შემცირდა 115.5%-დან 97.1%-მდე, სამთო მრეწველობაში კი, – 123.0%-დან 109.3%-მდე. ასევე, დაეცა საკვლევი დარგის ხვედრითი მოცულობის წილიც მთელ მრეწველობაში 7.7%-დან 6.9%-მდე. ზემოაღნიშნულ წლებშივე დასაქმებულთა საშუალო წლიური რიცხოვნობა შემცირდა როგორც მთელ მრეწველობაში 88.4 ათასი კაციდან 85.7 ათას კაცამდე, ანუ 9.7%-ით, ასევე, სამთო მრეწველობაშიც 4.5 ათასი კაციდან 4.3 ათას კაცამდე, ანუ 9.6%-ით. დანარჩენ ეკონომიკურ მახასიათებლებშიც აღინიშნება გარკვეული უთანაბრობები და წინააღმდეგობები.

ჩვენი აზრით, ზემოაღნიშნული შეფასება გამომდინარეა ობიექტური ეკონომიკური კანონებიდან და იგი განპირობებულია მთლიანად საქართველოს მრეწველობის დარგობრივ სტრუქტურაში დროის გარკვეულ პერიოდებსა და ინტერვალებში მომხდარი სტრუქტურული ცვლილებებით და ძვრებით.

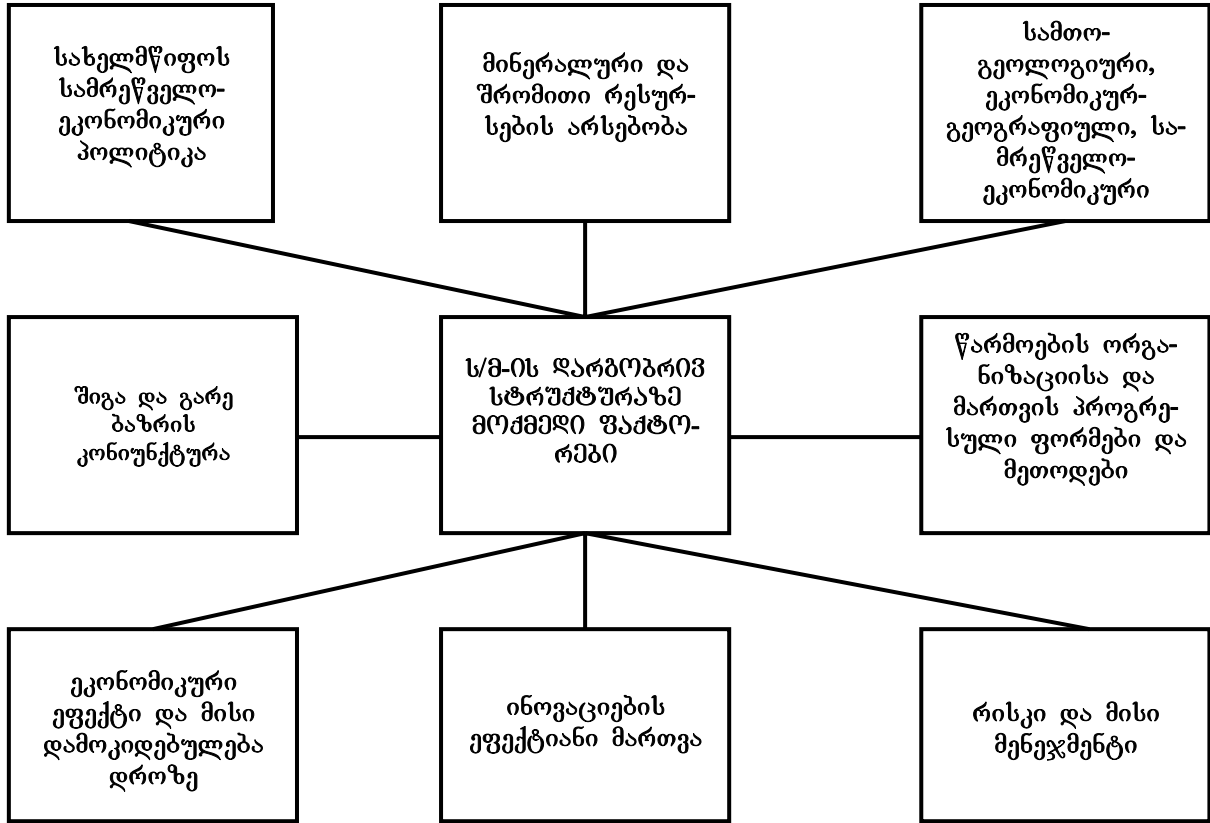
მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ნორმალური განვითარების პირობებში სტრუქტურული ცვლილებები ბუნებრივია პროგრესული დარგების ხვედრითი წილის ზრდისა და სხვა დარგების ხვედრითი წილის შემცირების გამო. ამ თვალსაზრისით, საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივ სტრუქტურაში ლითონურების (სპილენძისა და მანგანუმის მრეწველობის) მოპოვების ხვედრითი წილის ამაღლება და ნახშირისა და სამთო-ქიმიური მრეწველობის ხვედრითი წილის შემცირება სხვა თანაბარ პირობებში გამართლებულად ჩაითვლებოდა, მაგრამ ჩვენ პირობებში, როდესაც მთლიანად საკვლევი დარგის განვითარების დონე არსებითად არსახარბიელაა, ძნელია ერთმნიშვნელოვანი შეფასების მიცემა. ამასთან, ნახშირის მრეწველობის ასეთი მკვეთრი დაცემა და სპილენძის წარმოების მკვეთრი ამაღლება არაბუნებრივად უნდა ჩაითვალოს.

როგორც ცნობილია, სამთო მრეწველობა შესაბამისი პროფილის ქვედარგებისა და საწარმოების ერთობლიობაა, რომელიც ხასიათდება წარმოებული პროდუქციის ეკონომიკური და ფუნქციური დანიშნულების თავისებურებებით, გამოყენებული მანქანა-მოწყობილობების, მასალების, კადრების და მუშაობის სპეციფიკური პირობებით, სადაც საკვლევი დარგობრივი სტრუქტურის სრულყოფა-განვითარების საქმესა და ახალი ქვედარგების ფორმირებაში, საბაზრო ოპტიმალური კონიუნქტურის გათვალისწინებით მნიშვნელოვანია ფონდუკუგებისა და შრომის ნაყოფიერების გაზრდა, ფონდტევადობისა და

შრომატევადობის რაციონალური თანაფარდობის განსაზღვრა. აქ გაითვალისწინება წლების მანძილზე ჩამოყალიბებული საკვლევი დარგობრივი სტრუქტურის თვისობრივი ცვლილებების კვალობაზე, ახალ საბაზრო პრინციპებს მორგებული საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივი სტრუქტურის ჩამოყალიბება. ამ მიზნით, სახელმწიფო და ადგილობრივი დანიშნულების მინერალურ-სანედლეულო ბაზაზე დაყრდნობით მნიშვნელოვანია, სტრატეგიული და პრიორიტეტული ქვედარგების განსაზღვრის შესაძლებლობების გათვალისწინებით, ნედლეულის შემდგომი გადაამუშავების პრინციპით, რათა მრავალდარგოვანი საქმიანობით (წარმოების დივერსიფიკაცია) მიღებული ძვირფასი და ძვირადღირებული პროდუქტები კონკურენტუნარიანი იყოს. თუმცა, ამ ქვედარგების ფუნქციების ცალსახად განსაზღვრა, ვფიქრობთ, არაა გამართლებული და მნიშვნელოვანია სიტუაციური მოთხოვნებიდან გამომდინარე, მათი ფუნქციური მიმართულებების გადანაწილება. აღნიშნულის გათვალისწინებით, სტრატეგიულ ქვედარგებს (საექსპორტო პროდუქციის წარმოების მიზნით) შეიძლება მივაკუთვნოთ: მანგანუმის მრეწველობა, სპილენძის მრეწველობა, სამთო-ქიმიური მრეწველობა; ხოლო, პრიორიტეტულ ქვედარგებს (ქვეყნის შიდა მოთხოვნათა გათვალისწინების მიზნით) კი, – ნახშირის მრეწველობა, ნავთობმომპოვებელი მრეწველობა, საშენი მრეწველობის სამთო მოპოვებელი მრეწველობის ქვედარგები. ფუნქციების მიმართულებები შეიძლება გადანაწილდეს შემდეგი სახის სტრატეგიულ და პრიორიტეტულ ქვედარგებში: ნავთობმომპოვებელი მრეწველობა (იმ შემთხვევაში, თუ ქართული ნავთობის გამოყენების მიმართ მიდგომა შეიცვლება), ტყვია-თუთის მრეწველობა (სამაჩაბლოსთან მიმართებაში ქვეყნის ტერიტორიული მთლიანობის ფაქტიური აღდგენის შემდეგ), სპილენძის მრეწველობა, სამთო-ქიმიური მრეწველობა, საშენი მრეწველობის სამთო მოპოვებელი მრეწველობის ქვედარგები.

ზემოაღნიშნულთან მიმართებაში აქტუალურია, საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივი სტრუქტურის სრულყოფის თვალსაზრისით, ადრე არსებული და ახალი ქვედარგების აღდგენა-ფორმირების შესაძლებლობების გათვალისწინებით, სახელდობრ, ადგილობრივი მინერალური რესურსებისა და ნედლეულის ათვისება-გამოყენების ეკონომიკური მიზანშეწონილობიდან გამომდინარე მათ შეიძლება მივაკუთვნოთ: ბუნებრივი გაზის და თერმული წყლების, ქიმიური, აგროქიმიური, იშვიათი და კეთილშობილი ლითონების, კვების მრეწველობის და კერამიკული მინერალური რესურსების, მეტალურგიული რესურსების, მინის ტარისა და მოსაპირკეთებელი მასალების მოპოვებელი მრეწველობები.

საქართველოს სამთო მრეწველობის  
დარგობრივ სტრუქტურაზე მოქმედი ფაქტორები



საკვლევი დარგის სტრუქტურული ცვლილებების განხორციელებისას, მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია მიმდინარე პერიოდისა და შორეული პერსპექტივისათვის გათვალისწინებული კონცეფციის, დარგობრივი სტრუქტურის სრულყოფის პროგრამების და შესაბამისი სახელმწიფო სამრეწველო-ეკონომიკური პოლიტიკის შემუშავება. ხოლო, სახელმწიფოთაშორის ურთიერთობების საკითხების განხილვისას დასახული მიმართულებების განხორციელების უზრუნველსაყოფად, განსაკუთრებული ადგილი უნდა დაეთმოს ქვეყნისათვის ხელსაყრელი ეკონომიკური და მეცნიერულ-ტექნიკური ურთიერთკავშირების დამყარებას, სადაც გაითვალისწინება ქვეყნის მეწარმეებისა და ბიზნესმენების, აგრეთვე, უცხოელი ინვესტორების ფინანსური რესურსების მოზიდვისა და უცხოეთიდან მოწინავე ტექნოლოგიებისა და ტექნიკის ეფექტიანი გამოყენების, ეკონომიკური მიზანშეწონილობის მიხედვით მაღალკვალიფიციური სპეციალისტების მოწვევის წამახალისებელი და დამცავი მექანიზმები. აგრეთვე, ქვეყნის საწარმოებს შორის, უცხოეთის საწარმოებთან (ფირმებთან) საწარმო-ეკონომიკური კავშირების განვითარების ღონისძიებები [1. გვ. 55-57].

შესწავლილი მასალებისა და ჩატარებული ანალიზის გათვალისწინებით, საქართველოში

გრძელდება რა მინერალურ-სანედლეულო ბაზის ათვისების სფეროში ახალი ეკონომიკური ურთიერთობების ჩამოყალიბება-დამკვიდრების რთული პროცესი, მისი ეფექტიანად წამართვის თვალსაზრისით, უპირველეს ყოვლისა, საკვლევ დარგში დასახვეწია ეკონომიკური რეფორმების თეორიულ-მეთოდოლოგიური და სამართლებრივი ბაზა, მათი მიზნების მიღწევის რეალური გზები და მექანიზმები, სოციალურ-ეკონომიკურ გარდაქმნათა სტრატეგია და ტაქტიკა, ინვესტიციური აქტიურობისა და სამრეწველო საქმიანობის რეგულირებისა და სტიმულირების მიმართულებები, საკუთრების სხვადასხვა ფორმის, მცირე, საშუალო და მსხვილი საწარმოების კოორდინირებული მოქმედებისა და ოპტიმალური შეთანაწყობის გარემოს წარმომქმნელი პირობები.

ამრიგად, საქართველოს სამთო მრეწველობის დარგობრივი სტრუქტურის განსაზღვრა საბაზრო პრინციპების მოთხოვნათა და ამ სტრუქტურაზე მოქმედ ფაქტორთა შესაბამისად (იხ. ნახ. 1), ითვალისწინებს მისი პროგრესული, მაღალი ეკონომიკური ეფექტიანობის განმსაზღვრელი ქვედარგების და საწარმოების უპირატეს ზრდას და მათი ხვედრითი წილის გადიდებას, რაც, თავის მხრივ, მიიღწევა თითოეულ ქვედარგში წარმოების ზრდის ხარჯზე. ასეთი დარგების, ქვედარგებისა და შესაბამისი საწარმოების წარმატებული

ფუნქციონირება-განვითარების თვალსაზრისით მნიშვნელოვანად მიგვაჩნია, რომ სახელმწიფომ შექმნას დარეგულირების მექანიზმები და ისეთი მაკროეკონომიკური და ბიზნესის გარემო ეფექტიანი სამრეწველო-ეკონომიკური პოლიტიკისა და სტრუქტურული ცვლილებების შემუშავება-მიზანმიმართული განხორციელებისათვის. ამ პრობლემის გადასაწყვეტი საკითხებია: საკვლევ დარგში მენეჯმენტის სრულყოფა, ინვესტიციურ საქმიანობათა დარგობრივი და რეგიონული პრიორიტეტების ჩამოყალიბება, მათი სათანადოდ ორგანიზაცია და მართვა, მარეგულირებელი და მასტიმულირებელი საგადასახადო და შეღავათიანი საკრედიტო მექანიზმების განსაზღვრა, საკვლევი დარგის ინტენსიური გზით განვითარება, ახალი და ერთობლივი საწარმოების მშენებლობა, უახლესი ტექნოლოგიების გამოყენებით და მრავალდარგოვანი საქმიანობით (წარმოების დივერსიფიკაცია) კონკურენტუნარიანი პროდუქციის (პროდუქტების) წარმოება, მათ ბაზაზე შიგა მოთხოვნილებებისა და საექსპორტო შესაძლებლობების გათვლა, დარგობრივი და რეგიონული სამრეწველო-ეკონომიკური პოლიტიკის შემუშავება-განხორციელება თანამედროვე მოთხოვნათა შესაბამისად. თავის მხრივ, უნდა უზრუნველყოს დარგთაშორისი და რეგიონთაშორისი რაციონალური ეკონომიკური კავშირების დამყარება, რეგიონების სოციალურ-ეკონომიკური პოტენციალის მაქსიმალურად გათვალისწინება-ამოქმედება და ერთიან ეკონომიკურ სივრცეში ინტეგრაცია. აქ გაითვალისწინება მინერალური რესურსების საბადოების სხვადასხვა სასარგებლო კომპონენტების, გადახსნითი ქანებისა და წარმოების ნარჩენების კომპლექსური და რაციონალური გამოყენება, წიაღში დანაკარგებისა და მოპოვებული წიაღისეულის გადარბების შემცირება, უნარჩენო და მცირენარჩენიანი კომპლექსების შექმნა და გარემოს დაცვის საკითხების ამაღლება, რომელთა განხორციელება საგრძნობ წვლილს შეიტანს საკვლევი დარგის და მთლიანობაში, ჩვენი ქვეყნის ცალკეული სამრეწველო და სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემების გადაჭრაში.

### 3. დასკვნა

საქართველოს მიმდინარე და პერსპექტიული ეკონომიკური განვითარების დაჩქარებისა და ეკონომიკური პოტენციალის ზრდის ამოცანების გადაწყვეტაში, საკვლევი დარგის როლი და მნიშვნელობა განსაკუთრებულია; სამთო მრეწველობის დარგობრივი სტრუქტურის სრულყოფა როგორც დინამიკური პროცესისა, უნდა მოხდეს საბაზრო ეკონომიკის მოთხოვნების და ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ადგილობრივ თავისებურებათა და შესაძლებლობათა

შესაბამისად, სადაც მნიშვნელოვანია წიაღისეული რესურსების, – მათი მოპოვების, ადგილზე გადამუშავებისა და პროდუქციის მასშტაბური წარმოება, საწარმოო სიმძლავრეების – მათი გაზრდის აუცილებლობისა და პირობების, შრომითი რესურსების – მათი პროფესიულ-კვალიფიციური მახასიათებლების გათვალისწინება. ამ მიზნით, უნდა განისაზღვროს შესაბამისი, როგორც სტრატეგიული, ასევე პრიორიტეტული დარგები, ქვედარგები და წარმოებები, რომელთა ეფექტიანი ფუნქციონირების აქტუალური საკითხების გადაწყვეტა ბაზრის მოთხოვნებთან ერთად უნდა განხორციელდეს სახელმწიფოს მიერ სამრეწველო პოლიტიკის შესაბამისი, ხელსაყრელი და აუცილებელი დამცავი ეკონომიკური, სამართლებრივი და სოციალური ბაზის შექმნის პირობებით.

### ლიტერატურა

1. ე. ბარათაშვილი, შ. ვეშაპიძე. რეგიონული ეკონომიკური პოლიტიკა. თბილისი, 2002. - 312. გვ.
2. პ. გარუნავა, ს. სოსელია. მრეწველობის ეკონომიკა. I ნაწილი. თბილისი: სიახლე, 2000. 316. გვ.
3. ნ. სანთელაძე. სამრეწველო პოლიტიკის შემუშავების საკითხისათვის. შრომების კრებული. ტ. II. თბილისი, „ექსპსკი“-ის გამომცემლობა, 1997, №1-2, გვ. 420-437.
4. საქართველოს სტატისტიკური წელიწადეული, 2009, თბ., საქართველოს სტატისტიკის სახელმწიფო დეპარტამენტი, 2009, გვ. 322.
5. ნ. ჭითანავა. გარდამავალი პერიოდის სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემები (ეკონომიკის სახელმწიფოებრივი რეგულირება), ნაწილი II, თბ., „ექსპსკი“-ის გამომცემლობა, 1999, გვ. 263.
6. დ. ჩომახიძე. საქართველოს მრეწველობის დარგების განვითარების კონცეპტუალური საკითხები, შრომების კრებული, ტ. II, თბილისი, „ექსპსკი“-ის გამომცემლობა, 1997, №1-2, გვ. 446-455.
7. Дзидзигури А.А., Бетанели К.П. и др. Минеральные ресурсы Грузии и проблемы их рациональной разработки. Тбилиси: Мецниереба, 1991. - 279. с.
8. Друзик Я.С. Мировая экономика на финише века. Минск: Издательский центр «Экономпресс» 1997. - 415. с.
9. Кудров В.М., Шенаев В.Н., Володин А.Н. и др. Европа и Россия, опыт экономических преобразований, М.: Наука, 1996. - 480. с.

UDC 338.24.021.8

**CURRENT ISSUES OF THE GEORGIAN MINING INDUSTRY STRUCTURE****G. Lomsadze, G. Lobjanidze**

Department of engineering geodesy, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** Developing a common structure of the various sectors of the Georgian mining industry is crucial to the economic growth of the country. Toward this end, it is important to give priority to the branches, that define economic efficiency of the industry as a whole and put in place state policy geared toward supporting the industry.

**Key words:** market economics; industrial and economic policy; economic efficiency; improvement of management; economics of the mining industry; structure of branch.

УДК 338.24.021.8

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОТРАСЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГРУЗИИ****Ломсадзе Г. И., Лобжанидзе Г.З.**

Департамент инженерной геодезии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Изучены и проанализированы основные технико-экономические показатели отраслевой структуры горной промышленности Грузии в прошедшем периоде и в период перехода на рыночную экономику; выявлены характерные для нее специфические особенности и разработаны предложения и рекомендации по развитию отрасли, подотраслей и предприятий горного профиля, с учетом их стратегического и приоритетного назначения.

**Ключевые слова:** рыночная экономика; промышленная и экономическая политика; экономическая эффективность; совершенствование менеджмента; экономика горной промышленности; отраслевая структура.

*შემოსვლის თარიღი 25.12.09**მიღებულია დასაბუტვად 01.03.10*

შპს 551.49:553.7

**ჯალადიდის ნავთობსაბადო მთავრობის პოლიტიკის მიხედვით თანამედროვეობის****უ. ზეიდაძე, ხ. ავალიანი, მ. მარდაშოვა**

გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: m\_mardashova@gtu.ge

**რეზიუმე:** ნავთობის საბადოების ძებნა-ძიების საქმეში ტრადიციულ მეთოდებს შორის გარკვეული ადგილი ჰიდროგეოქიმიურ მეთოდს უჭირავს, კერძოდ, ქიმიურ-არაორგანული მანვენებლების გამოყენებას არაპირდაპირ საძიებო კრიტერიუმებად. სტატიაში განხილულია ჯალადიდის მოედანზე ნავთობის მსხვილი ბუდობის შესაძლო არსებობის საკითხი სპექტრული ანალიზის იმ პოზიტიური შედეგებიდან გამომდინარე, რომლებიც მიღებულ იქნა ტერიტორიის წნევიან წყლებში ნავთობისთვის დამახასიათებელი ტიპომორფული ქიმიური ელემენტების მაღალი შემცველობის თვალსაზრისით.

**საკვანძო სიტყვები:** ნავთობშემცველი მოედანი; თანამხლები წყალი; მიკროკომპონენტები; კოლექტორი.

**1. შესავალი**

ნავთობგამოვლინების ამა თუ იმ მოედნის ჰიდროგეოქიმიურ თანამხლებურებზე მსჯელობისას შეფასების ერთ-ერთ კრიტერიუმად მიღებულია ნავთობის თანამხლებ წყალში ე. წ. “მიკროკომპონენტების” შემცველობის რაოდენობრივი მაჩვენებლების ანალიზი. ტერმინი “მიკროკომპონენტი” შემოღებულია ჰიდროგეოქიმიაში იმ ქიმიურ ელემენტებთან მიმართებაში, რომლებიც ძალზე

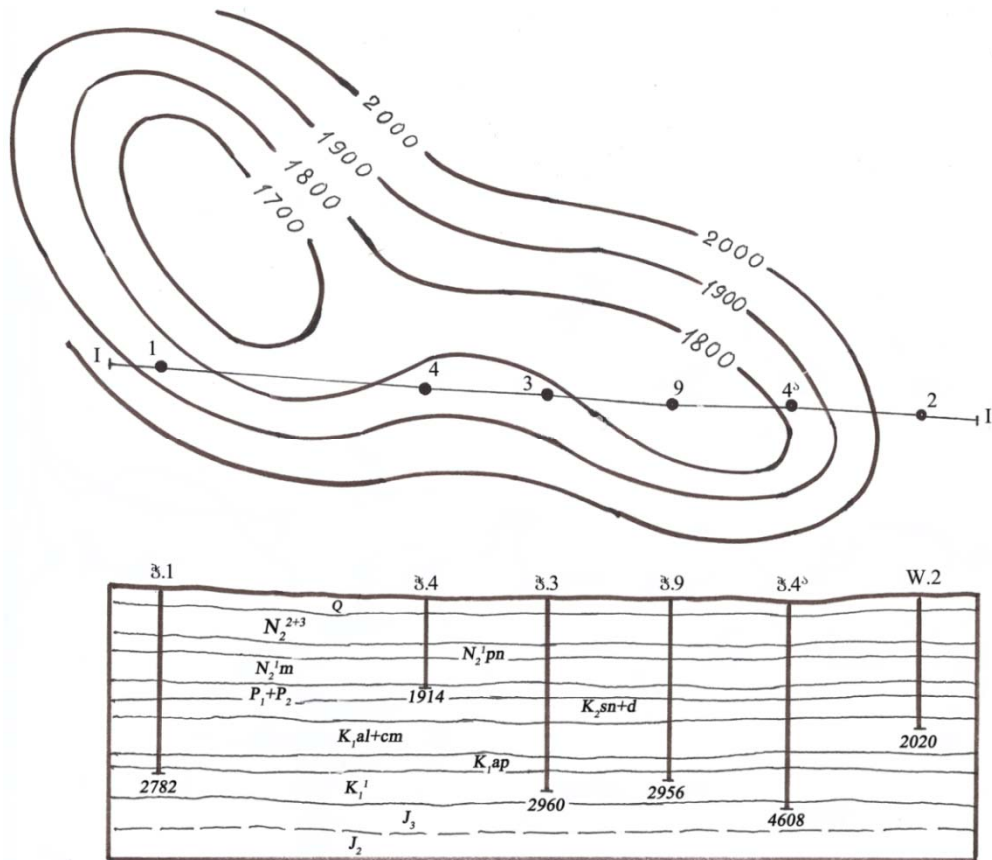


მცირე რაოდენობით ( $10^{-2} \div 10^{-5}\%$ ) გვხვდება ბუნებრივ, მათ შორის, ნავთობის წყლებში [1; 2]. ნავთობის საბადოებთან დაკავშირებულ მიწისქვეშა წყლების (“თანმხლები წყლები”) შემთხვევაში მიკროკომპონენტები შეიძლება წარმატებით გამოყენებულ იქნეს არაპირდაპირ ჰიდროქიმიურ მანვერებად ნავთობისა და აირის საბადოების ძიებისას, რადგანაც მრავალრიცხოვანი მონაცემებით [3; 4] დადასტურებულია, რომ მთელი რიგი მიკროკომპონენტების (*V, Ni, Ge, Hg, Pb* და სხვ.) დაგროვება მიწისქვეშა წყლებში ხშირად დაკავშირებულია მიწის ქერქში ნახშირწყალბადების გენერაციასთან. კერძოდ, ექსპერიმენტულად დამტკიცებულია, რომ ნავთობის წყლებისთვის დამახასიათებელ ლითონებს შორის გამოიყოფა ელემენტთა ჯგუფი, რომელიც ერთგვარად “პრიორიტეტულია”, როგორც ჰიდროქიმიური საძიებო მანვერებელი, რაც საშუალებას გვაძლევს შესასწავლი ელემენტების რაოდენობა შევზღუდოთ და კვლევები უფრო მიზანმიმართულად ვაწარმოოთ.

სწორედ ამ კუთხით არის გაშუქებული წინამდებარე სტატიაში ჭალადიდის ნავთობსაძიებო მოედნის ჰიდროგეოქიმიის სპეციფიკური საკითხი.

**2. ძირითადი ნაწილი**

ჭალადიდის ნავთობშემცველი მოედნის ფარგლებში, რომელიც ტერიტორიულად ხობის ადმინისტრაციულ რაიონს მიეკუთვნება, ორი, დასავლეთი და აღმოსავლეთი უბნები არის ბურღვით დადიებული. ჭაბურღილების სიღრმეები  $1650 \div 4600$  მ. ფარგლებში იცვლება. ყველაზე ღრმა ჭაბურღილი №4 (4608.0 მ) აღმოსავლეთი უბნის პერიფერიაზე გაყვანილი და მისი სანგრევი ზედა იურის ( $J_3$ ) ქანებში თავსდება. მოედნის ტექტონიკური სურათი ორივე უბანზე თითქმის ანალოგიურია. ორივეგან ბრაქიანტიკლინური ნაოჭი არის განვითარებული, რომელთა დერძები ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ აღმოსავლეთისკენ არის მიმართული. ნაოჭის გეომეტრიულ ზომებში მცირეოდენი განსხვავებაა: აღმოსავლეთის უბანზე ნაოჭის სიგრძე 5 კმ-ია, სიგანე – 3 კმ; დასავლეთის უბანზე შესაბამისად, სიგრძე – 8 კმ, სიგანე – 5 კმ. რღვევითი დისლოკაციები არც ერთ უბანზე არ აღინიშნება, სტრუქტურა მშვიდი აგებულებით ხასიათდება. ფრთების დახრილობა  $10-15^\circ$  არ აღემატება. განსახილველი ნავთობშემცველი მოედნის გეოლოგიურ აგებულებაში პლიოცენის ტერიგენული ნალექები და პალეოგენის და ცარცის კარბონატულ-ტუფოგენური წყებები მონაწილეობს [5].



ნახ. 1. ჭალადიდის მოედნის სქემატური სტრუქტურული რუკა და გეოლოგიური ჭრილი I – I'

ნავთობის ბუდობზე ძიების მთავარ ობიექტს ზედა ცარცის კირქვების წყება წარმოადგენდა, რომლის სიმძლავრე ამ ტერიტორიაზე 300 მეტრს აღწევს. ჭალადიდის ორივე უბანზე საკმაოდ დიდი მოცულობის ბურღვითი სამუშაოები იქნა ჩატარებული, მაგრამ ზედა ცარცის ნალექებში ნავთობის სამრეწველო ბუდობი არ აღმოჩნდა. თუმცა, თითქმის ყველა ჭაბურღილში ბურღვის და დასინჯვის პროცესში ნავთობგამოვლინება აღინიშნებოდა, ხოლო №№ 9, 9ა და 4 ჭაბურღილებში გარკვეული დროის განმავლობაში ნავთობის ინტენსიურ შემოდინებას ჰქონდა ადგილი. საბოლოოდ, ზედა ცარცის ნავთობშემცველობაზე ნეგატიური შედეგის მიღების გამო, ჭალადიდის მოედანზე საძიებო ჭაბურღილების ბურღვა შეწყდა. მენავთობე გეოლოგების განმარტებით [5], ძიების შეწყვეტის მთავარი მიზეზი იმაში მდგომარეობს, რომ ჭაბურღილების განლაგების უბანზე ძიების ობიექტი – ზედა ცარცის ნალექები გადარეცხილი აღმოჩნდა პალეოცენამდელი სტრატეგრაფიული ხარვეზით. ამ ფონზე ინტერესს მოკლებული არ არის გავეცნოთ

ჭალადიდში არსებული წყლიანი ჭაბურღილების ჰიდროქიმიური დასინჯვის შედეგებს.

განსახილველ ფართობზე გაყვანილი ჭაბურღილებით გახსნილია წნევიანი მიწისქვეშა წყლები, რომელთა საერთო ქიმიური და მიკროკომპონენტური ანალიზით ირკვევა, რომ ისინი ნავთობის ბუდობისთვის დამახასიათებელი ტიპური თანხლები წყლებია. საერთო მინერალიზაციის სიდიდით, რომელიც 64.4-დან 106.7 გ/ლ იცვლება, ჭალადიდის მიწისქვეშა წყლები გაცილებით აღემატება საქართველოს ყველა დანარჩენი ნავთობშემცველი მოედნების მიწისქვეშა წყლებს. ნავთობსაძიებო ჰიდროგეოლოგიაში მიღებული კლასიფიკაციის მიხედვით [6], ეს ქლორ-კალციუმიანი ტიპის წყლებია, რომელთა ფორმირება ძალზე გაძნელებული ცირკულიაციის და აღდგენითი გარემოს პირობებში დიდ სიღრმეებზე მიმდინარეობს. შესაბამისად, მაღალია განსახილველი წყლების მეტამორფიზმის ხარისხიც, რაზეც მიანიშნებს ცალკეული მიკროკომპონენტების, სახელობრ, სტრონციუმის, ბრომის, ტყვიის და სხვა ანომალიურად მაღალი შემცველობები (იხ. ცხრილი).

მიკროკომპონენტები ჭალადიდის უბნის მიწისქვეშა წყლებში

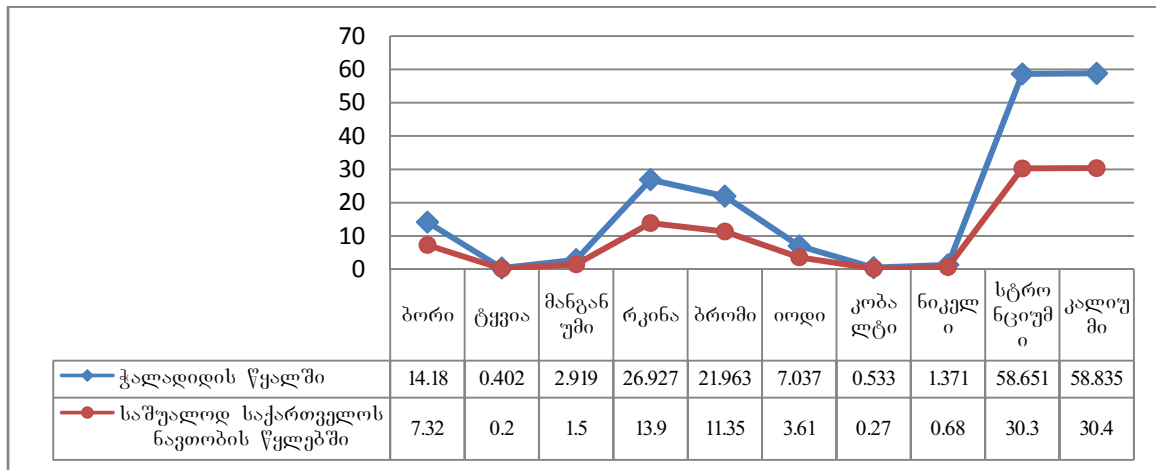
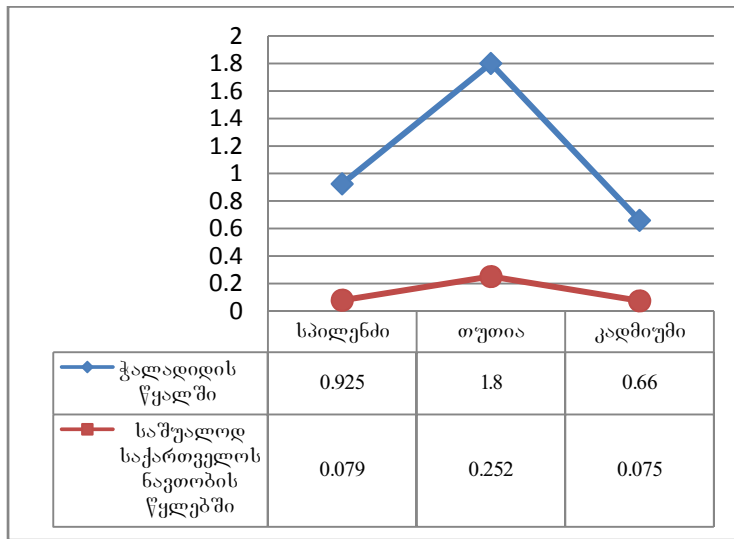
№№	მიკროკომპონენტების დასახელება	შემცველობა ნავთობის წყლებში, C <sub>1</sub> , მგ/ლ	შემცველობა ოკეანის წყალში, C <sub>2</sub> , მგ/ლ	შეფარდება C <sub>1</sub> :C <sub>2</sub>
1	ლითიუმი	1.15	0.15	7.7
2	რუბიდიუმი	0.6	0.2	3.0
3	ცეზიუმი	0.234	0.00037	632.4
4	სპილენძი	0.925	0.003	308.3
5	თუთია	1.8	0.01	180.0
6	კადმიუმი	0.66	0.0001	6600.0
7	ბორი	16.32	4.6	3.5
8	ტყვია	7.6	0.00003	253333.3
9	მანგანუმი	11.5	0.002	5750.0
10	რკინა	16.882	0.01	1688.2
11	ბრომი	24.995	66	0.4
12	იოდი	19	0.05	380.0
13	კობალტი	5.2	0.0005	10400.0
14	ნიკელი	7.117	0.002	3558.5
15	სტრონციუმი	365.225	8	45.7
16	კალიუმი	211.62	387.5	0.5

ჭალადიდის უბანზე ჭაბურღილებით გახსნილი წნევიანი მიწისქვეშა წყლები სივრცობრივად ზედა იურის თიხა-მერგელოვან, კერძოდ, კიმერიჯ-ტიტონის ე.წ. “ფერად წყებასთან” არის დაკავშირებული, რომელიც თაბაშირიანი და

ანჰიდრიტიანი (ნაწილობრივ, ჰალიტიანი) შრეებით არის აგებული, რეგიონული გავრცელებისა და წყალგაუმტარ საგებად უდევს ნეოკომის წყალშემცველ პორიზონტს [7].

განსახილველი წყლები არ მიეკუთვნება ქვედა ცარცის (ნეოკომი) წყლებს, რადგანაც კოლხეთის დაბლობის ფარგლებში ვერტიკალური ჰიდროდინამიკური ზონალობა დარღვეულია და შესაბამისად, ჰიდროქიმიურ ინვერსიასთან გვაქვს საქმე. კერძოდ, დასავლეთ საქართველოს არტეზიული აუზების ჭრებში ნეოკომის აზოტიანი წნევიანი წყლები დაბალმინერალიზებულია და ჰიდროკარბონატულ-სულფატური ქიმიური შედგენილობისაა. ნეოკომის წყალშემცველი პორიზონტი ზემოდან შემოსაზღვრულია ზედა ცარცის და პალეოგენის ქლორიდულ-ნატრიუმიანი მეთანიანი წყლებით, ხოლო ქვემოდან, როგორც

აღნიშნეთ, კიმერიჯ-ტიტონის “ფერადი წყების” და ბაიოსის ვულკანოგენურ-დანალექი ქანების მაღალმინერალიზებული ქლორიდულ-კალციუმიანი წყლებით. ბაიოსის ვულკანოგენებიდან კიმერიჯ-ტიტონის ფერად წყებაში ქლორ-კალციუმიანი წნევიანი წყლის მიგრაცია სავსებით რეალურია. დამახასიათებელია, რომ ცალკეული მიკროკომპონენტების შემცველობის მხრივ ჭალადიდის წყლები მნიშვნელოვნად აჭარბებს საქართველოს ყველა ცნობილი საბადოს და ნავთობგამოვლინების უბნებისთვის კრებსითად ნაანგარიშეც საშუალო შემცველობებს (ნახ. 2).



ნახ. 2. მიკროკომპონენტების შემცველობების შედარება

ნახაზიდან მკაფიოდ ჩანს მიკროკომპონენტების კონცენტრაციებს შორის დიდი განსხვავება, ერთი მხრივ, ჭალადიდის ნავთობის თანმხლებ წყალსა და, მეორე მხრივ, დანარჩენი ნავთობ-შემცველი მოედნების მიწისქვეშა წყლებს შორის. ადგილი რომც არ ჰქონოდა სხვა პირდაპირი მანველებების (ნავთობის შემოღინება, საწვავი აირის თანხლება და ა.შ.) არსებობას, მარტო მი-

წისქვეშა წყალში ნავთობის ტიპომორფული ქიმიური ელემენტების მაღალი შემცველობის ფაქტი იკმარებდა სტრუქტურის ნავთობშემცველობაზე დადებითი დასკვნის გამოსატანად.

ანალოგიური სურათი აღინიშნება ნავთობის წყლებისთვის დამახასიათებელი კიდევ ერთი ტიპომორფული ელემენტის – სტრონიციუმის შემთხვევაში. ჭალადიდში ამ ელემენტის შემცველობა

58.7 მგ/ლ შეადგენს, ხოლო ყველა დანარჩენი საბადოსთვის ნაანგარიშევი საშუალო კონცენტრაცია 30.3 მგ/ლ არ აღემატება. დამახასიათებელია, რომ ნავთობის წყლებში ტიპომორფული მძიმე ლითონების - *Pb*, *Ni*, *Co*, *Cd* კონცენტრირების დადგენილი თანამიმდევრობა შენარჩუნებულია ჭალადიდის ნავთობშემცველი მოედნის მიწისქვეშა წყლებშიც:  $Pb > Ni > Co > Cd$ .

თუ შევაჯამებთ ზემოთ აღწერილ ფაქტობრივ მასალას, მივდივართ ლოგიკურ დასკვნამდე, რომ ჭალადიდის უბანზე ჭაბურღილებით გახსნილი წნევიანი მიწისქვეშა წყლები როგორც საერთო ქიმიური, ასევე მიკროკომპონენტური შედგენილობით ტიპური ნავთობის წყლებია. მეორე მხრივ, ნავთობის სამრეწველო დანაგროვები აქ ჯერჯერობით აღმოჩენილი არ არის. საყურადღებოა, რომ ჭალადიდის გეოლოგიურ ჭრილში ნავთობწარმომქმნელი, ე.წ. “დედა ქანი” (მაგალითად, მაიკოპის ბიტუმიანი წყება) არ გვხვდება და ჭრილი უმთავრესად ტუფოგენურ – კარბონატული ქანებით არის აგებული. ამ პირობებში სავარაუდოა, რომ ჭრილის ზედა ფენებში ნავთობის ტიპური წყლების პირველწყაროს დიდ სიღრმეზე განლაგებული მძლავრი ნავთობწარმომქმნელი წყება უნდა წარმოადგენდეს (ვთქვათ, იურის ქვედა შრეები). მაგრამ წყალთან ერთად ადგილი უნდა ჰქონოდა ნავთობის მიგრაციასაც, რომელიც შეიძლება დაგროვილიყო ბაიოსის გულკანოგენური წყების ხელსაყრელ სტრუქტურებში. ბაიოსში ამგვარი სტრუქტურების არსებობის შესაძლებლობას ადასტურებს ლაბორატორიული კვლევის მონაცემები [8], რომლის მიხედვითაც ბაიოსის და ზედა ლიასის ქვიშაქვების ფორიანობა 10 – 20%-ის ფარგლებში მერყეობს, ხოლო შეღწევადობა 30-დან 60 მლ/დარსამდე შეადგენს.

### 3. დასკვნა

ჭალადიდის ნავთობსაძიებო მოედნის ფარგლებში გაყვანილი ჭაბურღილებით გახსნილია წნევიანი მიწისქვეშა წყლები, რომლებშიც ნავთობის წყლებისთვის დამახასიათებელი ტიპომორფული ქიმიური ელემენტების – იოდის, ბრომის, სტრონციუმის, ტყვიის, ნიკელის და ა.შ. მაღალი კონცენტრაციები არის დადგენილი, რაც ადასტურებს აღნიშნული წყლების ნავთობის ბუდობთან გენეტიკური და სივრცობრივი კავშირის ფაქტს. ფაქტობრივი მონაცემების ანალიზის საფუძველზე მაღალი ალბათობით უნდა ვივარაუდოთ, რომ ნავთობწარმომქმნელი ორგანული ნივთიერებით გამდიდრებული წყება ლიასის თიხაფიქლებია, ხოლო ნავთობის ბუდობის ჩამოყალიბებას ადგილი უნდა ჰქონდეს ბაიოსის გულკანოგენებში.

### ლიტერატურა

1. Посохов Е.В. Общая гидрогеология. Л.: Недра, 1975. - 208 с.
2. Овчиников А.И. Гидрогеохимия. М.: Недра, 1970. - 200 с.
3. Звиаддзе У.И. К вопросу распределения микрокомпонентов в подземных водах нефтяных месторождений Восточной Грузии. - В кн. Маломинерализованные воды глубоких горизонтов нефтегазоносных провинций. Киев: Наукова думка, 1985. - 280 с.
4. Коробов Д.С. Распределение рассеянных элементов в водах и породах нефтяных месторождений Саратовско-Волгоградского Поволжья и их значение для поисков нефти // Ядерная геофизика. М.: Гостоптехиздат, 1963.
5. Силагадзе Г.К., Маргвелашვილი Л.Д. Геологический отчет по теме: «Обобщение данных бурения глубоких и структурно-картировочных скважин на нефть и газ на площадях Производственного объединения «Грузнефть» с 1930 по 1975 г.г. Фонды ПО «Грузнефть», 1976.
6. Сулин В.А. Гидрогеология нефтяных месторождений. М.: Гостоптехиздат, 1948. - 205 с.
7. ბ. ზაუტაშვილი, ი.ლომინაძე, ხ. ავალიანი. კოლხეთის გეოფიქტრაციული ზონალობა”. სამთო ჟურნალი 2 (15), 2005 წ.
8. Чичуа Б.К., Каличава К.П. Микая Л.А. К вопросу о влиянии начального метаморфизма (катагенеза) на общую пористость песчаников и глинистых пород. - В кн. «Материалы по геологии нефтегазоносности Грузии» // Тр. ВНИГНИ, вып. XI. М.: Недра, 1967.

UDC 551.49:553.7

## THE HYDROGEOCHEMICAL PECULIARITIES OF CHALADIDI OIL-PROSPECTING AREA

U. Zviadadze, Kh. Avaliani, M. Mardashova

Department of geology, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** Among the traditional methods of oil deposits prospecting the certain place belongs to hydrogeochemical method, in particular use of chemical – inorganic indicators as indirect exploratory criterion. There is considered question of possible availability of oil large deposit on Chaladidi area, coming out from positive results of spectral analysis, received from point of view of high contents in pressure waters of territory characteristic for oil typomorphic chemical elements.

**Key words:** oil-bearing area; following water; microcomponents; collector.

УДК 551.49:553.7

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕФТЕПОИСКОВОЙ ПЛОЩАДИ ЧАЛАДИДИ****Звиададзе У.И., Авалиანი Х.А., Мардашова М.Л.**

Департамент геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** В деле поисков и разведки нефтяных месторождений среди традиционных методов определенное место занимает гидрогеохимический метод, в частности, использование химико-неорганических показателей в качестве косвенных поисковых критериев. В статье рассмотрен вопрос возможного наличия крупной залежи нефти на Чаладидской площади, исходя из позитивных результатов спектрального анализа, полученных с точки зрения высоких содержаний в напорных водах территории характерных для нефтей типоморфных химических элементов.

**Ключевые слова:** нефтеносная площадь; попутная вода; материнская порода; микрокомпоненты; коллектор.

*შემოსვლის თარიღი 12.02.10**მიღებულია დასაბეჭდად 15.02.10***შპს 551.76 (479.22)****კახეთის ადრესარმატული დროის მცენარეულობა და ჰავა (პალინოლოგიური მონაცემების საფუძველზე)****ი. კოკლაშვილი**

გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: samto@gtu.ge; irma@argosoft.com

**რეზიუმე:** ლანდშაფტურ-ფიტოცენოლოგიური მეთოდის გამოყენების საფუძველზე ადრესარმატული დროის განმავლობაში გამოყოფილია მცენარეულობის და კლიმატის განვითარების სამი ეტაპი, რომელიც საფუძვლად დაედო გომბორის ჭრილის ქვედასარმატული ნალექების წერილ ერთეულებად – პალინოზონებად დანაწილებას.

**საკვანძო სიტყვები:** აღმოსავლეთ საქართველო; კახეთი; ქვედასარმატული ნალექები; ლანდშაფტურ-ფიტოცენოლოგიური მეთოდი.

**1. შესავალი**

საქართველოში სარმატული ნალექები ფართოდაა გავრცელებული და ფაუნისტური მონაცემების მიხედვით სამ ქვესართულად იყოფა: ქვედა (ვოლინური), შუა (ბესარაბიული) და ზედა (ხერსონული).

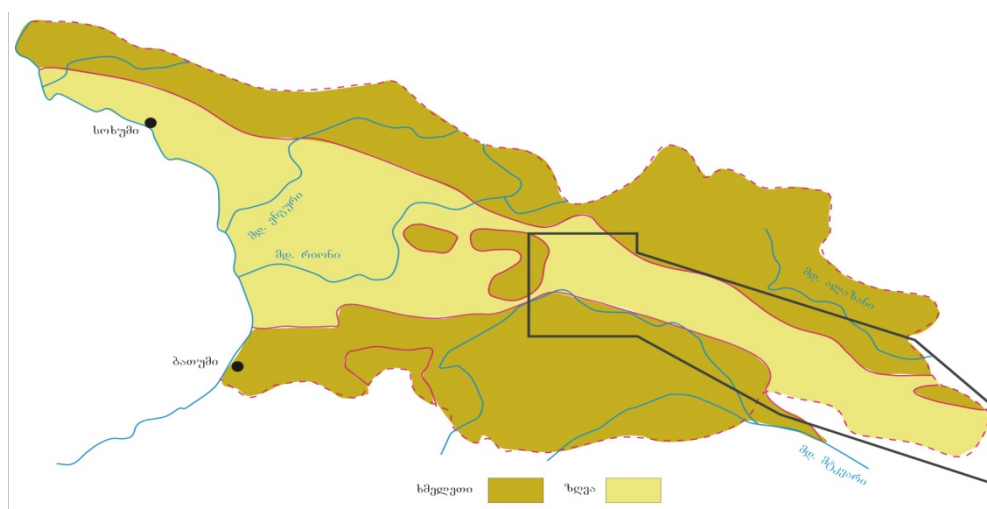
ადრესარმატული დროისათვის დამახასიათებელია ამიერკავკასიის მთებს შუა არის დაპირვის ტენდენცია და ზღვის საზღვრების გაფართოება, რამაც გამოიწვია ქვედასარმატული ნალექების სიმძლავრის გაზრდა. ფაუნის თავისებურებანი, კი მტკნარი აუზის არსებობაზე მიუ-

თითებს [1,2]. ამ აუზიდან ჩრდილოეთით და სამხრეთით განლაგებული იყო განედური მიმართულების მთის ქედები (ნახ. 1).

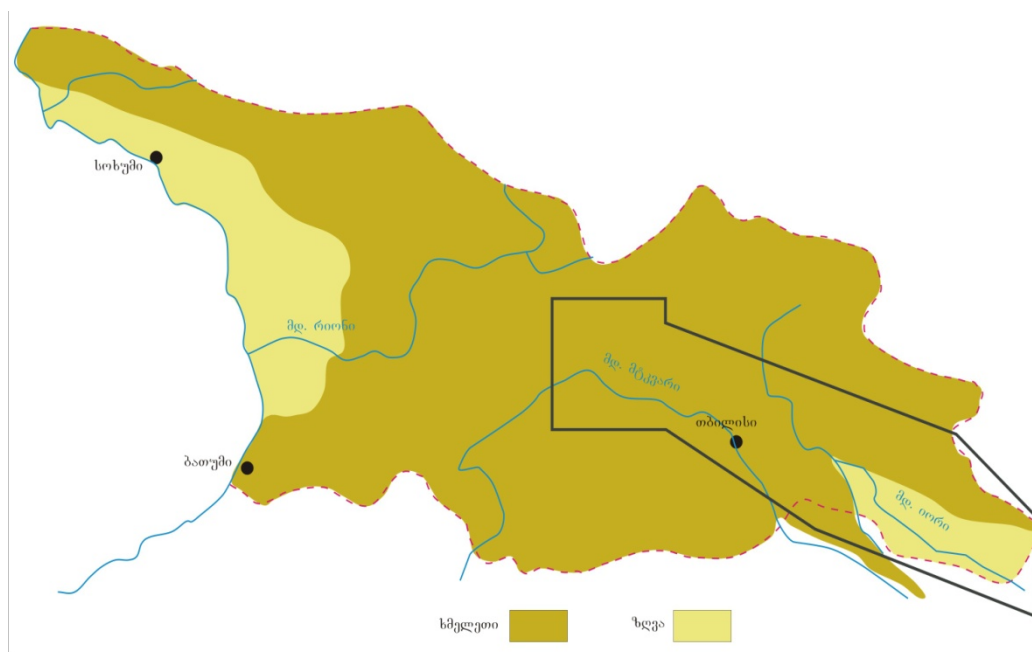
შუასარმატულის დასაწყისში პალეოგეოგრაფიული და ტექტონიკური ვითარების რაიმე მნიშვნელოვან ცვლილებებს ადგილი არ ჰქონია. აქტიური ტექტონიკური მოძრაობები მხოლოდ შუასარმატულის მეორე ნახევარში გამოვლინდა. ამ დროიდან იწყება ზღვის გამარჩხების, მისი ზომების შემცირების პროცესი და თიხიანი ფაციფესების შეცვლა თხელი წყლის უხეშმარცვლოვანი ნალექებით.

აღმავალმა ტექტონიკურმა მოძრაობებმა, რომლებიც შუასარმატულის ბოლოს დაიწყო, მაქსიმუმს გვიანსარმატულში მიაღწია და აღმოსავლეთ საქართველოს თითქმის მთელ ტერიტორიაზე კონტინენტური რეჟიმი დამყარდა (ნახ. 2).

გვიანსარმატულში, ზღვის უკან დახვევის შედეგად, ქართლის დეპრესიასა და გარეკახეთის ნაწილში ხდებოდა დიდი სიმძლავრის ნალექების, ე.წ. ნაცხორის წყების, დაგროვება. კახეთის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთით ნაცხორის წყება გადადის ელდარის წყებაში, რომელიც მდინარე იორის მიმდებარე ტერიტორიაზე ზღვიური ნალექებით არის წარმოდგენილი.



ნახ. 1. საქართველოს ადრე- და შუასარმატულის პალეოგეოგრაფია [3]



ნახ. 2. საქართველოს გვიანსარმატულის პალეოგეოგრაფია [3]

სარმატული საუკუნის ბოლოს ზღვამ თითქმის დატოვა ამიერკავკასიის მთათაშუა არის აღმოსავლეთი ნაწილი და ამით დამთავრდა მიოცენური ზღვის ხანგრძლივი რეგრესია.

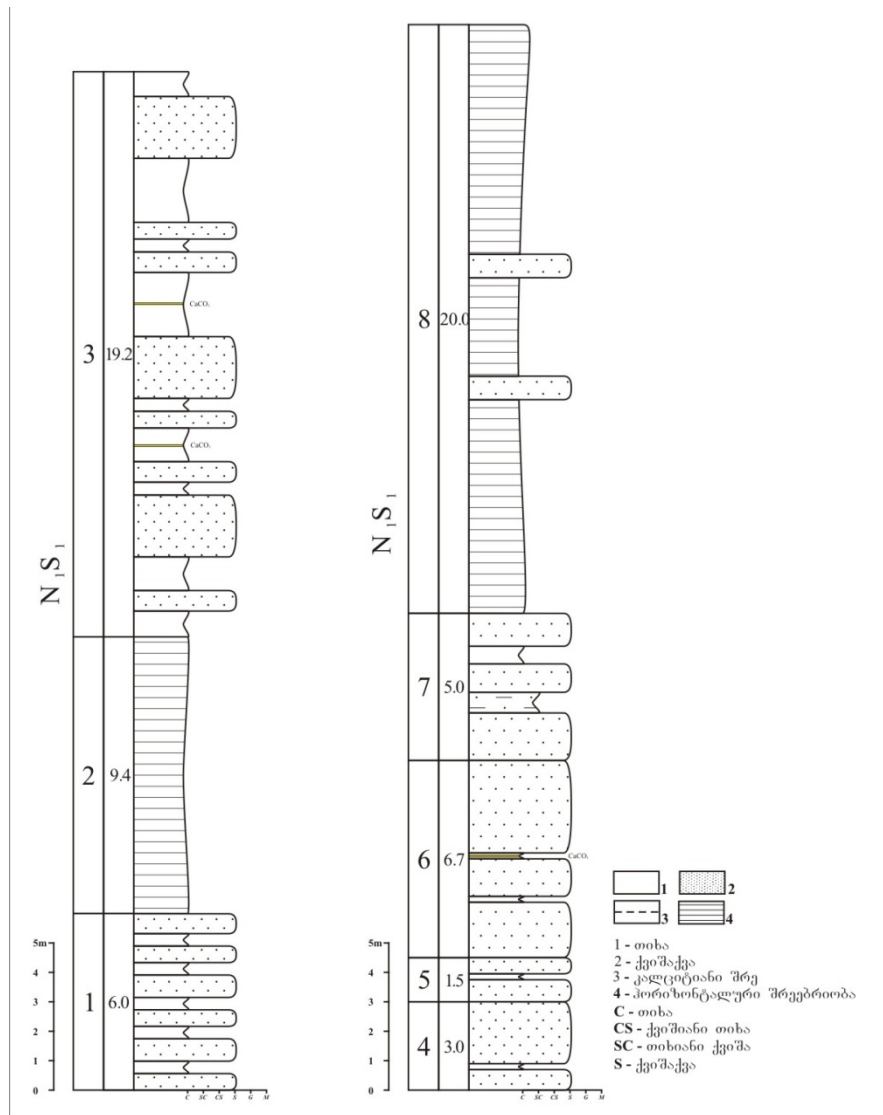
ამგვარად, აღმოსავლეთ საქართველოში ზღვიური შრეებით წარმოდგენილია, ძირითადად, ქვედა და შუასარმატული ნალექები, რომლებიც ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენს.

## 2. ძირითადი ნაწილი

აღმოსავლეთ საქართველოს სარმატული ნალექები პალეოლოგიურად თითქმის შეუსწავლელია. ბოლო დრომდე არსებობდა ერთადერთი ნაშრომი, რომელშიც მოცემული იყო ქარ-

თლის ბურღილების მასალის პალეოლოგიური ანალიზი [4], მხოლოდ 2008-2009 წლებში გამოქვეყნდა ქართლის შუასარმატული ნალექების (ნადარბეხევისა და უფლისციხის ჭრილები) მიკროპალეონტოლოგიური და პალეოლოგიური კვლევის შედეგები [5,6]. რაც შეეხება კახეთს, აქ სარმატული ნალექები პალეოლოგიურად დღემდე შეუსწავლელია.

აღნიშნული ნაშრომი არის პირველი ცდა ამ ხარვეზის შესავსებად. ჩვენ მიერ პალეოლოგიურად დეტალურად შესწავლილ იქნა [7] გომბორის ადრესარმატული ნალექების ჭრილი (ნახ. 3), რომლის ასაკი დადგენილი იყო ფორამინიფერების საფუძველზე (ლ. მაისურაძის ზეპირი შეტყობინება).



ნახ. 3. ქვედასარმატული შრეების ჭრილი სოფ. გომბორთან

გომბორის ჭრილის პალეონოლოგიურ კომპლექსში განსაზღვრულ იქნა 152 ფორმა, 116 გვარი და 70 ოჯახი. პალეონოლოგიური დიაგრამა ავაგეთ ეკოლოგიურ-სისტემატიკური პრინციპით. ასეთ დიაგრამას ორმაგი დატვირთვა აქვს, ის ასახავს როგორც ფლორის, ასევე მცენარეულობის ხასიათს.

როგორც დიაგრამიდან (ნახ. 4) ჩანს, კომპლექსის უდიდეს ნაწილს შეადგენს ხე-მცენარეების მტვრის მარცვლები და გვიმრების სპორები. ბალახოვნების მონაწილეობა ძალზე დაბალია. კომპლექსის მთელი შემადგენლობა ჩვენ რამდენიმე ჯგუფად გაყავით, რომლებშიც გაერთიანებულია მცენარეები მათი ეკოლოგიის მიხედვით.

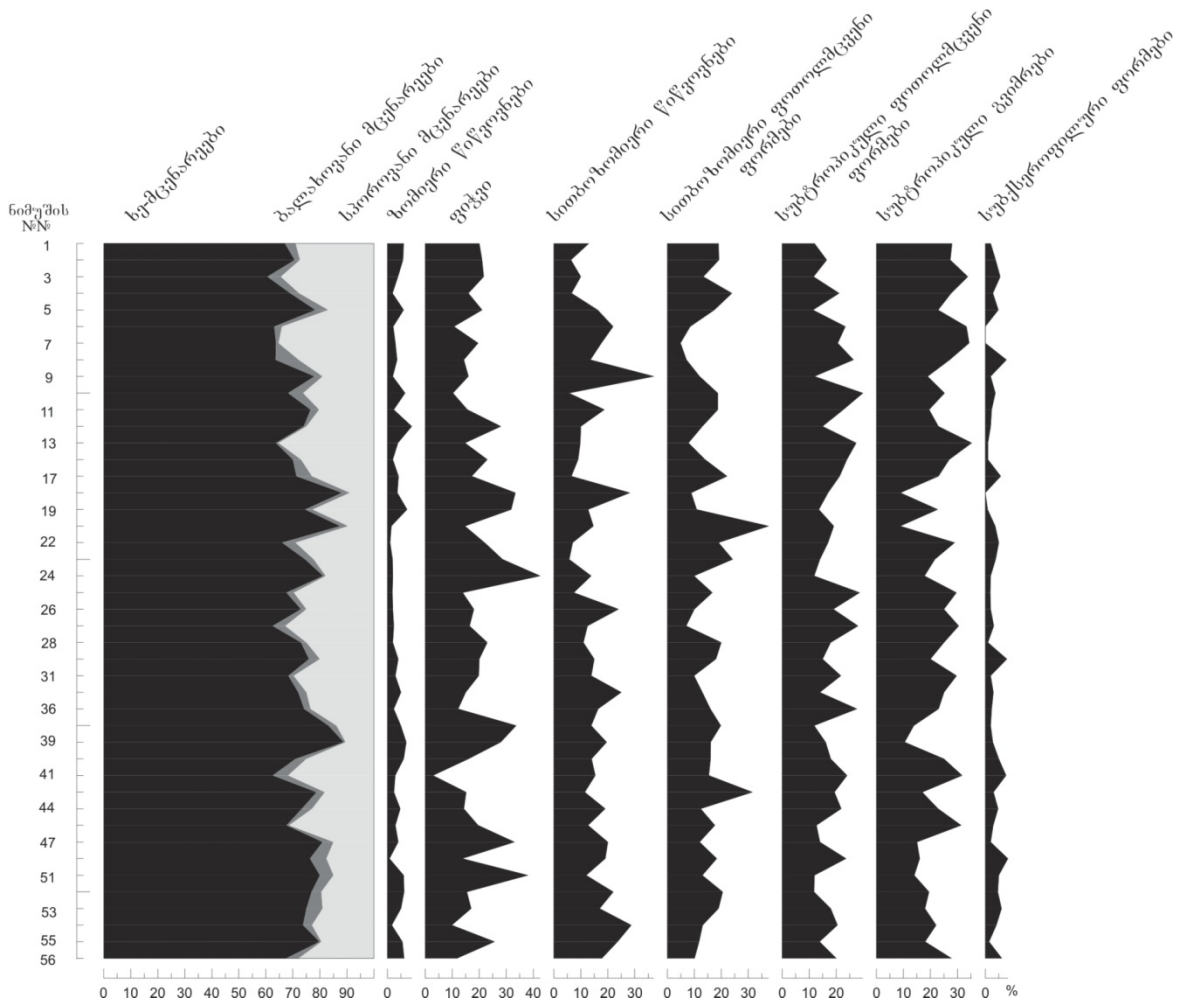
პირველ, ყველაზე მცირერიცხოვან ჯგუფს შეადგენს ზომიერი ჰავის წიწვოვანი მცენარეები: *Abies*, *Picea* და *Tsuga*. უკანასკნელი გვარი კომ-

პლექსის შემადგენლობაში ერთეული მტვრის მარცვლებითაა წარმოდგენილი.

დიაგრამაზე ცალკეა დატანილი ფიჭვის (*Pinus*) პროცენტული შემცველობა, რადგან იგი ფართო ეკოლოგიის მქონე ინტრაზონალური მცენარეა და მისი გაერთიანება გარკვეული ცენოზით არ შემოიფარგლება.

შემდეგ ჯგუფში გაერთიანებულია თერმოფილური წიწვოვნები: *Dacrydium*, *Podocarpus*, *Phyllocladus*, *Cedrus*, ოჯახ *Taxodiaceae*-ს წარმომადგენლები. ამ ჯგუფში აგრეთვე შედის შიშველ-თესლიანი მცენარე *Ginkgo*.

სითბოზომიერი მცენარეების ჯგუფში გაერთიანებულია: *Ulmus*, *Zelkova*, *Carpinus*, *Juglans*, *Carya*, *Pterocarya*, *Corylus*, *Alnus*, *Fagus* და ზოგიერთი *Quercus*.



ნახ. 4. გომბორის ტერილის პალინოლოგიური დიაგრამა

ყველაზე მრავალრიცხოვანია სუბტროპიკულ ფოთლოვან მცენარეთა ჯგუფი, რომლებსაც მიეკუთვნება: *Magnolia*, *Liriodendron*, *Nyssa*, *Alangium*, ოჯახების *Arecaceae*, *Araliaceae*, *Juglandaceae*, *Fagaceae*, *Hamamelidaceae*, *Lauraceae*-ს წარმომადგენლები და სხვა. ზოგადად, ფლორის შემადგენლობაში სითბოზომიერი და სუბტროპიკული მცენარეების წილი თითქმის ტოლი იყო.

გვიმრები წარმოდგენილია, უმთავრესად, სუბტროპიკული ფორმებით: *Anemia*, *Lygodium*, *Mohria* და ოჯახ *Gleicheniaceae*-ს წარმომადგენლები. *Pteris*-ისა და *Polypodium*-ის სპორების რაოდენობა მცირეა.

უკანასკნელ ჯგუფს სუბქსეროფილური მცენარეები შეადგენს, გვარ *Ephedra*-ს წარმომადგენლები და ბალახოვანთა ოჯახების *Chenopodiaceae*-სა და *Asteraceae*-ს მტერის მარცვლები.

ამგვარად, გომბორის ტერილის ქვედასარმატული ნალექების პალინოლოგიური კომპლექსი, ძირითადად, მიუთითებს მდიდარი პოლიდომინანტური ტყეების არსებობაზე, რომლებშიც დაფარული იყო კახეთის ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი. ცალკეული ცენოზების გავრცელება

დამოკიდებული იყო ედაფურ, ბიოტურ ფაქტორებზე და რელიეფის ხასიათზე, რომლის სიმაღლე ადრესარმატულში 300-500 მ-ს არ აღემატებოდა [8]. ყველაზე უფრო სითბოზომიერი ჯიშები ზღვის აუზის ახლოს იზრდებოდა, ასეთებია: *Magnolia*, *Liriodendron*, *Nyssa*, *Alangium*, ოჯახების *Arecaceae*, *Araliaceae*, *Hamamelidaceae*, *Lauraceae*-ს წარმომადგენლები, გვარები: *Myrica*, *Engelhardia*, *Platycarya*, *Castanopsis*, მარადმწვანე მუხები. ტყის ქვედა სართულს ქმნიდნენ გვიმრები: *Anemia*, *Lygodium*, *Mohria*, ოჯახ *Gleicheniaceae*-ს წარმომადგენლები, *Cyathea*, *Dicksonia*. ზოგი მათგანი ხისებრი გვიმრა იყო.

რელიეფის უფრო მაღალი დონეებზე, სადაც ტემპერატურა შედარებით დაბალია, გავრცელებული იყო გვარების - *Zelkova*, *Carpinus*, *Juglans*, *Quercus*, *Castanea*-ს წარმომადგენლები. აქ, ფოთლოვან ჯიშებთან ერთად, თერმოფილური წიწვოვნებიც ხარობდა: *Dacrydium*, *Podocarpus*, *Phyllocladus*, *Cedrus*, ოჯახ *Taxodiaceae*-ს წარმომადგენლები და *Ginkgo*. ოჯახების *Poaceae*-ს და *Apiaceae*-ს წარმომადგენლები, აგრეთვე გვიმრები

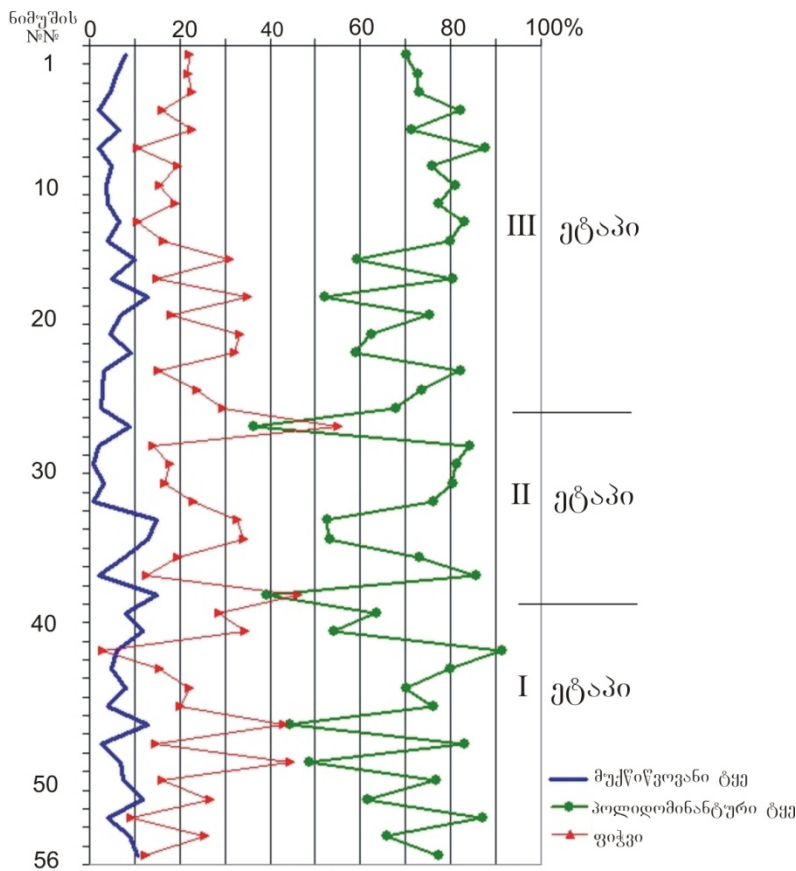


*Pteris*, *Polypodium*, *Anogramma*, *Pyrrosia* ტყის ბალახოვან სართულს ქმნიდა.

მდინარეების გასწვრივ ჭაღის და ჭაობის ტყეები იზრდებოდა, სადაც, ძირითადად, გვხვდება *Liquidambar*, *Nyssa*, *Ulmus*, *Alnus*, *Carya* და ზოგიერთი *Hamamelidaceae*.

ზღვიდან მოშორებით მდებარე რელიეფის ყველაზე მაღალ მონაკვეთებზე იზრდებოდა მუქწიწვოვანი მცენარეები - *Abies*, *Picea* და *Tsuga*. მათ ყველაზე მცირე არეალი ეკავათ, რაც, ალბათ იმით უნდა აიხსნას, რომ ადრესარმატულში მათი არსებობისათვის ხელსაყრელი პირობები ჯერ კიდევ არ არსებობდა.

ჩვენ მიერ აგებულ იქნა აგრეთვე გრაფიკი, ლანდშაფტურ-ფიტოცენოლოგიური მეთოდის გამოყენებით [9]. გრაფიკზე დატანილი მრუდები შეესაბამება ადრესარმატული დროის ძირითად მცენარეულ ფორმაციებს. ასეთებია მუქწიწვიანი და პოლიდომინანტური ტყეები. ცალკე მოცემულია ფიჭვის, როგორც ტენიანობის მაჩვენებლის, მრუდი. ასეთი გრაფიკის საშუალებით შესაძლებელია თვალი გავადევნოთ მცენარეული საფარის დინამიკას და დავადგინოთ მისი განვითარების ეტაპები, რომლებიც პალეოზონების გამოყოფის საფუძველს შეადგენს (ნახ. 5).



ნახ. 5. ადრესარმატული დროის მცენარეული ფორმაციების არელების მერყეობის გრაფიკი (გომბორის ჭრილის მიხედვით)

გრაფიკის ანალიზი საშუალებას იძლევა ადრესარმატული დროის განმავლობაში გამოვყოთ სამი ეტაპი. პირველ ეტაპზე გაბატონებული იყო სუბტროპიკული და ზომიერად თბილი ჰავის ტყეთუმიცა ფიჭვის საკმაოდ ფართო არეალი გააჩნდა. მეორე ეტაპზე აღინიშნება ფიჭვის არეალის გაფართოება, რომელიც პერიოდულად აღემატება სუბტროპიკული ტყის არეალს. მესამე ეტაპზე ფიჭვის არეალი მკვეთრად მცირდება და ისევ გაბატონებულია სუბტროპიკული ტყე. მცენარეულ ფორმაციათა არელების ასეთ ცვალებადობას ჩვენ, ძირითადად, ჰაერის ტენიანობას ვუკავშირებთ, რომელიც მეორე ეტაპზე უფრო შემცირებული იყო.

**3. დასკვნა**

პალეოლოგიური ანალიზი ბიოსტრატეგრაფიის ერთ-ერთი მეთოდია. მცენარეთა სპორები და მტვრის მარცვლები ხშირად გვხვდება ისეთ ნალექებში, სადაც სხვა ორგანული ნაშთები არ მოიპოვება. ნალექებში პალეომორფების შრეობრივი გავრცელება საშუალებას გვაძლევს თვალი გავადევნოთ პალეოკომპლექსების ცვლილებას ამა თუ იმ ჭრილის ყველა შრეში და გამოვყოთ ფლორის, მცენარეულობისა და კლიმატის განვითარების ეტაპები გეოლოგიური დროის გარკვეულ მონაკვეთებზე.

სოფ. გომბორის ქვედასარმატული ნალექებიდან მოპოვებულ კომპლექსის შემადგენლობაში განსაზღვრულია 152 ფორმა, 116 გვარი და 70 ოჯახი. მთელი კომპლექსი გაყოფილია ჯგუფებად და მათი პროცენტული შემცველობა დატანილ იქნა პალინოლოგიურ დიაგრამაზე, რომელიც კახეთის ადრესარმატული ფლორის ეკოლოგიურ-სისტემატიკურ შემადგენლობას ასახავს.

გომბორის ჭრილის პალინოლოგიური კომპლექსი ჩვენ მიერ ინტერპრეტირებული იყო აგრეთვე ლანდშაფტურ-ფიტოცენოლოგიური მეთოდის საფუძველზე და შედგენილ იქნა გრაფიკი, რომელიც ასახავს ძირითად მცენარეულ ფორმაციათა (მუქწიწვიანი ტყე, პოლიდომინანტური ტყე და ფიჭვი, როგორც ინტრაზონალური მცენარე) არეალების ცვლილებას. გრაფიკის ანალიზმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა მცენარეული საფარის დინამიკა და გამოგვეყო მისი განვითარების 3 ეტაპი, რომლებიც ტენიანობის რეჟიმის ცვალებადობას ასახავს აღნიშნული შრეების და ლექვის პერიოდში.

გამოყოფილი ეტაპები საფუძველად დაედო გომბორის ჭრილის ქვედასარმატული ნალექების წერილ ერთეულებად – პალინოზონებად დანაწილებას.

### ლიტერატურა

1. Булейшвили Д. А. Геология и нефтегазоносность межгорной впадины Восточной Грузии. Ленинград: Гостоптехиздат, 1960, с.239.
2. Грузинская К. Сарматская моллюсковая фауна Восточной Грузии. Дисс. на соиск ученой степени к.т.н. 1966.

3. Уznaдзе, М.Д. Неогеновая флора Грузии. Тбилиси: Мечниереба, 1965, - с. 180.
4. Мchedlishvili Н., Мchedlishvili Е. Этапы развития флоры Восточной Грузии в сарматском веке по данным спорово-пыльцевого анализа // Докл. АН СССР, 1953, т. 91, №3.
5. Maisuradze L., Shatilova I., Koiava K., Mchedlishvili N., Rukhadze L., Spezzaferri S., Strasser A. Foraminifers and palynomorphs in the sarmatian deposits of Kartli (Eastern Georgia): Stratigraphical and palaeoclimatological implications // Proceedings of the Georgian Academy of Sciences. Biological series B, 2008. N 3-4, Vol. 6, p. 65-76.
6. Shatilova I., Maissuradze L., Koiava K., Mchedlishvili N., Rukhadze L., Spezzaferri S., Strasser A. Bioevents on the territory of Georgia during the late Cenozoic as evidenced by foraminifers and palynomorphs.// Proceedings of the Georgian Academy of Sciences. Biological series B, 2009. N 1-2, Vol. 7, p. 90-109.
7. Kokolashvili I., Shatilova I. 2009. The preliminary results of palynological investigations of lower sarmatian of kakheti.// Proceedings of the Georgian Academy of Sciences. Biological series B, 2009. N1-2, Vol. 7, p. 85-89.
8. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. Москва: Недра,1968. - 482 с.
9. Shatilova I., Rukhadze L., Mchedlishvili N. On the Use of the Landscape-phytocenological Method for the Restoration of Vegetation and Climate of Mountain Regions (On the Example of Colchis). // Bull. Gerg. Acad. Sci., 2004, V.169, N3, p.623-625.

## UDC 551.76 (479.22)

### FLORA AND CLIMATE OF EARLY SARMATIAN PERIOD OF KACHETI ON THE BASIS OF PALYNOLOGICAL DATA

#### I. Kokolashvili

Department of geology, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** Now for stratigraphical purpose widely is used the method of palynological analysis, which subjects of investigation are spores and pollen grains of plants fossilized in sedimentary rocks. The change in composition of palynological spectrums of separate layers or group of layers allows to trace nearly continuous picture of evolution of biocenosis and to distinguish the stages of their development. Put in the base of geochronology, these stages can be considered as ground of palynological subdivision of Sarmatian deposits of Eastern Georgia.

The spores and pollen grains often are presented in deposits avoid of other organic fossils. But even in such cases, when the fauna is preserved, the palynological data make corrections in stratigraphical schemes, as against of marine fauna, the palynocomplexes reflect on the changes of dry land cenosis, on which the climatic fluctuations influenced in first turn.

Till last time the single palynological work about Sarmatian deposits of Eastern Georgia was the article, devoted to analysis of corns from bore holes on territory of Kakheta (N. Mchedlishvili, E. Mchedlishvili, 1953). In 2008-09 were published the articles (Maisuradze et al., 2008; Shatilova et al., 2009), in which is given the micro-paleontological analysis of Middle Sarmatian deposits of Kartli, sections Nadarbasevi and Uplistsikhe. As about Kakheta, the region very interesting from practical point of view, as which it is connected the industrial reserve of oil, from palynological point of view it is not completely learn.

**Key words:** Western Georgia; Kakheta; Lower Sarmatian deposits; landscape-phytocenological method.

УДК 551.76 (479.22)

**ФЛОРА И КЛИМАТ РАНЕСАРМАТСКОГО ПЕРИОДА КАХЕТИИ (НА ОСНОВЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ)****И.М. Коколашвили**

Департамент геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** В настоящее время для целей стратиграфии широко используется метод пыльцевого анализа, объектом исследования которого являются споры и пыльцевые зерна растений, захороненные в осадочных породах. Одним из главных преимуществ этого метода является послойное распространение палиноморф в разрезах. Изменение их состава в отдельных слоях или группе слоев позволяет проследить почти непрерывную картину изменения биоценозов и выделить этапы их развития. Положенные в основу геохронологии, эти этапы можно рассматривать как обоснование палинологического расчленения сарматских отложений Восточной Грузии.

Споры и пыльца часто встречаются в отложениях, лишенных других органических остатков. Но даже в случае присутствия таковых, палинологические данные вносят свои коррективы при составлении стратиграфических схем. Это связано с тем, что в отличие от морской фауны, палинокомплексы отражают изменение наземных ценозов, на которые климатические флуктуации влияют в первую очередь.

До последнего времени единственной палинологической работой по сарматским отложениям Восточной Грузии была статья, посвященная анализу керновых материалов, взятых из буровых скважин Колхидской низменности (Н. Мchedlishvili, Е. Мchedlishvili, 1953). В 2008-2009 гг. были опубликованы работы (Maissuradze et al., 2008; Statilova et al., 2009), посвященные микропалеонтологическому анализу среднесарматских отложений Картли (разрезы Надарбазеви и Уплисцихе). Что касается Кахетии, очень интересного региона с практической точки зрения, к которому приурочены промышленные залежи нефти, палинологически он остается совершенно неизученным.

**Ключевые слова:** Восточная Грузия; Кахетия; сарматские отложения; палинологический метод.

*შემოსვლის თარიღი 04.09.09*

*მიღებულია დასაბეჭდად 09.10.09*

УДК 502.7

**О ПРОБЛЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ****Н.Г. Попорадзе,\* Д.В. Абзианидзе, М.С. Двали**

Департамент геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77

E-mail: nodar\_poporadze@yahoo.com

**Резюме:** Эта работа представляет собой наглядный пример применения математических методов для решения практических задач, связанных с безопасностью экологической системы (ЭС).

В ней акцентирована роль математических методов, от точности которых зависит уровень безопасности функционирования ЭС.

**Ключевые слова:** окружающая среда; экологическая система; экологическая безопасность и экологическая устойчивость.

**1. ВВЕДЕНИЕ**

Все возрастающее антропогенное воздействие на среду, ее загрязнение отходами производства и, наконец, безудержное расходование природных ресурсов – все эти проблемы стали сейчас предметами широкого обсуждения для принятия эффективных мер против бесконтрольного использования природных ресурсов, загрязнения и разрушения сложившейся природной среды /1/.

Совокупность всех воздействий на окружающую среду (ОС) ведет к формированию новой экологической ситуации, требующей изучения и активных действий по предотвращению возможных отрицательных изменений. Механизмы достижения конечной цели – экологической безопасности (ЭБ) – это разработка, адаптация и внедрение в практику программно-технических и информационных средств для оценки и прогнозирования экологической обстановки. Для достижения ЭБ также важно согласованное управление промышленными и сельскохозяйственными производствами, экономикой, здравоохранением и другими видами деятельности того или иного региона.

Таким образом, в сфере ЭБ одной из важнейших ролей играет проблема управления ЭС.

Решение этой проблемы связано с экспериментальными исследованиями и разработкой математической модели ЭС.

Математическая модель, являясь отображением экологических процессов, позволяет выбрать такую структуру системы управления, которая обеспечит безопасность функционирования ЭС.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Противостоять антропогенному прессу природа Грузии может лишь при сохранении потенциала ее экологической устойчивости (ЭУ). ЭУ Грузии заключается в преодолении ее экологической слабости и в обеспечении ЭБ. Восстановление естественных ЭС – основное условие нормального развития страны.

Следует отметить связь между ЭУ среды и пределом антропогенной (техногенной) нагрузки на региональном уровне. Как только техногенная нагрузка для конкретного участка территории превысит экологическую возможность природы (экологическую емкость), происходит крах данного участка ОС или, другими словами, каждый участок территории имеет конкретную экологическую емкость и, соответственно, может противостоять различным техногенным нагрузкам. Из вышеуказанного следует, что обязательно нахождение компромисса между развитием производства и сохранением природных ресурсов. В условиях Грузии устойчивое развитие определяется ведением хозяйства в пределах существующих емкостей ЭС.

До середины XX в. Грузия, как и другие страны, развивалась в условиях ЭУ, равновесия и гармоничности. С переходом мирового общества в этап научно-технической революции темпы роста производства стали непрерывно увеличиваться. Это сказалось на использовании природных ресурсов в невиданных до этого времени масштабах. Достаточно сказать, что выше 20% суши оказались измененными полностью и получили название природно-техно-

генных зон. Природа Грузии была менее деградированной, в отличие от природы развитых стран, но этот процесс не обошел и ее. По мнению ученых, Грузия, как и другие страны, должна оценить степень ущерба ЭС территорий, преодолеть собственную экологическую уязвимость путем прогноза допустимого потребления чистой первичной продукции и возможных энергетических и хозяйственных нагрузок на своей территории.

В настоящее время, начиная с 90-х годов XX в., экологическая уязвимость территории страны, ощущаемое истощение ее природных ресурсов (особенно леса) и значительные экологические риски обусловлены, в основном, развитием преимущественно таких отраслей промышленности, которые «эксплуатируют» природные богатства, и низким коэффициентом использования интеллектуальноемких (наукоемких) производств, а также использованием территории страны для захоронения отходов и химически опасных веществ. К сказанному также следует добавить положение с изношенностью основных средств (здания, сооружения, коммуникации), которые не обновлялись с 1990 года.

Для успешного решения крупномасштабных задач по охране ОС необходимо знать степень ее загрязнения всякими вредными веществами. Поэтому экологи большое внимание уделяют экспериментам, наблюдениям и контролю (мониторингу) за ОС.

При управлении экологическими процессами, когда решения принимаются на основе теоретических и экспериментальных данных, используют математическую модель. Создание работоспособных моделей – одна из главных задач глобальной экологии.

Прежде чем перейти к рассмотрению математической модели ЭС и ее практическому применению для решения задач управления, отметим, что ЭС можно отнести к динамическим системам, т.е. к таким системам, где тот или иной процесс непрерывно изменяется во времени.

Для моделирования поведения такой системы можно выбрать набор таких параметров, как  $x(t)$  – выходная переменная,  $u(t)$  – управляющие воздействия на процесс,  $\theta(t)$  – возмущающие воздействия на процесс. Управляющие и возмущающие воздействия относятся к входным величинам.

Цель управления ЭС заключается в обеспечении как должного качества ОС и повышения жизненного уровня населения Грузии, так и в формировании бюджетных доходов. Поэтому, естественно, при моделировании эти параметры рассматриваются в качестве выходных параметров.

Управление ЭС осуществляется как их сырьевой базой, так и инвестициями. Если учесть, что Грузия находится в экономическом кризисе, то для простоты решения задачи управления ограничимся только инвестициями.

Возмущения, действующие на ОС, подразделяются на естественные и антропогенные /1/. К естественным относятся все виды воздействий и процессов, возникновение которых не вызывается человеческой деятельностью (землетрясение, пожары, вызванные молниями, извержения вулканов и т.д.). Антропогенные (техногенные) воздействия подразделяются на преднамеренные, которые предусмотрены технологией производства (потребление и выбросы), и непреднамеренные, происходящие в ОС вследствие воздействия производства.

Наконец, ставится вопрос о математической зависимости выхода от входов как об операторе  $\Phi \in \{u(t) \times \theta(t) \rightarrow x(t)\}$ , который чаще всего является дифференциальным оператором. Иногда оператор  $\Phi$  называют математической моделью /2/.

При принятых допущениях ЭС описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$x(t) = f[t, x(t), u(t), \theta(t)], \quad (1)$$

где  $x(t)$ ,  $u(t)$ ,  $\theta(t)$  – соответственно трех-, одно- и k-мерные векторы, k - число внешних воздействий, f – действительная векторная функция.

Ввиду того что в правую часть (1) входят возмущения, то  $x(t)$  – случайная величина. Поэтому задача управления решается методом разделения ее на две задачи: на задачу оценки параметров (или параметрической идентификации) и задачу оптимального управления ЭС.

Такое разделение качественно понятно, поскольку вначале следует определить поведение системы, прежде чем рассчитать управляющее воздействие, изменяющее это поведение.

Модель (1) является нестационарной. Как известно, такие уравнения на практике решаются численно с помощью конечных разностей или метода сеток.

Для приближенного вычисления отрезков времени (0, T) (T – время функционирования ЭС) последовательностью точек  $0 = t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_N = T$  делится на N равные малые интервалы длительностью h ( $h \rightarrow 0$ ).

Для идентификации в работе /3/ авторы предлагают заменить модель (1) упрощенной статической моделью, линеаризованной относительно  $\theta_j (j=1, \dots, k)$ . Для дискретного момента времени  $t_n = n \cdot h (0 < t_n < T)$

$$X(n) = A(u_n) + B(u_n) \theta(h). \quad (2)$$

Здесь  $A(u_n)$ ,  $B(u_n)$  – соответственно матрицы порядка  $1 \times 3$  и  $k \times 3$ , причем их элементы  $A_i(n)$  ( $i=1, 2, 3$ ) и  $B_{ij}(n)$  ( $j=1, \dots, k$ ) являются линейными функциями относительно  $u_n$ .

Такая модель позволяет оценить случайные величины  $\theta_j$  по динамическим характеристикам: математическому ожиданию ( $m_j(n)$ ) и дисперсии ( $D_j(n)$ ).

Пусть в дискретные моменты  $t_n = n$  наблюдаются координаты  $x_2(n)$  и  $x_3(n)$ , зависящие от возмущений, или наблюдается

$$y(n) = G x(n) + w(n),$$

где  $G = [110]$ ,  $w(n)$  – ошибка наблюдения, которая представляет собой нормально распределенную случайную величину.

Задача заключается в том, чтобы при заданных наблюдениях  $y(n)$  найти наилучшие оценки для математического ожидания и дисперсии случайных параметров  $\theta_j$ .

На основании формулы Бейса были получены следующие адаптивные оценки /4/:

$$m_j(n) = \bar{B}_1^0(n) m_j(n-1) + D_j(n) \bar{B}_j(u_{n-1}) [y(n) - \bar{A}(u_{n-1})] \quad (3)$$

$$D_j(n) = D_j(n-1) / [1 + \bar{B}_j^2(n-1) D_j(n-1)],$$

где

$$\bar{A}(u_n) = \sum_{i=1}^i A_i(u_n); \quad \bar{B}_j(u_n) = \sum_{i=1}^2 \sum_{m=1}^k B_{im}(u_n);$$

$$\bar{B}_1^0 = \sum_0^{n-2} \bar{B}_j^2(u_{n-1}) / \sum_0^{n-1} \bar{B}_j^2(u_{n-1}).$$

Эти характеристики позволили выбрать наиболее эффективный путь для управления ЭС. Оценки, полученные при решении задачи идентификации, вводятся в алгоритм управления для формирования стратегии управления с целью компенсации внутренних и внешних возмущений. Таким образом, можно заставить управляющую систему действовать определенным желаемым образом.

Основное назначение теории управляемых случайных процессов или теории стохастического управления - дать ответ на следующий вопрос: каким образом в каждый момент времени выбрать управление (иными словами – принимать решение), которое зависит от накопленной информации и влияет на локальные вероятностные характеристики случайного процесса, чтобы некоторый функционал от случайного процесса управления обратился в минимум?

Проиллюстрируем это на конкретном примере. Предположим, что регулируемой является координата  $x_2(n)$  (жизнедеятельность населения). Отклонение регулируемой координаты от желаемого  $x^*(n)$  (нормальный уровень жизни населения) приводит к некоторым издержкам.

Издержки, возникающие на n-м шаге, задаются функцией

$$g(\sigma_n, u_n) = M\{[x_2(n) - x_2^*(n)]^2 / \sigma_n\}, \quad (4)$$

где  $\sigma_n = (m(n), D(n))$ , M – символ математического ожидания.

Ввиду того что  $x_2(t)$  – случайная величина, то цель управления формулируется в вероятностных терминах.

Задача заключается в нахождении конечной последовательности стратегии  $\pi = \{u_1, \dots, u_n\}$ , минимизирующей суммарные издержки за  $N$  шагов:

$$I_{N,\pi}(\sigma) = \int \prod_{n=1}^N g(\sigma_n, u_n) \cdot M\{\dots\} \cdot d\sigma$$

Для решения таких задач вводится функция Бельмана, которая должна удовлетворять рекуррентным уравнениям Бельмана-Вальда при определенных ограничениях.

Однако, поскольку  $g(\sigma_n, u_n)$  является неотрицательной функцией, то для нахождения ее минимума достаточно, чтобы выполнялось условие

$$g(\sigma_n, u_n) = 0. \quad (5)$$

В работе [5] показано, что управление, найденное из этого условия, является не только единственным оптимальным решением, но и гарантирует выполнение условия эквивалентности одношаговой и многошаговой задач.

Если подставим в (5) (с учетом 4) значение  $x_2(n)$  из (2) и, учтем, что  $A_2(u_n)$  и  $B_2(u_n)$  являются линейными функциями относительно  $u_n$ , то после несложных преобразований находим:

$$u_n = \frac{x_2^*(n)}{a_2(n) + \sum_{j=1}^k b_{2,j}(n)m_j(n)}, \quad (0 \leq n \leq N),$$

где  $m_j(n)$  определяется по формуле (4),  $a_2(n)$  и  $b_{2,j}$  – коэффициенты пропорциональности.

Полученный алгоритм управления, который может быть разработан даже при минимальной входной информации, обеспечит эффективное функционирование ЭС.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был развит следующий подход к задаче управления ЭС. Предполагаем, что основной экологический процесс таков, что текущее управление может только влиять на будущее поведение системы. Следовательно, закон управления должен быть рассчитан так, чтобы динамические характеристики  $\theta$  в настоящее время как можно точнее соответствовали «нашим желаниям».

Наличие возмущающих воздействий и потребность в оценке параметров привели к необходимости построения адаптивной системы управления. Для оценки нестационарных параметров используется идентификатор.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аникеев В.А., Копп И.З., Скалкин Ф.В. Технологические аспекты охраны окружающей среды. Л.: Гидрометиздат, 1982.
2. Иваненко В.И. Управление при стохастической неопределенности // Автоматика, 1982, №6, с. 65-74.
3. Андреев Н.В. Абзианидзе Д.В. Об одной задаче управления процессом прошивки круглых металлических заготовок в трубопрокатном производстве // Адаптивные системы автоматического управления. вып. 16, – Киев, 1987, с. 60-65.
4. A. Gotsiridse, D. Absianidze. Parameters Estimation in Gaze of Energy Subjects of the Country and their Security Modeled in the Uncertainty Conditions. – Bull. Georg. Acad. #168, 1, 2003.
5. Габелая А.Г., Абзианидзе Д.В. Методы нахождения оптимальной или почти оптимальной стратегии для стохастических объектов// Адаптивные системы автоматического управления. Киев, 1992, вып. 19, с. 86-90.

## შპს 502.7

### ეკოლოგიური უსაფრთხოებისა და ეკოლოგიური სისტემის მართვის ოპტიმიზაციის პრობლემები

ბ. ფოფორაძე, დ. აბზიანიძე, მ. დვალაძე

ეკოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

**რეზიუმე:** ნაშრომი თვალსაჩინო მაგალითია, თუ როგორ შეიძლება მათემატიკური მეთოდების გამოყენებით ამოვსნათ ამოცანა, დაკავშირებული ეკოლოგიური სისტემების უსაფრთხოებასთან. ნაშრომში აქცენტირებულია მათემატიკური მეთოდების როლი, რომელთა სიზუსტეზე დამოკიდებულია ეკოლოგიური სისტემის ფუნქციონირების უსაფრთხოების ხარისხი.

**საკვანძო სიტყვები:** გარემო; ეკოლოგიური სისტემა; ეკოლოგიური უსაფრთხოება; ეკოლოგიური მდგრადობა.

UDC 502.7

**ABOUT PROBLEMS OF ECOLOGICAL SECURITY AND OPTIMIZATION MANAGEMENT OF ECOLOGICAL SYSTEM****N. Poporadze, D. Abzianidze, M. Dvali**

Department of geology, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** This work is an example of applying of mathematical methods for solution practical tasks connected with security of ecological system.

There is emphasized the role of mathematical method from accuracy of which is dependent the level of ecological system's security is dependent.

**Key words:** environment; ecological system; ecological security; ecological stabilizy.

*Дата поступления 05.11.09**Принято к печати 30.11.09***შპს 551.49.553.7****საქართველოს მინერალური და ნავთობის წყლების შეღარებითი დახასიათება მიკროკომპონენტების შემცველობის მხრივ****უ. ზვიადაძე,\* ზ. დადანიძე, ნ. ქიტიაშვილი**

გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: u\_zviadadze@gtu.ge

**რეზიუმე:** კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ნახშირმჟავა მინერალურ წყლებში, ერთი მხრივ, და ნავთობის საბადოებთან დაკავშირებულ ე.წ. “ნავთობის წყლებში”, მეორე მხრივ, ქიმიური ელემენტების განაწილების რაოდენობრივი მახასიათებლების შედარება-ანალიზის გზით შესაძლებელი ხდება დავაჯგუფოთ ელემენტები, როგორც ტიპომორფული ან ნაკლებად დამახასიათებელი ამ ორი განსხვავებული გენერაციის წყლებისთვის და გამოვიყენოთ ისინი, როგორც გეოქიმიურ-სადიებო კრიტერიუმები ნავთობსადიებო საქმეში და მინერალური წყლების საბადოების ძებნა-ძიებაში.

**საკვანძო სიტყვები:** მიკროკომპონენტები; ნახშირმჟავა მინერალური წყლები; ნავთობის წყლები; ტიპომორფული ელემენტები; ფორმირების გეოქიმიური გარემო.

**1. შესავალი**

ჰიდროგეოქიმიაში ტერმინი “მიკროკომპონენტი” მიღებულია ბუნებრივ წყლებში იშვიათი ელემენტების ძალზე მცირე შემცველობის ( $10^{-2} - 10^{-5}\%$ ) გამო [1, 2]. მიკროკომპონენტების

შესწავლას მრავალმხრივი თეორიული და პრაქტიკული დანიშნულება აქვს, მათ შორის, მიკროკომპონენტების გეოქიმიურ-სადიებო კრიტერიუმებად გამოყენების შესაძლებლობათა გარკვევა, რაც წინამდებარე სტატიაში განხილვის საგანია. ნავთობისა და გაზის საბადოების ძებნა-ძიების მეთოდების კომპლექსში განსაზღვრული ადგილი ძიების ჰიდროგეოლოგიურ მეთოდს ეკუთვნის, თუმცა, ზოგადად ჰიდროგეოლოგიური კვლევის კომპონენტია შორის მიკროკომპონენტების როლი, არასრული შესწავლილობის გამო, შედარებით დამორჩილებულია. მსგავსი მდგომარეობა აღინიშნება მინერალური წყლების ძებნა-ძიების დარგშიც. მეორე მხრივ, როგორც სხვა მკვლევართა [4, 9], ისე ავტორთა მიერ შესრულებული კვლევებით დასტურდება [5, 6], რომ სხვადასხვა გენერაციის მიწისქვეშა წყლებისთვის სხვადასხვა მიკროკომპონენტების გამა არის დამახასიათებელი, რაც ნათლად მიუთითებს მიწისქვეშა წყლის წარმოშობის და ფორმირების გეოქიმიურ გარემოზე. მიუხედავად ამ დარგში მიღებული რიგი პოზიტიური შედეგებისა, მიკროკომპონენტების ჰიდროგეოქიმიაში ჯერ კიდევ ბევრი თეთრი ლაქაა, რომელთა ნაწილობრივ შევსებას სტატიის ავტორები შეეცადნენ.

**2. ძირითადი ნაწილი**

მართალია, შესწავლილი ობიექტების დაყოფა მინერალურ და ნავთობის წყლებად რამდენადმე პირობითია (რადგანაც ნავთობის წყლებიც არსებითად მინერალური წყლების კატეგორიას მიეკუთვნება), მაგრამ გენეზისის მკვეთრად განსხვავებული პირობების გამო, ამ შემთხვევაში მიღებული დაყოფა ლოგიკურად გამართლებულია.

ჩვენ მიერ შესწავლილი მინერალური წყლების უმრავლესობა ნახშირმჟავა ტუტე-მარილიანი წყლების ჯგუფში შედის. მათი გამოსავლები ფართო ზოლად ვრცელდება კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის გასწვრივ დასავლეთ აფხაზეთიდან დაწყებული (მდ. ავადხარას ხეობა) პანკისის ხეობამდე (მდ. ალაზნის სათავეები) და სივრცო-

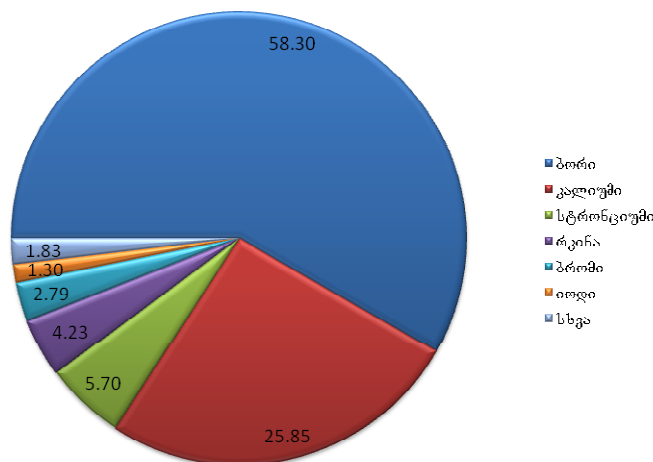
ბრივად იურის, ცარცის და ნაწილობრივ პალეოგენის წყლებთან არის დაკავშირებული. აქ არ შევუდგებით ცალკეული დასინჯული ობიექტების აღწერას, აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ ქვემოთ მოცემულ ცხრილში ნაჩვენებია ნახშირმჟავა მინერალურ წყლებში მიკროკომპონენტების შემცველობის გასაშუალოებული სიდიდეები და მათი პროცენტული განაწილება მთლიანად რეგიონის მასშტაბით (ცხრ. 1).

ცხრილის მონაცემები წრიულ დიაგრამაზე არის ასახული (ნახ. 1), რომელზეც ყველა შესწავლილი მიკროკომპონენტის შემცველობათა ჯამი მიღებულია 100%-ად და ამის შესაბამისად, ნაანგარიშგვია პროცენტული შემცველობა თითოეული ელემენტისთვის.

**ცხრილი 1**

საქართველოს ნახშირმჟავა მინერალურ წყლებში მიკროკომპონენტების პროცენტული განაწილება

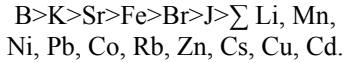
№	მიკროკომპონენტების დასახელება	საშუალო შემცველობა მგ/ლ	საერთო რაოდენობიდან %-ში
1	ბორი	37.532	58.30
2	კალიუმი	16.632	25.85
3	სტრონციუმი	3.671	5.70
4	რკინა	2.723	4.23
5	ბრომი	1.793	2.79
6	იოდი	0.837	1.30
7	ლითიუმი	0.428	0.67
8	რუბიდიუმი	0.024	0.04
9	ცეზიუმი	0.019	0.03
10	სპილენძი	0.01	0.02
11	ცინკი	0.021	0.03
12	კადმიუმი	0.01	0.02
13	ტყვია	0.053	0.08
14	მარგანეცი	0.407	0.63
15	კობალტი	0.052	0.08
16	ნიკელი	0.134	0.21



ნახ. 1. მინერალურ წყლებში მიკროკომპონენტების განაწილების დიაგრამა



შესწავლილი მიკროკომპონენტები კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ნახშირმუცა მინერალურ წყლებში გაერცვლების რაოდენობრივი მაჩვენებლების მიხედვით შემდეგი თანამიმდევრობით ლაგდება:



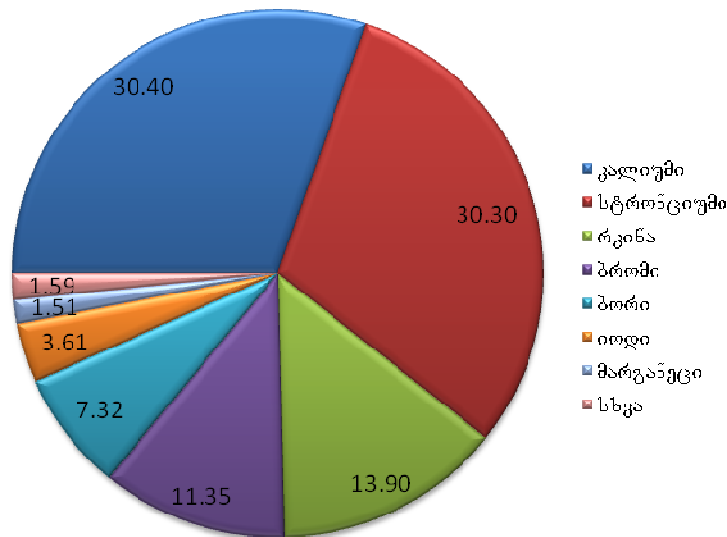
ამასთან, “Σ” ნიშნით გაერთიანებული მიკროკომპონენტების კონცენტრაციების ჯამი 1.83 %-ს შეადგენს.

ანალოგიური პრინციპით შედგენილია მე-2 ცხრილი და წრიული დიაგრამა (ნახ. 2). საქართველოს ნავთობის წყლებისთვის.

**ცხრილი 2**

საქართველოს ნავთობის წყლებში მიკროკომპონენტების პროცენტული განაწილება

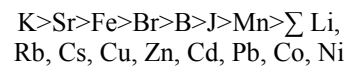
№	მიკროკომპონენტების დასახელება	საშუალო შემცველობა მგ/ლ	საერთო რაოდენობიდან %-ში
1	კალიუმი	58.835	30.4
2	სტრონციუმი	58.651	30.3
3	რკინა	26.927	13.9
4	ბრომი	21.963	11.35
5	ბორი	14.18	7.32
6	იოდი	7.037	3.61
7	მარგანეცი	2.9191	1.5
8	ცეზიუმი	0.011	0.01
9	სპილენძი	0.079	0.04
10	ცინკი	0.252	0.04
11	კადმიუმი	0.075	0.04
12	ტყვია	0.402	0.2
13	კობალტი	0.533	0.27
14	ნიკელი	1.371	0.68
15	ლითიუმი	0.375	0.19
16	რუბიდიუმი	0.053	0.03



ნახ. 2. ნავთობის წყლებში მიკროკომპონენტების განაწილების დიაგრამა

განგარიშებაში გამოყენებულია როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოს ნავთობის საბადოების და ნავთობაირგამოვლინებების 21 ობიექტის მონაცემები. ამ შემთხვევაში ნავთობის წყლებში მიკროკომპონენტების

შემცველობის რაოდენობრივი მაჩვენებლების მიხედვით თანამიმდევრობის მწკრივს შემდეგი სახე აქვს:



აქაც“Σ“ ნიშნის ქვეშ გაერთიანებული ცხრა მიკროკომპონენტის ჯამური შემცველობა 1.59%-ს შეადგენს.

ზემოთ მოცემული ცხრილების და გრაფიკული მასალის შედარებისას, უპირველესად, აღვილი შესამჩნევია ბორის გაბატონებული მდგომარეობა ნახშირმჟავა მინერალურ წყლებში, სადაც მისი შემცველობა – 58.3 %-ია. ის ყველა დანარჩენი ელემენტების შემცველობათა ჯამს აღემატება. მთიანი ნაოჭა წყალწვევიანი სისტემების ნახშირმჟავა წყლებში ბორის თითქოსდა “აუცილებელი” შემცველობა ბევრი მკვლევარის ნაშრომში არის აღნიშნული [3, 7, 8]. ამ წყლებში თავისუფალი ნახშირორჟანგის (CO<sub>2</sub>) არსებობა ბორის დაგროვების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია, თუმცა, არა ერთადერთი, რაც ექსპერიმენტულადაც არის დადასტურებული [7].

გარდა ბორისა, ნავთობის წყლებთან შედარებით ნახშირმჟავა მინერალურ წყლებში მომეტებულია ლითიუმის და ცეზიუმის შემცველობა, ხოლო რუბიდიუმის კონცენტრაცია დაახლოებით თანაბარია. აღნიშნავს რა იშვიათი ტუტე მეტალების ტიპომორფულობის ფაქტს ზოგადად ნახშირმჟავა მინერალური წყლებისთვის, ს. კრაინოვი [4] მიუთითებს ამ წყლების სივრცობრივ და გენეტიკურ კავშირზე გვიანმეოთხეული და თანამედროვე ვულკანიზმის კერებთან, ნეოტექტონიკური აშლილობების ზონებთან, სახელდობრ, რეგიონული სიღრმული რღვევების განივ სტრუქტურებთან გადაკვეთის ადგილებთან. ტექტონიკურად ანალოგიური სიტუაცია აღინიშნება განსახილველი მინერალური წყლების შემთხვევაშიც. ამ კუთხით, როდესაც ერთმანეთს ვადარებთ საქართველოს ნახშირმჟავა მინერალურ და ნავთობის წყლებს, ანგარიშგასაწევია შემდეგი მნიშვნელოვანი ფაქტორი. საერთო მინერალიზაციის მანველებლით ნავთობის წყლები 17.1 გ/ლ 4.5-ჯერ აღემატება მინერალურ წყლებს (3.8 გ/ლ). მეორე მხრივ, საერთო მინერალიზაციისა და მიკროკომპონენტების შემცველობას შორის პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულების მიზეზით, სწორედ ნავთობის წყლებში აღვილი აქვს შესწავლილი ელემენტებიდან აბსოლუტური უმრავლესობის ინტენსიურ დაგროვებას. გამონაკლისი ამ მხრივ არის ბორი და იშვიათი ტუტე ლითონები (ლითიუმი, ცეზიუმი, რუბიდიუმი), რომლებიც უფრო ხშირად და მეტი კონცენტრაციით გვხვდება ნახშირმჟავა მინერალურ წყლებში, ვიდრე გაცილებით უფრო მაღალმინერალიზებულ ნავთობის წყლებში. ეს

ფაქტი კიდევ ერთი დადასტურებაა აღნიშნული ელემენტების ტიპომორფულობისა ნახშირმჟავა წყლებისთვის, რომლებიც მთიან-ნაოჭა წყალწვევიანი სისტემებში არის გაერთიანებული.

თუ გავაგრძელებთ მინერალური და ნავთობის წყლების მიკროკომპონენტური შედგენილობის შედარებას, დავინახავთ, რომ სტრონციუმში, კალიუმთან ერთად, გაბატონებული მიკროკომპონენტია ნავთობის წყლებში, რასაც თავისი ობიექტური მიზეზები აქვს, თუმცა, ამ მიზეზების ახსნა ცალკე განხილვის საგანია. სტატიის ლიმიტირებული მოცულობის გამო, ასევე განხილვას არ ემორჩილება სხვა მიკროკომპონენტების, განსაკუთრებით, იოდის და ბრომის საკითხი, მხოლოდ აღვნიშნავთ, რომ ნავთობის წყლებისთვის ამ ორი ელემენტის ტიპომორფულობა დიდი ხნის წინ დადასტურებული ფაქტია [9] და სწორედ ამიტომ წარმატებით გამოიყენება ნავთობსაძიებო საქმეში, როგორც არაორგანული ჰიდროგეოქიმიური საძიებო კრიტერიუმი.

### 3. დასკვნა

ნახშირმჟავა მინერალურ წყლებში და ნავთობის წყლებში მიკროკომპონენტების შემცველობის მრავალრიცხოვანი ფაქტობრივი და ანალიტიკური მასალების განზოგადების საფუძველზე გამოვლენილია დამახასიათებელი ტიპომორფული ქიმიური ელემენტები ამ გენეტიკურად სრულიად განსხვავებული მიწისქვეშა წყლებისთვის, რაც გარდა იმისა, რომ საშუალებას იძლევა გაშუქდეს მათი ქიმიური შედგენილობის ფორმირების თავისებურებები, განსაზღვრულ მნიშვნელობას იძენს მინერალური წყლების ძებნა-ძიების და ტერიტორიის ნავთობაირიანობაზე პერსპექტიულობის შეფასების თვალსაზრისით.

### ლიტერატურა

1. Овчинников А.И. Гидрогеохимия. М.: Недра, 1970. - 200с.
2. Самарина В.С. Гидрогеохимия. Л.: Изд-во ЛГУ, 1977. - 359с.
3. Посохов Е.В., Толстихин Н.И. Минеральные воды. Л.: Недра, 1977. - 240с.
4. Крайнов С.Р. Геохимия редких элементов в подземных водах. М.: Недра, 1973. - 295с.
5. Зауташвили Б.З. Геохимия микроэлементов глубоких подземных вод Грузии. Тбилиси: Мецნიереба, 1978. - 162с.

6. Звиададзе У.И. К вопросу распределения микрокомпонентов в подземных водах нефтяных месторождений Восточной Грузии. - В кн. Маломинерализованные воды глубоких горизонтов нефтегазоносных провинций. Киев: Наукова думка, 1985.- 280с.
7. Звиададзе У.И. Изучение микрокомпонентов минеральных вод Горной Кахетии в связи с вопросом формирования этих вод // Сообщ. АН ГССР, №3, 1979, с. 649-652.
8. Красинцева В.В. О накоплении бора в минеральных водах в результате выделения его из осадочных пород // Проблемы гидрогеологии. М.: Госгеолтехиздат, 1960. - 250с.
9. Кротова В.А. Гидрогеологические критерии нефтегазоносности. Л.: Гостоптехиздат, 1960. – 161 с.

UDC 551.49.553.7

## COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF GEORGIA'S MINERAL AND OIL WATERS ACCORDING TO THEIR MICROCOMPONENTS CONTENTS

U. Zviadadze, Z. Gaganidze, N. Kitiashvili

Department of geology, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** By means of comparative analysis of chemical elements distribution in mineral waters of the southern slope of Great Caucasus, on one side, and in oil waters, on the other hand, it is possible to group the elements, as ty-pomorphic, or less characteristic for these different genesis waters and to use them as an geochemical search criteria in oil prospecting sphere and in mineral waters surveying.

**Key words:** microcomponents; carbonaceous mineral waters; oil waters; ty-pomorphic elements; geochemical medium of forming.

УДК 551.49.553.7

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ И НЕФТЯНЫХ ВОД ГРУЗИИ ПО ИХ МИКРОКОМПОНЕНТНОМУ СОСТАВУ

Звиададзе У.И., Гаганидзе З.С., Китиашвили Н.З.

Департамент геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Путем сравнительного анализа количественных показателей распределения химических элементов в углекислых минеральных водах южного склона Большого Кавказа, с одной стороны, и в т.н. «нефтяных водах», с другой стороны, становится возможным сгруппировать элементы, как типоморфные или менее характерные для этих вод различной генерации, и использовать элементы в качестве геохимических поисковых критериев в нефтепоисковом деле и при поисках и разведке месторождений минеральных вод.

**Ключевые слова:** микрокомпоненты; углекислые минеральные воды; нефтяные воды; типоморфные элементы; геохимическая среда формирования.

*შემოსვლის თარიღი 30.11.09  
მიღებულია დასაბეჭდად 04.12.09*

## შპს 55

## ძირულის კრისტალური მასივის (დასავლეთ საქართველო) გვიანპროტოზოული კალიუმის ბრანტიუმის წარმოშობის გეოქიმიური ასპექტები

## ი. მშენიერიძე

გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: samto@gtu.ge

**რეზიუმე:** ძირულის კრისტალური მასივი წარმოადგენს საქართველოს ბელტის ამოზიდულ ნაწილს და თავისი გეოლოგიური პოზიციით დიდი და მცირე კავკასიონის მთათაშუაშუა მიეკუთვნება. მასივის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობს სხვადასხვა ასაკის ქანები: კრისტალური ფიქლები, ფილიტები, კვარციანი დიორიტები, გაბროები, გვიანპროტოზოული კალიუმის ბრანტიუმის გრანიტები, რომლებიც მასივში ფართო გავრცელებით სარგებლობს. გრანიტში გამოიყოფა ორი ძირითადი პეტროგრაფიული ტიპის ქანი: მაგმური და მეტასომატური მიკროკლინიანი გრანიტები. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდება როგორც მინერალოგიური, ისე ქიმიური შედგენილობით და გეოქიმიური თავისებურებებით, გამოირჩევა ფტორის სიღარიბით და ბორის მაღალი შემცველობით. ბორის მაღალი შემცველობა უნდა მივიჩნიოთ შესწავლილი გრანიტების ქერქული წარმონაქმნების ერთ-ერთ პეტროგრაფიულ ნიშნად.

**საკვანძო სიტყვები:** გრანიტი; კრისტალური მასივი; პეგმატიტი; მიკროკლინი.

## 1. შესავალი

გრანიტის, როგორც ტერმინის ორ საუკუნოვან გეოლოგიურ ისტორიაში, არაერთხელ ჩამოყალიბებულა მრავალრიცხოვანი ვერსიები, ამ მართლაც საინტერესო ბუნებრივ წარმონაქმნებზე, მაგრამ მკვლევარები დღემდე არ მისულებან ერთიან შეთანხმებულ კონცეფციამდე.

გრანიტის წარმოშობის პრობლემა კვლავ გადაუჭრელია და მკვლევართა შორის დავის საგნად რჩება. დღეისათვის მრავალი სუბიექტური და ობიექტური მიზეზები არსებობს, მათ შორის თვით ტერმინი „გრანიტი“, რომელიც პირველად გეოლოგიურ ლიტერატურაში ნორვეგიელმა მკვლევარმა ვალერიუსმა შემოიტანა. ეს ტერმინი, თავისი შინაარსით, ვერ პასუხობს პეტროლოგიის და გეოქიმიის თანამედროვე მოთხოვნებს. ეს ტერმინი ბოლო დროს სერიოზული კრიტიკის საგნად იქცა (ოლიკაძე და სხვა. 2006) გამომდინარე შემოთქმულიდან ხსენებულმა ავტორებმა, გეოლოგიურ ლიტერატურაში, ტერმინ გრანიტის ნაცვლად შემოთავაზებულ იქნა უბრალოდ კალიუმის ბრანტი და არა ზოგა-

დად გრანიტი, ან მით უმეტეს „გრანიტიდი“ ეს კი სრულად ასახავს იმ სიახლეს რომელიც ბოლო წლებში დადგენილ იქნა.

ძირულის კრისტალურ მასივში, ისე როგორც დედამიწის კონტინენტური ქერქის ნებისმიერ რეგიონში, კალიუმის ბრანტიები ჩამოყალიბდა დედამიწის უძველესი დანალექი ქანების გაღვლილობის ხარჯზე, რომელსაც შედეგად მოჰყვა ლიტერატურაში ცნობილი სილიკატური მდნარის ჩამოყალიბება და საესებით ბუნებრივია რომ, მდნარის გაციების შედეგად ჩამოყალიბებული კალიუმის ბრანტი შეიცავს იმ ქიმიურ, როგორც პეტროგრაფიულ ისე მადნეულ ელემენტებს, რომელიც ტერიგენულ მასალაში იმყოფებოდა.

ძირულის კრისტალური მასივის შემთხვევაში ფართო გავრცელებით სარგებლობს კალიუმის ბრანტიები, რომლის შესწავლის ისტორია თითქმის ას წელს მოიცავს. გამოვლენილია იშვიათი ელემენტების (ბერილიუმის, ლითიუმის, ნიობიუმის და ტანტალის) შემცველი მინერალების მატარებელი პეგმატიტები. ზესტაფონის რაიონის სოფ. შროშის მიდამოებში პეგმატიტები კალიუმის ბრანტის გენეტიკური მემკვიდრეა და აღნიშნული ბრანტის ჩამოყალიბების შედეგად დარჩენილი ე.წ. მდნარი ხსნარი, რომელიც შედარებით უფრო გამდიდრებულია ძვირფასი მეტალების შემცველი მინერალებით (ბიურილით, ლეუპილიტით, კოლუმბიტით, ტანტალით და სხვა). (ოლიკაძე, 1998).

მასივის გეოლოგიური პოზიცია მნიშვნელოვანია პირველ რიგში იმით, რომ ის ინფორმაციის მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს, საქართველოს ბელტის და მთელი ამიერკავკასიის მთაშუაშუა გეოლოგიური სტრუქტურის შესწავლის საქმეში. თავისი გეოლოგიური აგებულების თავისებურებებით, შემადგენელი ქანების წარმოშობის თანამიმდევრობით, მინერალური და ქიმიური შემადგენლობით, ძირულის კრისტალური მასივი სარკისებრი ანარეკლია დიდი კავკასიონის მთავარი ქედისა, სადაც მნიშვნელოვან როლს გვიანპროტოზოული კალიუმის ბრანტიები ასრულებს. რიკოთის უღელტეხილის მიდამოებში გვხვდება, გაბროიდების უნიკალური პეტროგრაფიული ტიპი – რიკოტიტი, რომელსაც როგორც ჩვენ ვფიქრობთ, განუცდია მიკროკლინიზაცია, რიკოტიტებში კალიუმის მინდვრის შპატის მიკროკლინის ჩამოყალიბება, რაც მი-

მიზნულ ელფერს ანიჭებს ამ ქანებს. მასივის ფარგლებში გვხვდება თავისი გამორჩეული ელფერით მარმარილოს საბადო (სოფ. შროშა) რომელიც ძვირფას სამშენებლო მასალას შეიცავს, ამ მარმარილოთია მოპირკეთებული მეტრო „რუსთაველი“ ქ. თბილისში.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ძირულის კრისტალური მასივი გეოგრაფიულად მდებარეობს დასავლეთ საქართველოში, ზესტაფონის რაიონის მიმდებარე ტერიტორიაზე მისი ფართობი 1200 კვ.კმ. შეადგენს. მასივის ცენტრალურ ნაწილებში გადის თბილის-ქუთაისის საავტომობილო გზა და მისაღვომად საკმაოდ მოსახერხებელია, რაც მის პრაქტიკულ ღირებულებას კიდევ უფრო ამაღლებს. ძირულის მასივის კალიუმთან გრანიტებში მათი წარმოშობის მექანიზმიდან გამომდინარე არჩევენ ორ გენეტიკურ ტიპს, თუმცა ორივე ეს ტიპი, ერთი მაგმური კერის პროდუქტებია (Одикадзе 1998) პირველი ეს არის უშუალოდ მაგმური გრანიტები რკვიის ინტრუზივი, რომლებიც კალიუმით მდიდარი გრანიტული სილიკატური მდნარის დაკრისტალების შედეგად ჩამოყალიბდა და რომლებთანაც დაკავშირებულია იშვიათი ელემენტების და ძვირფასი მინერალების შემცველი სოფ. შროშის პეგმატიტები. ძირულის მასივში ახალი იშვიათი ელემენტების შემცველი პეგმატიტური ველების ძებნის შემთხვევაში უპირატესობა მაგმური წარმოშობის კალიუმთან გრანიტებს უნდა მიენიჭოს და არა მეტასომატურს, რადგან აქროლადებით და იშვიათი ელემენტების შემცველობის გამო, მაგმური წარმონაქმნი ხელს უწყობს მადანწარმოშობას, ხოლო მეტასომატური ანადგურებს ადრეწარმოშობილ საბადოებს. ნაშრომის ძირითადი მიზანიც ამ პრობლემას ეძღვნება (მშვენიერაძე 2004).

ძირულის კრისტალური მასივის გვიანპროცინული კალიუმისანი გრანიტები გამოირჩევიან მათთვის დამახასიათებელი ქანმანაწილი და აქსცესორული მინერალების რთული ქიმიური შემადგენლობით და რეგიონალური გეოქიმიური თავისებურებებით. შროშის პეგმატიტებში შესწავლილმა ნიმუშებმა გვიჩვენა რომ კალიუმისანი გრანიტების ქანმანაწილი და აქსცესორულ მინერალების შემადგენლობაში მონაწილეობენ ისეთი მნიშვნელოვანი ქიმიური პეტროგენული ელემენტები, როგორებიცაა პირველ რიგში კალიუმი, სილიციუმი, ალუმინი, ქანგბადი, აქსცესორული მინერალებიდან (რუბიდიუმი, ცეზიუმი, ლითიუმი, ნიობიუმი, ტანტალი, კალა, ბერილიუმი, ბორი და სხვა (მშვენიერაძე, 2004).

ძირულის კრისტალური მასივის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილე ქანებიდან, კალიუმისანი გრანიტებს და მათთან გენეტიკურად დაკავში-

რებულ პეგმატიტებს პრაქტიკული თვალსაზრისით წამყვანი ადგილი უჭირავს. ამას თუ დავეუმატებთ ამ ქანების ჰიდროლიზის (კოლინიზაცია) შედეგად წარმოშობილ მაღალი ხარისხის კოლინიტის საბადოებს, ნათელი გახდება რაოდენ ღირებულია ეს ქანები კერამიკაში, მშენებლობაში და სახალხო მეურნეობის სხვა დარგებში. არ შეიძლება არ აღინიშნოს იშვიათი ელემენტების შემცველი ძვირფასი მინერალები – ლეპიდოლიტი, ბივრილი, ნიობიუმ-ტანტალი და სხვები, რომლებიც შროშის პეგმატიტებში გვხვდება. ასეთებია სამი ლეპიდოლიტის შემცველი, 12 ნიობიუმ-ტანტალის და 18 ბივრილის შემცველი პეგმატიტური სხეული (ოდიკაძე, მშვენიერაძე, 2005) პერსპექტივაში მსგავსი პეგმატიტური სხეულები შეიძლება გამოვლინდეს ველის ჩრდილოეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში, სადაც ფართო გავრცელებით სარგებლობს ალბიტოზირებული სხეულები (მშვენიერაძე და სხვა, 2007).

აღსანიშნავია რომ შესწავლილი ქანების ულტრათანამედროვე სახესხვაობა ალიასკიტები, როგორც ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, მაღალხარისხიან კერამიკულ ნაღველს წარმოადგენს და მისი დამუშავება პრაქტიკულად შესაძლებელია, ეკონომიკურად მომგებიანია, ვინაიდან უშუალოდ თბილის-ქუთაისის ავტომაგისტრალზე განლაგებული. ძირულის კრისტალურ მასივში, შესაძლებელია ახალი პეგმატიტური სხეულების გამოვლენა, იშვიათი მინერალების შემადგენლობით. სასარგებლო წიაღისეულის მხრივ კომპლექსური ობიექტია და მას სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს რადგანაც ეკონომიკურად ძალზედ ხელსაყრელ პირობებში იმყოფება (ოდიკაძე, მშვენიერაძე, 2005).

ჩვენ მიერ შემოთავაზებული ძირულის კრისტალური მასივის გვიანპროცინული კალიუმისანი გრანიტების ჩამოყალიბების ძირითადი გეოქიმიური ასპექტების განხილვისას მხედველობაშია მისაღები პირველ რიგში ის სამი ძირითადი გრანიტოფილური ქიმიური ელემენტები, რომლებსაც გადაუჭარბებლად შეიძლება ითქვას, წამყვან როლს თამაშობს აღნიშნული ქანების ჩამოყალიბებაში, მათ ენდოგენურ მეტალოგენიაში, საზგასასმელია ის ფაქტი რომ გვიანპროცინული კალიუმისანი გრანიტებთან თუ მხედველობაში არ მივიღებთ შროშის მცირე გრანიტულ პეგმატიტებს რომლებშიც იშვიათად გვხვდება ბივრილი, ნიობიუმ-ტანტალი და ლითიუმის ქარსი ლეპიდოლიტი, არანაირი ენდოგენური მეტალური საბადო არ გვხვდება და ეს როგორც ჩვენ მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა (ოდიკაძე და სხვა, 2007) საქმე იმაშია, რომ რკვიის მაგმური კალიუმისანი გრანიტები (მასივის საერთო მოცულობა დაახლოებით 350

კმ3) პრაქტიკულად სადი ქანებისაგან შედგება. მინდვრის შპატებს ეტყობა სუსტი შეცვლა, გათიხება, ხოლო ქარსებს განსაკუთრებით ბიოტიტს რომლის შემცველობა 7-8%-ია რაიმე სერიოზული შეცვლა არ განუცდია ე.ი. მის კრისტალურ მესერში იზომორფულად თავმოყრილია ყველა მადნიანი ქიმიური ელემენტი რჩება მის კრისტალურ მესერში – ეს კი ერთ-ერთი მთავარი მიზეზია აღნიშნულ ინტრუზივთან რაიმე მეტალური საბადოს არ არსებობისა. ეს გეოლოგიურ ლიტერატურაში ახალი ვერსიაა და ის შეიძლება გავრცელდეს საერთოდ კონტინენტური ქერქის ყველა რეგიონზე. პირველმა ინტრუზივმა რომელიც ბიოტიტით გამდიდრებულია თუ არ განიცადა პოსმაგმური გარდაქმნა და მის მიერ შეცვლილი ქანშენი მინერალებისაგან სრულად არ გამონთავისუფლდა მეტალური ელემენტები, საბადო ვერ ჩამოყალიბდება. ეს აუცილებლად გასათვალისწინებელია პერსპექტიული რაიონების გამოვლენისას.

ძირულის კრისტალური მასივის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილე ქანებიდან გრანიტებს, მათთან გენეტიკურად დაკავშირებულ პეგმატიტებს პრაქტიკული თვალსაზრისით წამყვანი ადგილი უჭირავს. ამას თუ დავუმატებთ ამ ქანების ჰიდროლიზის (კოლინიზაციის) შედეგად წარმოშობილ მაღალი ხარისხის კოლინიტის საბადოებს, ნათელი გახდება რაოდენ ღირებულია ეს ქანები კერამიკაში, მშენებლობაში და სახალხო მეურნეობის სხვა დარგებში. არ შეიძლება არ აღინიშნოს იშვიათი ელემენტების შემცველი ძვირფასი მინერალების – ლუპიდოლიტი, ბირვილი, ნიუბიუმ-ტანტალი და სხვები, რომლებიც შროშის პეგმატიტებში გვხვდება. ასეთებია სამი ლუპიდოლიტის შემცველი, 12-ნიობიუმ-ტანტალის და 18 ბირვილის შემცველი პეგმატიტური სხეული. პერსპექტივაშია, მსგავსი პეგმატიტები შეიძლება გამოვლინდეს ველის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში, სადაც ფართო გავრცელებით სარგებლობს ინტრუზიული სხეულები.

აღსანიშნავია, რომ შესწავლილი ქანების ულტრამაჟავე სახესხვაობა – ალიასკიტები – როგორც ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, მაღალხარისხოვან კერამიკულ ნედლეულს წარმოადგენს და მისი დამუშავება პრაქტიკულად შესაძლებელია, ეკონომიკურად მომგებიანია ვინაიდან უშუალოდ თბილისი-ქუთაისის მაგისტრალზე განლაგებული. როგორც ზემოთ ითქვა ძვირფას სამშენებლო (მოსაპირკეთებელ) მასალას წარმოადგენს რიკოთიტი, რომლებიც აგრეთვე ავტომაგისტრალის გასწვრივ მდებარეობს. პერსპექტივაში შესაძლებელია ახალი პეგმატიტური სხეულის გამოვლენა იშვიათი მინერალებით. მთლიანად ძირულის მასივის შემადგენელი ქანები, სასარგებ-

ლო წიაღისეულის მხრივ, კომპლექსური ობიექტია და მას სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს, რადგანაც ეკონომიკურად ძალზედ ხელსაყრელ პირობებში იმყოფება.

### 3. დასკვნა

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე ძირულის კრისტალური მასივის და კერძოდ გვიანპერციული გრანიტების გეოლოგიაზე პეტროლოგიაზე, გეოქიმიაზე და მეტალგენიაზე შეიძლება შემდეგი დასკვნების გაკეთება

1. ძირულის კრისტალური მასივი წარმოადგენს საქართველოს ბელტის ამომხეურებულ ნაწილს და სამართლიანად ითვლება მთელი ამიერკავკასიის მთათუშეთის გეოლოგიური ისტორიის შესწავლის გასაღებათ.

2. მასივის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობს სხვადასხვა ასაკის პეტროგრაფიული ტიპის მაგმური, დანადეჟი და მეტამორფული ქანები, დაწყებული კრისტალურ ფიქლებიდან და ფილიტებიდან დამთავრებული ბათური ასაკის გრანიტიდებით და ცარცული კირქვებით.

3. გეოლოგიურ აგებულებაში წამყვანი ადგილი გვიანპერციულ კალიუმთან გრანიტებს უჭირავთ, რომლებიც ფართო გავრცელებით სარგებლობს მდ. ძირულის ხეობის ორივე მხარეს და წარმოადგენს როგორც გრანიტებით, ისე აპლატური სხეულებით და პეგმატიტებით.

4. რეგიონალური გეოქიმიური თავისებურებებიდან გამომდინარე ეს ქანები ღარიბია ფტორით და გამდიდრებული ბორით, რაც აისახა მათ ენდოგენურ მეტალოგენიის ხასიათზე. მათში ბორის მინერალებიდან განვითარება პოვა რკინით გამდიდრებულმა შავმა ტურმალინმა – შეერლიტმა, რომელიც ზოგიერთ პეგმატიტში იძლევა 15-20 სმ სიგრძის კრისტალებს.

5. გეოქიმიურ თავისებურებას უნდა მიეწეროს აგრეთვე ტანტალის ამაღლებული შემცველობა. ნობიუმთან შედარებით 4-5-ჯერ. სხვათა შორის ეს პირველად ამ ელემენტების გეოქიმიური შესწავლის ისტორიაში დაადგინეს ქართველმა მკვლევარებმა შროშის პეგმატიტების შესწავლის პროცესში.

6. თავიანთი წარმოშობის მექანიზმებით პეტროლოგიური და გეოქიმიური თავისებურებებით მასივის მიკროკლინიან გრანიტებში მკაფიოდ გამოიყოფა ორი ტიპის ქანები: მაგმური და მეტასომატური. ეს უკანასკნელები დროში წინ უსწრებს მაგმურს და სრულიად არაპერსპექტიულია ენდოგენური მეტალოგენიის თვალსაზრისით.

მიკროკლინიანი გრანიტები ქერქული წარმოშობისაა და თავიანთი ნივთიერი შემადგენლობით და გეოქიმიური თავისებურებებით გამოხატავს იმ დედაქანების ბუნებას, ე.ი. ტერიგენული მასალის ბუნებას, რომელთა ხარჯზეც ისინი წარმოიქმნა.

**ლიტერატურა**

1. ი. მშვენიერაძე. ძირულის კრისტალური მასივის გვიანპერციული მიკროკლინიანი გრანიტების გეოქიმიური ასპექტები. საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური საინფორმაციო ჟურნალი „საქართველოს ნავთობი და გაზი“. 2004.
2. Одикадзе Г. Л. Гранитоиды Большого Кавказа. 1998 г.
3. Одикадзе Г.Л., Мшвениерадзе И.Н., Маисурадзе Н.И. Термин Гранит-краткий исторический обзор и нынешняя реальность // „საქართველოს ნავთობი და გაზი“, 2006.
4. გ. ოდიკაძე ი. მშვენიერაძე. ზედა მანტიის როლი გრანიტული ფენის ჩამოყალიბებაში. „საქართველოს ნავთობი და გაზი“, 2005.
5. გ. ოდიკაძე ი. ფარადაშვილი ი. მშვენიერაძე. კვარცის და ბიოტიტის როლი ენდოგენურ მეტალოგენიაში „საქართველოს ნავთობი და გაზი“ 2007.
6. თიხები-გრანიტის (გრანიტული ფენის) და ცოცხალი ორგანიზმების (ბიოცენოზის) ჩახვევის და განვითარების შესაძლო სუბსტრატი კონტინენტურ ქერქში. „საქართველოს ნავთობი და გაზი“, 2005.

**UDC 55****GEOCHEMICAL ASPECTS OF DZIRULA CRYSTALLINE ROCK MASS (WEST GEORGIA) LATEHERCYNIAN CALIUM GRANITE FORMATION****I. Mshvenieradze**

Department of geology, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** Dzirula crystalline rock massif is an elevated part of the Georgian block and according to geological location it belongs to the Greater and the Lesser Caucasus middle mount. The Geological structure of the rock mass includes rocks of different age: crystalline schist, filites, kwarts diorites, latehercynian microclinian granites, which are widely spread in the rock massif.

There are two principal kinds of rocks of the petrographic type distinguished in granites, they are as follows: magmatic and metasomatic microclinian granites. They differ from each other both by mineral and chemical consistency and geochemical peculiarities. They are distinguished by poor fluorine and high boron consistency. The high boron consistency should be considered as one of the petrographic signs of the investigated granites crust formation.

**Key words:** granite; crystalline; massif; pegmatite; microcline.

**УДК 55****ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЗДНЕГЕРЦИНСКИХ КАЛИЕВЫХ ГРАНИТОВ ДЗИРУЛЬСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ)****Мшвениерадзе И.Н.**

Департамент геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Дзирульский кристаллический массив представляет собой приподнятую часть Грузинской глыбы, и по своей геологической позиции принадлежит к Закавказскому межгорному прогибу. В геологическом строении массива принимают участие разновозрастные и разные по химическому составу горные породы – кристаллические сланцы, филлиты, кварцевые диориты, габбро, позднегерцинские калиевые граниты и другие породы. По своему химическому составу, минералогии, эндогенной металлогении и геохимическим особенностям, среди гранитов выделяются магматические и метасоматические различия. Первые сопровождаются рудоносными пегматитами (Шроша), а вторые стерильны в отношении оруденения. Изученные граниты отличаются стерильностью в отношении фтора и повышенным содержанием бора, что наряду с другими факторами, свидетельствует в пользу образования гранитов во внутрикорковых условиях.

**Ключевые слова:** гранит; кристаллический массив; пегматит; микроклин.

*შემოსვლის თარიღი 26.10.09*

*მიღებულია დასაბეჭდად 25.12.09*

შპს 666.263:553.535

## მუშევანის ტრაქტიოლითური ექსტრუზივის გეოლოგიური აბეზულება და მისი შერადი მინის წარმოებისათვის გამოყენების პრობლემა (სამხრეთ-აღმოსავლეთი საქართველო)

გ. ნადარეიშვილი\*, თ. ჭეიშვილი\*\*, ო. მაჭავარიანი\*, მ. ტყემალაძე\*, ს. ქავთარაძე\*\*

\* ალ. თვალჭრელიძის კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტი; \*\* ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: temcheishvili@gmail.com

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია მუშევანის (სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველო, ბოლნისის რაიონი) ტრაქტიოლითური შედგენილობის ექსტრუზივის და მისი შემცველი ზედაცარცული ასაკის ვულკანოგენურ-დანალექი წყების (მაშავერის წყება) გეოლოგია და თანამედროვე სტრუქტურა, თანდართული გეოლოგიური რუკით და პროფილით, მინერალურ-პეტროგრაფიული და პეტროქიმიური თავისებურებანი. მოყვანილია ტრაქტიოლითის ბაზაზე შედგენილი, სამ- და ოთხკომპონენტური კაზიმებიდან მოხარული ექსპერიმენტული მინების ტექნოლოგიური, ფიზიკური და ქიმიური მახასიათებლები; გამოთქმულია ვარაუდი ამ ნედლეულის ვარგისიანობის შესახებ ფერადი მინის საწარმოებლად.

**საკვანძო სიტყვები:** ტრაქტიოლითური ექსტრუზივი; მდებარეობა; სტრუქტურა; ქანები; პეტროგრაფია-მინერალოგია; კაზიმი; ხარშვა; მინა.

### 1. შესავალი

სამუშაო წარმოადგენს იმ კვლევების ერთ ნაწილს რომელიც შესრულდა CRDF-ის გრანტით (პროექტი №GE01-4013-TV) 2005-2006 წწ ალ. თვალჭრელიძის კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტში. ხოლო ტექნოლოგიური კვლევები ჩატარდა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში.

მუშევანის ტრაქტიოლითური შედგენილობის ექსტრუზიული სხეული მდებარეობს სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოში ბოლნისის მდინარის ველის ფარგლებში მდ. მაშავერას ხეობის მარჯვენა ფერდზე სოფ. მუშევანის შემოგარენში. მის გამოსავალს ჩრდილო-აღმოსავლური (ახ. 55°) მიმართულების წაგრძელებული ფორმა აქვს და ვრცელდება 2,8-3 კმ-ის ფართზე (იხ. გეოლოგიური რუკა).

მისდამი დაინტერესება განაპირობა ექსტრუზივის ქანების მინერალურ-პეტროგრაფიულმა და პეტროქიმიურმა შედგენილობამ, რომელიც რიგ შემთხვევაში სრულად პასუხობს ისეთი სილიკატური ნაწარმის მისაღებად გამოყენებად

ნედლეულს, როგორცაა ერთობლივად ტუტეთიხამიწა-კვარცხემცველი კომბინირებული მასალები, რომელთაც უნარი შესწევთ შესაბამის კაზიმებში ჩაენაცვლონ უცხოეთიდან შემოტანილ ძვირადღირებულ ნედლეულს.

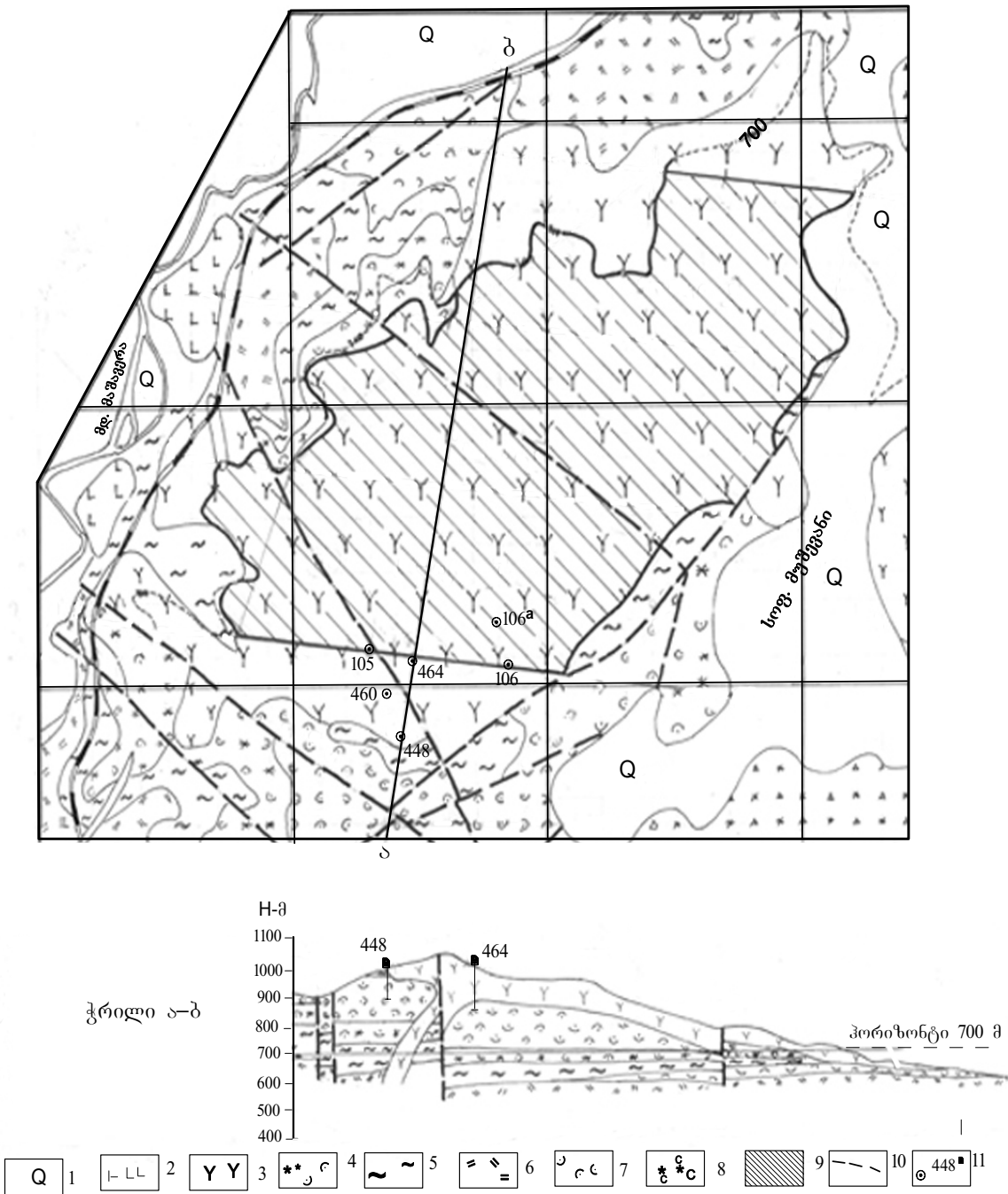
### 2. ძირითადი ნაწილი

ექსტრუზივის ფარგლებში გაჭრილი ჭაბურღილების მონაცემების და ზედაპირული დაკვირვებების საფუძველზე დადგინდა, რომ ის წარმოადგენს სოკოსებრი ფორმის ექსტრუზივს, რომელიც ზემოდან ფარავს დავით-გარეჯის ბარიტის საბადოს გადამხურავ კვარცხელარიან მეტასომატიტებს, ასევე მათთან ასოციაციაში მყოფ სხვადასხვა ხარისხით შეცვლილ და მეტნაკლებად გაბარიტებულ ტუფოგენურ ქანებს.

ამდენად, მუშევანის ტრაქტიოლითი ზედაცარცული ვულკანოგენურ-დანალექი სერიის შემადგენელია და მისი წარმოშობის დრო ან მის მიერ გადაფარული ქვედასანტონური ასაკის მაშავერის წყების ქანების თანადროულია ან რამდენადმე გვიან, გვიან სანტონურ დროშია ამონთხეული [1,2].

რაიონი, სადაც განთავსებულია შესწავლილი ექსტრუზიული სხეული, ძირითადად აგებულია მაშავერას წყების ქანებით, რომელთა ასაკი ქვედასანტონურს შეესაბამება. ეს წყება წარმოდგენილია ძირითადად მოთეთრო-მოყვითალო, მოყავისფრო-მოყვითალო, მოცისფრო-ზურმუხტისფერი, ზოგჯერ ჟანგისფერი ელფერით, რიოლითური და რიოდაციტური შედგენილობის შრეებრივ, ხშირად თხელშრეებრივ სხვადასხვანატეხოვანი ტუფების, ტუფალევროლითების, სხვადასხვა მარცვლოვანი ვულკანომიქტური ქვიშაქვების მრავალჯერადი მორიგეობით, რომლის ზედა ნაწილში ფართოდაა გავრცელებული რიოლითური ლავური განფენები და ასეთივე შედგენილობის იგნიმბრიტების და მსხვილნატეხოვანი ტუფების დასტები, რომლებიც ხშირად ვულკანურ ბრექჩიებში გადადის. ამ წყებასთანაა სივრცობრივად დაკავშირებული მდნეულის სპილენძ-კოლჩედანური, ბარიტ-პოლიმეტალური და ძვირფასი ლითონების მდნეობი.





ნახ. 1. მუშევანის ტრაქიოლითური ექსტრუზივის გეოლოგიური რუკა

მასშტაბი 1:20000 (შედგენილია გ. ნადარეიშვილის, ო. მაჭავარიანის და მ. ტყემალაძის მიერ 2004 წელს)

- 1 – მეოთხეული დელუვიონი; 2 – მწოთხეული დოლერიტები. ზედა ცარცული წარმონაქმნები;
- 3 – ტრაქიოლითები; 4 – ბარიტშემცავი კვარც-ადულარიანი მეტასომეტიტები; 5 – იგნიმბრიტები;
- 6 – ანდეზიტური ტუფი; 7 – კვარც-ადულარიანი მეტასომეტიტები; 8 – გაბარიტული ვულკანური ბრექჩიები; 9 – სავარაუდო მარაგების კონტური; 10 – რღვევები; 11 – ჭაბურღილები

მაშვერის წყების იგნიმბრიტულ პორიზონტს სტრატეგრაფიულად ზევით მოჰყვება მძლავრი დასტა, რომელიც გეოლოგიურ ლიტერატურაში “კვარც-ადულარიანი მეტასომეტიტების” სახელწოდებითაა ცნობილი. იგი წარმოდგენილია ბიოტიტიანი, იშვიათად რქატყუარა-ბიოტიტიანი

რიოლითების გამოთეთრებულ, მოთეთრო-მოყვითალო, მოყვითალო-ღია მწვანე, ზოგჯერ მოვარდისფრო ელფერით, მკვრივ, მეტასომეტურად შეცვლილ სხვადასხვანატიტებოვან ტუფებით, რომლებსაც ჭრილის სხვადასხვა დონეზე გამოეყვება ვულკანომიქტური (ვულკანურ-ტერიგენუ-

ლი) ქვიშაქვების შრეები. ამ ქანებს, მიუხედავად ინტენსიური სახეცვლისა (გაკვარცება, გაკალიშპატება-გაადულარება, ნაწილობრივ გათიხება და გასერიციტება), შენარჩუნებული აქვთ შრეებრივობა და სტრუქტურულ-ტექსტურული თავისებურებანი, როდესაც დასტის ქვედა ნახევარი ძლიერადაა გაბარიტებული და ამავდროულად

ოქროს და ვერცხლის შემცველია. ბარიტიზაციის პროცესი აღმავალ ჭრილში თანდათან სუსტდება და დასტის ზედა დონეებზე ქრება. აღსანიშნავია, რომ დასტის ზედა ნაწილი მისი შედგენილობის გათვალისწინებით (ცხრ. 1) ნახევრადოთური მინის მასალად გამოსადეგია.

**ცხრილი 1**

მუშევანის ექსტრუზივის სინჯების ქიმიური ანალიზის შედეგები (წონ. %-ში)

	სინჯი	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	BaSO <sub>3</sub>	ჯამი
1	122	73.2	0.31	12.6	1.97	0.04	1.93	0.48	2.2	5.88	0.12	0.23	97.96
2	124	73.6	0.28	12.8	1.50	0.02	1.47	0.36	2.1	6.0	0.12	0.2	98.45
3	126	73.2	0.32	12.8	1.73	0.03	1.5	0.42	2.2	5.7	0.11	0.23	98.21
4	128	75.7	0.23	10.8	1.93	0.03	1.28	0.39	1.6	5.5	0.1	0.21	97.97
5	97	72.5	0.28	13.0	2.11	0.05	1.54	0.45	1.4	6.9	0.07	0.2	97.9
6	101	70.8	0.31	14.0	2.0	0.06	1.35	0.32	1.8	9.4	0.08	0.2	96.32
7	105	70.7	0.28	12.6	1.97	0.06	1.35	0.28	0.9	8.1	0.11	0.2	96.6
8	107	70.7	0.29	12.6	2.11	0.06	2.04	0.34	1.4	7.2	0.11	0.2	97.05

დავით-გარეჯის ბარიტის საბადოს გადამსურავი კვარც-ადულარიანი მეტასომატიტების დასტა წარმოქმნის ჩრდილო-აღმოსავლეთისკენ მცირე კუთხით (10-20°) დაქანებულ მონოკლინს, გართულებულს ჩრდილო-აღმოსავლური და ჩრდილო-დასავლური მიმართულებების, ძირითადად ციკაბოდ (70-85°) დაქანებულ რღვევებით. დასტის სიმძლავრე უშუალოდ დავით-გარეჯის ბარიტის საბადოს ფარგლებში ჭაბურღილების და ზედაპირული დაკვირვებების მონაცემების საფუძველზე 0-85 მ-ის ფარგლებში მერყეობს. სიმძლავრის ზრდა აღინიშნება ბარიტის საბადოს ფარგლებს გარეთ ჩრდილო აღმოსავლეთის მიმართულებით და სოფ. მუშევანის მიდამოებში 200-ოდე მეტრს აღწევს.

კვარც-ადულარიანი მეტასომატიტების დასტის სხვადასხვა პორიზონტებს, მისი გაბარიტებული და იგნიმბრიტების პორიზონტების ჩათვლით, ზემოდან ფარავს ტრაქირიოლითის ექსტრუზივი, რომელიც ბარიტის საბადოს ესაზღვრება ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან. ექსტრუზივი ჩრდილო-დასავლური მიმართულების, არც თუ დიდი გადაადგილების, თითქმის ვერტიკალური

რღვევებით სამ ბლოკად ნაწევრდება (იხ. გეოლ. რუკა). სამხრეთ-დასავლურ და ჩრდილო-აღმოსავლურ ბლოკებთან შედარებით, ცენტრალური ბლოკი რამდენადმე ჩავარდნილია [4].

მუშევანის ექსტრუზიულ სხეულს აგებენ ზედაპირზე მოწითალო-ვარდისფერი, მონატესხე ღია მოვარდისფრო, მოვარდისფრო-ყვითელი, ზოგჯერ კრემისფერი, მასიური, იშვიათად ფორფიანი, პორფირული, ზოგ უბნებზე მეგაპორფირული ქანები. მათში იშვიათად, მაგრამ გვხვდება გლომეროპორფირული ჩანართები. ზოგჯერ მათ დენადი ტექსტურა გააჩნიათ, ზოგჯერ კი კარგად გამოხატული სვეტური განწევრებით ხასიათდებიან. პორფირული გამონაყოფები წარმოდგენილია კვარცით, ძირითადად გაალებიტებული პლაგიოკლაზით, კალიუმის მინდვრის შპატიტით და იშვიათად ნაწილობრივ გაქლორიტებული და ჰიდროქარსში გადასულ ბიოტიტით. ძალზე იშვიათად ზოგიერთ უბნებზე აღინიშნება აგრეთვე მონოკლინური პიროქსენიცი. ამ ქანების ძირითადი მასა უმთავრესად ფელზიტურია, თუმც ზოგ უბნებზე ტრაქიტოიდურიც კი აღინიშნება. ფელზიტური უბნები კვარცის და კა-

ლიშპატის შენაზრდებითაა წარმოდგენილი, რომლებსაც ზოგჯერ სფეროიდალური აღნაგობა გააჩნიათ. ამ ქანებში მდებარე მინერალი მაგნეტიტიტაა წარმოდგენილი, რომელიც ხშირად ჰიდროქსიდშია გადასული. ექსტრუზივის სხვადასხვა უბნებზე ძლიერადაა გამოხატული გაკვარცების, გაკალიშპატების (ადულარიზაციის) და გაკარბონატების პროცესები. ისინი უმთავრესად ექსტრუზივის კიდურ, სამხრეთ-დასავლური ბლოკის ქანებს მოიცავს და უშუალოდ ებჯინება მუშევანის ბარიტ-პოლიმეტალურ საბადოს.

მუშევანის ტრაქიოლითური ექსტრუზივის სადმი დაინტერესება სილიკატურ ნაწარმში, კერძოდ კი ფერადი მინის ტარის მისაღებად, ძირითად ნედლეულად გამოყენების თვალსაზრისით, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, განაპირობა მისმა მინერალურ-პეტროგრაფიულმა და პეტროქიმიურმა შედგენილობამ. შესაბამისი კვლევით გამოიკვეთა რომ, ექსტრუზივის ქანები სრულად აკმაყოფილებენ ფერადი მინის საწარმოებლად საჭირო კვარც-მინდვრის შპატული ნედლეულისათვის 1984წ შემუშავებულ და დღესაც მოქმედ სტანდარტის (ГОСТ-23034-78; მარკა КПШС-Н-11,5) მოთხოვნებს. მათში, როგორც მოყვანილ 1-ლი ცხრილიდან ჩანს, SiO<sub>2</sub>-ის საკმაოდ მაღალი შემცველობის (70.7-75.7%) თანადროულად მასალაში კაჟმიწის შემცველობაც

(კვარცის პორფირული გამონაყოფების და ფელზიტური შენაზრდების სახით) სტანდარტის შესაბამის სიდიდეებს საგრძნობლად, დაახლოებით 10%-ით აღემატება. ამავე დროს, თიხამიწის (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>ის</sub> შემცველობა ზოგიერთ სინჯში Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-10-14% ფარგლებშია, დაფიქსირებული, მაღალტუტიანობა (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O=7-9%) და ტუტეების ურთიერთ-შეფარდება (Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O=0,12-0,37), არანორმირებული ჯამური რკინის შემთხვევაშიც კი, საკლებით აკმაყოფილებს ზემოაღნიშნულ სტანდარტს.

ამ ქანების ბაზაზე აღებულ სინჯთა შედგენილობათა გასაშუალებით გაანგარიშებულ იქნა მინის შედგენილობები სამ- და ოთხკომპონენტიანი კაზმების საფუძველზე (ცხრ. 2) და ჩატარდა ექსპერიმენტური ხარშვები. თავდაპირველად უნდა აღინიშნოს, რომ ტრაქიოლითური შედგენილობის ქანები თავიანთი პეტროქიმიური მახასიათებლებით უახლოვდება მინის მრეწველობაში ფართოდ გამოყენებად ნეფელინის და მინდვრის შპატურ კონცენტრატებს. ამასთანავე, მუშევანის საკვლევე ქანებს გარკვეული უპირატესობაც გააჩნიათ, ვინაიდან ისინი საკმაოდ გაზრდილი რაოდენობით შეიცავს კალიუმის ოქსიდს, რომელიც ნატრიუმის ოქსიდის მსგავსად, მღღობადია. იმავედროულად ის აკეთილშობილებს მინას – ზრდის მის ქიმიურ მდგრადობას, ანიჭებს დამახასიათებელ ელფერს და ბზინვარებას [5].

**ცხრილი 2**

მუშევანის საბადოს საშუალო სინჯის (M) და მის საფუძველზე სინთეზირებული სახასიათო მინების (M-60 და M-85) ქიმიური შედგენილობა

№	ძირითადი ოქსიდების შემცველობა, მას. %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO+MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	სხვა
M	74.0	13.4	2.35	0.98	4.6	4.6	1.67
M-60	65.4	8.1	0.99	10.58	2.82	2.82	0.37
M-85	62.8	11.47	1.4	9.47	4.0	4.0	0.33

მიზნობრივად განხორციელებულ ტექნოლოგიური კვლევების კონკრეტულ მიზანს წარმოადგენდა შესწავლილი ქანების ბაზაზე ჩატარებულიყო მინის ექსპერიმენტული ხარშვები იმ ფიზიკურ-ქიმიური გარემოში, რომელიც შეესაბამებოდა მინის საქარხნო ხარშვებს. ეს კი პირველ რიგში გულისხმობდა მინის, როგორც მასალის, წამყვანი თვისებების დადგენას როგორც მყარ (სიმკვრივე, ქიმიური მდგრადობა, თბური გაფართოვება), ასევე პლასტიკურ-გამდნარ მდგომარეობაში. ეს უკანასკნელი კი განხორციელდა მინის

კრისტალიზაციური უნარის დადგენით, გამინება-გარბილების ტემპერატურის განსაზღვრით, მახასიათებელი სიბლანტეების შესატყვისი ტემპერატურათა გათვლით და მინის სხვა პარამეტრების დადგენით, რაც კვლევის ცნობილი მეთოდის გათვალისწინებით მოხდა [6].

მუშევანის ტრაქიოლითის ბაზაზე გაანგარიშებული და შედგენილ იქნა ორი კაზმი (M-60 და M-85). პირველ მათგანში ქანის წილი შესაბამისად შეადგენდა 60 მას. %, ხოლო მეორეში- 85 მას.% (ქიმიური შედგენილობა იხ. ცხრ. 2).

ექსპერიმენტული ხარშვების შედეგად დადგინდა, რომ M-60 კაზმიდან მოხარშულ ოთხკომპონენტური ექსპერიმენტული მინის კაზმიში, სტანდარტულტან შედარებით, საჭირო გახდა კვარცის ქვიშის ოდენობის მეტადი შემცირება (21,2 მას.% 100 წ.ნ. მინაზე). გარდა ამისა კაზმიში საგრძობად შემცირდა კალცინირებული სოდის ხარჯი და მასში მთლიანად ამოღებული ნეფელინის და მინდვრის შპატის კონცენტრატები და შემფერავი ოქსიდები (ქრომის წიდა და სხვ.). ამ კაზმიდან მოხარშული მინა კარგად ღლვება 1430-1460°C-ზე და იძლევა დაყალიბებისადმი მდგრად ნაღობს.

განსხვავებით ზემოაღნიშნული კაზმისა, კაზმი M-85-ის შემადგენლობიდან მთლიანად ამოღებული კვარცის ქვიშა. ამდენად შესაძლებელი გახდა სამკომპონენტური მინის ხარშვა, რომელშიც საკმაოდ დიდი ოდენობითაა ალუმინის ოქსიდი (11,47%), რაც ნაღობს მაღალ სიბლანტეს ანიჭებს, ამიტომ ამომუშავებისას ნაღობი ძნელად ისხმება ყალიბებში. ყოველივე ეს კი ზღუდავს მისი პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობებს.

ზემოაღნიშნული კაზმიდან მოხარშული მინები ქიმიურად მდგრადია (III ჰიდროლიზურ კლასს მიეკუთვნება). ტემპერატურათა ფართო ინტერვალში (973-1523 K) მათ კრისტალიზაციისადმი მდგრადობა არ გააჩნია და პრაქტიკულად არ წარმოქმნის ჩანართებს კრისტალების სახით, რაც მათ ტექნოგენურობაზე მიანიშნებს.

კაზმი M-60-საგან მოხარშული მინისათვის გათვლილია სიბლანტეები ამომუშავების ინტერვალისათვის რაც მის ე.წ. “გრძელი” მინებისადმი მიეკუთვნება შესაძლებლობას იძლევა. მოყვანილი შედეგებიდან შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ შესაბამისი შედგენილობის ნაღობებიდან შესაძლებელი გახდება რთული ფორმის და დიდი მასის მქონე მინის ნაწარმის მიღება. რაც შეეხება კაზმი M-85-საგან მიღებულ მინის ნაღობს, ის ბლანტია და შესაბამის ტემპერატურული ინტერვალით უკვე “მოკლე” მინებს შეიძლება მიეკუთვნოს და მათგან შესაძლებელი გახდება მცირე ზომის და მასის ნაწარმის მიღება მაღალწარმადობიან მინისაყალიბებელ ავტომატებზე.

### 3. დასკვნა

ამრიგად, მუშევანის ტრაქტიოლითური ექსტრუზიის უულკანურ-პეტროგრაფიული კვლე-

ვით, მისი შემდგენი ქანების პეტროგრაფიული მინერალოგიური შესწავლით და ჩატარებული მიზნობრივად ტექნოლოგიური ექსპერიმენტული კვლევებით დადგინდა, რომ მუშევანის ექსტრუზიის ტრაქტიოლითებიდან შესაძლებელია პრაქტიკული მასალების მიღება, კერძოდ გამოიკვეთა ისეთი მინების მიღების შესაძლებლობა, რომლებიც განსხვავდებიან როგორც თავისი ფუნქციური დანიშნულებით (სუსტად შეფერილი მინები), ასევე მათში ტრაქტიოლითური ნედლეულის შემცველობით, რაც პრაქტიკულად კაზმიში 60-80 მას.%-ანი შემცველობით გამოიხატა. მთელი რიგი მახასიათებელი პარამეტრების და თვისებების მიხედვით მიღებული მინები არ უნდა განსხვავდებოდეს სტანდარტული მინებისაგან, რაც შესწავლილი სანედლეულო ბაზის პრაქტიკულ მნიშვნელობაზე მიუთითებს.

პერსპექტიული სანედლეულო ბაზის შეფასების თვალსაზრისით, მუშევანის ტრაქტიოლითური ექსტრუზიის ქანების პროგნოზური რესურსი დაახლოებით 3კმ<sup>2</sup>-ის ფართზე 50 მლნ მ<sup>3</sup>-დეა, აქედან, ჭაბურღილების და სამთო გამოთხვევების მონაცემებით, 9 მლნ მ<sup>3</sup> C<sub>2</sub> კატეგორიითაა დათვლილი.

ეს ქანები სრულად აკმაყოფილებს ფერადი მინის და რიგი ტექნიკური კერამიკის საწარმოებლად საჭირო კვარც-მინდვრის შპატული ნედლეულისათვის შემუშავებულ და ძირითადად დღემდე მოქმედ სტანდარტს.

### ლიტერატურა

1. Надареишвили Г.Ш., Гамбашидзе Р.А. Строение и этапы становления верхнемеловой вулканогенно-осадочной толщи Юго-Восточной Грузии. - В кн.: “Вулканизм и полезные ископаемые в подвижных поясах Земли”. Тбилиси: Мецниереба, 1978.
2. Надареишвили Г.Ш., Гиоргоბიანი Т.В., Закарая Д.П., Гоголадзе Д.П. Особенности геологоструктурного строения Болнисского рудного района (Юго-Восточная Грузия) // Сб. трудов Института геологии им. Ал. Джanelidze. Нов. серия. Вып. 124 . 2008. С. 91-105.
3. Технология стекла и ситаллов // Под ред. Н.М. Павлушкина. М.: Стройиздат, 1983г.
4. Павлушкин Н.М., Сентюрин Г.М., Ходаковская Р.Я. Практикум по технологии стекла и ситаллов. М., 1970.

---

UDC 666.263:553.535

**GEOLOGICAL CONSTRUCTION OF MUSHVANI TRACHYRIOLITIC EXTRUSION AND PROBLEMS OF ITS APPLYING FOR STAINED GLASS INDUSTRY (SOUTH-EAST GEORGIA)**

**G. Nadareishvili,\* O. Machavariani,\*\* M. Tkemaladze,\* T. Cheishvili,\* S. Kavtradze\*\***

\*Caucasus mineral raw materials institute named after A. Tvalchrelidze; \*\*department of chemical and biological technologies, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** There is referred Geology and contemporary structure enclosed by Geological map and profile of Mushvani (South-East Georgia, Bolnisi region) trachyriolitic extrusion and upper- cretaceous age volcanogenic-sedimentary suite (Mashavera suite), mineralogical-petrography and petrochemical peculiarities, on the basis of trachyriolite are made technological, physical and chemical parameters of experimental glass from tree and four-componential boiled mixture. There is passed remark about fitness of this material for stained glass industry.

**Key words:** trachyriolitic extrusion, location, structure, rocks, petrography-mineralogy, mixture, boil, glass.

---

УДК 666.263:553.535

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МУШЕВАНСКОГО ТРАХИРИОЛИТОВОГО ЭКСТРУЗИВА И ПРОБЛЕМА ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ СТЕКОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ГРУЗИЯ)**

**Надареишвили Г.Ш.,\* Чеишвили Т.Ш.,\*\* Мачавариани О.Н.,\* Ткемаладзе М.В.,\* Кавтарадзе С.А.\*\***

\*Институт минерального сырья Кавказа им. Ал. Твалчрелидзе; департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Рассматриваются вопросы геологического строения и современной структуры Машаверского трахириолитового экструзива (Юго-Восточная Грузия, Болнисский район) и вмещающей его верхнемеловой вулканогенно-осадочной толщи (машаверская свита), с прилагаемой геологической картой и профилем. Рассматриваются также отдельные минералого-петрографические и петрохимические составы и особенности пород экструзивных тел. На базе этих пород были составлены трех- и четырехкомпонентные шихты и на их основе в лабораторных условиях синтезированы соответствующие стекла. Установлены технологические, физические и химические параметры стекол и высказано мнение о пригодности данного сырья при производстве окрашенного стекла.

**Ключевые слова:** трахириолитовый экструзив; местонахождение; структура; породы; петрография-минералогия; шихта; варка; стекло.

*შემოსვლის თარიღი 07.12.09  
მიღებულია დასაბეჭდად 12.12.09*

# ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის სექცია

УДК 66.067

## ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ФОСФАТОВ МЕТОДОМ ФИЛЬТРАЦИИ НА УГЛИСТЫХ СЛАНЦАХ

И.Н. Барамидзе,\* Е.Г. Шенгелия,\*\* Л.Е. Гвасалия\*\*\*

Департамент химических и биологических технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77

E-mail: Irinabn@inbox.ru, dodoshengelia@rambler.ru, lerigv@hotmail.com

**Резюме:** Исследован процесс удаления из воды фосфатов с применением углистых сланцев. Изучена кинетика адсорбции фосфатов и зависимость адсорбции фосфатов от температуры и pH раствора в динамических условиях. Установлено, что адсорбция фосфатов происходит на поверхности адсорбента с образованием комплексных соединений. Применение исследованного сорбента возможно для удаления фосфатов как из природных так и сточных вод.

**Ключевые слова:** фосфаты; эвтрофикация; адсорбция; хвосты обогащения каменного угля (ХОКУ); гидрофосфаты кальция.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Фосфаты относятся к числу тех биогенных веществ, которые являются питательной средой для живых организмов, особенно фитопланктона.

В поверхностные воды фосфаты попадают из почвы и различных сточных вод или из органической массы при ее разложении. Диапазон удельного выноса фосфора для всей совокупности встречающихся сельскохозяйственных угодий оказался весьма значительным - от 0,1-0,2кгP/га-год для немелиорируемых земель и сенокосов, до 3,0-3,9кгP/га-год для пашки мелиорируемых земель [1]. Кроме того, значительные количества фосфатов попадают в водоемы с коммунальными сточными водами, рост фосфатов в которых обусловлен применением фосфоросодержащих детергентов.

На основе связи показателей, характеризующих трофический уровень водоема, с величинами, описывающими поступление в него фосфора, последнему отводится главенствующая роль в лимитировании процессов эвтрофирования.

Важнейшим следствием антропогенного эвтрофирования водоемов является изменение качества воды, что существенно не только для решения задач

водоснабжения населенных пунктов, но и для рекреации.

Описанные в литературе методы обработки воды для удаления биогенных элементов включают: отстаивание, флотацию, биофлокуляцию, фильтрацию, химическую коагуляцию [2].

Фосфаты могут быть удалены из сточных вод осаждением солями  $Fe^{3+}$  или  $Al^{3+}$ . Осаждение можно проводить в аэротенке при биологической очистке и удалением остаточного фосфора контактным фильтрованием. Для удаления фосфатов из сточной воды широко применяется известь для образования карбоната и фосфата кальция.

### 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Целью настоящего исследования является определение возможности удаления фосфатов из природных и сточных вод с использованием природного адсорбента – хвостов обогащения каменного угля (ХОКУ).

Подробная физико-химическая характеристика и адсорбционные свойства ХОКУ описаны в работе [3].

#### Методика исследования

При определении адсорбции фосфатов на ХОКУ был применен метод фронтальной хроматографии [4], сущность которой заключалась в следующем. Ряд модельных растворов, которые содержали различные концентрации  $PO_4^{-3}$ , пропускали через колонки, содержащие известную массу адсорбента, и определяли объемы вытекающих из колонок растворов до проскока  $PO_4^{-3}$ . Концентрацию  $PO_4^{-3}$  в растворе определяли с помощью анализатора биогенов „SKALAR SaNplus ANALYZER. plus xariswad unda eweros“. Оценку эффективности очистки определяли по степени адсорбции, которая вычислялась по формуле

$$E = [(C_o - C) / C_o] \cdot 100\% ,$$

где C и  $C_o$  – начальная и конечная концентрация  $PO_4^{-3}$  в растворе, мг/л.

Данные для построения изотерм адсорбции рассчитывали по формуле

$$a = \frac{V_r C}{m} \text{ мг/л,}$$

где  $a$  - удельная адсорбция при данной равновесной концентрации  $C$ ;  $V_r$  - объем раствора, вытекающего из

колонки от начала до появления растворенного вещества,  $m$  - навески адсорбента. Скорость фильтрации находилась в пределах 3-4 мл/мин.

Данные об эффективности очистки при различных концентрациях  $PO_4^{-3}$  в растворе представлены в таблице 1.

Таблица 1

Эффективность очистки раствора от  $PO_4^{-3}$  в зависимости от начальной концентрации фосфатов

Начальная концентрация фосфатов, мг/л	0,23	0,47	0,70	0,92	2,11	2,97	4,94	9,99
Конечная концентрация (момент проскока), мг/л	0,10	0,17	0,25	0,27	1,16	1,72	1,39	8,58
Эффект очистки, %	56,5	63,8	64,3	70,7	45	42,1	28,1	14,1

Как показывают данные таблицы, эффект удаления ионов  $PO_4^{-3}$  из раствора возрастает с увеличением начальной концентрации фосфатов в пределах 0,23 – 0,92 мг/л, при дальнейшем увеличении концентрации фосфатов в растворе эффект очистки уменьшается.

Исследование кинетики адсорбции фосфатов на ХОКУ (рис. 1) показывает, что основное количество фосфатов поглощается сорбентом в первые 15 минут. Именно в этот момент времени отмечается проскок фосфатов и наступление равновесного состояния.

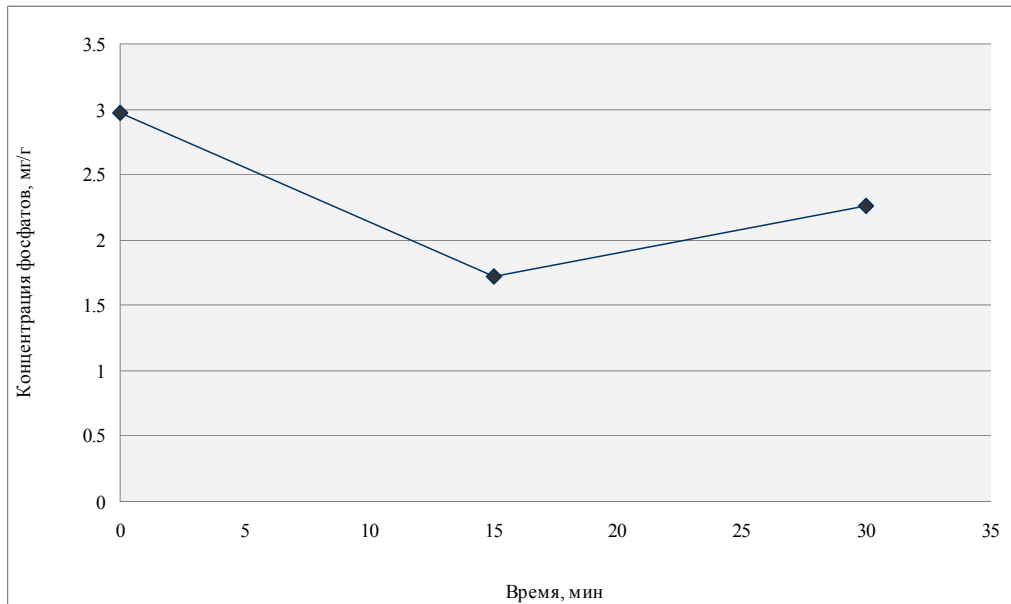


Рис. 1. Зависимость адсорбции фосфатов от времени фильтрации при  $t=17^{\circ}C$ ,  $pH=5$

Известно, что величина адсорбции зависит от физико-химических свойств адсорбента и адсорбтива; адсорбция фосфатов на ХОКУ, минеральная часть которых в основном представлена оксидами Si, Al, Fe и Ca, возможна с образованием малорастворимых гидроокисей с оксидами Al, Fe и Ca. Однако реакция фосфат-ионов с присутствующими в

сорбенте оксидами железа и алюминия в данном случае маловероятна, поскольку [5] окислы железа и алюминия реагируют с фосфатами очень медленно. Кроме того, аморфный фосфат железа  $FePO_4$  образуется только при большом избытке  $Fe_2O_3$ . Поэтому удерживание фосфата на ХОКУ, вероятно, происходит оксидами кальция, с образованием

гидрофосфатов кальция, которые, в свою очередь, образуют свойственную им плохо проницаемую пленку, которая препятствует дальнейшей интенсивной адсорбции фосфатов.

На основании проведенных экспериментов построена изотерма адсорбции фосфатов на ХОКУ в широком интервале равновесных концентраций (рис. 2). Количество адсорбированных на ХОКУ фосфатов заметно возрастает с увеличением в адсорбтиве

фосфатов. Линейная форма изотермы хорошо аппроксимируется уравнением Ленгмюра, которая для разбавленных растворов может быть записана в виде уравнения Генри [6]

$$a = a_m c ,$$

где  $a$  - количество адсорбированных фосфатов,  $a_m$  - равновесная адсорбционная емкость сорбента,  $c$  - начальная концентрация фосфатов в растворе.

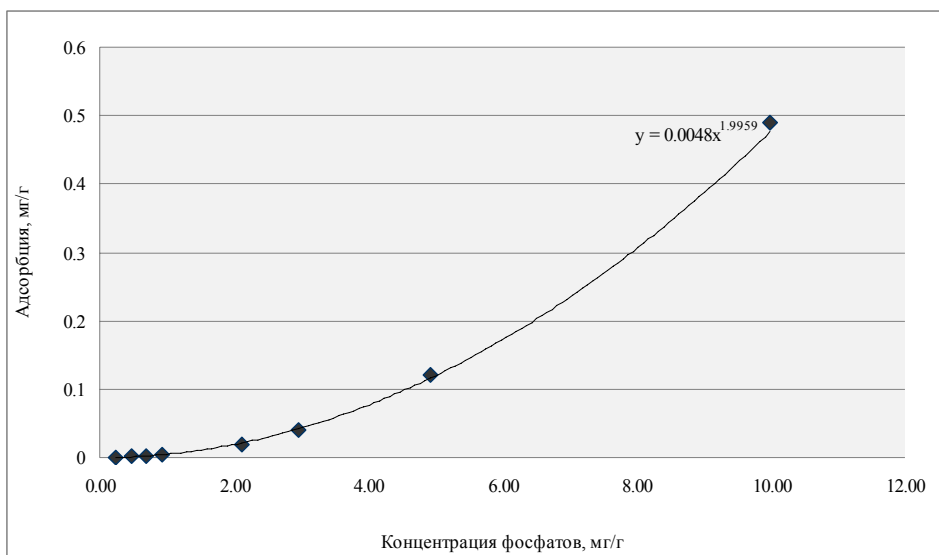


Рис. 2. Изотерма адсорбции фосфатов на ХОКУ при  $t=17^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}=5$

Изучение зависимости обменной способности адсорбента от pH адсорбата представляло интерес как для определения обменной способности адсорбента, так и для выяснения природы обменных групп, входящих в состав адсорбента.

С целью определения указанной зависимости был изучен широкий интервал изменения pH 2-8. Зависимость адсорбции фосфора от pH раствора представлена на рис. 3.

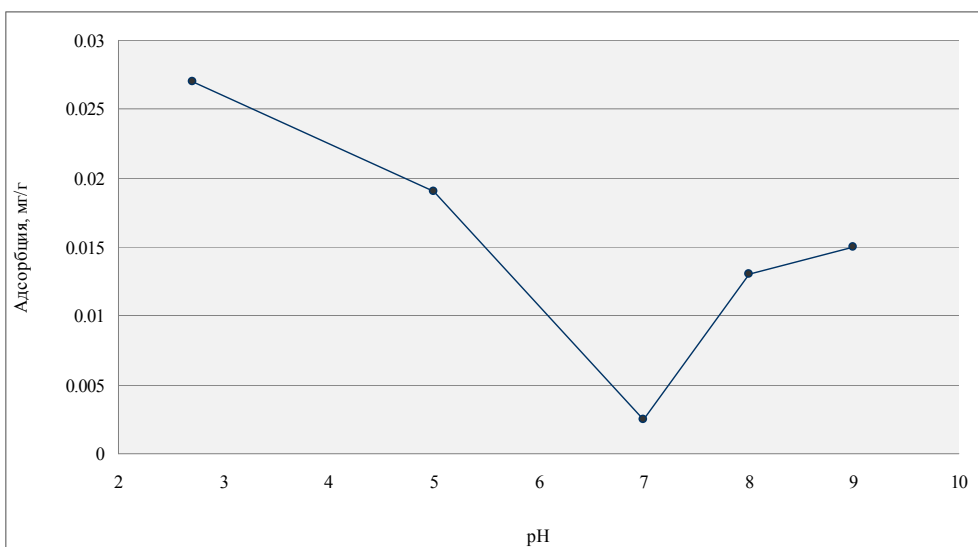


Рис. 3. Зависимость адсорбции фосфатов на ХОКУ от pH адсорбата при  $C=2,97$ ,  $t=17^{\circ}\text{C}$



Полученные зависимости свидетельствуют, что наибольшие значения адсорбции наблюдаются при значениях pH в интервале pH 2-5, так как активность водородных ионов способствует образованию гидрофосфатов кальция [7], что соответственно увеличивает удельную адсорбцию  $PO_4^{-3}$ . Ближе к нейтральной среде адсорбция фосфатов снижается и наблюдается ее увеличение в щелочной среде pH 8-9. Увеличение удельной адсорбции фосфатов при таких значениях pH, когда в системе возрастает концентрация гидроксил-ионов, вероятно, происходит за счет удержки фосфатов, содержащихся в сорбенте, оксидами алюминия и возникновения на поверхности сорбента алюмофосфатных комплексов основного характера, природа которых изучена в работе [7].

Изучена зависимость адсорбции  $PO_4^{-3}$  на ХОКУ от температуры сорбата. Данные по исследованию, представленные в табл. 2 и на рис. 4, показывают, что

удельная адсорбция  $PO_4^{-3}$  в интервале температур сорбата 9-18°C увеличивается, а при дальнейшем увеличении температуры до 24°C заметно уменьшается.

Такое развитие процесса отклоняется от общей теории как физической, так и химической адсорбции. Повышение удельной адсорбции в интервале температур 9-18°C является результатом кристаллизации на поверхности адсорбента и образования комплексных соединений, количество которых согласно [8] находится в прямой зависимости от температуры сорбата. Уменьшение же удельной адсорбции  $PO_4^{-3}$  при дальнейшем увеличении температуры сорбата, может быть как следствием интенсификации десорбции  $PO_4^{-3}$ , так и блокировки процесса плохо проницаемой пленкой гидрофосфатов кальция.

**Таблица 2**

Экспериментальные и расчетные данные зависимости адсорбции ХОКУ от температуры адсорбата

X (t°, e)	9	11	14	17	20	22	23
Y (с мг/л)	0,0068	0,010	0,0,20	0,025	0,0360	0,026	0,0089
Y (с мг/2)	0,0062	0,012	0,016	0,027	0,0355	0,025	0,0090

На основании данных зависимости адсорбции  $PO_4^{-3}$  на ХОКУ от температуры построена математическая модель. Исследуемую функцию всегда можно представить в виде следующего полинома [9,10]:

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + \dots + b_mx^m.$$

Чем больше число членов в полиноме, тем точнее описывается зависимость между x и y.

Коэффициенты  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_m$  можно вычислить методом наименьших квадратов [8,9] и для этого необходимо составление (m+1) нормального уравнения:

- 1)  $n b_0 + (x_1 + x_2 + \dots) b_1 + (x_1^2 + x_2^2 + \dots) b_2 + \dots = y_1 + y_2 + \dots y_n,$
- 2)  $(x_1 + x_2 + \dots) b_0 + (x_1^2 + x_2^2 + \dots) b_1 + \dots = y_1 x_1 + y_2 x_2 + \dots y_n x_n,$
- $(m+1)(x_1^m + x_2^m + \dots) b_0 + (x_1^{m+1} + x_2^{m+1} + \dots) b_1 + \dots = y_1 x_1^m + y_2 x_2^m + \dots y_n x_n^m.$

С подстановкой значений x и y в уравнение получаем систему линейных уравнений, после решения которой получаем значения чисел  $b_0, b_1, b_2, \dots$ . Система уравнений была решена с помощью компьютерной программы „Advantes Craphes” и получены следующие значения:

$$b_0 = -0,4220934, \quad b_1 = 0,1268648,$$

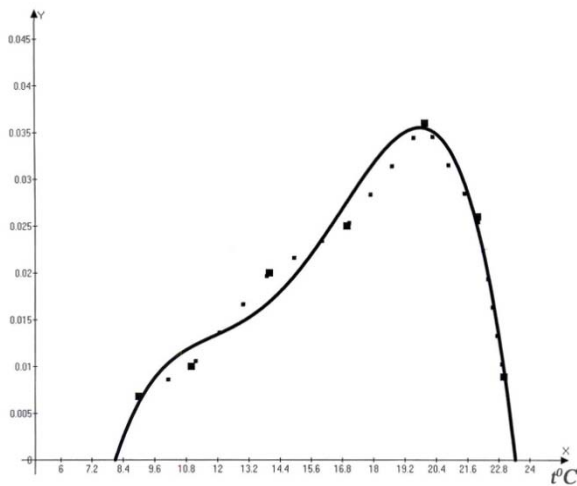
$$b_2 = -0,0138409, \quad b_3 = 6,6296008 \cdot 10^{-4},$$

$$b_4 = -1,1594075 \cdot 10^{-5},$$

а полином имеет следующий вид:

$$y = -0,04220934 + 0,1268648x - 0,0138409x^2 + 6,6296008 \cdot 10^{-4} \cdot x^3 - 1,1544074 \cdot 10^{-5} x^4.$$

Вычисленные по этому уравнению значения y представлены в третьей графе табл. 2 и хорошо сопоставимы с экспериментальными результатами, что свидетельствует о том, что уравнение хорошо описывает зависимость между x и y (рис. 4).



რის. 4. Зависимость адсорбции фосфатов на ХОКУ от температуры сорбата:  
 ■ экспериментальные данные  
 - расчетные

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показывают эффективность применения ХОКУ для очистки от фосфатов таких природных и сточных вод, в которых концентрация фосфатов не превышает 5 мг/л, рН и температура воды находятся соответственно в пределах 6-6,5 и 14-20°C.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Коплин-Дикс В.А. Информационное письмо 12(165) Северо-западного территориального управления по гидрометеорологии и контролю природной среды. Л., 1984г.
2. Phosphate elimination and recovery from wastewater by active filtration using crushed gas concrete. Berg, U /Donnert, D/ Weidler, P G /Ehbrecht, A / Kusche, I/ Bumiller, W/ Villa, E/ Nüesch, R, Environmental technology, 26 (2), p. 219-229, Feb. 2005.
3. Шенгелия Е.Г. Очистка природных и сточных вод от аммонийных ионов путем сорбции на отходах, полученных при обогащении угля. Дисс. на соиск. учен. степени к.т.н. Тбилиси, 1989 г.
4. Айвазов Б.В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбция. М., 1979 г.
5. Бруц-Кус Е.Б., Южной Е.В. Суперфосфат. 1975 г.
6. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. Л., 1982 г.
7. Химия промышленных сточных вод / Под ред. Рубинина. М., 1983 г.
8. Корбридж Д. А. Фосфор и основы химии, биохимии и технологии. 1982 г.
9. Бртсшнайдер С. Г. Общие основы химической технологии. Л., 1977 г.
10. Цверава М. К., Гвасалия Л.И. Зависимость степени адсорбционной очистки природных вод от начальной цветности воды // Грузинский технический журнал, 2(1), 2002 г.

### შპს 66.067

### წყლის გაწმენდა ფოსფატებისა და ქვანახშირის ფიქალეზზე ფილტრაციის მეთოდით

ი. ბარამიძე, ე. შენგელია, ლ. გვასალია

ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

**რეზიუმე:** გამოკვლეულია წყლიდან ფოსფატების მოცილების პროცესი ბუნებრივი ადსორბენტის ქვანახშირის ფიქალეზის გამოყენებით. შესწავლილია ფოსფატების ადსორბციის კინეტიკა დინამიკურ პირობებში. ფოსფატების ადსორბციის დამოკიდებულება ხსნარის PH-სა და ტემპერატურაზე დადგენილია, რომ ფოსფატების ადსორბცია მიმდინარეობს ადსორბენტის ზედაპირზე კომპლექს ნაერთების წარმოქმნით. შესწავლილი ადსორბენტის გამოყენება შესაძლებელია ფოსფატების მოსაცილებლად როგორც ბუნებრივი ისე ჩამდინარე წყლებიდან.

**საკვანძო სიტყვები:** ფოსფატები; ევტროფიკაცია; ადსორბცია; ქვანახშირის გამდიდრების კუდები; კალციუმის ჰიდროფოსფატები.

UDC 66.067

**WATER PURIFICATION FROM PHOSPHATES BY FILTRATION ON COAL SHALES****I. Baramidze, E. Shengelya, L. Gvasalya**

Department of chemical and biological technologies, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** There has been carried out the possibilities of removing phosphates from water by using coal shales. There has been studied kinetics of adsorption phosphates in the dynamic conditions, depended on temperature and pH of solution. There is established, that adsorption phosphates takes place on the surface of the sorbent, as a result, forming complex compounds. It is possible to employ the studied adsorbent in purification natural and sewage waters from phosphates.

**Key words:** phosphates; eutrofication; adsorption; tails of coal concentration; calcium hydrophosphates.

*Дата поступления 15.11.09*

*Принято к печати 12.03.10*

შპს 666.1/12:666.3/7

**მანგანუმშემცველი სულფატური შლამის და ამონიუმის ნიტრატის საფუძველზე მიღებული მასალების შესწავლა**

თ. ჭეიშვილი,\* მ. შავლაყაძე

ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: temocheishvili@gmail.com

**რეზიუმე:** მანგანუმის შემცველი სულფატური შლამის და ამონიუმის ნიტრატის საფუძველზე შედგენილ კომპოზიციებში 170-200<sup>0</sup>C-ზე ჩატარებული სინთეზით მიღებული მასალებისათვის განხორციელდა ხსნადობისადმი მიდრეკილების შესწავლა ტესტურ რეაგენტთან მიმართებაში (2% ლიმონმჟავას წყალხსნარში). მიღებულ ექსტრაქტებს ჩატარდა სპექტრული კვლევა, ხოლო მასალათა ფაზური შედგენილობა შეფასდა რენტგენოფაზური ანალიზით. მასალათა შესწავლით დადგინდა, რომ მათ წამყვან თვისებებს განსაზღვრავს სინთეზის ტემპერატურა, კაზში საწყისი ინგრედიენტების შემცველობა, თერმოდამუშავებისას წარმოქმნილი ფაზების სახე და კრისტალურ-ამორფული ფაზების თანაარსებობა.

**საკვანძო სიტყვები:** მანგანუმშემცველი შლამი; ამონიუმის ნიტრატი; სინთეზი; ხსნადობა; სპექტრები; რენტგენოფაზური ანალიზი.

**1. შესავალი**

ცნობილია, რომ მანგანუმის მადნებიდან მიკროსასუქად გამოსაყენებელი მასალის - მანგა-

ნუმის სულფატის მიღებას თან ახლავს ნარჩენების წარმოქმნა. ესენია შედგენილობით არაერთგვაროვანი და ქიმიურად რთული, სულფატური ხასიათის მქონე წვრილდისპერსული შლამები. ასეთი შლამების პრაქტიკულ ღირებულებას განსაზღვრავს მათში მანგანუმის შემადგენლის არსებობა, რომელიც წარმოდგენილია ოქსიდური და სულფატური ტიპის ნაერთების სახით. საკულისხმოა, რომ ტექნოლოგიურ პროცესში წარმოქმნილი მანგანუმის ჯამური შემცველობა ნარჩენ შლამებში 20 და მეტი წონ. % შეიძლება იყოს, რაც ასეთი ნარჩენის ტექნოგენურობის განმსაზღვრელი ფაქტორი ხდება. ამავე დროს, აღსანიშნავია, რომ შლამებში არსებული მანგანუმის ძირითადი ნაწილი წყალში უხსნადი ოქსიდური ფორმებითაა წარმოდგენილი, ხოლო ხსნადი სულფატური ნაერთის წილი მხოლოდ 5 წონ. %-მდე ფიქსირდება (ცხრ. 1).

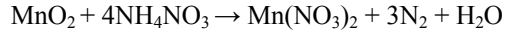
მანგანუმშემცველი სულფატური შლამებისათვის წყალხსნადი თვისებების მისანიჭებლად, ჩვენ მიერ შესრულებულმა სამუშაოებმა შესაძლებელი გახადა „შლამი-ბორის მჟავა“ კომპოზიციებში 600-1000<sup>0</sup>C-ზე ჩატარებული სინთეზით, წყალში და ტესტურ რეაგენტში შერჩევითი

ხსნადობის მქონე მასალების მიღება, რომელთა მიმართებაში პრაქტიკული გამოყენების სფეროებიც განისაზღვრა [1-3]. კვლევის ამ ეტაპზე „მანგანუმშემცველი შლამი-ამონიუმის გვარჯილა“ კომპოზიციის შერჩევა და შესწავლა მიზნად ისახავდა მაღალი ხსნადობით გამორჩეული მანგანუმშემცველი (კერძოდ მანგანუმის ნიტრატის) მასალის მიღებას, რომლის (როგორც მიკროსასუქი) გამოყენება შესაძლებელი იქნებოდა მინერალურ სასუქებში აქტიური დანამატის სახით, როგორც ეს შესაბამის ლიტერატურაშია რეკომენდებული [4].

**2. ძირითადი ნაწილი**

ჩატარებული ექსპერიმენტული ხასიათის სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა საკვლევ შლამებში წარმოდგენილი პასიური ხსნადობით გამორჩეული მანგანუმის ოქსიდური შემაღვნილის

აქტიურ, ე.ი. წყალში ხსნად ფორმაში გადაყვანა [5,6]. აქედან გადასაწყვეტი ამოცანაა მანგანუმის ოქსიდების ნიტრატულ ფორმაში გადაყვანა, კერძოდ იმ ცნობილი პროცესის გათვალისწინებით, რომლის მიხედვით შესაძლებელია მანგანუმის ოქსიდის და ამონიუმის გვარჯილის ურთიერთქმედება, შესაბამისად მანგანუმის ნიტრატის წარმოქმნით [7]:



ასეთი რეაქციის წარმართვა შესაძლებელია მხოლოდ 170-200°C ტემპერატურულ ინტერვალში. აღნიშნულთან მიმართებაში განმსაზღვრელი გარემოებანი არსებობს. პროცესის ინტენსიური წარმართვისათვის სასურველი ხდება ამონიუმის გვარჯილის გამდნარ მდგომარეობაში ყოფნა (>169,5°C), ზედა ტემპერატურის განმსაზღვრელი პირობა  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{NO}_2$  რეაქცია, რომელიც უკვე 195°C-ზე იწყება [5,6].

**ცხრილი 1**

მანგანუმშემცველი სულფატური შლამის (MS) და ამონიუმის გვარჯილის (N) ქიმიური შედგენილობა

№	მასალის ინდექსი და სახე	ქიმიური შედგენილობა(*), მას. %								ხ.დ.	ტენი	ჯამი
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO+MgO	MnO+MnO <sub>2</sub>	MnSO <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	სხვა			
1	MS <sub>საწყ.</sub>	45.4	4.9	0.3	28.5	4.1	0.2	-	-	16.6	-	100
2	MS <sub>ლაქვ.</sub>	54.4	5.9	0.35	34.2	4.9	0.25	-	-	-	-	100
3	N	-	-	-	-	-	-	98.2	1.6	-	0.2	100

შენიშვნა: (\*) – გასაშუალებებული სინჯისათვის.

საკითხის პრაქტიკული გადაწყვეტა შესაბამისი ექსპერიმენტის ჩატარებით განხორციელდა, როდესაც 100 წ.ნ. მანგანუმშემცველ სულფატურ შლამს (შედგენილობა იხ. ცხრ. 1) კონკრეტული მიზნებისათვის დაემატა 60 და 120 წ.ნ. ამონიუმის გვარჯილა (შედგენილობები MS6N და MS12N, ცხრ. 2). საწყისი მასალების და შედგენილი კაზმების თერმული დამუშავება 170 და 200°C-ზე განხორციელდა, რაც შედარებითი ექსპერიმენტის ჩატარებას ემსახურებოდა, ხოლო შლამის და გვარჯილის თვისებები დამატებით შესწავლილი იქნა საწყის (110°C-ზე გამომშრალ) მდგომარეობისათვის. ექსპერიმენტში მონაწილე ნედლეულით მიღებული კაზმების შედგენილობა და მასალათა სინთეზის პირობები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

მიღებული ორი MS6N და MS12N შედგენილობით განსხვავებულ, ისევე როგორც საწყის ინ-

გრედიენტებად აღებულ MS და N-ს მასალებს (შესაბამისად: სულფატური შლამი და ამონიუმის გვარჯილა), ჩატარდა სპეციალური კვლევა -და დადგინდა მათი ტესტურ რეაგენტში ხსნადობა. მოყვანილ მასალათა რეაგენტში დამუშავების პირობები და ხსნადობის დადგენილი სიდიდეები (წონის დანაკარგები) მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

აღნიშნავთ, რომ საკვლევ მასალათა ხსნადობა განისაზღვრა ტესტური რეაგენტის -2%-იანი ლიმონმჟავის წყალხსნარის გამოყენებით, რაც რეკომენდებულია შესაბამის ლიტერატურაში [8] და არგუმენტირებულია ჩვენ მიერ ჩატარებული სპეციალური კვლევით [9]. ხსნადობის მაჩვენებლების დასადგენად აღებული საკვლევი მასალის სინჯის ფრაქციულობა δ<0,12 მმ, ხოლო წონილა Iგ-ს შეადგენდა.

კაზმების შედგენილობა, მასალათა სინთეზის პირობები და რეაგენტებში წონის დანაკარგები

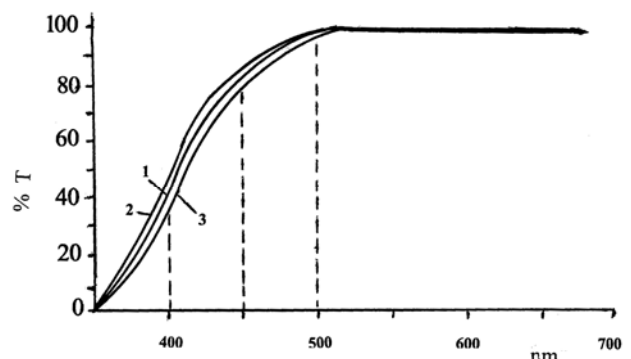
მასალის ინდექსი	კაზმის შედგენილობა, წ.წ.		სინთეზის პირობები <sup>(1)</sup>		რეაგენტი და მასში სინჯის დამუშავების პირობები <sup>(2)</sup>			რეაგენტში ხსნადობა <sup>(2)</sup> (წონის დანაკარგები), %
	MS	N	t, °C	τ, სთ	რეაგენტი (2)	τ, სთ	t, °C	
MS-1.1	100	-	110	4	2%CA	1	42.5	56.2
MS-1.7	100	-	170	3	2%CA	1	42.5	58.5
MS-2.0	100	-	200	2	2%CA	1	42.5	62.2
MS6N-1.7	100	60	170	3	2%CA	1	42.5	36.7
MS6N-2.0	100	60	200	2	2%CA	1	42.5	52.8
MS12N-1.7	100	120	170	3	2%CA	1	42.5	38.3
MS12N-2.0	100	120	200	2	2%CA	1	42.5	57.6
N	-	100	-	-	წყალი	-	0/20	122/178 <sup>(3)</sup>

შენიშვნა: (1) სინთეზის და რეაგენტში დამუშავების ტემპერატურათა ცვლილება  $\Delta t = \pm 2,5^{\circ}\text{C}$ ;  
 (2) ტესტურ რეაგენტად აღებულია 50 მლ ლიმონმჟავას 2%-იანი წყალხსნარი;  
 (3) ხსნადობის მაჩვენებლები, შესაბამისად,  $0^{\circ}\text{C}$  და  $20^{\circ}\text{C}$ -ზე, 100 მლ წყალში [5,6].

საწყისი კომპონენტის - საწარმოო ნარჩენის და ასევე MSN-ნარეგების (კაზმების) თერმული დამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტების ხსნადობის შესწავლით რიგი კანონზომიერება გამოვლინდა. როგორც მე-2 ცხრილში მოყვანილი წონის დანაკარგების სიდიდეები გვიჩვენებს, მანგანუმშემცველი შლამებისათვის (MS) დადგინდა ხსნადობის მაღალი მაჩვენებლები და მათი მცირეოდენი ცვლა თერმოდამუშავების პირობებიდან გამომდინარე. ტემპერატურასთან მიმართებაში მსგავსი ტენდენციები ფიქსირდება ბინარულ MS6N და MS12N კომპოზიციებში მიღებული მასალებისათვისაც. კერძოდ, სინთეზის ტემპერატურის მატება (170-დან 200°C-მდე) მასალათა სინჯების 40-50%-ით ხსნადობის ზრდის განმსაზღვრელი ხდება. ამავე დროს, MS6N და MS12N-ის წონის დანაკარგები უფრო დაბალი მნიშვნელობებით ხასიათდება, ვიდრე ეს შესაბამისი MS-შლამისათვის გამოვლინდა. აქვე ყველა ჩამოთვლილი მასალა საგრძობლად უფრო დაბალ ხსნადობას ავლენს, ვიდრე ეს აზოტშემცველი მასალისათვის (N) არის ცნობილი (ცხრ. 2). ექსპერიმენტით მიღებული შედეგი იმაზე მიანიშნებს, რომ მანგანუმშემცველი სულფატური შლამის (MS) თერმოდამუშავებისას და მისი ამონიუმის გვარჯილასთან (N) შერწყმით მიღებული კომპოზიციების (MS6N და MS12N) სინთეზისას ადგილი აქვს მასალათა ფაზური შედგენილობის ცვლას, რაც მათში ახალი შემადგენლების წარმოქმნით უნდა ყოფილიყო განპირობებული (იხ. ნახ. 1).

გამოთქმული მოსაზრების დასტური სპეციალურად ჩატარებული კვლევით იქნა მოპოვებული. კერძოდ, სპექტრის ხილვად ნაწილში მასალათა ხსნადობის განსაზღვრისას მიღებული

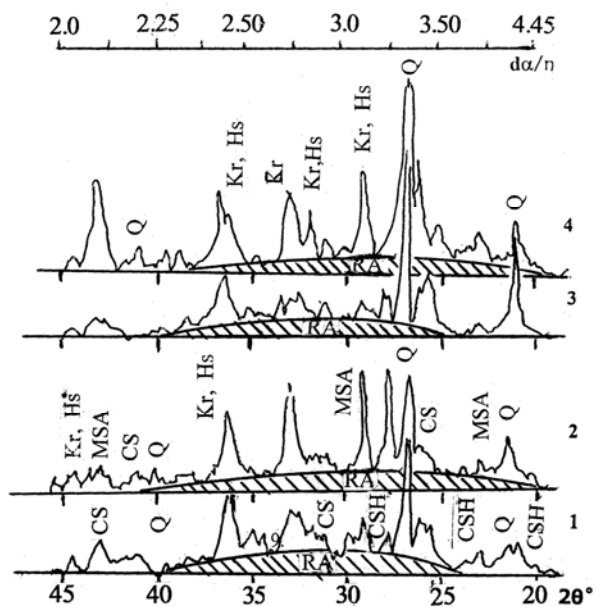
ექსტრაქტების შესწავლით დადგინდა, რომ თერმოდამუშავების ტემპერატურის ზრდა 170-დან 200°C-მდე შესაბამისად ზრდის ე.წ. ლიმონმჟავაში ხსნადი მანგანუმიანი შემადგენლის ოდენობას. კონკრეტული მაგალითი 1-ელ ნახაზზე არის მოყვანილი, საიდანაც ჩანს 350-500 nm ტალღისათვის შუქგამტარობის 200°C-ზე კლება დამუშავებით MS6N შედგენილობისათვის, რაც მანგანუმის ოქსიდური ნაერთების ამონიუმის გვარჯილასთან ურთიერთქმედების შედეგი შეიძლება ყოფილიყო.



ნახ. 1. მანგანუმის შლამის და ამონიუმის გვარჯილის ურთიერთქმედებით მიღებული MS6N მასალის ხსნადობისას წარმოქმნილი ექსტრაქტების სპექტრული მრუდები  
 1 – MS-შლამი, თერმოდამუშავებული 110°C-ზე;  
 2 – MS6N მასალა, მიღებული 170°C-ზე თერმოდამუშავებით;  
 3 – MS6N მასალა, მიღებული 200°C-ზე თერმოდამუშავებით

მიღებულ მასალათა თაობაზე დამატებითი არგუმენტაცია მოპოვებულ იქნა რენტგენოფაზური ანალიზით, რომლის შედეგებში, კერძოდ, MS6N და MS12N შედგენილობებთან მიმართებაში, გარკვეული მსგავსება გამოიკვეთა. კერძოდ, მანგანუმშემცველ შლამში, ისევე როგორც

MS6N მასალაში, ძირითადად ფიქსირდება მანგანუმის ფაზების (კურნაკოვიტი -Kr, პაესმანიტი -Hs, მანგანუმის ჰიდროსულფატი -MSH), ასევე კვარცის (Q), და უწყლო და ორწყლიანი თაბაშირის (CS, CSH) არსებობა (იხ. ნახ. 2).



ნახ. 2. საწყისი MS შლამის (1), 170°C (2) და 200°C-ზე (3) თერმოდამუშავებული MS6N მასალების ფილტრზე ნარჩენი მასის (4) რენტგენოგრაფის ფრაგმენტები

აქვე აღსანიშნავია, რომ ამონიუმის გვარჯილის მონაწილეობით მიღებულ მასალებში მკაფიოდ ჩანს თერმოდამუშავებისას ახალი კრისტალური ნაერთის (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Mn<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (Ammonium manganese sulfate) არსებობა, რომელიც მე-2 ნახაზზე MSA-ინდექსით აღინიშნა. რაც შეეხება კომპლექსური ნაერთის ოდენობას – მისი შეფასება შესაძლებელი ხდება დიფრაქტოგრაფიაზე MSA-სათვის მახასიათებელი პიკების ( $d\alpha/n = 3;22; 3;24; 2,74; 2,72 \text{ \AA}$ ) ინტენსივობის განსაზღვრით. ნათლად ჩანს, რომ 170°C-ზე დამუშავებული ნიმუშში ეს ნაერთი მეტი ოდენობითაა წარმოდგენილი. რაც შეეხება ექსტრაქტების გაფილტვრისას მიღებულ ფილტრზე ნარჩენ მყარ მასას - მისი დიფრაქტოგრაფია ნათლად გვიჩვენებს კვარცის და მანგანუმის ოქსიდების შემცველობის ზრდას (ნახ. 2), რაც მოსალოდნელი უნდა ყოფილიყო, ექსტრაქტების სპექტრული კვლევის შედეგების გათვალისწინებით. მათი რენტგენოგრაფიული შესწავლა კიდევ ერთ მნიშვნელოვან გარემოებაზე მიუთითებს – კვლევის ამ ხერხით არ დასტურდება მანგანუ-

მის ნიტრატის, კერძოდ კრისტალური სახით, წარმოქმნის შესაძლებლობა და არსებობა.

### 3. დასკვნა

ჩატარებული ექსპერიმენტალური სამუშაოს შედეგების ანალიზი შემდეგი ზოგადი დასკვნების გაკეთების საშუალებას იძლევა: მანგანუმის სულფატური შლამის და ამონიუმის გვარჯილის მონაწილეობით შედგენილ კომპოზიციებში შესაძლებელია ახალი ფაზური შედგენილობის მქონე მასალების მიღება. მასალათა წამყვან თვისებებს და მათში წარმოდგენილი შემადგენლების სახეს განსაზღვრავს კომპოზიციების შედგენილობა და თერმული დამუშავების პირობები. მანგანუმშემცველი სულფატური შლამის და ამონიუმის გვარჯილის შემცველი კაზმების, მათი 170°C–200°C-ზე თერმოდამუშავების პირობისათვის, მიღებულ მასალებში მანგანუმის ნიტრატის არსებობა არ ფიქსირდება, მაგრამ დადასტურდა მანგანუმის ამონიუმსულფატის წარმოქმნის შესაძლებლობა.

### ლიტერატურა

1. Хуцианидзе М.Г., Мшвилდაдзе М.Дж., Чеишвили Т.Ш. Разработка водорастворимых материалов на основе марганцевого шлама// Georgian Engineering News, №4, 2007, p. 68-70.
2. Чеишвили Т.Ш., Хуцианидзе М.Г. Изучение фазового состава и растворимости марганецсодержащих шламов // Химический журнал Грузии, Т. 7, №4, 2007, с. 403-405.
3. Хуцианидзе М.Г., Чеишвили Т.Ш. Некоторые физико-химические свойства композиций на основе марганецсодержащих материалов и борной кислоты // Керамика, 1(18), 2008, с. 21-23.
4. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. Изд. 5-е. Л.: Химия, 1983. – 336 с.
5. Краткий справочник химика. М.: ГНТИ хим. лит., 1963.-620с.
6. Справочник химика. Изд. 2-е, т.1. Л.-М., 1963.-1071 с.
7. Рипан И., Читяну Н. Неорганическая химия. Т.2.М.: Мир, 1966.-836с.
8. Рябова С.И. Эффективность различных форм марганцевых удобрений // Микроудобрения. Труды НИУИФ., вып. 207. М.: Колос, 1965, с. 133-150.
9. Хуцианидзе М.Г., Мшвилდაдзе М.Дж., Чеишвили Т.Ш. Изучение продуктов взаимодействия оксидов марганца и лимонной кислоты// Химический журнал Грузии. Т. 6, №2, 2006, с. 163-165

---

**UDC 666.1/12:666.3/7****STUDY OF MATERIALS RECEIVED ON THE BASIS OF MANGANESE - CONTAINING SULFATE SLIME AND AMMONIUM****T. Cheishvili, M. Shavlakadze**

Department of chemical and biological technologies, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** In composites made on the basis of manganese - containing sulfate slimes and ammonium nitrate for materials received by synthesis at 170-200°C their solubility tendency was determined in respect to test reagent (2% citric acid water solution). The received extracts were spectrally researched, while phase composition of materials was stated with X-ray phase analysis.

The study of materials proved, that their major property is determined with temperature of synthesis, initial ingredients content in charge, type of phases created at thermal treatment and consistence of crystalline - amorphous component.

**Key words:** manganese - containing slime; ammonium nitrate; synthesis, solubility; spectra, X- ray phase analysis.

---

**УДК 666.1/12:666.3/7****ИЗУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО СУЛЬФАТНОГО ШЛАМА И НИТРАТА АММОНИЯ****Чеишвили Т.Ш., Шавлакадзе М.Л.**

Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Изучена склонность к растворению в тестовом реагенте (2%-ный водный раствор лимонной кислоты) материалов, полученных синтезом при 170-200°C в композиции, составленной из марганец-содержащего сульфатного шлама и нитрата аммония. В отношении полученных экстрактов изучены спектральные свойства, а рентгенофазовым анализом установлен фазовый состав полученных материалов.

Изучением материалов установлено, что формирование их ведущих свойств определяют температура синтеза, количество исходных ингредиентов в шихте, вид и соотношение кристаллических и аморфных составляющих фаз.

**Ключевые слова:** марганецсодержащий шлам; нитрат аммония; синтез; растворение; спектры; рентгенофазовый анализ.

*შემოსვლის თარიღი 24.12.09  
მიღებულია დასაბუჯდად 25.12.09*

# ԱՐՎՈՒՅՈՒՄԻՆ, ՄՐՆԱՆՈՒՄԻՆ ԵՎ ԶՈՒՅՈՒՄԻՆ ՆՎԵՐՈՒՄ

УДК 711.5

## УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ НОВЫХ ГОРОДОВ – “ECOCITIES” В РЕГИОНАЛЬНОМ ПЛАНЕ БОЛЬШОГО БАКУ

Э.Ф. Гусейнов

Азербайджанский архитектурно-строительный университет  
E-mail: rector@azmiu.ab.az

---

**Резюме:** Предлагается создание на Апшеронском полуострове градостроительных систем нового типа – “Ecosities”, которые, по убеждению автора, способны будут обеспечить устойчивое развитие столичного города Баку и существующих населенных мест региона. Устойчивое развитие новых городов – “Ecosities” в Региональном плане Большого Баку намечается осуществить за счет экологических коридоров и единой «линейно-полосовой» коммуникационной структуры, объединяющей во взаимосвязанную систему расселения все поселения полуострова.

**Ключевые слова:** региональный план; территориальное развитие; линейно-полосовая структура расселения; структурно-планировочное развитие Большого Баку.

---

### 1. ВВЕДЕНИЕ

**Общие предпосылки устойчивого развития.** На всех предыдущих этапах развития градостроительное регулирование подготавливало взаимосвязанный характер расселения Баку и прилегающего к нему района, отражая общие тенденции развития населенных мест и размещения производительных сил. Однако в связи с рядом социальных и экономических факторов (в первую очередь экономическими преимуществами территориальной концентрации производства) прошедший период характеризовался активным ростом Баку, в то время как другие населенные пункты Апшерона (исключая Сумгайыт) развивались слабо: из более чем 40 населенных пунктов сегодня лишь в четырех проживает от 25 до 50 тыс. человек, а в 28 – менее 10 тыс. жителей в каждом. Это говорит о том, что многие проблемы крупнейшего города решались без достаточной увязки с его внешним окружением

в условиях острого дефицита территории самого Баку.

### 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Перспективы регионального плана Большого Баку во многом зависят от выбора направлений территориального развития Баку и расселения в районе Апшерона. Рост потребностей отраслей городской экономики и численности населения ведет к активному освоению территории Апшеронского полуострова в различных градостроительных целях с позиций решения проблем Большого Баку. С другой стороны, такой крупнейший город как Баку, с огромным выбором мест работы, учебы, видов и форм обслуживания вызывает большой объем маятниковых миграций населения со всего полуострова и остальной части страны. Поиск пространственной структурно-функциональной модели устойчивого развития Большого Баку как единой и целостной системы должен основываться на взаимосвязанном учете и реализации этих тенденций.

**Современное состояние и факторы устойчивого развития.** Опыт разработки систем расселения на Апшероне наиболее полно отражен в положениях Генерального плана Баку. Бакинский район расселения рассматривается как полифункциональный комплекс, образующий единую производственно-хозяйственную систему. Территориальное развитие Баку рассматривается во взаимосвязи с необходимостью преобразования части населенных мест Апшерона в города с собственной градообразующей базой и ликвидации тех населенных мест, которые не имеют перспектив развития.

Факторы устойчивого развития, которые окажут решающее влияние на региональный план развития Большого Баку, обусловлены тем, что любые поселения на полуострове находятся в сфере влияния Большого Баку. Однако регион Большого Баку



характеризуется крайне ограниченными размерами – около 1 тыс. км<sup>2</sup>, что значительно меньше районов расселения аналогичных по размерам городов (Самара, Новосибирск, Екатеринбург и др.). Расположенные вокруг Баку города и поселки не имеют иных фокусов тяготения, кроме Баку, который и на перспективу сохранит ведущее место в регионе.

Расстояние между городами Большого Баку не превышает 10–15 км, поэтому при дальнейшем их росте возникает опасность сближения и слияния их границ. Такие города, как Дюбенды и Тюркян, Сангачалы и Гобустан, расстояние между которыми не более 8–10 км, будут расти и в дальнейшем. Тенденции социального развития, стремление к разнообразию выбора сферы деятельности, увеличение подвижности населения также свидетельствуют, что организовать жизнь населения, ограничившись замкнутым балансом связей внутри отдельных городов Большого Баку, находящихся в тесной связи с большим столичным городом, вряд ли удастся.

#### **Решение вопросов регионального развития.**

Вопросы регионального плана развития Большого Баку, а также преобразования планировочной структуры Баку и других городов Апшерона необходимо рассматривать с позиций широкого градостроительного охвата, единства и целостного расселения в этом регионе. Важно учесть, что совершенствование структуры городов, входящих в систему Большого Баку, зависит не только от упорядочения их внешних связей, но и от планировочного упорядочения самого города в границах его городской черты. При этом целостность системы расселения будет во многом зависеть от способа объединения ее элементов в единое целое. Преодоление недостатков агломерации и устранение чрезмерной концентрации населения связано с изменениями в планировочной структуре в соответствии с перспективными возможностями, включающими город в систему группового расселения.

Снижение отрицательных последствий концентрации населения, территориальное упорядочение города и его функциональных взаимосвязей путем создания относительно самостоятельных укрупненных планировочных образований предполагает организацию возможно большего объема внутренних – трудовых, культурно-бытовых и других связей в пределах планировочных районов и сокращение внешних связей в общем их балансе. Организация таких планировочных районов в структуре Баку вряд ли целесообразна. Город Баку весьма компактен. В

пределах основных селитебных массивов (западный и восточный) отсутствуют ярко выраженные естественные или искусственные преграды.

В перспективе с развитием транспортной техники сообщение между различными участками города потребует до 20–30 мин. Кроме того, исторически сложившееся и получившее развитие функциональное зонирование города привело к созданию единого мощного фокуса притяжения трудовых связей в центре и большой рассредоточенности и измельченности всех остальных фокусов трудового притяжения. В связи с этим распределение функциональных связей, как правило, не дает сколько-нибудь определенной радиусной зависимости между местом приложения труда и зоной расселения.

#### **Структурно-планировочное развитие Большого Баку.**

В условиях Баку более целесообразно территорию города разделить на крупные структурно-планировочные части – западную, центральную и восточную. В этом случае проблема ограничения роста города и снижения отрицательных последствий чрезмерной концентрации населения может быть решена иным путем. Город разделяется как бы на два относительно самостоятельно функционирующих городских образования, объединенных зоной общегородского центра в прибрежной части и районом между ними, обслуживающим их в отношении трудовой занятости. В каждом городском образовании (западное – примерно 800 тыс. жителей, восточное – примерно 600 тыс.) создается полный комплекс учреждений обслуживания и отдыха, присущих крупному городу. При этом исторически сложившаяся западная часть города сохраняет ведущее культурное и административное значение, В центральной части Бакинского амфитеатра, на месте бывших промышленных предприятий формируется новый столичный центр. Многофункциональный комплекс «Аг лепелер» (авторы проекта Э.Гусейнов и Н.Велиев) - первое звено будущего нового центра «Баку-сити».

Самостоятельность и устойчивость развития укрупненных градостроительных образований – “Ecosities” обусловлена достаточно высоким удельным весом внутренних функциональных взаимосвязей, что невозможно в рамках мелких планировочных районов. При этом сохраняются интенсивные межрайонные поездки населения, в основном с эпизодическими культурно-бытовыми и трудовыми целями. Однако в данном случае взамен чрезмерных объемов центростремительных потоков с обилием

перекрещивающихся связей основной поток общегородских передвижений переориентируется в широтном направлении, которое связывает обе части с запада на восток и с востока на запад.

Предлагаемый вариант предопределил перспективную перегруппировку коммуникативной структуры всего города – из радиально-центрической в направленную, линейно-полосовую. В этих условиях Баку может развиваться в определенном направлении без территориального расширения его структурно-планировочных частей: Такой «выход» города за его границы окажется эффективным только в том случае, если будут оптимально учтены «встречные» социально-экономические потребности окружающих городов. При этом должны соблюдаться следующие условия: гармоничное развитие природной основы функционального зонирования окружающих город территорий и органическое объединение сложившихся и проектируемых городов - “Ecosities” зоны расселения; оптимальная территориальная организация и взаимосвязь селитебных, промышленных, рекреационных и других функциональных зон.

**Формирование линейно-полосовой структуры расселения.** Сложившаяся на Апшероне ситуация позволяет предложить экспериментальную модель «линейно-полосовой» структуры многоцелевого градостроительного освоения по направлениям: Сумгайыт – Хырдалан – Баку (1 луч), Дюбенды – Гоусаны – Тюркян – Баку (2 луч), Аляты – Гобустан – Сахил – Баку (3 луч), в которых все существующие, проектируемые и резервируемые участки различного градостроительного назначения как бы погружаются в единую развитую инфраструктуру коммуникаций. Отдельные новые города зоны - “Ecosities” совместно с зонами производств и рекреации преобразуются в структурно-планировочные части единого градостроительного образования.

Логичность предлагаемой схемы устойчивого развития основывается на том, что в этом направлении имеются сложившиеся и намечаются новые зоны концентрации жизнедеятельности населения и расселяется подавляющее количество жителей существующих и проектируемых городов Большого Баку; это кратчайший путь, связывающий все (в том числе наиболее удаленные) части Бакинского района расселения от Сумгайыта до Дюбендов, от Баку до Алят; здесь размещаются главные транспортные

коммуникации и наиболее удобные для градостроительного освоения территории.

Полосы градостроительного освоения Баку – Сумгайыт, Баку – Дюбенды, Баку – Аляты опираются на главную внутреннюю транспортную ось скоростного пассажирского сообщения с различными режимами для местных и районных связей. При этом новые элементы транспортных систем рассматриваются как развиваемые звенья сложившихся и проектируемых направлений. Для обслуживания внутригородских и ближних межселенных связей городов-садов, а также связи с местами отдыха на Апшероне следует создать беспересадочную систему обычного метрополитена с использованием существующих трасс пригородной электрифицированной железнодорожной сети, а в будущем может быть предусмотрено развитие трасс в направлениях предлагаемой полосы освоения.

Предполагается постепенно перегруппировать мелкие поселения центральной части Большого Баку, большинство которых не представляет ценности по составу и качеству застройки. Такое решение позволит связать с городом ныне оторванное от него население мелких поселков и дать ему возможность пользоваться социальными преимуществами города. Вся территория Большого Баку получает более четкое зонирование (на три части), без каких-либо вкраплений и чересполосицы, создаваемой измельченной сетью населенных пунктов и мелких производств. В южной полосе Большого Баку будут расположены городские образования и места приложения труда, северная полностью отводится под отдых, а зона между ними – под сельскохозяйственные производства, зелёные насаждения и свободные пространства.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным принципом формирования предлагаемой модели является устойчивое развитие новых городов - “Ecosities” и пространственная интеграция всех основных функций жизнедеятельности населения. Жилье, обслуживание, места приложения труда и отдыха могут образовать систему соприкасающихся и взаимопроникающих функциональных зон, которые пространственно объединяются внешним зеленым поясом, связанным с городскими парками; входящие в городскую застройку зеленые клинья соединяют городские зеленые насаждения с лесопосадками на территории полуострова.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гусейнов Ф.М. Теория и методология современного градостроительства // Исторический город и демократическое общество. Баку: ААСУ, 2004.
2. Генеральный план развития города Баку до 2005 г. // Пояснительная записка. ПИ Бакгипрогор, Баку, 1984.
3. Региональная схема расселения на территории Азербайджана // Научно-технический отчет АзНИИСА. Баку, 1978.
4. Гусейнов Э.Ф. Многофункциональный комплекс «Аг лепелер» как элемент реновации города Баку // Журн.: Урбанизм № 14. ОУА. Баку: Dizaun - El, 2009, с.29–35.
5. Dick R.G. Integrating Planning and Sustainability Theory for Local Benefit. Local Environment. 3, 1, 1998, p. 27–41.

**შპა 711.5****დიდი ბაქოს რეგიონალური გეგმის ახალი ძალაში „ECOCITIES“ განვითარება****ე. ჰუსეინოვი**

ახერბაიჯანის არქიტექტურულ-სამშენებლო უნივერსიტეტი

**რეზიუმე:** აფშერონის ნახევარკუნძულზე ქალაქმშენებლობის სისტემის ახალი ტიპის – “Ecocities” რომელიც ავტორის აზრით, ხელს შეუწყობს დედაქალაქ ბაქოს და არსებული რეგიონის დასახლებული ადგილების განვითარებას. ამის მიღწევა შეიძლება წინასწარ ერთიანი ეკოლოგიური დერეფნების და ერთიანი წრფივ-ზოლიანი კომუნიკაციური სტრუქტურების ხარჯზე, რომლებიც აერთიანებენ ნახევარკუნძულის მთელ დასახლებას ურთიერთდამაკავშირებელ სისტემაში.

**საკვანძო სიტყვები:** რეგიონალური გეგმა; ტერიტორიული განვითარება; დასახლების წრფივ-ზოლიანი სტრუქტურა; დიდი ბაქოს სტრუქტურულ-დაგეგმარებითი განვითარება.

**UDC 711.5****SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF NEW CITIES - “ECOCITIES” IN THE REGIONAL PLAN OF BIG BAKU****E. Huseynov**

Azerbaijan State Architecture and Construction University

**Resume:** There is offered creation on Apsheron town-planning systems of new type - “Ecocities” which, according to autor’s belief, will be capable to provide sustainable development of capital Baku and the existing occupied places of region. Sustainable development of new cities - “Ecocities” in the Regional plan of Big Baku is planned to be carried out due to ecological corridors and the uniform “linear-striped” communication structure uniting in interconnected moving system of peninsula settlement.

**Key words:** regional plan; territorial development; “linear-striped” communication structure of settlement; structural-planning development of Big Baku.

*Дата поступления 29.03.10**Принято к печати 13.04.10*

УДК 796.51

## ПЛАНИРОВАНИЕ ТУРИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ НА ОЗЕРЕ НАСЕР В ЮЖНОМ ЕГИПТЕ

Н. Катари

Азербайджанский архитектурно-строительный университет

E-mail: nabil\_872@yahoo.com

**Резюме:** Развитию туризма на юге Египта уделяется особое внимание, так как там имеется большой потенциал для туризма. В этом отношении данная работа представляет собой исследование и анализ имеющегося потенциала в районе озера Насер в южном Египте. Рассмотрены вопросы принятия планов развития туристических центров, которые предполагается создать на озере Насер, а также проектов развития и планирования туристических центров на египетских озерах.

**Ключевые слова:** туризм; туристические центры; регионы озера Насер; туристические комплексы; экскурсии; нильские круизы.

### 3. ВВЕДЕНИЕ

Основа исследования связана с взаимодействием градостроительных элементов, регулирующих создание и планирование туристических центров.

Анализируется роль, которую могут сыграть эти центры, в рамках общего разрабатываемого комплекса развития туризма с учетом экологического баланса в регионе озера Насер.

### 4. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

#### Первое – общий анализ окружающей среды озера Насер

Целью данного анализа является формирование четкой экологической картины региона озера Насер, которая способствует, главным образом, разработке особых политик общего развития в целом, и способам разработки и планирования туристических центров, в частности, для каждого региона, в соответствии с его характеристиками и потенциалом [1].

Аналитическое исследование окружающей среды привело к разделению региона озера Насер на следующие группы:

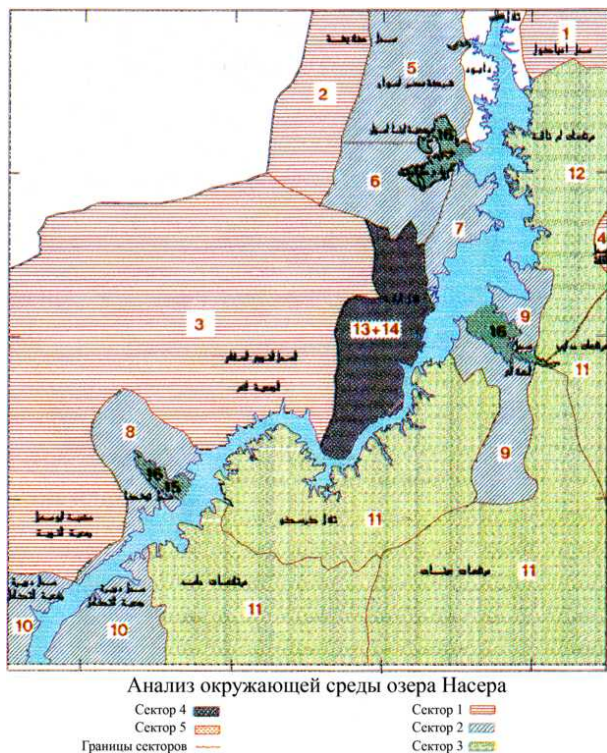
- **Первая группа:** включает районы от 1 до 4, большая часть которых является пустынной, и где имеются природные долины на восточном берегу озера, которые обслуживает сухопутная дорога Асуан - Алелаки. Районы 2 и 4, расположенные на западном берегу озера, входят также в эту группу и расположены недалеко от региональной дороги Асуан - Абу-

Симбел, помимо дороги, которая строится. Поэтому можно было бы запланировать строительство туристических центров в этих районах, полагаясь на туризм-сафари и международные соревнования [2].



Расположение озера Насера в южной Арабская Республика Египет

- **Вторая группа:** включает в себя районы от 1 до 10, которые являются природными степями. Эта группа имеет наибольший вес для развития туризма, и в основном она расположена в западной части озера, имеющей речные и сухопутные транспортные оси. Районы этой группы отличаются также многообещающими туристическими потенциалами, такими, как, например, Клабша, Герф Хусейн, Абу-Симбел и Вади Алаки, которые способствуют созданию туристических, археологических центров и мирового центра международных конференций.
- **Третья группа:** охватывает два района (11 и 12), расположенные на востоке озера в горах Ом Нака и холмах Керсеко и Хамида. Здесь могут быть созданы туристические центры, опирающиеся на сезонную деятельность, например, охоту на птиц, наблюдение за ними, и природные заповедники [3].



- **Четвертая группа:** охватывает два района (13 и 14), расположенные в центре западной части озера, представляющие собой холмистую местность, например, холмы Эль-Дека. И они могут служить в качестве центров для кемпинга и домов отдыха, и для создания в них санаториев.
- **Пятая группа:** включает в себя два района (15 и 16). Это группа «Аласхара», которую сформировало озеро в Калабше, Аллаке и Тошке. Эта группа может быть использована для создания туристических центров, связанных с фермами, которые содержат и разводят крокодилов, и с рыболовными и некоторыми развлекательными мероприятиями, например, водными видами спорта и международными соревнованиями.

**Второе - городские факторы**

**А. Использование земель**

Водоёмы – составляют около 3000 квадратных метров между линиями 147 и 182.

Высокогорья - самые главные среди них: Сен Аль-Кераб, Кар Кар, Долкол, Оазис Денинел на востоке озера, высоты Ом-Нака и Аль-Хадаеб, Айнат, Керско и Хамед, а на западе Кодмас и платформа Абу-Симбел.

Степи – Нубийские степи по обе стороны озера, и еще степи Амбакола, Кофы, Аль-Акланы на восточной стороне. А на западной стороне имеются степи Клубша, Аль-Дека, Тошка; степень наклона колеблется от 0,5% до 3%.

Сельскохозяйственные земли – являются сезонными районами, ограниченными на прибрежных территориях [4].

Промышленные зоны: зона переработки рыбы и еще два завода по изготовлению льда – один из них на юге плотины, а второй у Абу-Симбела. Имеется также несколько индустрий по добыче кварца, полевого шпата, диорита и каолина.

Городские общины – ограничиваются Абу-Симбелом, Калабшей и Гарф Хусейном [5].

**Б. Инфраструктура**

Сеть дорог:

- Дорога Асуан – Абу-Симбел до долины Хелфа, длиной 305 км.
- Дорога Асуан – Алааки, на востоке озера.
- Дорога Гарф Хусейн, это асфальтированная дорога длиной 80 км на западе озера, и она начинается от знака «50 км» дороги Абу-Симбел.
- Неасфальтированная дорога, которая начинается от Гарф Хусейн и проходит вдоль холмов Эль-Собу и Амда, затем идет на запад до Кедмас и Афея, доходя до дороги Асуана, длиной 200 км.
- Дорога до Тошки : дорога Абу-Симбел – Асуан доходит до Тошки, затем до озера у Парума, затем до Костля и Адендана.

Речная навигация:

Озеро является судоходной линией, соединяющей Асуан с Абу-Симбелом и долиной Халфа. Также имеется пассажирский порт в Асуане и один паром на юге у Кестела и Адендана, и сейчас строится порт Абу-Симбел.

Воздушный транспорт:

Имеется аэропорт Асуана на расстоянии 11 км к югу от Асуана, и в настоящее время он усовершенствуется.

Электросеть:

Единая электросеть плотины протягивается от плотины к северу и не протягивается на юг в местности озера. Район может обслуживаться одним из трех вариантов: снабжение от единой сети, самогенерацией энергии или солнечной энергией [6].

**Третье - элементы развития туризма на озере Насер**

**А. Археологические зоны**

Располагаются древние достопримечательности в различных районах вдоль озера, и они отражают черты египетской цивилизации. Эти достопримечательности представляют собой следующие четыре

группы, которые могут служить в качестве привлекающих туристических центров:

1. Комплекс захоронений: расположен примерно на расстоянии одного километра южнее западного берега и его история относится к птолемейской /римской эре. Он имеет особую ценность для немецких туристов, так как немцы его разбирали и снова собирали. Этот комплекс состоит из:

- Гусак Кортаса – его первоначальное положение в 45 км южнее Асуана, и он относится к римской эре.

- Храм Бейт Алвали – его первоначальное расположение в 50 км южнее Асуана, на западном берегу. Он относится к периоду правления Рамзеса II.

2. Комплекс Аль-Собу: первоначальное положение в 140 км от плотины, на западном берегу. Сейчас он находится на расстоянии 2-х км к югу и относится к периоду царствования Рамзеса II.

Храм Аль-Дакка: расположен примерно в 40 км к северу от долины Аль-Собу, и его история относится к Царю Алмаруи (Арка Амани). Он был завершен в римско-птолемейскую эпоху.

Храм Ал-Махрана: расположен в 30 км к северу от долины Аль-Собу и принадлежит к римской эпохе [7].

3. Комплекс Амда: состоит из:

Храма Амды, который расположен в 180 км к югу от плотины, на западном берегу, и относится к периоду Тутмоса III и IV, он был восстановлен в эпоху Дама.

Храма Аль-Дора, расположенного в 11 км южнее Храма Амды, и он относится к периоду Рамзеса VI.

Дворца Эбрима, расположенного в 230 км южнее плотины.

4. Комплекс Абу-Симбел: он находится в 260 км к югу от высотной плотины, на западном берегу. Он относится к периоду царствования Рамзеса II, и состоит из большого храма и малого храма. Этот комплекс считается одним из важнейших археологических комплексов Египта, и, следовательно, считается основной точкой опоры работ в туристическом развитии региона в целом.

## **Б. Природные и наследственные районы**

Они составляют с археологическими туристическими районами интеграцию с большой разнообразностью и привлекательностью, и заключаются в следующем:

- Высотная плотина: она является национальным достижением, символом и моделью для строительства Египта, а также важным экономическим и социальным элементом.
- Нубийское наследие: несмотря на исчезновение древней нубийской архитектуры, нубийс-

кая культура все еще существует для жителей региона в своем культурном и материальном (архитектурном) понимании. И ожидается создание туристических комплексов рядом с этими комплексами нубийской культуры, которые могут составить пакет стимулов туристического наследия.

- Заповедник Вади Алалани: расположен на востоке озера, и он считается прекрасным видом с его редкими деревьями и птицами [8].

## **Четвертое - туризм на озере, в рамках нильских кризисов**

По-прежнему, нильские кризисы имели бы много преимуществ, чтобы обеспечить успех, если бы они были запланированы научным образом и были бы решены те проблемы, которые они встречают, избегая успокоительного решения.

Нильский туризм представляет собой обычные экскурсии между городами Луксор и Асуан, так как эти экскурсии составляют более 90% от спроса на плавающие отели. И возможно увеличить протяженность этих экскурсий с целью развития туризма в регионе озера Насер, добавив дополнительную экскурсию «Асуан – Абу-Симбел», улучшив ее программу и организовав посещение большего числа достопримечательностей, путем создания и планирования специализированных туристических центров (археологических, исторических, развлекательных, лечебных и т.д.) по обе стороны озера [9].

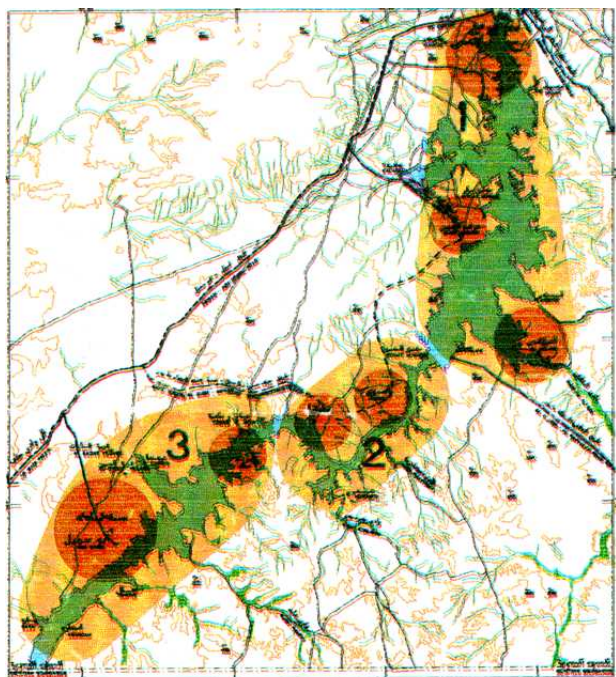
Спрос на посещение озера Насер составляет приблизительно лишь 3% от общего спроса на плавучие гостиницы, но ожидается его увеличение после процессов развития туризма на озере, а также создания дополнительных плавучих отелей высокого уровня (4 и 5 звезд).

## **Пятое - выгода от создания туристических центров на озере Насер**

Выгода от нильской туристической деятельности зависит от двух важных факторов: показателей занятости и цен продажи сервиса. А туризм на озере все еще остается выгодным, поскольку темп занятости превышает 70%, и цены являются приемлемыми, так как он приносит доход более чем на 30%. В общем, нильский туризм на озере Насер обещает вероятность высокого развития, поскольку ожидается рост спроса на него приблизительно на 7% ежегодно, с осуществлением показателя занятости в 65% и достижением экономической отдачи от 20% до 25% [10].

### Шестое - выводы и рекомендации

Предлагаемые районы для планирования туристических центров в регионе озера Насер:



Предлагаемая схема планировки туристических центров на озере Насер

Предлагаемые Туристические центры ●●●●●●●●●● Предлагаемые туристические регионы ■■■■■■■■

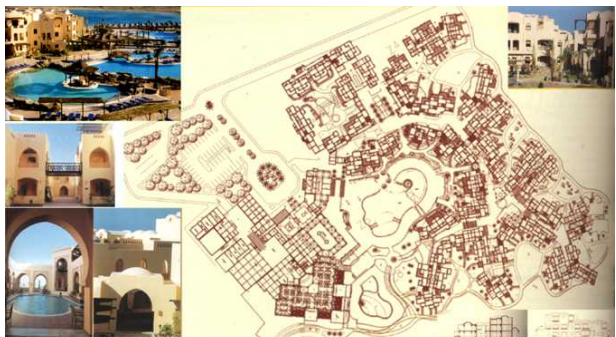


Схема генерального плана для туристического центра на озере Насер

В результате вышеизложенного анализа можно разделить территорию озера Насер на три района и туристические центры следующим образом:

**1. Район 1:** Северный район, туристическим центром которого является комплекс Калабии и заповедник Вади Алаки.

Предлагаемый в этом районе туристический центр опирается на археологический и природный туризм, альпинизм, охоту на птиц, на природные заповедники.

**2. Район 2:** Центральный район, его туристическим центром является комплекс Аль-Собу и Амда, и он опирается на археологический туризм и сафари-туризм. И в нем туристический центр опирается на

лечебный туризм, туризм международных конференций и нубийский фольклор на берегах озера Насер.

**3. Район 3:** Южный район, туристическим центром которого является зона Абу-Симбел, и опирается он на археологический туризм в Абу-Симбеле, туризм по наследию в Кестеле и Адедане, и также на создание туристического центра для водных видов спорта и рыбалки.

### **3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании вышеизложенного определяются туристические программы и устанавливается структура предлагаемых туристических центров на берегах озера Насер в Арабской Республике Египет.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Агентство по вопросам окружающей среды - первая национальная конференция по египетским озерам - Министерство по делам окружающей среды – 2005.
2. Махмуд Абдель-Мунсиф. На берегах египетских озер (озера Насер). Часть I – «Дар Аль-Китаб Аль-Араби» для печати и издания, 1967.
3. Озорис Мухаммед Али. Исследование о загрязнении в озере Насер. 1999. (Рабочий документ).
4. Алива Махмуд. Региональное планирование района озера Насер. Дисс. магистра – факультет градостроительного планирования – Университет «Аль-Азхар», 1987.
5. Главное управление градостроительного планирования. Общее планирование для озера Насер. 2017, Министерство жилищного строительства, Каир, 1997.
6. UN-HABITAT, Urban planning best practices on creating harmonious cities, 2008.
7. Туристическое исследование по развитию районов египетских озер. Часть I. Министерство туризма. Центральное управление планирования и мониторинга, 2001.
8. Джейхан Насер. Взаимное влияние между туристическими и экологическими проектами. Магистратура, факультет городского планирования, Каирский Университет, 1995.
9. Амр Аль-Халафауи. Туристические деревни - аналитическое исследование, магистратура, факультет городского планирования, Каирский Университет, 1987.
10. Отчеты о полевых исследованиях египетских озер, 2005.

შპს 796.51

**სამხრეთ ეგვიპტეში ნასერის ტბაზე ტურისტული ცენტრების დაგეგმარება  
ნ. კატარი**

აზერბაიჯანის არქიტექტურულ-სამშენებლო უნივერსიტეტი

**რეზიუმე:** განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ტურიზმის განვითარებას სამხრეთ ეგვიპტეში, რადგან მათ ტურიზმის დიდი პოტენციალი გააჩნიათ. ამ მხრივ ნაშრომი წარმოადგენს სამხრეთ ეგვიპტეში ნასერის ტბასთან არსებული პოტენციალის გამოკვლევას და ანალიზს. განიხილება საკითხები ტურისტული ცენტრების განვითარების გეგმების შესახებ, რომელიც უნდა განვითარდეს ნასერის ტბაზე. აგრეთვე ეგვიპტურ ტბებზე ტურისტული ცენტრების დაგეგმარება.

**საკვანძო სიტყვები:** ტურიზმი; ტურისტული ცენტრები; ნასერის ტბის რეგიონები; ტურისტული კომპლექსები; ექსკურსიები; კრუიზები ნილოსზე.

UDC 796.51

**PLANNING OF TOURISTIC CENTERS ON THE NASSER LAKE IN THE SOUTH OF EGYPT****N. Katari**

Azerbaijan State Architecture and Construction University

**Resume:** There is given particular attention to the development of tourism in the south of Egypt, as there is a great potential for tourism. In this respect, the current research study and analysis of available tourism potentials of Nasser lake in the south of Egypt. In this research there are investigated questions for use in the preparation of plans tourist centers development, which are supposed to be created on Nasser lake, and also project development and planning of touristic centers on the Egyptian lakes.

The basis of the research is related to interaction of city-planning elements, regulating the creation and planning of touristic centers.

There is analyzed the role, which these centers can play within the comprehensive tourism development system, implying ecological balance in the region of the Nasser lake.

**Key words:** tourist's centers; regions of the Nasser lake; tourist's complexes; excursion; Nile's cruises.

*Дата поступления 29.03.10**Принято к печати 13.04.10*



# ინფორმაციისა და მართვის სისტემების სექცია

შპს 621.397.13

ვიივლენტ ტექნოლოგიის ალგორითმების მაშინტეგრირებადი თვისებები

ი. ჩხეიძე,\* თ. ტომარაძე, ლ. ტოკაძე

საინჟინრო კიბერნეტიკისა და ხელსაწყოთმშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: irmikh2002@mail.ru

**რეზიუმე:** სამუშაოში მოყვანილია ვეივლენტ-ტექნოლოგიის ალგორითმების შემთხვევითი შეცდომების ფილტრაციის კვლევის შედეგები. Mathcad პროგრამის გარემოში ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ „ხმაურდადებული“ გამოსახულებისათვის ვეივლენტ-გარდაქმნის გამოყენებამ გააუმჯობესა გამოსახულების ხარისხი 2,5-3 დბ-ით, მაშინ როდესაც მედიანური ფილტრაციის შემდეგ გაუმჯობესება არ აღემატებოდა 1 დბ-ს. მაშასადამე ვეივლენტ-ტექნოლოგიის ალგორითმებს გააჩნიათ შეცდომების მაფილტრირებადი თვისებები, როცა განიხილება შეცდომების შემოქმედება საწყის ინფორმაციაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ვეივლენტ-ტექნოლოგია; შემთხვევითი შეცდომები; ფილტრაცია; გამოსახულების ხარისხი.

## 1. შესავალი

სადღეისოდ ვეივლენტ ანალიზი წარმოადგენს ინფორმაციის კომპიუტერული ტექნოლოგიის მეტად პერსპექტიულ დარგს [1]. სიგნალების ციფრული დამუშავების ერთ-ერთი აქტუალური ამოცანაა: სიგნალის გაწმენდა შემთხვევითი შეცდომებისაგან. ცნობილია, რომ რეალურ პირობებში საინფორმაციო სისტემის ელემენტები განიცდის ხელშემშლელის შემოქმედებას [2], რის შედეგად მიღებული ინფორმაცია არ უდრის იმ საწყის მონაცემებს, რომლებიც ინფორმაციის გადაცემის პროცესში დამახინჯდა, შეცდომების შემოქმედების გამო. ნებისმიერი საინფორმაციო საზოგადოების სისტემა განიხილება როგორც ინფორმაციის გადაცემის არხი. შეიძლება ითქვას, რომ ხელშემშლელი ფაქტორების შემოქმედება გადასაცემ ინფორმაციაზე ხელს უშლის შეტყობინებათა ციფრული დამუშავების ეფექტურობას. ამიტომ შემთხვევითი შეცდომების სასარგებლო ინფორმაციაზე ზედდების და შემოქმედების კვლევა აქტუალურია და შემდეგ ამოცანებს მოიცავს: 1. დასამუშავებელ შეტყობინებებზე,

ანუ ინფორმაციის წყაროზე, ხელშემშლელის შემოქმედების ანალიზი ამა თუ იმ კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებით; 2. ანალიზი იმ ხელშემშლელი ფაქტორების შემოქმედებისა, რომლებიც არსებობენ ინფორმაციის საზოგადოებაში: ეს ამოცანა დაკავშირებულია საზის ან არხის ხელშემშლელთა მიმართ მდგრადობასთან [2].

შემოთავაზებულ სტატიაში განხილულია პირველი ამოცანა. შემთხვევითი შეცდომების ინფორმაციაზე ზედდების შემცირებისა და აღმოფხვრისათვის გამოყენებულ მეთოდს ხელშემშლელთა ან ხმაურის ფილტრაცია ეწოდება, ხოლო შესაბამისი ალგორითმების თვისებებს კი მაფილტრირებადი [2].

## 2. ძირითადი ნაწილი

ამ სამუშაოს მიზანია გამოვიკვლიოთ ვეივლენტ-გარდაქმნის „ხმაურის“ მაფილტრირებადი თვისებები, როგორც ერთგანზომილებიანი ასევე ორგანზომილებიანი სიგნალისთვის. ერთგანზომილებიანი სიგნალის სახით აღებულია მონაცემები, რომლებიც თავიდანვე „მოიცავს ხმაურს“, შემოტანილს საზოგადოებაში საშუალების ცდომილებებით. Mathcad პროგრამულ გარემოში ძალიან მარტივად შეიძლება მოხდეს ციფრული სიგნალების და მათი ძირითადი ამოცანების რეალიზაცია [5]. ჩვენ ვიყენებთ ვეივლენტ გარდაქმნის შესაძლებლობებს ხმაურის აღმოფხვრისათვის. შესაბამისი ალგორითმების შედგენა და ექსპერიმენტული შემოწმება სრულდება Mathcad პროგრამულ გარემოში. ექსპერიმენტები ჩატარებულ რამდენიმე გამოსახულებაზე, რომლის ზომა იყო 256×256, ხოლო პიქსელების ინტენსივობა იცვლებოდა [0..255] დონეების ინტერვალში. სტატიაში მოყვანილია სატესტო გამოსახულება, რომელიც მოცემულია 1-ელ ნახაზზე. მე-2 ნახაზზე მოცემულია ხმაურ დადებული გამოსახულება სტანდარტული ფუნქციის addnoise მეშვეობით.

M:=READBMP("C:\Program Files\Mathcad  
\Mathcad 14\Handbook\improc\camera") (1)

N:=addnoise(M,0.4,40) (2)

მე-2 გამოსახულებაში ბოლო პარამეტრი ასახავს ხმაურის დონეს. შემდეგ ხდება ამ ხმაურიანი გამოსახულებისთვის ვიდეო ტრანსფორმანტის მიღება wave2d(N,7) ფუნქციით, სადაც 7 პირამიდის დონეს აღნიშნავს, ხოლო N „ხმაურდადებული“ გამოსახულებაა.



M

ნახ. 1. სატესტო გამოსახულება "Camera"



N

ნახ. 2. „ხმაურდადებული“ გამოსახულება

პირამიდის დონე აჩვენებს თუ რამდენჯერ შემცირდა გარჩევითუნარიანობა (27-ლჯერ). ტრანსფორმანტის მიღების შემდეგ ხდება მასში კოეფიციენტების სორტირება. თუ კოეფიციენტის მნიშვნელობა ზღურბლის მნიშვნელობაზე ნაკლებია, იგი ნულს უტოლდება და ის არ გადაიცემა. თუ მეტია, მაშინ ის მუშავდება Donoho და Jonstone მეთოდით [4].

აღდგენილი გამოსახულება მოცემულია მე-3 ნახაზზე. ცხადია, მე-3 ნახაზზე მიღებული სურათი ადასტურებს ვიდეო-გარდაქმნის მაფილ-

ტრირებელ თვისებას. შედარებისათვის, ამავე პირობებში საწყისი გამოსახულება ორთოგონალური ფილტრით და მედიანური ფილტრით დავამუშავეთ [4].



scale(recons,0,255)

ნახ. 3 აღდგენილი გამოსახულება "Camera"

შედეგებმა გვიჩვენა რომ ორთოგონალური ფილტრების გამოყენებისას სიგნალ-ხმაურის პიკური ფარდობა 18,47 დბ უდრიდა, მედიანური ფილტრის შემთხვევაში კი 21,26 დბ-ს გაუტოლდა. ვიდეო ტექნოლოგიით განხორციელებულმა ფილტრაციამ 24,7 დბ მნიშვნელობა განაპირობა.

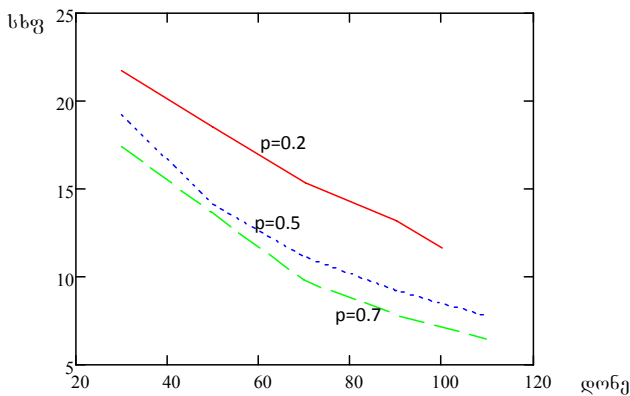
ამ ექსპერიმენტმა ვიდეო-გარდაქმნის გამოყენების მიზანშეწონილობა ცხადყო შემთხვევითი შეცდომების ინფორმაციაზე ზეგავლენის ანალიზისა და ფილტრაციისათვის. შემდეგი ექსპერიმენტის მიზანი იმის გარკვევა იყო, თუ როგორ იცვლება აღდგენილი გამოსახულების ხარისხი, მოცემული სიგნალ ხმაურის ფარდობის კრიტერიუმით, როცა ხელშეშლის (ხმაურის) დონე იცვლება სისტემის შესასვლელზე სხვადასხვა ალბათობისათვის  $p=0,2; 0,5; 0,7$ . შედეგები მოცემულია ცხრილში, რომლის მიხედვით აგებულია შესაბამისი გრაფიკები.

მიღებული შედეგების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები: 1. ხმაურის დონის გაზრდა (იხ. ცხრილის მე-3 სვეტი) იწვევს შემავალი სიგნალის სიგნალ-ხმაურის ფარდობის (სხვ) შემცირებას საშუალოდ 2-3 დბ-ით, ხმაურის ალბათობის ყველა მნიშვნელობისათვის. 2. ვიდეო-გარდაქმნის Donoho და Jonstone მეთოდით გამოყენება აუმჯობესებს აღდგენილი გამოსახულების ხარისხს, როგორც სუბიექტური შეხედვით ასევე რაოდენობრივად სიგნალ-ხმაურის ფარდობის მნიშვნელობის 2~3 დბ-ით გაზრდით.

შემთხვევითი შეცდომების ვეივლეტ ფილტრაციის მაჩვენებლები

გამოსახულების სახე	შეცდომის ალბათობა	ხელშეწყობილი მაქსიმალური დონის მნიშვნელობა	სხვ შესახებ	სხვ გამოსახულებზე
Camera	0.2	30	20.38	21.7
		50	16.04	18.5
		70	13.25	15.37
		90	11.15	13.16
		100	9.75	11.63
Camera	0.5	30	5.79	19.21
		50	7.22	14.7
		70	9.17	11.15
		90	12.03	9.26
		110	16.43	7.74
Camera	0.7	30	14.9	17.43
		50	10.57	13.65
		70	7.72	9.77
		90	5.74	7.84
		110	4.32	6.43

როგორც აღვნიშნეთ შესავალში, სტატიაში გაანალიზებულია მაფილტრირებელი თვისებები ვეივლეტ ტექნოლოგიისა ერთგანზომილებიანი სიგნალისთვისაც, რომელიც წარმოადგენდა მონაცემებს, აღებული ბირთვულ-მაგნიტურ რეზონანსის სისტემით. ეს სიგნალი თავდაპირველად მოიცავდა ხმაურს, რომელიც ვეივლეტ ფილტრაციით უნდა აღმოფხვრას.



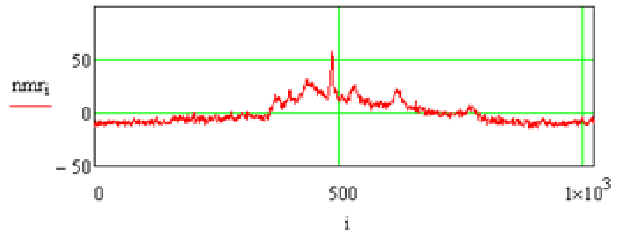
ნახ. 4. დეკოდერის გამოსაველზე მიღებული გამოსახულების სხვ-ის დამოკიდებულება შეცდომების დონესთან

ძალიან მნიშვნელოვან ასპექტს, სადაც შეიძლება მივიღოთ ძალიან კარგი შედეგი ვეივლეტ გარდაქმნის გამოყენებისა, არის შეცდომებიანი სიგნალიდან სასარგებლო სიგნალის გამოყოფა waveshrink ფუნქციის საშუალებით. ამ

მეთოდის პიონერებად ითვლებიან პროფესორები David Donoho და Jain Jonstone [4].

მეთოდი გამოვიყენეთ (NMR) ბირთვულ მაგნიტო რეზონანსის (რეალურად მიღებულ) სიგნალისათვის, რომელიც გრაფიკულად მოცემულია მე-5 ნახაზზე.

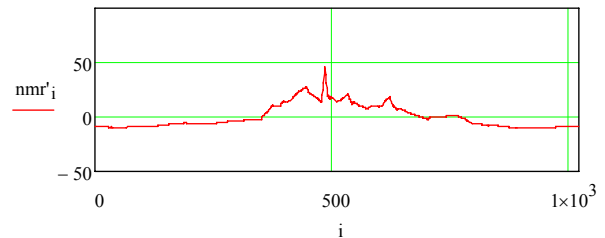
$$nmr_i = \dots; i = 0 \dots \text{rows}(nmr) - 1$$



ნახ. 5. ხმაურადღებული სიგნალი

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ამ სიგნალს „ხმაური“ გააჩნია, რომელიც სასარგებლო სიგნალიდან ისე უნდა აღმოფხვრას, რომ სასარგებლო სიგნალის ყველა მისთვის დამახასიათებელი ამპლიტუდური მკვეთრი გაზრდა და შემცირება (ნახტომები) უნდა შენარჩუნდეს. მიღებული შედეგი ასახულია მე-6 ნახაზზე, როგორც ვხედავთ, აღდგენილ გამოსახულებაში შენარჩუნებულია სასარგებლო სიგნალისათვის დამახასიათებელი მკვეთრი და იმპულსური ხასიათის ცვლილებები.

$$nmr' = \text{waveshrink}(nmr, \text{daublet}(4))$$



ნახ. 6. სიგნალის სახე, შეცდომების აღმოფხვრის შემდეგ

როგორც ვხედავთ, waveshrink ფუნქციის საშუალებით შესაძლებელი გახდა ამ სიგნალის განმსაზღვრელი მახასიათებლის შენარჩუნებით ხმაურის აღმოფხვრა.

3. დასკვნა

ვეივლეტ ტექნოლოგიის ალგორითმების მაფილტრირებელი თვისებების კვლევამ ცხადყო, რომ ალგორითმებს შეცდომების აღმოფხვრის ფილტრაციის უნარი გააჩნია, როცა განიხილება შეცდომების (ხმაურის) ზემოქმედება ინფორმაციის წყაროზე.

**ლიტერატურა**

1. Ходжибаев А.М., Адылова Ф.Т. Новейшие ГРИД-технологии в электронной медицине // Ukr.z.telemed.med.telemat.2005. Vol. 3, N1. 23-34 p. [http://www.telemed.org.ua/UJTMMT/N1\\_05/article3.html](http://www.telemed.org.ua/UJTMMT/N1_05/article3.html)
2. Орищенко В.И., Санников В.Г., Свириденко В.А. Сжатие данных в системах сбора и передачи информации. М.: Радио и связь, 1985. - 182 с.
3. С. Уэлстид. Фракталы и Вейвлеты для сжатия изображений в действии. М.: Триумф, 2003. - 311 с.
4. Donoho D.L., "Dl-Noising by Soft-thresholding", IEEE Trans. on inf. Theory, 1995, vol 41, 3, pp. 613-627. Wavelets and its application. html.2009, 1-24 с.
5. Дьяконов В. Mathcad 2001, Санкт-Петербург: Питер Бук, 2001. - 397 с.

**UDC 621.397.13****WAVELET TECHNOLOGY ALGORITHMS FOR FILTRATION PROPERTIES****I.Chkheidze, O.Tomaradze, L. Tokadze**

Department of engineering cybernetics and Instrument bulding, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** There are given the results of research filtration algorithms of the random errors by application Wavelet technology. Experiments carried out in the range of the program Mathcad are given, they have shown, that the use of Wavelet transformation image covered by noise improves quality of the image on 2,5-3 db while even after median filtration the improvement did not exceed 0,9-1 db. Consequently, the Wavelet technology algorithms have the best filtering properties, when the random errors are considered at the the initial information.

**Key words:** Wavelet technology algorithms; the random errors; filtration; quality of the image.

**УДК 621.397.13****ФИЛЬТРУЮЩИЕ СВОЙСТВА АЛГОРИТМОВ ВЕЙВЛЕТ-ТЕХНОЛОГИИ****Чхеидзе И.М., Томарадзе О. К., Токадзе Л.Ш.**

Департамент инженерной кибернетики и приборостроения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Приведены результаты исследования алгоритмов фильтрации случайных ошибок применением Вейвлет-технологии. Эксперименты, проведенные в среде MathCad, показали, что использование Вейвлет-преобразования над зашумленным изображением улучшает качество изображения на 2,5-3 дБ, в то время как даже после медианной фильтрации улучшение не превосходит 0,9-1 дБ. Следовательно, алгоритмы Вейвлет-технологии обладают наилучшими фильтрующими свойствами, когда случайными ошибками искажается исходная информация.

**Ключевые слова:** Вейвлет-технология; случайные ошибки; фильтрация; качество изображения.

*შემოსვლის თარიღი 01.02.10  
მიღებულა დასაბუჭდად 08.02.10*

შპს 621.397.13

**კარდიოგრამის ანალიზი ვეივლენტ დროით-სიხშირული წარმოდგენის საფუძველზე**

ი. ჩხეიძე\*, ლ. ტოკაძე

საინჟინრო კომპიუტერული ტექნოლოგიების და ხელსაწყოთმშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: giolala@rambler.ru

**რეზიუმე:** Mathcad გარემოში ვეივლენტ პაკეტის ფუნქციების საფუძველზე მიღებულია ჯანმრთელი და გულის იშემიით დაავადებულ პაციენტის ელექტროკარდიოგრამის დროით-სიხშირული წარმოდგენა. დროით-სიხშირული მახასიათებლების ანალიზი იძლევა საშუალებას კარდიოგრამაში აღმოჩენილ იქნეს ცვლილებები, გამოწვეული იშემიური დაავადებით მის ნაადრევ სტადიაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** კარდიოგრამა; დისკრეტული ვეივლენტ დროით-სიხშირული ანალიზი; ვეივლენტ ფუნქცია; Mathcad პროგრამა.

**1. შესავალი**

თანამედროვე მედიცინაში გულის კორონარული და იშემიური დაავადების მქონე ავადმყოფთა რიცხვის გაზრდის გამო წარმოიშვა აუცილებლობა ამ დაავადებების ნაადრევი აღმოჩენის ახალი მეთოდების შექმნისა, რომელიც დაფუძნებულია კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებაზე და განკუთვნილია არასტაციონარული პროცესების ანალიზისათვის [1,2]. ელექტროკარდიოგრამა მიეკუთვნება ასეთი პროცესების კლასს [1]. ვეივლენტ-გარდაქმნა გახდა მძლავრი ალტერნატივა ფურიეს გარდაქმნის მეთოდისა [1,3,4], ვინაიდან იგი უზრუნველყოფს როგორც დროით გარჩევითუნარიანობას მაღალ სიხშირეებზე, ასევე კარგ სიხშირულ გარჩევითუნარიანობას დაბალ სიხშირეებზე.

**2. ძირითადი ნაწილი**

სამუშაოს მიზანი არის *Mathcad* პროგრამის მეშვეობით დისკრეტულ ვეივლენტ პაკეტის შექმნის საფუძველზე კარდიოგრამის დროით-სიხშირული მახასიათებლების მიღება. ეს საშუალებას მოგვცემს ფიქსირებული დროისათვის, გავიგოთ შესაბამისი მასშტაბური პარამეტრის ცვლილება და აღმოვაჩინოთ დეტალები, რომლებიც წარმოიქმნებიან ერთი მასშტაბიდან მეორეზე გადასვლის დროს. სიხშირულ-დროითი ანალიზის უპირატესობა თვალსაჩინოა, რადგან ის განკუთვნილია სიგნალში ლოკალური სიხშირულ-დროითი ენერჯის ცვლილების გამოსავლენად. ცხადია, რომ იმ გარდაქმნას, რომელიც უნდა გამოყენებულ იქნეს სიგნალის

სიხშირულ-დროითი წარმოდგენისათვის უნდა გააჩნდეს როგორც სიხშირული, ასევე დროითი მახასიათებლების გამოვლენის საშუალება.

სიხშირულ-დროითი ლოკალიზაციის პირობებს აკმაყოფილებს

$$\Psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (1)$$

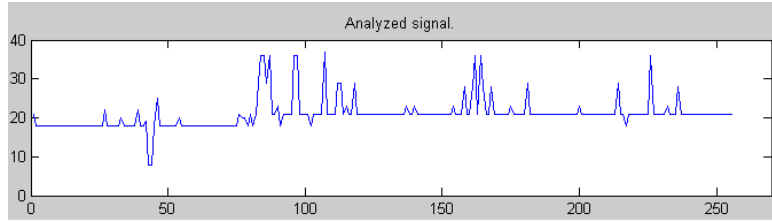
ბაზისური ფუნქცია, რომელსაც ვეივლენტ ეწოდება, ხოლო  $x(t) \in L_2(R)$  ფუნქციის ინტეგრალს კი

$$W(a,b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (2)$$

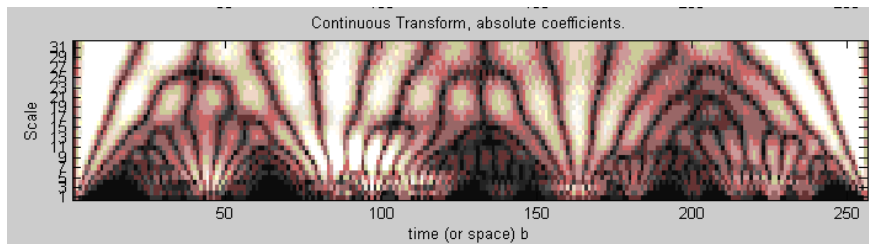
უწყვეტი ვეივლენტ-გარდაქმნა [4]. აქ  $a, b \in R$ ,  $a \neq 0$ . (1) და (2) გამოსახულებებს გააჩნია ორი  $a$  და  $b$  პარამეტრი.  $a$  - პარამეტრი უზრუნველყოფს სიხშირულ ანალიზს, რომელიც განსაზღვრავს ვეივლენტის ზომას, და მას ხშირად მასშტაბს უწოდებენ. ფურიეს ანალიზში მასშტაბის ანალოგს წარმოადგენს პარმონიული რხევის პერიოდი ანუ მისი შებრუნებული სიდიდე - სიხშირე [3,4].  $a$ -ს მცირე მნიშვნელობები სიგნალში ახასიათებს სწრაფ ცვლად პროცესებს და შეესაბამება მაღალ სიხშირეებს, ხოლო  $a$ -ს დიდი მნიშვნელობები, რომლებიც სიგნალში ნელ პროცესებს ახასიათებს, დაბალ სიხშირეებს შეესაბამება.  $b$  - პარამეტრი გვიჩვენებს ვეივლენტის მდებარეობას დროის ღერძზე და მას ძვრა (წანაცვლება) ეწოდება. ჩვენ მივიღეთ სიგნალის დროით-სიხშირული წარმოდგენა ვეივლენტ-გარდაქმნის გამოყენებით, როდესაც ვეივლენტ საბაზო ფუნქცია მოცემული იყო „მოდულტ“ ფუნქციის სახით:  $\Psi(t) = \exp\{j\omega_0 t\} \exp\left\{\frac{-t^2}{2}\right\}$ . შემდეგი

ნახაზი შეესაბამება მიღებული შედეგების გრაფიკულ ინტერპოლაციას, როდესაც საწყისი სიგნალი ადამიანის კარდიოგრამის იმ ნაწილს წარმოადგენს, რომელიც შეიცავს  $P, Q, R, S, T$  კბილანებს. [2] მისი ასახვა მოცემულია 1-ელ ნახაზზე.

როგორც ცნობილია, გამოსახულებით მოცემული ერთგანზომილებიანი სიგნალის სპექტრი სამგანზომილებიანი სივრცის ზედაპირს წარმოადგენს, ხოლო მისი პროექცია  $a, b$  სიბრტყეზე არის იზოდონების ამსახველი, რაც საშუალებას იძლევა თვალი ვადევნოთ ტრანსფორმანტის კოეფიციენტების ცვლილებას სხვადასხვა ( $a$ ) მასშტაბზე დროის მიხედვით ( $b$ ). სპექტრი მოცემულია მე-2 ნახაზზე.



ნახ. 1. ელექტროკარდიოგრამის ნაწილი, რომელიც შეიცავს P,Q,R,S,T კვილებს



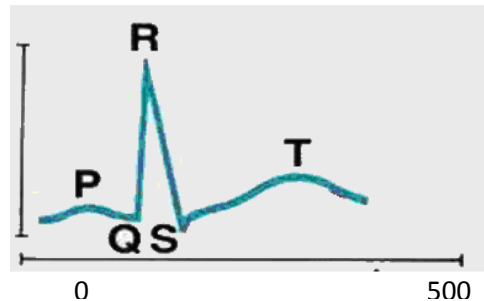
ნახ. 2. ვეივლეტ დროით-სიხშირული წარმოდგენა უწყვეტი “მორლეტ” საბაზო ფუნქციით

ამ ნახაზზე ვერტიკალური კვთების ( $b=const$ ) ვეივლეტ-სპექტრი ასახავს სიგნალის კომპონენტების შემადგენლობას მოცემულ მომენტში, ხოლო ჰორიზონტალური კვთები ( $a$  პარამეტრის მიხედვით) – სიგნალის მასშტაბური კომპონენტის ცვლილებას დროის მიხედვით.

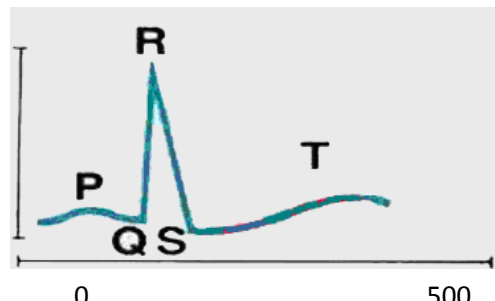
მე-2 ნახაზზე მოცემული გარდაქმნა მიეკუთვნება უწყვეტ გარდაქმნას მიღებულს “მორლეტ” ფუნქციის საფუძველზე, ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ (მაგალითად, [3,4]) უწყვეტი ვეივლეტ გარდაქმნის პრაქტიკული გამოყენება შეზღუდულია, ვინაიდან: 1) ამ შემთხვევაში ბაზისური ფუნქციები არ წარმოადგენს მკაცრად ორთოგონალურს [3]; 2) სიგნალის გაზომვის შედეგები წარმოადგენს დისკრეტულ მომენტში მიღებულ მნიშვნელობებს, რომლის რაოდენობა ყოველთვის სასრულოა და საწყისი სიგნალი არ აღიწერება მათემატიკურად ანალიზური ფუნქციით. ამიტომ უპირატესობა ენიჭება დისკრეტულ ვეივლეტ გარდაქმნის გამოყენებას. ამის გამო პრაქტიკულად გამოიყენება დისკრეტული ვეივლეტ-გარდაქმნა, რომელიც *Mathcad* პროგრამაში მოცემულია მზა მოდულების და ფუნქციების სახით [5].

დისკრეტულ ვეივლეტზე დაფუძნებული დროით-სიხშირული ანალიზი გვიჩვენებს, თუ როგორ იცვლება სიგნალის სიხშირის შემადგენლობა დროის მიხედვით.  $x$ -ჰორიზონტალურ ღერძზე გადაიზომება დრო, ხოლო ვერტიკალურ  $y$  ღერძზე კი სიხშირე. დროით-სიხშირული არე მართკუთხედებად იყოფა. მართკუთხედის სიგრძე ( $x$ -ღერძის მიმართ) ასახავს დროით არეში აღებულ ვექტორს, ხოლო სიგანე ( $y$ - ღერძის მიმართ) – შეესაბამება ვექტორის სიხშირის ზოლს. მართკუთხედის სიმაღლე დამოკიდებულია გარდაქმნის კოეფიციენტის ინტენსივობაზე, უფრო შავი შეესაბამება უფრო მაღალ ენერჯიას დროით-სიხშირული ლოკალიზაციისას.

ჯანმრთელი და იშვებით დაავადებული ავადმყოფის კარდიოგრამები, რომელიც მოიცავს 255 პიქსელს მოცემულია მე-3 და მე-4 ნახაზებზე. ამ ნახაზებზე ჰორიზონტალურ ღერძზე გადაზომილია ანათვალთა ნომერი, ხოლო ვერტიკალურზე კი სიგნალის დონე მკე-ში. ხოლო მე-5 ნახაზი შეესაბამება დროით-სიხშირულ წარმოდგენას “ჯანმრთელი” კარდიოგრამისათვის.



ნახ. 3. ჯანმრთელი ადამიანის კარდიოგრამის ფრაგმენტი



ნახ. 4. იშვებით დაავადებული ადამიანის კარდიოგრამის ფრაგმენტი

ჩვენ მივიღეთ დისკრეტორებული ვეივლეტ ფუნქციებზე აგებული დროით-სიხშირული წარმოდგენა ორი სახის ვეივლეტ-გარდაქმნის გამოყენებით. მე-5 ნახაზზე მოცემულია სურათი,

რომელიც მიღებულია *dwt* გარდაქმნის გამოყენებით. იმისათვის რომ კარგად გამოჩენილიყო სურათი, დაგვირდა არამიღებული სურათის ასახვა, არამედ 255 ინტენსივობიდან მიღებული სურათის სხვაობის გამოყენება. ამის შედეგად მაღალი ინტენსივობის მქონე – შავი მართკუთხედები, გარდაიქმნა თეთრ მართკუთხედებად.

$$MaxDWTLevel(y1) = 8$$

$$J := 5$$

$$MaxDWTLevel(dwavelet(N)) = 8$$

$$filter := daublet(4)$$

$$w := dwt(y1, J, filter)$$

$$QQ := tfPlotFromWPT(w, wavebs(J, 1), 1, 1)$$



255. -QQ

ნახ. 5. დისკრეტული *dwt* ფუნქციით მიღებული კარდიოგრამის დროით-სიხშირული წარმოდგენა

მეორე შემთხვევაში დროით-სიხშირული გარდაქმნის მისაღებად გამოყენებულ იქნა ვეივლეტ-პაკეტის ფუნქცია *wpt* ოპტიმალური საბაზო ფუნქციით *pgridplot(basis, J)*. ორივე შემთხვევაში მასშტაბური ფუნქციის დონე  $J = 5$ . აღვნიშნოთ, რომ მასშტაბური ფუნქციის დონე განაპირობებს “*a*”-ს მასშტაბს, მისი შებრუნებული სიდიდე კი დაკავშირებულია სიხშირესთან.

$$T := wpt(y1, 5, filter)$$

$$entropy(x) := -\left(\frac{x}{nrm}\right)^2 \cdot \ln\left[\left(\frac{x}{nrm}\right)^2\right]$$

$$basis := best\_basis(T, entropy)$$

$$nrm := \sqrt{y1 \cdot y1}$$

$$Q := pgridplot(basis, J)$$

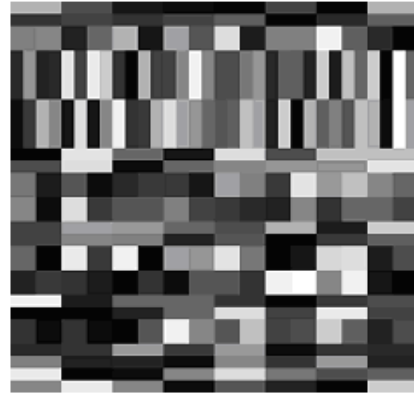
$$w1 := extract\_basis(T, basis)$$

$$QQA := tfPlotFromWPT(w1, basis, 1, 1)$$

მე-5 და მე-6 ნახაზი ცხადყოფს, რომ სიგნალის დროით-სიხშირული სტრუქტურა უფრო კარგი მიიღება, როცა *wpt* გარდაქმნას ვეივლეტ-პაკეტის შეესაბამება ვეივლეტ-პაკეტის გამოყენებას ოპტიმალური საბაზისო ფუნქციით.

$$av := 255 \cdot -QQA$$

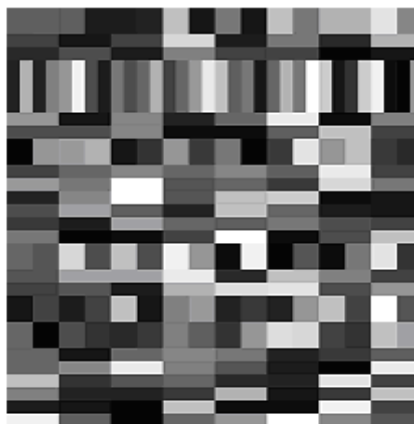
თუ შევადარებთ დისკრეტულ ვეივლეტზე და ვეივლეტულ დროით-სიხშირულ სურათს (ნახ. 5 და ნახ. 6), დავრწმუნდებით, რომ მე-6 ნახაზი უფრო მკვეთრად ასახავს სურათს ვიდრე მე-5 ნახაზი.



255. -QQ

ნახ. 6. დისკრეტული ვეივლეტ პაკეტის (*wpt*) ოპტიმალური საბაზო ფუნქციით მიღებული ჯანმრთელი ადამიანის კარდიოგრამის დროით-სიხშირული წარმოდგენა

შემდგომ ეტაპზე ჩვენ მივიღეთ დროით-სიხშირული გარდაქმნა ვეივლეტ *wpt* ოპტიმალური საბაზო ფუნქციით სიგნალისათვის, რომელიც ასახავდა ამავე პიროვნების კარდიოგრამას, როცა მისმა კარდიოგრამამ ცვლილება განიცადა დაავადების გამო. ეს ცვლილება მკვეთრად აისახა დროით-სიხშირულ წარმოდგენაზე: (ნახ. 7) კერძოდ მართკუთხედების ინტენსივობამ გადანაწილება განიცადა. ჯანმრთელი და ავადმყოფი ადამიანის კარდიოგრამებისათვის მიღებული დროით-სიხშირული წარმოდგენის განსხვავება უფრო მკვეთრად გამოჩნდა, როცა მივიღეთ მე-6 და მე-7 ნახაზების გამოსახულებათა სხვაობის ნახაზი. მიღებული დროით-სიხშირული სურათების ანალიზი კარდიოლოგს საშუალებას აძლევს დაადგინოს მცირე ცვლილება და გააკეთოს დასკვნა დაავადების შესახებ.



255. -QQA

ნახ. 7. დისკრეტული ვეივლეტ პაკეტის (*wpt*) ოპტიმალური საბაზო ფუნქციით მიღებული იშემიით დაავადებული ადამიანის კარდიოგრამის დროით-სიხშირული წარმოდგენა

### 3. დასკვნა

1) დისკრეტულ ვეივლეტ გარდაქმნის გამოყენება სიგნალის დროთ-სიხშირული წარმოდგენისას უფრო თვალსაჩინოა კარდიოგრამის ანალიზისათვის, ვიდრე უწყვეტი ვეივლეტ “მორლეტის” გამოყენების დროს; 2) კარდიოგრამის სიგნალის დროთ-სიხშირული სტრუქტურა მიიღება უფრო დეტალური და ინფორმაციის მომცემი, როცა ის დაფუნდებულია ვეივლეტ-პაკეტის გამოყენებაზე ოპტიმალური საბაზო ფუნქციით; 3) მიღებული დროთ-სიხშირული სურათების ანალიზი კარდიოლოგს საშუალებას აძლევს დაადგინოს კარდიოგრამაში მცირე ცვლილება და დასკვნა გააკეთოს დაავადების შესახებ.

### ლიტერატურა

1. Blaszyk K., Kulakowski P., Poloniecki J., Odemuyiwa O., Camma J., Malik M. Spectral temporal mapping

versus time domain-analysis of the signal averaged electrocardiogram: reproducibility of results. // European Heart Journal, 1992-Vol. 13., Abstract suppl., p. 646

2. Бойцов С.А., Гришаев С.Л., Солнцев В.Н., Кудрявцев Ю.С. Анализ усредненной ЭКГ у здоровых и ИБС // Вестник аритмологии. Санкт –Петербург, 2001, 23, стр. 32-35
3. С. Уэлстид. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. Москва: Триумф, 2003. - 320 с.
4. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения // Успехи физических наук, 1996, т. 166, с. 11-19
5. Дьяконов В. Mathcad 2001. Санкт-Петербург: Питер Бук, 2001. - 624. с.

UDC 621.397.13

## ELECTROCARDIOGRAM ANALYSIS ON THE BASIS OF TIME - FREQUENCY WAVELET TRANSFORMATION

I. Chkheidze, L. Tokadze

Department of engineering cybernetics and instrument making, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** On the basis of functions Wavelet Packet in program Mathcad time- frequency representation of the man healthy electrocardiogram and patient with ischemic heart disease is received. Analysis of Time-frequency characteristics allows to find out in the electrocardiogram changes called by ischemic heart disease at an early stage of its occurrence.

**Key words:** cardiogram; discrete time-frequency wavelet analysis; wavelet function; Mathcad program.

УДК 621.397.13

## АНАЛИЗ КАРДИОГРАММ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННО-ЧАСТОТНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Чхеидзе И.М., Токадзе Л.Ш.

Департамент инженерной кибернетики и приборостроения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** На основе функций Вейвлет-пакета в среде MathCad получено временно-частотное представление электрокардиограммы здорового и больного ишемией сердца человека. Анализ временно-частотных характеристик позволяет обнаружить в кардиограмме изменения, вызванные ишемической болезнью на ранней стадии ее возникновения.

**Ключевые слова:** кардиограмма; дискретный временно-частотный вейвлет-анализ; вейвлет-функция; Mathcad-программа.

*შემოსვლის თარიღი 12.11.09  
მიღებულია დასაბუჯდად 12.12.09*



УДК 621.3

## ПАРАДОКС НАСТРОЙКИ И ДРУГИЕ ПАРАДОКСЫ ВЕРОЯТНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Р.В. Какубава\*, Д.В. Гулуа\*, Г.М. Пипиа\*\*, С. Саммадар\*\*\*

\*Департамент компьютерной инженерии, \*\*Департамент математики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77; \*\*\* Атлантический Университет, США

E-mail: iveri@edu.ge

**Резюме:** Проведен системный анализ исторических парадоксов в задачах вероятностного моделирования. Рассмотрены основные причины, вызывающие появление вероятностных парадоксов. Высказаны некоторые предложения по избавлению от этих парадоксов. Особенно выделен парадокс переключения (перестройки), выявленный в последнее время американскими и японскими исследователями. А именно, этими специалистами был обнаружен эффект дисперсии в открытых и замкнутых системах очередей, который широко распространен в современном производстве. Авторы данной статьи работают над вопросами объяснения этих парадоксов и призывают заинтересованных коллег к сотрудничеству

**Ключевые слова:** парадокс; переключения; перестройка; время ожидания; время жизни.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Вероятностные модели давно стали мощным инструментом научного познания, инженерного творчества, социально-экономической деятельности человека.

Исключительно важной становится роль вероятностных моделей в результате разработки методологии статистического (имитационного) моделирования. Это обусловлено тем, что класс систем (технических, социально-экономических, биологических, экологических и др.), которые могут быть исследованы, существенно расширился.

Вместе с тем, многие методологические и гносеологические аспекты построения и исследования вероятностных моделей, а также вопросы выработки прогнозов для реальных проблем на основе интерпретации математических прогнозов, к настоящему времени проработаны недостаточно глубоко, и это обстоятельство очень часто ставит исследователей в тупик, порой с печальными последствиями.

По мнению известных специалистов по приложениям стохастических моделей в различных облас-

тях человеческой деятельности (Феллер, Гнеденко, Робертс, Байцер и др.), среди основных причин такого положения выделяется сложность феномена случайности, осмысление взаимосвязи и взаимообусловленности случайность-закономерность, количественной оценки случайных явлений (вероятностная мера). Подтверждением тому служат многочисленные парадоксы, которые возникают в прикладных задачах теорий вероятностей и случайных процессов. Над объяснением многих из них потрудились известные ученые, при этом очень часто им приходилось пользоваться самыми изощренными и тонкими логическими средствами и методами.

В связи с вышеизложенным, проблемы системного анализа случайных явлений и их вероятностного анализа, приводящие к парадоксам различного рода, считаются весьма актуальными.

### 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

**Парадокс Даламбера.** Рассматривается опыт, который заключается в подбрасывании двух одинаковых монет. Предполагается, что для обеих монет выпадение герба (Г) или решетки (Р) равновероятно.

Говорят, что любители азартных игр попросили знаменитого математика Даламбера подсчитать вероятности следующих трех событий:

$A = \{\text{Обе монеты выпали гербами вверх}\}.$

$B = \{\text{Обе монеты выпали решетками вверх}\}.$

$C = \{\text{Монеты выпали разными сторонами}\}.$

Даламбер, наивно предполагая, что эти события равновероятны, приписал каждому из них вероятность  $\frac{1}{3}$ . Вместе с тем, частоты появления этих событий существенно отличались от  $\frac{1}{3}$ , что приводило в замешательство опытных игроков.

На самом деле, равновероятными являются события:

$ГГ, ГР, РГ, РР$  и  $A=\{ГГ\} B=\{РР\} C=\{ГР\} \cup \{РГ\}$

Следовательно,  $P(A)=\frac{1}{4}, P(B)=\frac{1}{4}, P(C)=\frac{1}{2}.$

**Парадокс Бертрона.** Наудачу берется хорда в круге. Чему равна вероятность, что ее длина превосходит длину стороны вписанного равностороннего треугольника?

Решение 1. По соображениям симметрии можно заранее задать направление хорды. Проведем диаметр, перпендикулярный к этому направлению. Очевидно, что только хорды, пересекающие диаметр в промежутке от четверти до трех четвертей его длины, будут превосходить стороны правильного треугольника. Таким образом, искомая вероятность равна  $\frac{1}{2}$ .

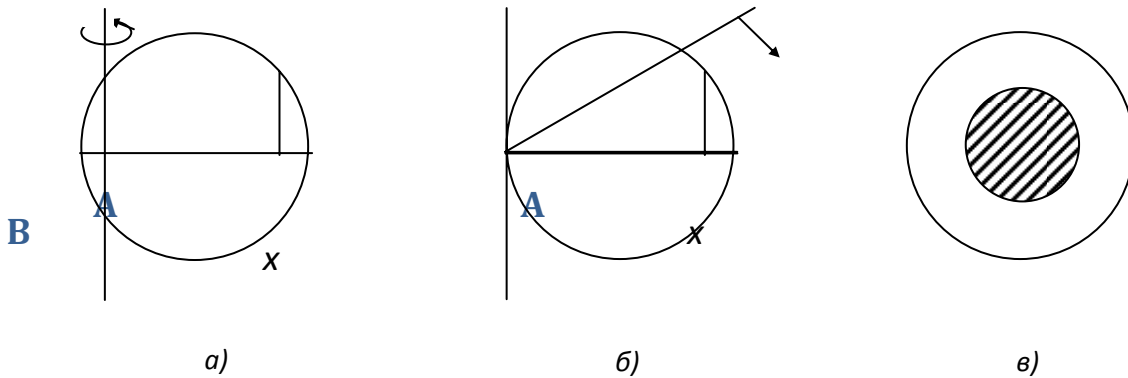
Решение 2. По соображениям симметрии можно заранее закрепить один из концов хорды на окружности. Касательная к окружности в этой точке и две стороны правильного треугольника с вершиной в этой точке образуют три угла по  $60^\circ$ . Условие задачи благоприятствуют только хорды, попадающие в средний угол. Таким образом, при этом способе вычисления искомая вероятность оказывается равной  $\frac{1}{3}$ .

Решение 3. Чтобы определить положение хорды, достаточно задать ее середину. Чтобы хорда

удовлетворяла условию задачи, необходимо, чтобы ее середина находилась внутри круга, concentрического данному, но половинного радиуса. Площадь этого круга равна одной четверти площади данного; таким образом, искомая вероятность равна  $\frac{1}{4}$ .

Мы должны теперь выяснить, в чем причина неоднозначности решения нашей задачи. Лежит ли причина в принципиальной невозможности определить вероятность для случаев бесконечного числа возможных исходов или же она лежит в том, что мы приняли в процессе решения какие-либо недопустимые предпосылки?

Дело, как легко усмотреть, заключается в том, что за решение одной и той же задачи, пользуясь тем, что в условии задачи не определено понятие проведения хорды наудачу, выдаются решения трех различных задач.



В самом деле, в первом решении вдоль одного из диаметров заставляют катиться круглый цилиндрический стержень (рис. 1, а). Множество всех возможных мест остановки этого стержня есть множество точек отрезка  $AB$  длины, равной диаметру. Равновероятными считаются события, состоящие в том, что остановка произойдет в интервале длины  $h$ , где бы внутри диаметра ни был расположен этот отрезок.

Во втором решении стержень, закрепленный на шарнире, расположенный в одной из точек окружности, заставляют совершать колебания размером не более  $180^\circ$  (рис. 1, б). При этом предполагается, что остановка стержня внутри дуги окружности длины  $h$  зависит только от длины дуги, но не от ее положения. Таким образом равновероятными событиями считаются остановки стержня в любых дугах окружности одинаковой длины. Несогласованность определений вероятности в первом и во втором решениях становится совершенно очевидной после такого простого расчета. Вероятность того, что стержень

остановится в промежутке от  $A$  до  $x$ , согласно первому решению равна  $\frac{x}{D}$ . Вероятность того, что проекция точки пересечения стержня с окружностью во втором решении попадет в тот же интервал, как показывают элементарно-геометрические подсчеты, равна

$$\frac{1}{\pi} \arccos \frac{D-2x}{D} \text{ при } x \leq \frac{D}{2}$$

и

$$1 - \frac{1}{\pi} \arccos \frac{2x-D}{D} \text{ при } x \geq \frac{D}{2}.$$

Наконец, в третьем решении мы бросаем наудачу точку внутрь круга и спрашиваем себя о вероятности попадания внутрь некоторого меньшего concentрического круга (рис. 1, в).

Различие постановок задач во всех трех случаях совершенно очевидно.

**Парадокс времени ожидания.** Автобусы прибывают в согласии с пуассоновским процессом, причем среднее время между последовательными авто-

бусами равно  $\alpha^{-1}$ . Я прихожу в момент  $t$ . Каково математическое ожидание  $E(W_t)$  времени  $W_t$ , в течение которого я жду следующий автобус? (Понятно, что момент  $t$  моего прибытия не зависит от автобусов – скажем, я прихожу ровно в полдень.) Очевидно имеются два противоречивых ответа.

а) Отсутствие последствия, свойственное пуассоновскому процессу, влечет за собой независимость времени ожидания автобуса от момента моего прибытия. В этом случае

$$E(W_t) = E(W_0) = \alpha^{-1}.$$

б) Момент моего прибытия «выбран наудачу» в интервале между двумя последовательными автобусами, и по соображениям симметрии мое среднее время ожидания должно быть равно половине среднего промежутка времени между двумя последовательными автобусами, т. е.

$$E(W_t) = \frac{1}{2} \alpha^{-1}.$$

Оба рассуждения кажутся приемлемыми, и оба использовались на практике. Что же делать с противоречиями? Легчайший выход у формалиста, который отказывается рассматривать задачу, если она не сформулирована строго. Но задачи не решаются их игнорированием.

Теперь мы покажем, что *оба* рассуждения по существу, если не формально, *корректны*. Ошибка лежит в непредвиденном пункте, и мы приступаем теперь к ее объяснению.

Мы рассмотрим последовательность времен между прибытиями:

$$X_1 = S_1, \quad X_2 = S_2 - S_1, \dots$$

По предположению,  $X_k$  имеют одинаковое показательное распределение с математическим ожиданием  $\alpha^{-1}$ . Выбирая «любое» отдельное  $X_k$ , мы получаем случайную величину, и интуитивно ожидается, что ее математическое ожидание будет равно  $\alpha^{-1}$  при условии, что выбор сделан без знания последовательности  $X_1, X_2, \dots$ . Однако это неверно. В нашем примере мы взяли тот элемент  $X_k$ , для которого  $S_{k-1} < t \leq S_k$ , где  $t$  фиксировано. Этот выбор сделан без учета действительного процесса, но оказывается, что так выбранное  $X_k$  имеет двойное математическое ожидание  $2\alpha^{-1}$ . С учетом этого факта противоречие исчезает, так как в пункте б) нашего примера постулируется, что среднее время ожидания равно  $\alpha^{-1}$ .

Это разрешение парадокса вызвало шок у опытных работников, однако оно становится интуитивно ясным, когда должным образом подбирается способ рассуждения. Грубо говоря,

длинный интервал имеет больше шансов накрыть точку  $t$ , нежели короткий.

Строгое доказательство этого утверждения дается в [2].

**Парадокс, связанный с парадоксом времени ожидания.** Пусть две точки  $X_1$  и  $X_2$  выбраны независимо и наудачу на окружности единичной длины. Тогда *длины двух интервалов*  $\overline{X_1, X_2}$  и  $\overline{X_2, X_1}$  *распределены равномерно, а длина интервала  $\lambda$ , содержащего произвольную точку  $P$ , имеет другое распределение (с плотностью  $2\lambda$ ).*

В частности, средняя длина каждого из двух интервалов равна  $\frac{1}{2}$ , а средняя длина интервала, содержащего  $P$ , равна  $\frac{3}{8}$ . Точка  $P$  берется фиксированной, но произвольной. Поэтому можно ожидать, что интервал, покрывающий  $P$ , выбран (заимствуя фразу у философов теории) «без предварительного знания его свойств». Наивная интуиция не подготовлена, конечно, воспринять большое различие между покрытием и непокрытием произвольной точки, но после должного размышления это различие становится интуитивно очевидным. На самом деле, однако, даже довольно опытные авторы попадали в ловушку.

Для доказательства представим себе, что окружность разъединена в точке  $P$ . Нам остаются две точки, выбранные независимо и наудачу в  $\overline{0, 1}$ . Обозначим координаты этих точек по возрастанию через  $X_{(1)}$  и  $X_{(2)}$ . На основе вероятностных соображений доказывается, что событие  $\{\lambda < t\}$  происходит тогда и только тогда, когда  $X_{(2)} - X_{(1)} > 1-t$ . Доказывается также, что вероятность этого равна  $t^2$ . Величина  $\lambda$  имеет поэтому плотность  $2t$ , как утверждалось. (Начинающим рекомендуется провести *непосредственную* вычислительную проверку.)

**Парадокс инспекции.** При теоретическом рассмотрении самовосстанавливающихся агрегатов предполагают, что какая-либо часть оборудования, например, электрическая батарея, работает после установки до момента выхода из строя. После этого она мгновенно заменяется другой подобной батареей и таким образом процесс продолжается без перерыва. Моменты замены образуют процесс восстановления, в котором  $T_k$  - продолжительность службы (lifetime)  $k$ -й батареи.

Допустим теперь, что с помощью выборочного обследования необходимо оценить истинное

распределение службы батарей. Мы берем выборку из совокупности батарей, работающих в какой-либо данный момент времени  $t > 0$  и наблюдаем выбранные батареи до конца их службы. Пусть  $F$  – общее распределение вероятностей времени службы каждой из батарей. Можно было бы ожидать, что это же распределение имеет и остающееся время службы выбранных нами батарей. Но это не так. Если  $F$  – показательное распределение, то описываемая ситуация лишь словесно отличается от рассмотренной в парадоксе времени ожидания. Соответственно время службы обследуемых единиц имеет распределение, отличающееся от  $F$ . *Тот факт, что исследуемая часть оборудования начинает наблюдаться с момента  $t$ , изменяет распределение срока ее службы по сравнению с «безусловным» (в частности, удваивает среднюю продолжительность службы).* Доказывается [2], что это обстоятельство типично для всех процессов восстановления. Из сказанного вытекают серьезные для приложений следствия. Беспристрастный на первый взгляд план контроля может вести к ложным заключениям, поскольку то, что в действительности наблюдается, может не быть типичным для всей популяции. Будучи замеченным, этот феномен получил свое объяснение (см. парадокс времени ожидания), но он, тем не менее, указывает на возможные опасности при выведении следствий из наблюдений и на необходимость взаимосвязи теории с практикой. Отметим, что никаких трудностей не возникнет, если наблюдения производить над прибором, заменяющим первый вышедший из строя после момента  $t$ .

**Парадокс настройки (ПН) (переналадки).** В циклические системы массового обслуживания (СМО) с неограниченной очередью и неограниченным временем ожидания поступает  $n$  потоков требований, которые образуют независимые очереди и они обслуживаются последовательно от 1-го до  $n$ . Когда прибор окончит обслуживание  $i$ -той очереди, то он после специальной настройки (переналадки) переходит к обслуживанию  $(i+1)$ -ой очереди. Длительности каждой настройки – случайные величины с известными распределениями.

Из интуитивных соображений кажется очевидным, что уменьшение средних времен настройки должно улучшить эффективность СМО (уменьшение средних времен задержек требований и длин очередей отдельных потоков и др.).

На самом деле, как утверждают специалисты из США [3-5], очень часто обнаруживается аномальное явление. А именно, если длительности настройки прибора имеют большие дисперсии, то уменьшение их средних значений приводит к ухудшению эффективности СМО. Более того, утверждают, что улучшение характеристик СМО достигается вынужденным простоем обслуживаемого прибора после очередной переналадки в течение определенного промежутка времени, даже в тех случаях, когда в системе имеются требования, ожидающие обслуживания.

Разные авторы старались объяснить этот парадокс. Некоторые из них (например, [3]) дают численные примеры, которые подтверждают существование такого парадокса и интуитивное «объяснение» такой аномалии. Другие подтверждают ее наличие в точных математических терминах (например, [4, 5]) для различных дисциплин обслуживания. Однако нам кажется, что эти попытки не дают строгое объяснение описанного парадокса (в смысле осмысления причин аномалии).

Мы предполагаем, что задачи, в которых возникает «парадокс настройки», поставлены не совсем корректно. Кажется, в концептуальных моделях рассматриваемых объектов пропущены какие-нибудь специфические особенности.

Считаем, что обнаружение этих особенностей приведет к объяснению ПН.

Видимо, ситуация аналогична тем, которые были рассмотрены в предыдущих парадоксах, поэтому их тщательный анализ может способствовать окончательному ее прояснению.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы ставилась цель – дать краткий исторический обзор наиболее известных вероятностных парадоксов, привести их объяснения, проанализировать возможные причины их возникновения и описать некоторые новые парадоксы, которые требуют полноценного интуитивного и логического объяснения. Авторы данной статьи работают над вопросами объяснения этих парадоксов и призывают заинтересованных коллег к сотрудничеству.

**Благодарность:** «Отмеченный проект был осуществлен при финансовой поддержке Национального Научного Фонда Грузии (Grant ##GNSF/STO07/3-173). Любая мысль, высказанная в публикации, принадлежит авторам и может не отражать взгляда Национального Научного Фонда Грузии».

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. М.: Наука, 1969.
2. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Т.2. М.: Мир, 1984.
3. D. Sarkar and W.I. Zangwill. Variance Effects in Cyclic Production Systems. Management Science, Vol. 37, No. 4, p. 444-453, 1991.
4. A. Federgruen and Z. Katalan. The Impact of Setup Times on the Performance of Multiclass Service and Production Systems. Operations Research, Vol. 44, No. 6, p. 989-1001, 1996.
5. R.B. Cooper, S.-C. Niu and M.M. Srinivasan. When Does Forced Idle Time Improve Performance in Polling Models? Management Science, Vol. 44, No. 8, p. 1079-1086, 1998.

**შპს 621.3****გადართვის პარადოქსი და ალბათური მოდელირების სხვა პარადოქსები**

რ. კაკუბავა\*, დ. გულუა\*, გ. ფიფია\*\*, ს. სამადარი\*\*\*

\*კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი, \*\*მათემატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77; \*\*\*ატლანტის უნივერსიტეტი, აშშ

**რეზიუმე:** წარმოდგენილ ნაშრომში ჩატარებულია ალბათური მოდელირების ამოცანებში ისტორიული პარადოქსების სისტემური ანალიზი. განხილულია ძირითადი მიზეზები, რაც იწვევდა და იწვევს ალბათური პარადოქსების წარმოშობას. მითითებულია მათი აცილების ზოგიერთი მოსაზრება. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება გადართვის (გადაწყობის) პარადოქსს, რომელიც დააფიქსირეს ბოლო ათწლეულში ამერიკელმა და იაპონელმა სპეციალისტებმა. სახელდობრ, მათ აღმოაჩინეს დისკრეტული ეფექტი რიგების ღია და ჩაკეტილ სისტემებში რაც ფართოდ არის გავრცელებული თანამედროვე წარმოებაში. წინამდებარე სტატიის ავტორები მუშაობენ ამ პარადოქსის ახსნაზე და მოუწოდებენ დაინტერესებულ კოლეგებს ჩაერთონ ამ საქმეში.

**საკვანძო სიტყვები:** პარადოქსი; გადართვა (გადაწყობა); ლოდინის დრო; სიცოცხლის დრო.

**UDC 621.3****SET-UP PARADOX AND OTHER PARADOXES IN THE PROBLEMS OF PROBABILITY MODELLING**

**R. Kakubava\*, D. Gulua\*, G. Pipia\*\*, S. Samadar\*\*\***

\*Department of computer engineering, \*\*Department of mathematics, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia, \*\*\*University of Atlanta, USA

**Resume:** In the given work system analysis for historical paradoxes in probability modelling problems is carried out. Main causes for their arising are considered. Some ideal how to avoid such paradoxes are given.

Particular attention is paid to set-up (switch-over) paradox, which was fixed by American and Japanese specialists. Namely, they discovered the variance effect in queuing systems, which are widely spread in production ones. The authors of the given work continue work to clarify this paradox and call upon interested colleagues to joint them.

**Key words:** paradox, setup (switch-over), waiting time, lifetime.

*Дата поступления 25.06.09*

*Принято к печати 26.07.09*

# სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის სექცია

შპს 66.047

ბამზრქვევი საშრობების ბაანბარიშების მეთოდობა

თ. მეგრელიძე, გ. გუგულაშვილი, ე. სადაღაშვილი\*, გ. მეგრელიძე

მანქანათმშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: etosadagashvili@gmail.com

**რეზიუმე:** თეორიული გზით გამოყვანილია გამფრქვევი საშრობების ძირითადი კონსტრუქციული პარამეტრების – ცილინდრის დიამეტრისა და სიმაღლის – განმსაზღვრელი მათემატიკური ფორმულები. დადგინდა, რომ აღნიშნული საშრობის ზომები დამოკიდებულია გასაშრობი მასალის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე, გამშრობი მუშა აგენტის პარამეტრებზე და შრობის პროცესის ძირითად ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე. ამასთან, გამფრქვევი საშრობის ზომების განმსაზღვრელ ნაწილაკის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს წარმოადგენს აეროდინამიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, ნაწილაკის მასა და ცოცხალი კვების ფართობი; მუშა აგენტის პარამეტრებიდან შრობის პროცესზე გავლენას ახდენს ნაკადის სიძვერივე, აირის მუდმივა მუშა აგენტისთვის, საწყისი და საბოლოო ტენშემცველობები, აბსოლუტური წნევა და ტემპერატურა; ხოლო შრობის პროცესის ტექნოლოგიური პარამეტრებიდან კი პროდუქტის საწყისი და საბოლოო ტენიანობა და საშრობის მწარმოებლობა.

**საკვანძო სიტყვები:** შრობის პროცესი; მანქანა; კონსტრუქცია; პარამეტრები; მუშა აგენტი.

## 1. შესავალი

სურსათის უვნებლობისადმი წაყენებული თანამედროვე მოთხოვნების დამაკმაყოფილებელ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პირობას წარმოადგენს გადამამუშავების პროცესში მანქანა-დანადგარების მუშა ნაწილებთან კვების ნელლეულის და პროდუქტების კონტაქტის მინიმუმამდე დაყვანა [1, 2]. მართალია, მანქანების მუშა ნაწილები დამზადებულია კვების პროდუქტებთან კონტაქტისათვის დაშვებული მასალებისაგან, მაგრამ ეს კონტაქტი მაინც არასასურველ გავლენას ახდენს პროდუქტის უვნებლობაზე [6]. ამ თვალსაზრისით ინტერესს იწვევს გამფრქვევი საშრობები, რომლებშიც შრობის პროცესი მიმდინარეობს პროდუქტის ზევიდან ქვევით გრავიტაციული მოძრაობის

პროცესში ცხელი ჰაერის აღმავალ ნაკადთან კონტაქტის ხარჯზე, მანქანის რაიმე მექანიკურ ნაწილებთან ყოველგვარი კონტაქტის გარეშე [4]. ასეთი საშრობები გამოიყენება სხვადასხვა სუსპენზიის გასაშრობად და მათ შორის ნატურალური რძისაგან ფხვნილის მისაღებად.

გამფრქვევი საშრობში წინასწარ გამთბარი (60-70<sup>0</sup>) რძე წვრილი ნაკადით ხვდება მბრუნავ დისკოზე, რომელიც მოთავსებულია საშრობ კამერაში. ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით რძე გაიფრქვევა და ამის გამო ადვილად ორთქლდება 120-150<sup>0</sup> ტემპერატურამდე გამთბარი ჰაერით, რომელიც კამერაში ქვევიდან მიეწოდება. გამშრალი რძის ფხვნილი გროვდება კამერის ძირში, ხოლო კამერიდან გამოსულ ჰაერს ფილტრში ატარებს რძის წატაცებული ნაწილაკების მოსაშორებლად. როგორც ვხედავთ, ამ კონსტრუქციაში პროდუქტი მანქანის ნაწილებიდან მხოლოდ დისკოს ეხება გასხურებისა და კამერის ძირში შეგროვების პროცესში. უშუალოდ შრობა კი, როდესაც ყალიბდება მზა პროდუქტის თვისებები, მიმდინარეობს მანქანის ნაწილებთან კონტაქტის გარეშე [3]. ასეთი კონტაქტის არარსებობა კი აუმჯობესებს სურსათის უვნებლობის პირობებს.

აღნიშნული ტიპის მანქანების მუშაობის გაუმჯობესებისათვის აუცილებელია მათი გაანგარიშების მეთოდის დამუშავება, რომელიც საშუალებას მოგვცემს სხვადასხვა პროდუქტის ფიზიკურ-მექანიკური და თბოფიზიკური თვისებების შესაბამისად სასურველი მწარმოებლობის მქონე მანქანის კონსტრუქციული პარამეტრები დავადგინოთ.

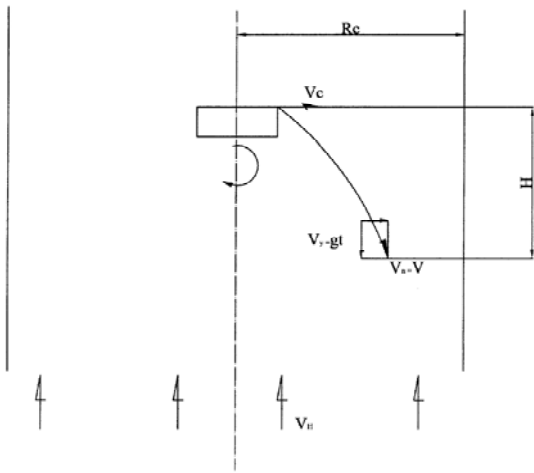
## 2. ძირითადი ნაწილი

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, საშრობში მიმდინარეობს შემდეგი პროცესები: 1) დისკოს მიერ მასზე დაცემული სითხის ცენტრიდანული ძალის ზემოქმედებით გაფრქვევა; 2) წარმოქმნილი წვეთების კამერაში ზევიდან ქვევით დაშვება; 3) კამერაში ზევიდან ქვევით მოძრავ წვეთებზე ქვევიდან ზევით მოძრავი ცხელი მუშა აგენტის ზემოქმედება და მათგან წყლის აორთქლება;

4) გამშრალი ნაწილაკების კამერის ძირზე დაცემა და დაგროვება.

განვიხილოთ თანამიმდევრობით აღნიშნული პროცესები (ნახ. 1).

გასაშრობი სითხე დისკოს მიეწოდება, რომელზეც დასხმის შემდეგაც კამერაში ხდება ამ სითხის გასხურება წერილი ნაწილაკების სახით. განვსაზღვროთ ნაწილაკის სიჩქარე დისკოდან მოწყვეტის მომენტში [10]. თუ გავითვალისწინებთ, რომ წვეთის მოწყვეტა ხდება ცენტრიდანული ძალის ზეგავლენით, მაშინ მექანიკის ცნობილი ფორმულებიდან მივიღებთ ამ სიჩქარის მნიშვნელობას  $V_C$ .



გამფრქვევი საშრობის საანგარიშო სქემა

აღნიშნული  $V_C$  სიჩქარით ნაწილაკის (წვეთის) გატყორცნა ხდება ჰორიზონტალური მიმართულებით, რის შემდეგაც ნაწილაკი პარაბოლას ტრაექტორიით ვარდნას ქვევით იწყებს. წვეთის ვარდნის სიჩქარის საპოვნელად შევადგინოთ მისი მოძრაობის განტოლებები  $X$  და  $Y$  ღერძების მიმართ

$$X = V_C t;$$

$$Y = g \frac{t^2}{2},$$

საიდანაც მივიღებთ ნაწილაკის ფრენის სიშორეს

$$L = V_C \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad (1)$$

სადაც  $H$  – ნაწილაკის მიერ ვერტიკალურად ქვევით გავლილი მანძილია;  $g$  – სიმძიმის ძალის აჩქარება.

სიჩქარის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მდგენელები ტოლია

$$V_X = V_C;$$

$$V_Y = gt.$$

სიჩქარის ჯამური მნიშვნელობა ტოლი იქნება

$$V = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2} = \sqrt{V_C^2 + (gt)^2}.$$

ამგვარად, მივიღეთ ნაწილაკის კამერაში მოძრაობის სიჩქარის ფორმულა

$$V_N = V = \sqrt{V_C^2 + (gt)^2}. \quad (2)$$

ნაწილაკის ვარდნის კუთხე შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$\sin \alpha = \frac{V_C}{V_N} = \frac{V_C}{\sqrt{V_C^2 + (gt)^2}}.$$

საიდანაც კუთხე ტოლია

$$\alpha = \arcsin \frac{V_C}{\sqrt{V_C^2 + (gt)^2}} \quad (3)$$

განვსაზღვროთ კამერაში ნაწილაკის ზევიდან ქვევით მოძრაობის სიჩქარე. მაგრამ მუშაობის პროცესში საშრობ კამერაში ქვევიდან ზევით მიეწოდება მუშა აგენტი (ცხელი ჰაერი), რომელიც ნაწილაკების შრობას ახდენს. ამიტომ საჭიროა კამერაში ქვევიდან მიწოდებული ჰაერის ის სიჩქარე განისაზღვროს, რომელიც ნაწილაკების გაშრობას მოახდენს და, ამასთანავე, ხელს არ შეუშლის აღნიშნული ნაწილაკების გადაადგილებას ქვევით, კამერის ძირისაკენ [7, 9].

ცნობილია (5, 9), რომ ჰაერის ნაკადის დაწინევა ნაწილაკის ქვევიდან ზევით გადასაადგილებლად (ტურბულენტური რეჟიმის შემთხვევაში) ნიუტონის ფორმულით განისაზღვრება

$$P = \xi F \rho V_H^2, \quad (4)$$

სადაც  $\xi$  აეროდინამიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი და დამოკიდებულია ჰაერის ნაკადის მოძრაობის რეჟიმზე ( $Re$ ), ნაწილაკის ფორმასა და მის მდგომარეობაზე (ექსპერიმენტული სიდიდეა);  $F$  – ნაწილაკის ცოცხალი კვეთის ფართობი ჰაერის სიჩქარისადმი მართობულ სიბრტყეში;  $\rho$  – ჰაერის (მუშა აგენტის) ნაკადის სიმკვრივე;  $V_H$  – ჰაერის (მუშა აგენტის) ნაკადის სიჩქარე.

აღნიშნულ დაწინევას უპირისპირდება ზევიდან ქვევით მოძრავი ნაწილაკის მიერ განხორციელებული ძალა

$$G = ma,$$

სადაც  $m$  ნაწილაკის მასაა;  $a$  – ნაწილაკის აჩქარება და თავის მხრივ ტოლი

$$a = \frac{V_Y}{t},$$

სადაც  $V_Y$  ნაწილაკის ქვევით გადაადგილების სიჩქარის ვერტიკალური მდგენელია  $Y$  ღერძის გასწვრივ, რომელიც განაპირობებს ნაწილაკის ქვევით მოძრაობას;  $t$  – ნაწილაკის მოძრაობის დრო.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ

$$V_Y = V_N \cos \alpha,$$

მაშინ ნაწილაკის მიერ ქვევით ვარდნისას განხორციელებული ძალა ტოლი იქნება

$$G = \frac{mV_N \cos \alpha}{t} \tag{5}$$

ჰაერისა და სიმძიმის ძალების ერთდროული მოქმედების პირობებში ნაწილაკის ქვევით გადაადგილების პირობას აქვს სახე:

$$G \geq P.$$

(4) და (5) ფორმულებიდან მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ:

$$\frac{mV_N \cos \alpha}{t} \geq \xi F \rho V_H^2. \tag{6}$$

მიღებული დამოკიდებულებიდან შეგვიძლია განვსაზღვროთ ჰაერის მოძრაობის საჭირო სიჩქარე

$$V_H \leq \sqrt{\frac{mV_N \cos \alpha}{\xi F \rho t}}. \tag{7}$$

განვსაზღვრეთ ჰაერის სიჩქარის ის მნიშვნელობა, რომელიც ნაწილაკების დაშვებას განაპირობებს კამერის ძირისაკენ. მაგრამ აღნიშნულმა ჰაერმა აგრეთვე პროდუქტის შრობაც უნდა განახორციელოს.

შრობის პირობიდან გამომდინარე შეგვიძლია განვსაზღვროთ შრობისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა. ამისათვის ჯერ განისაზღვრება პროდუქტიდან აღორქელებული წყლის რაოდენობა ფორმულით:

$$U = Q \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2}, \tag{8}$$

სადაც  $Q$  საშრობის მწარმოებლობაა;  $W_1$  – გასაშრობი პროდუქტის საწყისი ტენიანობა;  $W_2$  – გამშრალი პროდუქტის საბოლოო ტენიანობა.

ასაორთქლებელი ტენის მიღებული რაოდენობის მიხედვით იანგარიშება გაშრობისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა

$$L = U \frac{1000}{d_2 - d_1}, \tag{9}$$

სადაც  $d_1$  არის ჰაერის ტენშემცველობა საშრობი კამერაში შესვლის წინ;  $d_2$  – ჰაერის ტენშემცველობა საშრობი კამერიდან გამოსვლის შემდეგ.

ჰაერის საათური ხარჯის მიხედვით შეგვიძლია ვიანგარიშოთ ამ ჰაერის მოცულობითი ხარჯი. 1 კგ მშრალი ჰაერის მოცულობა ტოლია

$$V_0 = \frac{R_H T}{P}, \tag{10}$$

სადაც  $R_H$  არის ჰაერისათვის აირის მუდმივა;  $T$  – აბსოლუტური ტემპერატურა;  $P$  – აბსოლუტური წნევა.

ჰაერის მოცულობითი ხარჯი (9) და (10) ფორმულების გათვალისწინებით ტოლი იქნება:

$$V = LV_0 = U \frac{1000 R_H T}{d_2 - d_1 P}. \tag{11}$$

მიღებული მოცულობითი ხარჯის მიხედვით შეგვიძლია ვიანგარიშოთ შრობისათვის საჭირო ჰაერის ნაკადის სიჩქარე

$$V = F_K V_H, \tag{12}$$

სადაც  $F_K$  საშრობი კამერის განივკვეთის ფართობია ( $მ^2$ ) და ტოლია

$$F_K = \pi R_C^2,$$

სადაც  $R_C$  კამერის ცილინდრული ზედაპირის რადიუსია.

კამერის განივკვეთის ფართობის მნიშვნელობის (12) ფორმულაში ჩასმით

$$V = \pi R_C^2 V_H = U \frac{1000 R_H T}{d_2 - d_1 P}. \tag{13}$$

თუ მიღებულ ფორმულაში ჩავსვამთ  $V_H$  მნიშვნელობას (7) ფორმულიდან, მივიღებთ ცილინდრის რადიუსის საანგარიშო ფორმულას

$$R_C^2 \geq U \frac{1000 R_H T}{d_2 - d_1 \pi P} \frac{1}{\sqrt{\frac{mV_N \cos \alpha}{\xi F \rho t}}}. \tag{14}$$

მეორე პირობა, რომელსაც ცილინდრის რადიუსი უნდა აკმაყოფილებდეს, მიიღება (1) ფორმულიდან იმის გათვალისწინებით, რომ ცილინდრის რადიუსი ნაწილაკის ფრენის მაქსიმალურ სიშორეზე მეტი უნდა იყოს, რათა ცილინდრის კედლებს არ დაეჯახოს, არამედ ცილინდრის ძირისაკენ დაეშვას. (1) ფორმულის გათვალისწინებით მივიღებთ ცილინდრის რადიუსის გამოსათვლელ მეორე პირობას

$$R_C > V_C \sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

თუ მიღებულ (14) განტოლებაში ჩავსვამთ  $U$  სიდიდის მნიშვნელობას და მარტივ გარდაქმნებს მოვახდენთ, საბოლოოდ ცილინდრის დიამეტრის განმსაზღვრელ ფორმულებს მივიღებთ

$$R_C^2 \geq Q \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} \frac{1000 R_H T}{d_2 - d_1 \pi P} \sqrt{\frac{\xi F \rho t}{mV_N \cos \alpha}}; \tag{15}$$

$$R_C > V_C \sqrt{\frac{2H}{g}}. \tag{16}$$

### 3. დასკვნა

მიღებული საბოლოო ფორმულების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გამამტვერებელი საშრობი კამერის ცილინდრის რადიუსი (კონსტრუქციული პარამეტრი) დამოკიდებულია ნაწილაკის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე, მუშა აგენტის (ჰაერის) პარამეტრებზე და შრობის ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე. ამასთან, საშრობი მანქანის გაანგარიშებისათვის საჭირო ნაწილაკის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს წარმოადგენს აეროდინამიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, ნაწილაკის მასა და ცოცხალი კვეთის ფართობი; მუშა აგენტის პარამეტრებიდან საჭირო სიდიდეებია ნაკადის სიმკვრივე, აირის მუდმივა მუშა აგენტისათვის, საწყისი და საბოლოო ტენშემცველობები, აბსოლუტური წნევა და ტემპერატურა; შრობის ტექნოლოგიური პარამეტრებიდან კი



საჭიროა პროდუქტის საწყისი და საბოლოო ტენიანობები და საშრობის მწარმოებლობა.

### ლიტერატურა

1. Stamate, E. Proceedings of the International Symposium on Dry Process - DPS 2006, Thin Solid Films, 516 (11), p. 3441-3442, Apr 2008
2. MacDonald, Christopher / Morrow, Richard / Weiss, Anthony S / Bilek, Marcela M M , Covalent attachment of functional protein to polymer surfaces: a novel one-step dry process. Journal of the Royal Society, Interface / the Royal Society, 5 (23), p.663-669, Jun 2008
3. Stamate, E. / Fujiwara, N. Proceedings of the international symposium on dry process - DPS 2005,
4. ა. თარხნიშვილი. კვების პროდუქტების ზოგადი ტექნოლოგია. თბილისი: განათლება. 1982. - 691 გვ.
5. Гинзбург. А.С Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. М.: Агропромиздат. 1985. – 336 с.
6. თ. მეგრელიძე. ჩაის შრობის პროცესის კვლევა და საშრობი მანქანების გაანგარიშებისა და კონსტრუირების საფუძვლების დამუშავება. ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად წარდგენილი დისერტაცია. თბილისი: 2002 წ.
7. თ. მეგრელიძე, გ. გუგულაშვილი, ი. ფრუიძე. გრიგალური ეფექტით მომუშავე ჩაის საშრობი აპარატის ჰიდროდინამიკის ექსპერიმენტული კვლევა. თბილისი: სტუ, “ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ № 4 (12), 2008 წ. 121-127 გვ.
8. თ. მეგრელიძე. გრიგალური ეფექტის პირობებში ჩაის ოსცილირებულ რეჟიმში შრობის პროცესის ექსპერიმენტული კვლევა. ქუთაისი-თბილისი: პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი “ხანძთა“ № 1 (6). 2008 წ. 119-121 გვ.
9. Гортинский В.В., Демский А.Б., Борискин М.А. Процессы сепарирования зерноперерабатывающих предприятий. М.: Колос, 1973. - 295 с.
- ა. გორგიძე. თეორიული მექანიკის კურსი. ტექნიკური უნივერსიტეტი. 1997. - 517 გვ.

UDC 66.047

## CALCULATION METHODS OF DISPERSIVE DRYING MACHINES

T. Megrelidze, G. Gugulashvili, E. Sadagashvili, G. Megrelidze

Machinebuilding department, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: With theoretical way is taken out the basic construction parameters – the cylinder diameter and height – definition mathematical formulas of drying machines. There is established, that drying machines measures are depended on dryer product physical-mechanical properties, the worker agent parameters and drying process basic technological parameters. With this, physical-mechanical properties of dryer product is the coefficient of aerodynamic resistance, the mass and width area. From worker agent parameters on drying process influence the air stream compactness, the beginning and final humidity, the absolute temperature and pressure. From technological parameters on drying process influence the product beginning and final humidity and the machine productivity.

**Key words:** drying process; machine; construction; parameters; worker agent.

УДК 66.047

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ СУШИЛОК

Мегрелидзе Т.Я., Гугулашвили Г.Л., Садагашвили Э.З., Мегрелидзе Г.Т.

Департамент машиностроения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Теоретическим путем выведены математические формулы, определяющие основные конструктивные параметры распылительных сушилок – диаметр и высоту цилиндра. Установлено, что размеры указанных сушилок зависят от физико-механических свойств высушиваемого продукта, параметров рабочего агента и основных технологических параметров процесса сушки. Основными физико-механическими свойствами материала, влияющими на размеры сушилки, являются коэффициент аэродинамического сопротивления, масса и живое сечение частиц. На размеры сушильных камер из параметров рабочего агента оказывают влияние плотность потока и удельная газовая постоянная, начальная и конечная влагосодержания рабочего агента, а также абсолютные давление и температура. Из технологических параметров процесса сушки оказывают влияние начальная и конечная влажность продукта и производительность сушилки.

**Ключевые слова:** процесс сушки; машина; конструкция; параметры; рабочий агент.

შემოსვლის თარიღი 25.12.08  
მიღებულია დასაბეჭდად 18.01.09

შპს 663.95

**ღნობის პროცესის პარამეტრების დამოკიდებულება მუშა აბენტის ტენიანობაზე**

**თ. მეგრელიძე, ესადაღაშვილი\*, ვ. ღვაჩლიანი, გ. გუგულაშვილი**

მანქანათმშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: etosadagashvili@gmail.com

**რეზიუმე:** აღწერილია ღნობის პროცესის განხორციელებისათვის საჭირო მუშა აბენტის (ჰაერის) წინასწარი შეშრობის მოწყობილობა მაცივარი-დანადგარის გამოყენებით. ჩაის ფოთლის არსებული და შემოთავაზებული რეჟიმებით, ღნობის შემთხვევებისათვის, გაანგარიშებულია პროცესის მამოძრავებელი ძალები და პროცესისათვის საჭირო ჰაერის საათური ხარჯი. დადგენილია, რომ მუშა აბენტის წინასწარი შეშრობა 2,13-ჯერ აღიდებს ღნობის პროცესის მამოძრავებელ ძალას და 2-ჯერ ამცირებს მისი წარმართვისათვის საჭირო მუშა აბენტის ხარჯს. დადგენილია, რომ მაცივარ-დანადგარში გამშრალი და შემდეგ გამთბარი ჰაერის ღნობის პროცესისათვის გამოყენება მაღალეფექტურია და ენერგოდანახარჯების მნიშვნელოვან ეკონომიას იძლევა არსებულ მეთოდებთან შედარებით.

**საკვანძო სიტყვები:** ჩაი; ღნობა; ჰაერი; საორთქლები; ტენი.

**1. შესავალი**

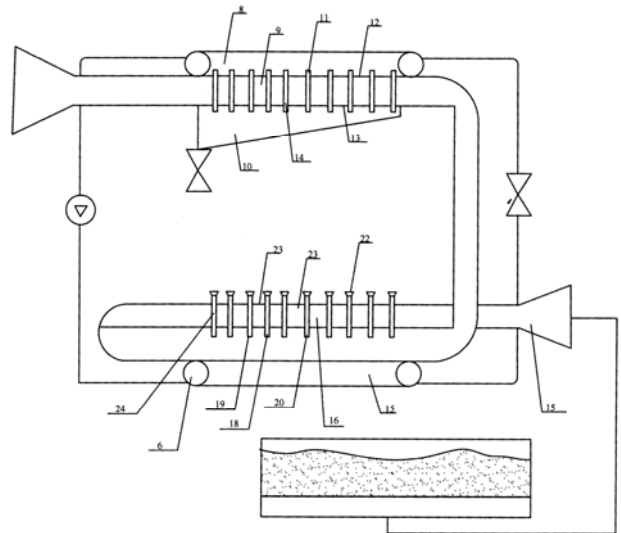
შავი ბაიხის ჩაის წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ოპერაცია ჩაის მწვანე ფოთლის ღნობაა. არსებულ ჩაის საღნობ დანადგარებში 313-315K ტემპერატურამდე გაცხელებული ჰაერის ტენშემცველობა არ რეგულირდება. ჰაერის მაღალი ტენიანობის პირობებში მისი ტენის შთანთქმის უნარი ძალზე მცირეა. ეს მკვეთრად ამცირებს ღნობის პროცესის ინტენსივობას და მნიშვნელოვნად ზრდის მის ხანგრძლივობას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მიზანშეწონილია გაიზარდოს ჰაერის ტენის შთანთქმის უნარი მისი ფარდობითი ტენიანობისა და წყლის ორთქლის პარციალური წნევის შემცირების ხარჯზე, რაც ხორციელდება ატმოსფერული ჰაერის ხელოვნური შეშრობის გზით. ღნობისათვის გამოყენებულ ჰაერში წყლის ორთქლის პარციალური წნევის შემცირება შეიძლება განხორციელდეს ჰაერის გატარებით სხვადასხვა ტენის შთანთქმელ ნივთიერებებში, კონდენსაციით, ან მასში არსებული ტენის გაყინვით.

**2. ძირითადი ნაწილი**

სამაცივრო ტექნიკის განვითარების სწრაფი ტემპი საშუალებას იძლევა დაისვას საკითხი

ჩაის ღნობისათვის მაცივარი-დანადგარის გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ. ამ შემთხვევაში ჰაერში ტენის რაოდენობა ჯერ შემცირდება (ჰაერი გამოსრება) მაცივარი-დანადგარის საორთქლებელში, შემდეგ ხდება ამ ჰაერის გათბობა იმავე მაცივარი-დანადგარის კონდენსატორში. ღნობის აღნიშნული მეთოდი, ენერგოდანახარჯების თვალსაზრისით, მნიშვნელოვნად ეკონომიურია არსებულ მეთოდებთან შედარებით.

წარმოდგენილი მეთოდის განხორციელებისათვის ავტორთა მიერ დამუშავებულია ჩაის ფოთლის საღნობი მანქანის მუშა აბენტის აღმდგენი მოწყობილობა (ნახ. 1). ის შედგება საღნობი კამერისაგან 1, რომელშიც თბილი ჰაერის მიწოდება ხდება ვენტილატორით ჰაერსავალის 2 გავლით. ეს ჰაერსავალი დაკავშირებულია სამაცივრო დანადგართან, რომელიც შედგება კომპრესორისაგან 3, დროსელისაგან 4, მრავალსექციური საორთქლებლისა 5 და მრავალსექციური კონდენსატორისაგან 6, რომლებიც ერთმანეთთან მიღგაყვანილობის 7 საშუალებითაა დაკავშირებული.



ნახ. 1. ჩაის ფოთლის საღნობი მანქანის მუშა აბენტის აღმდგენი მოწყობილობა

საორთქლებელი 5 დამზადებულია სამსართულიანი კოლოფის სახით, რომლის ზედა სექცია წარმოადგენს მაცივრის საორთქლებელს 8, შუა სექცია – გარემოდან ჰაერის შემომყვან ჰაერსავალს 9, ქვედა სექცია კი – კონდენსატის

შემგროვებელს 10. მოწყობილობა აღჭურვილია მაღალი თბოგამტარობის მქონე მასალისაგან (სპილენძი, ალუმინი) დამზადებული თბოგადამცემი ღეროებით 11. ეს თბოგადამცემი ღეროები 11 ჩახრახნილია შემომყვანი ჰაერსავალის 9 ზედა კედელში ისე, რომ ღეროების 11 ზედა ნაწილი მაცივრის საორთქლებელშია 8 განლაგებული, მეორე (ქვედა) ნაწილი ამ ჰაერსავალის 9 ქვედა კედელში 13 არსებული ნახვრეტების 14 გავლით განლაგებულია კონდენსატის შემგროვებელში 10.

კონდენსატორი 6 ასევე დამზადებულია სამსართულიანი კოლოფის სახით, რომლის ქვედა სექცია წარმოადგენს მაცივრის კონდენსატორს 15, შუა სექცია – გამთბობ ჰაერსავალს 16, ხოლო ზედა სექცია კი – გამთბარი ჰაერის გამომყვან ჰაერსავალს 17, რომელიც მიერთებულია სადნობ კამერაში თბილი ჰაერის მიმწოდ მილგაყვანილობასთან 2. მოწყობილობა აღჭურვილია თბური მილებით 18, რომლებიც შიგნიდან ამოგებულია ფოროვანი ფითილით 19. ყოველი მილის 18 შიგნით განლაგებულია ფირფიტები 20, რომლებიც ჰერმეტიკულად ხურავს ამ მილების შიგა განივკვეთს. ფირფიტები 20 აღჭურვილია ჭოკებით 21, რომლებიც მილებიდან 18 ჰერმეტიკულადაა (ჰერმეტიკებულია ჩოხალების დახმარებით) გარეთ გამოსული. თბური მილების 18 საკონდენსაციო ზედა ბოლოზე დამაგრებულია სილფონები 22, რომელთა შიგნით ჩახსმულია ადვილად აორთქლებადი სითხე. აღნიშნული სილფონები 22 დაკავშირებულია თბური მილებიდან გამოსულ ჭოკებთან 21. თბური მილები 18 მირჩილულია ჰაერის გამთბობი ჰაერსავალის 16 ზედა და ქვედა კედლებში ისე, რომ მათი საორთქლებელი ნაწილი მაცივრის კონდენსატორშია 15 განლაგებული, ხოლო სილფონები 22 მოთავსებულია ჰაერის გამომყვან ჰაერსავალში 17.

დანადგარი შემდგენილია მუშაობს.

კომპრესორის 3 ჩართვის შემდეგ ის იწყებს მუშაობას, რომლის დროსაც იწოვს მაცივარ-აგენტის ორთქლს საორთქლებლიდან 8 და დაჭირხნის კონდენსატორში 15. აქ მაცივარ-აგენტის ორთქლი გასცემს სითბოს, გადაიქცევა სითხედ და მილგაყვანილობით 7 მიეწოდება დროსელს 4. დროსელირების შემდეგ თხევადი მაცივარ-აგენტი მილგაყვანილობით 7 კვლავ უბრუნდება საორთქლებელს 8. აქ მაცივარ-აგენტი ღებულბს სითბოს, რის შედეგადაც ხდება მისი აორთქლება. მაცივარ-აგენტის ორთქლი კვლავ შეიწოვება კომპრესორის მიერ.

როგორც ვხედავთ, საორთქლებელში 5 ადგილი აქვს მაცივარ-აგენტის მიერ სითბოს შთანთქმას, რის შედეგადაც ხდება ამ მაცივარ-აგენტთან უშუალო კონტაქტში მყოფი თბოგადამცემი ღეროების 11 გაცივება. აღნიშნულ

გაცივებულ ღეროებთან 11 კონტაქტში შედის ატმოსფერული ჰაერი, რომელიც ვენტილატორით დაჭირხნება ჰაერის შემომყვან ჰაერსავალში 9. აღნიშნული კონტაქტის შედეგად ჰაერსავალში 9 ხდება გამავალი ჰაერის გაცივება, რაც განაპირობებს ამ ჰაერიდან ტენის გამოყოფას. ეს ტენი ჯერ დაფარავს თბოგადამცემი ღეროების 11 ზედაპირებს, შემდეგ გრავიტაციის ზემოქმედებით ჩამოდის ქვემოთ, გაივლის ჰაერსავალის 9 ქვედა კედელში 13 არსებულ ნახვრეტებს 14 და ჩაიღვრება კონდენსატის შემგროვებელში 10. შემგროვებლიდან 10 ვენტილის გახსნით პერიოდულად (ან განუწყვეტლივ) ხდება კონდენსატის გამოყვანა.

გაცივებული და, ამის შედეგად, ტენგამოცლილი ჰაერი მიეწოდება ჰაერის გამთბობ ჰაერსავალს 16, რომელშიც კონტაქტი აქვს თბურ მილებთან 18. მაგრამ თბური მილების საორთქლებელი ნაწილი მაცივრის კონდენსატორშია 15 განლაგებული. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, კონდენსატორში 15 სამაცივრო ციკლის შესაბამისად, ადგილი აქვს მაცივარ-აგენტის მიერ სითბოს გაცემას. შესაბამისად, მაცივარ-აგენტის სითბოს ხარჯზე ხდება გამთბობ ჰაერსავალში 16 გამავალი ჰაერის გათბობა. ეს პროცესი შემდგენილია მიმდინარეობს: მაცივარ-აგენტის მიერ გაცემული სითბოს ხარჯზე ხდება თბური მილის 18 შიგნით არსებული სითხის აორთქლება. აღნიშნული ორთქლი მილის 18 შიგნით ქმნის წნევას, რის შედეგადაც გადადის საკონდენსაციო ნაწილისაკენ ანუ ჰაერის გამთბობი ჰაერსავალის 16 ზონაში. აქ ის სითბოს გადასცემს ჰაერსავალში 16 გამავალ ჰაერს, ათბობს მას, თვითონ კი კონდენსირდება. კონდენსატი ფითილის 19 დახმარებით, კვლავ ბრუნდება მილის 18 საორთქლებელი ნაწილისაკენ, რომელიც კონდენსატორშია 15 განლაგებული და ა. შ. შესაბამისად, თბური მილების 18 დახმარებით, გამთბობ ჰაერსავალში 16 ხდება გამავალი ჰაერის გათბობა. ეს ჰაერი გზას აგრძელებს თბილი ჰაერის გამომყვან მილგაყვანილობაში 17, სადაც ჰაერის ტემპერატურის რეგულირება შემდგენილია ხდება: თუ ჰაერი ზედმეტად ცივია, სილფონებში 22 არსებული სითხე და ორთქლი იკუმშება. ეს ჭოკების 21 დახმარებით ფირფიტების 20 გადაადგილებას იწვევს. შესაბამისად, თბური მილის 18 მუშა ნაწილის მოცულობა იზრდება. ეს ზრდის თბური მილის 18 მუშა ზედაპირს, რაც, შესაბამისად, ადიდებს თბური მილის მიერ მაცივრის კონდენსატორიდან 15 გამოტანილი სითბოს რაოდენობას და, გამომყვან ჰაერსავალში 17 ზრდის გამავალი ჰაერის ტემპერატურას. თუ ჰაერსავალში 17 ტემპერატურა ზედმეტად გაიზარდა, მაშინ სილფონებშიც გაიზრდება ტემპერატურა. სილფონები 22 ფართოვდება და ჭოკი 21 ფირფიტას 20 გადაადგილებს საპირისპირო

მიმართულებით ანუ თბური მილის მუშა ზედაპირს ამცირებს. შესაბამისად, კლებულობს კონდენსატორიდან 15 გამოსულ სითბოს რაოდენობა და ჰაერის ტემპერატურა გამოიყვან ჰაერსავალში 17 კვლავ აღდგება. ჰაერსავალიდან 17 გამოდის ტენდაკარგული და საჭირო ტემპერატურის მქონე ჰაერი. ეს ჰაერი მიღგაყვანილობით 2 მიეწოდება საღნობ საკანს 1, სადაც მიმდინარეობს ჩაის ფოთლის ღნობის პროცესი.

ჰაერის გაცხელების წინ მისი შეშრობა ამაღლებს ღნობის პროცესის მამოძრავებელ ძალას – საშუალო სხვაობა უშუალოდ ჩაის ფოთლის ზედაპირთან მუშა აგენტის ტენშემცველობასა და ვენტილირებად ჰაერს შორის იზრდება. პროცესის მამოძრავებელი ძალის ამაღლება კი განაპირობებს მისი სინქარისა და საერთოდ საღნობი დანადგარის მწარმოებლობის გაზრდას.

თანამედროვე პირობებში არსებულ საღნობ დანადგარში შემავალი შეუმშრალი ჰაერის ტენშემცველობა 14 გ/კვ შეადგენს, ხოლო ღნობის პროცესიდან გამომავალი ჰაერისა – 18,21 გ/კვ. ჩაის ტენშემცველობა (ჰაერის ზედაპირული ნაჯერი ფენა) ღნობის პროცესის დასაწყისში 18,7 გ/კვ შეადგენს, ხოლო პროცესის ბოლოს – 32 გ/კვ. არსებულ საღნობ დანადგარში პროცესის საშუალო ლოგარითმული მამოძრავებელი ძალა

$$\Delta d_{ars} = \frac{(32-18,21)-(18,7-14)}{2,31g \frac{32-18,21}{18,7-14}} = 7,9 \text{ გ/კვ.}$$

შემშრალი მუშა აგენტით ღნობის შემოთავაზებული მეთოდის გამოყენებისას ჰაერის საწყისი ტენშემცველობა 5,5 გ/კვ ტოლია, ხოლო საბოლოო – 11,5 გ/კვ. ჩაისათვის საწყისი და საბოლოო ტენშემცველობები წინა შემთხვევის ანალოგიურია. ამიტომ პროცესის საშუალო ლოგარითმული მამოძრავებელი ძალა წინასწარ შემშრალი ჰაერის გამოყენების შემთხვევაში ტოლი იქნება:

$$\Delta d_{sem} = \frac{(32-18,21)-(18,7-5,5)}{2,31g \frac{32-18,21}{18,7-14}} = 16,7 \text{ გ/კვ.}$$

აქედან გამომდინარე, მუშა აგენტის წინასწარი შეშრობის შემთხვევაში ღნობის პროცესის მამოძრავებელი ძალის ნაზარდია

$$\frac{\Delta d_{sem}}{\Delta d_{ars}} = \frac{16,7}{7,9} = 2,13.$$

შესაბამისად, ღნობის პროცესის სინქარეც იზრდება 2,13-ჯერ, რაც ასევე აღიღებს საღნობი დანადგარის მწარმოებლობას.

შევამოწმოთ, რამდენად იცვლება საღნობი აგრეგატში მიწოდებული მუშა აგენტის ხარჯი.

საღნობ მანქანაში ჩაის ფოთლიდან ართმეული ტენის რაოდენობა 262 კვ/სთ. შეადგენს.

ტენის ამ რაოდენობის ასაორთქლებლად საჭირო სითბოს რაოდენობა არაა დამოკიდებული მუშა აგენტის ტენშემცველობაზე და ტოლია  $Q = 154000$  კკალ/სთ. თითოეული კილოგრამი ჰაერის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა მისი 315 K-დან 305 K ტემპერატურამდე დაწვევის დროს დამოკიდებულია ჰაერის ტენშემცველობაზე და ტოლია

$$q_{ars} = (0,24 + 0,00047d_1)(T_1 - T_2) = (0,24 + 0,00047 * 14)(315 - 305) = 2,47 \text{ კკალ/კვ,}$$

$$q_{sem} = (0,24 + 0,00047d_2)(T_1 - T_2) = (0,24 + 0,00047 * 5,5)(315 - 305) = 2,42 \text{ კკალ/კვ.}$$

ამიტომ თეორიულად საჭირო ჰაერის რაოდენობა 262 კვ/სთ ტენის მთელი რაოდენობის ასაორთქლებლად იქნება:

$$L_{ars} = \frac{Q}{q_{ars}} = \frac{154000}{2,47} = 62158 \text{ კვ/სთ,}$$

$$L_{sem} = \frac{Q}{q_{sem}} = \frac{154000}{2,42} = 63636 \text{ კვ/სთ.}$$

1 კვ მშრალი ჰაერის მოცულობა 0,89 მ<sup>3</sup>/კვ შეადგენს. ამიტომ აგრეგატში ჰაერის ხარჯი ერთი საათის განმავლობაში

$$V_{ars} = L_{ars} * 0,89 = 62158 * 0,89 = 55319 \text{ მ<sup>3</sup>/სთ,}$$

$$V_{sem} = L_{sem} * 0,89 = 63636 * 0,89 = 56636 \text{ მ<sup>3</sup>/სთ.}$$

ამრიგად, არსებულ საღნობ დანადგარში ერთი საათის განმავლობაში 262 კვ ტენის აორთქლებისათვის მუშა აგენტის საათური ხარჯი შეადგენს:

$$V_{ars}^1 = V_{ars} = 55319 \text{ მ<sup>3</sup>/სთ}$$

იმავე 262 კვ ტენის აორთქლებას წინასწარ შემშრალი მუშა აგენტი 2,13-ჯერ უფრო სწრაფად აწარმოებს. შესაბამისად, აღნიშნული რაოდენობის ტენის ასაორთქლებლად საჭირო დრო

$$\tau_{sem} = \frac{\tau_{ars}}{2,13} = \frac{60}{2,13} = 28 \text{ წთ.}$$

მიღებული დროის განმავლობაში იმავე 262 კვ ტენის აორთქლებისათვის მუშა აგენტის ხარჯი

$$V_{sem}^1 = \frac{V_{sem}}{2,13} = \frac{56636}{2,13} = 26585 \text{ მ<sup>3</sup>/სთ.}$$

აქედან გამომდინარე, მუშა აგენტის წინასწარი შეშრობის შემთხვევაში ღნობის პროცესისათვის საჭირო ჰაერის საათური ხარჯის ეკონომია ტოლია:

$$\frac{V_{ars}^1}{V_{sem}^1} = \frac{55319}{26585} = 2,08$$

შესაბამისად, მუშა აგენტის წინასწარი შეშრობის შემთხვევაში ღნობისათვის საჭირო ჰაერის

რის საათური ხარჯი დაახლოებით 2-ჯერ შემცირდა.

### 3. დასკვნა

ჩატარებული გამოთვლების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ მუშა აგენტის წინასწარი შემოღობა საღებო დანადგარში მიწოდების წინ დაახლოებით 2,13-ჯერ აღიდას ღნობის პროცესის მამოძრავებელ ძალას, მისი მიმდინარეობის სინქარეს და, შესაბამისად, საღებო დანადგარის მწარმოებლობას. ამავე დროს, ღნობის პროცესის წარმართვისათვის საჭირო მუშა აგენტის საათური ხარჯი დაახლოებით 2-ჯერ მცირდება. ამის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ საწარმოო პირობებში ჩაის ღნობისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მაცივარ-დანადგარში წინასწარ გამშრალი და შემდეგ გამთბარი ჰაერი. ღნობის აღნიშნული მეთოდი მაღალეფექტურია და ენერგოდანახარჯების თვალსაზრისით მნიშვნელოვნად ეკონომიურია არსებულ მეთოდებთან შედარებით.

### ლიტერატურა

1. Цоциашвили И.И., Бокучава М.А. Химия и технология чая. М: Агропромиздат, 1989. – 379 с.
2. ი. ხოჭოლავა. ჩაის ტექნოლოგია. თბილისი: განათლება, 1985. – 494 გვ.
3. ა. გიორგაძე, ვ. ღვაჩლიანი, გ. გიორგაძე, თ. ღვაჩლიანი. მწვანე ჩაის წარმოების ხერხი. საპატენტო სიგელი გამოგონებაზე №3526. A 23 F 3/12. ბიულეტენი №9. 2005.05.10.
4. ვ. ღვაჩლიანი, გ. მაზანიშვილი, ი. ფონხიძე, გ. ჟვანია, ა. გიორგაძე. ჩაის ფოთლის დამამუშავებელი დანადგარი. საპატენტო სიგელი

გამოგონებაზე №2406. A 23 F 3/12. ბიულეტენი №11. 2000.03.28.

5. გ. ს. ჯომარჯიძე. ჩაის წარმოების მანქანები. თბილისი: განათლება, 1971. – 334 გვ.
6. გ. ს. ჯომარჯიძე. ჩაის საღებო, საშრობი მანქანების მოდერნიზება და გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესება. ტექნიკური. თბილისი: საქართველოს სამეცნიერო-ტექნიკური ინფ. კვლ. ინსტ. 1990. სერია: კვების მრეწველობა, № 1 – 62 გვ.
7. თ. მეგრელიძე. გრიგალური ეფექტის პირობებში ჩაის ოსცილირებულ რეჟიმში შრობის პროცესის ექსპერიმენტული კვლევა. ქუთაისი-თბილისი პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი “ხანძთა“ №1(6). 2008, 119-121 გვ.
8. თ. მეგრელიძე, გ. გუგულაშვილი, ი. ფრუიძე. გრიგალური ეფექტით მომუშავე ჩაის საშრობი აპარატის ჰიდროდინამიკის ექსპერიმენტული კვლევა. თბილისი: სტუ, “ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ № 4 (12), 2008, 121-127 გვ.
9. თ. მეგრელიძე, თ. რევიშვილი, ზ. შუბლაძე, ბ. დოლიძე, ლ. გალოგრაძე, ზ. ჯაფარიძე, გ. გოლეტიანი, გ. გუგულაშვილი. ჩაის ფოთლის საღებო მანქანა. საპატენტო სიგელი № GE P 4565 B. 10.12.2008 წ. კლასი A 23 F 3/00.
10. თ. მეგრელიძე, თ. რევიშვილი, ზ. შუბლაძე, ბ. დოლიძე, ლ. გალოგრაძე, გ. მეგრელიძე, გ. გუგულაშვილი. ჩაის ფოთლის საღებო მანქანის მუშა აგენტის აღმდგენი მოწყობილობა. საპატენტო სიგელი № GE P 4710 B. 01.10. 2009 წ. კლასი A 23 F 3/00, F 25 B 29/00.

UDC 663.95

## THE TEA LEAVES DESICCATED WORKER AGENT PRELIMINARY DRYING WITH USE THE REFRIGERATING PLANT

T. Megrelidze, E. Sadagashvili, V. Gvachliani, G. Gugulashvili

Machinebuilding department, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** The tea leaves desiccated process being is in tea leaves mass let pass off the heating air, which influences on the superfluous moisture evaporate from leaves surface. There is described the worker agent preliminary drying equipment for tea leaves desiccated process with use the refrigerating plant. In cases of tea leaves desiccated process with existent and propose regimes is calculated the process motive powers and the air expenditure for this process current. There is established, that the worker agent preliminary drying process increases 2,13 times the desiccated process motive powers and 2 times cuts down the worker agent expenditure. There is established, that in industrial conditions for tea leaves desiccation may be used the air, which will preliminary dry and then will warm in refrigerating plant. The tea leaves desiccated such method has high effectiveness and importance in economics point of view.

**Key words:** tea, desiccate, air, evaporation, moisture

УДК 663.95

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОСУШКИ РАБОЧЕГО АГЕНТА УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗАВЯЛИВАНИЯ ЧАЙНОГО ЛИСТА****Мегрелидзе Т.Я., Садагашвили Э.З., Гвачлиани В.В., Гугулашвили Г.Л.**

Департамент машиностроения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Сущность процесса завяливания чайного листа заключается в нагнетании сквозь массу чайного листа горячего воздуха, который осуществляет испарение излишней влаги с поверхности листа. Представлено устройство для предварительной осушки рабочего агента установки для завяливания чайного листа с использованием холодильной машины. Для случаев завяливания чайного листа с использованием существующего и предложенного авторами режимов рассчитаны движущие силы процесса завяливания и расход завяливающего воздуха. Установлено, что предварительная осушка рабочего агента в 2,13 раз увеличивает движущие силы процесса завяливания и в 2 раза уменьшает расход рабочего агента. Установлено, что в производственных условиях для завяливания чайного листа может быть использован воздух, который предварительно будет осушен, а затем будет нагрет в холодильной машине. Указанный метод завяливания имеет высокую эффективность и с точки зрения энергетических затрат значительно экономичнее по сравнению с тепловыми методами.

**Ключевые слова:** чай; завяливание; воздух; испарение; влага.

*შემოსვლის თარიღი 26.06.09  
მიღებულის დასაბუჯად 29.06.09*

УДК 62-597

**ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА КОЛОДОК ТОРМОЗНОЙ ПЕРЕДАЧИ МОТОРНОГО ВАГОНА ЭЛЕКТРОПОЕЗДА С УЧЁТОМ ЗАЗОРОВ В ШАРНИРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ****Шарашенидзе Г.Г.,\* Дolidзе М.Г., Шарашенидзе С.Г., Купарашвили Л.Дж.**

Департамент транспорта, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77

E-mail: g. sharashenidze @ gtu. ge

**Резюме:** Исследованы параметры релаксационного автоколебания узла тормозной колодки моторного вагона. Составлены дифференциальные уравнения автоколебания. Получены аналитические выражения силы трения с учётом упругости подвески. С целью определения реальных параметров автоколебания, соединение “колодка-траверса” представлено с увеличенным зазором. Исследовано влияние нормальной силы реакции соответствующего зазора на силу нажатия колодки и на параметры автоколебания. Исследованы влияние линейной скорости вращения колеса на силу трения, а также влияние силы трения на частоту механических автоколебаний. Полученные результаты даются аналитическими выражениями и в виде диаграмм.

**Ключевые слова:** автоколебания; сила трения; колодка; тормоз; зазор.

**1. ВВЕДЕНИЕ**

Безопасность движения железнодорожного подвижного состава в основном зависит от технической исправности ходовой части вагона и от эффективности тормозной рычажной передачи автоматического тормоза. Тормозная рычажная передача - это совокупность вертикальных рычагов, горизонтальных тяг, подвесок тормозных колодок и тормозных колодок, имеющих общий привод в виде тормозного цилиндра. Нажатие тормозных колодок на поверхности катания колеса характеризуется скачкообразным изменением силы трения между фрикционными поверхностями колеса и колодки, образованием неровностей на этих поверхностях, увеличением износа [3, 7, 8]. Вследствие этого наступает процесс механического автоколебания узла тормозной колодки. По причине автоколебаний

ухудшается фрикционный контакт [1, 2, 9], что приводит к ухудшению динамики узла подвески тормозной колодки и порче элементов колёсной пары [6, 8]. По причине автоколебаний снижается не только эффективность торможения, но и создаётся дополнительный шум в виде своеобразного визга тормозов, который оказывает вредное и тяжёлое воздействие на пассажиров электропоезда.

Анализ и исследование взаимодействия фрикционных элементов торможения даст возможность находить эффективные средства против созданного автоколебания, что частично решено в работах [4, 5] и требует дальнейшего усовершенствования.

Задача эффективного торможения является весьма актуальной проблемой, поэтому исследование процесса автоколебаний, созданного фрикционными свойствами соприкасающихся рабочих поверхностей колеса и колодки, можно считать важным направлением в деле увеличения долговечности узла тормозной колодки и в целом рычажной тормозной передачи.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Расчётную схему релаксационной автоколебательной системы узла тормозной колодки можем представить в таком виде (рис. 1).

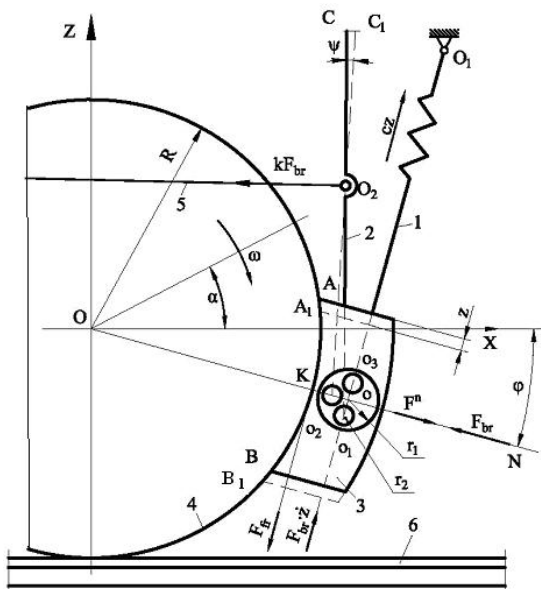


Рис. 1. Релаксационная автоколебательная система тормозной колодки

Рассматриваются упругие колебания подвески O10 и одновременно зазор в шарнирном соединении 1-2 “колодка-траверса”. Величина зазора  $\Delta = r_1 - r_2$ , где  $r_1$  и  $r_2$  – радиусы соответственных отверстий башмака колодки и шейки траверсы. Шейке траверсы сообщается

дополнительное движение, в ходе которого центр шейки может занять любое положение в поле зазора:  $o_1, o_2, o_3$  и т.д. При положении центра шейки  $o_2$  возникает нормальная реакция  $F^n$ , которая направлена против силы нажатия колодки  $F_{br}$ . Сила трения  $F_{fr}$  между фрикционными поверхностями колеса и колодки приложена в точке контакта K. На колодку действует сила  $F_{br}\dot{z}$  по направлению подвески O10.

Угол поворота колеса обозначен через  $\alpha$ . Принимаем, что угловая скорость вращения колеса является постоянной, т.е.  $\omega = \frac{d\alpha}{dt} = \dot{\alpha}(t) = const$ . Также линейная скорость вращения колеса  $v = \dot{\alpha}(t) = \omega t = const$ .

Релаксационность автоколебаний объясняется разностью между силами трения покоя и скольжения, прерывистостью перемещения и скорости перемещения тормозной колодки, а также частично существованием нормальной реакции  $F^n$  в паре 1-2, при помощи которой сила нажатия колодки  $F_{br}$  становится переменной.

По данной модели колебательной системы (рис. 1), дифференциальное уравнение колебания узла тормозной колодки можно записать выражением

$$m\ddot{z} + (F_{br} - F^n)\dot{z} + cz = F_{fr}(v - \dot{z}), \quad (1)$$

где  $m$  – сумма масс тормозной колодки, башмака колодки и половины траверсы;  $za$  – упругое перемещение колодки;  $c$  – жёсткость подвески O10;  $v$  – линейная скорость вращения контактной точки K.

Сила трения  $F_{fr}$  зависит от значения относительной скорости скольжения  $(v - \dot{z})$ .

Равновесие тормозной колодки определяется начальными значениями скорости  $v_0$  и силы трения  $F_{fr0}$ . Статическое перемещение колодки

$$z_0 = \frac{F_{fr0}}{c}. \quad (2)$$

Поэтому при малых значениях относительной скорости

$$F_{fr} = F_{fr0} + (\dot{F}_{fr0})\dot{z}. \quad (3)$$

Выражение (1), с учётом формулы (3) и перехода на перемещение  $z_1$ , когда  $z_1 = z - z_0$ , примет вид

$$m\ddot{z}_1 + (F_{br} - F^n - \dot{F}_{fr0})\dot{z}_1 + cz_1 = 0. \quad (4)$$

В уравнении (4) возможны следующие соотношения сил:

$$\left. \begin{aligned} F_{br} - \dot{F}_{fr0} > 0; & F_{br} > \dot{F}_{fr0}; \\ F_{br} - \dot{F}_{fr0} = 0; & F_{br} = \dot{F}_{fr0}; \\ F_{br} - \dot{F}_{fr0} < 0; & F_{br} < \dot{F}_{fr0}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

В случае первого неравенства  $\dot{F}_{fro} \rightarrow 0$ , поэтому автоколебания будут затухающими. Если разность обращается в нуль, тогда автоколебания характеризуются постоянной амплитудой. В случае третьего неравенства колебания нарастают.

Нужно определить значение амплитуды уравнения (4). С этой целью сила трения  $F_{fr}$  будет разложена в ряд Тэйлора по формуле (3):

$$F_{fr} = F_{fr0} + \frac{dF_{fr0}}{dv_0} \delta v_0 + \frac{1}{2!} \frac{d^2 F_{fr0}}{dv_0^2} \delta v_0^2 + \frac{1}{3!} \frac{d^3 F_{fr0}}{dv_0^3} \delta v_0^3 + \dots \quad (6)$$

Если осуществить замену  $\delta v_0 = \dot{z}_1$ , тогда из (6) получим:

$$F_{fr} = F_{fr0} - (\dot{F}_{fr0}) \dot{z}_1 + \frac{1}{2!} (\ddot{F}_{fr0}) \dot{z}_1^2 + \frac{1}{3!} (\dddot{F}_{fr0}) \dot{z}_1^3 + \dots \quad (7)$$

С учётом (7) выражение (4) примет вид

$$m\ddot{z}_1 + cz_1 + (F_{br} - F^n - \dot{F}_{fr0}) \dot{z}_1 - \frac{1}{2!} (\ddot{F}_{fr0}) \dot{z}_1^2 + \frac{1}{3!} (\dddot{F}_{fr0}) \dot{z}_1^3 = 0. \quad (8)$$

Получено уравнение (8) релаксационного автоколебания тормозной колодки, для решения которого воспользуемся методом энергетического баланса. С этой целью сперва определяется элементарная работа силы трения в течение времени  $dt$ . Будем иметь:

$$dU = F_{fr} dz_1 = F_{fr} \frac{dz_1}{dt} dt = F_{fr} \dot{z}_1 dt. \quad (9)$$

Уравнение автоколебания приближённо может быть описано в форме

$$z_1 = A \sin pt, \quad (10)$$

где  $A$  – амплитуда релаксационного автоколебания;  $p$  – частота автоколебаний узла колодки.

Для полного периода автоколебаний  $T$  работа силы трения с учётом формулы (9) определяется выражением

$$\int_0^T F_{fr} \dot{z}_1 dt = 0. \quad (11)$$

Силу трения можно определить из формулы (8) как сумму третьего, четвёртого и пятого членов. Тогда выражение (11) примет вид

$$\int_0^{2\pi} \left[ (F_{br} - F^n - \dot{F}_{fr0}) \dot{z}_1^2 - \frac{1}{2!} \ddot{F}_{fr0} \dot{z}_1^3 + \frac{1}{3!} \dddot{F}_{fr0} \dot{z}_1^4 \right] dt = 0. \quad (12)$$

Из формулы (10) напомним

$$z_1 = Ap \cos pt. \quad (13)$$

С учётом (13) из выражения (12) получим

$$\int_0^{2\pi} \left[ (F_{br} - F^n - \dot{F}_{fr0}) \cos^2 pt + \frac{1}{2} \ddot{F}_{fr0} Ap \cos^3 pt + \frac{1}{6} \dddot{F}_{fr0} A^2 p^2 \cos^4 pt \right] dt = 0. \quad (14)$$

После интегрирования определяется значение амплитуды релаксационного автоколебания:

$$A = \frac{2\sqrt{2}}{p} \left( \frac{\dot{F}_{fr0} - F_{br} + F^n}{\ddot{F}_{fr0}} \right)^{1/2}. \quad (15)$$

Если примем, что сила нажатия колодки  $F_{br} = 0$ , тогда нормальная реакция  $F^n = 0$  и значение амплитуды

$$A = \frac{2\sqrt{2}}{p} \left( \frac{\dot{F}_{fro}}{\ddot{F}_{fro}} \right)^{1/2}. \quad (16)$$

По результатам расчёта построены диаграммы зависимостей силы трения и частоты механических автоколебаний от линейной скорости вращения колеса вагона (рис. 2).

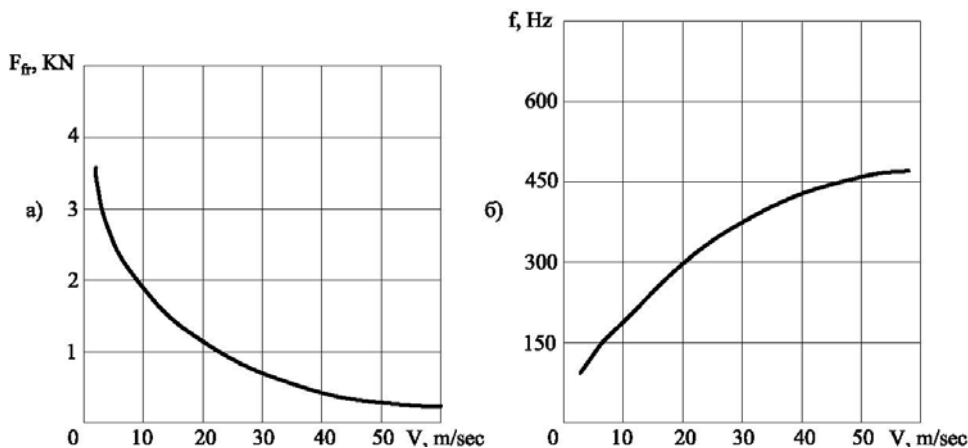


Рис. 2. Диаграммы зависимостей:

а) силы трения и б) частоты автоколебания от линейной скорости вращения колеса моторного вагона



**3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Расчётная схема релаксационной автоколебательной системы даёт возможность составить дифференциальное уравнение колебания узла тормозной колодки.

2. Рассмотрением некоторых шарнирных соединений с зазорами достигается определение реальных параметров автоколебания.

3. Математический аппарат исследования релаксационного автоколебания тормозной колодки приемлем для решения подобных задач рычажных тормозных передач вагонов любого вида.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Asghaz Nasr, Mahdi Mehrgou. Rail RCF and the effects of different wheel profiles // Trans. of ASME RTDF Technical Conference. 24-25 September, 2008. Chicago, USA. Vol.1. PN: RTDF 2008-74037.
2. Cameron P. Lonsdale, Scott Cummings. Wheel spalling literature review // Trans. of ASME RTDF Technical Conference. September 24-25, 2008 Chicago, USA. Vol.1. PN: RTDF 2008-740108.
3. Garg V.K. Dukkipati R.V. Dynamics of railway vehicle systems. Academic Press, New York, 1984. - 391 p.
4. Хвингия М.В. Основы прикладной теории механических колебаний и динамика машин. Тбилиси: Ганатлеба, 1981. - 454 с.
5. Шарашенидзе Г.С. Динамика вагонов. Тбилиси: Ганатлеба, 2001. - 544 с.
6. Шарашенидзе Г.С. Динамика механических передач вагонов. Тбилиси: Технический университет, 2009. - 332 с.
7. Шарашенидзе Г.С., Карибов С.И. О точности учёта реальных параметров тормозных рычажных передач подвижного состава // Научные труды Новочеркасского НИИЭ-а, № 2, Новочеркасск, 2009, с. 31-43.
8. Sharashenidze G.S., Dolidze M.G., Kurtanidze P.R. Mathematical justification of the new method determination of wheel pairs and rail's damage // Trans. of ASME RTDF Technical Conference, Fort Worth, TX, USA. Vol.2. PN: RTDF 2009-18007.
9. Sharashenidze G.S., Sharashenidze S.G. Comparative analysis of the dynamic of connecting-codpiston groups with clearances of the operational transmission of railroad rolling- // "Problems of Applied Mechanics". Tbilisi, 2004, № 4(17), pp. 20-26.

**შპს 62-597****ელექტრომატარებლის მოტორიანი ვაგონის სამუხრუჭო გადაცემის ხუნდების ავტორხვევის პროცესის გამოკვლევა სახსრულ შეერთებებში ღრეწობის გათვალისწინებით**

გ. შარაშენიძე, მ. დოლიძე, ს. შარაშენიძე, ლ. ქუფარაშვილი

სატრანსპორტო დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

**რეზიუმე:** ნაშრომში გამოკვლეულია მოტორიანი ვაგონის სამუხრუჭო ხუნდის კვანძის რელაქსაციური ავტორხვევის პარამეტრები. შედგენილია ავტორხვევის დიფერენციალური განტოლება. მიღებულია სახუნის ძალის ანალიზური გამოსახულებანი საკიდის დრეკადობის გათვალისწინებით. ავტორხვევის რეალური პარამეტრების დადგენის მიზნით “ხუნდი-ტრავერსის” შეერთება წარმოდგენილია გაზრდილი ღრეწოთი. გამოკვლეულია ღრეწოს შესაბამისი ნორმალური რეაქციის ძალის გაგენა ხუნდის დაწოდის ძალაზე და ავტორხვევის პარამეტრებზე. გამოკვლეულია თვლის ბრუნვის ხაზოვანი სიჩქარის გაგენა სახუნის ძალაზე, ასევე სახუნის ძალის გაგენა მექანიკური ავტორხვევის სისწირეზე. მიღებული შედეგები მოცემულია ანალიზური გამოსახულებებისა და დიაგრამების სახით.

**საკვანძო სიტყვები:** ავტორხვევა; სახუნის ძალა; ხუნდი; მუხრუჭი; ღრეწო.

UDC 62-597

**RESEARCH OF ELECTRIC TRAIN MOTOR CAR BRAKE TRANSMISSION SELF-EXCITED OSCILLATION PROCESS WITH TAKING INTO ACCOUNT CLEARANCES IN HINGED CONNECTIONS****G. Sharashenidze, M. Dolidze, S. Sharashenidze, L. Kuparashvili**

Department of transport, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** There is researched the parameters motor car brake shoe relaxation self-excited oscillations. There is generated the differential equation of self-excited oscillations. There are obtained the friction force analytical expression subject to suspension elasticity. For the purpose of self-excited oscillations real parameters definition the connection “suspension – traverse” is presented with increased clearance. There are researched the influence of normal reaction force of according clearance in the pressing force of the shoe and on the self-excited oscillation parameters. There are researched the influence of wheel linear speed on friction force and also the influence of friction force on frequency of mechanical self-excited oscillations. Obtained results are presented as analytical expressions and diagrams.

**Key words:** motor oscillation; friction force; shoe; brake; clearance.

*შემოსვლის თარიღი 01.10.09  
მიღებულია დასაბუჯად 09.10.09*

УДК 656.2

**ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА ЭЛЕМЕНТОВ ШАРНИРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА УПРУГО-ПОПЕРЕЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РЫЧАГОВ ТОРМОЗНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА****Г.С. Шарашенидзе\*, П.Р. Куртанидзе, С.Г. Шарашенидзе, Л.Дж. Купарашвили**

Департамент транспорта, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77

E-mail: g.sharashenidze @gtu.ge

**Резюме:** Исследованы упруго-поперечные колебания рычагов тормозной передачи при износе элементов шарнирных соединений. Создана расчётная схема упруго-поперечных колебаний рычага тормозного узла передачи, где износ элементов шарнира представлен в виде зазоров. Получены значения идеального и реального параметров выходного рычага. Составлено дифференциальное уравнение упруго-поперечного колебания с учётом существующих износов. Получены соответствующие аналитические выражения. Установлено, что частота упруго-поперечных колебаний рычага увеличивается пропорционально росту длины рычага, продольных усилий и значений зазоров в шарнирных соединениях.

**Ключевые слова:** поперечное колебание; рычаг; тормоз; уравнение; износ.

**1. ВВЕДЕНИЕ**

Динамические показатели вагона непосредственно зависят от номинальных технических параметров кузова

и ходовой части [1, 2, 8], при этом геометрическая неровность поверхностей катания колеса и головки рельса является основной причиной дополнительных вертикальных и упруго-поперечных колебаний. Стандартными методами исследования колебания вагонов [3, 4, 7], в которых колебательный объект рассматривается в виде однородного стержня с равномерно распределёнными массами, помещённого на двух опорах, недостаточно описываются реальные динамические процессы, постольку в качестве расчётных схем использованы идеальные динамические модели.

Разработка и создание оптимальных схем тормозных рычажных передач пассажирских вагонов [10], а также динамическое исследование существующих передач [5], с учётом упругости рычагов и зазоров в шарнирных соединениях, можно считать первоначальной попыткой исследования процесса реальной динамики. Результаты некоторых работ [7, 9], описывающие ударные явления без учёта колебательного процесса, а также исследование [6], описывающее поперечное колебание стержня без учёта реальных факторов, не являются полноценными. Ясно, что исследование тормозной передачи, с учётом реальных

действующих факторов – износов в шарнирных соединениях и упругих поперечных колебаний, является весьма актуальной задачей реальной динамики. Этому вопросу посвящается данная работа.

**2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

С целью исследования упруго-поперечных колебаний рычагов тормозной передачи рассмотрим динамическую модель тормозного узла OABD (рис. 1), где износ элементов шарнирных соединений В, С и D даётся в виде зазоров Δ<sub>1</sub>, Δ<sub>2</sub> и Δ<sub>3</sub>. Для упрощения алгебраических расчётов принимаем: Δ<sub>1</sub>=Δ<sub>3</sub>=Δ. Тормозная колодка помещена в шарнире А. Радиус круга катания колеса вагона обозначим через R. Геометрические размеры рычагов обозначим буквами ℓ<sub>1</sub>, ℓ<sub>2</sub>, ℓ<sub>3</sub>, ℓ<sub>4</sub>, ℓ<sub>5</sub>, ℓ<sub>6</sub>. По направлению тяги ℓ<sub>5</sub> действует тормозная сила kF<sub>T</sub>, где k – передаточное число тормозной передачи относительно шарнира С. В шарнире D приложена сила F<sub>p</sub> и направлена в сторону регулятора.

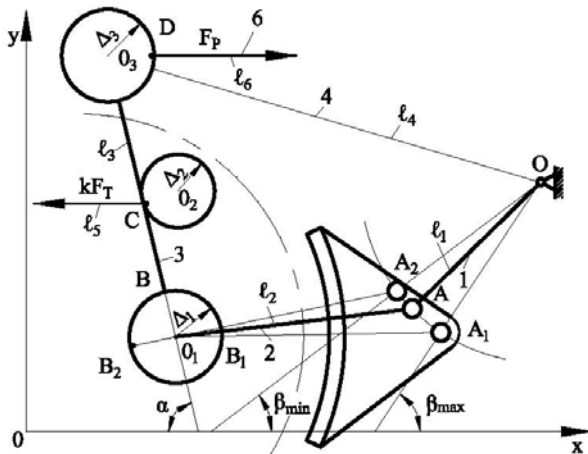


Рис. 1. Динамическая модель тормозного узла рычажной передачи

В результате увеличенных зазоров происходят мгновенные соударения элементов шарнирных соединений [5, 9], образуется контактное движение и на рычаг BD будут действовать продольные растягивающие и сжимающие усилия. После воздействия этих усилий образуются упруго-поперечные колебания рычага BD в момент поворота подвески OA на угол β<sub>max</sub> и β<sub>min</sub>.

Для идеального узла OA<sub>1</sub>O<sub>2</sub>O<sub>3</sub> угол поворота подвески

$$\beta_{ид} = \arccos \frac{\ell_2^2 - \ell_1^2 - A}{2\ell_1\sqrt{A}} + \arctg \frac{-\ell_3 \sin \alpha}{\ell_4 - \ell_3 \cos \alpha}, \quad (1)$$

где

$$A = \ell_4^2 + \ell_3^2 - 2\ell_3\ell_4 \cos \alpha. \quad (2)$$

С учётом крайних положений OA<sub>1</sub> и OA<sub>2</sub> можем написать:

$$\beta_{max} = \arccos \frac{(\ell_2 + \Delta)^2 - \ell_1^2 - A_1}{2\ell_1\sqrt{A_1}} + \arctg \frac{-(\ell_3 + 2\Delta) \sin \alpha}{(\ell_4 + \Delta) - (\ell_3 + 2\Delta) \cos \alpha}, \quad (3)$$

$$\beta_{min} = \arccos \frac{(\ell_2 - \Delta)^2 - \ell_1^2 - A_2}{2\ell_1\sqrt{A_2}} + \arctg \frac{-(\ell_3 - 2\Delta) \sin \alpha}{(\ell_4 - \Delta) - (\ell_3 - 2\Delta) \cos \alpha}, \quad (4)$$

$$A_1 = [(\ell_4 + \Delta)^2 + (\ell_3 + 2\Delta)^2 - 2(\ell_3 + 2\Delta)(\ell_4 + \Delta) \cos \alpha], \quad (5)$$

$$A_2 = [(\ell_4 - \Delta)^2 + (\ell_3 - 2\Delta)^2 - 2(\ell_3 - 2\Delta)(\ell_4 - \Delta) \cos \alpha]. \quad (6)$$

Для практического существования упруго-поперечных колебаний рычага BD необходимо контактное движение тормозного узла одновременным контактом в шарнирных соединениях В и D. Только в этом случае будут воздействовать продольные растягивающие и сжимающие усилия. Видно, что с целью определения параметров упруго-поперечных колебаний необходимо: 1) составить дифференциальные уравнения движения тормозного узла относительно обобщённых угловых координат; 2) решить дифференциальные уравнения движения и определить силы соударения в контактных точках В и D; 3) уточнить значения продольных сил рычага BD; 4) составить дифференциальные уравнения изгиба рычага BD с учётом вида закрепления концов В и D.

Если представить рычаг BD с жёсткими опорами в концах В и D, тогда упругий изгиб f=0 и сохраняются условия

$$\left. \begin{aligned} y(x;t) = 0; \quad \frac{\partial}{\partial x} [y(x;t)] = 0; \\ f = 0; \quad f' = 0; \quad f'' = 0. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Если по динамической модели (рис. 1) в качестве опор концов В и D будут использованы шарниры с зазорами, тогда условия (7) запишутся таким образом:

$$\left. \begin{aligned} y(x; t) \neq 0; \quad \frac{\partial^2}{\partial x^2} [y(x; t)] \neq 0; \\ f \neq 0; \quad f' \neq 0; \quad f'' \neq 0; \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Тогда расчётную схему упруго-поперечных колебаний рычага BD можем представить в следующем виде (рис. 2).

На схеме (рис. 2) изображены растягивающие  $F_1F_1$  и сжимающие  $F_2F_2$  продольные силы, а рычаг BD концами B и D опирается на шарниры звеньев AB и CD.

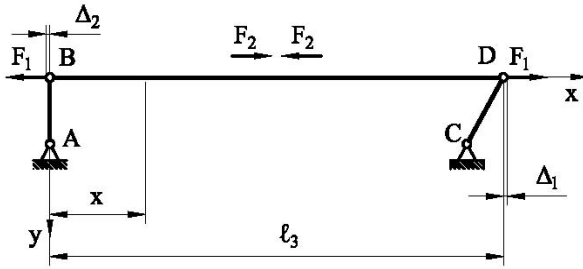


Рис. 2. Расчётная схема упруго-поперечных колебаний рычага BD

Для данного рычага дифференциальное уравнение изгиба выражается равенством

$$EI \frac{\partial^2 y(x; t)}{\partial x^2} = -M, \tag{9}$$

где  $E I$  – изгибная жёсткость упругого рычага BD;  $M$  – поперечная жёсткость в сечении рычага;  $I$  – момент инерции в поперечном сечении рычага.

С учётом растягивающей силы  $F_1$  из формулы (9) получим:

$$M = -EI \frac{\partial^2 y(x; t)}{\partial x^2} + F_1 y(x; t). \tag{10}$$

Из формулы (9) получается уравнение упруго-поперечных колебаний. Будем иметь:

$$EI \frac{\partial^4 y(x; t)}{\partial x^4} - F_1 \frac{\partial^2 y(x; t)}{\partial x^2} + \rho \frac{\partial^2 y(x; t)}{\partial t^2} = 0, \tag{11}$$

где  $\rho$  – масса единичной длины рычага BD.

Решение данного уравнения даётся в виде

$$y(x; t) = Qf(\alpha) \sin(\nu_1 t + \alpha), \tag{12}$$

где  $\nu_1$  – угловая частота упруго-поперечных колебаний при воздействии продольной растягивающей силы  $F_1$ ;  $Q$  – поперечная сила, возникающая в поперечном сечении рычага BD.

Тогда с учётом (12) уравнение (11) примет вид

$$EI \frac{d^4 f(x)}{dx^4} - F_1 \frac{d^2 f(x)}{dx^2} - \nu_1 \rho f(x) = 0. \tag{13}$$

Решение относительно  $f(x)$  запишется выражением

$$f_n(x) = B_n \sin \frac{n\pi}{\ell_3 + 2\Delta} x, \tag{14}$$

где  $B_n$  – постоянная величина;  $n$  – множество решений,  $n=1, 2, 3, \dots$

Следовательно, из уравнений (13) получается:

$$EI \left( \frac{n\pi}{\ell_3 + 2\Delta} \right)^4 + F_1 \left( \frac{n\pi}{\ell_3 + 2\Delta} \right)^2 - \nu_{1n} \rho = 0. \tag{15}$$

Решением уравнения (15) является выражение

$$\nu_{1n} = \left( \frac{n\pi}{\ell_3 + 2\Delta} \right)^2 \left\{ \frac{EI}{\rho} \left[ 1 + \frac{F_1 (\ell_3 + 2\Delta)^2}{EI n^2 \pi^2} \right] \right\}^{1/2}. \tag{16}$$

Решение (16) можно записать в таком виде:

$$\nu_{1n} = \nu_n \left[ \frac{F_1 (\ell_3 + 2\Delta)^2}{EI n^2 \pi^2} \right]^{1/2}, \tag{17}$$

где  $\nu_n$  – угловая частота собственных упруго-поперечных колебаний рычага BD:

$$\nu_n = \left( \frac{n\pi}{\ell_3 + 2\Delta} \right)^2 \left( \frac{EI}{\rho} \right)^{1/2}. \tag{18}$$

В случае воздействия продольных сжимающих сил  $F_2F_2$  на рычаг BD тормозного узла, выражения (14)-(18) примут вид:

$$f_n(x) = B_n \sin \frac{n\pi}{\ell_3 - 2\Delta} x, \tag{14}$$

$$EI \left( \frac{n\pi}{\ell_3 - 2\Delta} \right)^4 + F_2 \left( \frac{n\pi}{\ell_3 - 2\Delta} \right)^2 - \nu_{2n} \rho = 0, \tag{20}$$

$$\nu_{2n} = \left( \frac{n\pi}{\ell_3 - 2\Delta} \right)^2 \left\{ \frac{EI}{\rho} \left[ 1 + \frac{F_2 (\ell_3 - 2\Delta)^2}{EI n^2 \pi^2} \right] \right\}^{1/2}, \tag{21}$$

$$\nu_{2n} = \nu_n \left[ \frac{F_2 (\ell_3 - 2\Delta)^2}{EI n^2 \pi^2} \right]^{1/2}, \tag{22}$$

$$\nu_n = \left( \frac{n\pi}{\ell_3 - 2\Delta} \right)^2 \left( \frac{EI}{\rho} \right)^{1/2}. \tag{23}$$

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предлагаемая расчётная схема с зазорами даёт возможность составить дифференциальные уравнения упруго-поперечных колебаний рычагов тормозной передачи.

2. Последовательным анализом полученных выражений можно определить максимальные значения частоты упругих поперечных колебаний во избежание резонансного явления.

3. Полученные выражения дают возможность исследовать упруго-поперечные колебания рычага других передач с зазорами при воздействии на рычаг передачи растягивающих и сжимающих усилий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bill Shust, Corey Pasta. Numerical simulations of freight railcar dynamic clearance envelopes// Trans.

- of ASME RTDF Technical Conference. September 24-25, 2008. Chicago, USA. Vol.1. PN: RTDF 2008-74025.
2. Daniel Stone. An interpretive literature review of wheel shelling // Trans. of ASME RTDF Technical Conference. September 24-25, 2008 Chicago, USA. Vol.1. PN: RTDF 2008-74028.
  3. Garg V.K., Dukkipati R.V. Dynamics of railway vehicle systems. Academic Press, New York, 1984.-391 p.
  4. Дименгберг Ф.М., Шаталов К.Т. Колебания машин. Москва: Машиностроение, 1984. -308 с.
  5. Давиташвили Н.С., Шарашенидзе Г.С. Основы динамического анализа рычажной системы торможения вагонов. Тбилиси: Комитет ИФТОММА Грузии, 2004. -264 с.
  6. Хусидов В.Д., Красников В.К. Некоторые результаты применения численного интегрирования при использовании поперечных колебаний стержня. - В кн. "Проблемы механики наземного транспорта". Днепропетровск, 2007, с. 61-69.
  7. Шарашенидзе Г.С. Динамика вагонов. Тбилиси: Ганатлеба, 2001. -544 с.
  8. Scott Cummings, Patricia Schreiber. Wheel spalling: simulation of high speed wheel slip // Trans. of ASME RTDF Technical Conference. September 24-25, 2008. Chicago, USA. Vol.1. PN: RTDF 2008-74011.
  9. Sharashenidze G.S., Sharashenidze S.G. Improvement of reliability of executive mechanisms of railway ice-cars compressors // Trans. of ASME JRC Conference. March 4-5, 2009. Pueblo, Colorado, USA. Vol.2. PN: JRC 2009-63007.
  10. Sharashenidze G.S., Kurtanidze P.R. On expedience of choice elaboration of optimal schemes of railcars braking lever transmissions // Trans. of the GTU. № 2(472), Tbilisi, 2009. pp. 82-88.

## შპს 656.2

### სახსრული შეერთებების ელემენტების ცვეთის ზეგავლენა სამგზავრო ვაგონის სამუხრუჭე ბრკეტის ბერკეტების დრეკად-განივ რხევებზე

გ. შარაშენიძე, პ. კურტანიძე, ს. შარაშენიძე, ლ. ქუფარაშვილი

სატრანსპორტო დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

**რეზიუმე:** ნაშრომში გამოკვლეულია სამუხრუჭო გადაცემის ბერკეტების დრეკად-განივი რხევები სახსრული შეერთებების ელემენტების ცვეთისას. შექმნილია გადაცემის სამუხრუჭო კვანძის ბერკეტის დრეკად-განივი რხევების საანგარიშო სქემა, სადაც სამუხრუჭო ელემენტების ცვეთა წარმოდგენილია დრეკების სახით. მიღებულია გამომავალი პარამეტრების იდეალური და რეალური მნიშვნელობები. შედგენილია განივი დრეკადი რხევების დიფერენციალური განტოლება არსებული ცვეთის გათვალისწინებით. მიღებულია შესაბამისი ანალიზური გამოსახულებანი. დადგენილია, რომ გადაცემის ბერკეტის განივი დრეკადი რხევების სიხშირე დიდდება ბერკეტის სიგრძის, ღერძული ძალებისა და სახსრულ შეერთებებში დრეკის მნიშვნელობის ზრდის პროპორციულად.

**საკვანძო სიტყვები:** განივი რხევა; ბერკეტი; მუხრუჭი; განტოლება; ცვეთა.

## UDC 656.2

### INFLUENCE OF HINGED CONNECTION ELEMENTS WEAR ON ELASTIC- LATERAL OSCILLATIONS OF PASSENGER TRAIN MOTOR CAR BRAKE LINKAGE LEVERS

G. Sharashenidze, P. Kurtanidze, S. Sharashenidze, M. Dolidze, L. Kyparashvili

Department of transport, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** There are researched the elastic- lateral oscillations of brake linkage levers with hinged connection elements wear. There is developed the design model of elastic- lateral oscillations of brake linkage lever unit, where the hinged connection elements wear is presented as clearances. The values of ideal and real parameters of output lever are obtained. There is generated the differential equation of elastic- lateral oscillations subject to existing clearances. The corresponding analytical expressions are obtained. There is defined, that the frequency of elastic- lateral oscillations of lever increases proportional to length growth, longitudinal stresses and values of clearances in hinged connections.

**Key words:** lateral asclations; lever; brake; equation; wear.

*Дата поступления 01.10.09*

*Принято к печати 30.11.09*

**შპა 656.2**

**ელექტრომატარებლის ძრავიანი ვაგონის ღრეჩოებიანი სამუხრუჭო კვანძის კინეტიკური ენერჯის განსაზღვრის მათემატიკური აპარატი**

**მ. დოლიძე**

სატრანსპორტო დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: mdolidze@mail.ru

**რეზიუმე:** კინეტიკური ენერჯის განსაზღვრის მათემატიკური აპარატი ითვალისწინებს შემადგენელი ბერკეტებისა და წევების რთულ მოძრაობებს, როცა სრული სამუხრუჭო დროის განმავლობაში ვერტიკალური ბერკეტის ბრუნვის მყისი ცენტრი ორჯერ იცვლის მდებარეობას. განსაზღვრულია ბერკეტების ინერციის მომენტები მასებისა და ბრუნვის ცენტრის მიმართ, ასევე მოძრაობის ძირითადი მახასიათებლები. მიღებულია სათანადო ანალიზური გამოსახულებანი. კინეტიკური ენერჯის გამოსახულება წარმოდგენილია ფორმით, რომელიც მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების შედგენას უზრუნველყოფს განზოგადებული კოორდინატების მიმართ.

**საკვანძო სიტყვები:** ღრეჩო; კინეტიკური ენერჯია; სამუხრუჭო კვანძი; ბერკეტი; ინერციის მომენტი.

**1. შესავალი**

გაზრდილი მგზავრნაკადისა და მაღალი სიჩქარეების პირობებში მოძრაობის უსაფრთხოების დაცვის მიზნით სამუხრუჭო ბერკეტულ გადაცემას განსაკუთრებული მოთხოვნები წაყენება, რაც ტექნიკური გამართულობისა და საქსპლუატაციო ნორმების მკაცრ დაცვას გულისხმობს [2]. მიუხედავად ჩატარებული გამოკვლევებისა სამუხრუჭო სისტემის სრულყოფის თვალსაზრისით [1, 2, 4] საქსპლუატაციო მეჩვენებლების ანალიზმა ცხადყო, რომ გადაცემის რთული კონსტრუქციული შესრულებისას ადგილი აქვს დინამიკური დატვირთვების ზრდას, სამუხრუჭო ხუნდების ცვეთებსა და ტექნიკურ დაზიანებებს [3]. ვითარდება ხუნდების მუშა ზედაპირების კონუსური ცვეთები და შესაბამისად განიცდრეკადი რხევები [4].

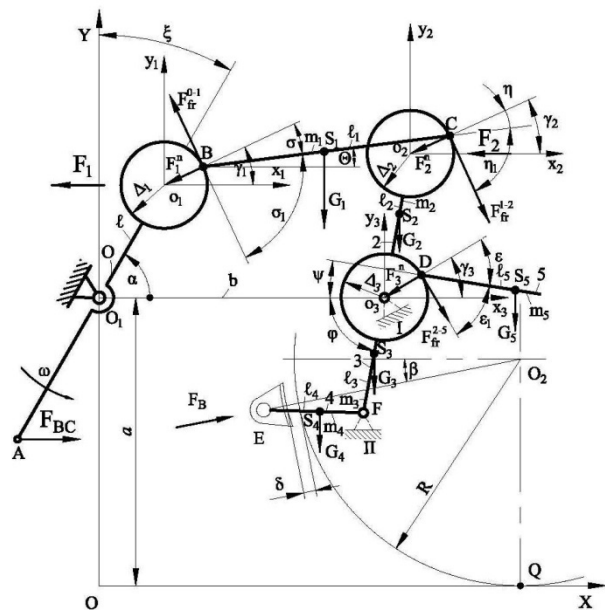
სამუხრუჭო სისტემის რეალური დინამიკის აღწერის მიზნით შესრულებულმა გამოკვლევებმა [5, 6] აჩვენა არსებულთან შედარებით მარტივი კონსტრუქციის მქონე ბერკეტული გადაცემის აუცილებლობა და ამ გადაცემის დინამიკური გამოკვლევა სახსრულ შეერთებებში ღრეჩოების გათვალისწინებით [6,7]. დადგინდა, რომ სახსრების გაზრდილი ღრეჩო დინამიკური დატვირთვების კატასტროფულ ზრდას იწვევს, რაც სამუხრუჭო გადაცემას აზიანებს, სამუხრუჭო დროის

მნიშვნელობას ზრდის და გადაცემის სამუხრუჭო ეფექტიანობას ამცირებს [8].

ცხადი ხდება, რომ სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის ხანგამძლეობის გაზრდის მიზნით ღრეჩოებით გამოწვეული დამატებითი დინამიკური დატვირთვების გამოვლენა წარმოადგენს მეტად აქტუალურ ამოცანას. ამ ამოცანის გადაჭრა მოითხოვს ღრეჩოების გათვალისწინებით გადაცემის სრული კინეტიკური ენერჯის განსაზღვრას.

**2. ძირითადი ნაწილი**

ელექტრომატარებლის ძრავიანი ვაგონის სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის კინეტიკური ენერჯის განსაზღვრა შესაძლებელია  $O_1BCDFE$  სამუხრუჭო კვანძის დინამიკური მოდელის (იხ. ნახაზი) მიხედვით. სრული კინეტიკური ენერჯია არის შემადგენელი ბერკეტების კინეტიკური ენერჯიათა ჯამი.



ძრავიანი ვაგონის სამუხრუჭო კვანძის დინამიკური მოდელი ღრეჩოებით სამ სახსრულ შეერთებაში

მოდელის მიხედვით სრული კინეტიკური ენერჯია

$$T = \frac{1}{2} \left( m_1 V_{S_1}^2 + I_{S_1} \omega_1^2 + I_{O_2} \omega_2^2 + I_{(F)} \omega_5^2 + m_4 V_{S_4}^2 + I_F \omega_4^2 + m_5 V_{S_5}^2 + I_{S_5} \omega_5^2 \right), \quad (1)$$

სადაც  $\omega_i$  არის  $m_i$  მასების მქონე ბერკეტების მობრუნების კუთხური სიჩქარეები;  $I_i$  - მასების ან ბრუნვის ცენტრების მიმართ ინერციის მომენტები;  $V_{S_i}$  - მასების  $S_i$ -ური ცენტრების ხაზოვანი სიჩქარეები

სამუხრუჭო კვანძის თავისებურებების გამო, მაშინ როცა OB, BC, EF და DS<sub>5</sub> ბერკეტები ასრულებს რთულ ან მხოლოდ ბრუნვით მოძრაობას, CF ვერტიკალური საკიდი მობრუნდება ჯერ პირობითად აღნიშნული O<sub>3</sub> სახსრის გარშემო (I პირობითი სახსარი), ხოლო E ხუნდის R რადიუსიან ვაგონის თვალთან შეთავსების მომენტიდან მობრუნდება F მყისი ბრუნვის ცენტრის მიმართ (II პირობითი სახსარი). ე.ი. CF საკიდი ასრულებს მხოლოდ ბრუნვით მოძრაობას მყისი ბრუნვის O<sub>3</sub> და F ცენტრების მიმართ.

რადგან BC ბერკეტის მასების S<sub>1</sub> ცენტრის კოორდინატები და შესაბამისად სიჩქარეები განისაზღვრება ტოლობებით

$$\left. \begin{aligned} X_{S_1} &= \ell \cos \alpha + x_1 + \frac{\ell_1}{2} \cos \theta; \\ Y_{S_1} &= a + \ell \cos \alpha + y_1 + \frac{\ell_1}{2} \sin \theta; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{X}_{S_1} &= \dot{x}_1 - \ell \omega \sin \alpha - \frac{\ell_1}{2} \dot{\theta} \sin \theta; \\ \dot{Y}_{S_1} &= \dot{y}_1 + \ell \omega \cos \alpha + \frac{\ell_1}{2} \dot{\theta} \cos \theta; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

მაშინ მასების S<sub>1</sub> ცენტრის სიჩქარის კვადრატო

$$\begin{aligned} V_{S_1}^2 &= \dot{X}_{S_1}^2 + \dot{Y}_{S_1}^2 = M^2 + D^2 + \\ &+ \ell_1 \dot{\theta} (D \cos \theta - M \sin \theta) + \frac{\ell_1^2}{4} \dot{\theta}^2. \end{aligned} \quad (4)$$

თავის მხრივ

$$\begin{aligned} D &= \dot{y}_1 + \ell \omega \cos \alpha; \\ M &= \dot{x}_1 - \ell \omega \sin \alpha. \end{aligned}$$

(1) ტოლობაში შემავალი  $I_{S_1} = m_1 \ell_1^2 / 12$ , ხოლო  $\omega_1^2 = \dot{\theta}^2$ . ე.ი.

$$I_{S_1} \omega_1^2 = \frac{m_1 \ell_1^2}{12} \dot{\theta}^2. \quad (5)$$

BC წვეთის მობრუნების კუთხური  $\dot{\theta}$  სიჩქარე შეიძლება განზოგადებული კოორდინატების მიხედვით განისაზღვროს. ამ მიზნით იგივეობას ვწვეთ

$$\ell \sin \alpha + y_1 + \ell_1 \sin \theta = \ell_2 \sin \varphi + y_2. \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} X_{S_4} &= \ell \cos \alpha + x_1 + \ell_1 \cos \theta - x_2 - (\ell_2 + \ell_3) \cos \varphi - \frac{\ell_4}{2}; \\ \dot{X}_{S_4} &= \dot{x}_1 - \dot{x}_2 - \ell \omega \sin \alpha - \ell_1 \dot{\theta} \sin \theta + (\ell_2 + \ell_3) \dot{\varphi} \sin \varphi. \end{aligned} \right\}, \quad (13)$$

(6) ტოლობის დიფერენცირების შედეგად მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} \dot{\theta} &= \frac{A}{\ell_1 \cos \theta}; \\ \dot{\varphi} &= \frac{S}{\ell_2 \cos \varphi} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

სადაც თავის მხრივ

$$\left. \begin{aligned} A &= \ell_2 \dot{\varphi} \cos \varphi - \ell \omega \cos \alpha + \dot{y}_2 - \dot{y}_1; \\ S &= \ell \omega \cos \alpha + \ell_1 \dot{\theta} \cos \theta + \dot{y}_1 - \dot{y}_2. \end{aligned} \right\}$$

ცხადია, რომ მოდელის მიხედვით

$$\omega_2 = V_{O_2} / \ell_2,$$

ხოლო

$$\omega_2^2 = V_{O_2}^2 / \ell_2^2 \quad \text{და} \quad V_{O_2}^2 = \dot{X}_{O_2}^2 + \dot{Y}_{O_2}^2.$$

ამიტომ ვწერთ

$$\left. \begin{aligned} X_{O_2} &= \ell_1 \cos \alpha + x_1 + \ell_1 \cos \theta - x_2; \\ Y_{O_2} &= a + y_1 + \ell_1 \sin \theta - y_2. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{X}_{O_2} &= \dot{x}_1 - \ell_1 \omega \sin \alpha + \dot{x}_1 + \ell_1 \dot{\theta} \sin \theta - \dot{x}_2; \\ \dot{Y}_{O_2} &= \dot{y}_1 - \dot{y}_2 + \ell_1 \dot{\theta} \cos \theta. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

თუ გავითვალისწინებთ (7) სისტემას და აღვნიშნავს,

$$\left. \begin{aligned} B &= \dot{x}_1 - \dot{x}_2 - \ell \omega \sin \alpha - A \tan \theta; \\ E &= S - \ell \omega \cos \alpha, \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

მივიღებთ  $V_{O_2}^2$ -ის ახალ მნიშვნელობას

$$V_{O_2}^2 = B^2 + E^2.$$

მაშინ (1) ტოლობის ფრჩხილებიანი გამოსახულების მესამე წევრი ჩაიწერება ამ სახით:

$$I_{O_3} \omega_2^2 = m_2 \frac{\ell_2^2}{3} \cdot \frac{V_{O_2}^2}{\ell_2^2} = m_2 (B^2 + E^2) / 3. \quad (11)$$

რადგან  $I_{(F)} = (m_2 + m_3)(\ell_2 + \ell_3)^2 / 3$ , ხოლო  $\omega_3 = \omega_2$ , ამიტომ

$$J_{(F)} \omega_3^2 = C (m_2 + m_3) (B^2 + E^2), \quad (12)$$

სადაც

$$C = (\ell_2 + \ell_3)^2 / 3 \ell_2^2.$$

გადაცემის EF წვეთი სრული დამუხრუჭების დროს გადაადგილდება  $\delta$  მანძილით, რაც პრაქტიკულად 12-15 მმ-ია და შეიძლება ჩაითვალოს, რომ მისი გადაადგილება წრფივია შემობრუნების გარეშე, ამიტომ (10) ფორმულაში შემავალი სიდიდე  $I_F \omega_4^2 = 0$ , ხოლო წრფივი გადაადგილებისა და გადაადგილების სიჩქარის მნიშვნელობანი განისაზღვრება ტოლობებით:

A და S აღნიშვნების, ასევე (7) და (10) ტოლობების გათვალისწინებით, EF წვევის მასების  $S_4$  ცენტრის გადაადგილების სიჩქარე

$$V_{S_4} = B + \frac{\ell_2 + \ell_3}{\ell_2} Stg\theta. \quad (14)$$

მაშინ (1) ტოლობის მეხუთე წევრის მეორე მამრავლი მიიღებს სახეს:

$$V_{S_4}^2 = B^2 + kBStg\theta + k^2 S^2 tg^2\theta, \quad (15)$$

$$\left. \begin{aligned} X_{S_5} &= \ell \cos \alpha + x_1 + \ell_1 \cos \theta - x_2 - \ell_2 \cos \varphi + x_3 - \frac{\ell_5}{2} \cos \psi; \\ Y_{S_5} &= a + y_3 - \frac{\ell_5}{2} \sin \psi. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ  $\psi$  კუთხე მცირე სიდიდეა, და  $\sin \psi \approx 0$ , ამიტომ (17) სისტემის მეორე განტოლებაში  $\ell_5 \sin \psi / 2 = 0$ , ამასთან (17)

$$\left. \begin{aligned} \dot{X}_{S_5} &= \dot{x}_1 - \dot{x}_2 - \ell \omega \sin \alpha + \ell_2 \dot{\varphi} \sin \varphi + \dot{x}_3 - \ell_1 \dot{\theta} \cos \theta = 0; \\ \dot{Y}_{S_5} &= \dot{y}_3. \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

(10) სისტემის პირველი ტოლობის მხედველობაში მიღებით ვწერთ:

$$\left. \begin{aligned} \dot{X}_{S_5} &= B + \dot{x}_3 - Stg\varphi; \\ \dot{Y}_{S_5} &= \dot{y}_3. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

მაშინ (16) ტოლობა ჩაიწერება ამ სახით:

$$V_{S_5}^2 = (B + \dot{x}_3 + tg\varphi)^2 + \dot{y}_3^2. \quad (20)$$

ძრავიანი ვაგონის სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის კონსტრუქციული თავისებურებებიდან გამომდინარე  $\ell_5$  სიგრძის მქონე მეხუთე ბერკეტი თითქმის ყოველთვის ინარჩუნებს OX დერძის პარალელურ ან მასთან მიახლოებულ მდებარეობას, ამიტომ  $\psi$  კუთხის სიმცირის გამო შეიძლება ჩაითვალოს, რომ  $\dot{\psi} = \omega_5 = 0$ , და აქედან გამომდინარე  $I_{S_5} \omega_5 = 0$ .

საბოლოოდ (4), (5), (11), (12), (15) და (20) ფორმულების შეტანით (1) გამოსახულებაში სამუხრუჭო გადაცემის სრული კინეტიკური ენერგია შეიძლება ჩაიწეროს ასეთი სახით:

$$\begin{aligned} T = \frac{1}{2} \left\{ m_1 \left[ M^2 + D^2 + \ell_1 \dot{\theta} (D \cos \theta - M \sin \theta) + \frac{\ell_1^2}{3} \dot{\theta}^2 \right] + \right. \\ + m_2 (B^2 + E^2) / 3 + C (m_2 + m_3) (B^2 + E^2) + \\ + m_4 (B^2 + kBStg\theta + k^2 S^2 tg^2\theta) + \\ \left. + m_5 \left[ \dot{y}_3^2 + (B + \dot{x}_3 + Stg\varphi)^2 \right] \right\}. \quad (21) \end{aligned}$$

(21) ტოლობა გამოსახავს გადაცემის სრულ კინეტიკურ ენერგიას, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გადაცემის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების შესადგენად.

სადაც

$$k = (\ell_2 + \ell_3) / \ell_2.$$

$\ell_5$  სიგრძისა და მასების  $S_5$  ცენტრის მქონე ბერკეტისათვის შეიძლება დაიწეროს

$$V_{S_5}^2 = \dot{X}_{S_5}^2 + \dot{Y}_{S_5}^2. \quad (16)$$

მოცემული მოდელის მიხედვით (ნახ. 1) მართებულია ტოლობები:

სისტემის დიფერენცირების შემდეგ პირველი განტოლების ბოლო წევრიც ნულის ტოლია, ე.ი.

### 3. დასკვნა

1. სამუხრუჭო გადაცემის მოდელის შემადგენელი ბერკეტებისა და წვევების მოძრაობათა ჩატარებული ანალიზისა და დაშვებების შედეგად შესაძლებელი გახდა სრული კინეტიკური ენერგიის განსაზღვრა გეომეტრიული სტრუქტურისა და განზოგადებული პარამეტრების მიხედვით;

2. კინეტიკური ენერგიის განსაზღვრის მათემატიკური აპარატი რეალური დინამიკური კვლევის საწყისი ეტაპია, რომელიც შეიძლება წარმატებით გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის დინამიკური გამოკვლევისას;

3. ღრწოების განზოგადებული კოორდინატების გამოყენებამ შესაძლებელი გახდა მიღებული კინეტიკური ენერგიის გამოყენება დამატებით მოძრაობათა დიფერენციალური განტოლებების ფორმირების მიზნით.

### ლიტერატურა

1. Карминский Д.Э., Резников В.И. Научные методы регулировки тормозных рачажных передач// Сб. “Повышение эффективности автотормозов”, вып. 82, РИИЖТ, Ростов Н /Д, 1982, с.3-19.
2. Казаринов В.М., Иноземцев В.Г. Теоретические основы проектирования и эксплуатации автотормозов. Москва: Транспорт, 1978.-315 с.
3. Scott Cummings, Tom McCabe, Dan Gosselin. Brake shoes and mechanical shelling// Proceed. of ASME RTDF 2008 Conference. 24-25 September, 2008 Chicago, Illinois, USA. Vol.1. PN: RTDF 2008-74016.
4. გ. შარაშენიძე. ვაგონების დინამიკა. გამომცემლობა “განათლება”, თბილისი, 2001. - 544 გვ.



5. გ. შარაშენიძე. ვაგონის სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის შემსრულებელი კვანძის დამატებით მოძრაობათა დიფერენციალური განტოლებები// საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ქუთაისის სამეცნიერო ცენტრის შრომები. თბილისი, 2006, ტ. XVI, გვ. 118-125.
6. გ. შარაშენიძე. ვაგონის მექანიკურ გადაცემის დინამიკა. საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, თბილისი, 2009. -332 გვ.
7. Шарашенидзе Г.С., Долидзе М.Г. Оптимальная тормозная рычажная передача с двусторонним нажатием колодок моторного вагона электроезда // Труды ГТУ, № 2(472), Тбилиси, 2009, с. 92-95.
8. Sharashenidze G., Mgebrishvili N., Kurtanidze P. Improved system of a braking lever transmission for railcars//Proceed. of ASME RTDF 2008 Conference. 24-25 September, 2008. Chicago, Illinois,USA. Vol.1. PN: RTDF 2008-74006.

**UDC 656.2****MATHEMATICAL APPARATUS OF DEFINITION OF KINETIC ENERGY OF ELECTRIC TRAIN MOTOR CAR BRAKE ASSEMBLY WITH CLEARANCES****M. Dolidze**

Department of transport, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** The mathematical apparatus of definition of kinetic energy provides compound movements of levers and rods, when during of full braking time the instant centre of rotation of the vertical lever twice changes the position. There are defined the moments of inertia of levers concerning the centre of masses and rotation, also the basic characterizing indicators of movement. There are received the corresponding analytical expressions are received. Expression of kinetic energy is presented in form with which help generated the differential equation of movement concerning the generalized co-ordinates is provided.

**Key words:** clearance; kinetic energy; brake assembly; lever; moment of inertia.

**УДК 656.2****МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТОРМОЗНОГО УЗЛА С ЗАЗОРАМИ МОТОРНОГО ВАГОНА ЭЛЕКТРОПОЕЗДА****Долидзе М.Г.**

Департамент транспорта, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Математическим аппаратом определения кинетической энергии предусматриваются сложные движения рычагов и тяг, когда в течение времени полного торможения мгновенный центр вращения вертикального рычага дважды меняет своё положение. Определены моменты инерции рычагов относительно центра масс и вращения, а также основные характеризующие показатели движения. Получены соответствующие аналитические выражения. Выражение кинетической энергии представлено в форме, с помощью которой обеспечивается составление дифференциального уравнения движения относительно обобщённых координат.

**Ключевые слова:** зазор; кинетическая энергия; тормозной узел; рычаг; момент инерции.

*შემოსვლის თარიღი 28.09.09  
მიღებულია დასაბუქდად 09.10.09*

**შპს 656.2**

**სამგზავრო ვაგონის სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის ცვლადი კინეტიკური ენერჯის გაანგარიშება ღრეწობის ბათვალისწინებით**

**პ. კურტანიძე**

სატრანსპორტო დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: transcomgeorgia@gol.ge

**რეზიუმე:** ნაშრომში მოცემულია სამგზავრო ვაგონების სამუხრუჭო გადაცემის კინეტიკური ენერჯის გაანგარიშების მიმდევრობა ღრეწობის გათვალისწინებით სახსრულ შეერთებებში. ღრეწოს არეში შიგა ელემენტის მოძრაობის ფიზიკური არსის დადგენის მიზნით შემოტანილია ცვლადი საკოორდინატო სისტემები და შესაბამისი განზოგადებული ხაზოვანი და კუთხური კოორდინატები. კინეტიკური ენერჯის გაანგარიშებისას გათვალისწინებულია ბერკეტების შესაძლო მოძრაობები. მიღებულია კინეტიკური ენერჯის ანალიზური გამოსახულება, რომელიც წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნას დამატებით მოძრაობათა დიფერენციალური განტოლებების შედგენის მიზნით.

**საკვანძო სიტყვები:** ღრეწო; რთული მოძრაობა; სახსარი; მუხრუჭი; ბერკეტი.

**1. შესავალი**

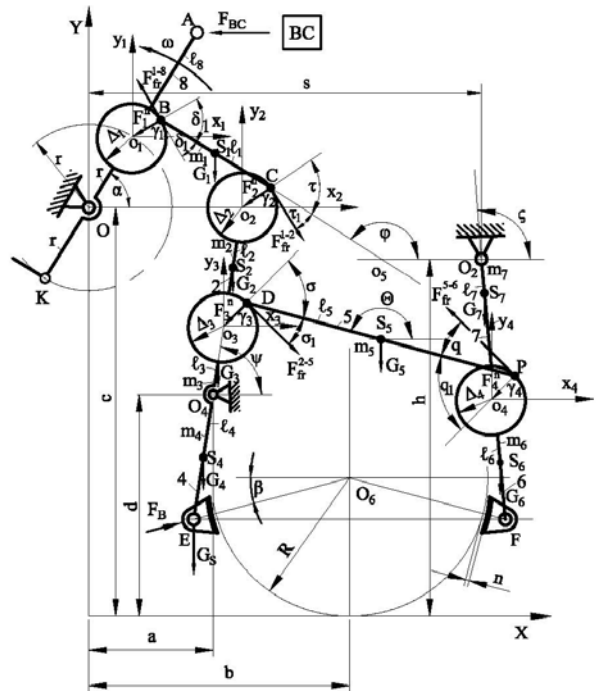
სარკინიგზო შემადგენლობის მოძრაობის უსაფრთხოება დამოკიდებულია სამუხრუჭო სისტემის საიმედოობაზე და სრული დამუხრუჭების ეფექტიანობაზე [1]. სამუხრუჭო ავტომატური სისტემა და შესაბამისი ბერკეტული გადაცემა ძალური მოთხოვნების შესაბამისად მარტივი კონსტრუქციით უნდა ხასიათდებოდეს, გადაცემის გაზრდილი ფარდობით და მცირე ხმაურით დამუხრუჭებისას [2, 3], რაც არსებულ სამუხრუჭო სისტემებისათვის მიუღწევად პირობად ითვლება.

გაუმჯობესებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის შექმნით [6] გადაცემის ფარდობა გაიზარდა, მაგრამ გადაცემის დინამიკური დატვირთვების ნორმირების მიზნით, რაც ადრე მიუღწევად იქნა ვაგონის თვალზე ცალმხრივი დაწოლის მქონე სამუხრუჭო გადაცემისთვის [4, 5], აუცილებელი გახდა გადაცემის დინამიკური გამოკვლევა სახსრული შეერთებების ცვეთების გათვალისწინებით. სახსრული შეერთებების გაზრდილი არატექნოლოგიური ღრეწო წარმოადგენს ამ ელემენტების ურთიერთდარტყმების, მზარდი დინამიკური დატვირთვების შექმნისა და ბერკეტების დაზიანების ძირითად მიზეზს [7]. ამიტომ რეალური დინამიკური კვლევის ამოცანა დიდი აქტუალურობის მატარებუ-

ლია. ამ ამოცანის გადაწყვეტისთვის აუცილებელია შედგეს გადაცემის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები, რაც პირველ რიგში კინეტიკური ენერჯის გაანგარიშებას მოითხოვს სახსრულ შეერთებებში გაზრდილი ღრეწოს არსებობისას.

**2. ძირითადი ნაწილი**

გაუმჯობესებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის კინეტიკური ენერჯის გაანგარიშების მიზნით  $XOY$  საკოორდინატო სისტემაში განვიხილავთ  $OBCDEFPO_2$  დინამიკურ მოდელს (იხ. ნახაზი). მოდელის მიხედვით გათვალისწინებულია ცვეთების შესაბამისი ღრეწოები  $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$  და  $\Delta_4$  1-8, 1-2, 2-5 და 5-7 სახსრულ შეერთებებში. ამ შეერთებათა  $O_1, O_2, O_3$  და  $O_4$  ცენტრებში მოდებულია მოძრაი საკოორდინატო  $x_1O_1y_1, x_2O_2y_2, x_3O_3y_3$  და  $x_4O_4y_4$  სისტემები გადაცემის დამატებით მოძრაობებზე განზოგადებული ხაზოვანი  $x_i, y_i$  და კუთხური  $\varphi_i$  კოორდინატების ზეგავლენის აღწერის მიზნით.



სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის დინამიკური მოდელი

მოდელის მიხედვით სრული კინეტიკური  $T$  ენერგია

$$T = \frac{1}{2}(m_1 V_{S_1}^2 + I_{S_1} \omega_1^2 + I_{O_4} \omega_2^2 + m_5 V_{S_5}^2 + I_{S_5} \dot{\theta}^2 + I_{O_2} \omega_7^2), \quad (1)$$

სადაც  $V_{S_1}$ ,  $V_{S_5}$  არის BC და DP ბერკეტების მასების  $S_1$  და  $S_5$  ცენტრების მოძრაობის საზოგადო სიჩქარეები;  $I_{S_1}$ ,  $I_{S_5}$  -  $m_1$ , და  $m_5$  მასების  $S_1$  და  $S_5$  ცენტრების ინერციის მომენტები;  $I_{O_4}$ ,  $I_{O_2}$  - CD და PO<sub>2</sub> ბერკეტების ინერციის მომენტები ბრუნვის  $O_4$  და  $O_2$  ცენტრებისადმი;  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ ,  $\omega_7$  - BC, CD და PO<sub>2</sub> ბერკეტების მობრუნების კუთხური სიჩქარეები.

მასების  $S_1$  ცენტრისათვის ვწერთ

$$V_{S_1}^2 = \dot{X}_{S_1}^2 + \dot{Y}_{S_1}^2, \quad (2)$$

სადაც  $X_{S_1}$ ,  $Y_{S_1}$  არის მასების  $S_1$  ცენტრის კოორდინატები XOY სისტემაში.

$$\left. \begin{aligned} X_{S_1} &= r \cos \alpha + x_1 + \frac{1}{2} \ell_1 \cos \varphi; \\ Y_{S_1} &= c + y_2 + \frac{1}{2} \ell_1 \sin \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{X}_{S_1} &= \dot{x}_1 - r \omega \sin \alpha - \frac{1}{2} \ell_1 \dot{\varphi} \sin \varphi; \\ \dot{Y}_{S_1} &= \dot{y}_2 + \frac{1}{2} \ell_1 \dot{\varphi} \cos \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

მოდელის მიხედვით სამართლიანია იგივეობა  $r \sin \alpha + y_1 = \ell_1 \sin \varphi + y_2$ .

ამ ტოლობის დიფერენცირებით მივიღებთ  $\dot{\varphi}$ -ის მნიშვნელობას

$$\dot{\varphi} = \frac{1}{\ell_1 \cos \varphi} (r \omega \cos \alpha + \dot{y}_1 - \dot{y}_2). \quad (5)$$

(4) და (5) ტოლობების ძალით (2) გამოსახლება მიიღებს სახეს

$$V_{S_1}^2 = A^2 + \dot{y}_2^2 + \dot{y}_2 B + ABtg\varphi + \frac{1}{4} B^2 (1 + tg^2 \varphi), \quad (6)$$

სადაც  $A$  და  $B$  აღნიშვნები გამოისახება ტოლობებით:

$$A = -r \omega \sin \alpha + \dot{x}_1;$$

$$B = r \omega \cos \alpha + \dot{y}_1 - \dot{y}_2.$$

რადგან  $I_{S_1} = m_1 \ell_1^2 / 12$ , ხოლო  $\omega_1^2 = \dot{\varphi}^2$ , ამიტომ

$$I_{S_1} \omega_1^2 = m_1 B^2 / 12 \cos^2 \varphi. \quad (7)$$

CD ბერკეტის ბრუნვითი მოძრაობისათვის

$$\begin{aligned} J_{O_4} &= J_{S_2} + m_2 \left( \frac{\ell_2}{2} \right)^2 = \\ &= m_2 \ell_2^2 / 12 + m_2 \ell_2^2 / 4 = m_2 \ell_2^2 / 3. \end{aligned} \quad (8)$$

მოდელის მიხედვით შეიძლება დაიწეროს იგივეობა

$$c + r \sin \alpha + y_1 =$$

$$= \ell_1 \sin \varphi + y_2 + \left( \ell_3 + \frac{\ell_2}{2} \right) \sin \psi + d, \quad (9)$$

რომლის დიფერენცირებისა და აღგებრული გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ:

$$\dot{\psi} = \omega_2 = B(1 - tg\varphi) / \left( \ell_3 + \frac{\ell_2}{2} \right) \cos \psi. \quad (10)$$

$m_2$  მასების  $S_2$  ცენტრის საზოგადო სიჩქარის კვადრატო

$$V_{S_2}^2 = \dot{X}_{S_2}^2 + \dot{Y}_{S_2}^2 = \left( \ell_3 + \frac{\ell_2}{2} \right) \omega_2^2. \quad (11)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ

$$\left. \begin{aligned} X_{S_1} &= r \cos \alpha + x_1 - \ell_1 \cos \varphi - x_2 - \frac{\ell_2}{2} \cos \psi; \\ Y_{S_1} &= \left( \ell_3 + \frac{\ell_2}{2} \right) \sin \psi + d; \\ \dot{X}_{S_2} &= A + Btg\varphi - \dot{x}_2 + \frac{B}{\cos \psi} (1 - tg\varphi); \\ \dot{Y}_{S_2} &= \left( \ell_3 + \frac{\ell_2}{2} \right) \dot{\psi} \cos \psi, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

ფორმულა (11) მიიღებს სახეს:

$$V_{S_2}^2 = (A + B - \dot{x}_2)^2 + B^2 (1 - tg\varphi)^2. \quad (14)$$

მაშინ, (8) და (14) ფორმულების გათვალისწინებით შეიძლება დაიწეროს:

$$I_{O_4} \omega_2^2 = km_2 \left[ (A + B - \dot{x}_2)^2 + B^2 (1 - tg\varphi)^2 \right], \quad (15)$$

სადაც

$$k = \frac{\ell_2^2}{3} / \left( \ell_3 + \frac{\ell_2}{2} \right)^2. \quad (16)$$

DP ბერკეტის რთული მოძრაობის კინეტიკური ენერგია გამოისახება (1) ტოლობის ფრჩხილებში მოთავსებული მრავალწევრის მეოთხე და მეხუთე წევრების ჯამით. მასების  $S_5$  ცენტრისთვის ვწერთ ტოლობას:

$$V_{S_5}^2 = \dot{X}_{S_5}^2 + \dot{Y}_{S_5}^2 \quad (17)$$

თავის მხრივ  $X_{S_5}$  და  $Y_{S_5}$  კოორდინატებისთვის გვექნება:

$$\left. \begin{aligned} x_{S_5} &= a + x_3 - \frac{1}{2} \ell_5 \cos \theta; \\ y_{S_5} &= d + y_3 - \frac{1}{2} \ell_5 \sin \theta; \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{X}_{S_5} &= \dot{x}_3 + \frac{1}{2} \ell_5 \dot{\theta} \sin \theta; \\ \dot{Y}_{S_5} &= \dot{y}_3 - \frac{1}{2} \ell_5 \dot{\theta} \cos \theta. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

მობრუნების კუთხური  $\dot{\theta}$  სიჩქარის გათვალისწინებით ვწერთ იგივეობას:

$$\ell_3 \sin \psi + y_3 = \ell_5 \sin \theta. \quad (20)$$

ამ უკანასკნელ ტოლობიდან განისაზღვრება  $\dot{\theta}$

$$\dot{\theta} = (\ell_3 \dot{\psi} \cos \psi + y_3) / \ell_5 \sin \theta. \quad (21)$$

(17) ტოლობის მიხედვით

$$V_{S_5}^2 = \left( \dot{x}_3 + \frac{\ell_5}{2} \dot{\theta} \sin \theta \right)^2 + \left( \dot{y}_3 - \frac{\ell_5}{2} \dot{\theta} \cos \theta \right)^2, \quad (22)$$

სადაც  $\dot{\theta}$ -ის მნიშვნელობა (10) ტოლობის გათვალისწინებით განისაზღვრება გამოსახულებით

$$\dot{\theta} = N \frac{B}{\cos \theta} (1 - tg \varphi) + \frac{\dot{y}_3}{\ell_5 \cos \theta}. \quad (23)$$

თავის მხრივ

$$N = \ell_3 \sqrt{\left( \ell_3 + \frac{\ell_2}{2} \right)}.$$

DP ბერკეტის ბრუნვის კინეტიკური ენერჯია მასების  $S_5$  ცენტრის  $I_{S_5}$  ინერციის მომენტისა და მობრუნების კუთხური  $\dot{\theta}$  სიჩქარის ნამრავლის ტოლია, ე.ი.

$$I_{S_5} \dot{\theta}^2 = m_5 \frac{\ell_5^2}{12} \left[ N \frac{B}{\cos \theta} (1 - tg \varphi) + \frac{\dot{y}_3}{\ell_5 \cos \theta} \right]^2. \quad (24)$$

PO<sub>2</sub> ინერციის მომენტი ბრუნვის  $O_2$  ცენტრის მიმართ

$$I_{O_2} = \frac{m_7}{12} \ell_7^2 + m_7 \left( \frac{\ell_7}{2} \right)^2 = m_7 \frac{\ell_7^2}{3}. \quad (25)$$

შესაბამისი კუთხური სიჩქარე PO<sub>2</sub> ბერკეტისთვის

$$\omega_7 = V_{S_7} / \frac{\ell_7}{2}, \quad (26)$$

ხოლო მასების  $S_7$  ცენტრის სიჩქარის კვადრატით

$$V_{S_7}^2 = \dot{X}_{S_7}^2 + \dot{Y}_{S_7}^2. \quad (27)$$

$X_{S_7}$  და  $Y_{S_7}$  კოორდინატების, ასევე მათი სიჩქარეთა კვადრატების განსაზღვრის შემდეგ განისაზღვრება  $V_{S_7}^2$  და  $\omega_7^2$ -ის მნიშვნელობანი. საბოლოოდ ამ მნიშვნელობათა და (6), (7), (15), (24) ტოლობების შეტანით (1) ფორმულაში მივიღებთ:

$$\begin{aligned} T = & \frac{1}{2} m_1 \left[ A^2 + \dot{y}_2^2 + B \dot{y}_2 + AB tg \varphi + \right. \\ & \left. + \frac{1}{4} B^2 \left( 1 + tg^2 \varphi + \frac{1}{3 \cos^2 \varphi} \right) \right] + \\ & + \frac{1}{2} m_2 k \left[ (A + B - \dot{x}_2)^2 + B^2 (1 - tg^2 \varphi)^2 \right] + \\ & + \frac{1}{2} m_5 \left[ \left( \dot{x}_3 + \frac{\ell_5}{2} \dot{\theta} \sin \theta \right)^2 + \left( \dot{y}_3 - \frac{\ell_5}{2} \dot{\theta} \cos \theta \right)^2 \right] + \\ & + \frac{1}{24} m_5 \ell_5^2 \left[ N \frac{B}{\cos \theta} (1 - tg \varphi) + \frac{1}{\ell_5 \cos \theta} \dot{y}_3 \right]^2 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + \frac{1}{3} m_7 \ell_7 \left[ (1 - tg \varphi) (NB tg \theta - 1) + \dot{x}_3 + \right. \\ & \left. + NB tg \theta \dot{y}_3 + \frac{1}{2} \ell_7 \dot{\zeta} \sin \zeta \right] + \frac{1}{12} m_7 \ell_7^3 \dot{\zeta}^2 \cos \zeta \quad (28) \end{aligned}$$

იმის გამო, რომ  $\Delta_4$  დრეხო სრული კინეტიკური ენერჯიის მნიშვნელობაზე დიდ გავლენას ვერ ახდენს, ამიტომ მივიჩნევთ, რომ  $\Delta_4 = 0$  და (28) ფორმულა PO<sub>2</sub> ბერკეტის მხოლოდ იდეალურ კინეტიკურ ენერჯიას ითვალისწინებს.

### 3. დასკვნა

1. სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის რეალური დინამიკური მოდელის პრინციული წყობის ელემენტები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას სხვა სახის გადაცემის რეალური დინამიკური ამოცანების გადაწყვეტის მიზნით;

2. მოძრავი საკოორდინატო სისტემების განზოგადებული კოორდინატების გამოყენებით შესაძლებელი გახდა ყველა შესაძლო მოძრაობის პირობებში შემაღლებული ბერკეტების სრული კინეტიკური ენერჯიის განსაზღვრა.

3. გადაცემის სრული კინეტიკური ენერჯია განსაზღვრულია ანალიზური ფორმით, რომელიც წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დამატებითი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების შედგენის პროცესში.

### ლიტერატურა

- Garg V.K., Dukkipati R.V. Dynamics of railway vehicle systems. Academic Press, New York, 1984. - 391 p.
- Крылов В.И., Крылов В.В. Автоматические тормоза подвижного состава. Москва: Транспорт, 1982. - 320 с.
- Крылов В.И., Крылов В.В. Автоматические тормоза. Москва: Транспорт, 1983. - 256 с.
- გ. შარაშენიძე. ვაგონების დინამიკა. გამომცემლობა "განათლება", თბილისი, 2001. - 544 გვ.
- გ. შარაშენიძე. ვაგონის მექანიკურ გადაცემის დინამიკა. საგამომცემლო სახლი "ტექნიკური უნივერსიტეტი", თბილისი, 2009. - 332 გვ.
- Sharashenidze G., Mgebrishvili N., Kurtanidze P. Improved system of a braking lever transmission for railcars// Proceed. of ASME RTDF 2008 Conference. 24-25 September, 2008. Chicago, Illinois, USA. Vol.1. PN: RTDF 2008-74006.
- Scott Cummings, Tom McCabe, Dan Gosselin. Brake shoes and mechanical shelling// Proceed. of ASME RTDF 2008 Conference. 24-25 September, 2008 Chicago, Illinois, USA. Vol.1. PN: RTDF 2008-74015.

---

**UDC 656.2****CALCULATION OF VARIABLE KINETIC ENERGY OF BRAKE LEVER TRANSMISSION OF CARRIAGE WITH ACCOUNT OF CLEARANCES****P. Kurtanidze**

Department of transport, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** There is given calculation of kinetic energy of brake transmission of carriages with the account of clearances in hinged connections. There are entered moving coordinates for the purpose of the definition of the physical phenomena in the clearance range, and also the corresponding generalized linear and angular co-ordinates. There are considered the possible movements of levers at definition of kinetic energy. There is received the analytical expression of kinetic energy, which can be used successfully for drawing up of the differential equations of additional movements.

**Key words:** clearance; compound movement; hinge; brake; lever.

---

**УДК 656.2****РАСЧЁТ ПЕРЕМЕННОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА С УЧЁТОМ ЗАЗОРОВ****Куртанидзе П.Р.**

Департамент транспорта, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Дается расчёт кинетической энергии тормозной передачи пассажирских вагонов с учётом зазоров в шарнирных соединениях. Введены подвижные системы координат с целью описания физических явлений в поле зазора, а также соответствующие обобщённые линейные и угловые координаты. При определении кинетической энергии учтены возможные движения рычагов. Получено аналитическое выражение кинетической энергии, которое можно успешно использовать для составления дифференциальных уравнений добавочных движений.

**Ключевые слова:** рычаг; зазор; сложное движение; шарнир; тормоз.

*შემოსვლის თარიღი 09.10.09  
მიღებულია დასაბუჯდად 30.11.09*

# ჰუმანიტარულ-სოციალური სექცია

უპკ 801.3

ვერბალური კომუნიკაცია და მისი სოციალურ-ფსიქოლოგიური ასპექტის  
თავისებურებანი

ნ. გამყრელიძე

უცხოური ენებისა და კომუნიკაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: n.gamkrelidze@mail.ru

**რეზიუმე:** ნაშრომის მიზანია კომუნიკაციის პროცესში სტრუქტურული თვალსაზრისით ქცევითი, ემოციური და კოგნიტიური კომპონენტების გამოყოფა, რაც გარე სამყაროში სუბიექტის მიერ საკუთარი თავის იდენტიფიკაციის პროცესთან არის დაკავშირებული. საზგასმულია ასევე კომუნიკაციის პროცესის თანამდგომი სოციალურ-ფსიქოლოგიური ასპექტი, რაც უშუალო ზეგავლენას ახდენს როგორც ენის სტრუქტურაზე, ასევე მის ლექსიკურ შემადგენლობაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ვერბალური კომუნიკაცია; ემოციურ-შეფასებითი კრიტერიუმი; სამეტყველო ქმედების კომუნიკაციური სპეციფიკა; ქცევითი, ემოციური და კოგნიტიური კომპონენტები; კოლური სიტყვა.

## 1. შესავალი

ცნობილა, რომ ადამიანი მისი სუბიექტური ბუნებიდან გამომდინარე სოციალურ ფენომენს წარმოადგენს, რომელიც ურთიერთობის განსაკუთრებულ ფორმას – ვერბალური კომუნიკაციის უნარს ფლობს. ადამიანის მიზანმიმართული ქმედების განხორციელება შეუძლებელია კომუნიკაციის პროცესის გარეშე. მიმართებები, რომლებიც სუბიექტებს შორის ყალიბდება ერთობლივი ფიზიკურ-შემოქმედებითი, პრაქტიკული თუ მორალურ-სულიერი ურთიერთობების პროცესში შეიძლება შევავსოთ, როგორც „ინტერსუბიექტური მიმართებები“. აღნიშნული მოცულობითი კატეგორია და აერთიანებს ადამიანებს შორის შესაძლო ურთიერთობების ყველა სფეროს: სამსახურებრივს, სასწავლოს, პოლიტიკურს, ზნეობრივ-მორალურს, ფსიქოლოგიურს, ოჯახურს და ა.შ. ამგვარი „ინტერსუბიექტური მიმართებები“ შესაძლოა ოფიციალური იყოს ანუ ოფიციალური დოკუმენტით სანქციონირებული და არაოფიციალური, რაც გულისხმობს ურთიერთმიმართებათა ფორმებს, რომლებიც ოფიციალური დოკუმენტაციით არ რეგულირდება. საყურადღებოა, რომ „ინტერსუბიექტური მიმართებები“ კომუნიკაციის პროცესში ემოციურ-შეფასებითი კრიტერიუმებით ხასიათდება. აღნიშნული ნაშრომის

მიზანია სუბიექტის სამეტყველო ქმედების კომუნიკაციური სპეციფიკის დადგენა და ვერბალური კომუნიკაციის პროცესში ჩამოყალიბებული „ინტერსუბიექტური მიმართებების“ ფსიქო-ლინგვისტურ ჭრილში განხილვა.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ვერბალური კომუნიკაციის პროცესი სტრუქტურული თვალსაზრისით შედგება სამი ძირითადი კომპონენტისაგან: 1. ქცევითი; 2. ემოციური; 3. კოგნიტიური [1]. ქცევითი კომპონენტი შეიცავს ვერბალური კომუნიკაციის ისეთ თანამდგომ მარკერებს, როგორცაა სუბიექტის მიმიკა, უესტიკულაცია, რაც სათანადოდ აღიქმება საკომუნიკაციო აქტის მონაწილე ყველა წევრის მიერ. ემოციური კომპონენტი პირველ რიგში გულისხმობს დადებით ან უარყოფით ემოციურ შეფერილობას, სუბიექტის განწყობას სხვა სუბიექტის მიმართ, ემოციურ მგრძობელობას, თვითკმაყოფილებას ან კმაყოფილებას სოციალური ყოფითა და სოციალური გარემოთი. აღნიშნული კომპონენტისათვის მნიშვნელოვანია დადებითი ან უარყოფითი ემოციური განწყობილების დემონსტრირება საკომუნიკაციო აქტში მონაწილე ყველა წევრისათვის. კოგნიტიური კომპონენტი გულისხმობს ყველა ურთიერთგანპირობებული და ურთიერთდამოკიდებული ფსიქიკურ-ფსიქოლოგიური პროცესების ერთობლიობას, რომლებიც გარე სამყაროსა და ამ სამყაროში სუბიექტის მიერ საკუთარი თავის იდენტიფიკაციის პროცესთან არის დაკავშირებული. აღნიშნული გულისხმობს სუბიექტის - შეგრძნებებს, წარმოდგენებს, მესხიერებას, აზროვნებას, სამყაროს აღქმის უნარს და ა.შ. გარდა ამისა კოგნიტიური კომპონენტი კომუნიკანტთა შორის არსებული ურთიერთგაგების ყველა ნიუანსით ხასიათდება, მათ შორის სწორი იდენტიფიცირებისა და ადეკვატური აღქმის უნარით.

„ინტერსუბიექტური მიმართებების“ წარმოქმნისა და განვითარების საფუძველი სუბიექტებს შორის ჩამოყალიბებული ურთიერთობის ფორმებია. ცნებები „ურთიერთობა“ და „ურთიერთმიმართება“ მჭიდრო კავშირშია ერთმანეთთან. მხოლოდ „ურთიერთობა“ და „ურთიერთმიმართება“, როგორც ადამიანთა შორის თანაარსებო-

ბის ყველაზე განვითარებული ფორმა, გვაძლევს საშუალებას მივიღოთ ცოდნა, გავცვალოთ გამოცდილება, შექმნილი უნარ-ჩვევები, ღირებულებები და მსოფლმხედველობითი ორიენტირები. ამგვარი ინფორმაციული გაცვლა განსაკუთრებით შედეგიანია, თუკი სუბიექტებს შორის ყალიბდება ე.წ. „ინტერსუბიექტური მიმართებები“, რომლებიც ისეთი კომპონენტების არსებობას ითვალისწინებს, როგორცაა: სუბიექტებს შორის ურთიერთაღქმა, ურთიერთგაგება, ურთიერთსიმაპათია, ურთიერთხეგავლენა და ა.შ. [2]. სუბიექტის მზადყოფნა სხვა სუბიექტთან ნებისმიერი ტიპის ურთიერთობისათვის, იქნება ის მეგობრული, ნათესაური, ახლობლური, ოჯახური თუ პარტნიორული, წარმოადგენს „ინტერსუბიექტური მიმართებების გარკვეულ ერთ რომელიმე კონკრეტულ ტიპს. მათი მოტივაციის სტრუქტურა შეიძლება იყოს სრულიად განსხვავებული. ასე მაგალითად, „მეგობრული ურთიერთმიმართებების“ შემთხვევაში კომუნიკაციური პროცესის წარმოშობის იმპულსი თვით სუბიექტის ერთგვარ „კომუნიკაციურ მოთხოვნილებაში“ უნდა ვეძიოთ, რომელსაც ის ახორციელებს მისთვის სულიერად, ინტელექტუალურად, ვიზუალურად და მორალურად სასურველ საკომუნიკაციო პარტნიორთან. ამგვარი „მეგობრული ურთიერთმიმართებების“ წარმოშობა და შემდგომი განვითარება ცხადია განისაზღვრება თანამშრომლობის რეალიზების ერთობლივი მოტივაციით. ამ ტიპის ურთიერთმიმართებათა მოტივაციის სტრუქტურა ყოველი სუბიექტისათვის ინდივიდუალურია. ის შეიძლება წარმოიქმნას და განვითარდეს, როგორც ახლობლურ-მეგობრული ურთიერთმიმართებები, გადაიზარდოს ურთიერთმიმზიდველ, ურთიერთმოწონებით, ან თუნდაც ურთიერთდამოკიდებულ ოჯახურ მიმართებებში. ამდენად შეიძლება ვთქვათ, რომ „ინტერსუბიექტური მიმართებების“ შესწავლის საინტერესო მოდელი არის სოციალურ-ფსიქოლოგიური კლიმატით დამუხტული სასწავლო და საწარმოო კოლექტივები, საზოგადოებრივი ურთიერთობების ფართო სპექტრი და რა თქმა უნდა ოჯახი, შიგაოჯახური მიმართებების გათვალისწინებით.

ცხადია, ადამიანურ ურთიერთმიმართებათა ყველაზე ეფექტური საშუალება სამეტყველო ენაა, რომელსაც ვერბალური კომუნიკაციის პროცესში ვიყენებთ. ადრესატის მიზანი საკომუნიკაციო აქტის პროცესში სწორედ ადრესატის საკომუნიკაციო ქმედების სწორი მართვაა. ამიტომ ინფორმაცია, რომელსაც კომუნიკაციის პროცესში გავცემთ უნდა იყოს რაციონალური და ემოციურად შეფერილი. კომუნიკაციის პროცესში დასახული ინტენციის მიღწევის ეფექტურობისათვის მნიშვნელოვანია, რომ სამეტყველო კომუნიკაციის თეორია ორიენტირებულ იქნეს სუბიექტის ადეკვატურ სოციალურ-ფსიქოლოგიურ მზაობაზე. ცნობილია, რომ საზოგადოებაში ყველა ინდივიდი გარკვეულ სოციალურ

ფუნქციას ასრულებს, ფლობს კონკრეტულ სოციალურ სტატუსს და მოღვაწეობს სრულიად განსხვავებულ სოციალურ სფეროებში. ამიტომ სუბიექტის ვერბალური და არავერბალური კომუნიკაციური ქმედება დეტერმინირებულია მისი სოციალური როლით და სტატუსით. სუბიექტის სტატუსში არა მარტო იმ სოციალურ ჯგუფს ვგულისხმობთ, რომელსაც ის ეკუთვნის ან მის თანამდებობრივ მდგომარეობას, არამედ მის ასაკს, სქესს და მის გარემომცველ პარტნიორთა ასაკობრივ მოცემულობას.

ადამიანის შემოქმედებით საქმიანობას ყოველთვის თან სდევს ურთიერთმიმართებათა გაერცობა-გადრმავება სამსახურებრივ გარემოცვაში, სოციალურ ჯგუფში. პროფესიული ნიშნით გაერთიანებულ სოციალურ ჯგუფში ვერბალური კომუნიკაცია ყოველთვის მიზნად ისახავს, საერთო პროფესიული დასახული მიზნის მიღწევისათვის საჭირო მიზანმიმართულ კომუნიკაციურ პროცესს. მაგალითისთვის საკმარისია დავასახელოთ მეზღვაურთა, ჯარისკაცთა, მონადირეთა, ექიმთა და სხვა სოციალურ-პროფესიულ დაჯგუფებათა სამეტყველო ლექსიკის ნიმუშები და დავრწმუნდებით, რომ კომუნიკაციის პროცესი ამგვარ სოციალურ-ჯგუფებში არა მარტო ინფორმაციული, არამედ მნიშვნელოვანი სოციალურ-ფსიქოლოგიური ფუნქციის მატარებელია. სოციალურ ჯგუფებში სამეტყველო ენა გამოიყენება, როგორც სოციალური ჯგუფის იდენტიფიკატორი და განმასხვავებელი ნიშანი. იდენტიფიკატორის როლში ხშირ შემთხვევაში გვევლინება ე.წ. „კოლური სიტყვა“ ან „კოლური ფრაზა“. კომუნიკანტი იყენებს, რა აღნიშნულ „კოლს“ იგი საკუთარ თავს მკაფიოდ მიაკუთვნებს ამა თუ იმ კონკრეტულ სოციალურ ჯგუფს. გარდა აღნიშნულისა, სამეტყველო ენა ვერბალური კომუნიკაციის ეფექტურ საშუალებაა სხვადასხვა სოციალური ჯგუფის წარმომადგენელთა შორის.

სამეტყველო ენა უნიკალურ უნარს ფლობს, გამოიმუშავოს ე.წ. სპეციალური „სუბ-ენა“, რომელიც სპეციალიზებულია „ინტერჯგუფური“ ეფექტური კომუნიკაციისათვის. მაგალითისთვის საკმარისია დავასახელოთ „სავაზეთო პუბლიცისტური“ ან „ოფიციალურ-საქმიანი“ ე.წ. „საკანცელარიო“ ენა. ამ კუთხით მართებულად მიგვაჩნია იმის ხაზგასმა, რომ ადგილი ერთგვარ „უკუპროცესსაც“ აქვს. კერძოდ, კომუნიკაციის სოციალურ-ფსიქოლოგიური ასპექტი უშუალო ხეგავლენას ახდენს ენის, როგორც სტრუქტურაზე, ასევე მის ლექსიკურ შემადგენლობაზე. აღნიშნული თვალსაჩინოდ ჩანს სხვადასხვა სოციალურ ჯგუფებს შორის განხორციელებული ე.წ. „ინტერჯგუფური“ კომუნიკაციური პროცესის დროს. ამ საკითხზე მსჯელობისას მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია მოკლედ შევეხოთ პრობლემას, რაც თან სდევს საზოგადოების პროფესიული ან სოციალური ნიშნით სტრატეგიკაციის პროცესს. ამის ნიმუშად საკმარისია დავასახელოთ სპე-

ცილიზებული ენობრივი ქვესისტემები, როგორცაა, მაგალითად, „მეცნიერული ენა“ „სამართლისა და იურისპრუდენციის ენა“ „ეკონომიკის ენა“ და ა.შ. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ კომუნიკაციის პროცესში ენობრივ საშუალებათა შერჩევა დამოკიდებულია არა მარტო კომუნიკანტთა სოციალურ სტატუსზე, არამედ მთელ რიგ გარემოგანმაპირობებელ ფაქტორებზე. განმსაზღვრელ კრიტერიუმად შეიძლება თვით სამეტყველო ურთიერთობის სტილი ჩავთვალოთ, ანუ არის ის საქმიანი, ოფიციალური და ამდენად დღის წესრიგითა და პროტოკოლის ჩარჩოთი მართული, თუ პირიქით, იგი მეგობრული და არაოფიციალურია. ცხადია, ვერბალური კომუნიკაციის პროცესში შესაძლოა წარმოიშვას სრულიად სპეციფიკური ე.წ. „კომუნიკაციური ბარიერები“. აღნიშნულს შეიძლება ადვილი იმ შემთხვევაში ჰქონდეს, თუკი კომუნიკანტები სამეტყველო სიტუაციას არასწორად ან განსხვავებულად აღიქვამენ. ამგვარი „კომუნიკაციური ბარიერები“ განსაკუთრებით ხშირია კომუნიკანტთა განსხვავებული „საბაზისო ცოდნის“, ინტელექტის ან სხვა უფრო სიდრმისეული პლანის განსხვავებების არსებობის დროს. ეს შეიძლება იყოს სოციალური, პოლიტიკური, რელიგიური, კულტუროლოგიური, პროფესიული განსხვავებები, რაც სამყაროს ენობრივი ხატის და მისი კულტუროლოგიური განზომილების განსხვავებულად აღქმის საწინდარს წარმოადგენს [3].

### 3. დასკვნა

ზემოთქმულიდან გამომდინარე სამეტყველო ქმედების კომუნიკაციური ასპექტის აღწერისას დასკვნის სახით შეიძლება გამოვყოთ რომ:

1. სამეტყველო ქმედება არ უნდა გავიგოთ, როგორც მხოლოდ ინფორმაციის ადრესატამდე გაგზავნის პროცედურა. ის არ არის სივრცესა და დროში ე.წ. „ინფორმაციული გადაადგილების“ პროცესს, არამედ გულისხმობს ორ სუბიექტს შორის ვერბალურ ურთიერთმიმართებებს. მათ შორის ინფორმაციის გაცვლა მათი ურთიერთობის ჰარმონიული თანაარსებობის, თანამ-

შრომლობის და საგნის ან მოვლენის ერთობლივი ცნებით-კონცეპტუალური აღქმის საწინდარია.

2. კომუნიკანტთა შორის ინფორმაციის გაცვლა გულისხმობს ნიშანთა სისტემის მეშვეობით ურთიერთზეგავლენის მოხდენას – ანუ კომუნიკაციის პროცესი უკვე საწყისშივე გულისხმობს პარტნიორზე კომუნიკაციურ ზემოქმედებას ინტენციით – შეცვალოს საკომუნიკაციო პარტნიორის დამოკიდებულება ამა თუ იმ საგნის ან მოვლენის მიმართ.

3. კომუნიკაციური ზემოქმედება სამეტყველო პროცესში შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც საკომუნიკაციო აქტის ყველა მონაწილე მეტ-ნაკლებად თანაბარ ინტელექტუალურ შესაძლებლობებს ფლობს და ესა თუ ის ენობრივი ნიშანი ცნებით-კონცეპტუალურ პლანში იდენტურად აღიქმება საკომუნიკაციო აქტის ყველა მონაწილის მიერ.

4. საკომუნიკაციო აქტის განხორციელება შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც კომუნიკანტები საერთო სამეტყველო საწყისებს ფლობენ და აქვთ ლექსიკურ ერთეულთა სემანტიკური და კულტუროლოგიური აღქმის იდენტური გამოცდილება.

5. „ინტერლინგვისტური“ და „ინტერკულტურული“ კომუნიკაცია არის კომუნიკაციის განსაკუთრებული ფორმა კულტურათა ნაციონალურ-სპეციფიკური ელემენტების გათვალისწინებით. აღნიშნული ვლინდება ენობრივ სისტემაში კოდირებული მნიშვნელობის და ენათა და კულტურათა შედარება-შეპირისპირების პროცესში.

### ლიტერატურა

1. Обозов Н.Н. Межличностные отношения // Сб. тр. Ленинград, ЛГУ, 1979, стр. 47-51.
2. Ольшанский В.Б. Межличностные отношения. - В кн. Социальная психология. Москва: Наука, 1975, стр. 75-82.
3. Гумбольдт В. О различии строения человеческих языков и его влияние на духовное развитие человечества // Избр. труды по языкознанию. Москва: Прогресс, 1984, стр. 100.

## UDC 801.3

## THE VERBAL COMMUNICATION AND FEATURES OF ITS SOCIAL - PSYCHOLOGICAL ASPECT

N. Gamkrelidze

Department of foreign languages and communications, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** The purpose of the given work is allocation with structural points of view emotional and cognitive components in communication process. Given allocation is connected with process of identification of the person in an external world. Also underline social-psychological aspect accompanying process of the communications, that renders direct influence both on structure of language, and on its lexical structure.

**Key words:** the verbal communications, emotional - estimated criterion, communicative specificity of speech action, behavioural, emotional and cognitive components, a code word.



**УДК 801.3****ВЕРБАЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО АСПЕКТА****Гамკრელიძე Н.О.**

Департамент иностранных языков и коммуникаций, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Целью данной работы является выделение, со структурной точки зрения, эмоционального и когнитивного компонентов в процессе коммуникации. Данное выделение связано с процессом идентификации личности во внешнем мире. Подчеркнут также социально психологический аспект, сопровождающий процесс коммуникации, что оказывает непосредственное влияние как на структуру языка, так и на его лексический состав.

**Ключевые слова:** вербальная коммуникация; эмоционально-оценочный критерий; коммуникативная специфика речевого действия, поведенческий, эмоциональный и когнитивный компоненты; кодовое слово.

*შემოსვლის თარიღი 25.12.08  
მიღებულია დასაბეჭდად 18.01.09*

**შპაგ 801.3****ნაციონალური და ეთნოკულტუროლოგიური სტიმულირების ფრაზეოლოგიური სემანტიკის ჩამოყალიბებისა და აღქმის პროცესში****ნ. გამკრელიძე**

უცხოური ენებისა და კომუნიკაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: n.gamkrelidze@mail.ru

**რეზიუმე:** ფრაზეოლოგიზმების ლოგიკურ-სემანტიკური საფუძველი სხვადასხვა ენაში ტიპოლოგიურად ედრება ერთმანეთს. მათი კონკრეტული ლექსიკური შემადგენლობა გამოხატულების პლანში განუმეორებელი და განსაკუთრებულია. ფრაზეოლოგიური ერთეულები განხილულია, როგორც კულტუროლოგიური ფაქტი სტერეოტიპიზაციის მომენტებისა და ნაციონალური ნიუანსების გათვალისწინებით. კულტურა კაცობრიობის განზოგადოებულ მესხიერებასთან გაიგივდება და აღიქმება, როგორც კოლექტიური ქმნილება, ადამიანისა და სამყაროს ურთიერთდამოკიდებულების სისტემა.

**საკვანძო სიტყვები:** ლექსიკური ერთეულის სემანტიკური ტრანსფორმაცია; ეთნოკულტუროლოგიური და ნაციონალური სტერეოტიპების მნიშვნელობა; კულტუროლოგიური კონცეპტუალიზაცია; ფრაზეოლოგიური სემანტიკა; ნომინაციური ერთეულის ინტეგრირებული მნიშვნელობა.

**1. შესავალი**

ენათმეცნიერებაში მიღებული მოსაზრების თანახმად ენა და აზრი, ენა და ისტორია, ენა და კულტურა ურთიერთგანპირობებული მოვლენებია და განუყოფელ მთლიანობას წარმოადგენს. საზოგადოების ცხოვრება ბუნებრივია ენაში აისახება, რაც ლექსიკური ერთეულების მნიშვნელობის განსაკუთრებულ, ემოციურ, სტილისტურ-ესთეტიკურ შეფერილობას განაპირობებს. ლექსიკურ-სემანტიკური სისტემის განვითარებაში თანაბარ მონაწილეობას ნაციონალური და ინტერნაციონალური ტენდენციები ღებულობს. შეინიშნება ასევე სემანტიკური კანონზომიერებების გადააზრება და ოკაზიონალურობის მომენტი. აღნიშნული ნაშრომი მიზნად ისახავს საგნის, რეალობის ან მოვლენის სიტყვაში ამოცნობის ერთგვარ ცდას ანუ მცდელობას გასცეს პასუხი კითხვაზე, თუ როგორ უნდა ამოვიცნოთ საგანი-რეალობა ან მოვლენა სიტყვაში.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ლინგვისტიკაში მიღებული მოსახრების თანხმად ექსტრალინგვისტური პლანი გვაძლევს სიტყვის და საგნის, სიტყვის და მოვლენის, სიტყვის და იდეის ერთგვარი გაერთიანების შესაძლებლობას და გვეხმარება ჩავევდეთ საგნის ან იდეის არსს, მასში სემანტიკის ნაციონალური თავისებურებების გამოყოფის მიზნით. სიტყვის რთული და მრავალწახნაგოვანი სურათი ასახავს საზოგადოების, ხალხის კულტურას. პრობლემა „სიტყვა-ხატი“ განეკუთვნება ენის იმპლიციტურ მხარეს. „ხატი“ ყოველთვის პოულობს თავის ვერბალურ გამოხატულებას და განისაზღვრება ექსტრალინგვისტური ხასიათის ასოციაციური კავშირებით. სიტყვების, საგნების და იდეების ურთიერთმიმართებები მიუთითებს იმაზე, თუ რამდენად რთულია გაავლო ზღვარი რეალობასა და სიტყვის ისტორიას, ენასა და ხალხის კულტურას შორის. სიტყვაში ხალხის მატერიალური და სულიერი ცხოვრება აისახება, მნიშვნელობა კი, ამ სიტყვის სულიერ სამყაროს განეკუთვნება, მის „სულს“ წარმოადგენს [1]. ადამიანის ენობრივ ქმედებაში ფრაზეოლოგიზმების, როგორც ყველაზე თვითმყოფადი, რთული და მრავალფეროვანი მოვლენის გამოყენება ინტელექტუალური პროცესია. ფრაზეოლოგიური ერთეულები, ფრაზეოლოგიზმები, ხატოვანი, ფრთოსანი გამოთქმები, იდიომები, ანდაზები აბსტრაქტული აზროვნების მხატვრული ხერხებით გამოვლინების საშუალებას წარმოადგენს. ისინი აკეთილშობილებენ ენას და ასახავენ მისი ნაციონალური თვითმყოფადობის თავისებურებებს. სიტყვის ნორმატიული მნიშვნელობა მყარი და თავისუფალია. სიტყვის თავისუფალ მნიშვნელობასა და ფრაზეოლოგიურ მნიშვნელობას შორის აზრობრივი ხიდის არსებობა არათავისთავადი, თუმცა დასაშვები და შესაძლებელია. სინამდვილის ერთი და იგივე ფრაგმენტის, ერთი და იგივე საგნის და მოვლენის აღსანიშნავად ენა ორ სხვადასხვა საშუალებას მიმართავს: სიტყვას და შესიტყვებას. ცნობილია, რომ ბუნებაში ყველაფერი მოწესრიგებული და კანონზომიერია. ეს მოცემულობა შესაძლებელია მხოლოდ რაღაც გადაუღებელმა აუცილებლობამ დაარღვიოს. ფრაზეოლოგიური ერთეულის წარმოშობა სწორედ ამგვარი, „დარღვევის აუცილებლობით“ არის განპირობებული. ფრაზეოლოგიზმებში ხშირია ე.წ. „უკუღმა შემობრუნებული“, გადატანითი მნიშვნელობები. ფრაზეოლოგიურად განპირობებული მნიშვნელობა სემანტიკური ცვლილების სხვადასხვა ხარისხს გვიჩვენებს. ერთი მხრივ სახეზეა სიტყვათა გარკვეულ კონტექსტში შექმნილი გადატანითი მნიშვნელობა, ხოლო მეორე მხრივ შეიმჩნევა საგნობრივი მნიშვნელობის დაკარგვა. ამდენად, შეიძლება ითქვას, რომ ფრაზეოლოგიურ მნიშვნე-

ლობებში სახეზეა ორი განსხვავებული პროცესი: 1. მნიშვნელობის გადატანა; 2. საგნობრივი მნიშვნელობის დაკარგვა.

სიტყვა მისი მოქნილი ბუნებიდან გამომდინარე ფლობს უნიკალურ უნარს, შეიძინოს ახალი სემანტიკური შეფერილობა და ახალ ფრაზობრივ გარემოცვაში განიცადოს აზრობრივი ტრანსფორმაცია. ცნობილია, რომ ზოგადად აზრი შეიძლება იყოს, როგორც ინდივიდუალური, ასევე ფუნქციონალური, პოტენციალური და ფრაზეოლოგიური. ეს უკანასკნელი აისახება ფრაზეოლოგიურ მნიშვნელობაში. ფრაზეოლოგიური აზრი ერთგვარი „ტრამპლინია“ ფრაზეოლოგიური მნიშვნელობის მისაღებად და ის უნდა განვიხილოთ, როგორც „ბოლო საფეხური მნიშვნელობის ფორმირების გზაზე“ [2]. ენის ლექსიკურ სისტემაში მნიშვნელობის ყოველგვარი გადახრა არსებულ ნორმატიულ მნიშვნელობებს ეყრდნობა. ცხადია ფრაზეოლოგიურად განპირობებული მნიშვნელობის საფუძველია თავისუფალი, პირდაპირი მნიშვნელობა, რომელიც სიტყვის საგნობრივ-თემატურ შინაარსს ატარებს, გრამატიკულად არის გაფორმებული და ენის საერთო სემანტიკური სისტემის ელემენტად ითვლება. ფრაზეოლოგიური მნიშვნელობის სპეციფიკა საერთო ფრაზეოლოგიური პრობლემატიკის ცენტრშია და ლექსიკური მნიშვნელობის ერთ-ერთ განსაკუთრებული სახეა. ფრაზეოლოგიზმების სემანტიკის გაანალიზებისას მართებულად მიგვაჩნია მეორადი წარმოქმნის ლექსიკური სემანტიკის განხილვა ე.ი. სიტყვის გადატანითი მნიშვნელობის შეპირისპირება ფრაზეოლოგიური ერთეულის მნიშვნელობასთან.

ცნობილია, რომ ნებისმიერი ფრაზეოლოგიური ერთეულის წარმოქმნას ლექსიკური ერთეულების სემანტიკური გადააზრების პრინციპი უდევს საფუძველად. ახალი ფრაზეოლოგიური მნიშვნელობა იქმნება არა ცალკეული კომპონენტების მნიშვნელობის, არამედ მთლიანი კომპლექსის მნიშვნელობის გარდაქმნის, ახალი ექსპრესიულ-სემანტიკური შრის წარმოქმნის საფუძველზე. ხშირად საერთო ფრაზეოლოგიურ მნიშვნელობაში ცალკეული შემადგენელი ნაწილების სემანტიკა იკარგება. ზოგიერთ შემთხვევაში ადგილი აქვს მნიშვნელობის ნაწილობრივ ან სრულ ტრანსფორმაციას. სიტყვა შესიტყვებაში კარგავს თავის ინდივიდუალურ კონტურებს და ფრაზეოლოგიზმის ერთ-ერთ კომპონენტად გადაიქცევა. მდგრად ლექსიკურ სტრუქტურებში სიტყვის ასეთი ტრანსფორმაცია მეტყველებაში მისი მნიშვნელობის ცვლილებაშიც აისახება, ანუ სახეზეა მისი სემანტიკური მეტამორფოზა. სიტყვა იქცევა შედარებით მაღალი დონის ლექსიკური ერთეულის ახალი სემანტიკური დატვირთვის მქონე ელემენტად. როდესაც ვსაუბრობთ ფრაზეოლოგიურ მნიშვნელობაზე აუცილებელია ხაზი

გაეუსვით მოტივირებულობის საკითხს, რომელიც თავის მხრივ უკავშირდება რეალობის ინდივიდუალურ, ასოციაციურ, ეთნო-კულტუროლოგიურ აღქმას და ვიზუალურ წარმოსახვით უნარს. მოტივირებულობასთან დაკავშირებით საკმაოდ საინტერესოა მისი ხალხურ-ეტიმოლოგიური ინტერპრეტაცია, რასაც უკავშირდება ისეთი მოვლენა, როგორც რემოტივაციაა. მოტივირებულობაზე საუბარი მაშინ არის შესაძლებელი, როდესაც ცნობილია გამონათქვამის ეტიმოლოგია, მაგალითად, j-n auf den Hund bringen ; j-m auf einen Esel setzen; j-m zum Esel machen; აღნიშნული გამონათქვამების წარმომავლობა ცხადია ბუნდოვანია. მას სავარაუდოდ „ძაღლისადმი“ და „ვირისადმი“ უპატივცემულობა, საცოდავ უბადრუკ მდგომარეობაზე დაცემა და სოციალური დევალვაციის გამოხატვა უნდა ედოს საფუძვლად. ფრაზეოლოგიურ მნიშვნელობასთან დაკავშირებით შეიძლება ლაპარაკი იყოს სრულ ან ნაწილობრივ იდიომატიზაციაზე, არამოტივირებულობაზე, ნაწილობრივ, პირდაპირ ან ხატოვან მოტივირებულობაზე. თავად მოტივაცია „იკონურ“ და სიმბოლურ ხასიათს ატარებს. ამდენად ამა თუ იმ გამოთქმის აღქმაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ეთნოკულტუროლოგიურ, ნაციონალურ სტერეოტიპებს. განსჯისათვის სეროზულ იმპულსს წარმოადგენს გამოთქმები და მათი ილუსტრაციები ხელნაწერებსა თუ ძველ სკულპტურებში, ჰუმანიზმის და რენესანსის პერიოდის გრაფიკულ ქმნილებებში. აქ წარმოდგენილი მასალა მოიცავს კოლექტიურ და ინდივიდუალურ, აზრობრივი და გამომხატველობითი ფორმების ნიმუშებს ისტორიულ რაკუსში და უკავშირდება XVI საუკუნეს, როცა იგაგები ხელმისაწვდომი გახდა ფართო მასებისათვის. სურათები და ილუსტრაციები იგაგების დასათაურებისათვის გამოიყენებოდა. მათი მეშვეობით ხდებოდა ყველაზე დრამატული და აზრობრივად დატვირთული მომენტების ხაზგასმა. ასე მაგალითად, პოლანდიური ანდაზების ერთ-ერთ კრებულში, რომელიც 1959 წელს გამოიცა, მოცემული იყო მხოლოდ ილუსტრაციები და არ იყო არც ერთი ტექსტი, ხოლო სურათების მოტივები შუა საუკუნეების იკონოგრაფიის ტრადიციებით იყო შესრულებული. ფრაზეოლოგიზმის, როგორც მეორადი ნომინაციური ერთეულის ინტეგრირებული მნიშვნელობა, ცხადია ეფუძნება თეორიულ ლინგვისტიკაში ხანგრძლივი კვლევის შედეგად შექმნილ იმ კონცეფციას, რომლის მიხედვით მნიშვნელობა აქტიურად მოქმედებს ენობრივი ფორმის ჩამოყალიბებაზე. ფრაზეოლოგიური სემანტიკა ეკონომიურობით გამოირჩევა, ანუ რთული დენოტატური სტრუქტურით, სადაც აისახება სამი საწყისი: ობიექტური სამყარო-ადამიანი-ენა. ფრაზეოლოგიზმის ასეთი განსაზღვრა ზოგადენობრივია და

იგი ყველა ენისათვისაა დამახასიათებელი. გერმანულ, ქართულ და რუსულ ფრაზეოლოგიაში, ფრაზეოლოგიური სემანტიკის კულტუროლოგიური კონცეპტუალიზაციიდან გამომდინარე, თუკი ჩვენ მას ხალხის კულტურის შემადგენელ კომპონენტად აღვიქვამთ, შეიძლება ორი ძირითადი ჯგუფის გამოყოფა: 1. გამოთქმები, რომლებსაც არც კვლევის ობიექტად აღებულ ენობრივ სისტემაში, არც კულტურასა და საზოგადოებრივ აზროვნებაში, არ გააჩნიათ ლინგვისტურ, აზრობრივ და წარმოსახვით დონეზე ეკვივალენტური ერთეულები. სხვაგვარად რომ ვთქვათ სახეზეა დენოტატის არ არსებობა. 2. ფრაზეოლოგიზმები, რომელთა ლოგიკურ-სემანტიკური მოდელი განსხვავებული კულტურებისათვის ტიპოლოგიურად იდენტურია, თუმცა შეიძლება კონკრეტულ რეალიზაციაში განსხვავებულ კულტურულ კომპონენტად მოგვევლინოს [3]. აღნიშნული ფენომენი ხაზს უსვამს ფრაზეოლოგიის კომპლექსურობას, მრავალშრიანობას, რომელიც უნივერსალური და სპეციფიკური საწყისების ერთობლიობას წარმოადგენს. ფრაზეოლოგიზმების ლოგიკურ-სემანტიკური საფუძველი სხვადასხვა ენაში ტიპოლოგიურად ერთმანეთს შეედრება, თუმცა ამავე დროს მისი კონკრეტული ლექსიკური შემადგენლობა გამოხატულების პლანში განუმეორებელი და განსაკუთრებულია. მართებულად მიგვაჩნია ხაზი გაეუსვით ისეთ შემთხვევებს, როცა ცალკეული ენობრივი ფორმები ყოველგვარ მოტივაციას არის მოკლებული, არ გააჩნია კულტუროლოგიური ან ქვეყანათმცოდნეობითი საფუძველი და ხასიათდება შემთხვევითი მოტივაციით [4]. ასე მაგალითად, მნიშვნელობა „არასოდეს“ „ვერასოდეს“ გერმანულ ენაში რეალიზდება ფორმით: „wenn die Hunde mit dem Schwanz bellen“ „wenn die Boecke lammen“ „wenn der Krebs auf dem Berg pfeift“ „wenn der Esel den Baum aufklettert“, ქართულში - „ვიდრე ვირი ხეზე ავა“ „ვიდრე ძაღლის კუდი გასწორდება“ რუსულში – „пока петух залает“, „мужик не перекрестится пока гром не грянет“ და ა.შ.

### 3. დასკვნა

დასკვნის სახით შეიძლება ვთქვათ, რომ თუკი კულტურა კაცობრიობის განზოგადებულ მეხსიერებასთან გაიგივდება და აღიქმება როგორც კოლექტიური ქმნილება, როგორც ადამიანისა და სამყაროს ურთიერთდამოკიდებულების სისტემა, მაშინ სიმბოლური დატვირთვა ძირითადად ნიშნებს მიენიჭებათ. სიმბოლოების ერთ-ერთი თავისებურება მათი მდგრადობაა, ხოლო მეორე კი - გარდამავლობა. ანუ, ის გადაეცემა თაობიდან თაობას და მასში თავს იყრის ადამიანთა ცოდნა, გამოცდილება, ცრურწმენა და ა.შ. ამ შემთხვევაში კულტურულ-სემიოტიკური თვალსაზრი-

სით ლაპარაკია ნიშანზე, როგორც ტექსტზე და გამოთქმაზე, როგორც ქვეტექსტუალურ ფორმაზე.

ის რაც განაპირობებს მსგავსება-განსხვავებას, პარალელურ, ადეკვატურ ფორმებს, შეიძლება მივაკუთვნოთ რეალიების ისტორიულ, ეთნოკულტუროლოგიურ და საზოგადოებრივ სპეციფიკას.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე მართებულად მიგვაჩნია ფრაზეოლოგიური ერთეულები განვიხილოთ, როგორც კულტუროლოგიური ფაქტი, სტრუქტურული ერთეულისა და ნაციონალური ნიშანების გათვალისწინებით.

### ლიტერატურა

1. Schweizer H.- Bedeutung: Grundzuege einer inter-nalistischen Semantik. Bern. Stuttgart. Haupt. 1996 S.5
2. ა. თაყაიშვილი. ქართული ფრაზეოლოგიის საკითხები. განათლება 1961, გვ. 65-66
3. Foeldes Gs.-Deutsche Phraseologie Kontrastiv. Intra-und internationale Zugaenge. Deutsch im Kontakt; 15 Heidelberg: Gross 1996 S 88
4. Foeldes Gs.-Deutsche Phraseologie Kontrastiv. Intra-und internationale Zugaenge. Deutsch im Kontakt; 15 Heidelberg: Gross 1996 S 88

### UDC 801.3

## NATIONAL AND ETHNOCULTUROLOGICAL STEREOTYPES IN PROCESS OF BECOMING AND RECOGNITION OF PHRASEOLOGICAL SEMANTICS

**N. Gamkrelidze**

Department of foreign languages and communications, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** Logical-semantic bases of phraseological units are typologically respective to each other in different languages. However their concrete lexical value by way of the image are especial and unique. Phraseological units are considered as the cultural fact with the discretion of the moments of stereotypifications and national nuances. The culture is perceived as collective creation and system of mutual relations of the person and an external world.

**Key words:** transformation of semantics of a lexical unit; value of ethnoculturological and national stereotypes; culturological conceptualization; the phraseological semantics; the integrated value of nomination units.

### УДК 801.3

## НАЦИОНАЛЬНЫЕ И ЭТНОКУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКИЕ СТЕРЕОТИПЫ В ПРОЦЕССЕ СТАНОВЛЕНИЯ И ВОСПРИЯТИЯ ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЕМАНТИКИ

**Гамкrelidze Н.О.**

Департамент иностранных языков и коммуникаций, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Логическо-семантические основы фразеологизмов типологично соответственны друг другу в разных языках. Однако их конкретное лексическое значение в плане изображения особенное и неповторимое. Фразеологические единицы рассмотрены как культурный факт с усмотрением моментов стереотипизаций и национальных нюансов. Культура воспринимается как коллективное творение и система взаимоотношений человека и внешнего мира.

**Ключевые слова:** трансформация семантики лексической единицы; значение этнокультурологических и национальных стереотипов; культурологическая концептуализация; фразеологическая семантика; интегрированное значение номинационной единицы.

*შემოსვლის თარიღი 04.12.09  
მიღებულია დასაბუჯლად 15.02.10*

**შაკ 001.4**

**ციფრული ტექსტის პოზიცია კომუნიკაციურ მოდელში**

**რ. თაბუკაშვილი**

უცხოური ენებისა და კომუნიკაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: r.tabukashvili@gmail.com

**რეზიუმე:** ნაშრომში წარმოდგენილი პრობლემა ეხება ციფრული ტექსტის პოზიციის დადგენას კომუნიკაციურ მოდელში, სადაც ხშირად არ ხდება კომუნიკაციის არხის, მედიუმისა და ინფორმაციის ერთმანეთისაგან გამიჯვნა. ციფრული ტექსტის ადგილის განსაზღვრისას კომუნიკაციურ მოდელში გასათვალისწინებელია ორი მომენტი: ერთი მხრივ, ციფრული ტექსტი წერილობით მანიფესტირებული პროდუქტია, ხოლო მეორე მხრივ - მისი გამტარი ფიზიკალური სუბსტანციაა, რომლის გრაფიკულ ნიშანთა პარადიგმატიკა/სინტაგმატიკის კომპეტენცია ციფრული ტექსტის საშუალებით კომუნიკაციის განხორციელების აუცილებელი პირობაა. თპერებენ რა ციფრული ტექსტით, კომუნიკანტები მედიუმად წერილობით ფიქსირებულ ციფრულ ტექსტს იყენებენ, ანუ ამ ტიპის კომუნიკაციისას არხი და მედიუმი ფარავს ერთმანეთს. საგულისხმოა ისიც, რომ ციფრული ტექსტის მარკერებად მოიაზრება დარღვეული დეიქტიკური ჩარჩო, როგორც სივრცულ-ლოკალური, ასევე ტემპორალურ-ადიენაციური თვალსაზრისით.

**საკვანძო სიტყვები:** ციფრული ტექსტი; კომუნიკაციური მოდელი; კომუნიკატორები; მედიუმი; არხი.

**1. შესავალი**

პირველად იდეას კომუნიკაციური მოდელისა და კომუნიკაციის არხის შესახებ სოსიურის ნაშრომებში ვხვდებით, თუმცა მას ტერმინი „კომუნიკაცია“ არ გამოუყენებია. სოსიურისეული ენის დეფინიცია – „ენა მინიმუმ ორ ადამიანს შორის გაგებინების საშუალებაა“ – თავის თავში გულისხმობს კომუნიკაციის პროცესს. ნიშნადობლივია, რომ ამ ტიპის კომუნიკაციაში ავტორი მოიაზრება ზეპირ ენას, ზეპირ მეტყველებას და არა წერილობით კომუნიკაციას.

სოსიურისეული კომუნიკაციური მოდელის ამოსავალი დებულება ისაა, რომ კომუნიკატორის მიერ წარმოთქმული ბგერათა კომპლექსი კომუნიკანტის მიერ აკუსტიკურად აღიქმება,

რომელიც ბგერათა კომპლექსს გონის საშუალებით გარდაქმნის კონცეპტად. ეს კომუნიკაციის ციკლის პირველი ფაზაა. მეორე ფაზაში კომუნიკანტი კომუნიკანტორის პოზიციას იკავებს და უგზავნის ექსკომუნიკატორს ახალ ბგერათა კომპლექსს, რომელიც მისმა მსმენელმა/კომუნიკანტმა აკუსტიკურად უნდა აღიქვას და იგი კონცეპტად გადააქციოს. ეს ციკლი შესაძლოა გაგრძელდეს უსასრულოდ.

**2. ძირითადი ნაწილი**

წარმოდგენილი სოსიურისეული ეს მარტივი კომუნიკაციური მოდელი გადაიქცა გლობალური კომუნიკაციური მოდელის საფუძვლად, რომელიც დროთა განმავლობაში გაფართოვდა, დაიხვეწა და ახალი სემანტიკებით შეივსო.

სოსიურისეულ კომუნიკაციურ მოდელზე დაფუძნებული კლასიკური კომუნიკაციური მოდელი ასე გამოიყურება:



ეს მოდელი დეკოდირდება ამგვარად:

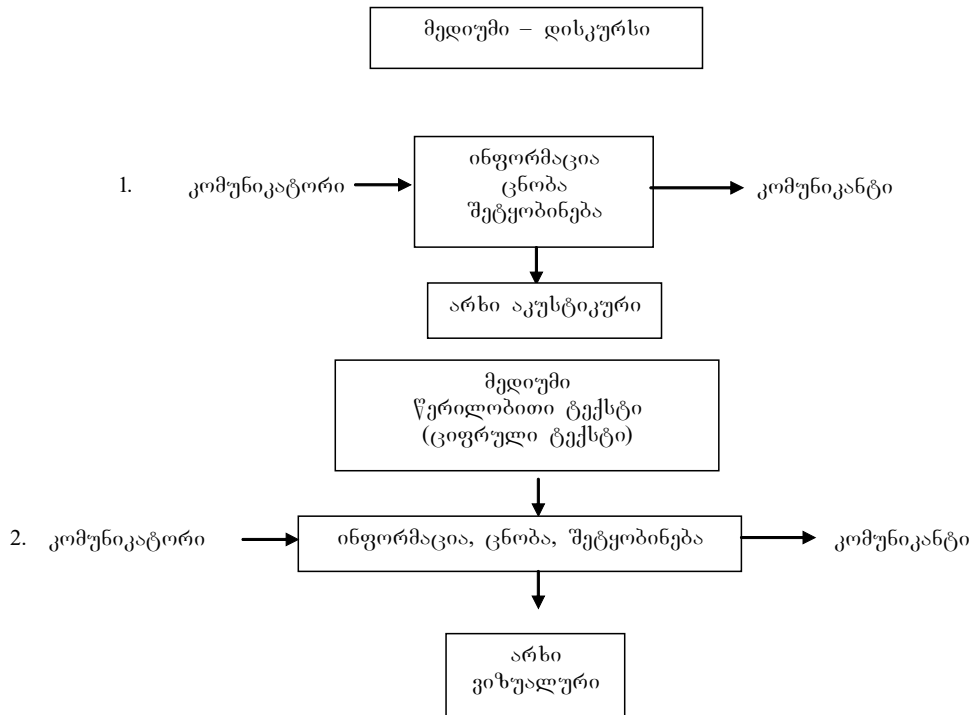
წარმატებული კომუნიკაციისათვის საჭიროა სამი კომპონენტის თანაარსებობა: კომუნიკატორი/კომუნიკანტი, მედიუმი და ინფორმაცია. კომუნიკაციის პროცესში კომუნიკატორი გადასცემს კომუნიკანტს ინფორმაციას მედიუმის საშუალებით.

კომუნიკაციურ მოდელში ხშირად ერთმანეთისაგან არ მიჯნავენ კომუნიკაციის არხსა და მედიუმს. ცალკეულ შემთხვევებში მათი გამოცალკეება არც არის საჭირო, ვინაიდან ისინი შესაძლებელია ერთმანეთს გულისხმობდნენ და ერთმანეთს ფარავდნენ. ამ ორი სუბსტანციის – არხისა და მედიუმის კონკრეტულ კომუნიკაციურ მოდელში განხილვა ვფიქრობ, რომ საჭიროებს დაზუსტებას: მედიუმი – ენობრივი ფორმაა და ითავსებს წერილობითი და ზეპირი კომუნიკაციის ცნებებს, შესაბამისად, მედიუმით განისაზღვრება

საკომუნიკაციო აქტის ენობრივი სახეობა, ხოლო არხი – ინფორმაციის გადამცემი საშუალებაა. თუკი მედიუმი ზეპირი მეტყველებაა, მაშინ არხი შეიძლება იყოს ჰაერი, რომელსაც ბგერითი ტალღები, ან რაიმე ტიპის ელექტრონული ხელსაწყო გადააქვს, რომლის დახმარებითაც ინფორ-

მაციის აღქმა აკუსტიკურად ხდება. თუკი მედიუმი წერილობითი ტექსტია, მაშინ არხი შეიძლება იყოს ვიზუალურად აღქმადი ნებისმიერი სახის წერილობითი ტექსტი.

ეს კომუნიკაციური მოდელი გრაფიკულად ასე შეიძლება გამოიხატოს:



როგორც ჩანს, ერთიანი ენობრივი სამეტყველო აქტი სეგმენტირდება ორ ბლოკად, რის საფუძველსაც ქმნის ის გარემოება, რომ მედიუმი შეიძლება იყოს ორი სახის ზეპირი და წერილობითი. ამდენად, წარმოდგენილი კომუნიკაციური მოდელი ითვალისწინებს შემდეგ გარემოებებს:

1. ზეპირი ტექსტის, ანუ დისკურსის გამოჯენას წერილობითი ტექსტისგან;

2. არხთა დიფერენციაცია განსხვავებულ მედიუმებთან.

ამ მოდელში არხი მოიაზრება არა როგორც მხოლოდ ინფორმაციის გამტარი-გადამცემი, არამედ თვით სუბსტანციაც, რომელსაც კონკრეტული ინფორმაცია გადააქვს. სუბსტანციის და მისი ფიზიკალური მონაცემების გათვალისწინება ერთ-ერთი აუცილებელი წინაპირობაა კომუნიკაციის პროცესისთვის, რადგან მისი იგნორირებით კომუნიკატორს უამრავი დაბრკოლება შეიძლება შეექმნას. თუკი კომუნიკატორი არ ფლობს ამას თუ იმ ტექნიკური ხელსაწყოების გამოყენების წესებს, იგი ვერ შეძლებს კომუნიკატორის ინფორმაცია მიაწოდოს.

თუკი ჩვენ ციფრულ ტექსტს კვლევის ფოკუსში მოვაქცევთ და შევეცდებით განვსაზ-

ღვროთ მისი ადგილი კომუნიკაციურ მოდელში, მაშინ უნდა გავითვალისწინოთ ორი ძირითადი მომენტი. ერთი მხრივ, ციფრული ტექსტი წერილობით ფიქსირებული და მანიფესტირებულია, რითაც იგი იდენტურია ნებისმიერი სახის ნარატიული თუ არანარატიული ტექსტისა, ხოლო მეორე მხრივ, – მისი გამტარი ფიზიკალური სუბსტანციაა. ამ სუბსტანციის ნიშანთა და მათ შორის ურთიერთმიმართებათა ფლობა, ანუ გრაფიკულ ნიშანთა პარადიგმატიკა/სინტაგმატიკა უმნიშვნელოვანესი წინაპირობაა ციფრული ტექსტის საშუალებით კომუნიკაციის განხორციელებისა.

წერილობითი ტექსტი ზოგადად, და ჩვენ კერძო შემთხვევაში – ციფრული ტექსტი, როგორც წერილობითი ტექსტის ერთ-ერთი სახეობა, წარმოდგენილი კომუნიკაციური მოდელის მეორე ბლოკის (3) კომპონენტია. რა მარკერები აქვს ციფრულ ტექსტს როგორც მედიუმს და რა ტიპის მიმართება აქვს მას არხთან?

ციფრული ტექსტის მარკერებს კომუნიკაციის პროცესში განსაზღვრავს ორი ფაქტორი: 1. კომუნიკატორთა სივრცულ/ლოკალური დისტან-

ციურობა და 2. ლიმიტირებული ტემპორალური ალიენაცია.

ციფრული ტექსტის ინფორმაციულობისა და ექსპრესიულობის ხარისხი არაა დამოკიდებული კომუნიკაციის მონაწილეთა თანამყოფობაზე ერთიან სივრცულ გარემოში. პირიქით, კომუნიკანტთა დისტანციურობა განსაზღვრავს ციფრული ტექსტის ყველაზე რელევანტური ფუნქციების – კომუნიკაციურისა და ფატიკურის ხარისხს. ციფრული ტექსტის შემთხვევაში სივრცული მთლიანობა დარღვეულია იმის გამო, რომ კომუნიკაციის პარტნიორები არ იმყოფებიან ერთიან დეიქტიკურ ველში. უფრო მეტიც, კომუნიკაციის პარტნიორები ხშირად განსხვავებული კულტურულ-სოციალური და გეოგრაფიულ-ტერიტორიული სივრცის წარმომადგენლებია, რაც ვერ უზრუნველყოფს მათ უშუალო (Face to face) კონტაქტსა და შესაძლებლობას, განახორციელონ ცოცხალი კომუნიკაცია აკუსტიკური მასალის საფუძველზე.

ციფრული ტექსტის არსებობის ხანგრძლივობა, ანუ მისი ალიენაცია ლიმიტირებულია და მას თვით კომუნიკაციის პარტნიორები განსაზღვრავენ. გადაცემული/მიღებული ინფორმაცია გრაფიკულ-გრაფემული წარმონაქმნის სახით დროში შეიძლება იყოს განფენილი მხოლოდ განსაზღვრული ინტერვალის ჩარჩოებში. მისი ალიენაცია შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე წუთი ან რამდენიმე წელი. დამოუკიდებელი და ხანგრძლივი არსებობა ციფრულ ტექსტს არ ძალუძს, რადგან მისი ალიენაცია არ არის დეტერმინირებული იმით, რომ იგი წერილობით ფიქსირებული ტექსტია, მისი „შენახვის“ დეტერმინატორი მისივე პროდუცენტი ან რეციპიენტი. ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ ციფრულ ტექსტს არა აქვს მყარი ლოკალურ ტემპორალურ-ალიენაციური ჩარჩო, შესაბამისად დარღვეულია დეიქტიკური ველის მთლიანობა, რაც განპირობებულია კო-

მუნიკანტთა დისტანციურობით სივრცესა და დროში.

ციფრული ტექსტის კომუნიკანტები ტექსტის პროდუცირება/რეციპირებას გრაფიკულ-გრაფემული ერთეულებით ახორციელებს, რომელთა სივრცულ-დროთი განფენა დამოკიდებულია ერთი მხრივ კომუნიკატორისა, და მეორე მხრივ – კომუნიკანტის ინტენციასა და ნებაზე.

### 3. დასკვნა

ამდენად, წარმოდგენილი კომუნიკაციური მოდელის მეორე ბლოკში, სადაც მედიუმი წერილობითი ტექსტია, ინფორმაციის გადამცემ არხად ისევ ტექსტი გვევლინება, ჩვენ კერძო შემთხვევაში კი – ციფრული ტექსტი, ე. ი. არხი და მედიუმი ამ კომუნიკაციურ მოდელში ფარავს და ერთმანეთს გულისხმობს. ინფორმაციის კომუნიკანტები ციფრულ ტექსტში დებს და ახდენს მის გადაცემას ასევე ციფრული ტექსტით, რომელსაც არა აქვს მთლიანი დეიქტიკური ჩარჩო, როგორც სივრცულ-ლოკალური, ასევე ტემპორალურ-ალიენაციური თვალსაზრისით. ამ პარამეტრებით იგი მკვეთრად განსხვავდება დისკურსისაგან, რომელსაც აქვს მისთვის კუთვნილი ერთი მხრივ, ენობრივი მედიუმი და, მეორე მხრივ – არხი. მას მთლიანი დეიქტიკური ჩარჩო გააჩნია, კომუნიკანტები ერთიან სივრცულ-ტემპორალურ გარემოში იმყოფება (მე. აქ. ახლა) და ზეპირი ტექსტი/დისკურსი ამ კერძო შემთხვევაში აუდიო-აკუსტიკური სუბსტანციის საშუალებით აღიქმება.

### ლიტერატურა

1. Соссюр Ф. Труды по языкознанию. Москва: Прогресс, 1997.
2. Bühler, Karl (1934): Sprachtheorie. Die Darstellungsfunktion der Sprache. Gustav Fischer. Jena.
3. ვ. ფურცელაძე. ტექსტი როგორც ენობრივი მოღვაწეობის წერილობითი გაცხადება. თბილისი, 1998.

UDC 001.4

## DIGITAL TEXT POSITION IN COMMUNICATIVE MODEL

R. Tabukashvili

Department of Foreign Languages and Communications, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** The represented problem concerns to the establishment of the digital text position in the communication line model, where a difference between the communication line channel, medium and information frequently is not given. During the determination of the digital text

position in the communication line model is necessary to consider two moments: on the one hand – the digital text is the written-demonstrating product, on the other hand, its starter is physical substance. Its scope from the paradigmatics-sintagmatic side of the graphic signs is obligatory for the communication with the help of the digital text.

With digital text operating, communicants use the writing-fixed digital text as medium, i.e. with this channel and medium communication agree. It should be noted, that markers of the digital text is not whole deictical framework from the space and locality point of view and also temporality and alienation.

**Key words:** digital text; communication line model; communicants; medium; channel.

УДК 001.4

## ПОЗИЦИЯ ЦИФРОВОГО ТЕКСТА В КОММУНИКАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Табукашвили Р.М.

Департамент иностранных языков и коммуникаций, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Представленная проблема касается установления позиции цифрового текста в коммуникационной модели, где часто не дается различие коммуникационного канала, медиума и информации. Во время определения позиции цифрового текста в коммуникационной модели нужно учесть два момента: с одной стороны, цифровой текст - письменно-манифестированный продукт, а с другой стороны, его пускатель – физикальная субстанция. Ее компетенция со стороны парадигматика-синтагматики графических знаков обязательна для коммуникации при помощи цифрового текста.

Оперируя цифровым текстом, коммуниканты употребляют письменно-фиксированный цифровой текст, как медиум, т.е. при такого рода коммуникации канал и медиум совпадают. Следует отметить, что под маркерами цифрового текста подразумевается нецелостная деиктическая рамка, с точки зрения пространства и локальности, а также темпоральности и алиенации.

**Ключевые слова:** цифровой текст; коммуникационная модель; коммуниканты; медиум; канал.

*შემოსვლის თარიღი 21.11.09  
მიღებულია დასაბეჭდად 12.12.09*

შპს 001.4

## კიდევ ერთხელ “ტერმინის” დეფინიციის შესახებ

რ. თაბუკაშვილი

უცხოური ენებისა და კომუნიკაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: r.tabukashvili@gmail.com

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ცნების “ტერმინი” ტრადიციული და თანამედროვე დეფინიციები, მოცემულია მისი როგორც ზოგადლინგვისტური, ასევე დარგობრივი განმარტებები. ტერმინები, როგორც ბუნებრივი ენიდან დარგობრივ ენაში შესული და დამკვიდრებული ენობრივი ერთეულები ტერმინოსისტემას ქმნის, რომელიც გრადუალურად არა ენის ლინგვისტისტემის ქვესისტემად, არამედ მასთან კორდინაციულ მიმართებაში მყოფ თანასისტემად და ნომენკლატურადაა მიხნეული. ტერმინი სტატიაში არაა განსაზღვრული როგორც ერთი რომელიმე კონკრეტული ტერმინოსისტემის ერთეული, რადგან იგი შესაძლებელია განთავსდეს დარგობრივი თვალსაზრისით რამდენიმე არამონა-

თესავე ტერმინოსისტემებში. ტერმინების სემანტიკა არაა მყარი, სტაბილური, ხშირია მათი ვიწრო სემანტიკური მნიშვნელობის გაფართოება და შესაბამისად მათი სხვადასხვა მეტყველების სტილში, განსხვავებულ საკომუნიკაციო აქტებში გამოყენება. ბუნებრივი ენის ტერმინოსისტემის “შეესების” ტრადიცია ლათინურსა და ბერძნულ ენებს უკავშირდება, თუმცა თანამედროვეობამ და ტერმინთა ინტერნაციონალურობამ ინგლისური და ფრანგული ენებიდან ტერმინთა შემოდინებასაც შეუწყო ხელი.

**საკვანძო სიტყვები:** ტერმინი; ტერმინოსისტემა; დარგობრივი ტერმინი; ტერმინოლოგიური სკოლა; ტერმინთა ინტერნაციონალიზაცია.



## 1. შესავალი

საერთაშორისო სახელმწიფოებრივი, პროფესიული, სავაჭრო, კერძო და სხვა ტიპის კონტაქტების გაძლიერებასა და მათ გავლენას ენაზე მსოფლიოში მიმდინარე გლობალიზაციის პროცესმა შეუწყო ხელი. გარდა ამისა, დიპლომატიის, ეკონომიკის, მეცნიერებისა და ტექნიკის, ახალი მედიებისა და კომუნიკაციის სფეროებში სახელმწიფოთაშორისმა ურთიერთობებმა, კულტურათაშორისმა პროცესებმა ნოყიერი ნიადაგი შექმნეს საერთაშორისო ტერმინებისა და ფრაზების წარმოშობისა და მათი ენებში დამკვიდრებისათვის.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ტერმინი ზოგადლინგვისტური თვალსაზრისით განიმარტება, როგორც სიტყვა ან სიტყვაშეთანხმება, რომელიც ზუსტად აღნიშნავს ამა თუ იმ ცნებას და რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა დარგისა და სპეციალობის ჩარჩოებში.

ზოგადგამოყენებითი სიტყვებისაგან განსხვავებით, რომელთა მარკერებადაც მრავალმნიშვნელობა და ექსპრესიულობა ითვლება, ტერმინი მიჩნეულია ერთმნიშვნელოვან და არაექსპრესიულ ენობრივ ერთეულად. ტერმინი ცალსახად და ზუსტად გამოხატავს ცნებას და შესაბამისად, ტერმინების დონეზე პოლისემია დაუშვებელია – ამგვარია ტერმინის ტრადიციული გაგება.

ტერმინისა და სიტყვის, როგორც პოლისემიური ენობრივი ნიშნის გამოჯენის საფუძველს ის ფაქტი ქმნის, რომ ისინი ბუნებრივ ენასა და ნებისმიერი ენის ლინგვისტიკაში გამოხატულების განსხვავებულ პლასტებს ქმნიან. მაგალითად, ენობრივი ნიშანი “ოთხკუთხედი” ასახავს და გამოხატავს ისეთ საგანს, რომელსაც ოთხი კუთხე აქვს, თუმცა გეომეტრიაში ოთხკუთხედი ეწოდება ისეთ ფიგურას, რომლის შიგა კუთხეების ჯამი 360-ს შეადგენს. პირველი გაგებით სიტყვა “ოთხკუთხედი” ენობრივი სისტემის ნიშანია, სიტყვაა, ხოლო მეორე გაგებით – იგი ტერმინია, რომელიც გეომეტრიულ ტერმინთა სისტემაში, უფრო ზუსტად კი – ტერმინოსისტემაში თავსდება. ტერმინი “ოთხკუთხედი” ვიწრო სპეციალისტთა, კერძოდ კი, - მათემატიკოსთა კომპეტენციის საზღვრებშია მოქცეული, მაშინ, როცა არასპეციალისტისთვის საგანი ოთხკუთხედი შეიძლება იყოს, რომელსაც ოთხი კუთხე აქვს.

ამ მაგალითიდან გამომდინარე ცხადდება ის, რომ ნებისმიერ ენაში ერთი და იგივე სიტყვა შეიძლება შეგვხვდეს როგორც ბუნებრივი ენის სისტემის კომპონენტი, ასევე ტერმინოლოგიის, ტერმინოსისტემის შემადგენელი, მისი ერთეული. ხშირ შემთხვევაში ასეთი დამთხვევები, დუალიზმები, გაურკვევლობისა და უხერხულობის საბაბს იძლევა. ამიტომ ამ ტიპის გაუგებრობათა მთელი რიგისგან თავის დაღწევის მიზნით ხშირად მიმართავენ ლათინურ და ბერძნულ სიტყვებს და ამ გზით მათ ეძლევათ ტერმინოლოგიის მნიშვნელობა.

ტყვეებს და ამ გზით მათ ეძლევათ ტერმინოლოგიის მნიშვნელობა.

მსგავსი რეფერენციის მქონე ტერმინები ერთიანდება ტერმინოლოგიურ სისტემებში და ენის სისტემის პარალელურად ქმნის ავტონომიურ სისტემას – ტერმინოსისტემას. თუმცა ხშირ შემთხვევებში შესაძლებელია ერთი და იგივე ტერმინი ორ ან მეტ არამომიჯნავე ტერმინოლოგიურ სისტემებში განთავსდეს, ანუ მოხდეს ამ ტერმინთა შეღწევა სხვადასხვა დარგის ტერმინოლოგიურ სისტემებში და ისინი შესაბამისად ინტერდარგობრივ ტერმინებად იქცეს, თუმცა მათი რეფერენციური მნიშვნელობები ზემოთქმულიდან გამომდინარე შეიძლება ერთმანეთს არ დაემთხვეს. მაგალითად, ტერმინი “ოპერაცია” სამ ერთმანეთისაგან სრულიად განსხვავებულ და ურთიერთგამომრიცხავ დარგთა ტერმინოსისტემებში თავსდება, ესენია: მედიცინა, სამხედრო საქმე და საფინანსო დარგები. იგივე შეიძლება ითქვას ტერმინზე “ასიმილაცია”, რომელიც ბიოლოგიის, ეთნოგრაფიისა და ლინგვისტიკის ტერმინოსისტემათა “კუთვნილებაა”.

ყურადღებები და გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ დროთა განმავლობაში ხდება ზოგიერთი ტერმინის სპეციფიკური ხასიათის, მისი ვიწროპროფესიული მნიშვნელობის “დევალვაცია” და ფართო პროფილით გამოყენება, ანუ ამ ტერმინთა ღირებულება მოცულობითი ხდება, შესაბამისად კი ეს “სახეცვლილება” იწვევს მათ გამოყენებას მეტყველების სხვადასხვა აქტებსა და სხვადასხვა საკომუნიკაციო აქტებში. ასეთებია: ხელოვნებათმცოდნეობითი და ლიტერატურათმცოდნეობითი ტერმინები – ჟანრი, პორტრეტი, სტილი, დუეტი, პროლოგი, სიუჟეტი, ფაბულა. ამავე რიგში ერთიანდება ტექნიკური ტერმინები: აკუმულატორი, ამორტიზატორი, კონვეირი, მასა, რენტგენი, ტემპერატურა; ფილოსოფიური ტერმინები: დიალექტიკა, აზროვნება, კატეგორია, ცნება, შემეცნება და ა.შ. მიუხედავად ყოველივე ამისა, არსებობს მრავალი ტერმინი, რომელიც ინარჩუნებს ვიწრო სპეციალურ მნიშვნელობებს და მისი შეღწევა-შერევა რომელიმე სხვა დარგის ტერმინოსისტემასთან შეუძლებელია. ასეთებია: აფრიკანტი, ფონემა, სინეკდოხა, სოლფეჯიო, სოპრანო და ა.შ. თუმცა მათი კონოტაციური გამოყენება სხვადასხვა კომუნიკაციურ სიტუაციებში ამა თუ იმ სტილისტიკური ინტენციით, ცხადია, გამოირიცხული არ არის.

დარგობრივი სფეროების “შეგება” სხვადასხვა ტერმინოლოგიით და ამ ტერმინთა ეტიმოლოგია უკავშირდება ბერძნულ და ლათინურ ენებს. ამგვარ “პოლიტიკას” თავისი საფუძველი და გამართლება აქვს. ერთი და იმავე სიტყვის ერთი მხრივ ტერმინად და მეორე მხრივ ენის სისტემის შემადგენლად გამოყენების დროს, როგორც უკვე ზემოთ ვნახეთ “ოთხკუთხედის” მაგალითზე, შესაძლებელია რეცეფციის თვალ-

საზრისით უხერხულობები მოჰყვეს. ამგვარი გაუგებრობების უგულებელყოფისთვისა და რეალური რეფერენტების აღნიშვნისათვის სწორედ ლათინურსა და ბერძნულ ენებს მიმართავენ და მათში მოიაზრება ტერმინები, ანუ იცვლება მათი სემანტიკური მნიშვნელობა და ახალ ღირებულებასა და დატვირთვას შეიძენენ. მაგალითად, დღეს ფართო სპექტრით გამოიყენება ლათინური წარმოშობის სიტყვა „დისტრიბუცია“, რომელიც ანალოგიური მნიშვნელობისაა, რაც მისი ქართული ეკვივალენტი „განაწილება“. ისმის კითხვა: აქვთ თუ არა ამ სიტყვებს ეკვივალენტური ღირებულებები, თუ ისინი სხვადასხვა ცნებებს აღნიშნავენ? ტრანსლაციის თვალსაზრისით ისინი ეკვივალენტური ერთეულებია, მაგრამ კომუნიკაციური ლინგვისტიკის კუთხით მათი ღირებულება სხვადასხვაგვარი და არაერთმნიშვნელოვანია. იქ, სადაც შეიძლება გამოვიყენოთ ტერმინი „დისტრიბუცია“, შეუძლებელია ენობრივი ნიშნის „განაწილების“ გამოყენება. მაგალითად, ფრაზებში „ბილეთების განაწილება“, „სტუდენტთა განაწილება ჯგუფების მიხედვით“, „საათების განაწილება“ არ იგულისხმება დისტრიბუცია და პირიქით. მაგალითებში „მანქანათა ნაწილების დისტრიბუცია“, „ლუდის დისტრიბუცია“, „პროდუქტის ეფექტური დისტრიბუცია“ და ა.შ. იგულისხმება სემა განაწილება, თუმცა ენობრივი ერთეულის „განაწილება“ გამოყენება ამ კონტექსტში იწვევს ერთგვარ უხერხულობას, რადგან ტერმინმა „დისტრიბუცია“ მიორგო, მოიხდინა, შეისისხლხორცა სემა „განაწილება“, თუმცა კომუნიკაციური თვალსაზრისით უფრო მომგებიანი აღმოჩნდა შესაბამის საკომუნიკაციო აქტებში ტერმინი „დისტრიბუციის“ გამოყენება. ამ მაგალითიდან ჩანს, რომ ტერმინი ერთი მხრივ სემანტიკური ნიშნით უფრო მოცულობითი, უფრო მაღალი ღირებულების მქონეა, ვიდრე ენობრივი ერთეული როგორც ენობრივი სისტემის ნიშანი.

ენის ტერმინოსისტემაში ლათინური და ბერძნული ეტიმოლოგიის სიტყვების მოზღვაგებას თავისი მიხეხუბი და საფუძველი აქვს, რომელთაგან ყველაზე რელევანტური მათი ინტერნაციონალობაა, რაც თავისთავად ქმნის ფონს იმისათვის, რომ ტერმინები გასაგები იყოს. თუ დავეუშვებთ იმას, რომ ნებისმიერი ენა საკუთარ ლექსიკურ ფონდზე დაყრდნობით აწარმოებს ტერმინებს, წარმოიშობა ერთი მხრივ, ზღვრის გაგლების პრობლემა ტერმინებსა და სიტყვებს შორის და მეორე მხრივ, ტერმინოლოგია დაკარგავს ინტენაციონალურ ხასიათს, რაც რეალურად ტერმინოლოგიის წარმოშობისა და კომუნიკაციის პროცესში მათი გამოყენების საფუძველია. მიგვაჩნია, რომ ტერმინთა ერთიანობა ნებისმიერი ენის ენობრივ სისტემაში ქმნის იმანენტური სისტემის თანასისტემას, რომელსაც ტერმინოსისტემა შეიძლება ეწოდოს. ამ მოსაზრების გასამყარებლად დავიმოწმებთ ფ. დე

სოსიურს, რომელიც თვლიდა, რომ „ტერმინოლოგიას თავისი ენა აქვს. იგი თავისთავად სემიოტიკურ სისტემას წარმოადგენს. სემიოტიკური სისტემა კი, სადაც ცნებასა და ბგერით აღმნიშვნელს შორის ურთიერთცალსახა შესატყვისობა გვაქვს, ნომენკლატურას წარმოადგენს, რომელიც ძირითადად ბერძნულისა და ლათინურის საფუძველზე იქმნება, რაც ათავისუფლებს ბუნებრივ ენებს საკუთარი ლექსიკის გამოყენებისაგან ტერმინოლოგიის შესაქმნელად“<sup>1</sup> (გ. ნებიერიძე, გვ. 228).

ასევე საფუძველს მოკლებული არაა ინგლისური და ფრანგული ენების სიტყვათა მარაგიდან ტერმინთა შემოღება დარგობრივ ენებში, რაც გლობალიზაციითა და საერთაშორისო ურთიერთობებითაა გამოწვეული. მაგალითად, მენჯმენტი, მარკეტინგი, პრაიმტაიმი, ბიზნესის ადმინისტრირება და მონიტორინგი ინგლისური ენიდან დარგობრივ ენებში დამკვიდრებული ტერმინებია, ხოლო ლოჯისტიკა, ბიუჯეტი, კონსოლიდაცია, კოალიცია, მულტიმედიადიზაინი ფრანგული ენის ლექსიკიდან შემოსულ ტერმინოლოგიას მიეკუთვნება.

ტრადიციულისაგან განსხვავებით თანამედროვე დარგობრივ ლიტერატურაში ცნების „ტერმინი“ სხვადასხვაგვარი და ურთიერთგამომრიცხავი ინტერპრეტაცია არსებობს. ერთმანეთისგან მიჯნავენ ტერმინის ვიწრო და ფართო გაგებას. ვიწრო გაგებით ტერმინი გამოიყენება შესაბამის დარგში მკაფიოდ დეფინირებული ცნებისა ან საგნის ერთმნიშვნელოვანი და ერთჯერადი აღნიშვნისათვის (2.), ფართო გაგებით კი – ტერმინი შეიძლება იყოს დარგობრივი გამონათქვამი, რამდენადაც იგი აღნიშნავს რომელიმე დარგში კონკრეტულ საგანს (3). ამ უკანასკნელიდან გამომდინარეობს შემდეგი დასახელებების სინონიმური გამოყენება: „დარგობრივი სიტყვა“, „დარგობრივი გამონათქვამი“, „terminus technikus“, „ტერმინი“.

ლინგვისტური თუ ინტერ-და ტრანსდისციპლინარული პოზიციებიდან გამომდინარე არსებობს სხვადასხვა ტერმინოლოგიური „სკოლები“, რომელთა შორის განსხვავებები იმისდა მიხედვით დადგინდება, თუ როგორ განმარტავენ ისინი „ტერმინს“. ძირითადად განსხვავებენ ორ მიმართულებას: ერთი მხრივ დეტერმინატორია სემასიოლოგიური ხედვა (პრადის სკოლა), რომელშიც შინაარსი და გამოხატულება ერთად ერთ მთლიანს ქმნის. სემასიოლოგიური ხედვა საფუძველად უდევს ტერმინის ამგვარ დეფინიციას: „ტერმინი შედგება ცნებისა და მისი დასახელებისაგან, რაც ერთმანეთზე ურთიერთდამოკიდებულ წყვილს ქმნის და რომელიც ტერმინოლოგიის ელემენტად აღიქმება“. აქ ტერმინი მოიაზრება როგორც შინაარსისა და გამოხატულების პლანთა ლექსიკური ერთიანობა. მეორე მხრივ არსებობს ონომასიოლოგიური ხედვა (ვენის სკოლა). აქ შინაარსი და გამოხა-

ტულება გამიჯნულია ერთმანეთისაგან, რასაც შედეგად მოსდევს ის, რომ “term” განიმარტება როგორც წმინდა გამოხატულების სიდიდე, ანუ, “ტერმინი” დარგობრივ ენაში კონკრეტული კონცეპტის დასახელება ან მისი გამოხატვითი ლინგვისტური ფრაზით”. საბჭოთა სკოლის წარმომადგენლები განსაზღვრავენ ტერმინს როგორც “სიტყვას ან სიტყვათა ჯგუფს, რომლის ენობრივი ნიშანი კავშირშია მეცნიერებისა და ტექნიკის ერთი რომელიმე დარგის სისტემის შესაბამის ცნებასთან” (4).

ამ კონტექსტში განსაკუთრებით საინტერესოა ლაურენ-მიკინგ-პიხტის დეფინიცია, რომელშიც სიტყვა “ტერმინი” საერთოდ არ ფიგურირებს, თუმცა ვხვდებით სიტყვას “დასახელება”, როგორც ენობრივ გამოხატულებას: “დასახელება (ანუ ტერმინი, რ.თ.) არის აღნიშვნა, რომელიც შედგება ერთი სიტყვისაგან ან სიტყვათა ჯგუფისაგან” (5). ავტორები გამოხატულების პლანში მკაფიოდ განასხვავებენ სიმბოლოს, აღნიშვნასა და დასახელებას, მაშინ როცა “აღნიშვნა” დასახელებისა და სიმბოლოს ჰიპერონიმიადაა წარმოჩენილი.

### 3. დასკვნა

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე ვასკვნით, რომ ტერმინოსისტემა ნებისმიერი ბუნებრივი ენის ლინგვისტურ სისტემას წარმოადგენს, რომელიც პირობითადაა გრადუირებული თანასისტემად, იგი თავისი ღირებულებითა და პრაგმატიკული ფუნქციით ნომენკლატურული სისტემაა, რომელიც არა სუბორდინაციული, არამედ კოორდინაციულია ენის ლინგვისტურ სისტემასთან მიმართებაში. ამას გარდა ტერმინთა “ინტერნაციონალიზაცია” ერთგვარად

იზოლირებულ სივრცეს ქმნის იმ მოსაზრებით, რომ ისინი ბუნებრივი ენების ლინგვისტურ სისტემის ერთეულებს “ათავისუფლებენ” ორმაგი დატვირთვისაგან, რასაც წინააღმდეგ შემთხვევაში შედეგად შესაძლებელია რეფერენციული დამთხვევები, რეცეფციული გაუგებრობები და კომუნიკაციური ბარიერების წარმოქმნა და უზუსტობები მოჰყვეს. ტერმინების ჰიპერონიმია, მათი ზესემანტიკური ღირებულება ტერმინს მოქნილს ხდის, შესაბამისად მათი პრაგმატიკული ფუნქცია ინტრადარგობრივ ჩარჩოებს სცილდება და ინტერდარგობრივ პლასტში გადადის, რაც თავისთავად ტერმინთა მობილობას და პოლისემიურობას გულისხმობს.

### ლიტერატურა

1. გ. ნებიერიძე, ენათმეცნიერების შესავალი. თბილისი, 1999. - გვ. 228.
2. Benes, Eduard. Fachtext, Fachstil und Fachsprache. 1971. In: Moser, H. et al. (Hrsg.). Sprache und Gesellschaft. Beitrage zur soziolinguistischen Beschreibung der deutschen Gegenwartssprache. Duesseldorf: Schwann. 130
3. Filipec, Josef (1969): “Zur Spezifik des spezialsprachlichen Wortschatzes gegenueber dem allgemeinen Wortschatz”. In: Deutsch als Fremdsprache: Zeitschrift zur Theorie und Praxis, 6(1969). 407-414. F F
4. Kulebakin, V.S./Klimovickij, J.A. (1970): “Arbeiten am Aufbau einer wissenschaftlich-technischen Terminologie in der Sowjetunion und die sowjetische Schule der Terminologie” In: Lauren, Christer/Picht, Heribert (Hrsg.). (1993a) Ausgewaelte Texte zur Terminologie. Wien: TermNet. !21-158
5. Lauren, Crister/Myking, Johan/ Picht, Heribert (1998): Terminologie unter der Lupe. Wien: TermNet.

UDC 001.4

## ONCE AGAIN ABOUT THE DEFINITION OF “TERM”

R. Tabukashvili

Department for Foreign Languages and Communications, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

**Resume:** There are considered the traditional and modern notions of ‘term’ definitions and there are provided its general linguistic and special disciplinary interpretations.

Terms as language units, having penetrated into disciplinary languages through natural ones, form the term system, which serves as a co-system and nomenclature. The paper considers a term to be unrelated to the unit of a concrete term system due to its ability to transfer to the term systems of some different disciplines.

The semantics of terms is far from being stable. Since the widening of the narrow semantic sense of terms is rather common, their utilization in different communication activities and speech styles is not rarity. The tradition of the replenishment of natural language term-stock is closely related to Latin and Greek languages, though contemporaneousness and internationalization of terms made it possible for the term-stock to be replenished through English and French languages.

**Key words:** term; term system; special term; science of terminology; internationalization of terms.

**УДК 001.4****ОПЯТЬ О ДЕФИНИЦИИ «ТЕРМИНА»****Табукашвили Р.М.**

Департамент иностранных языков и коммуникаций, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

**Резюме:** Рассматриваются традиционные и современные дефиниции понятия «термин», даны его как общелингвистические, так и отраслевые разъяснения.

Термины, как языковые единицы, входящие в отраслевые языки, создают терминосистему, которая является не подсистемой лингвосистемы, а коосистемой и номенклатурой. Термин в статье рассматривается не как единица конкретной терминосистемы, так как возможно его перемещение в нескольких разных отраслевых терминосистемах.

Семантика терминов нестабильна. Часто встречается расширение их узкосемантического значения, в результате чего происходит их использование в разных коммуникационных актах. Традиция заполнения языковой терминосистемы связана с латинским и греческим, хотя современность и интернациональность терминов дала возможность заполнения терминов с английского и французского языков.

**Ключевые слова:** термин; терминосистема; отраслевой термин; терминологическая школа; интернационализация терминов.

*შემოსულის თარიღი 25.12.08  
მიღებულია დასაბუჯდად 18.01.09*

## ავტორთა საძიებელი

ავალიანი ხ. 48	მშენიერაძე ი. 68	Абзианидзе Д.В. 59
გამყრელიძე ნ. 134, 137	ნადარეიშვილი გ. 72	Барамидзе И.Н. 78
გვასალია ბ. 11	სადღაღშვილი ე. 110, 114	Гвасалия Л.Е. 78
გუგულაშვილი გ. 110, 114	სოსაძე ა. 25	Гулуа Д.В. 105
დოლიძე მ. 118	ტოკაძე ლ. 97, 101	Гусейнов Э.Ф. 88
ზვიადაძე უ. 48, 63	ტომარაძე ო. 97	Двали М.С. 59
თაბუკაშვილი რ. 141, 144	ტყემალაძე მ. 72	Долидзе М.Г. 126
თოკოლაშვილი ი. 53	ქადარია ი. 33	Какубава Р.В. 105
კურტანიძე პ. 122, 130	ქავთარაძე ს. 72	Катари Н. 92
ლობუანიძე გ. 42	ქიტიაშვილი ნ. 63	Купарашвили Л.Дж. 118, 122
ლომსაძე გ. 42	ქუთათელაძე ქ. 38	Куртанидзе П.Р. 130
მარდაშოვა მ. 48	ღაღანიძე ზ. 63	Пициа Г.М. 105
მალრაძე მ. 38	ღვანლიანი ვ. 114	Попоразде Н.Г. 59
მაჭავარიანი ო. 72	შავლაყაძე მ. 83	Саммадар С. 105
მეგრელიძე გ. 110	ჩხეიძე ი. 97, 101	Шарашенидзе Г.Г. 118
მეგრელიძე თ. 110, 114	ჭეიშვილი თ. 72, 83	Шарашенидзе Г.С. 122
მემპარიაშვილი ვ. 25	Abuladze V. 21	Шарашенидзе С.Г. 118, 122
მოწონელიძე ა. 18	Motsonelidze A. 21	Шенгелия Е.Г. 78

## ავტორთა საყურადღებოდ!

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული არის რეგულარული პერიოდული გამოცემა, რომელიც გამოიცემა წელიწადში ოთხჯერ (პირველი ნომერი მოიცავს პერიოდს 1 იანვრიდან 31 მარტამდე, მეორე ნომერი - 1 აპრილიდან 30 ივნისამდე, მესამე ნომერი - 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.

სტატიების მიღება შესაძლებელია ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე (ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე).

ავტორს შეუძლია მხოლოდ ორი სტატიის მოწოდება.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელთათვის სტატიის გამოქვეყნება უფასოა.

სტატიის ავტორთა რაოდენობა ხუთს არ უნდა აღემატებოდეს.

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

- მშენებლობა
- ენერგეტიკა, ტელეკომუნიკაცია
- სამთო-გეოლოგია
- ქიმიური ტექნოლოგია, მეტალურგია
- არქიტექტურა, ურბანისტიკა, დიზაინი
- ინფორმატიკა, მართვის სისტემები
- სატრანსპორტო, მანქანათმშენებლობა
- ჰუმანიტარულ-სოციალური
- ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი.

გთავაზობთ სამეცნიერო სტატიის გაფორმების წესს:

- ნაშრომის მოცულობა განისაზღვრება A4 ფორმატის ქაღალდის 1,5 ინტერვალით ნაბეჭდი 5-7 გვერდით (მინდვრები 2 სმ) ნახაზების, გრაფიკების, ცხრილების და ლიტერატურის ჩამონათვალთ;
- სტატია შესრულებული უნდა იყოს DOC ფაილის სახით (MS-Word) ჩაწერილი ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;
- ქართული ტექსტისთვის გამოიყენეთ Acadnux შრიფტი, ზომა 12;
- ინგლისური და რუსული ტექსტის შრიფტი - Times New Roman, ზომა 12;

- სტატიის თავი უნდა შეიცავდეს შემდეგ ინფორმაციას:
  - უაკ-ს (უნივერსალური ათწილადი კლასიფიკაცია);
  - ავტორის/ავტორების სახელს, მამის სახელს, გვარს;
  - ავტორის/ავტორების ელექტრონული ფოსტის მისამართს;
  - დეპარტამენტის დასახელებას სამივე ენაზე;
  - საკვანძო სიტყვებს სამივე ენაზე.
- სტატიაში ქვესათაურებით გამოკვეთილი უნდა იყოს შესავალი, ძირითადი ნაწილი და დასკვნა;
- ნახაზების ან ფოტოების კომპიუტერული ვარიანტი შესრულებული უნდა იყოს TIFF ფორმატში გარჩევადობით 150 dpi;
- სტატიას უნდა ახლდეს რეზიუმე ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე;
- სტატია შედგენილი უნდა იყოს წიგნიერად, სწორმეტყველებისა და ტერმინოლოგიის დაცვით, სტილისტური და ტექნიკური შეცდომების გარეშე;
- ავტორი/ავტორები პასუხს აგებს სტატიის შინაარსსა და ხარისხზე.

გთავაზობთ სტატიის წარმოდგენისთვის საჭირო დოკუმენტაციის ჩამონათვალს:

- ერთი რეცენზია;
- რეცენზენტის CV;
- რეცენზენტის მიერ წარმოდგენილი სამეცნიერო ნაშრომის შესაბამის სპეციალობაში შესრულებული 2 ნაშრომის ასლი (მონოგრაფია - სატიტულო გვერდი, სარჩევი. სამეცნიერო სტატია - კრებულის სატიტულო გვერდი, სტატიის პირველი გვერდი, სარჩევი).

---

### To attention of authors!

Transactions of Georgian Technical University represents reviewed, periodical edition, which is published four times in 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).

Author is allowed to present only two articles.

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

The amount of authors of article mustn't exceed 5.

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

- Building
- Energetics, telecommunication
- Mining-geology
- Chemical technology, metallurgy
- Architecture, urbanist, design
- Informatic, systems of management
- Transport, engineering industry
- Humanitarian-social
- Institute of buildings, special systems and engineering maintenance

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

- The volume of work is determined A4 paper size at 1,5 line spacing 5-7 printed page (margins - 2cm) draughts, diagrams, tables and a list of literature.
- The article should be carried out in form file DOC (MS-WORD), written down on any magnetic carrier
- For Georgian text is used Acadnux font, size 12
- For English and Russian texts is used font - Times New Roman, size 12;
- In the beginning of the article should contain the following informations
  - UDC (UNIVERSAL DECIMAL CLASSIFICATION)
  - Name, surname, of author/authors
  - E-mail of author/authors
  - The name of department in all three languages
  - Key words in all three languages



- 
- In the article with subtitles should be isolated introduction, the body of the article and conclusion
  - Computer version of pictures or photos must be done in size TIFF with the recognition 150 dpi
  - The article should have resume in Georgian, English and Russian languages
  - The article should be written correctly, with the observance terminology, without stylistic and grammatical mistakes.
  - Author/authors are responsible for content and quality of article.

There is offered the following documentation for the article presentation:

- One review
- CV of reviewer
- From reviewer offered copy of two works carried out corresponding to profession (monograph – title-page, contents. Scientific article – title-page of transactions, the first page of article, contents).

## К сведению авторов!

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является реферированным 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, русском и английском языках (публикуются на языке оригинала).

Автор может представить только две статьи.

Для сотрудников Грузинского технического университета статьи публикуются бесплатно.

Количество авторов статьи не должно превышать 5.

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

- Строительство.
- Энергетика, телекоммуникации.
- Горное дело-геология.
- Химическая технология, металлургия.
- Архитектура, урбанистика, дизайн.
- Информатика, системы управления.
- Транспорт, машиностроение.
- Гуманитарная – социальная.
- Сооружения, специальные системы, инженерное обеспечение.

Предлагаем порядок оформления научных статей:

- Объем работы определяется форматом бумаги А4 с интервалом 1,5, 5-7 печатными страницами (поля = 2см), с перечислением рисунков, графиков, таблиц и списка литературы.
- Статья должна быть выполнена в виде файла DOC (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.
    - Название департамента на трех языках.
    - Ключевые слова на трех языках.
  - В статье подзаголовками следует выделить введение, основную часть и заключение.
  - Компьютерный вариант рисунков или фото должен быть выполнен в формате TIFF распознаванием 150 dpi.
  - Статья должна иметь резюме на грузинском, русском и английском языках.
  - Статья должна быть написана грамотно, с соблюдением терминологии, без стилистических и грамматических ошибок.
  - Автор/авторы ответствен/ы за содержание и качество статьи.

Для представления статьи необходимы следующие документы:

- Одна рецензия
- CV рецензента
- Представленные рецензентом копии двух работ, выполненных по соответствующей специальности. (Монография – титульная страница, оглавление. Научная статья – титульная страница, первая страница статьи, оглавление).

რედაქტორები: ნ. დოლიძე, დ. ქურიძე, მ. პრეობრაჟენსკაია  
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ხ. უნგიაძის

გადაეცა წარმოებას 07.04.2010. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 22.06.2010. ბეჭდვა  
ოფსეტური. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 9,5. ტირაჟი 100 ეგზ.  
შეკვეთა №

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

