

ISSN 0130-7061

Index 76127

მეცნიერება და ტექნოლოგიები

სამეცნიერო რეზიუმირებადი ჟურნალი

SCIENCE AND TECHNOLOGIES

SCIENTIFIC REVIEWED MAGAZINE

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

№2(722)

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2016

გამოდის 1949 წლის
იანვრიდან,
განახლდა 2013 წელს.

**მეცნიერება და
ტექნოლოგიები**

№2(722), 2016 წ.

დამფუძნებლები:

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
საქართველოს საინჟინრო აკადემია
საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია
მეცნიერების ისტორიის საქართველოს საზოგადოება

CONSTITUENTS:

Georgian National Academy of Sciences
Georgian Technical University
Georgian Engineering Academy
Georgian Academy of Agricultural Sciences
Georgian Society for the History of Science

УЧРЕДИТЕЛИ:

Национальная академия наук Грузии
Грузинский технический университет
Инженерная академия Грузии
Академия сельскохозяйственных наук Грузии
Грузинское общество истории наук

სარედაქციო კოლეგია:

ა. ფრანგიშვილი (თავმჯდომარე), ი. გორგიძე (თავმჯდომარის მოადგილე), შ. ნაჭყებია (თავმჯდომარის მოადგილე), რ. ჩიქოვანი (თავმჯდომარის მოადგილე), გ. აბდუშელიშვილი, ა. აბშილაშვილი, გ. არაბიძე, რ. არველაძე, რ. ბაბაიანი (რუსეთი), ნ. ბაღატიური, თ. ბაგდაძე, გ. ბიბილაშვილი, ვ. ბურკოვი (რუსეთი), გ. გაგარდაშვილი, ზ. გასიტაშვილი, ი. გელაშვილი, ალ. გრიგოლიშვილი, დ. გურგენიძე, ბ. გუსევი (რუსეთი), ი. ელიშაკოვი (აშშ), გ. ვარშალომიძე, ს. ვასილიშვილი (რუსეთი), მ. ზგუროვსკი (უკრაინა), თ. ზუმბურიძე, კ. ზუნკელი (ავსტრია), დ. თავადაშვილი, ა. თოფჩიშვილი, ზ. კაკულია, ვ. კვარაცხელია, გ. კვესიტაძე, ლ. კლიმაშვილი, ფ. კრიადო (ესპანეთი), მ. კუხალაშვილი, რ. ლაზაროვი (აშშ), ჯ. ლაიტმანი (აშშ), ზ. ლომსაძე, ნ. მახვილაძე, დეკანოზი ლ. მათეშვილი, მ. მაცაბერიძე, ვ. მატეშვილი (რუსეთი), პ. მელაძე, ე. მეძმარიშვილი, გ. მიქიაშვილი, ი. ნათიშვილი, ი. ნამიხიშვილი, დ. ნოვიკოვი (რუსეთი), ს. პედროლო (იტალია), რ. ჟინევიჩუსი (ლიტვა), ი. ჟორდანი, ვ. ჟუკოვსკი (რუსეთი), პ. რიჩი (იტალია), მ. სალუკვაძე, ფ. სიარლე (საფრანგეთი), რ. სტურუა, თ. სულაბერიძე, ფ. უნგერი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აზერბაიჯანი), ნ. ყავლაშვილი, ა. ჩხეიძე, გ. ცინცაძე, თ. ცინცაძე, ნ. წერეთელი, ზ. წერეთელი, გ. ხუბულური, თ. ჯაგორიშვილი, გ. ჯავახაძე, მიტროპოლიტი ა. ჯაფარიძე, გ. ჯერენაშვილი, ჯ. ჯუჯარო (იტალია).

EDITORIAL BOARD:

A. Prangishvili (chairman), I. Gorgidze (vice-chairman), Sh. Nachkebia (vice-chairman), R. Chikovani (vice-chairman), G. Abdushelishvili, A. Abshilava, G. Arabidze, R. Arveladze, R. Babaian (Russia), N. Bagaturia, T. Batsikadze, G. Bibileishvili, V. Burkov (Russia), A. Chkheidze, P. Ciarlet (France), I. Elishakov (USA), Z. Gasitashvili, G. Gavardashvili, O. Gelashvili, G. Giugiaro (Italy), A. Grigolishvili, D. Gurgenidze, B. Gusev (Russia), T. Jagodnishvili, Metropolitan A. Japaridze, G. Javakhadze, G. Jerenashvili, Z. Kakulia, N. Kavlashvili, G. Khubuluri, L. Klimiashvili, F. Kriado (Spain), M. Kukhaleishvili, V. Kvaratskhelia, G. Kvesitadze, J. Laitman (USA), R. Lazarov (USA), Z. Lomsadze, N. Makhviladze, Archpriest L. Mateshvili, M. Matsaberidze, V. Matveev (Russia), E. Medzmariashvili, H. Meladze, G. Miquashvili, O. Namicheishvili, O. Natishvili, D. Novikov (Russia), A. Pashaev (Azerbaijan), S. Pedrolo (Italy), P. Ricci (Italy), M. Salukvadze, R. Sturua, T. Sulaberidze, H. Sunkel (Austria), D. Tavkhelidze, A. Topchishvili, G. Tsintsadze, T. Tsintsadze, N. Tzereteli, Z. Tzveraidze, F. Unger (Austria), G. Varshalomidze, S. Vasilev (Russia), M. Zgurovski (Ukraine), R. Zhinevichius (Lithuania), I. Zhordania, V. Zhukovski (Russia), O. Zumburidze.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Прангишвили (председатель), И. Горгидзе (зам. председателя), Ш. Начкебия (зам. председателя), Р. Чиковани (зам. председателя), Г. Абдушелишвили, А. Абшилава, Г. Арабидзе, Р. Арвеладзе, Р. Бабалян (Россия), Н. Багатурия, Т. Бацикадзе, Г. Бибилишвили, В. Бурков (Россия), Г. Варшаломидзе, С. Васильев (Россия), Г. Гавардашвили, З. Гаситашвили, О. Гелашвили, Ал. Григолишвили, Д. Гургенидзе, Б. Гусев (Россия), Г. Джавахадзе, Т. Джагоднишвили, Митрополит А. Джапаридзе, Г. Джеренашвили, Дж. Джуджаро (Италия), И. Елишаков (США), Р. Жиневичус (Литва), И. Жордания, В. Жуковский (Россия), М. Згуровский (Украина), О. Зумбуридзе, Х. Зункел (Австрия), Н. Кавлашвили, З. Какулия, В. Кварацхелия, Г. Квеситадзе, Л. Климиашвили, Ф. Криадо (Испания), М. Кухалеишвили, Р. Лазаров (США), Дж. Лаитман (США), З. Ломсадзе, В. Матвеев (Россия), Протоиерей Л. Матешвили, Н. Махвиладзе, М. Мацабериძე, Э. Медзмариашвили, Г. Меладзе, Г. Микиашвили, О. Намичеишвили, О. Натишвили, Д. Новиков (Россия), С. Педроло (Италия), З. Ричи (Италия), М. Салукваძე, Ф. Сиарле (Франция), Р. Стурუა, Т. Сулабериძე, Д. Тавхелиძე, А. Топчишвили, Ф. Унгер (Австрия), А. Фашаев (Азербайджан), Г. Хубулури, З. Цвараიძე, Н. Церетели, Г. Цинцаძე, Т. Цинцаძე, А. Чхеидзе.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2016
Publishing House “Technical University”, 2016
Издательский дом “Технический Университет”, 2016
<http://www.publishhouse.gtu.ge>



შინაარსი

ზიზიკა

ბ. ბენდელიანი, გ. დგებუაძე, ლ. გუგულაშვილი, ი. მეცხვარიშვილი. ჟანბბაღის
ბარემოში მაღალტემპერატურული ზეზამტარი ნიმუშების სინთეზის სისტემის
მართვისა და მონაცემთა რეგისტრაციის მოწყობილობა9

გეოზიზიკა

გ. ჯაში, ნ. ბოლაშვილი, დ. ოდილაძე, ა. თარხნიშვილი, ნ. ღლონტი, ჯ. ქირია, კ. წიქარიშვილი.
მიზარის კირქვულ მასივზე, შურუბუშუს მღვიმის მიდამოებში ჩატარებული გეოზიზიკური
გამოკვლევების შედეგები15

ბარემოს დაცვა

ზ. ვარაზაშვილი, ჭ. ზვიადაძე, მ. მარდაშოვა, გ. ჩახაია. საქართველოს ტერიტორიაზე
არსებული თანამედროვე წარმოშობის ტექნოგენური მასივების კვლევისა და მართვის
საკითხები 23

ეკოლოგია

ნ. კვაშილავა, გ. ჩახაია, ზ. ვარაზაშვილი, ლ. წულუკიძე, ი. ხუბულავა, თ. სუპატაშვილი,
ლ. მაისაია. მღ. გლდანისხევის ხეობაში არსებული მუყერსაშიში ფერდობის მღერადობის
შეფასება31

გეობრაზია

ზ. ლეუვა, კ. წიქარიშვილი, გ. დვალაშვილი, ა. ნასყიდაშვილი.
ახალი დენუდაციურ-ტექტონიკური მორფოსტრუქტურის – „კარსტული კალდერის“ –
შესახებ 36

საელეოლოგია

ზ. ლეუვა, ლ. ასანიძე, კ. წიქარიშვილი, გ. ლომინაძე, გ. ჩართოლანი, ი. ჯულაყიძე,
ა. ნასყიდაშვილი. მურაღის მღვიმე – უნიკალური საელეოლოგიური ობიექტი ნაქერალას
ქელზე43

გამოყენებითი კლიმატოლოგია

ლ. ქართველიშვილი, ლ. მეგრელიძე, ქ. როყვა. ტემპერატურისა და ტენიანობის
კომპლექსური კლიმატური პარამეტრის ბათვალისწინება სოფლის მეურნეობაში და
მშენებლობების დაკრეფებისას 53

ახალი ტექნოლოგიები

ნ. იაშვილი, ი. ხუტაშვილი. ბუნებრივი აირის გაჟონვის კონტროლის, სიზნალიზაციისა და
ჩამკეტი სარქვლის მართვის ახალი მიკროპროცესორული სისტემა 59

გ. ღვალაძე. ციტრუსების ფოთლების გამოყენებით ახალი სახის პროდუქციის – „მშრალი ციტრაჟის“ დამზადების ტექნოლოგია.....	66
კვების ტექნოლოგია	
ჩე. ხეჩია, გ. კაიშაური. დიეტური კვების პროდუქტების დამზადება ზოგიერთი გარეული ხილკენკროვანი ნეღლეულისაგან	69
გ. კაიშაური. „ქართული თეთრი ჰიბრიდული“ ჯიშის გობრის შენახვის ტექნოლოგია	73
მანქანათმშენებლობა	
თ. მეგრელიძე, გ. პირველი, გ. გუგულაშვილი, გ. ბერუაშვილი. მცენარეული ნეღლეულის ფოთლის საჭმელე-საქმცმაცმე-საბრეხი მანქანის მუშა დანების მიერ აღძრული დატვირთვების განსაზღვრა	78
სამთო საქმე	
ლ. ჯაფარიძე, თ. ფირცხალავა, თ. გობეჯიშვილი. წმენდითი ამოღება მოსამზადებელი გვირაგების დამცავი ნახშირის მთელანების დატოვების გარეშე.....	83
მათემატიკის ისტორია	
ც. პაპავა. არითმეტიკული სიმბოლოების სათავეებთან	90
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში	
ა. მირიანაშვილი. ინოვაციური განვითარება – ეკონომიკის წარმატების საწინდარი	97
ავტორთა საყურადღებოდ	109

CONTENTS

PHYSICS

B. Bendeliani, G. Dgebuadze, L. Gugulashvili, I. Metskhvarishvili. CONTROL AND DATA RECORDING DEVICE FOR SYNTHESIS OF HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTORS IN THE OXYGEN ENVIRONMENT	9
---	----------

GEOPHYSICS

G. Jashi, N. Bolashvili, D. Odilavadze, A. Tarkhnishvili, N. Ghlonti, J. Kiria, K. Tzikarishvili. RESULTS OF INVESTIGATIONS ON MIGARIA LIMESTONE MASSIF, AT SHURUBUMU CAVE AREAS	15
---	-----------

ENVIRONMENTAL PROTECTION

Z. Varazashvili, [†]U. Zviadadze, M. Mardashova, G. Chakhaia. THE RESEARCH AND MANAGE ISSUES OF MODERN ORIGIN TECHNOGENIC ARRAYS EXISTING ON THE TERRITORY OF GEORGIA.....	23
--	-----------

ECOLOGY

N. Kvashilava, G. Chakhaia, Z. Varazashvili, L. Tzulukidze, I. Khubulava, T. Supatashvili, L. Maisaia. THE EVALUATION OF STABILITY LAND-SLIDE DANGEROUS SLOPE IN THE RIVER GLDANISKHEVI BASIN	31
--	-----------

GEOGRAPHY

Z. Lezhava, K. Tzikarishvili, G. Dvalashvili, A. Naskhidashvili. A NEW TYPE OF DENUDATION-TECTONIC MORPHOSTRUCTURE – „KARST CALDERAS“	36
--	-----------

SPELEOLOGY

Z. Lezhava, L. Asanidze, K. Tzikarishvili, G. Lominadze, G. Chartolani, I. Julakidze, A. Naskidashvili. CAVE MURADA – THE UNIQUE SPELEOLOGICAL OBJECT ON THE NAKERALA RANGE	43
--	-----------

APPLIED CLIMATOLOGY

L. Kartvelishvili, L. Megrelidze, K. Rokva. CONSIDERATION OF AIR TEMPERATURE AND HUMIDITY COMPLEX PARAMETER IN DEVELOPMENT BUILDING INDUSTRY AND AGRICULTURE	53
---	-----------

NEW TECHNOLOGIES

N. Iashvili, I. Khutashvili. THE NEW MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEM AND GAS LEAKAGE ALARM AND CLOSE CONTROL VALVE.....	59
G. Gvaladze. CITRUS LEAVES USING A NEW KIND OF GOODS-CALLED „DRY CITRAZHE“ TECHNOLOGY	66

FOOD TECHNOLOGY

†E. Khvichia, G. Kaishauri. PRODUCING DIETARY NOURISHING PRODUCTS FROM SOME KIND OF WILD BERRIES AND FRUIT RAW MATERIALS.....	69
G. Kaishauri. THE ABILITY OF A PUMPKIN SORT “KARTULI TETRI HIBRIDULI” TO BE PRESERVED	73

MECHANICAL ENGINEERING

T. Megrelidze, G. Pirveli, G. Gugulashvili, G. Beruashvili. DETERMINATION OF THE LOADINGS, PROVOKED FROM WORKER KNIVES IN THE VEGETATABLE RAW MATERIALS LEAVS CRUSHING-SMASHING-ROLLING MACHINE	78
--	----

MINING

L. Japaridze, T. Pirtskhalava, T. Gobejishvili. ON MINING TECHNOLOGIES WITHOUT COAL PILLARS BY THE PROTECT DEVELOPMENT WORKINGS	83
--	----

HISTORY OF MATHEMATICS

Ts. Papava. ET THE BEGINING OF THE ARITHMETICAL SYMBOLS	90
--	----

IN THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES

A. Mirianashvili. INNOVATION DEVELOPMENT – ECONOMICS SUCCESS GUARANTEE.....	97
--	----

TO THE AUTHORS ATTENTION	109
---------------------------------------	-----

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Б. Г. Бенделиани, Г. Н. Дгебуадзе, Л. Т. Гугулашвили, И. Р. Мецхваришвили.

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ СИНТЕЗА

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ В КИСЛОРОДНОЙ СРЕДЕ..... 9

ГЕОФИЗИКА

Г. Г. Джаши, Н. Р. Болашвили, Д. Т. Одилавадзе, А. Г. Тархнишвили, Н. Я. Глonti, Дж. К. Кириа,

К. Д. Цикаришвили. РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА МИГАРИЙСКОМ

МАССИВЕ В ПЕЩЕРЕ ШУРУБУМУ 15

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

З. Н. Варазашвили, †У. И. Звиададзе, М. А. Мардашова, Г. Г. Чахая. ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И

УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ МАССИВАМИ СОВРЕМЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА

ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ..... 23

ЭКОЛОГИЯ

Н. Г. Квашилава, Г. Г. Чахая, З. Н. Варазашвили, Л. Н. Цулукидзе, И. В. Хубулава, Т. Л. Супаташвили,

Л. Д. Мансая. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕОПАСНОГО СКЛОНА, РАСПОЛОЖЕННОГО В

ДОЛИНЕ РЕКИ ГЛДАНИСХЕВИ..... 31

ГЕОГРАФИЯ

З. И. Лежава, К. Д. Цикаришвили, Г. Б. Двалашвили, А. С. Наскидашвили.

О НОВОМ ВИДЕ ДЕНУДАЦИОННО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ МОРФОСТРУКТУР – „КАРСТОВЫХ

КАЛЬДЕРАХ“ 36

СПЕЛЕОЛОГИЯ

З. И. Лежава, Л. З. Асанидзе, К. Д. Цикаришвили, Г. Дж. Ломинадзе, Г. Г. Чартолани, И. Ж. Джулакидзе,

А. С. Наскидашвили. ПЕЩЕРА МУРАДА – УНИКАЛЬНЫЙ СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ НА

ХРЕБТЕ НАКЕРАЛА 43

ПРИКЛАДНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ

Л. Г. Картвелишвили, Л. Д. Мегрелидзе, К. Д. Роква. УЧЕТ ТЕМПЕРАТУРО-ВЛАЖНОСТНОГО

КОМПЛЕКСНОГО ПАРАМЕТРА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖИЛЫХ И

ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ 53

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Н. Г. Иашвили, Ю. Б. Хуташвили. МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СИГНАЛИЗАЦИИ ОБ УТЕЧКЕ ГАЗА И УПРАВЛЕНИИ ЗАКРЫТИЕМ КЛАПАНА.....	59
Г. Д. Гваладзе. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НОВОГО ВИДА ПРОДУКЦИИ – „СУХОГО ЦИТРАЖА“ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИСТЬЕВ ЦИТРУСОВ.....	66

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

† Э. Д. Хвичия, Г. Н. Кайшаури. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ДИКОРАСТУЩИХ ПЛОДОВ И ЯГОД ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ДИЭТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ	69
Г. Н. Кайшаури. ЛЕЖКОСПОСОБНОСТЬ ТЫКВЫ СОРТА “КАРТУЛИ ТЕТРИ ГИБРИДУЛИ”	73

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Т. Я. Мегрелидзе, Г. Т. Пирвели, Г. Л. Гугулашвили, Г. Ш. Бериашвили. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАБОТЕ СПАРЕННЫХ НОЖЕЙ В МАШИНЕ ДЛЯ МЯТИЯ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И СКРУЧИВАНИЯ ЛИСТЬЕВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	78
---	-----------

ГОРНОЕ ДЕЛО

Л. А. Джапаридзе, Т. Г. Пирцхлава, Т. Г. Гобеджишвили. ОБ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКЕ БЕЗ ОСТАВЛЕНИЯ ЦЕЛИКОВ УГЛЯ ДЛЯ ОХРАНЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК.....	83
---	-----------

ИСТОРИЯ МАТЕМАТИКИ

Ц. А. Папава. У ИСТОКОВ АРИФМЕТИЧЕСКИХ СИМВОЛОВ.....	90
---	-----------

В НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИИ

А. Д. Мирианашвили. ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ – ЗАЛОГ УСПЕХОВ ЭКОНОМИКИ.....	97
--	-----------

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ.....	109
--------------------------------	------------

ჟანგბადის გარემოში მაღალტემპერატურული ზეგამტარი ნიმუშების სინთეზის სისტემის მართვისა და მონაცემთა რეგისტრაციის მოწყობილობა

ბეჟან ბენდელიანი, გურამ დგებუაძე, ლევან გუგულაშვილი, იოსებ მეცხვარიშვილი

(ი. ვეკუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: წარმოდგენილია ჟანგბადის გარემოში მაღალტემპერატურული ზეგამტარი ნიმუშების სინთეზის სისტემის მართვისა და მონაცემთა რეგისტრაციის მოწყობილობა, რომლის საშუალებით შესაძლებელია არჩეული ტემპერატურული რეჟიმით კომპაქტურ ღია გამჭოლ ცილინდრულ ღუმელში მოთავსებული ზეგამტარი ნიმუშების სინთეზი და ჟანგბადით გაჯერება; ამასთან, გრაფიკული პროგრამირების გარემოში (LabVIEW) შექმნილი LMS ვირტუალური ხელსაწყო და National Instrument-ის ფირმის მონაცემთა დამუშავების მრავალფუნქციური NI6009 ბლოკის მეშვეობით – პროცესის ვიზუალური დაკვირვება და მონაცემების პერსონალურ კომპიუტერში ავტომატური რეგისტრაცია.

საკვანძო სიტყვები: ალგორითმი; ვირტუალური ხელსაწყო; LabVIEW; მართვა; მაღალტემპერატურული ზეგამტარი ნიმუშები; ტემპერატურა.

შესავალი

მაღალტემპერატურული ზეგამტარი ნიმუშების სინთეზი და ჟანგბადით გაჯერება საკმაოდ რთული პროცესია, ამიტომ ოპტიმალური შედეგის მისაღწევად საჭიროა ისეთი ამოცანების გადაჭრა, როგორიცაა:

- გარკვეულ დროში ღუმელში ზუსტად განსაზღვრული ტემპერატურის მიღწევა;
- ტემპერატურის ცვლილების სიჩქარის კონტროლი;
- მოცემული ტემპერატურის სტაბილურობა დროის სასურველ მონაკვეთში;
- ბიჯური ტემპერატურული რეჟიმების უზრუნველყოფა;
- მიმდინარე პროცესების ძირითადი პარამეტრების ვიზუალური კონტროლი.

ზოგიერთი კლასის ნიმუშებისათვის (Ti-1223, Hg-1223) პირველ რიგში აუცილებელია კარგი პრეკურსორის ($\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$) მომზადება, რომელსაც დასჭირდება გამჭოლი ჟანგბადის მიწოდების წნევის კონტროლი მაღალ ტემპერატურაზე. აქვე შევნიშნავთ, რომ ჟანგბადის მიწოდება გავლენას არ უნდა ახდენდეს ტემპერატურის სტაბილურობაზე.

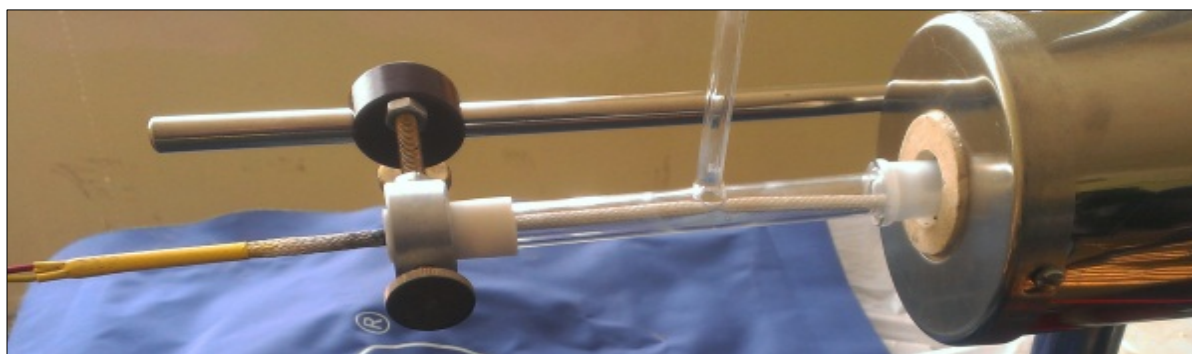
ზემოაღნიშნული მოთხოვნების გათვალისწინებით დამუშავებული და დამზადებულია მაღალტემპერატურული ზეგამტარი ნიმუშების ჟანგბადით გაჯერების სისტემის მართვისა და მონაცემთა რეგისტრაციის მოწყობილობა MEISSA-1 (ნახ. 1).



ნახ. 1. MEISSA-1-ის წინხედი

ძირითადი ნაწილი

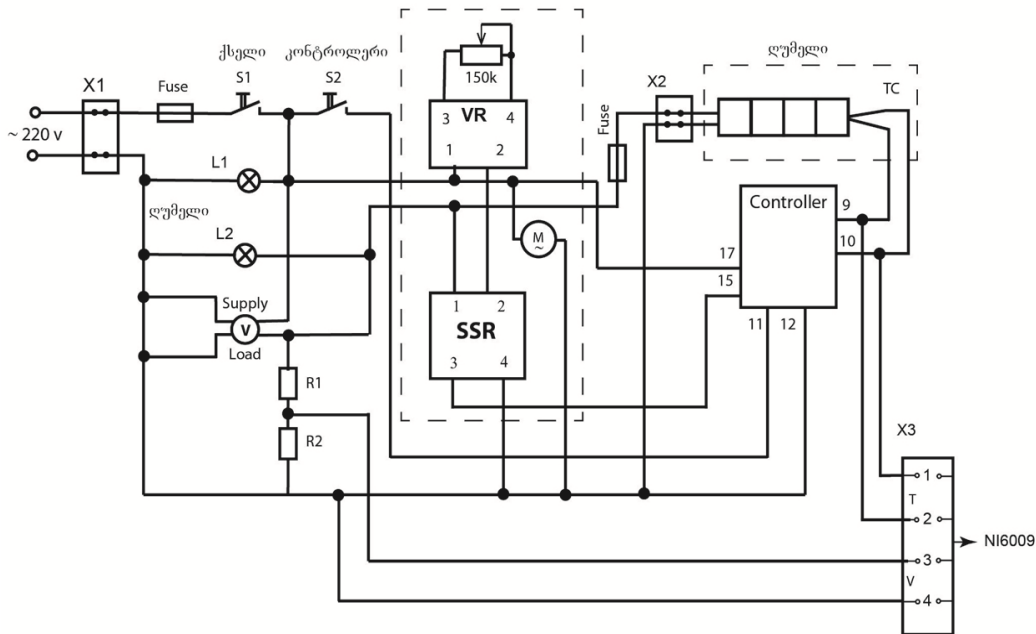
ნიმუშების უანგბადით გაჯერების პროცესი მიმდინარეობს მაღალტემპერატურულ კომპაქტურ, გამჭოლ, ცილინდრულ ღუმელში, რომელშიც მოთავსებულია კვარცის მილი (ნახ. 2), კვარცის მილში კი – საცდელი ნიმუშები. ტემპერატურის მიმწოდად გამოყენებულია იმავე კვარცის მილში ჩამონტაჟებული K ტიპის თერმოწყვილი, რომელიც იზოლირებულია თბომედეგი ალუმინის ოქსიდის



ნახ. 2. თერმოწყვილიანი კვარცის მილი

ბოჭკოვანი ქსოვილით. მართვის სქემა აგებულია ფირმა Omega-ს მიერ დამზადებულ SN7200 ტემპერატურის კონტროლერზე. მისი არჩევა განაპირობა ხელსაწყოთა საიმედოობამ და ფუნქციონალურმა შესაძლებლობებმა.

MEISSA-1-ის პრინციპული ელექტრული სქემა მოცემულია მე-3 ნახ-ზე.



ნახ. 3. MEISSA-1-ის პრინციპული ელექტრული სქემა: L1–L2 – ნეონის ნათურები; Fuse – დნობადი მცველი; X1–X3 – გადაყვანები; VR – ძაბვის რეგულატორი; SSR – მყარტანიანი რელე; V – ციფრული ვოლტმეტრი; S1 – S2 – ჩამრთევლები; Controller – ტემპერატურის კონტროლერი CN7200; TC – თერმოწყვილი; M – გამაგრებელი

სქემა მუშაობს შემდეგი პრინციპით: S1 ჩამრთევლის ჩართვისას ინთება L1 ნათურა (ქსელი) და კვება მიეწოდება VR ძაბვის რეგულატორს, V ციფრულ ვოლტმეტრსა და M გამაგრებელს. S2 ჩამრთევლით კი ირთება ტემპერატურის კონტროლერი (Controller). მის წინა პანელზე განლაგებული მართვის დილაკებით ხდება ტექნოლოგიური პროცესის პროგრამირება სასურველი ალგორითმით, რომლის შესაბამისად რელეს მეშვეობით იმართება ღუმელის გამხურებელი ელემენტი.

კონტროლერის ზედა ინდიკატორი გვიჩვენებს არსებულ ტემპერატურაზე, ხოლო ქვედა – სასურველ ტემპერატურაზე.

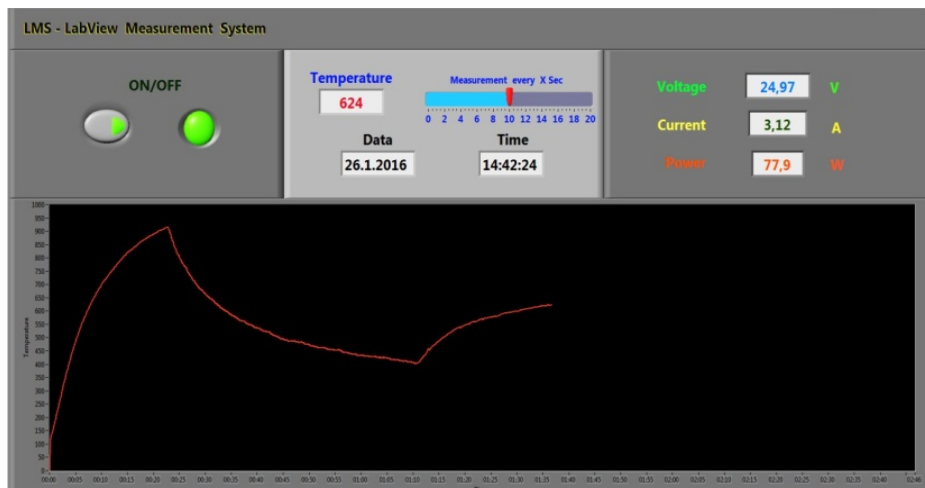
FOTEC SSR-25 ძაბვის რეგულატორი წარმოადგენს ტირისტორული მართვის მქონე კომპაქტურ მოწყობილობას. მართვის ბლოკის წინა პანელზე გამოყვანილი ცვლადი რეზისტორით (Voltage on the Furnice) ხდება ძაბვის შერჩევა სასურველი მაქსიმალური ტემპერატურის მისაღწევად. არსებული ძაბვის მნიშვნელობა აისახება წინა პანელზე მდებარე ციფრულ ვოლტმეტრზე.

SSR STON G3NA-40A მყარტანიანი რელე ჩვეულებრივ მექანიკურ რელესთან შედარებით გამოირჩევა ისეთი უპირატესობებით, როგორცაა: მექანიკური კონტაქტების არარსებობა, ელექტრომაგნიტური ხარვეზებისადმი მედეგობა, მაღალი სწრაფმოქმედება და მეტი მუშაობის რესურსი. კონტროლერის პროგრამის შესაბამისად ამ რელეს ამუშავებისას ძაბვა რეგულატორის გამოსასვლელიდან მიეწოდება ღუმელს და ინთება L2 ნეონის ნათურა (ღუმელი).

K ტიპის TC თერმოწყვილი ჩამონტაჟებულია კვარცის მიღში ნიმუშების მახლობლად და უერთდება თერმოკონტროლერის შესაბამის შესასვლელებს. M გამაგრებელი იცავს მყარტანიან რელეს და ძაბვის რეგულატორს გადახურებისაგან ღუმელზე მოდებული დიდი სიმძლავრის დროს.

ტექნოლოგიურ პროცესზე კონტროლის მეტი კომფორტულობისა და მიმდინარე ფიზიკური პარამეტრების ვიზუალიზაციისა და დამახსოვრებისათვის სისტემაში დამატებულია National Instrument-ის ფირმის მონაცემთა დამმუშავებელი NI6009 მრავალფუნქციური ბლოკი. მის შესასვლელზე MEISSA-1-დან მიეწოდება არსებული ტემპერატურის და ღუმელზე მოდებული ძაბვის შესახებ ინფორმაცია, ხოლო გამოსასვლელი სტანდარტული USB გადასასვლელით უერთდება პერსონალურ კომპიუტერს. გრაფიკული პროგრამირების გარემო (LabVIEW) საშუალებას გვაძლევს პერსონალური კომპიუტერის ეკრანზე შევქმნათ ვირტუალური ხელსაწყოები ტექნოლოგიური პროცესის თვალსაჩინო ასახვისათვის.

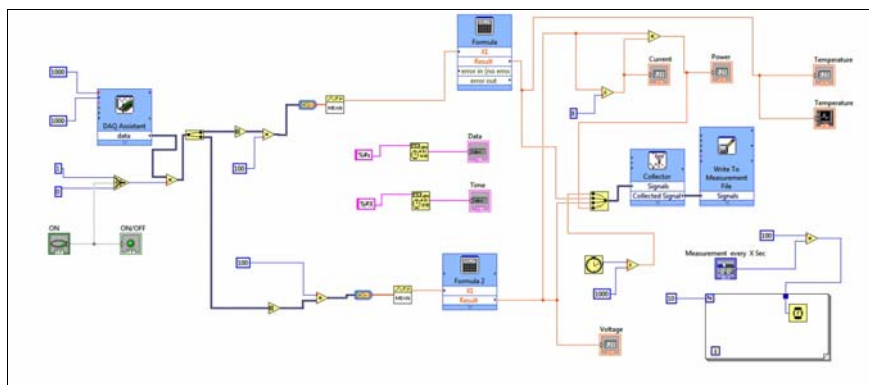
ჩვენ მიერ დამუშავებული ხელსაწყო LMS (LabVIEW Measurement System) გარე ხედი მოცემულია მე-4 ნახ-ზე, ხოლო მისი ფუნქციონალური სქემა – მე-5 ნახ-ზე.



ნახ. 4. ვირტუალური ხელსაწყო LMS

დუმელზე მოდებული ძაბვა მართვის ბლოკიდან ძაბვის გამყოფის მეშვეობით (კოეფიციენტი დაახლოებით 1:100) მიეწოდება NI6009 ბლოკის AI0 შესასვლელს, ხოლო სუსტი სიგნალი (0-50 მე) თერმოწყვილიდან ძლიერდება Keithley-197 მულტიმეტრით (დაახლოებით 10-ჯერ) და მიეწოდება AI2 შესასვლელს. აღსანიშნავია, რომ ჩვენს ხელთ არსებული NI6009 ბლოკის 14-ბიტის ანალოგური-ციფრული გარდაქმნელი არ იძლევა გარდაქმნის საკმარის სიზუსტეს, რის გამოც ცდომილების შესამცირებლად გამოყენებულია ყოველ წამში აღებული 1000 ანათვალის მნიშვნელობების საშუალო არითმეტიკული. შედეგად გაზომვების ცდომილება ტემპერატურების ძირითად დიაპაზონში არ აღემატება 2–3⁰-ს.

ვირტუალური ხელსაწყო LMS მუშაობს შემდეგნაირად: ON ტუმბლის ჩართვის შემთხვევაში DAQ Assistant-ში შემავალი სიგნალები სელექტორის გავლით გადაეცემა არხების გადამრთველს, რომელიც მორიგეობით ჩართავს ტემპერატურისა და ძაბვის არხებს. Mean ბლოკში ხდება სიგნალის სიდიდის ყოველ წამში აღებული მნიშვნელობების საშუალო არითმეტიკულის გამოთვლა. შემდგომ ამ მონაცემების მიხედვით ფორმულებით გამოითვლება ტემპერატურის, ძაბვის, დენისა და სიმძლავრის რეალური მნიშვნელობები, რომლებიც აისახება LMS ვირტუალური ხელსაწყო ღირს პანელზე. გარდა ამისა, აქვე აისახება მიმდინარე თარიღი და დრო. კოლექტორში (Collector) ხდება მონაცემების შეგროვება და ექსელის ფაილის სახით კომპიუტერში ჩაწერა შემდგომში სასურველი გრაფიკების აგების მიზნით. ვირტუალური ხელსაწყო ღირს პანელზე შესაძლებელია მიმდინარე პროცესზე დაკვირვება Live რეჟიმში მომუშავე დიაგრამის საშუალებით. ეკრანზე ასახული პროცესის მაქსიმალური დროის რეგულირებას უზრუნველყოფს Measurement every X sec რეგულატორი.



ნახ. 5 ვირტუალური ხელსაწყო ფუნქციონალური სქემა

დასკვნა:

ამრიგად, დამზადებულია ჟანგბადის გარემოში მაღალტემპერატურული ზეგამტარი ნიმუშების სინთეზის სისტემის მართვისა და მონაცემთა რეგისტრაციის მოწყობილობა MEISSA-1. მისი საშუალებით შესაძლებელია კომპაქტურ ღია გამჭოლ ცილინდრულ ღუმელში მოთავსებული ზეგამტარი ნიმუშების ჟანგბადით გაჯერება ტემპერატურული რეჟიმების განსხვავებული ალგორითმებით. პროცესის მართვა ხდება ფირმა Omega-ს SN7200 ტემპერატურის კონტროლერით, ხოლო ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარე პარამეტრებზე დაკვირვება – როგორც ფიზიკური მოწყობილობის წინა პანელზე, ასევე National Instrument-ის LabVIEW გარემოთი პერსონალურ კომპიუტერში შექმნილი ვირტუალური ხელსაწყოთა წინა პანელზეც მონაცემთა დამუშავების მრავალფუნქციური NI6009 ბლოკის საშუალებით. გარდა ამისა, ხდება მონაცემების ავტომატური რეგისტრაცია პერსონალურ კომპიუტერზე Excel-ის ფაილის სახით, რაც წინაპირობაა შემდგომ სასურველი გრაფიკებისა და დიაგრამების მარტივად აგებისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. T. Lobzhanidze, I. Metskhvarishvili, G. Dgebuadze, B. Bendeliani, M. Metskhvarishvili, V. Gabunia. $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ Superconductor Prepared by As Vapour Diffusion Process. Chemical Engineering of Polymers, Production of Functional and Flexible Materials, Book Editors: Omari V. Mukbaniani, Marc J. M. Abadie, Tamara Tatrishvili // Apple academic press, 2016.
2. G. N. Dgebuadze, B. G. Bendeliani, I. R. Metskhvarishvili. Effective Technology of High Temperature Superconductors Oxygenation // Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 9, no.3, 2015.
3. I. Metskhvarishvili, G. Dgebuadze, B. Bendeliani, V. Gabunia. Influence of fifth group elements on superconductive properties of high temperature superconductors, International Conference “Advanced materials and technologies” Proceeding, 21-23 October, 2015, - 55 p.
4. I. R. Metskhvarishvili, G. N. Dgebuadze, B. G. Bendeliani, M. R. Metskhvarishvili, T. E. Lobzhanidze, L. T. Gugulashvili. Low-Field High-Harmonic Studies in Hg-1223 High-Temperature Polycrystalline Superconductor // Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, 28 (2015), 1491.
5. ბ. ბენდელიანი, გ. დგებუაძე, ი. მეცხვარიშვილი. მაღალტემპერატურული რეზისტიული ღუმლის ავტომატიზაცია // მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №1 (718), 2015.
6. Федосов В. П., Нестеренко А. К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учеб. пособие под ред. В. П. Федосова. М.: ДМК Пресс, 2007, - 456 с.
7. Riccardo De Asmundis. Modeling, Programming and Simulations Using LabVIEW Software”, InTech January 21, 2011, - 306 p.
8. Автоматизация физических исследований эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе Lab VIEW (Под. ред. Бутырина П.А.). М.: ДМК Пресс, 2005, - 264 с.
9. Загидуллин Р. Ш. LabVIEW в исследованиях и разработках. М.: Горячая линия-Телеком, 2005.- 352с.

CONTROL AND DATA RECORDING DEVICE FOR SYNTHESIS OF HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTORS IN THE OXYGEN ENVIRONMENT

B. Bendeliani, G. Dgebuadze, L. Gugulashvili, I. Metskhvarishvili

(I. Vekua Institute of Physics and Technology)

Resume: There is presented the control and data recording unit of system for synthesis of high-temperature superconductors in the oxygen environment, by means of which it is possible to carry out synthesis of high-temperature superconductors in the oxygen environment with the chosen temperature mode in an open through cylindrical furnace. At the same time the virtual LMS device, created in the environment of graphic programming and the multipurpose NI6009 unit of National Instruments allow to watch visually process and automatically register data on the personal computer.

Key words: algorithm; control; high-temperature superconductor; LabVIEW; temperature; virtual device.

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ СИНТЕЗА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ В КИСЛОРОДНОЙ СРЕДЕ

Бенделиани Б. Г., Дгебуадзе Г. Н., Гугулашвили Л. Т., Мецхваришвили И. Р.

(Физико-технический институт им. И. Векуа)

Резюме: Представлено устройство управления и регистрации данных системы синтеза высокотемпературных сверхпроводников в кислородной среде, с помощью которого возможно проводить синтез и насыщение кислородом высокотемпературных сверхпроводников в кислородной среде с выбранным температурным режимом в открытой сквозной цилиндрической печи. При этом виртуальный прибор LMS, созданный в среде графического программирования, и многофункциональный блок NI6009 фирмы National Instruments дают возможность визуально наблюдать за процессом и автоматически регистрировать данные на персональный компьютер.

Ключевые слова: алгоритм; виртуальный прибор; высокотемпературный сверхпроводник; LabVIEW; температура; управление.

მიგარბას კირქვულ მასივზე, შუაზუზუმს მღვიმის მიდამოებში ჩატარებული გეოფიზიკური გამოკვლევების შედეგები*

გივი ჯაში, ნანა ბოლაშვილი, დავით ოდილავეძე, ავთანდილ თარხნიშვილი, ნუგზარ ღლონტი, ჯემალ ქირია, კუკური წიქარიშვილი

(ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: მიგარბას კირქვულ მასივზე ელექტრომეტრიული და რადიოლოკაციური მეთოდებით ჩატარებული გამოკვლევებით განსაზღვრულ იქნა საკვლევ ობიექტზე გავრცელებული ნალექების გეოფიზიკური პარამეტრები. კერძოდ, ობიექტზე გავრცელებული კირქვები ძლიერ დამსხვრეულია, დანაპრაღიანებულია და მათში აღინიშნება წყალშთანთქმის ცალკეული კერები. ბუნებრივი ელექტრული ველის მეთოდით გამოვლენილ იქნა მიწისქვეშა ფილტრაციული ნაკადების ინტენსიური დინების ადგილები. რადიოლოკაციური მეთოდით სხვადასხვა სიხშირის ანტენების საშუალებით შედგენილია გეორადიოლოკაციური ჭრილი, რომელზედაც პირველი 10 მ შეესაბამება ეპიკარსტული ფენის ზედა გამოქარულ ნაწილს, 10-დან 25 მ-მდე – ეპიკარსტის წყალშემცველ ნაწილს, ხოლო უფრო ღრმად მდებარე ფენები – საკუთრივ კარსტს. დადგინდა შურუბუმუს მღვიმის მიდამოებში დაკარსტული უბნების გავრცელების არეალი, ჩატარდა მათი იდენტიფიკაცია, კარტირება და კადასტრირება.

საკვანძო სიტყვები: ეპიკარსტი; იდენტიფიკაცია; კადასტრირება; კარსტი; კარტირება.

შესავალი

დასავლეთ საქართველოს ტერიტორია მდიდარია უნიკალური კარსტული ფორმებით, სადაც კარსტვალი ქანების გავრცელების ზოლი კავკასიონის სამხრეთი ფერდის გასწვრივ მდ. ფსოუდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით ერწოს მთის მიდამოებამდე 340 კმ-ზე ვრცელდება. მასივის გეოლოგიურ აგებულებაში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ზედა იურული და ცარცული ასაკის კარბონატულ ნალექებს, რომლებიც ტრანსგრესიულადაა განლაგებული ბაიოსის პორფირიტულ სუბსტრატზე. აქ იკარსტება როგორც იურული, ასევე ცარცული სისტემისა და პალეოგენის იარუსები და ქვეიარუსები, რაც განპირობებულია საქართველოს ტერიტორიის გეოლოგიური და გეოტექტონიკური განვითარების პირობებით [1–3].

საქართველოში კარსტვალი ქანების გავრცელების საერთო ფართობი 4400 კმ²-ს შეადგენს. იგი ბუნებრივი ლანდშაფტების მკვეთრად გამოხატული ვერტიკალური ზონალობით გამოირჩევა, სადაც დაკარსტვის მაქსიმალური სიღრმეა 4000 მ. ამ მხრივ საქართველოს კარსტი მართლაც რომ უნიკალურია მსოფლიოში [2].

* აღნიშნული პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი № FR/218-280/13). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიისათვის დადგენილ იქნა ერთიანი კარსტულ-ჰიდრო-გეოლოგიური სისტემა. მისი გეოლოგიური, გეოტექტონიკური თავისებურებანი და ხელსაყრელი კლიმატური პირობები განაპირობებს პროცესების ინტენსიურ განვითარებას [4, 5].

კომპლექსური გეოგრაფიულ-სპელეოლოგიური და გეოლოგიური გამოკვლევების საფუძველზე კარსტული ზოლი იყოფა სამ ნაწილად: 1. საშუალო და მაღალმთიანი კირქეული მასივები (>1000 მ); 2. მთისწინა და მთათაშორისი ბარის კირქეული მასივები (1000 მ-მდე); 3. კლასტოკარსტული მასივები [2, 3].

ძირითადი ნაწილი

დასავლეთ საქართველოს კარსტულ მასივთა შორის ერთ-ერთი უნიკალური რეგიონია მიგარიას მასივი, რომელიც მოქცეულია ჩხოროწყუსა და მარტვილის რაიონებს შორის და მდ. ხობისწყლის ხეობიდან მდ. ტეხურის ხეობამდე 17 კმ-ზე ვრცელდება. საკვლევ ტერიტორიაზე კარსტული დეპრესიების გავრცელების ფორმები საკმაოდ რთული სახისაა. მათი საერთო სიგრძე 8 კმ-ია, ხოლო სიგანე – 3 კმ [4]. გამოვლენილ დეპრესიებში საყურადღებოა 0,5 კმ დიამეტრის მქონე წიფურიას ქვაბული, რომლის რელიეფი მრავალრიცხოვანი კარსტული ძაბრებითა და ეროზიული ხეობებით არის დაფარული (ნახ. 1).



ნახ. 1. წიფურიას ჩაკეტილი ტექტონიკური ქვაბული

მიგარიას კირქეულ მასივში, რომლის სამხრეთი კალთა კოლხეთის ბარის საზღვრებშია მოქცეული, ხოლო ჩრდილო ნაწილი მთაგორიანია, მდებარეობს შურუბუმუს ცნობილი მღვიმე.

შურუბუმუს მღვიმის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობს ბარემული ურგონული ფაციესის კირქვები და, ნაწილობრივ, ზედაცარცული (ტურონული) ასაკის თხელშრეებრივი (0.2-0.3 მ) კირქვები.

უხვი ატმოსფერული ნალექების მიუხედავად, შურუბუმუს მღვიმის მიდამოები განიცდის ზედაპირული გამდინარე წყლების ნაკლებობას, ხოლო მიწისქვეშა წყლები ჩაედინება მასივში არსებულ მრავალრიცხოვან კარსტულ სიღრუეებში.

არსებობდა მოსაზრება, რომ მდ. ხობისწყლის მარცხენა ნაპირზე მდებარე შურუბუმუს მღვიმეში ჩამდინარე წყლებს კავშირი აქვს წიფურიას ქვაბულში არსებულ სიღრუეებთან, რაც დადასტურებულ

იქნა გეოგრაფიის ინსტიტუტის სპელეოექსპედიციის მიერ ზესნახეს მღვიმეში ჩაშვებული ფლუორესცენით შეღებილი წყლის არსებობით (ნახ. 2).



ნახ. 2. ზესნახეს მღვიმეში ინდიკატორული ექსპერიმენტების ჩატარების ამსახველი კადრები

შეღებილი წყლის ნაკადის დებიტი ძალზე მცირე იყო (0,2-0,3 ლ/წმ), რადგან ექსპერიმენტი დაემთხვა გვალვიან პერიოდს. წყლის მიერ გავლილი მანძილი კი შეადგენდა დაახლოებით 4-5 კმ-ს, რის გამოც შეღებილი წყალი დეიძახის ვოკლუზებში მე-9 დღეს დაფიქსირდა, რაც მიგარიას მასივის წიაღში დიდი მოცულობის სიცარიელებისა და წყლის დიდი მიწისქვეშა აუზების არსებობაზე მიუთითებს.

შურუბუმუს ქვაბული ვიზუალურად დღიურ ზედაპირზე ფაქტობრივად არ ფიქსირდება, თუმცა მისი არსებობის გარკვეული ნიშნები აშკარად იკვეთება ხეობის მარცხენა ნაპირზე, სადაც კირქვის მასივის ვერტიკალური და დამრეცი კედლები დანაპრადიანებულია და მიწისქვეშეთიდან ისმის წყლის ხმაური. ნაპრადში ჩაგდებული ქვის მიერ გამოწვეული ექოს მიხედვით შეიძლება დაახლოებით განისაზღვროს ქვაბულში სიცარიელის სავარაუდო ზომები.

აღნიშნულ ტერიტორიაზე გეოფიზიკური (ელექტრომეტრიული) გამოკვლევები ჩატარდა აპრობირებული ვერტიკალური ელექტრული ზონდირების (ვეზ), სიმეტრიული ელექტრული პროფილირების (სეპ) და, ნაწილობრივ, ბუნებრივი ელექტრული ველის (ბევ) მეთოდებით.

შურუბუმუს სიცარიელის არსებობაზე მიუთითებს ის ფაქტიც, რომ მდ. ხობისწყლის მარჯვენა ნაპირზე ჩატარებულმა ელექტრომეტრიულმა გამოკვლევებმა დედამიწის ზედაპირიდან 30 – 40 მ სიღრმეზე დააფიქსირა გარემოს კუთრი ელექტრული წინაღობის მნიშვნელოვანი ზრდა 3000 – 4000 ოჰმ-მდე. ამავე უბანზე სიმეტრიული ელექტროდაპროფილების მონაცემებით დადგენილ იქნა, რომ მაღალი წინაღობის მქონე გარემო ლატერალური მიმართულებით დაახლოებით 2 კმ-ზე ვრცელდება, რაც კიდევ ერთხელ მიგვანიშნებს კარსტული სიცარიელის არსებობაზე და მდინარის მარჯვენა და მარცხენა ნაპირებს შორის გეოლოგიური პირობების იდენტურობაზე.

დღეისათვის საქართველოში მაღალმთიანი კირქვული მასივების, კერძოდ, მიგარიას მასივისა და მასში გამოვლენილი შურუბუმუს მღვიმის შესწავლის საქმეში ელექტრომეტრიულ მეთოდებთან ერთად მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის გეორადიოლოკაციურ კვლევებს, რისთვისაც გამოყენებულ იქნა გეორადარი "ZOND-12E". ეს არის უახლესი აპარატურა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია კარსტული პროცესების შედგად წარმოქმნილი მიწისქვეშა სიცარიელების მაღალი სიზუსტით გამოვლენა. მიღებული გეორადარული მასალის დამუშავება ხდება "PRIZM 2,5" სერტიფიცირებული პროგრამული უზრუნველყოფით, ხოლო სავსე ელექტრომეტრიული გამოკვლევების ინტერპრეტაცია კი – "ipi2win" მეთოდის პროგრამული უზრუნველყოფით. წინააღობისა და რადიოლოკაციური მეთოდების გამოყენებით ჩატარებული გამოკვლევები ერთმანეთს ავსებს, რაც განაპირობებს ინტერპრეტაციის შედეგების ცალსახობას [6].

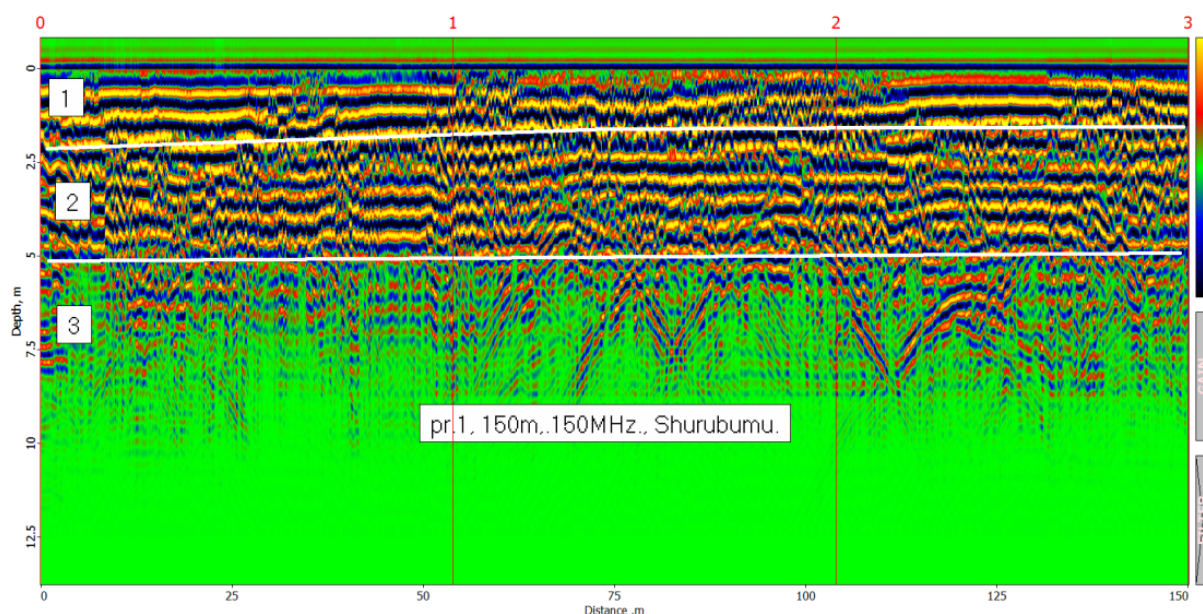
ქვემოთ შედარებით დაწვრილებით არის განხილული შურუბუმუს კარსტული მღვიმის მიდამოებში ჩატარებული რადიოლოკაციური კვლევებით მიღებული შედეგები და მათი გეოლოგიური ინტერპრეტაცია.

შურუბუმუს უბანში გამოკვლევები ჩატარდა მდ. ხობისწყლის ხეობაში საავტომობილო გზის გასწვრივ, რომელიც ერთი მხრიდან მიუყვება კლდოვან ფერდობს, ხოლო მეორე მხრიდან ესაზღვრება ხობისწყლის დახრამუღ ხეობას (ნახ. 3).



ნახ. 3. მდ. ხობისწყლის ხეობაში გამავალი საავტომობილო გზა, რომლის 150 მ სიგრძის მონაკვეთზე ჩატარდა პირველადი გეორადიოლოკაციური გამოკვლევები

მე-4 ნახ-ზე ნაჩვენებია 150 მკ სიხშირის ანტენით მიღებული რადაროგრამა, რომლის პორიზონტალურ ღერძზე გადაზომილია პროფილზე გავლილი მანძილი, ხოლო ვერტიკალურ ღერძზე – ჩაწვდომის სიღრმე მეტრებში. 1 და 2 ნიშნულებით გამოყოფილია პროფილზე 50 მ სიგრძის მონაკვეთები.



ნახ. 4. გეორადიოლოკაციური ჭრილი (რადიოგრამა), მიღებული 150 მკ სიხშირის მიმღებ-გადამცემი ანტენით 150 მ დისტანციასა და 10 მ სიღრმეზე

რადაროგრამაზე გამოყოფილია სამი გეორადიოლოკაციური ფენა:

I ფენა 2,5 მ სიმძლავრისაა, რაც მიუთითებს გეოლოგიური ფენებიდან არეკვლილი მაქსიმალური ელექტრომაგნიტური ტალღების დერძების ტექსტურის სინფაზურობაზე;

II ფენა ესაზღვრება III-ფენას 2,5 მ სიღრმეზე, ამ ფენას (სიმძლავრით 1–1,5 მ), ახასიათებს სინფაზურობის დერძების დეზინტეგრაცია, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს ამ ნაწილში წყლის დამშლელი ზემოქმედებით. მას ახასიათებს შერეული ტექსტურა. II განსხვავდება I ფენისგან მოკლე და „ტალღოვანი“ სინფაზურობის დერძებით. II და I ფენა ერთად ქმნის 5 მ სიმძლავრის გეორადიოლოკაციურ კომპლექსს;

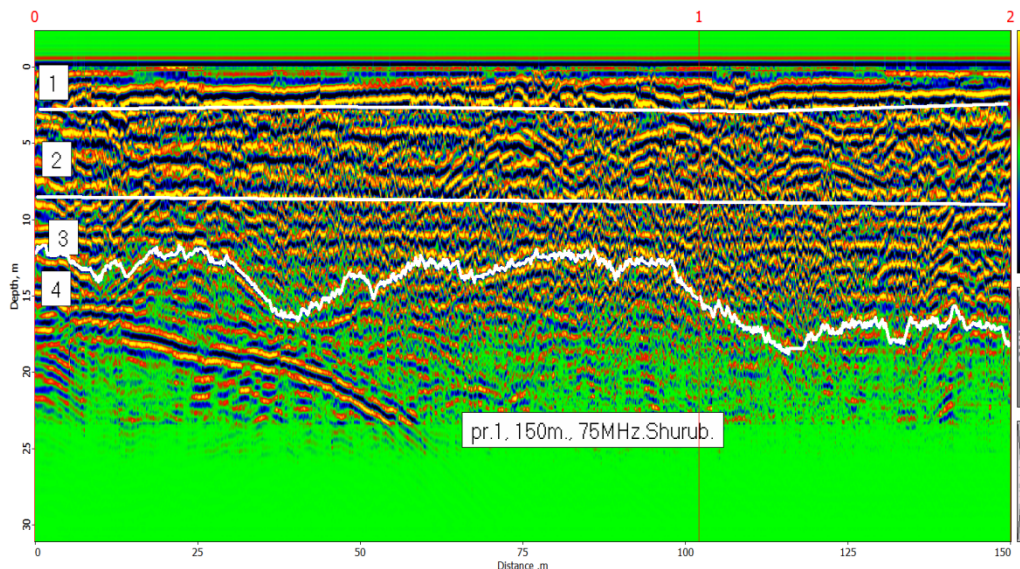
III ფენა გამოირჩევა 150 მმ ცენტრალური სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღების მაღალი შთანთქმის უნარით, რაც მიუთითებს განსხვავებულ გეოფიზიკურ თვისებაზე, კერძოდ, ტენიანობის მაღალ დონეზე, რომელიც აღარ აძლევს დასხივებულ ელექტრომაგნიტურ ტალღებს არეკვლისა და, შესაბამისად, დედამიწის ზედაპირამდე ამოსვლის საშუალებას.

მე-5 ნახ-ზე მოცემულ რადაროგრამაზე გამოყოფა ოთხი გეორადიოლოკაციური ფენა:

I ფენა ხასიათდება 2,5 მ სიმძლავრით და კარგ თანხვედნაშია მე-3 ნახ-ზე წარმოდგენილ 150 მმ-იან რადაროგრამაზე გამოყოფილ I ფენასთან;

II ფენა ხასიათდება სინფაზურობის დერძების მნიშვნელოვანი დეზინტეგრაციით, განსაკუთრებით 10 მ დისტანციამდე, რაც გამოწვეული უნდა იყოს დატენიანების მაღალი დონით და შესაძლო წყლის ნაკადების არსებობით;

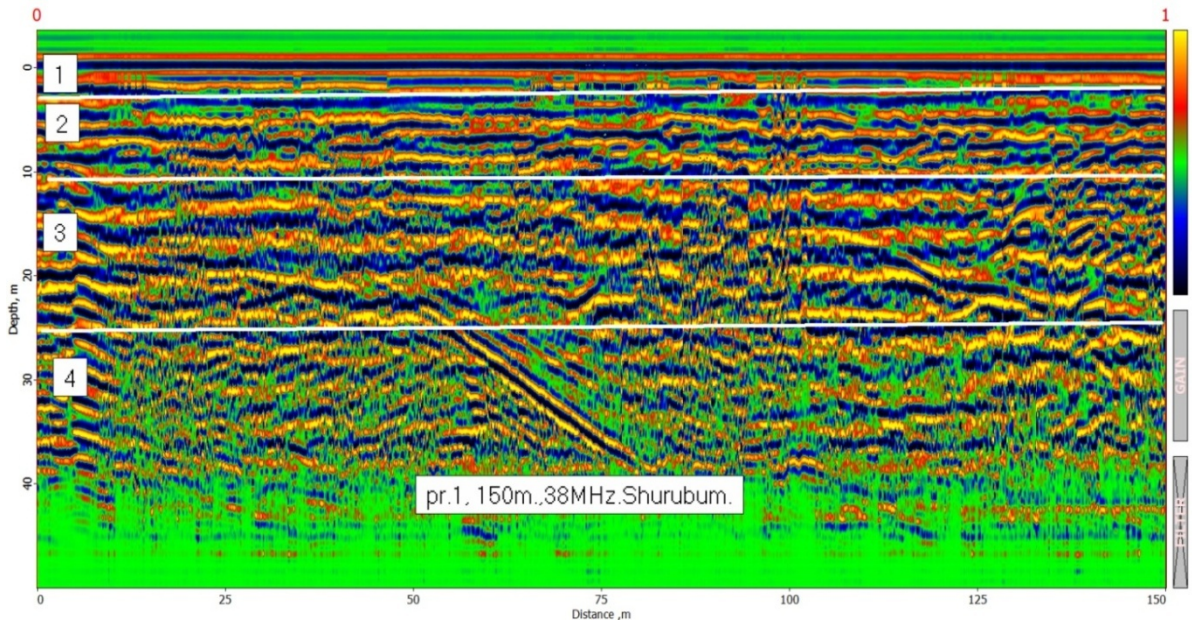
III ფენა ერთგვაროვანია ტექსტურით და მასში ნაკლებადაა გამოხატული წყალშემცველობა. ეს ფენა რთულად ესაზღვრება IV ფენის სახურავს, რომელიც მაღალი შთანთქმის უნარით გამოირჩევა. აქ წარმოდგენილი რადაროგრამის მიხედვით, 25 – 40 მ სიღრმეზე სიხშირის სიმკვრივეულმა ანალიზმა და პილბერტის გარდაქმნის ოპერაციით მიღებულმა შედეგმა დაადასტურა წყლის არსებობა ზედა მიმდებარე უბანზე (ნახ. 5).



ნახ. 5. 75 მმ სიხშირის მიმღებ-გადამცემი ანტენით 150 მ დისტანციასა და 25 მ სიღრმეზე მიღებული გეორადიოლოკაციური ჭრილი (რადაროგრამა)

მე-6 ნახ-ზე მოცემულ რადაროგრამაზე გამოყოფილია ოთხი გეორადიოლოკაციური ფენა: I და II ფენები კარგ თანხვედნაშია 1-ლ ნახ-ზე წარმოდგენილ 150 მმ და 75 მმ-იან რადაროგრამებზე

გამოყოფილ 10 მ სიღრმის ფენებთან. III ფენა ვრცელდება 25 მ-მდე სიღრმეზე და ესაზღვრება მკვეთრად განსხვავებული სინფაზურობის ღერძების ტექსტურის მქონე მასიურ IV ფენას, რომელიც 40 მ-ის ქვემოთ მიმდინარე შთანთქმის პროცესის გამო ტალღას აღარ ირეკლავს.



ნახ. 6. 38 მჰც სიხშირის მიმღებ-გადამცემი ანტენით 150 მ დისტანციასა და 40 მ სიღრმეზე მიღებული გეორადიოლოკაციური ჭრილი

დასკვნა

ამრიგად, 150, 75, 38 მჰც სიხშირეებისათვის მიღებული ერთი და იმავე დისტანციის და, შესაბამისად, სხვადასხვა სიღრმეზე ჩაწვდომადი გეორადარული პროფილები კარგ თანხვედნაშია ერთმანეთთან და ერთიმეორეს მოიცავს სიღრმის მიხედვით.

გეორადიოლოკაციურ ჭრილებში პირველი 10 მ შეესაბამება კარსტის ექსპონირებული ნაწილის ეპიკარსტული ფენის ზედა გამოქარულ ნაწილს, 10 მ-დან 25 მ-მდე ფენა უნდა შეესაბამებოდეს ეპიკარსტის წყალშემცველ ფოროვან ნაწილს, ხოლო 25 მ-ის ქვევით ერთგვაროვანი მხარე შეესაბამება საკუთრივ მასიურ კარსტს.

ვერტიკალური ელექტრული ზონდირებითა და რადიოლოკაციური მეთოდებით შედგენილი ჭრილები ერთმანეთს ავსებს და ცალსახად გამოსახავს რეალურ გეოლოგიურ გარემოს.

ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა მიგარიას მასივზე, კერძოდ, შურუბუმუს მღვიმის გავრცელების მიდამოებში როგორც ადრე დაფიქსირებული, ისე ახლად მოძიებული მღვიმეების გავრცელების არეალი, მოხდა მათი იდენტიფიკაცია, კარტირება და კადასტრირება. მღვიმეებში არსებული სტრუქტურების გამოვლენასთან ერთად ხშირ შემთხვევაში დადგინდა ჩატარებული კვლევების საიმედოობა, ნაპრაღური სტრუქტურებისა და კირქვის ბლოკების მდგრადობა, დაფიქსირდა ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების არსებობა, მათი დინების მიმართულება და სავარაუდო სიჩქარე. შურუბუმუს კირქველ მასივში არსებული ბუნების მიერ შექმნილი ულამაზესი ფორმები – კარსტული მღვიმეები, კანიონები, წყალუხვი ვოკლუზიური წყაროები ტურისტთა დაინტერესების სფეროს წარმოადგენს, კერძოდ, უკანასკნელ პერიოდში მიგარიას მასივის გამოკვლევა ქართველი და უცხოელი სპეციალისტების ინტერესის საგანი გახდა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гамкრелидзе П. Д. Тектоника. Геология СССР. Т. X. ГССР, ч. I, Геол. описание. М.: Недра, 1964, с. 453-491.
2. ზ. ტატაშიძე. საქართველოს მიწისქვეშა კარსტი (გეომორფოლოგიური ნარკვევი), საქართველოს სპელეოლოგიური პრობლემები. თბ.: მეცნიერება, 1985, გვ. 3-25.
3. Кикнадзе Т. З. Геология, гидрогеология и активность известнякого карста. Тб.: Мецниереба, 1979.
4. ნ. ბოლაშვილი, გ. ჯაში, ნ. დლონტი, ა. თარხნიშვილი, კ. წიქარიშვილი, ღ. ასანიძე. მიგარიას კირქვეული მასივის კარსტი და მისი ტურისტული პოტენციალი // ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ახალი სერია, კონფერენციის მასალები, №4(83), 2012, გვ. 27-37.
5. გ. ჯაში, ზ. ლეუავა, ზ. ტატაშიძე და სხვ. ღრუდოს მიწისქვეშა აუზის კარსტულ-ჰიდროგეოლოგიურ და გეოფიზიკურ თავისებურებათა შესწავლისათვის // მ. ნოდიაშვილის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, თბ., 1997, გვ. 5-13.
6. D. Odilavadze, T. Chelidze, G. Tskhvediashvili. Georadiolocation physical modeling for disk-shaped voids // Journal of Georgian Geophysical Society, vol. 18A, 2015, p. 27-40.

RESULTS OF INVESTIGATIONS ON MIGARIA LIMESTONE MASSIF, AT SHURUBUMU CAVE AREAS

G. Jashi, N. Bolashvili, D. Odilavadze, A. Tarkhnishvili, N. Ghlonti, J. Kiria, K. Tzikarishvili

(I. Javakhishvili Tbilisi State University's M. Nodia Institute of Geophysics, I. Javakhishvili Tbilisi State University's Vakhushiti Bagrationi Institute of Geography)

Resume: The investigations by electrometric and radiolocation methods made it possible to reveal the geophysical parameters of the sediments distributed in the limestone massif of Migaria. Here the limestones are extremely fragmented, jointed and certain foci of water absorption are found in them. We determined fast stream areas of the underground filtration flows by the natural electric field method; by radiolocation method and by means of different frequency antennas constructed a georadiolocation section, where the first ten meters correspond to the upper part of the epikarst layer eroded by wind, the interval from 10 m to 25 m – to the aquifer part of the epikarst, and the deeper layers – to the karst itself. We defined, identified, mapped and made cadastre of the karst areas of the Shurubumu Cave.

Key words: cadastre; epikarst; identification; karst; mapping.

ГЕОФИЗИКА

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА МИГАРИЙСКОМ МАССИВЕ В ПЕЩЕРЕ ШУРУБУМУ

**Джаши Г. Г., Болашвили Н. Р., Одиладзе Д. Т., Тархнишвили А. Г., Глonti Н. Я.,
Кириа Дж. К., Цикаришвили К. Д.**

(Институт геофизики им. М. Нодия Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили, Институт географии им. Вахушти Багратиони Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили)

Резюме: На известняковом массиве Мигария проведены исследования электрометрическими и радиолокационными методами и установлены геофизические параметры распространенных на исследуемом объекте осадков. В частности, распространенные на объекте известняки сильно разбиты со множеством трещин, в них также обнаруживаются отдельные водоносные очаги. Методом естественного электрического поля выявлены места интенсивных течений подземных фильтрационных потоков. Радиолокационным методом, с помощью антенн разных частот составлен георадиолокационный разрез, в котором первые десять метров соответствуют верхней выветренной части эпикарстового слоя, от десяти до двадцати пяти – водосодержащей части эпикарста, а глуболежащие слои соответствуют собственно карсту. В окрестности пещеры Шурубуму установлен ареал распространения карстовых участков. Проведены их идентификация, картирование и кадастрирование.

Ключевые слова: идентификация; кадастрирование; карсты; картирование; эпикарсты.

საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული თანამედროვე წარმოშობის ტემნოგენური მასივების კვლევისა და მართვის საკითხები

ზურაბ ვარაზაშვილი, † უჩა ზვიადაძე, მარინა მარდაშოვა, გოჩა ჩახაია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია საკითხები საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული თანამედროვე წარმოშობის ტემნოგენური მასივების გავრცელების, მათი მხრიდან გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედებისა და სამთო საწარმოების განვითარების ზონებში არსებული მძიმე ეკოლოგიური მდგომარეობის შესახებ. მოცემულია ამ პრობლემების შესწავლისა და დარეგულირებისათვის საჭირო პირველი და აუცილებელი ქმედებების განხორციელების გზები, რათა დროულად შეიქმნას საქართველოს ტერიტორიაზე ეკოლოგიური გატუქციანების წყაროების კვლევისა და მართვის მექანიზმი.

საკვანძო სიტყვები: გარემო; გატუქციანება; ეკოლოგიური მდგომარეობა; ტემნოგენური მასივი.

შესავალი

ბოლო დროს მსოფლიოში მიმდინარე სამეცნიერო პროგრესმა უდიდესი ბიძგი მისცა ტემნოლოგიური პოტენციალის წინსვლას, რასაც მოჰყვა სამრეწველო-სატრანსპორტო, სამთო-გადამამუშავებელი, ენერგეტიკული და სხვა სახის საწარმოების მშენებლობა და განვითარება, მაგრამ ყოველივე ეს ნეგატიურ ტემნოგენურ კვალს ტოვებს დედამიწის იერსახეზე, მის ბუნებაზე, საარსებო გარემოზე. უკვე აღიარებულია, რომ ამ მიმართულებით ერთ-ერთი მწვავე პრობლემაა სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო, ანუ მყარი, ნარჩენების დიდი რაოდენობით წარმოქმნა-დაგროვება. ეს პროცესები ზოგიერთი მძლავრი სამრეწველო განვითარების რაიონში ისეთ მასშტაბს აღწევს, რომ ისინი თანამედროვე გეოლოგიურ ფორმაციებად კი გვევლინებიან და თვალსა და ხელს შუა ცვლიან პირვანდელ ბუნებრივ ლანდშაფტს. ეს წარმონაქმნები ძირითადად მყარი ნარჩენების არაკონსოლიდირებული გროვების სახითაა წარმოდგენილი, რომლებშიც ადვილად ვითარდება თანამედროვე გეოდინამიკური და ჰიდროგეოლოგიური პროცესები და მათი გავრცელება და ზეგავლენა გარემო პირობებზე ძალზე ფართო ხასიათს ღებულობს. ზოგჯერ ისინი უარყოფითად ზემოქმედებენ არა მარტო ადამიანთა საარსებო გარემოზე, არამედ მთლიანად ეკოლოგიურ სისტემაზე – ხშირია მსგავსი მასივებიდან მიმდებარე ფართობებზე ისეთი მავნე ნივთიერებების გავრცელება, როგორიცაა მძიმე ლითონები, ციანიდები, ნიტრატები, პესტიციდები, ნავთობპროდუქტები, DDT და სხვ., რაც იწვევს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების, სასმელი წყლის და სხვა სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ობიექტების გატუქციანებას.

ძირითადი ნაწილი

ეკოლოგიური პრობლემები არც საქართველოსთვისაა უცხო; მით უმეტეს, რომ ჩვენს ქვეყანას თანამედროვე ტემნოგენური წარმონაქმნების კვლევის, აღნუსხვისა და მართვა-რეგულაციის გამოცდილება თითქმის არ აქვს. არადა მისი ზოგიერთი საკმაოდ მნიშვნელოვანი რაიონი უკვე საჭიროებს მსგავსი საკითხების მოგვარებას. მაგალითისთვის შეიძლება დავასახელოთ მადნეულის სამთო გამამდიდრებელი კომბინატი, მისი კუდსაცავები და სანაყაროები, ჭიათურის სამთო კომბინატის გამონატანი გროვები, ურავის დარიშხანის საბადო, სხვადასხვა სამთო ნედლეულის მომპოვებელი კარიერები, საერთაშორისო ენერგო- და სატრანსპორტო დერეფნები და

სხვ. დღეისათვის სათანადო დონეზე არაა შესწავლილი ამ მასივების გავრცელების ზუსტი არეალი, იქ მიმდინარე პროცესები, მათი სენსიტიურობის ხასიათი, ხარისხი და, რაც მთავარია, მათგან გამოწვეული საფრთხეები, რომლებიც ხშირად კერძო საინფორმაციო საშუალებების მიერ გავრცელებული არაოფიციალური მონაცემების მიხედვით, ძალზე საგანგაშოა; იგულისხმება, მაგალითად, მდ. მაშავერაში მძიმე ლითონების შემცველობის სწრაფი ზრდა, რომლის წყაროც მადნეულის სამთო კომბინატის სამრეწველო ნარჩენებია (ძირითადად ფუჭი ქანების სანაყაროები და კუდსაცავები); ურავის დარიშხანის საბადოების და ჭიათურა-ზესტაფონის მანგანუმის საწარმოო კომპლექსთან არსებული საუკუნოვანი პრობლემები; ღია კარიერებთან დაკავშირებით წამოჭრილი საკითხები (მათ შორის მიტოვებული საწარმოები); მსხვილი ჰიდროტექნიკური კვანძების მშენებლობის არეალში წარმოქმნილი ნაყარი გრუნტები და მრავალი სხვა.

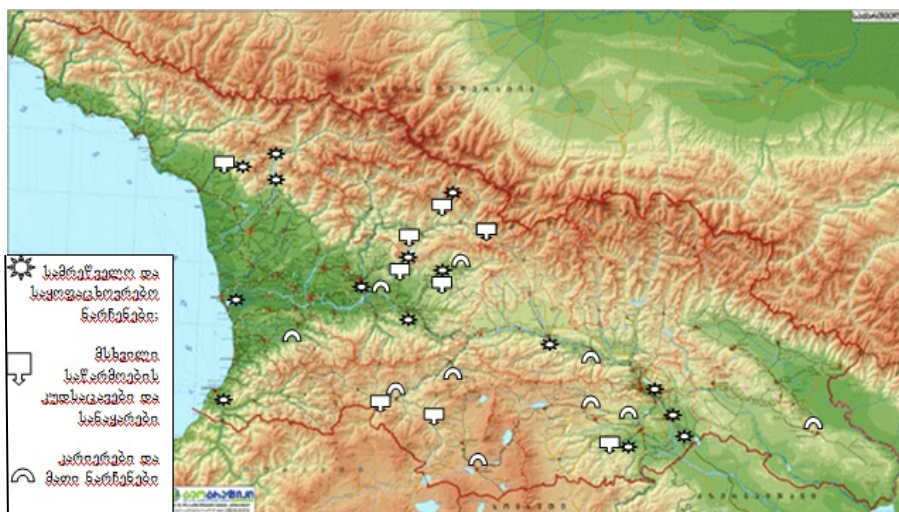
სტატიაში აღნიშნული პრობლემების კვლევა და მათი დარეგულირება ძალზე მნიშვნელოვანია, რადგან ისინი არა მარტო ერთი ქვეყნის ან თუნდაც ერთი რეგიონის პრობლემაა, არამედ ბევრად უფრო გლობალური ხასიათისაა და ხშირად საერთაშორისო მნიშვნელობასაც იძენს. რაც შეეხება ისეთ განვითარებად ქვეყანას, როგორიც საქართველოა, მსგავს პრობლემებთან ბრძოლა ერთ-ერთ წინა პლანზე უნდა იყოს წამოწეული, რადგან იგი დაკავშირებულია ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკურ წინსვლასთან და მის ჯანმრთელ მომავალთან.

ტექნოგენური მასივების კვლევა, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიაზე ლოკალურ და პერიოდულ ხასიათს ატარებს. ისინი ძირითადად სხვა კონკრეტული პროექტების შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენენ და მათი განხილვა სხვა კუთხით ხდება (კარიერების დამუშავების ლიცენზირება, საკომუნიკაციო ნაგებობების მშენებლობა, სამშენებლო მოედნების მომზადება და სხვ.), რაც, ნამდვილად, არასაკმარისია.

ჩვენი აზრით, შექმნილი სიტუაციიდან გამოსავალი ისაა, რომ უნდა ჩატარდეს საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე არსებული ტექნოგენური წარმოშობის თანამედროვე გეოლოგიური ფორმაციების აღნუსხვა – მათი ზუსტი ადგილმდებარეობის განსაზღვრა შესაბამის რუკებზე (კონტურების დატანა), ლანდშაფტურ-გეოლოგიური (გეოდინამიკური) პირობების შესწავლა, გაჭუჭყიანების ხარისხის დადგენა, გარემოზე ზემოქმედების შეფასება, კადასტრირება, მონაცემთა ერთიანი ბაზის შექმნა პრევენციული და სხვა საინჟინრო-სარემედიაციო ღონისძიებების გასატარებლად და, რაც მთავარია, აღნიშნული ტერიტორიების მონიტორინგი.

ამ კუთხით ჩვენ მიერ ძალზე მოკრძალებული პირველი ნაბიჯები გადაიდგა, რათა საფუძველი ჩაეყაროს ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიაზე უკვე არსებულ და მომავალში შესაძლო სამრეწველო წარმოშობის ნარჩენების მართვისა და მათი მხრიდან გარემოზე ზემოქმედების შეფასების მექანიზმს:

1. მოპოვებულ მასალებზე დაყრდნობით, გამოყოფილ იქნა საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ტექნოგენური წარმოშობის უმსხვილესი თანამედროვე ანთროპოგენური ფორმაციების განლაგების არეალი და გაჭუჭყიანების მაღალი რისკის ქვეშ მყოფი რეგიონები (ნახ. 1).



ნახ. 1. საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული მსხვილი ტექნოგენური მასივების განლაგების სქემა

2. აღნიშნული მასალების საფუძველზე გამოვლენილ იქნა საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული სამი უმსხვილესი ტექნოგენური წარმოშობის უბანი, რომლებიც გარემოს გატუქვიანების მძლავრ კერებს წარმოადგენს. ესენია მადნეულის სამთო გამამდიდრებელი კომბინატი (მისი კუდსაცავები და სანაყაროები); ჭიათურის სამთო კომბინატის გამონატანი გროვები და ურავის დარიშხანის საბადოს გადამუშავების ნარჩენები.

ჯერ კიდევ აუთვისებელი მარაგის მიხედვით, ლუხუნის საბადო მიეკუთვნება საშუალო ჯგუფის საბადოებს, ხოლო აურიპიგმენტის და რეალგარის ხარისხის მიხედვით, მსოფლიოში ერთ-ერთი წამყვანი ადგილი უჭირავს. მისი დამუშავება შეწყვეტილია 1985 წლიდან, თუმცა ძველი წარმოების ნარჩენები მდ. ლუხუნისწყალში ხვდება მიტოვებული საბადოდან გამომავალი წყლების საშუალებით და მოსაზღვრე ტერიტორიების ნიადაგებისა და წყლების მნიშვნელოვან გატუქვიანებას იწვევს [5]. პრობლემას ამწვავებს ის ფაქტი, რომ მდ. ლუხუნისწყალი წარმოადგენს დასავლეთ საქართველოს ძირითადი საწყლო არტერიის – მდ. რიონის მარჯვენა შენაკადს. საბადოს დამუშავების პროცესში წარმოქმნილი ნარჩენები დღესაც ინახება ძველ, ამორტიზებულ შენობებში, რის გამოც დარიშხანით გარემოს პერმანენტული გატუქვიანება ხდება. გარდა დარიშხანისა, ლუხუნის საბადოს ტერიტორიაზე გავრცელებულ გრუნტებში და ჩამდინარ წყლებში ხვდება გამაღნების თანმდევი ლითონები: სპილენძი, ქრომი, სტრონციუმი, ნიკელი და სხვ., რაც კიდევ უფრო ამძიმებს ეკოგეოქიმიურ მდგომარეობას [2–5].

ცხრილი 1

დარიშხანის შემცველობა ლუხუნისწყალსა და რიონში

მდინარე	ნიმუშის აღების ადგილი	ფაქტობრივი კონცენტრაცია, მგ/ლ	ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ)	გატუქვიანების ინდექსი
ლუხუნისწყალი	სათავეები	0.6	0.05	12
ლუხუნისწყალი	კოპი	13.3		266
ლუხუნისწყალი	გამოსაწვაი საამქრო	30.8		616
ლუხუნისწყალი	სოფ. ურავი	25.4		508
ლუხუნისწყალი	სოფ. ურავის ქვემოთ	56.4		1128
ლუხუნისწყალი	მდინარის შესართავი	32.6		652
რიონი	მდ. ლუხუნისწყალთან შესართავამდე	1.8		36
რიონი	მდ. ლუხუნისწყალთან შესართავის ქვემოთ	8.8		176
რიონი	სოფ. ჟონეთი	5.8		116

გატუქვიანების მიხედვით, განსაკუთრებით მძიმე სურათია დაბა მადნეულის მიდამოებში (ბოლნისის რაიონი). ამ რეგიონის ეკოლოგიური მონიტორინგი არ ჩატარებულა, თუმცა ცალკეული უბნების ეპიზოდური გამოკვლევების მიხედვით, ჩამდინარი წყლები გატუქვიანებულია სპილენძით, თუთიით, კადმიუმით, ნიკელით, კობალტით, მანგანუმით და მათი შემცველობის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზდკ) 4-, 5- და 10-ჯერ აღემატება ნორმით გათვალისწინებულს (ნახ. 2 და ცხრილი 2) [2, 3].



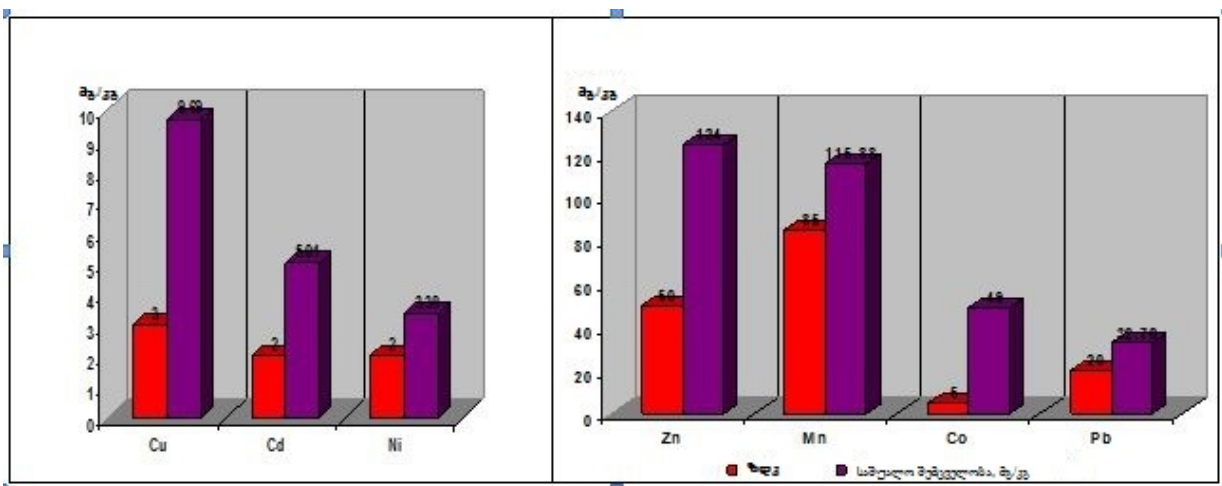
ნახ. 2. სპილენძის შემცველი მდინარის წყალი (მადნეულის რეგიონი)

ცხრილი 2

ლითონების გადაჭარბებული შემცველობა მდ. მაშავერას მარჯვენა შენაკად კაზრეთულაში

ელემენტები	ზღკ, მგ/ლ	ლითონის შემცველობა მდინარის წყალში, მგ/ლ	გაჭუჭყიანების ინდექსი, მგ/ლ
სპილენძი	1.0	1680.0	1680.0
თუთია	1.0	372.0	372.0
ტყვია	0.03	0.5	16.7
რკინა	0.3	1152.0	3840.0
მანგანუმი	0.1	101.0	1010.0
კობალტი	0.1	3.36	33.6
ნიკელი	0.1	0.14	1.4

გარდა ზემოხსენებულისა, მადნეულის სამთამადნო რეგიონში ნიადაგ-გრუნტების ეკოლოგიური მდგომარეობაც გაუარესებულია, რაც გამოწვეულია მათში დიდი რაოდენობით ტოქსიკური ლითონების მოხვედრით [3]. მიწის სავარგულებში ლითონების შემცველობის პერიოდული გაზომვების შედეგად დადგინდა, რომ სპილენძის, თუთიის, კადმიუმის, მანგანუმის, ნიკელისა და კობალტის რაოდენობა უმეტეს შემთხვევაში ბევრად აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ნახ. 3).



ნახ. 3. მადნეულის სამთამადნო რეგიონის ნიადაგ-გრუნტებში ტოქსიკური ლითონების შემცველობა



ნახ. 4. მადნეულის სამთო კომბინატის ტერიტორიაზე არსებული სამრეწველო ნარჩენების ერთ-ერთი კუდსაცავი

რაც შეეხება ჭიათურის მადაროს, მისი არსებობა 150 წელზე მეტს ითვლის. სხვადასხვა დროს ეს საბადო მუშავდებოდა სხვადასხვა ორგანიზაციის მიერ და, გადაუჭარბებლად შეიძლება ითქვას, რომ არასდროს ხდებოდა გარემოს დაცვის მოთხოვნებისა და ნორმების დაცვა, ამიტომაც ჭიათურის და მისი მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიურმა გაჭუჭყიანებამ კრიტიკულ ზღვარს გადააჭარბა (ცხრილი 3).

ცხრილი 3

ჭიათურის მანგანუმის საწარმოების ნარჩენებში სხვადასხვა ელემენტის შემცველობა

ელემენტები	ზღვ. მგ/კგ	ფაქტობრივი კონცენტრაცია, მგ/კგ		გაჭუჭყიანების ინდექსი, მგ/კგ	
		წვრილმარცვლოვანი ფუჭი ქანის კუდსაცავი	მსხვილმარცვლოვანი ფუჭი ქანის კუდსაცავი	წვრილმარცვლოვანი ფუჭი ქანის კუდსაცავი	მსხვილმარცვლოვანი ფუჭი ქანის კუდსაცავი
დარიშხანი (As)	2.0	59.5	53.1	29.75	26.55
ვერცხლის-წყალი (Hg)	2.1	0.263	0.28	0.13	0.13
ნიკელი (Ni)	4.0	671.0	612.0	167.75	153.00
ტყვია (Pb)	32.0	7.0	12.0	0.22	0.38
კობალტი (Co)	5.0	54.2	52.3	10.84	10.46
თუთია (Zn)	23.0	163.0	220.0	7.09	9.57

ჭიათურის რაიონის მთავარი საწყლო არტერია – მდ. ყვირილა (მდ. რიონის მარჯვენა შენაკადი) ათწლეულებია, რაც გამამდიდრებელი კომბინატის ნარჩენებით გაჭუჭყიანების გამო შავადაა შეფერილი. საბადოს ნარჩენები მდინარეს გადააქვს საკმაოდ შორს და მოსახლეობა იძულებულია ისარგებლოს ფილტრებით, რათა შემდგომ წყალი გამოიყენოს სასმელად ან სარწყავად. გარდა ამისა, სამთამადნო წარმოების კუდები და სანაყაროები ხელს უწყობს საკმაოდ დიდ ტერიტორიაზე მიკროელემენტებით მდიდარი მტვრის წარმოქმნას, რაც იწვევს ატმოსფეროს, წყლისა და ნიადაგების მნიშვნელოვან გაჭუჭყიანებას [4].

3. გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა, შემუშავებულ იქნა საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული თანამედროვე წარმოშობის ტექნოგენური ერთეულების გამოყოფისა და აღნუსხვის საკადასტრო ფორმის სამუშაო ვარიანტი (ცხრილი 4) [1]. კადასტრის შექმნის ძირითადი მიზანია ამა თუ იმ ტექნოგენური წარმოშობის ერთეულისათვის ეკოლოგიური მარკერის მინიჭება, რომელიც კადასტრში მოყვანილი გარემოზე ზემოქმედი ფაქტორების მანევრებლების მიხედვით, მისი სენსიტიურობის ხარისხის ამსახველი იქნება. აქ მრავალ სხვადასხვა ფაქტორთან ერთად გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების ერთ-ერთი მთავარი მიმანიშნებელია გატუჟყიანების ინდექსი. მისი განსაზღვრა ხდება იმ მუდმივმოქმედი სამონიტორინგო პოსტების მონაცემებით, რომლებიც უნდა ფუნქციონირებდეს უშუალოდ ტექნოგენური მასივის ტერიტორიაზე ან დაბინძურებული წყალსადენის პიდროლოგიურ ქსელში. მაგალითისთვის შეიძლება ვიხელმძღვანელოთ შემდეგი ფორმულით: $\Sigma(C_1 \div C_6) / C_{\text{ზფ}} / 6$, სადაც $C_1 \div C_6$ სამონიტორინგო პოსტებიდან მიღებული მონაცემების ჯამური მანევრებელია (აუცილებელი პოსტების რაოდენობაა 6), $C_{\text{ზფ}}$ – ელემენტის ან ნაერთის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია.

ცხრილი 4

ეკოლოგიური მარკერის საკადასტრო ფორმა (სამუშაო ვარიანტი)

№	ტექნოგენური მასივის კადასტრის № და შედგენის თარიღი
1.	ანთროპოგენური მასივის ადგილმდებარეობა და კოორდინატები:
2.	მასივის გენეზისი
3.	ზომები: სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე, მოცულობა
4.	ზოგადი აღწერა (დანდშაფტი)
5.	აგებულება (გრუნტის ტიპი)
6.	პიდროგრაფიული პირობები
7.	პიდროგეოლოგიური პირობები
8.	მასივში მიმდინარე თანამედროვე გეოლოგიური პროცესები
9.	ანთროპოგენური მასივის ამგები გრუნტებისა და მასთან დაკავშირებული წყლების ქიმიური შედგენილობა (გატუჟყიანების ინდექსი)
10.	ანთროპოგენური მასივის სენსიტიურობა და მისგან მომდინარე საფრთხე
11.	რეკომენდაციები პრევენციული და საინჟინრო ღონისძიებების გასატარებლად

კადასტრის შექმნა და ეკოლოგიური მარკერის განსაზღვრა რთული და ხანგრძლივი პროცესია. მის შექმნასა და დახვეწაში ჩართული უნდა იყოს ყველა იმ დარგის წარმომადგენელი, რომელსაც ხელეწიფება ამ საკითხში წვლილის შეტანა, ამიტომ ამ საქმით დაინტერესებულ ყველა პირსა თუ ორგანიზაციას ვთხოვთ მოგვაწოდონ თავიანთი წინადადებები და შენიშვნები.

სტატიაში განხილული პრობლემების გადაჭრისთვის საჭირო ღონისძიებების განხორციელება შესაძლებელია ერთიანი საინფორმაციო სისტემის შექმნის საშუალებით, რომელიც სახელმწიფო მოთხოვნისა და მართვის დონეზე უნდა იყოს უზრუნველყოფილი და, ალბათ, ეს ფუნქცია ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს შესაბამისმა ერთეულმა უნდა ითავოს. ამ საკითხის მოგვარებაში დიდი როლი შეიძლება შეასრულოს საგრანტო პროექტების მოზიდვამაც.

მონაცემთა ბაზის შექმნის, მისი გაფართოებისა და სრულყოფილად ამუშავების შედეგად ცნობილი გახდება საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული თანამედროვე წარმოშობის ტექნოგენური მასივების გავრცელების არეალი, მათი საზღვრები (ზომები), შესწავლილი იქნება მათი შედგენილობა და ამ მასივებში მიმდინარე თანამედროვე გეოლოგიური და პიდროგეოლოგიური პროცესები, დადგინდება მათი მხრიდან გარემოზე ზემოქმედების ხარისხი და საფრთხეები, შემუშავდება რეკომენდაციები ამ საფრთხეების საწინააღმდეგო პრევენციული და საინჟინრო ღონისძიებების გასატარებლად. მიღებული სამეცნიერო კვლევების შედეგები მნიშვნელოვანია იმდენად, რამდენადაც მან საფუძველი უნდა ჩაუყაროს ტექნოგენური წარმოშობის მასივების მხრიდან გარემოზე მავნე ზემოქმედების შეფასებას და ამ საფრთხეების მართვის მექანიზმების შემუშავებას. ამ მიმართულებით გათვალისწინებული კვლევების შედეგებს დიდი მნიშვნელობა

ენიჭება იმ კუთხითაც, რომ მიღებული ცოდნა და გამოცდილება მომავალში შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს კომერციული თვალსაზრისითაც, რომლის შედეგებით დაინტერესდებიან თანამედროვე სამრეწველო კომპლექსების მშენებლობასა და ექსპლუატაციაში დასაქმებული ადამიანები, განსაკუთრებით სამთომშობველი წარმოებაში, რათა სწორად დაიგეგმოს მყარი ნარჩენების დასაწყობებისა და უტილიზაციის პრობლემები, რაც შეამცირებს დანახარჯებს ამ მიმართულებით. გარდა ამისა, პროექტით გათვალისწინებული კვლევების შედეგები ძალზე საყურადღებოა როგორც გარემოს დაცვის, ისე ჯანდაცვის სფეროში მოქმედი ორგანიზაციებისათვის.

დასკვნა

ამრიგად, ჩატარებული გამოკვლევები საშუალებას მოგვცემს გამოვლენილი ანთროპოგენური ტექნოგენური მასივები განვათავსოთ ერთიან გეოსაინფორმაციო სისტემაში, შევისწავლოთ იქ მიმდინარე გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პროცესები, დავადგინოთ მათი სენსიტიურობის ხასიათი, ხარისხი და მოვასხდინოთ მათი ტიპიზაცია, შევქმნათ კლასიფიკაციის მოდელი. გარდა ამისა, უნდა შედგეს საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული თანამედროვე წარმოშობის ანთროპოგენური მასივების განლაგების რუკის ელექტრონული ვარიანტი, სადაც ადგილმდებარეობასთან ერთად დამატებითი ინფორმაციის სახით მოცემული იქნება მათი შესაბამისი კადასტრი და არსებული მდგომარეობის ამსახველი ფოტომასალა. შეკრებილი მასალის საფუძველზე შეიქმნება ერთნაირი უბნების ერთიანი საკოორდინაციო სისტემა. აღნიშნული სისტემა საფუძველად დაედება მსგავსი მასივების აღნუსხვისა და მყარი ნარჩენების მართვის მუდმივად განახლებად საინფორმაციო საშუალებას, რომელიც მომავალში მომატებული სენსიტიურობის უბნებზე უწყვეტად მიმდინარე მონიტორინგის საშუალებით უნდა განხორციელდეს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ზ. ვარაზაშვილი, გ. ჩახაია და სხვ. თანამედროვე ტექნოგენური პროცესების ზეგავლენა ეკოსისტემაზე „ტრასეკას“ მშენებლობის ზონაში და მათი რეგულირება//საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №66, 2011, გვ. 46-52.
2. უ. ზვიადაძე და სხვ. კაზრეთის რეგიონის ჰიდროგრაფიულ ქსელში მძიმე ტოქსიკური ლითონების განაწილების საკითხისათვის//მეცნიერება და ტექნიკა, №1-3, თბ., 2000, გვ. 78-81.
3. U. Zviadadze, D. Kalandadze. Investigation of the Influence of the Open Mining Development on Ecogeochemical Condition of the Environment from the Point of View of Accumulation of Toxic Metals in Soil and Natural Waters. International Association of Engineering Geology, GREEK International Group of IAEG, Athens, Greece, June, 1997.
4. ბ. კალანდაძე, ქ. ბრეგვაძე. ჭიათურის სამთო წარმოების გავლენა მდ. ყვირილას ეკოსისტემაზე. სამაგისტრო ნაშრომი, თსუ., 2013.
5. საქართველოს გეოლოგიური ფონდების მასალები.

ENVIRONMENTAL PROTECTION

THE RESEARCH AND MANAGE ISSUES OF MODERN ORIGIN TECHNOGENIC ARRAYS EXISTING ON THE TERRITORY OF GEORGIA

Z. Varazashvili, [†]U. Zviadadze, M. Mardashova, G. Chakhaia

(Georgian Technical University)

Resume: The article considers the issue about spreading of newly developed technogenic arrays on the Georgian territory and it's negative effect on the surrounding environment. The heavy ecologic conditions in the development areas of mining enterprises are stated in the paper as well. In conclusion the article provides solution to the upper mentioned problem, as it describes the activities, which are important to create the plan to study and manage the cause of pollution of Georgian environment.

Key words: ecological conditions; soiling; surrounding environment; technogenic array.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ МАССИВАМИ СОВРЕМЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ

Варазашвили З. Н., [†]Звиададзе У. И., Мардашова М. А., Чахая Г. Г.

(Грузинский технический университет)

Резюме: Рассмотрен вопрос распространения техногенных массивов современного происхождения на территории Грузии и их негативного воздействия на окружающую среду. Также рассматривается существующая тяжёлая экологическая обстановка в зонах развития горной промышленности. Предложены пути осуществления первых необходимых действий для изучения и урегулирования данной проблемы, чтобы своевременно создать механизм управления очагами экологического загрязнения на территории Грузии.

Ключевые слова: загрязнение; окружающая среда; техногенный массив; экологическая обстановка.

მდ. გლდანისხევის ხეობაში არსებული მეწეპრესაში ფერდობის მდგრადობის შეფასება

ნუგზარ კვაშილავა, გოგა ჩახაია, ზურაბ ვარაზაშვილი, ლევან წულუკიძე, ირინა ხუბულავა, თამარ სუპატაშვილი, ლია მაისაია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: განხილულია მდ. გლდანისხევის მარჯვენა სანაპიროს მიმდებარე მეწეპრესაში ფერდობის მდგრადობა; გაანგარიშებულია ფერდობის z სისქის როგორც „მშრალი“, ასევე წყლით გაჯერებული ნიადაგ-გრუნტის ფენის კრიტიკული სიდიდეები, რომლის გადაჭარბება იწვევს ფერდობის დაძვრას.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ წყლით გაჯერება ფერდობის კრიტიკულ კუთხეს ამცირებს დაახლოებით $7 \div 38^\circ$ -ით, ირღვევა ფერდობის წონასწორობა.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, საკვლევი ფერდობი წარმოადგენს ზღვრულ მდგომარეობაში მყოფ ფერდობს და ინტენსიური ნალექების შემთხვევაში დიდია ფერდობის დაძვრის ალბათობა და, შესაბამისად, კატასტროფული შედეგებიც (მოსახლეობის ეკოლოგიური უსაფრთხოების დარღვევა, საავტომობილო გზის ჩახერგვა და მდინარის კალაპოტის გადაკეცვა).

საკვანძო სიტყვები: ეკოლოგიური უსაფრთხოება; კრიტიკული სიდიდე; „მშრალი გრუნტი“; ფერდობის წონასწორობის დარღვევა; წყლით გაჯერებული ნიადაგ-გრუნტი.

შესავალი

ბოლო პერიოდში ქ. თბილისის ირგვლივ მდებარე მცირე მდინარეთა წყალშემკრებ აუზებში, სადაც 50-ზე მეტი ღვარცოფული ხევი, 60-მდე მცირე მდინარე და 60-ზე მეტი მეწეპრესაა, არსებული ეკოლოგიური მდგომარეობა კატასტროფულ ხასიათს ატარებს, რადგან გააქტიურდა ეროზიული პროცესები, მეწეპრესა და ღვარცოფული მოვლენები, რაც საფრთხეს უქმნის თბილისის მოსახლეობას და ქალაქის ინფრასტრუქტურას [1].

ეკოლოგიური თვალსაზრისით, ამ მცირე მდინარეთაგან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია მდ. გლდანისხევი, რომლის წყალშემკრები აუზი იქ არსებული ლანდშაფტურ-კლიმატური, სტრუქტურულ-ტექტონიკური პირობები და რელიეფის დიდი კონტრასტულობა ბუნებრივი კატასტროფების მაღალი რისკის შემცველია.

ძირითადი ნაწილი

მდ. გლდანისხევის აუზი მოიცავს გლდანის დასახლების ზედა ნაწილს, სოფ. გლდანს, გლდანულას დასახლებას და მიმდებარე აგარაკებს, გლდანის მე-8 საპყრობილისა და მის ახლომდებარე ტერიტორიას, დიდი ტბებისა (გლდანის ტბა, თეთრი ტბა) და პატარა ტბის შემოგარენს, მდ. გლდანისხევის ხეობის მოკლე მონაკვეთს გლდანულას ხიდთან და მისი მარჯვენა შენაკადის ღვარცოფული ხევის ქვემო წელს, ნასერალის ქედს, გლდანის ძველი ნაგავსაყრელის ტერიტორიას, მდ. ხევძმარის ხეობასა და ახალი რკინიგზის ხაზის მონაკვეთს, ასევე გლდანი-ნორიოს მონაკვეთის შემოვლითი გზის გარკვეულ ნაწილს [2].

გეოლოგიურად მდ. გლდანისხევი მრავალფეროვნებით არ გამოირჩევა. მისი მცირე ნაწილი აგებულია მეოთხეული ნაფენებით, ალუვიონით, ღორღით, რიყნარით, რომლებიც მდ. გლდანისხევის ხეობაში საკმაოდ ვიწრო ზოლად ვრცელდება. ტერიტორიის უდიდესი ნაწილი აგებულია ზედა პალეოგენური და ქვედა ნეოგენური თიხებით, თიხოვანი ფიქლებით, იშვიათად ქვიშაქვებით, ზოგან კონგლომერატებით. უკიდურეს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში გეოლოგიური სუბსტრატი წარმოდგენილია შუა ნეოგენური მასიური და წყალგაუმტარი თიხებით, თიხოვანი ფიქლებით, რომლებსაც მთელ რიგ შემთხვევაში მაღალი სიმყიფე და ადვილად შლადობა ახასიათებს. აღნიშნული მდგომარეობა განაპირობებს გეომორფოლოგიური და გეოდინამიკური პროცესების ინტენსიურობას; კერძოდ, მეწყერსაშიში ქანების წყლით გაჯერება იწვევს ნიადაგისა და დედაქანის მოწყვეტას და დაძვრას [2], რასაც შესაძლებელია მოჰყვეს კატასტროფული შედეგები.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, გეოლოგიური საფრთხის პროგნოზირებისათვის საჭიროა შეფასდეს მდ. გლდანისხევის წყალშემკრები აუზის დაძაბული მდგომარეობა – არსებული მთის ფერდობების მდგრადობა (ნახ. 1 და ნახ. 2).



ნახ. 1. მდ. გლდანისხევის მარჯვენა სანაპიროს მიმდებარე დამეწყრილი ფერდობი



ნახ. 2. მდ. გლდანისხევის მარჯვენა სანაპიროს მიმდებარე დამეწყრილი ფერდობი

მდ. გლდანისხევში მეწყრული ფერდობის მდგრადობის შესწავლის მიზნით ჩვენ მიერ განხორციელდა საველე-სარეკოგნოსტიკური კვლევები. ვიზუალური თვალსაზრისით შერჩეულ იქნა დაბალ მდგომარეობაში მყოფი მდ. გლდანისხევის მარჯვენა სანაპიროზე არსებული ფერდობი და განხორციელდა შემდეგი სამუშაოები:

ფერდობიდან აღებულ იქნა ნიადაგ-გრუნტის ნიმუშები (ნახ. 3) და ლაბორატორიულ პირობებში განისაზღვრა შემდეგი მახასიათებლები: შიგა ხახუნის კუთხე $\varphi = 13^\circ$, შეჭიდულობა $c = 1,3$ ტ/მ², ფორიანობა $n = 0,5$, მინერალის სიმკვრივე $\rho_a = 2,67$ ტ/მ³, სითხის სიმკვრივე $\rho_b = 1$ ტ/მ³.



ნახ. 3. დამეწყრულ ფერდობზე ნიადაგ-გრუნტის ნიმუშის აღების პროცესი

ზემოაღნიშნული მონაცემები გამოყენებულ იქნა საკვლევ ფერდობზე გრუნტის ფენის კრიტიკული (როცა იწყება მოძრაობა) სიღრმის დასადგენად „მშრალი“ გრუნტის შემთხვევაში [3, 4]. გაანგარიშება განხორციელდა შემდეგი სახით:

$$\frac{1}{z} \leq \frac{c}{\rho g z} = \sin \alpha - \operatorname{tg} \varphi \cos \alpha ,$$

სადაც $\bar{z} = \frac{\rho g z}{c}$ არის გრუნტის ფენის ფარდობითი სისქე, რომლის გაზრდა იწვევს ფერდობის დაძვრას; α – ფერდობის დახრილობის კუთხე. წყლით გაჯერებული ფერდობის შემთხვევაში გვაქვს:

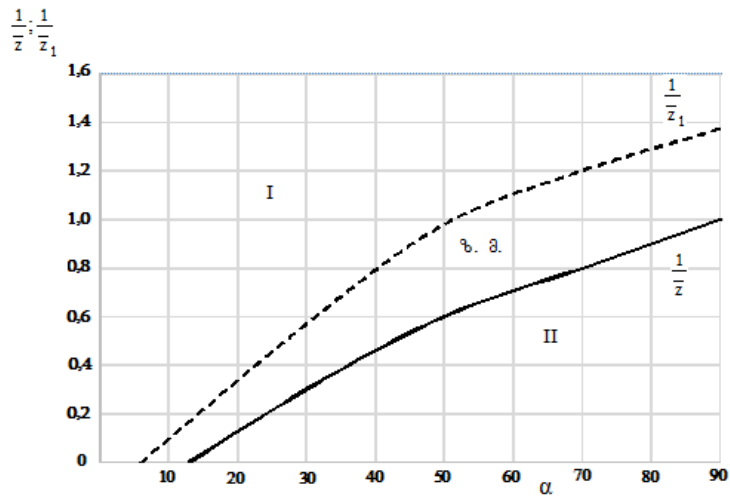
$$\frac{1}{z_1} \leq \frac{c}{\rho g z_1} = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_a}\right) \cdot (\sin \alpha - \operatorname{tg} \alpha \cos \alpha) + \frac{\rho_b}{\rho_a} \cdot \sin \alpha \cdot \frac{1}{1-n} .$$

ჩვენი მონაცემების გათვალისწინებით მივიღებთ შემდეგ დამოკიდებულებებს:

$$\frac{1}{z_1} = \sin \alpha - 0,23 \cos \alpha ,$$

$$\frac{1}{z_1} = 1,37 \sin \alpha - 0,144 \cos \alpha .$$

ზემოაღნიშნულ დამოკიდებულებებში ფერდობის კრიტიკულ ფარდობით სიღრმეებსა და ქანობს შორის დამოკიდებულება წარმოდგენილია მე-4 ნახ-ზე მოცემული გრაფიკის სახით. გრაფიკზე I არე შეესაბამება ფერდობის მდგრად მდგომარეობას, ხ. მ. – ზღვრულ მდგომარეობას, ხოლო II – ზღვარს მიღმა არეს, როდესაც ხდება ფერდობის დაძვრა.



ნახ. 4. ფერდობის კრიტიკულ ფარდობით სიღრმეებსა და ქანობს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი

„მშრალი“ გრუნტისათვის მივიღოთ $\rho = 1.3 \text{ ტ/მ}^3$, მაშინ $\alpha = 30^\circ$ -ის შემთხვევაში

$$\frac{c}{\rho g z} \leq 0,3,$$

საიდანაც $z \geq 3, (3) \text{ მ}$ და დაიწყება მოძრაობა. როცა $\alpha = 40^\circ$ -ს, $z \geq 2.12 \text{ მ}$ -ის, ხოლო, თუ $\alpha = 50^\circ$ -ს, $z \geq 1.66 \text{ მ}$ -ის.

წყლით გაჯერებული გრუნტის მოძრაობა დაიწყება 30° -ის შემთხვევაში

$$\frac{C}{\rho_{\text{მ}} \cdot (1-n) \cdot g \cdot z_1} \leq 0,56,$$

საიდანაც $z_1 \geq 1.76 \text{ მ}$ -ის, 40° -ის დროს $z_1 \geq 1.20 \text{ მ}$ -ის, ხოლო 50° -ის შემთხვევაში $z_1 \geq 1.00 \text{ მ}$ -ის.

ზემოაღნიშნული გაანგარიშებიდან ჩანს, რომ წყლით გაჯერების შემთხვევაში მოძრაობაში მოდის დამეწყრილი ფერდობის თითქმის ნახევარი სისქის შემადგენელი ნიადაგ-გრუნტი, რაც გაცილებით მეტია, ვიდრე „მშრალი“ გრუნტის შემთხვევაში.

გრაფიკის მიხედვით, წყლით გაჯერება ფერდობის დახრის კრიტიკულ კუთხეს ამცირებს (როცა იწყება მოძრაობა) დაახლოებით $7 \div 38^\circ$ -ით.

დასკვნა

აღნიშნულიდან გამომდინარე, საკვლევი ფერდობი აშკარად მეწყერსაშიშია, რადგან საშუალოდ 40° -იანი კუთხის ქანობის შემთხვევაში საკმარისია 1.20 მ სიღრმის გრუნტის მასა იმისათვის, რომ წყლით გაჯერების პირობებში მოხდეს ფერდობის წონასწორობის დარღვევა.

ამრიგად, ანალოგიურად შეიძლება განხორციელდეს ფერდობების მდგრადობის პროგნოზირება ნებისმიერი მდინარის წყალშემკრებ აუზში და ნებისმიერ მეწყერსაშიშ უბანზე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.nplg.gov.ge/dlibrary/collect/0002/000689/G.N.disertacia-10.07.2013.pdf>
2. <http://ecotourism.ge/bilikebi.pdf>
3. ნ. კვაშილავა. წყალგაჯერებულობის გავლენა ღვარცოფების წარმოქმნის პირობებზე // საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე, ტ. 106, №2, თბ., 1982, გვ. 353-356.
4. ვ. ლიატხერი, ნ. კვაშილავა. ღვარცოფების წარმოქმნის მექანიკური მოდელი // წყლის რესურსები, №3, 1984, გვ. 96-108.

THE EVALUATION OF STABILITY LAND-SLIDE DANGEROUS SLOPE IN THE RIVER GLDANISKHEVI BASIN

N. Kvashilava, G. Chakhaia, Z. Varazashvili, L. Tzulukidze, I. Khubulava, T. Supatashvili, L. Maisaia

(Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University)

Resume: There are considered stability of the land-slide dangerous slope existing on the right embankment of the river Gldaniskhevi. It has been calculated critical values of thickness of as „dry“, also water saturated soils layer, overdose which leads kick-start of slope.

As a result of research there is established, that saturation by water decreases critical corner of slope with about $7 \div 38^\circ$ (occurring slope failures).

Due to above-mentioned, the research slope is in marginal condition and in case of intensive precipitates is probability of kick-start of slope and accordingly catastrophic results (the ecological security breach, road blocking and blocking of the river bed).

Key words: critical values; „dry layer“; ecological security breach; occurring slope failures; water saturated soils layer.

ЭКОЛОГИЯ

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕОПАСНОГО СКЛОНА, РАСПОЛОЖЕННОГО В ДОЛИНЕ РЕКИ ГЛДАНИСХЕВИ

Квашилава Н. Г., Чахая Г. Г., Варазашвили З. Н., Цулукидзе Л. Н., Хубулава И. В., Супаташвили Т. Л., Маисая Л. Д.

(Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического университета)

Резюме: Рассмотрена устойчивость оползневого склона, расположенного на правом берегу р. Глданисхеви. Рассчитаны критические величины толщины z слоя склона, как для „сухого“, так и для водонасыщенного грунтов, превышение которых вызывает сдвиг склона.

В результате исследований установлено, что насыщение склона водой уменьшает критический угол наклона на $7 \div 38^\circ$ (нарушается равновесие склона).

Исходя из вышеизложенного, исследуемый склон находится в предельном состоянии и при интенсивных осадках возникает большая вероятность сдвига склона и соответственно получения катастрофического результата (нарушение экологической безопасности населения, перекрытие автомобильной дороги и русла реки).

Ключевые слова: водонасыщенный грунт; критическая величина; нарушение равновесия склона; «сухой грунт»; экологическая безопасность.

ახალი დენუდაციურ-ტექტონიკური მორფოსტრუქტურის – „კარსტული კალდერის“ – შესახებ*

ზაზა ლეჟავა, კუკური წიქარიშვილი, გიორგი დვალაშვილი, აკაკი ნასყიდაშვილი

(ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი, აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია ადრე უცნობი რელიეფის ფორმები; კერძოდ, „კარსტულ კალდერებად“ წოდებული (2 კმ-ზე მეტი დიამეტრის) ლამბაქისებრი დეპრესიები, რომელთა დიდი ნაწილი წარმოდგენილია მდ. ყვირილის აუზის შუა წელში განვითარებულ საქართველოს ბელტის კარბონატულ-ტერიგენულ საფარზე. შემოთავაზებულია მათი წარმოშობის ენდოგენურ-ეგზოგენური მექანიზმი.

ცარცამდელი სუბსტრატის საფარზე კერული სტრუქტურის შტამპური ზემოქმედების შედეგად ირღვევა სუბსტრატის საფრის მთლიანობა (მის ლოკალურ მოცულობაში), რის გამოც იქმნება დესტრუქციული პროცესების გააქტიურებისა და წრიული ფორმის დეპრესიების წარმოშობის ხელსაყრელი პირობები.

საკვანძო სიტყვები: ბაქანი; დენუდაცია; კარსტი; ლინეამენტი; რღვევა; ტექტონიკა.

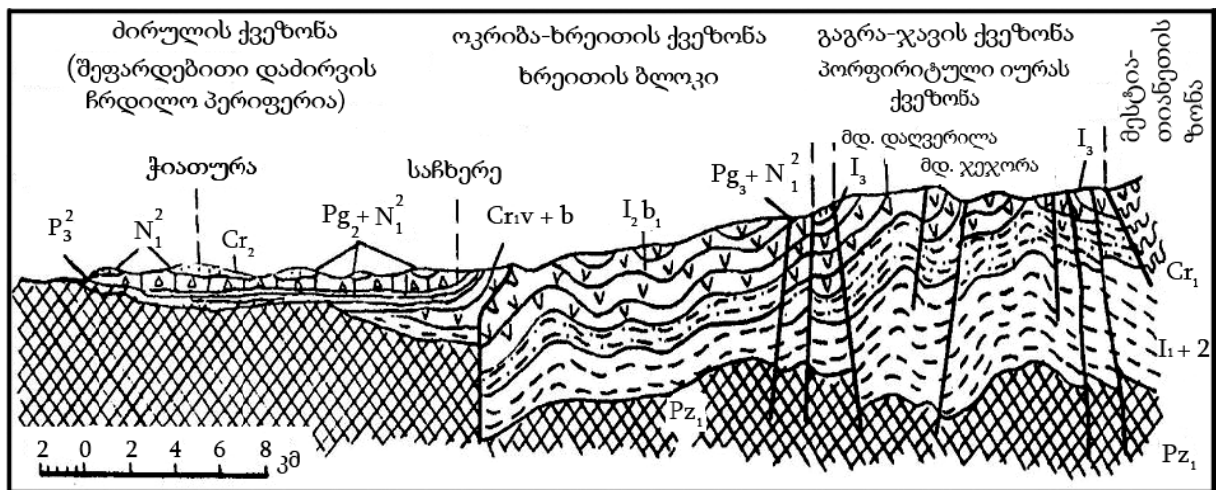
შესავალი

დასავლეთ საქართველოს აეროფოტოსურათების სტრუქტურული დემიფირების პროცესში მდ. ყვირილის და მისი მარცხენა შენაკადის – მდ. ფრონეს წყალგამყოფ ზოლში გამოიკვეთა ჯაჭვური განლაგების აქამდე უცნობი რელიეფის წრიული ფორმები. ცალკეული მსგავსი ფორმები სხვა უბნებშიც დაფიქსირდა (ნახ. 1 და ნახ. 2).

ზემოაღნიშნული რელიეფის განსხვავებული ფორმების გენეზისი და ევოლუცია, როგორც ჩანს, მჭიდროდაა დაკავშირებული რაიონის გეომორფოლოგიურ და გეოლოგიურ თავისებურებებთან.

საკვლევი ტერიტორია მიეკუთვნება ჭიათურის სტრუქტურულ პლატოს, რომელიც კარსტული რელიეფის განვითარების ერთ-ერთი საინტერესო რაიონია და მოიცავს დასავლეთ საქართველოს კირკვული ზოლის უკიდურეს აღმოსავლეთ ნაწილს. მას თავისებური ბუნებრივი პირობები (რელიეფი, ტექტონიკა, ჰავა, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები) ახასიათებს და ბაქნური კარსტის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი რეგიონია კავკასიაში. როგორც საქართველოს ბელტის შემადგენელი ნაწილი, იგი წარმოდგენილია ორი სტრუქტურული სართულით – ცარცამდელი სუბსტრატით და ცარცულ-ნეოგენური ბაქნური საფრით [1]. ეს უკანასკნელი პალეოგეოგრაფიულად იყოფა ცარცულ-კარბონატულ და ნეოგენურ-ტერიგენულ სუბპროზონტალურ ქვესართულებად (ნახ. 3).

* აღნიშნული პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი № FR /218/9-280/13). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნით ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.



ნახ. 3. კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ნაოჭა სისტემის და საქართველოს ბელტის გეოლოგიური ჭრილი (პ. გამყრელიძე, 1969)

აღნიშნული ნალექების ზედა სტრუქტურული სართულის სელიმენტაცია მიმდინარეობდა ბაქნურ პირობებში და, აქედან გამომდინარე, მათი საერთო სიმძლავრე არ აღემატება 500 – 550 მ-ს. ამ უკანასკნელის ტექტონიკაზე მნიშვნელოვანი გავლენა იქონია იმ გარემოებამ, რომ მისი ფუძე წარმოადგენს საქართველოს ბელტის გადარეცხილ და კონსოლიდირებულ ნაწილს (ჰერცინულ ბაქანს), რომელიც დიდ წინააღმდეგობას უწევდა მესამეულ პერიოდში მომხდარ მთათწარმოშობ პროცესებს. სწორედ ამან განაპირობა პლატოს მარტივი ტექტონიკური აგებულება, სახელობრ ცარცული და მესამეული შრეების წყნარი, თითქმის ჰორიზონტალური ან მცირედ დახრილი წოლა [2, 3]. მიუხედავად ამისა, სუბსტრატის ამგებ მეზოზოურ-კაინოზოურ წყებებს, როგორც ჩანს, განუცდია პლიკატური და განსაკუთრებით დიზუნქტიური დისლოკაციები. მეზობლად მდებარე გეოსინკლინურ ზონებში მიმდინარე ინტენსიურმა ტანგენციალურმა მოძრაობებმა ზემო იმერეთის ბაქანზე გამოიწვია გეოდინამიკური დაძაბულობა. ეს მოძრაობები მყარ ფუნდამენტზე განლაგებულ მეზოზოურ-კაინოზოურ დანალექ საფარზე აისახა ლაკოლით-ინტრუზივების, რღვევების, შეცოცებების, ნაპრალების, ტალღისებრი დანაოჭებების და სხვათა წარმოშობით.

ძირითადი ნაწილი

დეშიფირების დროს გამოვლენილი ზემოაღნიშნული რელიეფის განსხვავებული ფორმები მკაცრად წრიულია, მათი დიამეტრები მერყეობს 0,6 – 2,2 კმ-მდე. მორფოლოგიურად ისინი წარმოდგენილი არიან მდ. ყვირილის მარცხენა შენაკადების სათავეებში დეპრესიების სახით და განვითარებული არიან ნეოგენური ასაკის ტერიგენულ ნალექებში, რომლებიც, თავის მხრივ, ფარავენ ზედაცარცულ კირქვებს. დეპრესიები სწორხაზოვნად წრიულია, რომელთა 40–60 მ სიმაღლის ფერდობებს თითქმის არ განუცდია ეროზია. მათ კარგად აქვთ გამოხატული წარბი და ზურგის მხარე [4]. აღნიშნული ფერდობებით შემოსაზღვრულია ლამბაქისებრი დეპრესიების ბრტყელი სუბჰორიზონტალური ფსკერი (ნახ. 4 და ნახ. 5).

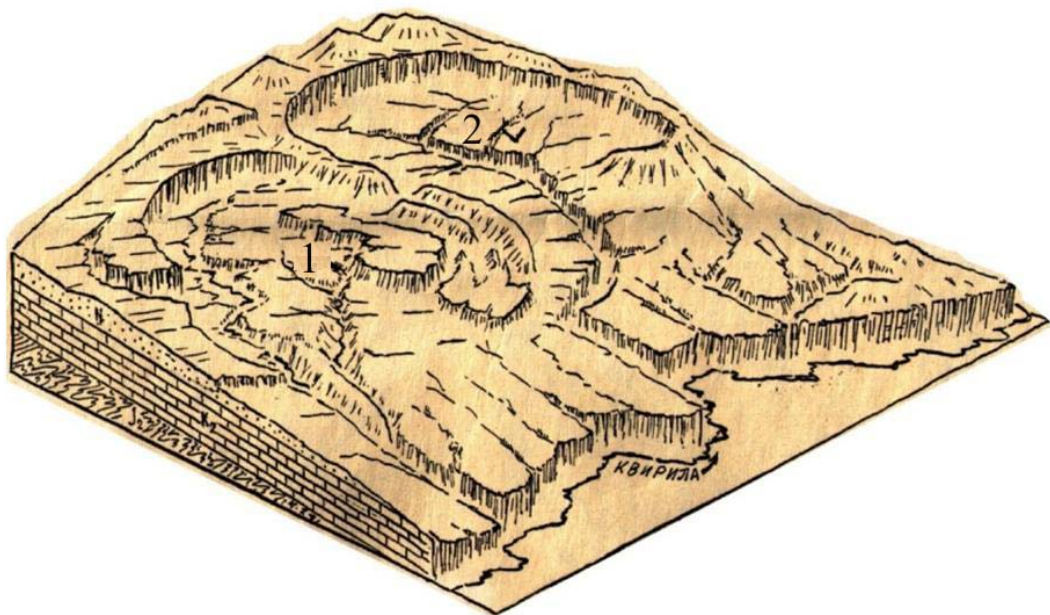
აღწერილი თავისებურებები აღნიშნულ დეპრესიებს განასხვავებს ეგზოგენური წარმოშობის ჩვეულებრივი წყალშემკრები დეპრესიებისაგან. ჩვენი აზრით, ამ დეპრესიების წარმოშობაში აქტიურ როლს ასრულებს ენდოგენური პროცესებიც, რაც განპირობებული უნდა იყოს შემდეგი გარემოებებითა და ფაქტებით.

ცნობილია, რომ მდინარეთა ნაკადების ჰიდროდინამიკა, თუკი ისინი არ კონტროლდებიან ტექტონიკური აშლილობებით, მათი განვითარების პროცესში არ წარმოშობს მკაცრ გეომეტრიულ ფორმებს – არც სწორხაზოვანს და არც წრიულს. აღნიშნული დეპრესიების წარმოშობის პირველად ენდოგენურ ბუნებაზე (რომელმაც ტექტონიკური პირობები მოამზადა შემდგომი დენუდაციური პროცესების რეალიზაციისათვის) მიუთითებს მესამეული ქანებით აგებული და

რადიალურად და კონცენტრირებულად განლაგებული დენუდაციური შთენილები, რომლებიც საკმაოდ ართულებს აღნიშნული დეპრესიების ბრტყელდირიან რელიეფს; ასევეა რადიალურად და კონცენტრირებულად ორიენტირებული ლინეამენტები (ნაპრალოვანი ზონები), რომლებიც დაფიქსირდა დეპრესიების შიგნით დეშიფრირების შედეგად. აღსანიშნავია, რომ ლინეამენტები დაკავშირებულია ნაპრალესა და რღვევის ხაზებთან.



ნახ. 4. კარსტული კალდერების აეროფოტოსურათი



ნახ. 5. ქორეთის (1) და ითხეისის (2) კარსტული კალდერების ბლოკ-დიაგრამა

საყურადღებოა, რომ მსგავსი წრიული დეპრესიების წარმოქმნა დამახასიათებელია ვულკანური აპარატების განვითარების გარკვეულ სტადიებთან [4]. იმის გათვალისწინებით, რომ საკვლევ რეგიონში ცარცამდელი ფუნდამენტის ჭრილში წარმოდგენილია ვულკანიტები, ხოლო მეოთხეულში – ვულკანიზმის გამოვლინებები (რის შედეგადაც წარმოიშვა გორაძირის, პერევისის და სხვა ლაკოლით-ექსტრუზივები) [1], აღნიშნული დეპრესიები რღვევის გაყოლებით მათ თავზე წარმოშობილ მაგმური გენეზისის დეპრესიებად შეიძლება ჩაითვალოს. აღნიშნული გარემოების გათვალისწინებით ჩვენ პირველად შემოვიტანეთ ტერმინი „კალდერა“, რითაც აღვნიშნეთ მანამდე უცნობი გეომორფოლოგიური წარმონაქმნის არსებობა. იმის გამო, რომ აქ ხდება კარსტის ინტენსიური განვითარება, მას საბოლოოდ ეწოდეთ „კარსტული კალდერა“. მისი გენეზისი ენდოგენურ-ეგზოგენურია.

ამრიგად, „კარსტული კალდერას“ წარმოშობის მექანიზმი მსგავსია ვულკანური, ანუ, უფრო ფართო გაგებით, მაგმური წარმოშობის ინვერსიული დეპრესიებისა. „კარსტული კალდერების“ ჯაჭვური განლაგება ანალოგიურია კამჩატკაზე და სხვა ვულკანურ მხარეებში არსებული წრიული ვულკანურ-ტექტონიკური მორფოსტრუქტურების ჯაჭვური განლაგებისა. ყოველივე ეს გვაფიქრებინებს რღვევის გაყოლებით მათ თავზე კარსტული კალდერების წარმოშობაზე. კალდერას მკაცრი წრიული ფორმა მიუთითებს კერულ მექანიკურ დაძაბულობაზე, რომელიც შეიძლება იყოს ცენტრალური ტიპის სტრუქტურები (ვულკანური აპარატი, იზომეტრიული ფორმის ინტრუზივები) ცარცამდე სუბსტრატზე. აღნიშნული სტრუქტურები აკონტროლებს რღვევებს და ტექტონიკური შტამპის როლს ასრულებს. ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, იწვევს ბაქნის ერთიანი საფრის დაშლას და ხელსაყრელ პირობებს ქმნის შერჩევითი დენუდაციის გააქტიურებისათვის. ბუნებრივია, რომ პირველ რიგში დენუდაციას განიცდის შედარებით სუსტად კონსოლიდირებული ნეოგენურ-ტერიგენული ნაფენები, რის შედეგადაც მიმდინარეობს ცარცული ქანების ამოთხრა.

კარსტული კალდერების ჩვენ მიერ განხილული დენუდაციურ-ტექტონიკური გენეზისი შეიძლება განვაგრძოთ ახალსოფლის ქვაბულზე (ტყიბულის მუნიციპალიტეტი), სადაც ეროზიულ-დენუდაციური პროცესები დრამააა წასული და აღწევს ძირითად ფუნდამენტურ ქანებამდე. ახალსოფლის ქვაბულის ფსკერზე გაშიშვლებულია გუმბათისებრი ფორმებით წარმოდგენილი ბაიოსის ვულკანიტებისაგან აგებული ვულკანური წარმონაქმნები (ნახ. 6).



ნახ. 6. ახალსოფლის ქვაბულის (ტყიბულის მუნიციპალიტეტი) ფოტომასალა

მიუხედავად იმისა, რომ ახალსოფლის ქვაბულის ფსკერზე წარმოდგენილი გუმბათისებრი სხეულები განვითარებულია პალეოგულკანსა თუ ტექტონიკურ თაღოვან ნაოჭში, მათ შეეძლოთ (ორივე შემთხვევაში) კერული ზემოქმედება მოეხდინათ საფაროვან ქანებზე ტერიტორიის საერთო აზეგების ფონზე, კაინოზოურში. გუმბათისებრი ფორმის ბაიოსურ ვულკანურ წარმონაქმნებზე განლაგებულმა ტექტონიკურად დამსხვრეულმა იზომეტრიული მოცულობის გეიანიურულმა და ცარცულმა ქანებმა კარსტული პროცესების აქტიური მონაწილეობით ინტენსიური დენუდაცია განიცადა.

ახალსოფლის ქვაბული ჩვენ მიერ აღწერილ კარსტულ კალდერას (მორფოსტრუქტურული ტიპი) შეიძლება მივაკუთვნოთ იმ განსხვავებით, რომ ეს უკანასკნელი განვითარების უფრო მეტად მომწიფებულ სტადიაზე იმყოფება, ვიდრე ზემოთ ნახსენები მდ. ყვირილის აუზში განვითარებული კარსტული კალდერები.

დასკვნა

ამრიგად, ჭიათურის სტრუქტურული პლატოს ფარგლებში (მდ. ყვირილის მარცხენა შენაკადების ზემო წელში) ჩვენ მიერ დაფიქსირებული და შესწავლილი ახალი, მანამდე უცნობი დენუდაციურ-ტექტონიკური რელიეფის ფორმა (კარსტული კალდერა) წარმოდგენილია ლამბაქისებრი დეპრესიების სახით.

იმის გათვალისწინებით, რომ აღნიშნული დეპრესიები ხასიათდება მკაცრად წრიული მოხაზულობით, ხოლო დეპრესიების შიგნით სტრუქტურული დეშიფრირების შედეგად გამოვლინდა რადიალურად ორიენტირებული ლინეამენტები (ნაპრადოვანი ზონები), შეიძლება ვიფიქროთ დეპრესიების წარმოშობის პირველად ენდოგენურ ბუნებაზე, რომელმაც ტექტონიკური პირობები მოამზადა შემდგომი დენუდაციური პროცესების რეალიზაციისათვის.

ჩვენი აზრით, კარსტული კალდერების წარმოშობის მექანიზმი მაგმური წარმოშობის ინვერსიული დეპრესიების მსგავსია. მათი მკაცრი წრიული ფორმა მიუთითებს ცარცამდელი სუბსტრატის საფარზე არსებულ კერულ მექანიკურ დაძაბულობაზე, რომელიც შეიძლება იყოს ცენტრალური ტიპის სტრუქტურები; კერძოდ, ვულკანური აპარატი, იზომეტრიული ფორმის ინტრუზივები. აღნიშნული სტრუქტურები აკონტროლებს რღვევებს და ტექტონიკური შტამპის როლს ასრულებს. ყოველივე ეს განაპირობებს ერთიანი საფრის დაშლას (ლოკალურ მოცულობაში) და ხელსაყრელ პირობებს ქმნის შერჩევითი დენუდაციისათვის. ამასთან, პირველ რიგში, ბუნებრივია, დენუდაციას განიცდის სუსტად კონსოლიდირებული ნეოგენური ნაფენები და, შესაბამისად, მიმდინარეობს ცარცული ქანების ამოთხრა.

მსგავსი გენეზისისა უნდა იყოს ახალსოფლის ქვაბულიც, სადაც დენუდაციური და კარსტული პროცესები საკმაოდ შორსაა წასული და განვითარების მომწიფებულ სტადიაში იმყოფება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Маруашвили Л. Геоморфология Грузии. Тб., 1971. - 610 с.
2. Гамкრелидзе П. Д. Тектоника. Геология СССР, т. X. Грузинская ССР, ч.1, Геол. описание. М.: Недра, 1964, с. 453-491.
3. Астахов Н. Е. Структурная геоморфология Грузии. Тб.: Мецниереба, 1973. - 224 с.
4. ზ. ლექვაია. ზემო იმერეთის პლატოს და მიმდებარე რაიონების კარსტი. თბ.: უნივერსალი, 2015. - 290 გვ.

A NEW TYPE OF DENUDATION-TECTONIC MORPHOSTRUCTURE – “KARST CALDERAS”

Z. Lezhava, K. Tzikarishvili, G. Dvalashvili, A. Naskhidashvili

(I. Javakhishvili Tbilisi State University's Vakhushti Bagrationi Institute of Geography,
A. Tzereteli State University)

Resume: The saucer-shaped depressions, called karstic calderas (of 2 and more km diameter) are identified on the left bank of the Kvirila river middle course in the region of carbonate – terrigenous platform mantle of Georgian block. Such forms of the relief were unknown until now. Their endogenous and exogenous ways of origin are suggested. As a result of stamped influence upon the mantle deposits of pre-cretaceous foundation hearth structures in the process of overall uplifting of the territory the mantle integrity disturbance is observed on its local peaces. The favourable conditions for intensive elective denudation are created favouring the formation of inversive depressions.

Key words: denudation; fissure; karst; lineament; platform; tectonics.

ГЕОГРАФИЯ

О НОВОМ ВИДЕ ДЕНУДАЦИОННО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ МОРФОСТРУКТУР – „КАРСТОВЫХ КАЛЬДЕРАХ“

Лежава З. И., Цикаришвили К. Д., Двалашвили Г. Б., Наскидашвили А. С.

(Институт географии им. Вахушти Багратиони Тбилисского государственного университета им. Ив. Джавахишвили, Государственный университет им. А. Церетели)

Резюме: Рассмотрены ранее не известные формы рельефа – блюдцеобразные депрессии (диаметрами до 2-х и более км), названные „карстовыми кальдерами“, обнаруженные на левобережье среднего течения р. Квирилы в районе развития карбонатно-терригенного платформенного чехла Грузинской глыбы. Предлагается эндогенно-экзогенный механизм их происхождения. В результате штампового воздействия на отложения чехла очаговых структур домелового фундамента в процессе общего поднятия территории нарушается целостность чехла в его локальных объемах. Создаются условия для интенсивной избирательной денудации, приводящей к формированию инверсионных депрессий.

Ключевые слова: денудация; карст; линеамент; платформа; разлом; тектоника.

მურადის მღვიმე – უნიკალური სპელეოლოგიური ობიექტი ნაქმრალას ქედზე*

ზაზა ლეჟავა, ლაშა ასანიძე, კუკური წიქარიშვილი, გიორგი ლომინაძე,
გიორგი ჩართოლანი, ირაკლი ჯულაყიძე, აკაკი ნასყიდაშვილი

(ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი, აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია მურადის მღვიმეში პირველად ჩატარებული კომპლექსური კარსტულ-სპელეოლოგიური გამოკვლევები. გამოყენებულია კლასიკური კარსტული რეგიონებისა და მიწისქვეშა სიღრუეების შესწავლისათვის აპრობირებული კვლევის ძირითადი მეთოდი.

მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვის საფუძველზე მომზადდა მღვიმის სიტუაციური გეგმა და ჭრილი. კომპას-კლინომეტრის საშუალებით განისაზღვრა მღვიმის სტრუქტურულ-ნაპრალოვანი მიმართულებები. მღვიმეში თავმოყრილია თითქმის ყველა წყალჰემოგენური და წყალმექანიკური ნალექების ტიპი და ქვეტიპი, რომლებიც დღეისათვის დაფიქსირებულია კავკასიის სხვადასხვა რეგიონის მღვიმეებში. აქ მიკვლეულია საქართველოს მღვიმეებისათვის უჩვეულო მინერალური აგრეგატები (კირქვის ცომი და მთვარის რქე). აღსანიშნავია, რომ ეს მინერალური აგრეგატები – ოლითები და პიზოლითები – გავრცელების, ზომებისა და მრავალფეროვნების მიხედვით, აღემატება ახალი ათონისა და საქართველოს სხვა მღვიმეებში მიკვლეულ მსგავს წარმონაქმნებს. მღვიმეს განსაკუთრებულ უნიკალურობას ანიჭებს ექსცენტრული ბურთისებრი წარმონაქმნები, რომლებსაც კავკასიაში ანალოგი არ მოეპოვება. მსგავსი ნაღვენთი ფორმები ძალზე იშვიათია მთელ მსოფლიოში.

მღვიმის უნიკალურობის ერთ-ერთი მაჩვენებელია ტერიგენული ნალექების ბუნებრივი გაშიშვლების მძლავრი (3 მ-მდე) ჭრილი. ასეთი სიმძლავრის ჭრილი, სადაც ხელუხლებლადაა შემონახული ნალექდაგროვების სრული ციკლი (თვით უძველესი ნალექები), კავკასიის მღვიმეებში აქამდე არ დაფიქსირებულა. მღვიმეში მიკვლეულია განსაკუთრებით დიდი ფართობის (15–20 მ²) და საკმაო სისქის (30–40 მმ) კალციტის შრეებრივი ნალექები (გაქვავებული ქერქი) კარგად გამოხატული რიტმული ფენებით. აღნიშნული კალციტური ქერქი და ტერიგენული ნალექები საინტერესო ინფორმაციის მატარებელია და, აქედან გამომდინარე, მათი სრული ლაბორატორიული შესწავლა მნიშვნელოვანია მღვიმისა და, საერთოდ, რეგიონის პალეოგეოგრაფიული სურათის აღდგენის მიზნით.

ტერიტორიის გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით და არქეოლოგიური მასალების გაცნობის საფუძველზე შესაძლებელი გახდა მღვიმის ზედა ასაკის დადგენა. ერწო-წონას მიდამოებში და ნაქმრალას ქედზე არქეოლოგიურად დათარიღებული ნალექების ასაკი ქვედაპლეისტოცენია და, როგორც ჩანს, აქ პლეისტოცენამდე ან ქვედა პლეისტოცენში მღვიმის ჩამოყალიბება ძირითადად უკვე დამთავრებული იყო.

საკვანძო სიტყვები: აღმოჩენა; კარსტი; მღვიმე; უნიკალური მინერალური აგრეგატები.

შესავალი

რაჭის ქედი ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის მთიანეთის ერთ-ერთი ძირითადი ნაწილია და გამოირჩევა გეოლოგიური აგებულების, ზედაპირული და მიწისქვეშა კარსტული ფორმების მრავალფეროვნებითა და სირთულით.

* აღნიშნული პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი № FR/218/9-280/13). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

2001 წლის ხაფხულში რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის ტერიტორიის დეპარტამენტის ყოფილი უფროსის რომან კობახიძისა და ლერი ქემოკლიძის მიწვევით საქართველოს „წითელი ჯვრის“ სამაშველო სამსახურის სპელეოლოგიურმა ჯგუფმა იური დავლიანიძის (ხელმძღვანელი), ვასილ ჯალაბაძის, ბესო ქემოკლიძისა და სხვების მონაწილეობით და ადგილობრივი მონადირის მურად ცნობილაძის მეგზურობით ნაქერალას ქედზე მიაკვლია მანამდე უცნობ კარსტულ მღვიმეს, რომელსაც პირველად მომჩენთა უფლებით „მურადის მღვიმე“ უწოდეს.

2014 წლის ნოემბერში მთამსვლელთა და მოგზაურთა კლუბ „თეთნულდის“ წევრები (ხელმძღვანელი ირაკლი ჯუღაყიძე) მღვიმის ერთ-ერთი ვიწრო გასასვლელის დაძლევის შემდეგ აღმოჩნდნენ ადამიანისათვის მანამდე უცნობ მიწისქვეშეთში. მღვიმეში კომპლექსური სამეცნიერო გამოკვლევები ჩაატარა ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის სპელეოლოგიურმა ექსპედიციამ (2015 წ.).

ძირითადი ნაწილი

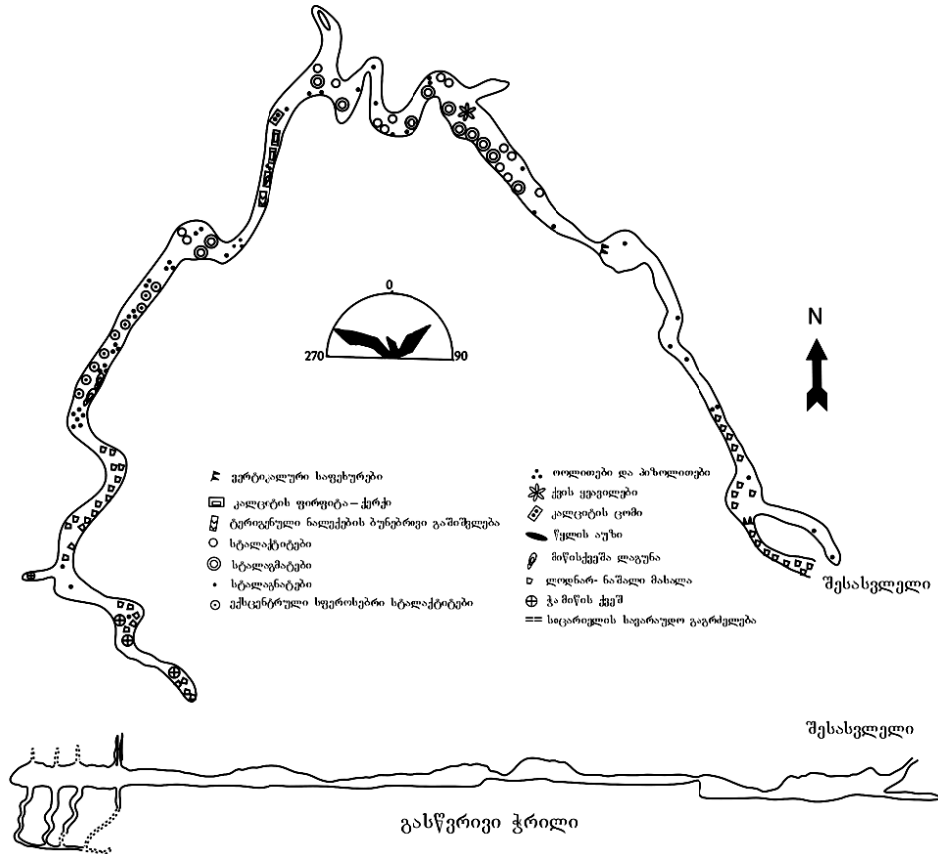
მღვიმე მდებარეობს ნაქერალას ქედის (რაჭის კირქველი მასივი) ჩრდილო ფერდობზე, ყოფილი სანატორიუმ-პროფილაქტორიუმის ჩრდილო-აღმოსავლეთით 3-4 კმ-ზე, ე. წ. „ბანგვალამდელის“ მიდამოებში. ქედი მონოკლინური აგებულებისაა, შრეთა დახრა ჩრდილო-აღმოსავლეთითაა და წარმოდგენილია ბარემული ურგონული ფაციესის კირქვებით. ფერდობს დიაგონალურად კვეთს ტექტონიკური რღვევები და მათი თანმდევი ნაპრალები, რის გამოც აქ კირქვები ძლიერ დანაპრალებული და დამსხვრეულია. ასეთ უბნებში კარსტული პროცესების ინტენსიურობა მნიშვნელოვნადაა გაზრდილი. ნაქერალას ქედის ჩრდილო ფერდობი თითქმის მთლიანად მოკლებულია ზედაპირულ ნაკადებს.



ნახ. 1. მურადის მღვიმის გეოგრაფიული მდებარეობა

მღვიმის რკალისებრი ფორმის შესასვლელი (4 x 1 მ) იხსნება ზ. დ. 1495 მ სიმაღლეზე. შესასვლელიდან 60⁰-ით დახრილი და მძლავრი ლოდნარ-ნაზავი მასალით გამოვსებული ვიწრო

დერეფანი 2 ათეული მ-ის შემდეგ იცვლება სუბპორიზონტალური დერეფნით, რომელიც 2,5 მ-იანი საფეხურით უკავშირდება წრიული ფორმის მაღალჭერიან (10 მ) დარბაზს. დარბაზის მარჯვენა კუთხეში (95° აზიმუტით) განვითარებულია 5 მ სიგანისა და 34 მ სიგრძის გვირაბის ფორმის განშტოება. ეს უკანასკნელი წარსულში წარმოადგენდა მღვიმეში გამდინარე ნაკადის განტვირთვის ძირითად კერას, საიდანაც ნაკადი ვოკლუზური წყაროს სახით ზედაპირზე გამოედინებოდა (ნახ. 2).



ნახ. 2. მურადის მღვიმის გეგმა (მასშტაბი 1:10 მ)

დარბაზისებრ მონაკვეთს სწრაფად ცვლის ფართო, სუბპორიზონტალური დერეფანი, რომელიც ბოლოში ევორზიულ ქვაბულში გაჩენილი იდეალურად სწორი ფსკერის მქონე წრიული ფორმის დარბაზით (ევორზიული დარბაზი) მთავრდება. ჰაერის სიმშრალით და ნაზავ-ლოდნარი მასალის სიჭარბით გამორჩეული მღვიმის ეს მონაკვეთი ფაქტობრივად მღვიმის პირველი სართულია, რომელიც ნალვენი ფორმებს თითქმის მოკლებულია და უმთავრესად გამომშრალი და ზოგან გამოფიტული სახითაა წარმოდგენილი. ევორზიული დარბაზის ფსკერიდან 10 მ-იანი ვერტიკალური საფეხურის შემდეგ იწყება მღვიმის მე-2 სართული, რომელიც სუბპორიზონტალური გვირაბისებრი და დარბაზული გაფართოებების მქონე მონაკვეთებისაგან შედგება. აქ შექმნილი კლიმატური პირობები და ინფილტრაციით და კონდენსაციით გამოყოფილი მაღალი ქიმიური ხსნადობის მქონე წყლის წვეთები ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ნალვენი ფორმების ინტენსიური განვითარებისათვის და, შესაბამისად, წარმოდგენილია საქართველოს დანარჩენი რეგიონების მღვიმეებისათვის დამახასიათებელი თითქმის ყველა წყალჰემოგენური ნალექის ტიპი და ქვეტიპი. მღვიმის მე-2 სართულის ბოლო მონაკვეთის რამდენიმე ათეული მეტრი სიგრძის მაღალჭერიანი დერეფანი მთლიანად ვერტიკალურ ნაპრალშია განვითარებული და გამოირჩევა ნაშალი მასალის სიჭარბით. აქ, ფსკერზე ერთმანეთის მიყოლებით გეხვდება 13, 37, 40, და 45 მ სიღრმის ჭები, რომლებიც ვიწრო ნაპრალებისა და ხვრელების საშუალებით ერთმანეთს უკავშირდება. ამ უბანზე ჰაერის ტემპერატურა 7 °C-მდე ეცემა, დაბალია ტბებში ჩამდგარი წყლის ტემპერატურაც (8 °C). აქ

ნაღვენთი ფორმები სუსტადაა განვითარებული და მათი უმრავლესობა მეუდრო უბნებშია წარმოდგენილი.

როგორც ჩანს, წნევიანი წყლების შემოდინების და აქტიური ზემოქმედების ერთ-ერთ ძირითად უბანს მღვიმის აღნიშნული (ბოლო) მონაკვეთი წარმოადგენდა. მოგვიანებით ტექტონიკურმა დაძაბულობამ (აღმავალი ვერტიკალური მოძრაობა, მიწისძვრა და ა. შ.) და მის შედეგად განცდილმა ნგრევამ ჰიდროლოგიური სიტუაციის მკვეთრი შეცვლა და ნაკადების სიღრმეში გადანაცვლება გამოიწვია, რის შედეგადაც შეწყდა მღვიმეში მუდმივი და შემდგომ დროებითი ნაკადების აქტიური შემოდინება. მღვიმე აერაციის ზონაში განვითარებული სუბპორიზონტალური და ვერტიკალური მონაკვეთებისაგან შემდგარ კომბინირებულ მღვიმეთა ტიპს მიეკუთვნება და წარმოდგენილია ერთი გენერალური მაგისტრალით (ნახ. 2) და რამდენიმე განშტოებით. ძირითადი მაგისტრალის სიგრძე 600 მ-ია, ჯამური სიგრძე – 660 მ, საშუალო სიგანე – 5 მ, საშუალო სიმაღლე – 8 მ, ფსკერის ფართობი – 3500 მ², საერთო მოცულობა – 29 430 მ³. მღვიმის თითქმის პორიზონტალური ფსკერი ბოლოდან შესასვლელის მიმართულებით ოდნავაა დახრილი.

მღვიმე გამოქუშავებულია ბარემული (ურგონული ფაციესი) ასაკის შრეებრივ კირქვებში, შრეთა დახრის (290–300°/10–15°) ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით ტექტონიკური და დაშრეების ნაპრალების გასწვრივ. აქ ტექტონიკური ნაპრალების ხშირ ქსელში 320–140° და 230–50°-ის მიმართულების ნაპრალები აშკარადაა გამოკვეთილი. ამასთან, ჭარბობს ვერტიკალური და ციცაბოდ ვარდნილი დიაგენეტიკური ნაპრალების ორი სისტემა: ერთი მიუყვება შრეების ვარდნის აზიმუტს, მეორე ორიენტირებულია შრეების განფენის გაყოლებით სუბმერიდიანულად.

მიკრორელიეფური ფორმებიდან მღვიმეში წარმოდგენილია მეანდრები, სტრუქტურული ტერასული ფრაგმენტები, ევორზიული ორმოები, დაწნევითი ნაკადების მიერ მოშანდაკებული და დახრეტილი ზედაპირები.

მეანდრული მონაკვეთების სიჭარბით განსაკუთრებით გამოირჩევა მღვიმის მე-2 სართული. მის ფორმირებაზე ლითოლოგიურ და სტრუქტურულ პირობებთან ერთად არსებითი გავლენა მოახდინა წარსულში აქ გამდინარე ნაკადის დინამიკამ. მეანდრები ძირითადად ვიწრო დერეფნებშია და, ცხადია, მათ ფორმირებაში არსებითი როლი სწრაფად მოძრავი ნაკადების ტურბულენტურ დინებას შეუსრულებია, რამაც გამოიწვია ნაპირების მონაცვლეობითი გარეცხვა, ჩაჭრა და კლაკნილი (მეანდრული) მღვიმური მონაკვეთების წარმოქმნა. აქ მღვიმის ფსკერიდან 1–1,5 და 2–2,5 მ სიმაღლეზე წარმოდგენილია სტრუქტურული ტერასული ფრაგმენტები, რაც რაჭის ქედის წყვეტილ აზეცებაზე მიუთითებს. მღვიმეში განვითარებული მიკრორელიეფური წარმონაქმნებიდან საყურადღებოა ვერტიკალური საფეხურების (10 და 2,5 მ) ფსკერზე (1-ლ სართულზე) გაჩენილი მნიშვნელოვანი სიდიდის ევორზიული ორმოები, რომელთა წარმოშობა ვერტიკალური და მნიშვნელოვნად დახრილი მონაკვეთებიდან წყლის ნაკადების ვარდნასთან და, აქედან გამომდინარე, მათ გაძლიერებულ ეროზიულ (წყალბრუნვით) ზემოქმედებასთან არის დაკავშირებული. ევორზიული ორმოები ფსკერზე წარმოდგენილია თიხიან-ქვიშიანი ნალექებით და მეტ-ნაკლებად კარგად დამუშავებული ქვარგვალეებით, ხოლო კედლებზე ფრაგმენტულადაა შემორჩენილი მიღეკილი ალუვიონი (ნახ. 3).



ნახ. 3

ჰემოგენური ნალექები მღვიმის 1-ლ სართულსა და ბოლო მონაკვეთში სუსტადაა წარმოდგენილი. სამაგიეროდ, ნალექთი ფორმებით (სტალაქტები, სტალაგმიტები, სტალაგნატიტები, ჰელიქტიტები, ოლითები, პიზოლითები და სხვ.) მდიდარია მღვიმის მე-2 სართული, რომლის შედარებით მშრალ მონაკვეთებში – იატაკზე და ცალკეული გუბების ზედაპირებზე, განვითარებულია 3×5 სმ ან მეტი ზომისა და 1–1,5 მმ სისქის კალციტის გაქვავებული ფირფიტები, რომლებიც ზოგან უერთდება ერთმანეთს და მოზრდილ ფართობებს (1×2 მ²) იკავებს. დიდი ფართობისა (15–20 მ²) და საკმაო სისქის (30–40 მმ) ფირფიტები კალციტის გაქვავებული ქერქის სახით წარმოდგენილია მღვიმის მე-2 სართულის ერთ-ერთ ფართო დერეფნისებრ მონაკვეთში (ნახ. 4).



ნახ. 4

მღვიმეში მიკვლეული კალციტური შრეებრივი ნალექები შედგება სხვადასხვა შეფერილობისა და სისქის პერიოდული მიკროშრეებისაგან, რომელთა შორის გამოიყოფა 5–6 ძირითადი შრე.

მინერალური კალციტური აგრეგატები – ოლითები, პიზოლითები და მათი ნაირსახეობები უმთავრესად მიწისქვეშა ლაგუნებში მძლავრი (40–50 სმ) ფენების სახითაა წარმოდგენილი (ნახ. 5).



ნახ. 5

აქ მიკვლეული ოლით-პიზოლითების მაქსიმალური სიგრძე 40–50 მმ-ს აღწევს და ბევრად აღემატება ახალი ათონის (30 მმ) და სხვა მღვიმეებში მიკვლეული მინერალების ანალოგიურ მაჩვენებელს.

მღვიმეს უნიკალურობას და განუმეორებელ სილამაზეს ანიჭებს კალციტის მინერალური აგრეგატებისაგან (პიზოლითებისა და ოლითებისაგან) წარმოქმნილი ექსცენტრული სფერული („რაფაელოს“ ბურთულების მსგავსი) წარმონაქმნები, რომლებსაც ანალოგი არ აქვს კავკასიაში. მსგავსი ნალექთი ფორმები იშვიათია მთელ მსოფლიოში (ნახ. 6). ისინი უმთავრესად მღვიმის

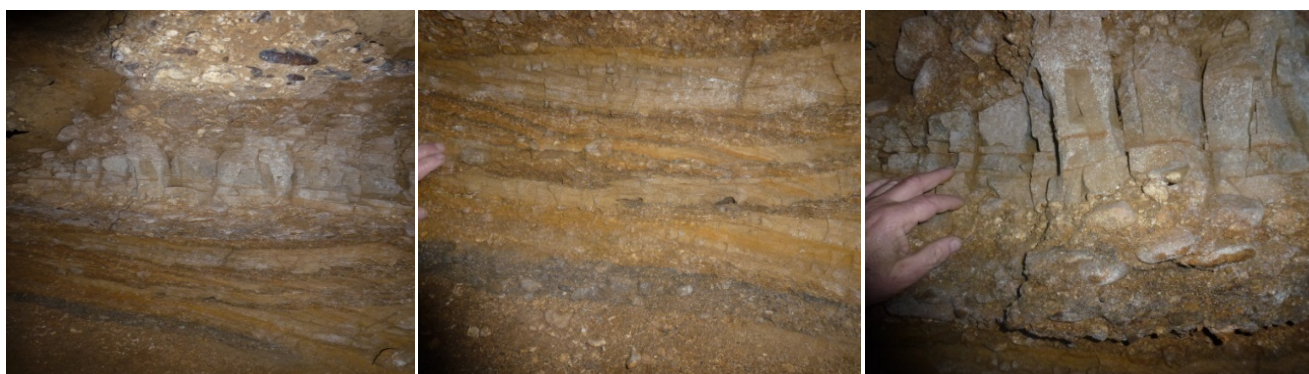


ნახ. 6

მეუდრო უბნებსა და მიწისქვეშა ლაგუნებში ჭერიდან ჩამოზრდილი სტალაქტიტების ბოლოებზე ჩამოკიდებული, ერთ სიბრტყეში განლაგებული, სხვადასხვა ზომის (უმცირესის დიამეტრია 4–5 სმ, უდიდესის – 60 სმ) კალციტის გაქვავებული ექსცენტრული ბურთულების სახითაა წარმოდგენილი. როგორც ჩანს, მათ წყალში ერთ დონეზე განიცადეს ფორმირება და შემდგომ წყლის დონის დაწვეის შედეგად გარკვეულ სიმაღლეებზე დაკიდებული აღმოჩნდნენ, თუმცა ისინი ზოგან უშუალოდ იატაკზე გვხვდება გადაკრული ქერქით ზედა ნაწილში ან უქერქოდ – სტალაქტიტებთან ერთად ან სტალაქტიტების გარეშე.

ლაგუნის ფსკერი და ნაპირები ისეთივე მინერალური კალციტური აგრეგატებითაა მოფენილი, რითაც თვით ექსცენტრული ბურთებია ნაგები. ეს ბურთები ზოგან მნიშვნელოვან სიმძლავრეებს (30–40 სმ) აღწევს და ერთგვარ ტერასულ საფეხურებს, ანუ პიზოლითურ „ხალიხებს“, ქმნის. მათ ბრტყელ ზედაპირებზე კარგად ჩანს ამოკვეთილი ბურთისებრი მოყვანილობები.

წყალმექანიკურ ნალექთაგან მღვიმეში გვხვდება მდინარეული (აღუვიონი, ღორღი, ქვიშა, ლამი) და ტბიურ-კოლმატაციური (თიხიან-ქვიშიანი ფრაქცია) ნალექები. ისინი ძირითადად ევორ-ზიულ და კოლმატაციურ ქვაბულებთანაა დაკავშირებული ან მღვიმის კედლებზე ცალკეულ ფრაგ-მენტებადაა შემორჩენილი. განსაკუთრებით საყურადღებოა მღვიმის მე-2 სართულის ცენტრალურ ნაწილში, ფართო დერეფნის ერთ-ერთი კედლის ძირში მიკვლეული ტერიგენული ნალექების მასიურ (3 მ-მდე) შრეთა უნიკალური ბუნებრივი გაშიშვლება, რომელიც მასზე დალექილი კალციტური ქერქის წყალობით იდეალურადაა შემონახული. აღნიშნული ტერიგენული ნალექების მსგავსი გაშიშვლება, სადაც ასე კარგადაა გამოსატული მღვიმეში ნალექების დაგროვების სრული ციკლი (თვით უძველესი ნალექებიც), საქართველოს მღვიმეებში დღემდე არ არის მიკვლეული (ნახ. 7).



ნახ. 7

მღვიმური ნალექების თითქმის ყველა შრე დალექილია გამდინარე ან დამდგარ წყალში, რასაც ადასტურებს ერთმანეთისაგან შრეების მკვეთრი გამოყოფა როგორც ფერით, ასევე გრანულომეტრიული შედგენილობით. დამდგარ წყალში დალექილი შრეების საზღვრები თითქმის პორიზონტალური და სწორხაზოვანია, გამდინარე წყალში დალექილი კი – არასწორხაზოვანი. ამასთან, შრეებში და შრეებს შორის გამოიყოფა შუაშრეები, ლინზები და ჯიბეები.

მღვიმეს წარსულში კედლებისა და ჭერის ნგრევა განუცდია. ჩამოქცეული კირქვული ბლოკების მოცულობა დაახლოებით 60 000 მ³-ს აღწევს. ცალკეული ლოდების მოცულობა კი 15–30 მ³-ია. გვხვდება როგორც ძველი, ისე შედარებით ახალი ლოდნარ-ნაზგავი გროვები.

მღვიმის ჩასახვისა და განვითარების ზოგიერთი საკითხი. მღვიმის გენეზისისა და განვითარების ისტორია მჭიდროდაა დაკავშირებული რაჭის ქედის ფორმირებასთან. კარსტული რელიეფის განვითარება საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიური განვითარების და, საერთოდ, რელიეფის განვითარება-ჩამოყალიბების ფონზე მიმდინარეობდა.

კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის თანამედროვე ნაოჭა სტრუქტურების (მათ შორის რაჭისა და მისი დასავლეთი განშტოების – ნაქერალას) საბოლოო ფორმირება მოხდა როდანულ ოროგენულ ფაზაში [1]. ბაქოურისწინა და ხაზარულისწინა მოძრაობებმა გამოიწვია კავკასიონის ახალი აზეგება, რასაც მოჰყვა ზედაპირზე და მიწის ქვეშ ეროზიულ-კოროზიული პროცესების გააქტიურება [2]. ვალახური ოროფაზის შედეგად (გვიან პლიოცენის დასასრული) საკვლევ ტერიტორიაზე განვითარდა რღვევითი დისლოკაციების სისტემები, რის შედეგადაც აქ განვითარებული ქვედა ცარცული კირქვები კოლექტორულ თვისებებს იძენს. აღ. ჯანელიძე [3] ამ პერიოდის ოროფაზას სამხრეთ ოკრიბის შეცოცების წარმოშობას უკავშირებს, რამაც, თავის მხრივ, ბიბგი მისცა და განაპირობა ცუცხვათის და ტყიბულა-ძვერულას მღვიმეების წარმოშობა-განვითარება. შაორის (პოლიე) ქვაბულიც, ცხადია, ამავე პერიოდში შეცოცების შედეგად წარმოშობილი, ტექტონიკურად შეპირობებული ზედაპირული მდინარეული ხეობის გადაკეცვით განვითარდა. აღნიშნულმა რღვევითმა დისლოკაციებმა, ავტორთა აზრით, მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა ნაქერალას ქედის მღვიმეების წარმოშობა-განვითარებაზე.

ნაქერალას ქედის კირქვულმა რელიეფმა კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის კირქვული რელიეფის კვალდაკვალ პლეისტოცენურ გამყინვარებამდე წყალმშთანთქმელი აპარატის (კარები, პონორები, ჭები, შახტები და ა. შ.) ჩასახვასთან ერთად განიცადა ღრმა-ეროზიული დანაწევრება და ნგრევა, რასაც წყლების სიღრმისკენ გადანაცვლება მოჰყვა [2].

მურადის მღვიმის წარმოშობა-ჩამოყალიბება პლეისტოცენამდე უნდა დამთავრებულიყო, რაზეც მიუთითებს რაჭის ქედის აღმოსავლეთ ნაწილში არსებული წონას მღვიმეში მიკვლეული აშელისდროინდელი პალეონტოლოგიური ნალექები და კულტურული ფენა [4], რომელიც შეესატყვისება ქვედა პლეისტოცენს. აღნიშნულ მოსაზრებას კიდევ უფრო დამაჯერებელს ხდის უშუალოდ ნაქერალას ქედზე, მურადის მღვიმიდან 2–3 კმ-ში მდებარე ცხრაჯვარის I მღვიმეში (ზ. დ. 1435 მ) მიკვლეული ნაშთები დათვისა, რომელიც ბინადრობდა არა უგვიანეს რის-ვიურმული გამყინვარებათშორის ეპოქაში და დათარიღებულია აშელური ასაკით [5].

ამასვე ადასტურებს ზემო იმერეთის მღვიმეებში ჩატარებული ტერიგენული ნალექების ლითოსტრატიგრაფიული კვლევის შედეგები, რის საფუძველზეც გამოთქმულია მოსაზრება რაჭის ქედის მღვიმეების პლეისტოცენამდე წარმოშობის შესახებ [6]. ე. ი. მღვიმის ჩამოყალიბება პლეისტოცენამდე უკვე დამთავრებული იყო.

დასკვნა

რაიონის გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური თავისებურება, მღვიმური ნაფენების ლითოსტრატიგრაფიული ანალიზი და არსებული არქეოლოგიური მონაცემები საშუალებას იძლევა ვამტკიცოთ, რომ რაჭის ქედის მღვიმეების (კერძოდ მურადის მღვიმის) ჩამოყალიბება ძირითადად პლეისტოცენამდე ან ქვედაპლეისტოცენში უნდა მომხდარიყო.

საწყის ეტაპზე მღვიმე ჩაისახა ფრეატულ ეპოქაში, წნევიანი ნაკადების აქტიური ზემოქმედების პირობებში, რაზეც მიუთითებს მღვიმეში მკაფიოდ შემორჩენილი წნევიანი წყლების მექანიკური და ქიმიური ზემოქმედების კვალი (მოშანდაკებული და დაჩვრეტილი ზედაპირები, მომრგვალებული თაღები, ყრუ ჯიბეები და ნიშები). მღვიმის განვითარების შემდგომ პერიოდებში აქტიური როლი შეუსრულებია თავისუფალი ნაკადების მოქმედებას (ვადოზური ეპოქა), რომლის შესახებაც მიუთითებს ტერიგენული ნალექების მძლავრი წყება, კარგად დამუშავებული ჩატრილი მიკრომენდრები, სტრუქტურული ტერასული საფეხურები და ა. შ. აღნიშნული ვადოზური ეპოქის (ნაპრალოვან-ტალანური და პერიოდულად ნაპრალოვან-ტალანური სტადიის) გავლის შემდეგ მღვიმე ამჟამად იმყოფება პერიოდულად ნაპრალოვან-ტალანური სტადიიდან მშრალ-ტალანურ სტადიაში გარდამავალ პერიოდში. ამ ეტაპზე მღვიმის ნაწილი განიცდის გამომშრობას, ხოლო ნაწილში ინფილტრაციული და კონდენსაციური წყლის ჭავლების და წვეთების მეშვეობით აქტიურად ვითარდება ნალექთი ფორმები.

ამრიგად, მურადის მღვიმის თანამედროვე რელიეფი ხანგრძლივი გეოლოგიური და გეომორფოლოგიური განვითარების პროდუქტია და მის ჩამოყალიბებაში ტექტონიკურ მოძრაობებთან ერთად დიდი როლი შეასრულა კარსტულმა და ეგზოტექტონიკურმა მოვლენებმა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Цагарели А. Л. Червертичная тектоника Грузии.— Сб. «Гималайский и Альпийский орогенез»// Международный геолог. конгр., XXII сессия, докл. сов. геологов, проблема (II), М., 1964.
2. Тинтилозов З. К. Карстовые пещеры Грузии (морфологический анализ). Тб., 1976.
3. Джанелидзе А. И. Геологические наблюдения в Окрибе и смежных частях Рачи и Лечхуми. Тб., 1940.
4. Любин В. П. Палеолит Кавказа.- В кн.: Палеолит Кавказа и Северной Азии, АН СССР, Л., 1989.
5. Церетели Д. В. Кладбище пещерных медведей в окрестностях Накеральского перевала (пещера Цхраджвари). //Изд. Аз. ССР, № 1, 1956.
6. ზ. ლუკავა. ზემო იმერეთის პლატოს და მიმდებარე რაიონების კარსტი. თბ.: უნივერსალი, 2015.

CAVE MURADA – THE UNIQUE SPELEOLOGICAL OBJECT ON THE NAKERALA RANGE

Z. Lezhava, L. Azanidze, K. Tzikarishvili, G. Lominadze, G. Chartolani, I. Julakidze, A. Naskidashvili

(I. Javakhishvili Tbilisi State University's Vakhushti Bagrationi Institute of Geography, A. Tzereteli State University)

Resume: The complex karst-speleological investigations were conducted in the cave Murada for the first time. All proven major research methods were used to study the classic karst areas and underground cavities.

The situation plan and a section of the cave were done on the basis of a large-scale survey. The structural-fissure directions of the cave were determined by using a compass-chronometer. Almost all types and subtypes of the water-chemogenic and water-mechanical sediments are gathered in the cave, which are recorded in the caves of the Caucasus.

The detected mineral aggregates (limestone dough, moon milk) are rare for the caves of Georgia, while oolites and pisolites exceed the similar speleothemes in sizes and diversity. The cave is unique due to the eccentric ball-shaped formations, which have no analogue in the Caucasus and are rare in the world.

The cave is unique also due to the large section of the powerful natural outcrop (about 3 meters) of the terrigenous sediments, where the sedimentation complete cycle (the ancient sediments) is preserved untouched, which has not been observed in the caves of the Caucasus so far. The calcite layered sediments (fossilized bark) of a large area (15–20 m²) and thickness (30–40 mm) are found in the cave with the well-marked rhythmical bedding. In our opinion the calcite bark and terrigenous sediments carry an interesting information, and hence their complete laboratory study is important in order to restore the picture of the cave and in general, the paleogeographic picture of the region.

Identification of the age of the oldest sediments (pre-pleistocene) was possible based on the study of the region's geological and geomorphological features.

Key words: cave; discovery; karst; unique mineral aggregates.

СПЕЛЕОЛОГИЯ

ПЕЩЕРА МУРАДА – УНИКАЛЬНЫЙ СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ НА ХРЕБТЕ НАКЕРАЛА

Лежава З. И., Асанидзе Л. З., Цикаришвили К. Д., Ломинадзе Г. Дж., Чартолани Г. Г., Джулакидзе И. Ж., Наскидашвили А. С.

(Институт географии Вахушти Багратиони Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили, Государственный университет им. А. Церетелт)

Резюме: В пещере Мурада впервые были проведены комплексные спелеологические исследования. При этом были использованы апробированные методы исследования классических карстовых регионов.

На основе крупномасштабной геодезической съемки составлены план и разрез пещеры. С помощью компаса-хронометра были определены направления трещин в пещере.

В пещере собраны почти все водо-хемогенные и водо-механические типы и подтипы отложений, которые на сегодняшний день зафиксированы в пещерах Кавказа. Здесь обнаружены агрегаты (известковое тесто, лунное молоко), которые представляют редкость для пещер Грузии. Также имеющиеся в пещере минеральные агрегаты – оолиты и пизолиты, по распространению, размерам и разнообразию, превышают образцы Новоафонской и других пещер Грузии. Особенную уникальность пещере придают эксцентрические шаровые образования, которые не имеют аналогов на Кавказе. По всей вероятности, они – большая редкость и в мире.

Пещера уникальна также мощным (3 м) разрезом терригенных отложений. Такой мощный разрез с полным циклом осадконакопления (древнейшие осадки) в пещерах Кавказа еще не был найден. В пещере обнаружены отложения кальцита мощностью 30–40 мм (окаменевшая кора), которые занимают большую площадь (15–20 м²). У них хорошо выражены периодические слои. По мнению авторов, кальцитовая кора и терригенные отложения содержат интересную информацию и лабораторный анализ этих образований даст возможность восстановить палеогеографическую картину развития пещеры и всего региона.

На основе геолого-геоморфологических особенностей территории и, опираясь на имеющиеся археологические материалы, был установлен приблизительный возраст пещеры. В окрестности Эрцо-Цона и хребта Накерала палеонтологически датированный возраст отложений культурных слоев представлен нижним плейстоценом. И, как видно, формирование пещеры в основном было завершено уже до плейстоцена.

Ключевые слова: карст; открытия; пещера; уникальные минеральные агрегаты.

ტემპერატურისა და ტენიანობის კომპლექსური კლიმატური პარამეტრის ბათვალისწინება სოფლის მეურნეობაში და მშენებლობის დაპროექტებისას

ლიანა ქართველიშვილი, ლია მეგრელიძე, ქეთევან როყვა

(გარემოს ეროვნული სააგენტო)

რეზიუმე: განსაზღვრულია ტემპერატურისა და ტენიანობის კომპლექსური პარამეტრი საქართველოს სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში მდებარე პუნქტებისათვის. ამ მონაცემების გათვალისწინება აუცილებელია სოფლის მეურნეობაში ტენიანობის რეჟიმის და აგროკლიმატურ ზონებად დაყოფის შეფასებისას. ტემპერატურისა და ტენიანობის პარამეტრების გათვალისწინება ასევე საჭიროა საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების შემომზადების კონსტრუქციების თბოტექნიკური გაანგარიშებისას. ეს მონაცემები განსაკუთრებით აქტუალურია თანამედროვე პირობებში კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე.

საკვანძო სიტყვები: აბსოლუტური ტენიანობა; აგროკლიმატური დარაიონება; თბოტექნიკური რეჟიმი; კლიმატის გლობალური დათბობა; კომპლექსური პარამეტრი.

შესავალი

კომპლექსური კლიმატური პარამეტრი გულისხმობს კლიმატის ისეთ მაჩვენებელს, რომელიც ერთდროულად შეიცავს ინფორმაციას ორი ან რამდენიმე კლიმატური ელემენტის შესახებ. ცალკეული კლიმატური ელემენტებისაგან განსხვავებით, ერთმანეთთან დაკავშირებული კომპლექსები შეიცავს დამატებით განსხვავებულ ინფორმაციას ატმოსფერული პროცესების, ამინდისა და კლიმატის შესახებ. ამ დამატებითი ინფორმაციის მიღება ჩვეულებრივი ცალკეული მეტეოროლოგიური ელემენტებით გამოსახული კლიმატური მაჩვენებლების მიხედვით შეუძლებელია. დამატებითი ინფორმაცია წარმოიქმნება სწორედ კომპლექსის მდგენელებს შორის არსებული ბუნებრივი კავშირების გამო. ამასთან, კომპლექსური კლიმატური პარამეტრების მნიშვნელობა არ შემოიფარგლება მხოლოდ კლიმატის უფრო ღრმა და საფუძვლიანი შესწავლით. მათ განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ მთელი რიგი გამოყენებითი ხასიათის ამოცანების გადაწყვეტისას. მაგალითად, სხვადასხვა ნაგებობათა დაპროექტებისა და მშენებლობისათვის საჭიროა კლიმატის ისეთი კომპლექსური მაჩვენებლის გათვალისწინება, როგორიც არის ეფექტური ტემპერატურა, რომელიც შეიცავს ინფორმაციას ჰაერის ტემპერატურისა და ქარის სიჩქარის შესახებ.

ავიაციის მუშაობა იგეგმება ისეთი კლიმატური მაჩვენებლების შესაფასებლად, რომლებიც განისაზღვრება ხილვადობით და ღრუბელთა ქვედა საზღვრის სიმაღლით. აგროკლიმატური შეფასებისას საჭიროა იმ კომპლექსური პარამეტრის ცოდნა, რომელიც შეიცავს ინფორმაციას მზის რადიაციის, ტემპერატურის და ტენიანობის შესახებ. ნაშრომში დადგენილია ტემპერატურისა და ტენიანობის კომპლექსური კლიმატური პარამეტრი საქართველოს სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში მდებარე პუნქტებისათვის და განსაზღვრულია მათი განაწილების თავისებურებანი დროსა და სივრცეში. მიღებული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია გამოყოფილ იქნეს დატენიანების ზონები და შეფასდეს ტერიტორიის დატენიანების ხარისხი. ეს მონაცემები გამოიყენება აგროკლიმატური დარაიონებისას, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის.

ძირითადი ნაწილი

მოცემული რაიონის ტემპერატურული და ტენიანობის რეჟიმის დასახასიათებლად იყენებენ მთელ რიგ კომპლექსურ კლიმატურ მახასიათებლებს; კერძოდ, ტემპერატურისა და ტენიანობის შესაბამისი განმეორებადობებს. ეს მახასიათებლები წარმატებით გამოიყენება სოფლის მეურნეობასა და სამშენებლო კლიმატოლოგიაში. ძალიან ფართოდაა გავრცელებული სპეციალური რაოდენობრივი მახასიათებლები, ინდექსები, რომლებიც მიიღება რამდენიმე მეტეოროლოგიური ელემენტის ერთობლიობით. ასეთ ინდექსებს მიეკუთვნება ჰიდროთერმული კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს ტერიტორიის დატენიანების ხარისხს [1].

აღნიშნული ინდექსები გამოიყენება კლიმატური დარაიონებისას და კლიმატის კლასიფიკაციისათვის, აგრეთვე სოფლის მეურნეობაში და სამშენებლო-კლიმატური ზონების გამოსაყოფად. სამშენებლო კლიმატოლოგიაში გამოიყენება ისეთი ინდექსები, რომლებიც გამოითვლება ჰაერის საშუალო ტემპერატურის, ქარის სიჩქარისა და ტენიანობის მონაცემების ურთიერთშეხამებით. ჰაერის ტენიანობისა და ტემპერატურის უდიდესი მნიშვნელობების დამთხვევა, ტემპერატურის მკვეთრი ცვლილება, თავსებადობისა და ძლიერი ქარების ზემოქმედება დიდ ზიანს აყენებს მშენებლობას, ამცირებს მის საექსპლუატაციო დონეს. ამიტომ შენობების სწორი დაპროექტებისათვის აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს როგორც მეტეოროლოგიური ელემენტების ეს მნიშვნელობები, ისე საანგარიშო სიდიდეები ნორმისაგან განსხვავებული მნიშვნელობების მიხედვით.

მაღალი ტენიანობა ამცირებს კონსტრუქციების საექსპლუატაციო დონეს და შეიძლება შენობების მწვობრიდან ნაადრევი გამოსვლაც კი გამოიწვიოს. კედლების დატენიანების მთავარ მიზეზს სათავსში წყლის ორთქლის შეღწევა და მისი კონდენსაცია წარმოადგენს. ირიბი წვიმების დროს კედლის გარეთა ზედაპირები სველდება და წყლის ორთქლი შენობების კედლებში აღწევს.

შენობაში ნორმალური ტენიანობის რეჟიმის შესაქმნელად საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს დატენიანების ყველა წყარო. ტენიანობის რეჟიმის შესწავლა შეუძლებელია სითბოს რეჟიმის შესწავლის გარეშე, რადგან კედლების დატენიანების ერთ-ერთ მიზეზს, როგორც აღვნიშნეთ, წარმოადგენს წყლის ორთქლის კონდენსაცია, რომელიც მიმდინარეობს ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის შესაბამისი მნიშვნელობების დამთხვევისას, კერძოდ კი მაშინ, როდესაც ჰაერი მიაღწევს გაჯერების მდგომარეობას და მისი ტემპერატურა ნამის წერტილის ტემპერატურაზე დაბლა დაიწევს.

ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა კლიმატის დამახასიათებელი ძირითადი ფაქტორებია და მოქმედებს შემომზღუდვი კონსტრუქციების ტენიანობის რეჟიმზე. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ამ საკითხის შესწავლა ცხელი ნოტიო კლიმატის რაიონებში, რომლებიც ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე IV სამშენებლო კლიმატურ ზონაში მდებარეობს. IV ბ ქვერაიონიდან ნოტიო სუბტროპიკული ზონა გამოიყოფა. ამ ქვერაიონისათვის დამახასიათებელია ცხელი ზაფხული და რბილი ზამთარი, უარყოფითი ტემპერატურები იშვიათობაა.

ყველაზე ცხელ თვეში ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა 22 – 28⁰-ს აღწევს, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა – 55 – 76 %-ს; IV ბ ქვერაიონის კლიმატური ზონები ხასიათდება ქარის რეჟიმისა და ნალექების რაოდენობის სხვადასხვაობით. მიუხედავად იმისა, რომ ზამთარში აქ გაბატონებულია ზომიერი განედის ჰაერი, ზაფხულში ტროპიკული ჰაერი ჭარბობს და რადიაციული ბალანსი თავისი სიდიდით ტროპიკული განედების რადიაციულ ბალანსს უტოლდება. ირიბი წვიმების მონაცემების ანალიზმა ცხადყო, რომ ამ რეგიონის ზოგიერთ რაიონში, კერძოდ, შავი ზღვის სანაპიროზე და ლენქორანის დაბლობზე, მოდის ისეთივე თავსებადობა წვიმები, როგორიც ეკვატორული განედის ზოგიერთ ქვეყანაში. ამიტომ ამ რაიონებისათვის განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ტემპერატურისა და ტენიანობის რეჟიმის შესწავლას.

კლიმატის თავისებურებების, ზოგიერთი სათავსის გარე და შიგა ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის შემცველობის შეფარდების მიხედვით, წყლის ორთქლი სათავსიდან გარეთ გამოდის, ხოლო ზოგიერთში პირიქით – გარედან შიგნით შედის. ამიტომ შენობების დაპროექტებისას აუცილებელია ტემპერატურისა და ტენიანობის რეჟიმის წლიური მსვლელობის გათვალისწინება.

ჩრდილოეთ რაიონებში წლის განმავლობაში გარე ჰაერის ტემპერატურა იშვიათად აღემატება სათავსის შიგა ტემპერატურას. მაშასადამე, წყლის ორთქლი სათავსიდან გარეთ გამოდის, ხოლო ბალტიისპირეთისა და შავი ზღვისპირეთის რაიონებში, პირიქით – წლის უმეტეს პერიოდში წყლის

ორთქლი სათავისკენ მიემართება. ამის გამო სათანადო ზომები მიიღება კონსტრუქციების კონდენსაციური დატენიანებისაგან დასაცავად.

ტენიანობის რეჟიმი განისაზღვრება მეტეოროლოგიაში ცნობილი მახასიათებლებით: ფარდობითი ტენიანობით, წყლის ორთქლის პარციალური წნევით და სხვ. ჰაერის გარკვეული ტემპერატურისას წყლის ორთქლის მაქსიმალური დრეკადობა შეესაბამება ჰაერის მაქსიმალურ აბსოლუტურ ტენიანობას.

ჰაერის წყლის ორთქლით გაჯერების ხარისხი გამოითვლება ფარდობითი ტენიანობის მიხედვით, რომელიც წარმოადგენს წყლის ორთქლის ფაქტობრივი დრეკადობის გაჯერებული წყლის ორთქლის პარციალურ წნევასთან შეფარდებას. ჰაერის ტემპერატურას და ფარდობით ტენიანობას შორის არსებობს გარკვეული დამოკიდებულება. ტემპერატურის შემცირებით მისი ფარდობითი ტენიანობა იზრდება. თუ შენობის შიგა ზედაპირის გაცივებით ტემპერატურა დაეცემა ნამის წერტილის ტემპერატურაზე დაბლა, მაშინ ტენი, რომელსაც შეიცავს სათავის ჰაერი, კონდენსირდება და გამოიყოფა ზედაპირზე.

წლის თბილ პერიოდში ფარდობითი ტენიანობა, როგორც წესი, იცვლება დღე-ღამის განმავლობაში. მაგალითად, საქართველოში, შავი ზღვის სანაპიროზე, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა ზაფხულში, ღამის საათებში ხშირად ნორმას აღემატება, ამიტომ მიზანშეწონილია სათავში ჰაერის ტენიანობის შესამცირებლად სპეციალური მოწყობილობების დაყენება; შუა აზიაში კი – პირიქით, ზაფხულში ჰაერის ზედმეტი სიმშრალის გამო დღის საათებში აუცილებელია ჰაერის დატენიანება.

კონსტრუქციების დაპროექტებისას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ტენიანობის რეჟიმის ზემოქმედების გათვალისწინებას როგორც მაღალი ტემპერატურის დროს (ჭარბი ტენიანობა ხელს უწყობს კოროზიის პროცესების დაჩქარებას), ისე 0°C -ის დროს (მკვეთრად ძლიერდება ნგრევის მექანიკური პროცესი გაყინვისა და დნობის პროცესის ზემოქმედების გამო).

ჰაერის ტემპერატურას, წყლის ორთქლის პარციალურ წნევას და ფარდობით ტენიანობას შორის არსებობს ფუნქციონალური დამოკიდებულება. ეს იმას ნიშნავს, რომ ჰაერის ტემპერატურისა (t°) და წყლის ორთქლის პარციალური წნევის (e) მნიშვნელობათა მიხედვით განისაზღვრება ფარდობითი ტენიანობის (f) მნიშვნელობა. ეს დამოკიდებულება გამოსახულია დიაგრამაზე, სადაც მრუდებზე წარმოდგენილია ფარდობითი ტენიანობის პროცენტული მანევრებელი (იხ. ნახ.). ასეთი სახის დიაგრამებზე შეიძლება დატანილ იქნეს ტემპერატურისა და ტენიანობის შეხამებათა განმეორებადობის ნებისმიერი მნიშვნელობები.

ამრიგად, სხვადასხვა პუნქტის დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით აგებულ იქნა დიაგრამები, რომლებიც ნათელ წარმოდგენას იძლევა კლიმატური განსხვავების შესახებ: მაგალითად, ზოგიერთ რაიონში ჭარბობს მაღალი ტემპერატურა დაბალი ფარდობითი ტენიანობის დროს, ზოგან – მაღალი ტემპერატურის განმეორებადობა შედარებით მაღალი ფარდობითი ტენიანობისას, ზოგან კი – დაბალი ტემპერატურა მაღალი ფარდობითი ტენიანობის დროს. მოცემული დიაგრამის მიხედვით, რომელიც აგებულია საქართველოს სხვადასხვა პუნქტისათვის, ადვილად შეიძლება განისაზღვროს ეს განსხვავებები.

ტემპერატურისა და ტენიანობის კომპლექსის რეჟიმის შესასწავლად გამოყენებულ იქნა როგორც ხანგრძლივი, ისე საათობრივი დაკვირვებები. ტემპერატურის საწყისი მონაცემების ამორჩევა მიმდინარეობდა ყოველი 5° -ის შემდეგ, ხოლო ფარდობითი ტენიანობისა – ყოველი 5% -ის შემდეგ. ეს კომპლექსი გამოანგარიშებულ იქნა საქართველოს სხვადასხვა კლიმატური პუნქტისათვის. ტემპერატურისა და ტენიანობის ადგილობრივი კლიმატური პირობების გამო ტემპერატურა მერყეობს - 5° -დან $+40^{\circ}$ -მდე. ტემპერატურის ამპლიტუდა აღწევს $40 - 45^{\circ}$ -ს, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა - 90% -ს (11 -დან 100% -მდე). ყველაზე მაღალი განმეორებადობა ტემპერატურებისა მოდის 5 -დან 25° -მდე. ყველაზე მეტად მეორდება გრადაციები $5.0 - 9.9^{\circ}\text{C}$. ამასთანავე, ყველაზე მაღალი განმეორებადობა მოდის ფარდობითი ტენიანობის გრადაციაზე $91 - 95\%$ და შეადგენს საერთო შემთხვევათა რაოდენობის 4.1% -ს. ამ გრადაციებისათვის ტემპერატურის ზრდის გამო განმეორებადობები თანდათან მცირდება 3.6% -მდე $20 - 25^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის დროს. ფოთში გრადაცია $-10, -5^{\circ}\text{C}$ მაღალ ტენიანობასთან შეხამებით იშვიათად დაიკვირვება და 25 წლის განმავლობაში შეადგენს მხოლოდ 10 დღეს. როდესაც ჰაერის ტემპერატურა მეტია 25°C -ზე ცხელი დღეების განმეორებადობის რაოდენობა წლიურ ჯამში 9.3% -ია, $71 - 75\%$ ტენიანობის გრადაციის განმეორებადობა კი - 2.7% .

აღმოსავლეთ საქართველოს კლიმატის ზოგადი კანონზომიერების გათვალისწინებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ შიგა რაიონებში ტემპერატურისა და ტენიანობის კომპლექსი კლიმატის კონტი-

ნენტალურობის და სიმშრალის გაზრდით მაღალი ტემპერატურისა და დაბალი ფარდობითი ტენიანობის შეხამებისას იზრდება აღმოსავლეთის მიმართულებით (ხაშური, გორი, თბილისი, თელავი).

ტემპერატურისა და ტენიანობის შეხამების განმეორებადობა მიღებული ინტერვალის მიხედვით ცხადყოფს, რომ თბილისში ყველაზე დიდი განმეორებადობა შეესაბამება ტემპერატურის 5-დან 25⁰-მდე და ფარდობითი ტენიანობის 60 – 90 %-მდე გრადაციებს. ცივი დღეების განმეორებადობა 0 °C-ზე დაბლა წარმოადგენს წელიწადში საერთო შემთხვევათა 5.7 %-ს. არახელსაყრელი ამინდის პირობები აღინიშნება იმ დღეებში, როდესაც დაბალი ტემპერატურა ნაკლებია 10 °C-ზე მაღალი ფარდობითი ტენიანობის დროს. თბილისში ასეთი დღეების რაოდენობა უმნიშვნელოა და 0.1 %-ზე ნაკლებს შეადგენს. ტემპერატურის და ფარდობითი ტენიანობის განმეორებადობა 20 – 25 °C-ით, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა 70 – 75 %-ით ფოთში უფრო მეტია, ვიდრე თბილისში. ეს განპირობებულია უპირველეს ყოვლისა იმით, რომ თბილისი შედარებით მშრალია, რამდენადაც ზღვის ჰაერი აღმოსავლეთით გადაადგილებისას განიცდის ტრანსფორმაციას და კარგავს ტენის ნაწილს. შესაბამისად, მოცემული კომპლექსის განმეორებადობა მცირდება ყველა შემთხვევაში, როდესაც ტემპერატურა თბილისში აღწევს 40 °C-ს და ფარდობითი ტენიანობა 50 %-ზე ნაკლებია.

თუ შევადარებთ სხვადასხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში განლაგებული სადგურების კლიმატურ მონაცემებს, მივიღებთ შესამჩნევ განსხვავებებს, რაც, რა თქმა უნდა, მოსალოდნელი იყო. მაგალითად, ქუთაისში დაბალი ტენიანობის დროს მაღალი ტემპერატურის განმეორებადობა 1 – 5 %-ს შეადგენს. სიმაღლის და ნალექების რაოდენობის გაზრდის გამო ნალექიან დღეთა რაოდენობა თანდათან მატულობს და, შესაბამისად, მატულობს ისეთი კომპლექსების შემთხვევები, რომლებიც წარმოიქმნება მაღალი ფარდობითი ტენიანობით და დაბალი ტემპერატურების მნიშვნელობებით. ეს ხდება იმის გამო, რომ ტემპერატურა ეცემა ადგილის სიმაღლის შესაბამისად. მთიანი და მაღალმთიანი პუნქტების მონაცემების მიხედვით (მესტია, საბუეთის მთა, ბახმარო, ბაკურიანი), ტემპერატურების ცვლილების დიაპაზონი მცირდება. ტემპერატურების მაქსიმალური მნიშვნელობები არ აღემატება 30 °C-ს. ცხელი დღეების განმეორებადობა ჰაერის 25 °C და მეტი ტემპერატურით ან დაბალი ფარდობითი ტენიანობით (50 – 55 %), არ აღემატება საერთო შემთხვევათა 1 %-ს.

ტენიანობის ზონების გამოსაყოფად შემოღებულია ტემპერატურისა და ტენიანობის კომპლექსური პარამეტრი K.

$$K = \frac{H\varphi}{Q_s \sqrt{A_t}} \quad , \quad (1)$$

სადაც H არის თბილ პერიოდში ვერტიკალურ ზედაპირზე მოსული ნალექების რაოდენობა, მმ;

φ – ყველაზე ცხელი თვის ფარდობითი ტენიანობა 13 სთ-ზე, %;

Q_s – ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოსული საშუალო წლიური რადიაცია, კჯ/მ;

A_t – ჰაერის საშუალო ტემპერატურების (იანვარი და ივლისი) წლიური ამპლიტუდა, %.

კომპლექსური კლიმატური პარამეტრის მიხედვით, საქართველოს ტერიტორია დაყოფილია ტენიანობის ზონებად შემდეგი გრადაციების გათვალისწინებით:

1. მშრალი (K ნაკლებია 5-ზე);
2. ზომიერი (K ტოლია 5–9-ის);
3. ტენიანი (K მეტია 9-ზე);

ტენიანი ზონა (K მეტია 9-ზე) დაყოფილია ქვერაციონებად: მდგრადი ზომიერად ტენიანი (K მეტია 11-ზე) და ტენიანი (K÷9–11);

ზომიერი ზონა (K÷5–9) და ზომიერად მშრალი (K÷5–7);

მშრალი ზონა (K ნაკლებია 5-ზე) დაყოფილია ქვერაციონებად: მშრალი (K÷3–5) და მდგრადი მშრალი (K=3).

მიღებული მონაცემების ანალიზი ცხადყოფს, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე გამოყოფილ იქნა ტენიანობის სამივე ზონა.

ყველაზე მაღალია ტენიანობის კომპლექსური მახასიათებლები დასავლეთ საქართველოს შავი ზღვისპირა რაიონებში და საქართველოს მაღალმთიან რაიონებში, სადაც იგი 9–11-ს აღწევს. ზომიერ ზონაშია მოქცეული რაჭა-ლეჩხუმი და იმერეთის ზონა. მშრალი ზონაა აღმოსავლეთ საქართ-

ველოში ქართლ-კახეთის, ხოლო ყველაზე მშრალი (მდგრადი მშრალი) – ქვემო ქართლის და შიდა კახეთის რეგიონი.

დასკვნა

საქართველოს სხვადასხვა პუნქტის მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით აგებულ იქნა დიაგრამები, რომლებიც ნათელ წარმოდგენას იძლევა კლიმატური განსხვავების შესახებ. ზოგიერთ რაიონში ჭარბობს მაღალი ტემპერატურა დაბალი ფარდობითი ტენიანობის დროს, ზოგან მაღალი ტემპერატურის განმეორებადობა აღინიშნება შედარებით მაღალი ფარდობითი ტენიანობისას, ზოგან კი – დაბალი ტემპერატურა მაღალი ფარდობითი ტენიანობის დროს. მოცემული დიაგრამის მიხედვით, რომელიც აგებულია საქართველოს სხვადასხვა პუნქტისათვის, ადვილად შეიძლება განისაზღვროს ეს განსხვავებები. შენობაში ნორმალური ტენიანობის რეჟიმის შესაქმნელად საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს დატენიანების ყველა წყარო.

ტენიანობის რეჟიმის შესწავლა შეუძლებელია სითბოს რეჟიმის შესწავლის გარეშე, რადგან კედლების დატენიანების ერთ-ერთი მიზეზი, როგორც აღვნიშნეთ, წყლის ორთქლის კონდენსაციაა, რომელიც მიმდინარეობს ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის შესაბამისი მნიშვნელობების დამთხვევის დროს; კერძოდ კი მაშინ, როდესაც ჰაერი მიაღწევს გაჯერების მდგომარეობას და მისი ტემპერატურა ნამის წერტილის ტემპერატურაზე დაბლა დაიწევს.

ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა კლიმატის დამახასიათებელი ძირითადი ფაქტორებია და მოქმედებს შემომზღუდი კონსტრუქციების ტენიანობის რეჟიმზე. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ამ საკითხის შესწავლა ცხელი ტენიანი კლიმატის რაიონებში, რომლებიც ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე IV სამშენებლო კლიმატურ ზონაში მდებარეობს. აქ IV ბ ქვერაიონიდან ტენიანი სუბტროპიკული ზონა გამოიყოფა. ამ ქვერაიონისათვის დამახასიათებელია ცხელი ზაფხული და რბილი ზამთარი, უარყოფითი ტემპერატურები იშვიათობაა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ლ. ქართველიშვილი. კომპლექსური კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინება მშენებლობაში. თბ., 2001.
2. გ. სადადაშვილი, ლ. ქართველიშვილი. სამშენებლო კლიმატოლოგია. ნაწ. I-II. თსუ, 1980.
3. სამშენებლო კლიმატოლოგია „სამშენებლო ნორმები და წესები“. თბ., 1998.

CONSIDERATIONS OF AIR TEMPERATURE AND HUMIDITY COMPLEX PARAMETER IN DEVELOPMENT BUILDING INDUSTRY AND AGRICULTURE

L. Kartvelishvili, L. Megrelidze, K. Rokva

(National Agency of Environmental Protection)

Resume: Temperature-humidity complex parameter has been designed for various points of Georgia's regions that are located in different climatic conditions. These data should be considered in agriculture in assessing moisture conditions and for agroclimatic zoning. Considerations of temperature and humidity values are also necessary in the heat-technical calculations of constructions for residential and public buildings. These findings are particularly relevant in today's conditions on the background of global warming.

Key words: absolute humidity; agroclimatic zoning; complex parameter; global warming; heat-engineering regime.

ПРИКЛАДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО КОМПЛЕКСНОГО ПАРАМЕТРА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Картвелишвили Л. Г., Мегрелидзе Л. Д., Роква К. Д.

(Национальное агентство окружающей среды)

Резюме: Рассчитан температурно-влажностный комплексный параметр для различных районов Грузии, которые находятся в разных климатических условиях. Эти данные необходимо учитывать в сельском хозяйстве при оценке влажностного режима и агроклиматического зонирования. Учет температурно-влажностного параметра также необходим при теплотехнических расчетах ограждающих конструкций для жилых и общественных зданий. Эти данные особенно актуальны в современных условиях на фоне глобального потепления климата.

Ключевые слова: абсолютная влажность; агроклиматическое зонирование; глобальное потепление; комплексный параметр; теплотехнический режим.

ბუნებრივი აირის გაჟონვის კონტროლის, სიგნალიზაციისა და ჩამკეტი სარქველის მართვის ახალი მიკროპროცესორული სისტემა

ნუგზარ იაშვილი, იური ხუტაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: დამუშავებულია ახალი სისტემა, რომელიც განკუთვნილია საცხოვრებელ ბინებში ბუნებრივი აირის გაჟონვის დაფიქსირებისათვის, გამაფრთხილებელი ხმოვანი და მანათობელი სიგნალების გამომუშავებისათვის. სისტემის მიკროპროცესორული მოწყობილობა უზრუნველყოფს აირის გაჟონვისას ელექტრომაგნიტური სარქველის ჩაკეტვას და ბინაში ბუნებრივი აირის მიწოდების შეწყვეტას. უკვე არსებული მოწყობილობებისა და სისტემებისაგან ახალი სისტემა განსხვავებულია რამდენიმე ნიშნით, რაც განაპირობებს მოწყობილობის მაღალ მგრძნობიარობას და სიზუსტეს. გარდა ამისა, წინასწარი გათვლებით მნიშვნელოვნად შემცირდება სისტემის ღირებულება.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი აირის (მეთანის) გაჟონვა; მართვის სისტემა; მიკროპროცესორი; ჩამკეტი სარქველი.

შესავალი

ბუნებრივი აირის საცხოვრებელ ბინებში გამოყენებისას ხშირად ხდება აირის (მეთანის) გაჟონვა და მისი დაგროვება, რაც მეტად სახიფათოა, რადგან გაჟონვას შეიძლება მოჰყვეს მძიმე შედეგები: დამანგრეველი აფეთქება, ადამიანთა მოწამვლა. მატერიალური ზარალი, ზოგჯერ ადამიანთა მსხვერპლიც კი.

სწორედ ამ პრობლემის გადასაწყვეტად და ადამიანთა უსაფრთხოებისათვის აუცილებელია საცხოვრებელ ბინებში აირის გაჟონვის სიგნალიზატორების, მოწყობილობებისა და მონიტორინგის სისტემების დაყენება. დღეისათვის მსოფლიოს მრავალი ქვეყანა აწარმოებს აირის გაჟონვის აღმოსაჩენ სხვადასხვა ტექნიკურ საშუალებას. მათ შორის სიგნალიზატორებს, რომლებიც აფიქსირებს საცხოვრებელ ბინებში აირის გაჟონვას.

ცნობილია ადამიანის სიცოცხლისთვის საშიში აირების, მათ შორის ბუნებრივი აირის (მეთანის), კონცენტრაციის კონტროლისა და სიგნალიზაციის მთელი რიგი მოწყობილობები: სამხრეთ კორეული ფირმა Olympia მომხმარებლებს სთავაზობს SH სერიის დეტექტორებს ფეთქებასაშიში აირებისათვის (მეთანი, პროპანი, ბუტანი და სხვ.). კომპანია Seitron (იტალია) ამზადებს სხვადასხვა აირების გაჟონვის დაფიქსირების ხელსაწყოების სერიას – Securgaz-ს, რომელსაც შეუძლია დააფიქსიროს მხუთავი აირის, მეთანისა და თხევადი აირის გაჟონვა. ერთ-ერთი იტალიური ფირმის (Bartold) მიერ წარმოებული აირის გაჟონვის სიგნალიზატორები აფიქსირებს მეთანსა და თხევად აირებს.

მსგავს ხელსაწყოებს აწარმოებს უკრაინისა და რუსეთის რამდენიმე ქარხანა. ისინი განკუთვნილია მეთანის, ბუთანის, მხუთავი აირის და სხვა აირების კონცენტრაციის კონტროლისათვის საწარმოო და საცხოვრებელ შენობებში. ეს ხელსაწყოები იკვებება როგორც ქსელიდან (220 ვ), ისე აკუმულატორიდან (12 ვ); აქვს ხმოვანი და მანათობელი სიგნალიზაცია, ჩამკეტი სარქველის მართვისათვის სიგნალის გამომუშავების შესაძლებლობა. მათი მუშაობის საშუალო ვადა 3–5 წელია.

ცნობილია მოწყობილობა სახიფათო აირების კონცენტრაციის კონტროლისათვის (რუსეთის პატენტი №2253108 G01N27/12, 2004 წ.), რომელიც შეიცავს მეთანის გადამწოდს და ინფორმაციის გადამუშავება-გარდაქმნის ბლოკს. იგი შედგება სიგნალის მაძლიერებლის, ანალოგიური კომუტა-

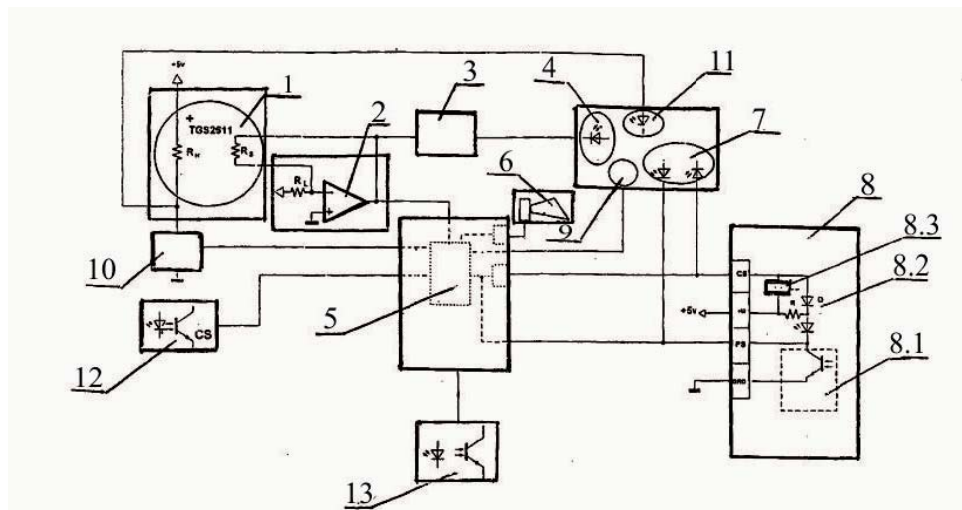
ტორის, ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელის (აცგ), აგრეთვე მესხიერების მოწყობილობის, საინფორმაციო ტაბლოსა და კვების ბლოკისაგან. საზომი სქემა დამატებით აღჭურვილია მიკროელექტრონული გამომთვლელი მანქანით (მიკრო-ეგმ), საათით და პერსონალურ კომპიუტერთან კავშირის ინტერფეისით. იმავდროულად მართვის მოწყობილობის გამოსასვლელი მიერთებულია ანალოგიური კომუტატორის და აცგ-ის შესასვლელებთან, ხოლო საათის გამოსასვლელი – მიკრო-ეგმ-ის შესასვლელთან.

აღნიშნული მოწყობილობის უარყოფითი მხარეა ის, რომ მასში არ არის გადამწოდის წრედის მთლიანობის კონტროლი, არ ხდება მართვის სიგნალის გამომუშავება ელექტრომაგნიტური სარქველის ჩართვისათვის, არ გააჩნია ავტონომიური კვების წყარო. ხელსაწყოში გათვალისწინებული არ არის ნახევარგამტარული გადამწოდების გამოყენებისას მისი გამხურებელი წრედის მთლიანობისა და ავტონომიური კვების წყაროს მდგომარეობის კონტროლი.

ძირითადი ნაწილი

მოწყობილობის მგრძნობიარობის, საიმედოობისა და სიზუსტის გაზრდისათვის დამუშავებულ იქნა ახალი სისტემა, რომელიც დამატებით აღჭურვილია ელექტრონული გასაღებით, ინვერტირების მაძლიერებლებით (უკუკავშირის წრედში მიმდევრობით მიერთებულია გადამწოდის საზომ გამოსასვლელებთან), ნახევარგამტარული გადამწოდის საზომი და გამხურებელი წრედების მთლიანობის ინდიკატორებით. ამ შემთხვევაში ნახევარგამტარული ელემენტის გვერდები იზოლირებულია თბოსაიზოლაციო მასალით.

ბუნებრივი აირის გაუნვის კონტროლისა და სიგნალიზაციის ჩვენ მიერ დამუშავებული სისტემა (ნახ. 1) შედგება ისეთი ნახევარგამტარული გადამწოდისაგან (1), როგორიცაა, მაგალითად, ფირმა Figaro Engineering Inc-ის მიერ დამზადებული TGS 2611 ტიპის გადამწოდი, რომელიც შეიცავს გამხურებელ R_H და საზომ R_s ელემენტებს, და ჩართულია ინვერსიების ოპერაციული მაძლიერებლის (2)



ნახ. 1. ბუნებრივი აირის გაუნვის კონტროლისა და სიგნალიზაციის სისტემა: 1 – გადამწოდი; 2 – ინვერსიების ოპერაციული მაძლიერებელი; 3 – წრედის გაწყვეტის სიგნალიზატორი; 4 – წრედის მთლიანობის ინდიკატორი; 5 – მიკროკონტროლერი; 6 – ხმოვანი სიგნალიზატორი; 7 – შუქდიოდის ინდიკატორი; 8 – ელექტრომაგნიტური სარქველი; 8.1 – მდგომარეობის გადამწოდი; 8.2 – გაღების ინდიკატორი; 8.3 – კოჭა; 9 – მდგომარეობის ინდიკატორი; 10 – ელექტრონული გასაღები; 11 – მთლიანობის ინდიკატორი; 12 – სარქველი; 13 – გადამწოდის ჩამრთველი განმხოლოების მოწყობილობა

უკუკავშირის უარყოფით წრედში. მისი გამოსასვლელი ერთდროულად შეერთებულია მიმდევრობით ჩართულ სიგნალიზატორთან (3), გადამწოდის საზომი წრედის მთლიანობის ინდიკატორთან (4) და

მიკროკონტროლერის (5) ერთ-ერთ გამოსასვლელთან. მიკროკონტროლერი შეიცავს მიკროპროცესორ PIC 12 F675-ს, რომლის ორ გამოსასვლელთან მიერთებულია ორი ციფრული ტრანზისტორი (1-ლ ნახ-ზე ნაჩვენებია პუნქტირით). ამ ორი ციფრული ტრანზისტორიდან ერთი წარმოადგენს მიკროკონტროლერის მეორე გამოსასვლელს და მიერთებულია ხმოვან სიგნალიზატორთან (6), ხოლო მეორე – მიკროკონტროლერის (5) მესამე გამოსასვლელს, რომელიც მიერთებულია ელექტრომაგნიტური სარქველის მთლიანობის წრედის ინდიკატორის (7) მწვანე ფერის ორფეროვან შუქდიოდთან და ელექტრომაგნიტური სარქველის (8) მართვის შესასვლელთან CS, რომლის PS გამოსასვლელი მიერთებულია ინდიკატორის (7) ღურჯი ფერის შუქდიოდთან და მიკროკონტროლერის მეოთხე გამოსასვლელთან.

მიკროკონტროლერის მეხუთე გამოსასვლელი მიერთებულია მანათობელ სიგნალიზაციასთან (9), რომელიც წარმოადგენს ორფეროვან შუქდიოდს: მწვანე ფერის ნათება მიუთითებს სქემის კვების არსებობაზე, წითელი ფერი კი – ავარიულ მდგომარეობაზე.

ელექტრონული გასაღები (10) თავისი გამოსასვლელით მიმდევრობით ჩართულია გადამწოდის (1) გამხურებელი ელემენტის წრედში, რომლის უარყოფითი გამოსასვლელი ამავდროულად შეერთებულია გადამწოდის გამხურებელი წრედის მთლიანობის ინდიკატორთან (11). მიკროკონტროლერის მეშვიდე გამოსასვლელი შეერთებულია მართვის გარე სიგნალის PS -ის ოპტრონული გაღვანური გამხოლოების მოწყობილობასთან (12), ხოლო მისი მერვე გასასვლელი მიერთებულია ფიქსირების გადამწოდის სიგნალის ოპტრონული განხოლოების მოწყობილობასთან (13).

ბუნებრივი აირის გაჟონვის კონტროლისა და სიგნალიზაციის სისტემა მუშაობს შემდეგნაირად: მოწყობილობის ჩართვისათვის სქემას მიეწოდება +5 ვ. რასაც ადასტურებს სიგნალიზატორის (9) მუდმივად მწვანე ნათება და მიკროკონტროლერი (5) ამუშავდება და იწყებს მუშაობის დამყარებულ რეჟიმში შესვლას. ამ დროს ელექტრონული გასაღების (10) შესასვლელს მიკროკონტროლერისაგან (5) მიეწოდება „0“. ელექტრონული გასაღები (10) ჩაკეტილია და დენი მიეწოდება გადამწოდის (1) გამხურებელ ელემენტს – R_H -ს.

ინდიკატორის (11) შუქდიოდის ღურჯი ფერის ნათება ცხადყოფს გადამწოდის გახურების წრედის მთლიანობას. ამ კვანძის აუცილებლობა გამოწვეულია იმით, რომ ახალი მოწყობილობის ხანგრძლივი ექსპლუატაციისას იმ სათავსში, სადაც გადამწოდია განთავსებული, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა ქიმიური საშუალება, რომელიც უარყოფითად მოქმედებს გადამწოდის (1) მგრძნობიარე ელემენტზე, ამიტომ ამის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა გადამწოდის მგრძნობიარე ელემენტის იზოლირება და გამორთვა, ხოლო შემდგომი ჩართვისას უნდა დაგრწმუნდეთ მის საიმედოობაში.

ამრიგად, მოწყობილობაში შემავალი წრედების ტესტირებასთან ერთად ხდება გამოსასვლელი წრედების მდგომარეობის სიგნალიზაცია შემდეგნაირად: თუ აირის ჩამკეტი ელექტრომაგნიტური სარქველი ღიაა, მაშინ მისი მდგომარეობის გადამწოდის (8.1) ტრანზისტორი ღიაა და 7 და 8 ინდიკატორები, შესაბამისად, მოწითალო და ღურჯი ფერის ნათებით ადასტურებს წრედის მთლიანობას. ამასთან, ხდება ელექტრომაგნიტის, ინდიკატორის (7) და კოჭას (8.3) მთლიანობის შემოწმება.

როდესაც მართვის CS შესასვლელს მიეწოდება სიგნალი „0“, მაშინ ელექტრომაგნიტური სარქველი ჩაიკეტება და ინდიკატორის (7) მოწითალო და (8.2) ღურჯი ნათება ჩაქრება, ხოლო ინდიკატორი (7) ანათებს მწვანე ფერის შუქდიოდით.

ელექტრომაგნიტური სარქველის ჩაკეტილ მდგომარეობაში მიკროკონტროლერის (5) PS გამოსასვლელზე ხანმოკლე „0“ იმპულსით წრედის მთლიანობისას აინთება ღურჯი შუქდიოდი 7 და 8.2 ინდიკატორები. ასე ხორციელდება შემავალი და გამომავალი წრედების უწყვეტი კონტროლი.

უკვე არსებულ მოწყობილობებში, რომლებშიც გამოყენებულია TGS 2611-ის ტიპის გადამწოდები, გახურება ხდება უწყვეტად დენის საშუალებით, რომელიც განუწყვეტლად უნდა იზომებოდეს და, საიდანაც სიგნალი მოიხსნება ძაბვის გამოყოფით R_s და R_L ელემენტებით.

იმის გამო, რომ R_s წინაღობა იცვლება დიდ საზღვრებში და მას აქვს ლოგარითმული დამოკიდებულება ბუნებრივი აირის (CH_4) კონცენტრაციასთან, R_L -ის შერჩევა პრობლემური ხდება.

ამავე დროს გასათვალისწინებელია ის, რომ გაზომვის მისაღები მგრძნობიარობა და ნაკლები არასწრაფი დამახინჯებები მიიღწევა R_L -ის მცირე მნიშვნელობებისათვის, რომლებიც შემოსაზღვრულია ქვემოდან $0,5$ კ/ომით, მაშინ დიაპაზონის დასაწყისში გაზომვას, როდესაც R_s აღემატება 100 კ/ომს, აქვს მცირე მგრძნობიარობა. ამის გამო მოწყობილობის მუშაობა სიგნალიზაციის რეჟიმში დაკავშირებულია ყალბ აშუშავებებთან. გარდა ამისა, საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს საზომი ელემენტის გახურების ტემპერატურის ცვლილების გავლენა R_s და R_L -ის მცირე მნიშვნელობებისათვის. ამ დროს დამატებითი ცდომილება აღწევს 3% -ს.

თუ კი გაზომვა ხდება უშუალოდ მიკროპროცესორული ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელით, მაშინ აუცილებელია დაცულ იქნეს პირობა, რომ R_L არ უნდა იყოს $2,5$ კ/ომზე ნაკლები.

აღნიშნული უარყოფითი ფაქტორები არ ახასიათებს შემოთავაზებულ სქემას ინვერტირების ოპერაციული მაძლიერებლების გამოყენებისას, როდესაც საზომი ელემენტი R_L ჩართულია უარყოფით უკუკავშირში, ხოლო R_L -ს ათავსებენ საყრდენი ძაბვის V_0 წყაროსა და ინვერტირების შესასვლელს შორის. R_s -ის გავლით მივიღებთ სტაბილიზებულ დენს, რომლის მნიშვნელობა განისაზღვრება V_0 -ისა და R_s -ის შეფარდებით და საზომი ელემენტის სტაბილიზებული ტემპერატურით. ამ პერიოდში გამოსასვლელი წინაღობა იმდენად მცირეა, რომ მთლიანად აკმაყოფილებს მოცემულ პირობებს. თუ მივაწოდებთ V_0 -ს კონტროლერს და მიუერთებთ წინააღმდეგობის სხვადასხვა მნიშვნელობის რამდენიმე R_L -ს, მაშინ შესაძლებელი იქნება ავტომატურ რეჟიმში შედარებით ადვილად განხორციელდეს გაზომვები სხვადასხვა დიაპაზონში.

ბუნებრივი აირის გაჟონვის კონტროლისა და სიგნალიზაციის შემოთავაზებულ სისტემაში სქემის $+5$ ვ კვების მიწოდებისას საზომი სიგნალის მნიშვნელობა -1 -დან $+3$ ვ დიაპაზონშია, ხოლო მეთანის კონცენტრაციის მცირე დონეებისას სიგნალის გაზომილი მნიშვნელობა $+3$ ვ-თან ახლოსაა, რაც განაპირობებს წინასწარი და ავარიული სიგნალიზაციის მაღალ სიზუსტეს. გადამწოდის (1) წრედის გაწყვეტისას ინვერტირების ოპერაციული მაძლიერებლის (2) გამოსასვლელზე გვექნება $+4,5$ ვ-ზე მეტი სიგნალი, რომელსაც მყისიერად აფიქსირებს სიგნალიზატორი (3). იგი წარმოადგენს კომპარატორს და ანთებს ინდიკატორის (4) წითელ შუქლილს.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, TGS 2611 ტიპის ნახევარგამტარული გადამწოდის გამოყენებისას საჭიროა საზომი ელემენტის უწყვეტი გახურება, როდესაც მოხმარებული სიმძლავრეა 250 მ/ვტ და საზომზე დახარჯული სიმძლავრე -25 მ/ვტ, ხოლო ხმოვანი სიგნალიზაციის მინიმალური სიმძლავრე -100 მ/ვტ. ასეთ შემთხვევაში საჭირო იმპულსური სიმძლავრე არანაკლებ 500 მ/ვტ-ს შეადგენს, ხოლო ელექტრომაგნიტური სარქელის მუშა რეჟიმში $-$ მხოლოდ 5 მ/ვტ-ს, რაც იხარჯება მისი ღია მდგომარეობის სიგნალიზაციაზე. ამ დროს ელექტროენერგიის ძირითადი მომხმარებელია გადამწოდი (1).

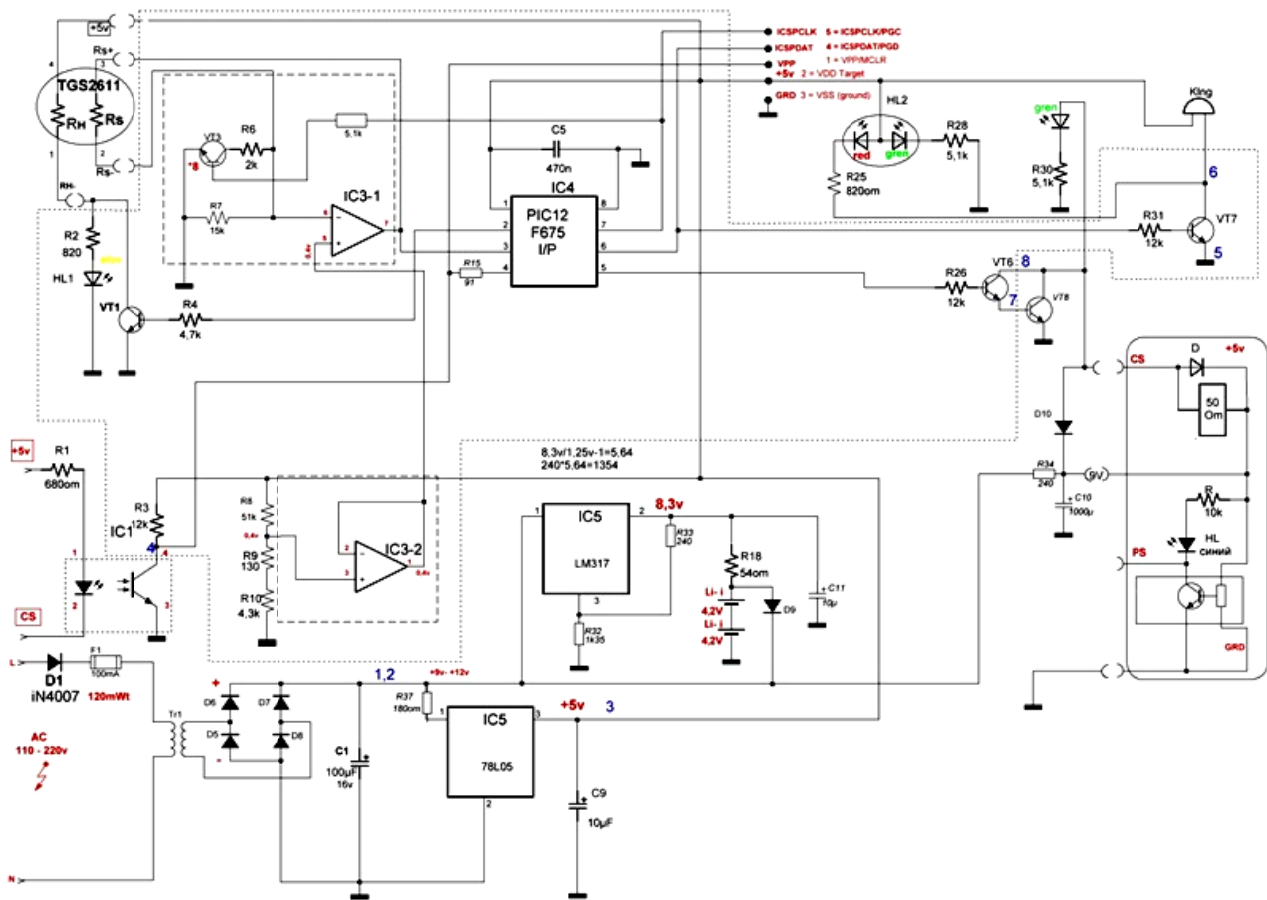
აღნიშნული ნაკლის აღმოსაფხვრელად შემოთავაზებულ ახალ მოწყობილობაში გამოყენებულია მიკროკონტროლერი (5), რომელიც მიაწოდებს ელექტრონულ გასაღებს (10) მართვის შესასვლელის სიგნალს 5 წმ-ის ხანგრძლივობით და 40 წმ განმეორების პერიოდით. ამ შემთხვევაში საშუალო მოხმარებული სიმძლავრე არ აღემატება 35 მ/ა-ს, რაც საშუალებას იძლევა მოწყობილობის ფუნქციონირება გაგრძელდეს ავტომატურ რეჟიმში იაფი და მცირეგაბარიტიანი გაღვანური ელემენტის საშუალებით. გასაღები (10) გაიღება იმპულსის მიწოდების მომენტში და მაშინვე ჩაქრება ინდიკატორი (11), გამხურებელი ელემენტი R_H დაიწყებს გახურებას და R_s მკვეთრად დავარდება, შემდეგ კი დაიწყებს სწრაფვას დამყარებული მნიშვნელობისაკენ დროის გარკვეული მუდმივათი, რომელიც ამ ტიპის გადამწოდებისათვის განსაზღვრულია 3 წმ-ით.

აირის სხვადასხვა კონცენტრაციის დროს გასაზომი სიგნალის ცვლილებების სიჩქარე სხვადასხვაა, ამიტომ მიკროკონტროლერი (5) მესამე წამზე დაიწყებს ინვერტირებით გაძლიერებული გამოსასვლელი სიგნალის გარდაქმნასა და დამუშავებას. მისი წინასწარ განსაზღვრული პირველი დონის ქვედა ზღვარის შემცირებისას იგი გამოიმუშავებს გამაფრთხილებელ სიგნალს: ინდიკატორი (9) ანთებს ხანმოკლე ნარინჯისფერი და ხანგრძლივი მწვანე ნათებით.

სიგნალის მეორე, წინასწარ განსაზღვრულ დონემდე მიახლოებისას ინდიკატორი (9) ანათებს ხანგრძლივი ნარინჯისფერი და ხანმოკლე წითელი ნათებით. წითელ ნათებას თან ახლავს ხმოვანი სიგნალი, რომელსაც გამოიმუშავებს ხმოვანი სიგნალიზატორი (6).

მესამეა ავარიული დონე, რომლის დროსაც მიკროკონტროლერი (5) გამოიმუშავებს ერთწამიან CS მართვის იმპულსს ელექტრომაგნიტურ სარკველზე და იგი ჩაიკეტება, ინდიკატორი (7) ჩაქრება, ხოლო ხმოვანი სიგნალიზატორი (6) გამოიმუშავებს ხშირად განმეორებად ხმოვან სიგნალს, რომელსაც თან ახლავს ინდიკატორის (9) წითელი და ნარინჯისფერი ნათება.

ჩვენ მიერ დამუშავებულ იქნა სისტემის ელექტრული სქემის რამდენიმე ვარიანტი. ამ ეტაპზე შერჩეულ იქნა სქემა, რომელიც აგებულია ერთი მიკროკონტროლერის ბაზაზე; დამზადებულია სისტემის საცდელი ნიმუში, რომელშიც გამოყენებულ იქნა PIC 12 F675 ტიპის მიკროკონტროლერი (ნახ. 2).



ნახ. 2. სისტემის ელექტრული სქემის ვარიანტი PIC 12 F675 ტიპის მიკროკონტროლერის გამოყენებით

თუ საჭირო გახდა კონტროლისა და სიგნალიზაციის რამდენიმე მოწყობილობის ერთდროულად დაყენება, მაშინ მხუთავი აირის სიგნალიზატორის გამოსასვლელი მიუერთდება ოპტრონული მოწყობილობის შესასვლელს (12), რომლიდანაც ჩაკეტვის სიგნალი მიკროკონტროლერის (5) საშუალებით მიუწოდება ელექტრომაგნიტურ სარკველს (8).

დასკვნა

ახალი მიკროპროცესორული სისტემის ავტონომიური კვების დროს გაღვანური ელემენტების მუშაობის ხანგრძლივობის გასაზრდელად იგი აღჭურვილია გაღვანური განმხოლოების მეორე

შესასვლელი მოწყობილობით (13), რომელიც მიიღებს სიგნალს სიგნალიზაციის გარე მოწყობილობებიდან. ამ დროს მიკროკონტროლერი აღიგზნება და გამოიმუშავებს ინტენსიური სიგნალიზაციის მართვის სიგნალებს.

ჩვენ მიერ გამოყენებული სიახლეები მნიშვნელოვნად გაზრდის მოწყობილობის მგრძნობიარობას, კონტროლის სიზუსტეს, საიმედოობას, საექსპლუატაციო პარამეტრებს და, რაც მთავარია, იმოქმედებს ეკონომიურ მხარეზე: შესაძლებელი გახდება მოწყობილობების ღირებულების მნიშვნელოვნად შემცირება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ნ. იაშვილი, ი. ხუტაშვილი და სხვ. ბუნებრივი აირის გაჟონვის დაფიქსირების და ჩამკეტი სარკელის მართვის სისტემა // საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „საინფორმაციო ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა“ შრომები, თბ., 2015.
2. ნ. იაშვილი, გ. ფადიურაშვილი, ზ. აზმაიფარაშვილი და სხვ. ბუნებრივი აირის გაჟონვის სიგნალიზატორებით საცხოვრებელი ბინების და მონიტორინგის სისტემებით მრავალსართულიანი კორპუსების აღჭურვის აუცილებლობის შესახებ //სტუ-ის შრომათა კრებული „მართვის ავტომატიზაციის სისტემები“, № 1 (17), თბ., 2014.
3. www.figaro.co.jp.
4. გამოგონების პატენტი № 2253108 (2004).
5. Карпов Е. Ф. и др. Авторская газовая защита и контроль рудничной атмосферы. М.: Недра, 1984.
6. Виноградов Ю. Н. Контроль взрывчатых газов// Радио, № 10. М., 2000 .
7. Суров В. В. Сигнализатор загазованности воздуха// Радио, № 9. М., 2009.

NEW MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEM AND GAS LEAKAGE ALARM AND CLOSE CONTROL VALVE

N. Iashvili , I. Khutashvili

(Georgian Technical University)

Resume: There is presented new system of gas leakage control and valve control. The system is intended to fix the gas leakage in homes, issuing a warning sound and light signals. In case of gas leakage, microprocessor unit enables the electromagnetic switch off valve and shuts off gas supply.

The proposed system is distinguished from existing devices and systems with several features, that provides high sensitivity and accuracy. Besides, the cost of the system is being significantly reduced.

Key words: control systems; electromagnetic valve; gas leakage; microprocessor device.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СИГНАЛИЗАЦИИ ОБ УТЕЧКЕ ГАЗА И УПРАВЛЕНИЯ ЗАКРЫТИЕМ КЛАПАНА

Иашвили Н. Г., Хуташвили Ю. Б.

(Грузинский технический университет)

Резюме: Разработана новая система контроля утечки газа и управления клапаном, которая предназначена для фиксирования утечки газа в жилых домах, выдачи предупредительного звукового и светового сигналов.

В случае утечки газа микропроцессорное устройство обеспечивает закрытие электромагнитного клапана и прекращение подачи газа.

От существующих устройств и систем предлагаемая система отличается несколькими признаками, что обеспечивает высокую чувствительность и точность. Кроме того, значительно сокращается стоимость системы.

Ключевые слова: микропроцессорное устройство; система управления; утечка газа; электромагнитный клапан.

ციტრუსების ფოთლების გამოყენებით ახალი სახის პროდუქციის – „მშრალი ციტრაჟის“ დამზადების ტექნოლოგია

გულნარა ღვალაძე

(აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: შესწავლილი და გამოკვლეულია იმ ციტრუსების (მანდარინი, ფორთოხალი, გრეიფრუტი, ციტრონი) ფოთლების ტექნოქიმიური და ბიოქიმიური თვისებები, რომლებიც გამოიყენება ახალი სახის პროდუქციის – „მშრალი ციტრაჟის“ დასამზადებლად. იგი ხასიათდება საუკეთესო ორგანოლეპტიკური თვისებებით და გამოირჩევა მდიდარი ბიოაქტიური ნივთიერებების, კერძოდ C და PP ვიტამინების, შემცველობით.

ავტორის მიერ შემუშავებული ტექნოლოგიით მანდარინის, ფორთოხლის, გრეიფრუტის და ციტრონის ფოთლებისაგან დამზადებული „მშრალი ციტრაჟი“ დიდად შეუწვობს ხელს მშრალი, არომატული პროდუქციის (ჩაის სასმელების ტიპის) ასორტიმენტის გაფართოებას.

საკვანძო სიტყვები: ბიოაქტიური ნივთიერებები; ეთერზეთები; მშრალი ჩაი; „მშრალი ციტრაჟი“.

შესავალი

მსოფლიო სტატისტიკის მონაცემების მიხედვით, ბიოაქტიურ ნივთიერებათა შემცველ მცენარეთა ძიების მიზნით ჩატარებული გამოკვლევები არასაკმარისია და ვერ პასუხობს თანამედროვე მოთხოვნებს.

მეცნიერების მიერ დადგენილია, რომ დღეისათვის მცენარეთა სამყაროს მხოლოდ 5 – 10 %-ია შესწავლილი; ამასთან, ცნობილია, რომ ამ დარგის ყველა დროის მკვლევარი-მეცნიერის მიზანი იყო ახალი სახის მცენარეული ნედლეულის გამოვლენა და მეცნიერული გამოკვლევა, რათა შესაძლებელი გამხდარიყო მისი სახალხო მეურნეობაში გამოყენება. ამდენად, ახალი სანედლეულო ბაზის გამოვლენა და მეცნიერული გამოკვლევა ძალზე მნიშვნელოვანია სახალხო მეურნეობის განვითარებისათვის.

ამ თვალსაზრისით მეტად საინტერესო კვლევის ობიექტს წარმოადგენს საქართველოში გავრცელებული სამრეწველო მცენარეების – ციტრუსების (მანდარინი, ფორთოხალი, გრეიფრუტი, ციტრონი) დღემდე გამოუყენებელი ფოთლები, რომლებიც საუკეთესო ნედლეულია ჩაის ტიპის მშრალი პროდუქციის მისაღებად ცხელი სასმელებისათვის. მათი გამოყენება შეიძლება როგორც ცალკე კომპონენტად, ისე ჩაისთან კუპაჟირებული.

ძირითადი ნაწილი

ბიოაქტიურ ნივთიერებათა შემცველ მცენარეთა შესწავლის მიზნით გამოვიკვლიეთ ციტრუსების ფოთლების ბიოქიმიური შედგენილობა და დავადგინეთ, რომ ისინი შეიცავენ ეთერზეთებს და დიდი რაოდენობით C და PP ვიტამინებს. ამასთან, იმისათვის, რომ გაგვეგო, თუ როგორ დაექვემდებარებოდა მათი ფოთლები გადამუშავების პროცესს პროდუქციის სასაქონლო სახის მისაღებად, შევისწავლეთ ციტრუსების ფოთლების სტრუქტურა.

ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარებულმა ექსპერიმენტმა მნიშვნელოვანი შედეგი აჩვენა. ციტრუსების ფოთლების გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქცია საუკეთესო აღმოჩნდა

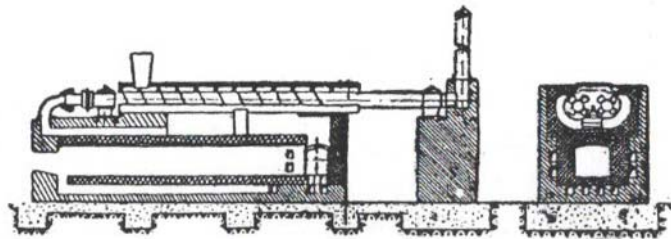
ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებით; აქვს სასიამოვნო გემო, არომატი და გარეგნულად არ განსხვავდება ჩაის ფოთლისაგან.

ციტრუსის ფოთლის შესანიშნავი გემო განპირობებულია მასში შემავალი ეთერზეთებით. ცნობილია, რომ ეთერზეთები წარმოადგენს სურნელოვან, აქროლად ნივთიერებებს, რომლებიც განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა სუბტროპიკული მცენარეების ფოთლებსა და ყვავილებში.

ეთერზეთების უმრავლესობა ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე წარმოადგენს გამჭვირვალე, უფერო ან ზოგჯერ ფერად სითხეს.

რაც შეეხება ციტრუსების ფოთლისაგან ეთერზეთების მიღებას, ამჟამად ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენს. ციტრუსის ფოთოლი შეიცავს ისეთ ეთერზეთებს, რომელთა შედგენილობაში შედის ეთერზეთი პიტეგრენი. ცხელ წყალში გახსნისას იგი იღებს საუკეთესო გემოსა და არომატს, რომელიც ლიმონიანი ჩაის არომატს წააგავს. ამასთან, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ციტრუსის ფოთოლი მდიდარია ბიოაქტიური ნივთიერებებით, მათ შორის C და PP ვიტამინებით, რის გამოც ისინი გამოირჩევიან სამკურნალო-პროფილაქტიკური თვისებებით და დადებითად მოქმედებენ ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

ლაბორატორიულ პირობებში კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ საწარმოო პირობებში ციტრუსის ფოთლების სტრუქტურა და ბიოქიმიური შედგენილობა საშუალებას იძლევა წარმატებით დაექვემდებაროს ჩაის უხეში ფოთლის წარმოების მექანიკურ ნაკადურ ხაზზე გადამუშავების მეთოდს. ჩაის უხეში ფოთლის თბური დამუშავების მანქანის (იხ. ნახ.) საშუალებით შესაძლებელია მანდარინის, ფორთოხლის, გრეიფრუტის და სხვა ციტრუსების ფოთლების თბური დამუშავებაც.



ჩაის უხეში ფოთლის თბური დამუშავების მანქანის სქემა

ციტრუსების ფოთლებისაგან მიღებული მშრალი პროდუქტი, რომელსაც „მშრალი ციტრაჟი“ ვუწოდეთ, ახალი სახის საუკეთესო პროდუქციაა ჩაის ტიპის ცხელი სასმელების დასამზადებლად. იგი, ერთი მხრივ, გააფართოებს მშრალი სახის საგემოვნო ცხელი სასმელების პროდუქციის ასორტიმენტს, ხოლო, მეორე მხრივ, ადამიანის ორგანიზმს შეავსებს იმ დეფიციტით, რაც C და PP ვიტამინების ნაკლებობითაა გამოწვეული.

აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ ფოთლების მოცილებით ციტრუსის მცენარე არ ზიანდება და, თუ დაცული იქნება ყველა აგროტექნოლოგიური პირობა, ფოთოლიც სადი დარჩება. ცნობილია, რომ ციტრუსოვან მცენარეს აქვს დიდი რაოდენობით ანარჩენი ფოთოლი და სწორედ ეს სანედლეულო ბაზა იქნება გამოყენებული ახალი სახის საგემოვნო პროდუქციის „მშრალი ციტრაჟის“ დასამზადებლად.

დასკვნა

ამრიგად, ციტრუსების: მანდარინის, ფორთოხლის გრეიფრუტის და ციტრონის ფოთლები ჩვენ მიერ პირველად იქნა გამოყენებული ცხელი სასმელებისათვის ახალი სახის პროდუქციის – „მშრალი ციტრაჟის“ მისაღებად. მეცნიერულადაა გამოკვლეული ფოთლის ტექნიკური მაჩვენებლები; სტრუქტურა; ქიმიური, ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური პარამეტრები; შემუშავებულია სამრეწველო დანიშნულებით ციტრუსების ფოთლების გადამუშავების ტექნოლოგია.

CITRUS LEAVES USING A NEW KIND OF GOODS-CALLED „DRY CITRAZHE“ TECHNOLOGY

G. Ghvaladze

(A. Tzereteli State University)

Resume: There were studied and researched citrus (tangerine, orange, grape-fruit, citron) leaves technochemical and biochemical properties, dry taste of hot products manufacture, which are characterized by the best organoleptic properties and bioactive substances, vitamins C and PP content.

Developed by the citrus notes of tangerine, orange, grape-fruit, citron leaves produced so called „dry citrazhe“, which were expanded in a dry, aromatic products (tea beverage type), a range of products, which are important.

Key words: bioactive substances; dry tea; „dry citrazhe“; ether-bearings.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НОВОГО ВИДА ПРОДУКЦИИ – „СУХОГО ЦИТРАЖА“ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИСТЬЕВ ЦИТРУСОВ

Гваладзе Г. Д.

(Государственный университет им. А. Церетели)

Резюме: Изучены и исследованы технологические и биохимические свойства листьев тех цитрусов (мандарин, апельсин, грейфрут, citron), которые будут использованы для приготовления нового вида продукции – „сухого цитража“. Они характеризуются наилучшими органолептическими свойствами и отличаются содержанием богатых биоактивных веществ и витаминов С и РР.

Разработанные автором технологии (приготовления из листьев мандарина, апельсина грейфрута, цитрона) будут способствовать расширению ассортимента сухих ароматических продуктов (типа чая).

Ключевые слова: биоактивные вещества; „сухой цитраж“; сухой чай; эфирное масло.

დიეტური კვების პროდუქტების დამზადება ზოგიერთი გარეული ხილკენკროვანი ნედლეულისაგან

ჩეთერ ხვიჩია, გულნაზ კაიშაური

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოტექნოლოგიის ცენტრი)

რეზიუმე: მოცემულია ზოგიერთი გარეული ხილის (შინდი, მაყვალი, პანტა) ქიმიური შედგენილობის კვლევის შედეგები და დადგენილია, რომ ისინი შეიცავენ ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს. შემუშავებულია ამ ხილისაგან ნატურალური კონსერვების (ნაყოფი თავისივე ნატურალურ წვენში) დამზადების ტექნოლოგია. შესწავლილია მიღებული პროდუქციის ძირითადი სტანდარტული ხარისხობრივი მაჩვენებლები.

საკვანძო სიტყვები: ბიოქიმიური შედგენილობა; გადამუშავების პროდუქტები; მაყვალი; პანტა; შინდი; ხილ-კენკროვნები.

შესავალი

გარეული ხილი და კენკრა თავისი გემური თვისებებითა და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობით ძალზე მნიშვნელოვანი ნედლეულია კვების მრეწველობის საწარმოებისათვის.

კვების მრეწველობის საწარმოები დიეტური კვების პროდუქტების დამზადების მხრივ საკმაოდ შეზღუდულია. მათი ასორტიმენტის გაზრდის მიზნით ეკოლოგიურად სუფთა და მაღალი კვებითი ღირებულების მქონე გარეული ხილისა და კენკრის გამოყენება ნაწილობრივ მაინც მოაგვარებს სოციალურ-ეკონომიურ საკითხებს კვების მრეწველობაში, კერძოდ, საწარმოებს საშუალებას მისცემს აწარმოოს ხარისხიანი და მაღალი კვებითი ღირებულების მქონე დიეტური პროდუქტები.

ძირითადი ნაწილი

საქართველოს ტყეები მდიდარია ბუნებრივად მზარდი ისეთი გარეული ხილით, როგორიცაა მაყვალი, პანტა, შინდი, მოცვი, ქაცვი და სხვ.

ხალხურ მედიცინაში ძველთაგანვე ცნობილი გარეული ხილისა და კენკრის სამკურნალო საშუალებებად გამოყენების მაგალითები; კერძოდ, მაჟალოს წვენიდან მზადდება რკინის შემცველი პრეპარატი სისხლნაკლებობისა და ქლოროზის სამკურნალოდ [1].

პანტას იყენებენ ხველის შესამსუბუქებლად, წყურვილის მოსაკლავად, ციებ-ცხელებითა და შაქრიანი დიაბეტით დაავადებულთა სამკურნალოდ. პანტის ნაყოფს აქვს ანტიბაქტერიული მოქმედება.

პოლივიტამინური ნედლეულის (ქაცვის) ზეთს იყენებენ დამწვრობის, მოყინულობის, დასახივებით გამოწვეული დაზიანების სამკურნალოდ, შესანიშნავი ტკივილგამაყუჩებელი საშუალებაა, არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას და სხვ.

მაყვლის ნაყოფი გამოიყენება ციებ-ცხელებისას, წყურვილის მოსაკლავად, ხოლო მისი ნახარში ნევროზის დროს საუკეთესო დამამშვიდებელი საშუალებაა [2].

გარეული ხილისა და კენკრის დადებითი თვისება განისაზღვრება მისი ეკოლოგიური სისუფთავით. ნედლეულს ახასიათებს მწიფობის სხვადასხვა პერიოდი, შემოსვლა იწყება ივლისის ბოლოს და გრძელდება ნოემბრის დასაწყისამდე.

უცხოელი და ქართველი მკვლევარების მიერ შესწავლილია გარეული ხილის ქიმიური შედგენილობა და დადგენილია, რომ ისინი დიდი რაოდენობით შეიცავენ: ნახშირწყლებს, ორგანულ მჟავებს, ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთებს, მათ შორის ვიტამინებს, მინერალურ ნივთიერებებსა და სხვ. [3].

C ვიტამინის შემცველობა პანტაში უფრო მეტია, ვიდრე კულტურული მსხლის ჯიშებში. თ. კეზელის [4] მონაცემებით, პანტა შეიცავს ვიტამინებს (მგ %): C (15,9), B₁(0,066), B₂(0,021), PP (0,148), E (0,76), კაროტინს (0,14).

შინდში 12–22 % ხსნადი მშრალი ნივთიერებაა, 6–15 % შაქრები, 2–4 % მჟავა, 0,7–2,0 % პექტინოვანი ნივთიერებები, 20–30 მგ % C ვიტამინი, მაკრო- და მიკროელემენტები და სხვ.

მაყვალის, როგორც გარეული კენკრა, ძველთაგანვე იმსახურებდა მომხმარებლის ყურადღებას. ის შეიცავს 6–10 % შაქრებს, 0,2–0,6 % მთრიმლავე, 0,6–1,4 % აზოტოვან და 0,5–1,0 % პექტინოვან ნივთიერებებს, 20–30 მგ% C ვიტამინს, მაკრო- და მიკროელემენტებსა და სხვ. ვ. ტურკინის მიხედვით, მაყვალის შეიცავს ვაშლის, ლიმონის, ღვინის მჟავებს [1]. ზოგიერთი მკვლევარი მიუთითებს მასში სალიცილის მჟავას არსებობაზეც.

ნაშრომის მიზანს წარმოადგენდა გარეული ხილისა და კენკრის ნედლეულის გამოყენება დიეტური კვების პროდუქტების დასამზადებლად.

კვლევის ობიექტად გამოყენებული იყო გარეული ხილი და კენკრა (მაყვალის, შინდის და პანტა) და მათი გადამუშავების პროდუქტები.

ნედლეულისა და მზა პროდუქციის ორგანოლექტიური მაჩვენებლებისა და ბიოქიმიური შედგენილობის კვლევა ტარდებოდა სტანდარტული მეთოდებით [5, 6].

დასახული მიზნის მისაღწევად გამოკვლეულ იქნა გარეული ხილის (მაყვალის, პანტა, შინდი) ქიმიური და ტექნოლოგიური მაჩვენებლები.

ნედლეულის ქიმიური შემცველობის კვლევის შედეგები მოცემულია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1

გარეული ხილის ქიმიური შემცველობა

მაჩვენებელი ნედლეული	მაყვალის	შინდი	პანტა
მშრალი ნივთიერება, %			
რეფრაქტომეტრით	10,60	15,60	14,00
გამოშრობით	12,50	18,18	24,40
წყალი, %	87,50	81,82	75,60
შაქრები, %			
საერთო	6,04	8,87	5,92
მონოსაქარიდები	5,62	6,80	3,06
დისაქარიდი	0,42	2,07	2,86
მჟავიანობა			
ტიტრული, %	0,42	1,67	0,11
აქტიური (pH)	4,00	3,20	4,00
პექტინოვანი ნივთიერებები, %	0,82	1,84	1,38
მთრიმლავე და საღებავი ნივთიერებები, %	0,55	0,30	0,31
ვიტამინები, მგ%			
ასკორბინის მჟავა	5,28	28,30	4,27
კაროტინი	0,03	0,10	-

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მშრალი ნივთიერების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა შინდისა და პანტის, ხოლო შაქრების მაღალი შემცველობით – შინდისა და მაყვალის ნაყოფი. შესწავლილ ნაყოფებში შაქრები ძირითადად მონოსაქარიდების სახითაა წარმოდგენილი.

მაყვალთან და პანტასთან შედარებით შინდი გამოირჩევა მაღალმჟავიანობით. მისი მჟავიანობაა 1,67 % ვაშლმჟავაზე გადაანგარიშებით. შესაბამისად, დაბალია მისი აქტიური მჟავიანობა (3,20). შინდისა და პანტაში მთრიმლავე და საღებავი ნივთიერებები თანაბარი რაოდენობითაა.

შესწავლილი ხილი მდიდარია პექტინოვანი ნივთიერებებითაც. მათი შემცველობა შინდსა და პანტაში, შესაბამისად, 1,84 და 1,34 %-ს შეადგენს. საკმაოდ მდიდარია შინდი C ვიტამინით (28, 30 მგ %).

გაანგარიშებულ იქნა ნედლეულის კვებითი ღირებულებაც. შედგენილ იქნა რეცეპტურები და ხარჯის ნორმები. ამ რეცეპტურის მიხედვით ნედლეულისაგან ლაბორატორიულ პირობებში დამზადდა დიეტური კვების პროდუქტები: მაყვალი, შინდი და პანტა დაკონსერვებული თავისივე წვენში.

შესწავლილ იქნა აღნიშნული პროდუქციის ხარისხის განმსაზღვრელი ძირითადი მაჩვენებლები (ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური).

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ კონსერვებს ჰქონდა ერთგვაროვანი, მოცემული სახის ნედლეულისათვის დამახასიათებელი ფერი, გემო და სუნი.

გარეული ხილისაგან დამზადებული ნატურალური კონსერვების ქიმიური შედგენილობის კვლევის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

გარეული ხილისაგან დამზადებული პროდუქციის ქიმიური შედგენილობა

პროდუქცია	მაჩვენებელი, %			
	მშრალი ნივთიერება	საერთო შაქრები	საერთო მჟავიანობა	C ვიტამინი, •10 ⁻³
მაყვალი თავისივე წვენში	8,50	6,30	0,40	4,30
შინდი თავისივე წვენში	10,0	7,97	1,30	27,0
პანტა თავისივე წვენში	12,0	5,92	0,21	3,15

უნდა აღინიშნოს, რომ კონსერვებში შენარჩუნებული იყო ის ნივთიერებები, რომლებსაც ნაყოფი შეიცავდა დაკონსერვებამდე და აკმაყოფილებდა ანალოგიური სახის პროდუქციაზე მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტის მოთხოვნებს.

აღნიშნული ნედლეული, მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლების გარდა, ეკოლოგიურად სუფთა და მაღალი კვებითი ღირებულებით ხასიათდება.

დასკვნა

ამრიგად, აღნიშნული ნედლეულის გამოყენება დიეტური კვების რაციონში გარკვეულწილად ხელს შეუწყობს ზოგიერთი ძნელად გადასაჭრელი პრობლემის გადაწყვეტას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Туркин В. А. Исследование дикорастущих плодовых и орехоплодных растений. М., 1954.
2. ნ. უმიკოვი. ხილი, კენკრა, ბოსტნეული, მარცვლოვნები, სახელებლები. თბ., 1953.
3. ე. გელაშვილი, გ. კაიშაური. გარეული ხილის ქიმიური შედგენილობის შესწავლის შედეგები // საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის, საქართველოს სახელმწიფო ზოოტექნიკურ-სავეტერინარო აკადემიისა და საქართველოს სახელმწიფო სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული “აგრარული მეცნიერების პრობლემები”, ტ. 1X, თბ., 2000, გვ. 124-127.
4. Кезели Т. А. Витамины в растениях Грузии. Тб.: Мецниереба, 1966. - 230 с.
5. Методические указания по химико-технологическому сортоиспытанию овощей, плодов и ягод для консервной промышленности. М., 1977. - 198 с.
6. Марх А.Т., Кржевова Р.В. Химико-технический контроль консервного производства. М.: Пищепромиздат, 1962. - 435 с.

PRODUCING DIETARY NOURISHING PRODUCTS FROM SOME KIND OF WILD BERRIES AND FRUIT RAW MATERIALS

†E. Khvichia G. Kaishauri

(Biotechnological Center of Georgian Technical University)

Resume: This work contains the discussion of the results of studying chemical substances of wild berries (wild pear, dewberry, cornel). Natural cans are produced from fruits (fruits with their natural juice). The main standard qualitative indices of given production is studied.

Key words: biochemical substances; cornel; dewberry; products of producing; wild berries; wild pear.

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ДИКОРАСТУЩИХ ПЛОДОВ И ЯГОД ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ДИЭТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

†Хвичия Э. Д., Кайшаури Г. Н.

(Биотехнологический центр Грузинского технического университета)

Резюме: Приведены результаты исследования химического состава дикорастущих плодов и ягод, в частности ежевики, лесной груши, кизила.

Разработана технология изготовления натуральных консервов из ягод.

Из ягод изготовлены натуральные консервы (плоды в собственном соку). Изучены основные стандартные качественные показатели изготовленной продукции.

Ключевые слова: биохимический состав; дикорастущие плоды и ягоды; ежевика; кизил; лесная груша; продукты переработки.

„ქართული თეთრი ჰიბრიდული“ ჯიშის გოგრის შენახვის ტექნოლოგია

გულნაზ კაიშაური

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოტექნოლოგიის ცენტრი)

რეზიუმე: ნაშრომში წარმოდგენილია „ქართული თეთრი ჰიბრიდული“ ჯიშის გოგრის შენახვის უნარის კვლევის შედეგები. ნაყოფების ერთი ნაწილი შენახულ იქნა ბუნებრივი ვენტილაციის მქონე საცავში 12–14 °C ტემპერატურისა და 70–75 % ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის პირობებში, მეორე ნაწილი კი – მაცივარ-საკანში, სადაც ტემპერატურა იყო 4–6 °C და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა – 90–95 %.

დადგინდა, რომ „ქართული თეთრი ჰიბრიდული“ ჯიშის გოგრა ბუნებრივი ვენტილაციის პირობებში თითქმის 8–9 თვის განმავლობაში ინახება.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი ვენტილაციის მქონე საცავი; გოგრა; მაცივარ-საკანი; შენახვა.

შესავალი

თანამედროვე პირობებში როგორც ჩვენთან, ისე საზღვარგარეთ დიდი ყურადღება ექცევა ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის საკითხებს, ასევე დღემდე არსებული მეთოდებისა და რეკომენდаций სრულყოფას, რაც სოფლის მეურნეობის მუშაკებისათვის ძირითად პრობლემას წარმოადგენს.

ხილბოსტნეულის მოხმარების პერიოდის გაზრდის მიზნით მეცნიერების წინაშე დგას შენახვის ისეთი მეთოდების შერჩევის საკითხი, რომელიც უზრუნველყოფს მათი მოხმარების ვადის გაზრდას მინიმალური დანაკარგებით [1].

ცნობილია, რომ ნაყოფების შენახვის უნარი დამოკიდებულია ჯიშის ბიოლოგიურ თვისებებზე, როგორც ნიადაგობრივ-კლიმატურ, ისე ზრდისა და განვითარების პირობებზე, გეოგრაფიულ განლაგებაზე და სხვ. ნაყოფებში მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჯიშის თავისებურება, სიმწიფის ხარისხი და შენახვის პირობები. მაგრამ სხვადასხვა ზონაში გამოყენებული შენახვის ყველა მეთოდისა და პირობის გამოყენება დამატებითი დამუშავების გარეშე საქართველოში სასურველ შედეგს არ იძლევა.

სამეცნიერო ლიტერატურაში სხვადასხვა მოსაზრებაა გოგრის შენახვის ტემპერატურული რეკომენდаций შესახებ. მაგალითად, როგორც ინახება იგი 1-დან 3 °C-მდე, 3-დან 10 °C-მდე, 0-დან 15 °C-მდე და 15 °C-ზე მეტი ტემპერატურის დროს, როცა ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონი შეადგენს 70 – 90 %-ს, ძირითადად კი – 70 – 75 %-ს. შენახვის პერიოდი განისაზღვრება 2–7 თვით. მიაჩნიათ, რომ გოგრის ნაყოფი უფრო მეტხანს გაძლებს, თუ შენახვამდე მათ სანედლეულო ბაქანზე დააყოვნებენ 7 – 15 დღის განმავლობაში (კანის გამაგრებამდე).

შენახვისას გოგრის ნაყოფი აგრძელებს დამწიფებას და თან ფერსაც იცვლის. დამწიფების დამთავრებისას იგი შესაბამის ფერს იძენს.

დიდხანს შენახვის უნარის მქონე ჯიშები გამოირჩევა C ვიტამინის, მშრალი ნივთიერების, შაქრების, სახამებლის, უჯრედანას მეტი შემცველობით [2].

საქართველოში გაერცელებული გოგრის ჯიშების შენახვის უნარი ნაკლებადაა შესწავლილი. ჩვენთან ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შესანახად ვარგისად ითვლება მსხვილნაყოფა და მეტი რბილობის მქონე ჯიშები: „თათრული თეთრი“ და „ხოკერა“, ხოლო „ხურჯინა“ („პერეხვატკა“) ხასიათდება დაბალი შენახვის უნარით [3].

ძირითადი ნაწილი

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა გოგრის შენახვის ოპტიმალური რეჟიმის შერჩევა მასში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მაქსიმალური შენარჩუნებისათვის.

კვლევის ობიექტად გამოყენებული იყო აღმოსავლეთ საქართველოში მოყვანილი „ქართული თეთრი ჰიბრიდული“ ჯიშის გოგრა, რომელიც ოვალური ფორმისაა, ოდნავ გამოხატული წახნაგებით (ფორმის ინდექსი – 0,68) და მონაცრისფრო კანით. ნაყოფის საშუალო მასაა 8,11 კგ; ხასიათდება კარგი სასაქონლო მაჩვენებლებით.

მოსავლის აღების შემდეგ (შენახვამდე) ხდებოდა გოგრის ბიოქიმიური შედგენილობის განსაზღვრა. მისი რბილობი შეიცავდა: 7,39 % შაქრებს, 1,63 % სახამებელს, 1,24 % უჯრედანას, 0,77 % პექტინოვან და 1,0 % აზოტოვან ნივთიერებებს, ვიტამინებს (მგ%): C – 1,71; B₁ – 0,08; B₂ – 0,07; B₃ – 0,04; B₆ – 0,05; PP – 0,07; H – 0,17; H – 0,07; კაროტინს – 0,14. ჯიშში დაბალმჟავიანია (0,04 % ვაშლმჟავაზე გადაანგარიშებით), მისი pH 6,75-ია.

ბიოქიმიური შედგენილობის კვლევის შემდეგ გოგრის ნაყოფები შენახულ იქნა ბუნებრივ ვენტილაციიან საცავში (12–14 °C ტემპერატურისა და 70–75 % ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის პირობებში) და მაცივარ-საკანში (4–6 °C ტემპერატურისა და 90–95 % ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის პირობებში). ტემპერატურა და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა აღირიცხებოდა დღეში სამჯერ.

მასის ბუნებრივი კლება განისაზღვრებოდა საწყის და საბოლოო მასებს შორის სხვაობით (%); ფიზიოლოგიური და ფიტოპათოლოგიური დაავადებებით გამოწვეული გაფუჭების პროცენტი – საწყისი მასის გათვალისწინებით, ხოლო საერთო დანაკარგები – მასის ბუნებრივი კლებისა და გაფუჭებით გამოწვეული დანაკარგების პროცენტების შეჯამებით.

გოგრის ნაყოფები ცდიდან იხსნებოდა მაშინ, როდესაც ტექნიკური წუნი მიაღწევდა 10 %-ს. ქიმიური ანალიზის შედეგები იანგარიშებოდა საწყისი მასის მიმართ ბუნებრივი დანაკარგის გათვალისწინებით, ხოლო მიღებული მონაცემების საფუძველზე დგინდებოდა ჯიშის შენახვის უნარი.

შენახვის საწყისსა და ბოლო პერიოდებში ხდებოდა როგორც ჯიშის სასაქონლო მაჩვენებლების, ისე ფიზიოლოგიური და ფიტოპათოლოგიური დაავადებების კვლევა.

ნაყოფების ბიოქიმიურ შედგენილობას იკვლევდნენ სტანდარტული მეთოდებით [4–6].

დაკვირვებამ ცხადყო, რომ განსხვავებულ პირობებში შენახული ნაყოფების შენახვის უნარიც განსხვავებულია. მაგალითად, მაცივარ-საკანში ნაყოფები ინახება 120, ხოლო ბუნებრივი ვენტილაციის მქონე საცავში – 260 დღის განმავლობაში.

ლიტერატურული წყაროების ანალიზიდან, დაბალ ტემპერატურაზე შენახვისას ნაყოფების გაფუჭების პროცენტი და მასის კლება ბევრად უფრო მცირდება, ვიდრე მაცივრის გარეშე შენახვისას. აღსანიშნავია, რომ პირველ შემთხვევაში ფერხდება ბიოქიმიური პროცესების მიმდინარეობა.

გამოკვლევებით დადგინდა, რომ მაცივარ-საკანში შენახული გოგრის ნაყოფი გამოირჩევა სუნთქვის დაბალი ინტენსიურობით. ტემპერატურულ რეჟიმზე დამოკიდებულების მხრივ კი ნაყოფების ხარისხობრივი მაჩვენებლები სხვადასხვანაირად იცვლება. მაცივარ-საკანში შენახულ ნაყოფებში მშრალი ნივთიერების რაოდენობა უფრო მეტია, ვიდრე ბუნებრივი ვენტილაციის პირობებში შენახულ ნაყოფებში.

მშრალი ნივთიერების მაქსიმალური რაოდენობა გროვდება შაქრების (სახამებლის ჰიდროლიზის შემდეგ), პექტინოვანი, მთრიმლავი და საღებავი ნივთიერებების, თავისუფალი ამინომჟავებისა და ნაწილობრივ ზოგიერთი ვიტამინის, მათ შორის კაროტინის (გოგრის სიმწიფით გამოწვეული) მატების შედეგად, მაგრამ კაროტინის ბიოსინთეზი სხვადასხვაგვარად მიმდინარეობს.

შენახვის პროცესში შეიმჩნევა შაქრის შემადგენელ ნაწილებს შორის თანაფარდობის ცვლილება, რაც ნახშირწყლების კომპლექსის ურთიერთგარდაქმნაზე მიუთითებს. მაცივარ-საკანში შენახულ ნაყოფებში შენახვის ბოლო პერიოდში საერთო შაქრების პროცენტული შემცველობა მეტია, ვიდრე იმავე პერიოდში ბუნებრივი ვენტილაციის პირობებში შენახულ ნაყოფებში (იხ. ცხრილი).

**„ქართული თეთრი ჰიბრიდული“ ჯიშის გოგრის შენახვისას ზოგიერთი
ქიმიური ნაერთის ცვლილება**

შენახვის პირობები	ანალიზის მატარებლის დრო	ხსნადი მშრალი ნივთიერება, %	წყალი, %	საერთო შაქრები, %	საზამბელო, %	საერთო პექტინი, %	საერთო მუცავ-ანობა (ვაშლმკვარზე გადანერგვის შემდეგ), %	pH	მთრმლაგი და საღებავი ნივთიერებები, %	კაროტინი, მგ %	ასკორბინის მჟავა, მგ %
საცავი ბუნებრივი ვენტილაციით	შენახვის დასაწყისში	7,39	90,79	4,62	1,63	0,77	0,04	6,75	0,04	0,14	1,71
	280 დღის შემდეგ	4,72	86,67	2,41	-	1,58	0,03	5,81	0,05	0,14	1,68
	290 დღის შემდეგ	7,89	75,59	3,54	1,89	2,65	0,03	5,87	0,03	0,14	1,51
მაცივარი საკანი	შენახვის დასაწყისში	7,39	90,79	4,62	1,63	0,77	0,04	6,75	0,04	0,14	1,71
	68 დღის შემდეგ	8,95	78,99	5,97	0,67	0,40	0,03	6,62	0,04	0,12	1,67
	167 დღის შემდეგ	5,95	78,13	3,32	0,46	1,33	0,03	5,99	0,06	0,12	1,00

დადგენილია, რომ ვიტამინების შენარჩუნებაზე გავლენას ახდენს ტემპერატურა და შენახვის ვადები. ტემპერატურის გაზრდისას (განსაკუთრებით შენახვის პირველ ორ თვეში) მატულობს C ვიტამინის დანაკარგები, რადგან დეჰიდროასკორბინისა და დიკეტოგულონის მჟავები, რომლებიც გარდაიქმნება ასკორბინის მჟავა, მეტად თერმოლაბილურია, ვიდრე თვით ასკორბინის მჟავა [2]. გადამწიფებისას ნაყოფში მცირდება მშრალი ნივთიერება სასიცოცხლო პროცესებზე ხარჯვის გამო.

შენახვის მთელ პერიოდში B ჯგუფის ვიტამინების შემცველობა ძირითადად შენარჩუნებულია. საკვლევე ჯიშში კაროტინის შემცირებას თან ახლავს C ვიტამინის მკვეთრი დაცემა. შენახვის ორივე რეჟიმის დროს აღინიშნება მშრალი ნივთიერების, შაქრების, კაროტინის, C ვიტამინის მაღალი შემცველობა.

გამოკვლევებით დადგინდა, რომ „ქართული თეთრი ჰიბრიდული“ ჯიშის გოგრის შენახვა მაცივარ-საკანში არ იძლევა საიმედო შედეგებს, თუმცა მასის ბუნებრივი კლება მეტად უმნიშვნელოა. მაღალი ტემპერატურის პირობებში შენახული გოგრის ნაყოფი ფიტოპათოგენური მიკროორგანიზმების მიმართ გამძლეობით გამოირჩევა.

დასკვნა

კვლევის შედეგების გაანალიზების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ზემოთ განხილული გოგრის ღიძხანს შენახვის უნარს განაპირობებს ნაყოფების ბუნებრივი ვენტილაციის მქონე საცავში შენახვა, სადაც ტემპერატურა 12–14 °C-ია და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა – 70–75 %. ასეთი რეჟიმის პირობებში მიზანშეწონილია „ქართული თეთრი ჰიბრიდული“ ჯიშის გოგრის შენახვა საშუალოდ 8–9 თვის განმავლობაში.

ამრიგად, გოგრის ჯიშური თავისებურებისა და მოყვანის პირობების გათვალისწინებით, შენახვის ტემპერატურისა და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის სწორი შეხამებით შეიძლება საგრძნობლად შემცირდეს დანაკარგები და გაიზარდოს მათი შენახვის ვადა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Кайшаури Г. Влияние условий хранения на лежкость плодов тыквы сорта Картули Тетри // Сборник трудов Международной научно-практической конференции “Современные технологии и прикладной дизайн”, Кутаиси, 19.05 – 20.05, 2011, с. 125-126.
2. Кайшаури Г. Лежкоспособность тыквы сорта Миндальная-35 // Научные труды Грузинского государственного аграрного университета, т. 4, N 2 (55), Тб., 2011, с. 24–27.
3. ირ. მაჭავარიანი. ბოსტნეული და ბაღჩეული კულტურების მეთესელობა. თბ.: საქ. სსრ მეცნ. აკად. გამომც., 1958. - 205 გვ.
4. Методические указания по химико-технологическому сортоиспытанию овощей, плодов и ягод для консервной промышленности. М., 1977. - 198 с.
5. Соловьева Е. Н. Методическое руководство по определению витаминов. М.: Медгиз, 1960.
6. Дараселия Г. Я. Каротиноиды (провитамин А). Астрахань, 2004. - 64 с.

THE ABILITY OF A PUMPKIN SORT „KARTULI TETRI HIBRIDULI“ TO BE PRESERVED

G. Kaishauri

(Biotechnological Center of Georgian Technical University)

Resume: There are shown the results of the research carried out on storage properties of a pumpkin sort „Kartuli Tetri Hibriduli“, grown in the Georgia.

There is ascertained, that the fruit of the „Kartuli Tetri Hibriduli“ pumpkin is well preserved in conditions of natural ventilation (at the temperature of 12–14 °C and 70–75 % relatively humidity of air). At high temperature storage conditions of the fruits are more resistant to phytopathogenic microorganisms.

There is asserted, that this sort of „Kartuli Tetri Hibriduli“ can be preserved for about 8 – 9 months in the conditions of natural ventilation without any spoilage.

Key words: preserve; pumpkin; refrigerator; storage of natural ventilation.

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ЛЕЖКОСПОСОБНОСТЬ ТЫКВЫ СОРТА „КАРТУЛИ ТЕТРИ ГИБРИДУЛИ“

Кайшаури Г. Н.

(Центр биотехнологии Грузинского технического университета)

Резюме: В работе изложены результаты исследования лежкоспособности сорта тыквы «Картули тетри гибридули». Плоды заложены на хранение в условиях естественной вентиляции при температуре 12–14 °C и относительной влажности воздуха 70 –75 %, а также в холодильную камеру при температуре 4–6 °C и относительной влажности воздуха 90–95 %.

Установлено, что сорт тыквы «Картули тетри гибридули» хорошо хранится в условиях естественной вентиляции и почти без порчи в течение 8–9 месяцев.

Ключевые слова: тыква; холодильная камера; хранение; хранилище с естественной вентиляцией.

მცენარეული ნედლეულის ფოთლის საჭყლელ-საქუცმაცებელ-საგრესი მანქანის მუშა დანების მიერ აღძრული დატვირთვების განსაზღვრა*

თამაზ მეგრელიძე, გიორგი პირველი, გივი გუგულაშვილი, გიორგი ბერუაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: აღწერილია საკვებ-სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის ფოთლის საჭყლელ-საქუცმაცებელ-საგრესი მანქანის მუშა დანების მიერ მანქანაში აღძრული დატვირთვები. გამოყვანილია ამ დანების მუშაობის პროცესში წარმოქმნილი ძალით აღძრული ღერძული დატვირთვის, მღუნავი და მგრესი მომენტებისა და განივი დატვირთვების საანგარიშო ფორმულები. ყველა ზემოაღნიშნული დატვირთვის გათვალისწინება საჭიროა მცენარეული ნედლეულის ფოთლის საჭყლელ-საქუცმაცებელ-საგრესი მანქანის დაპროექტების მეთოდის დამუშავებისას.

საკვანძო სიტყვები: დანები; საკვებ-სამკურნალო მცენარეული ნედლეული; საჭყლელ-საქუცმაცებელ-საგრესი მანქანა; ფოთლი.

შესავალი

მცენარეული ნედლეულის ფოთლის ახალი საჭყლელ-საქუცმაცებელ-საგრესი მანქანების დაწერვისა და ათვისების საქმეში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ამ მანქანების თეორიული გაანგარიშების საფუძვლების დამუშავებას, რისთვისაც აუცილებელია მათში მოქმედი ძალებისა და მომენტების განსაზღვრა. ეს იმის საშუალებას იძლევა, რომ შეიქმნას ერთი პრინციპით მომუშავე, მაგრამ განსხვავებული ზომისა და კინემატიკური პარამეტრების მქონე მსგავსი მანქანების გაანგარიშების საერთო მეთოდიკა, რის საფუძველზეც შესაძლებელი გახდება უკვე წინასწარ დაგეგმილი ტექნოლოგიური ეფექტის მომცემა მანქანების დაგეგმარება. ერთ-ერთი ასეთი ახალი მანქანაა საკვებ-სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის ფოთლის საჭყლელ-საქუცმაცებელ-საგრესი მანქანა. მანქანამ წარმატებით გაიარა საწარმოო გამოცდები და საყოველთაო აღიარება დაიმსახურა; დაისვა საკითხი მსგავსი მანქანების დასაპროექტებლად გაანგარიშების მეთოდის დამუშავების შესახებ.

ძირითადი ნაწილი

პირველ რიგში საჭიროა განისაზღვროს დანების მიერ საერთო ძალით წარმოქმნილი დატვირთვების მნიშვნელობები.

ამისათვის შეირჩა მართკუთხა კოორდინატთა სისტემა, რომლის სათავე ემთხვევა დანის ტორსულ კვეთს, ხოლო X ღერძის მიმართულება – დანის ღილვის ღერძს.

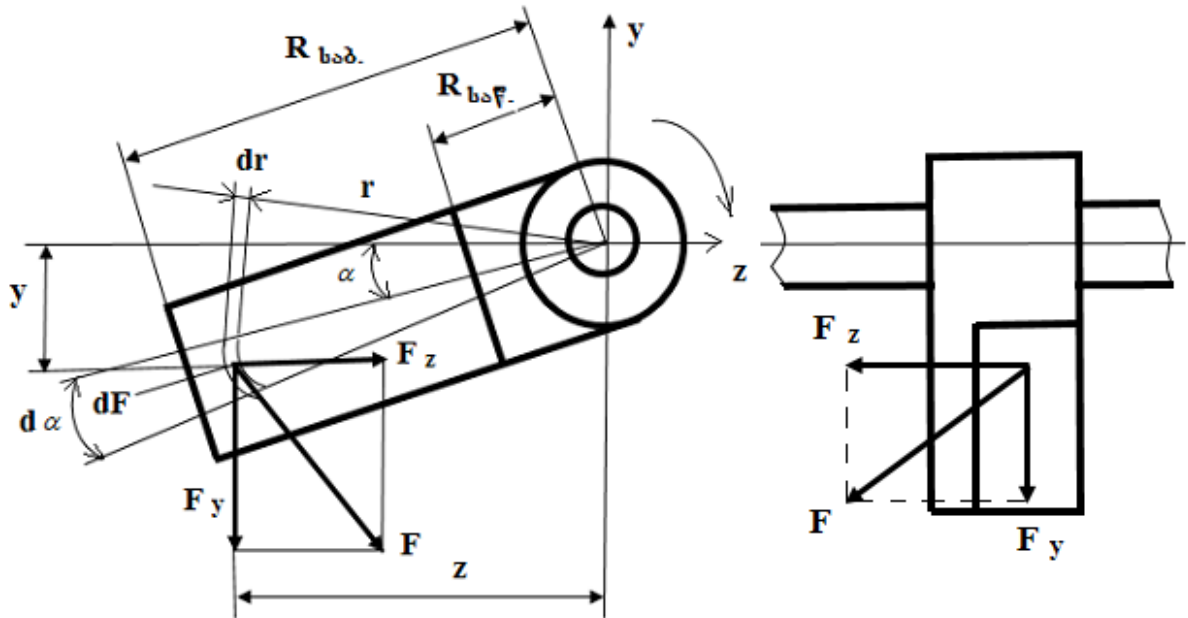
* პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის სახელობის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი № 30/26). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლებელია არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის სახელობის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

ფოთლის მასაზე მოქმედი საერთო F ძალა მიმართულია დანის ზედაპირის მართობულად და დახრილია ჰორიზონტისადმი β კუთხით. დავშალოთ ეს ძალა ჰორიზონტალურ და მართობულ მდგენელებად

$$\text{ღერძული ძალა} - F_x = F \cdot \cos \beta; \quad (1)$$

$$\text{წრიული ძალა} - F_r = F \cdot \sin \beta, \quad (2)$$

სადაც β დანის მჭრელი პირის ვერტიკალიდან დახრის კუთხეა.



დანაზე მოქმედი ძალების საანგარიშო სქემა

დანის ზედაპირზე გამოვეყოთ dF ფართობის მქონე უსასრულოდ მცირე ელემენტი (იხ. ნახ.), რომელიც ტოლია

$$dF = r \cdot dr \cdot d\alpha \cdot \frac{1}{\cos \beta}. \quad (3)$$

უსასრულოდ მცირე $d\alpha$ კუთხის საზღვრებში ღერძული დატვირთვა ტოლია

$$dN_x = F_x \cdot dF = F \cdot \cos \beta \cdot r \cdot dr \cdot d\alpha \cdot \frac{1}{\cos \beta}, \quad (4)$$

საიდანაც ინტეგრების შემდეგ გვექნება

$$(dN_x)_\alpha = \int_{R_{\text{საწ.}}}^{R_{\text{საბ.}}} F \cdot \cos \beta \cdot r \cdot dr \cdot d\alpha \cdot \frac{1}{\cos \beta} = F \cdot \frac{R_{\text{საბ.}}^2 - R_{\text{საწ.}}^2}{2} \cdot d\alpha. \quad (5)$$

დანის წრიული მოძრაობის შედეგად ფოთლის მასა წინ გადაადგილდება x ღერძის გასწვრივ. ამასთან, დანის მიერ ერთი სრული ბრუნის შესრულების შემთხვევაში (მობრუნების კუთხე ტოლია $2 \cdot \pi$) ფოთლის მასა გადაადგილდება რაღაც S ბიჯით. ამიტომ α კუთხით დანის მობრუნებას შეესაბამება ფოთლის მასის x ღერძის გასწვრივ გადაადგილება რაღაც x მანძილზე. ამიტომ

$$\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{S} \cdot x$$

და

$$d\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{S} \cdot dx .$$

დერძული დატვირთვის მთლიანი სიდიდე მიიღება (5) გამოსახულების α კუთხით ინტეგრების შემთხვევაში

$$N_X = \frac{dN_X}{dx} = F \cdot \frac{R_{\text{საბ.}}^2 - R_{\text{საწ.}}^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{S} . \quad (6)$$

აღნიშნული F_X ძალა, გარდა დერძის მიმართულებით კუმშვისა, ქმნის აგრეთვე მღუნავ მომენტებს y და z დერძების მიმართ.

უსასრულოდ მცირე $d\alpha$ კუთხის საზღვრებში z დერძის მიმართ მღუნავი მომენტი ტოლი იქნება

$$dM_Z = F_X \cdot y \cdot \sin \alpha \cdot dF . \quad (7)$$

მიღებულ განტოლებაში dF ფართობის მნიშვნელობის ჩასმით და იმის გათვალისწინებით, რომ $y = r$, გვექნება

$$dM_Z = F \cdot \cos \beta \cdot \sin \alpha \cdot r^2 \cdot dr \cdot d\alpha \cdot \frac{1}{\cos \beta} . \quad (8)$$

(8) განტოლების ინტეგრებით მივიღებთ z დერძის მიმართ სრული მომენტის მნიშვნელობას

$$M_Z = \int_{R_{\text{საწ.}}}^{R_{\text{საბ.}}} F \cdot \cos \beta \cdot \sin \alpha \cdot r^2 \cdot dr \cdot d\alpha \cdot \frac{1}{\cos \beta} = F \cdot \frac{R_{\text{საბ.}}^3 - R_{\text{საწ.}}^3}{3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{S} \cdot \sin \frac{2 \cdot \pi}{S} \cdot x . \quad (9)$$

უსასრულოდ მცირე $d\alpha$ კუთხის საზღვრებში y დერძის მიმართ მღუნავი მომენტი ტოლი იქნება

$$dM_y = F_X \cdot z \cdot \cos \alpha \cdot df . \quad (10)$$

ამ შემთხვევაში $z = r$. ამიტომ dF ფართობის მნიშვნელობის ჩასმით ბოლო განტოლებიდან მივიღებთ

$$dM_y = F \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha \cdot r^2 \cdot dr \cdot d\alpha \cdot \frac{1}{\cos \beta} , \quad (11)$$

ამ გამოსახულების ინტეგრებით კი მიიღება მთლიანი ძალის მიერ y დერძის მიმართ აღძრული სრული მომენტის მნიშვნელობა

$$M_y = \int_{R_{\text{საწ.}}}^{R_{\text{საბ.}}} dM_y = F \cdot \frac{R_{\text{საბ.}}^3 - R_{\text{საწ.}}^3}{3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{S} \cdot \cos \frac{2 \cdot \pi}{S} \cdot x . \quad (12)$$

F ძალის წრიული მდგენელი (F_r) ქმნის მგრეს მომენტს, რომლის სიდიდე $d\alpha$ უსასრულოდ მცირე კუთხის ფარგლებში ტოლი იქნება

$$dM_{\text{მგრ.}} = F_r \cdot r \cdot dF = F \cdot \text{tg} \beta \cdot r^2 \cdot dr \cdot d\alpha . \quad (13)$$

მთლიანი მგრესი მომენტი მიიღება (13) გამოსახულების ინტეგრებით r -ის მიხედვით

$$(M_{\text{მგრ.}})_\alpha = \int_{R_{\text{საწ.}}}^{R_{\text{საბ.}}} dM_{\text{მგრ.}} = F \cdot \text{tg} \beta \cdot \frac{R_{\text{საბ.}}^3 - R_{\text{საწ.}}^3}{3} \cdot d\alpha . \quad (14)$$

მიღებული სიდიდის α კუთხით ინტეგრების გზით მივიღებთ სრული მგრესი მომენტის მნიშვნელობას

$$M_{\text{მგრ.}} = \int_0^{\frac{2 \cdot \pi}{S}} (M_{\text{მგრ.}})_\alpha = F \cdot \text{tg} \beta \cdot \frac{R_{\text{საბ.}}^3 - R_{\text{საწ.}}^3}{3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{S} . \quad (15)$$

გარდა მგრესი მომენტისა, F_r წრიული ძალა აღძრავს აგრეთვე განივ დატვირთვებს y და z დერძების მიმართ.

დატვირთვის სრული ინტენსიურობა გამოითვლება განივი დატვირთვის პირველი რიგის წარმოებულის გამოყენებით

$$dQ_y = -F_r \cdot dF \cdot \cos \alpha = -F \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot r \cdot dr \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha. \quad (16)$$

მიღებული განტოლების ინტეგრება r -ისა და α -ს მიხედვით იძლევა yx სიბრტყეში განივი დატვირთვის მნიშვნელობას

$$q_{yx} = \frac{dQ_y}{dx} = -F \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{R_{\text{საბ.}}^2 - R_{\text{საწ.}}^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{S} \cdot \cos \frac{2 \cdot \pi}{S} \cdot x. \quad (17)$$

სრული დატვირთვის ინტენსიურობა zx სიბრტყეში გამოითვლება ანალოგიურად, როგორც განივი დატვირთვის პირველი რიგის წარმოებულ

$$dQ_z = -F_r \cdot dF \cdot \sin \alpha = -F \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot r \cdot dr \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha. \quad (18)$$

მიღებული განტოლების ინტეგრება r -ისა და α -ს მიხედვით იძლევა zx სიბრტყეში განივი დატვირთვის მნიშვნელობას

$$q_{zx} = \frac{dQ_z}{dx} = -F \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{R_{\text{საბ.}}^2 - R_{\text{საწ.}}^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{S} \cdot \sin \frac{2 \cdot \pi}{S} \cdot x. \quad (19)$$

დასკვნა

ამრიგად, დანების მუშაობის პროცესში წარმოქმნილი საერთო ძალა (F) აღძრავს ღერძულ N_x დატვირთვას, y და z ღერძების მიმართ M_y და M_z მღუნავ მომენტებს, მგრეს $M_{\text{მგრ.}}$ მომენტს, აგრეთვე yx და zx სიბრტყეებში განივ q_{yx} და q_{zx} დატვირთვებს. ყველა ამ სიდიდის გათვალისწინება აუცილებელია მცენარეული ნედლეულის ფოთლის საჭყლელტ-საქუცმაცებელ-საგრესი მანქანის დაპროექტების მეთოდის დამუშავებისას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. თ. რევიშვილი, ვ. ღვაწლიანი, გ. გუგულაშვილი, თ. ღვაწლიანი. ჩაის ფოთლის დამუშავებელი დანადგარი. საპატენტო სიგელი GE P 4861 B. 12.10.2008. A 23 F 3/12.
2. ვ. ღვაწლიანი, ლ. ხარებავა, ა. გიორგაძე, გ. გუგულაშვილი. ჩაის ფოთლის დამჭყლელტ-დამქუცმაცებელი მოწყობილობა. საპატენტო სიგელი GE P 1403 B. 07.03.1998. A 23 F 3/12.
3. თ. მეგრელიძე, ვ. ღვაწლიანი, გ. გუგულაშვილი, ე. სადალაშვილი, ბ. ღვაწლიანი. მცენარეული ნედლეულისაგან მრავალკომპონენტური საკვებ-სამკურნალო პროდუქციის მიღების გაუმჯობესების გზები//საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები, № 2 (492), თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2014. გვ. 40-44.
4. თ. მეგრელიძე, ვ. ღვაწლიანი, გ. გუგულაშვილი, ე. სადალაშვილი, გ. პირველი. მცენარეული ნედლეულის გადამამუშავებელი დანადგარის გამოცდის შედეგები//საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის “კვების მრეწველობის ტექნოლოგიური პროცესების და მოწყობილობების პრობლემები” შრომათა კრებული. თბ., 2015, გვ. 11-19.
5. თ. მეგრელიძე, ვ. ღვაწლიანი, გ. გუგულაშვილი, ე. სადალაშვილი, გ. პირველი. მცენარეული ნედლეულის გადამამუშავების ახალი ტექნოლოგია და ტექნოლოგიური მოწყობილობა// საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის “კვების მრეწველობის ტექნოლოგიური პროცესების და მოწყობილობების პრობლემები” შრომათა კრებული. თბ., 2015, გვ. 101-110.

DETERMINATION OF THE LOADINGS, PROVOKED FROM WORKER KNIVES IN THE VEGETABLE RAW MATERIALS LEAVES CRUSHING-SMASHING-ROLLING MACHINE

T. Megrelidze, G. Pirveli, G. Gugulashvili, G. Beruashvili

(Georgian Technical University)

Resume: There are described the loadings, which are provoked from worker tandem knives in nutrition-medical vegetable raw materials leaves crushing-smashing-rolling machine. There is worked out the axis loadings, bend moments, twist moments and longitudinal loadings account formulas, which are provoke from the force in working tandem knives. Foresight of all this loads are necessary for the elaboration of the design method of vegetable leaves raw materials crushing-smashing-rolling machine.

Key words: crushing-smashing-rolling machine; knives; leaf; nutrition-medical vegetation raw materials.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАБОТЕ СПАРЕННЫХ НОЖЕЙ В МАШИНЕ ДЛЯ МЯТИЯ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И СКРУЧИВАНИЯ ЛИСТЬЕВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Мегрелидзе Т. Я., Пирвели Г. Т., Гугулашвили Г. Л., Бериашвили Г. Ш.

(Грузинский технический университет)

Резюме: Описаны нагрузки, возникающие при работе спаренных ножей в машине для мятия, измельчения и скручивания листьев растительного сырья. Выведены расчетные формулы для определения осевых нагрузок, изгибающих и крутящих моментов, а также продольных нагрузок, вызываемых работой ножей. Знание всех указанных нагрузок необходимо для разработки методики проектирования машин для мятия, измельчения и скручивания листьев растительного сырья.

Ключевые слова: листья; машина для мятия-измельчения-скручивания; ножи; пищево-лечебное растительное сырье.

წმენდითი ამოღება მოსამზადებელი გვირაბების დამცავი ნახშირის მთელანების დატოვების ბარეში

ლევან ჯაფარიძე, თეიმურაზ ფირცხალაია, თამაზ გობეჯიშვილი

(გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი)

რეზიუმე: განხილულია ამოსადები უბნების მოსამზადებელი გვირაბების მდგრადობის უზრუნველყოფის პრობლემა ტყიბული-შაორის საბადოს (ტშს) შახტებში. წმენდითი სამუშაოების ზონაში ისინი კარგავენ საწყისი კვეთის 60 – 70 %-ს. დამუშავების სიღრმის ზრდასთან დაკავშირებით სანგრევის შესასვლელთან და გამომუშავებული სივრცის მხრიდან მომხდარმა უბედურმა შემთხვევებმა მათი საერთო რაოდენობის 80 – 90 % შეადგინა.

პრობლემის გადასაწყვეტად შემოთავაზებულია ჩინეთში დამუშავებული “კონსოლური კოჭის ჭრის თეორია” (“cutting cantilever beam theory” – CCBT), რომელიც ამჟამად მსოფლიოში ერთ-ერთი წამყვანი ტექნოლოგიაა გამომუშავებულ სივრცეში ჭერის მიზანმიმართული ჭრისა, რაც გამორიცხავს სამთო წნევის პიკური დატვირთვის გადაცემას მოსამზადებელი გვირაბის ჭერის მდგრად ნაწილზე. ჩამოქცეული ჭერის ქანების გაფხვიერება გამოიყენება ზედაპირული დაჯდომის შესამცირებლად. მოპოვების ეს მეთოდი 50 %-ით ამცირებს გამოღებული სივრცის ჭერის დაჯდომის სამუშაოების მოცულობას და უზრუნველყოფს ნახშირის სვეტის სრულ გამოღებას, რითაც მიიღწევა ნახშირის მოპოვების თვითღირებულების მნიშვნელოვანი შემცირება და, რაც უფრო მთავარია, მცირდება ავარიების საშიშროება სანგრეგში.

საკვანძო სიტყვები: კონსოლური კოჭის ჭრის თეორია; მოსამზადებელი გვირაბების მდგრადობა; ნახშირის სვეტის სრული გამოღება; სამთო წნევა; ტყიბული-შაორის საბადო.

შესავალი

ტყიბული-შაორის საბადო, რომელიც საქართველოს ნახშირის მრეწველობის ძირითად ბაზას წარმოადგენს და, სადაც ქვეყნის ნახშირის მარაგის 80 %-ზე მეტია თავმოყრილი, საკმაოდ რთული სამთო-გეოლოგიური პირობებით გამოირჩევა. საბადოს დამუშავების სიღრმემ 900 მ-ს გადააჭარბა. ნახშირის ფენები სამთო დარტყმებისა და ენდოგენური ხანძრების მიმართ საშიში ფენების კატეგორიას მიეკუთვნება. საბადოს საბაღანსო მარაგი 250 მლნ ტ-ზე მეტია, ხოლო საპროგნოზო მარაგი 600 მლნ ტ-ს აღემატება.

ქვანახშირია ის ერთადერთი ადგილობრივი ენერგიაშემცველი, რომლის დადგენილი მარაგი ბაზისური ელექტროენერგიის წარმოებას მთლიანად ტყიბულის ნახშირზე გადაყვანის შესაძლებლობას აძლევს [1, 2]. ნახშირის მსოფლიო მარაგები განსაზღვრავს ზომიერ და სტაბილურ საბაზრო ფასებს. მის წილად მსოფლიო ელექტროწარმოების დაახლოებით 41 % მოდის. ზოგიერთ ქვეყანაში ეს ციფრი გაცილებით მეტია: პოლონეთში – 94 %, სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკაში – 92, ჩინეთსა და ავსტრალიაში – 77 % [3].

დღესდღეობით ტშს-ს ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები ბევრად უფრო დაბალია განვითარებული ნახშირმომპოვებელი ქვეყნების ანალოგიურ მაჩვენებლებზე, რადგან მიღებული ტექნოლოგიური გადაწყვეტები არ შეესაბამება ტშს-ს დამუშავების რთულ სამთო-გეოლოგიურ პირობებს [4, 5].

ძირითადი ნაწილი

გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში დამუშავდა ტშს-ს ათვისების ინტენსიურ მოდელზე დაფუძნებული ახალი კონცეფცია, რომელშიც საბადოს სამთო-გეოლოგიური პირობებისა და სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის თანამედროვე მიღწევების გათვალისწინებით გადაწყვეტილია მექანიზებული ტექნოლოგიების ეფექტური გამოყენების საკითხები [6].

ახალ მოდელზე გადასვლისას საჭიროა დიდძალ მოცულობის გრძელი სანგრევებისათვის (ღავეებისათვის) ამოსადები უბნების დაჭრა ნახშირის დიდი მარაგით, რაც მექანიზებული კომპლექსების გამოყენებისას ამცირებს არასაწარმოო დროს და მოპოვებული ნახშირის თვითღირებულებას; ამასთან, ზრდის შრომის ნაყოფიერებას. მაგრამ ამოსადები სვეტის დაგრძელებისას აუცილებელია მოსამზადებელი გვირაბების ეფექტური გამაგრება, რითაც პირველ ყოვლისა უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს საწმენდი სანგრევის გამოსასვლელები. სამაგრის ტიპის, კონსტრუქციის და ზიდვის უნარის არასწორი შერჩევა ძირითადად გამოწვეულია ნახშირის შემცველი ქანების გადაადგილების და სამაგრზე მოსული სავარაუდო დატვირთვის სუსტი პროგნოზით. აღნიშნულის გამო ხშირად იყენებენ მცირე დათმობის უნარის მქონე სამაგრს, არასწორად ირჩევენ სამაგრის დაყენების ბიჯს. ამ მიზეზითვე აიხსნება სხვადასხვა სამთო-გეოლოგიურ და სამთო-ტექნიკურ პირობებში გაყვანილი გვირაბების პრაქტიკულად ერთნაირი პასპორტებით გამაგრება.

ტშს-ს დამუშავების სიღრმის ზრდასთან ერთად იზრდება ქანების დაძაბული მდგომარეობა, გვირაბების სამაგრზე მოსული დატვირთვები, რის გამოც რთულდება გვირაბების შენახვის, მათი მდგომარეობის კონტროლის, რემონტის, სამაგრის გაძლიერების პრობლემური საკითხების მოგვარება [7].

გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში ჩატარებული მრავალწლიანი თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევების, აგრეთვე მიწისქვეშა მშენებლობის მსოფლიო გამოცდილების გაზიარების საფუძველზე შედგენილია მათემატიკური მოდელი, რომელიც ითვალისწინებს გრძელი გვირაბების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის ძირითად გეომექანიკურ და ტექნოლოგიურ ფაქტორებს; აგრეთვე დადგენილ, განზოგადებულ კრიტერიუმებს გვირაბის ოპტიმალური ფორმის, ზომისა და ზიდვის უნარის შესარჩევად; სხვადასხვა ტიპის სამაგრის დამონტაჟებისას ქანთა მასივში მოქმედი გრავიტაციული, ტექტონიკური, სეისმური და ტექნოლოგიური წარმოშობის პირველადი დაძაბულობის ველების სტრუქტურული თავისებურებების გათვალისწინებას. დამუშავებულია ექსპლუატაციური მოთხოვნები, რომლებიც წაყენება გრძელ გვირაბებს საწარმოო ამოცანების ამოხსნისას ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით დასაბუთებული გადაწყვეტილებების მისაღებად [7, 8].

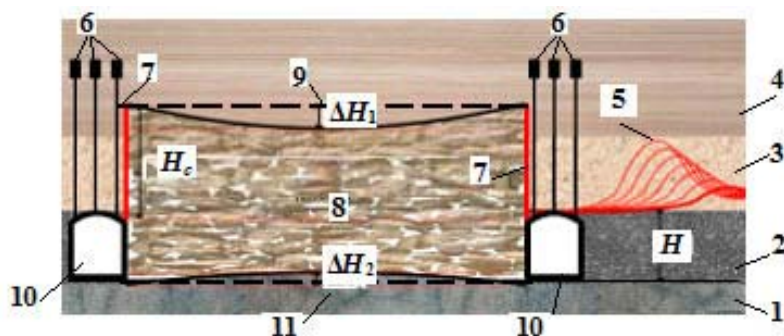
გრძელი, უწყვეტი გადაადგილების საწმენდი სანგრევებით სქელი ნახშირის ფენების დამუშავებისათვის ტშს-ს შახტებში იქმნება ტექნიკური ბაზა ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური ციკლის მექანიზაცია-ავტომატიზაციისათვის, რაც შრომის ნაყოფიერების ზრდისა და მოპოვებული ნახშირის თვითღირებულების შემცირების საფუძველია [4, 5, 6].

XXI საუკუნის დასაწყისში ხშირი სიღრმული დამუშავების გამო ნახშირის მრეწველობაში მსხვილი ავარიების შემთხვევები უფრო გაიზარდა. სანგრევის შესასვლელთან და გამოშვებული სივრცის მხარეს მომხდარმა უბედურმა შემთხვევებმა საერთო რაოდენობის 80 – 90 % შეადგინა [9]. ამოსადები უბნების მოსამზადებელი გვირაბების მდგრადობის უზრუნველყოფის პრობლემა ერთ-ერთი ძირითადია ტშს-ს შახტებში. მაგალითად, წმენდითი სამუშაოების ზონაში ისინი კარგავენ საწყისი კვეთის 60–70 %-ს. განსაკუთრებით მძიმე მდგომარეობაა მოსალოდნელი ტშს-ს შახტებში ღავეების სისტემით დამცავი ფენების დამუშავებისას, როდესაც ხდება ჭერის ქანების სრული ჩამოქცევა და მოსამზადებელი გვირაბების გაყვანა დამცავი მთელანების გარეშე. ეს ბოლო ღონისძიება აუცილებელია, რათა თავიდან იქნეს აცილებული სამთო დარტყმები, ნახშირის მთელანების თვითაღება ნამუშევარ სივრცეში და სხვა არასასურველი დინამიკური მოვლენები. ჩვენი აზრით, აღნიშნული პრობლემის დადებითად გადაწყვეტის ერთ-ერთი გზაა ტშს-ს შახტებში ჩინელი მეცნიერების გამოცდილების გამოყენება [10] და საბადოს თავისებურებების გათვალისწინება.

ცნობილია, რომ გრძელი, უწყვეტი გადაადგილების საწმენდი სანგრევებით ნახშირის ამოღებისას ჭერის მაგარი (კლდოვანი) ქანების ჩამოქცევის შედეგად უშუალო ჭერის ქანები კონსოლური ფილის სახით გამოშვებულია სამუშაო სივრცეში. კონსოლური ფილის ერთი ბოლო ჩამაგრებულია ნახშირზედა მასივში, ხოლო მეორე ბოლო დაკიდებულია. კონსოლის სისქე ტოლია უშუალო ჭერის

ჯამური სისქისა, ხოლო სიგანე – წმენდითი სანგრევის მთელი სიგრძისა. კონსოლის ფილას ჩამოქცევისაგან იცავს სამნგრეველო სამაგრი და ქანებს შორის არსებული შეჭიდულობის ძალები. საწმენდი სანგრევის გადაადგილებისას იზრდება სანგრევის წინა სივრცის სიგანე, რაც იწვევს დატვირთვის ზრდას სამნგრეველო სამაგრზე. რაც უფრო გრძელია კონსოლი, მით უფრო დიდია მღუნავი მომენტი და უფრო მოსალოდნელია ჭერის ჩამოქცევა გამომუშავებული სივრცის მთელ ფართობზე (ღაღის დაქცევა). ამ ავარიული მოვლენის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა კონსოლის დამოკლება, ანუ ჭერის ქანების ხელოვნური ჩამოქცევა. ამ მიზნით სანგრევის ხაზის გასწვრივ იდგმება სპეციალური სამაგრი (ჯდომადი სამაგრი). სწორედ ეს ჯდომადი სამაგრი იწვევს ჭერის ქანების გაჭრას სანგრევის ხაზის პარალელურად და მის ჩამოქცევას.

ჩინეთში ჩატარდა თეორიული კვლევები, რის შედეგადაც ახალი “კონსოლური კოჭის ჭრის თეორია” (“cutting cantilever beam theory” – CCBT) პირველად წარმოდგენილ იქნა 2008 წელს [10]. ამ თეორიაში სამთო წნევა იქნა გამოყენებული ჭერის კონსოლური ფილის მალის წინასწარ შესამცირებლად მოსამზადებელ გვირაბში მისი ჩამოჭრით (გახლეჩით) გამომუშავებული სივრცის მხრიდან (ნახ. 1). ე. ი. პირველი სვეტის გამოღების შემდეგ, მომდევნო სვეტში საჭიროა მხოლოდ ერთი მოსამზადებელი გვირაბის გაყვანა, რადგან მეორე გვირაბი ფორმირდება ავტომატურად პირველი სვეტის გამოღებისას (გამომუშავებულ სივრცეში მოვლანების დატოვების გარეშე). ჩამოქცეული ჭერის ქანების გაფხვიერება გამოიყენება ზედაპირული დაჯდომის შესამცირებლად. მოპოვების ეს მეთოდი 50 %-ით ამცირებს გამოღებული სივრცის ჭერის დაჯდომის სამუშაოების მოცულობას და უზრუნველყოფს ნახშირის სვეტის სრულ გამოღებას, რითაც მიიღწევა ნახშირის მოპოვების თვითღირებულების მნიშვნელოვანი შემცირება და, რაც მთავარია, მცირდება ავარიების რაოდენობა სანგრევაში.



ნახ. 1. ჭერის ქანების კონსოლური ფილის გვერდების წინასწარი ჭრის სიღრმის (H_c) გაანგარიშების სქემა მოსამზადებელი გვირაბების გამომუშავებული სივრცის მხრიდან: 1 – საგები გვერდი; 2 – ნახშირის ფენა; 3 – უშუალო ჭერის ქანები; 4 – ძირითადი ჭერი; 5 – ძაბვების ეპიურები ნახშირის სარეზერვო სვეტში; 6 – ანკერები მოსამზადებელი გვირაბების ჭერში; 7 – ჭერის ქანების წინასწარი ჭრის კონტური; 8 – გამომუშავებული სივრცე; 9 – ძირითადი ჭერის დაწევა (ΔH_1) გაღუნვისას; 10 – მოსამზადებელი გვირაბები; 11 – საგები გვერდის ამოზურცვის სიმაღლე (ΔH_2) [10]

ამჟამად მსოფლიოში CCBT გამომუშავებულ სივრცეში ჭერის მიზანმიმართული ჭრის ერთ-ერთი წამყვანი ტექნოლოგიაა, რომელიც გამოირიცხავს სამთო წნევის პიკური დატვირთვის გადაცემას მოსამზადებელი გვირაბის ჭერის მდგრად ნაწილზე.

ჭერის დაჯდომისას ჩამოქცევის სიღრმე უნდა იყოს გათვლილი ისეთნაირად, რომ კლდოვანი კონსოლის ფილის ტანის ჩამოჭრილი ნაწილის ნამსხვრევებმა ქანების გაფხვიერებისას მოცულობის გაზრდის შედეგად სამუშაო არის შენარჩუნებით ამოყოროს გამოღებული სივრცე. ერთი მხრივ, ფუჭი ქანით ამოყორილი მოსამზადებელი გვირაბი შეინახება მომდევნო სამუშაო ციკლისათვის, რაც ამცირებს მოსამზადებელი სამუშაოების ღირებულებას, და, მეორე მხრივ, ზრდის წმენდითი სამუშაოების წარმოების უსაფრთხოების ხარისხს.

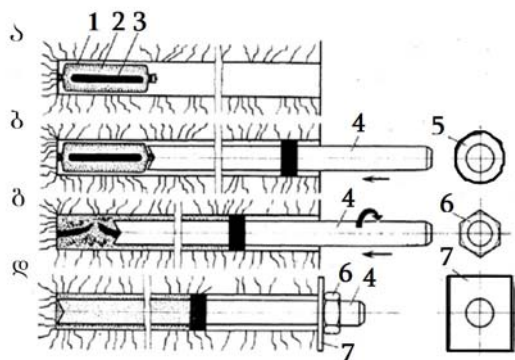
ჭერის ქანების კოჭის წინასწარი ჭრის სიღრმის (ნახ. 1) გაანგარიშება ხდება ფორმულით [10]

$$H_c = (H_G - \Delta H_1 - \Delta H_2) / (k - 1), \quad (1)$$

სადაც H_0 არის მოსამზადებელი გვირაბის სიმაღლე, მ; ΔH_1 – ძირითადი ჭერის დაწვევა გაღუნვისას, მ; ΔH_2 – იატაკის ამობურცვის სიმაღლე, მ; k – ქანების გაფხვიერების კოეფიციენტი.

CCBT-ში გამოყენებულ იქნა ახალი სამაგრი მასალა, ანკერები მუდმივი წინაღობითა და დიდი დეფორმაციის უნარით (anchor or bolt with constant resistance and large deformation - CRLD) მოსამზადებელი გვირაბების ჭერში (ნახ. 1), რაც უზრუნველყოფს გვირაბის ჭერის სტაბილურობას გამომუშავებულ სივრცეში ქანების ჩამოქცევისას [10].

ფოლადპოლიმერული ანკერის კომპლექტი შედგება: ფოლადის ღეროსაგან, საყელურისაგან, დამჭიმი ქანისაგან, ბრტყელი საყრდენი ელემენტისა და პოლიმერული კაფსულისაგან (ნახ. 2). 28 – 30 მმ დიამეტრის შპურში საანკერო ღეროს ჩამაგრება ხდება თვითგამყარებადი პოლიეთერული ნაერთებით, რომლებიც დაფასოებულია ამჟღავნებით. ამჟღავნების შედგენილობა და მისი რაოდენობა შპურში განისაზღვრება მოსამზადებელი გვირაბის გამაგრების პასპორტით. საანკერო ღეროთი ხდება შპურში მოთავსებული ამჟღავნების გაჭყლეტა და გადმოღვრილი ნაერთის მორევა 10 – 25 წმ-ის განმავლობაში. ნაერთის კომპონენტთა შორის მიმდინარეობს რეაქცია, რის შედეგადაც 15 – 170 წმ-ში ხდება მისი გამყარება და საანკერო ღეროს ბოლო ფიქსირდება შპურის სანგრევთან. გარკვეული დაყოვნების შემდეგ ანკერის გვირაბში გამომწვერილ ბოლოს უჭერენ ქანს და ჭიმავენ. ანკერების რაოდენობა გვირაბის ჭერის ფართობის ერთეულზე გამოითვლება ინსტრუქციის შესაბამისად [11].



ნახ. 2. ფოლადპოლიმერული ანკერის შპურში დაყენების სქემა: ა – პოლიმერული ფისით სავსე ამჟღავნის შეყვანა შპურის სანგრევამდე; ბ – საანკერო ღეროს შეყვანა შპურში; გ – საანკერო ღეროს ბრუნვის საშუალებით ამჟღავნის გატეხა და ანკერის ბოლოს მიყვანა შპურის სანგრევამდე; დ – ანკერი მუშა მდგომარეობაში; 1 – ამჟღავნა; 2 – შემკერელისა და შემესხების ნარევი; 3 – გამამყარებელი; 4 – საანკერო ღერო 5 – საყელური; 6 – დამჭიმი ქანის; 7 – ბრტყელი საყრდენი ელემენტი

ანკერული სამაგრი შემკავებელი ტიპის სამაგრისაგან განსხვავებით დაყენების მომენტიდან უზრუნველყოფს გვირაბის ჭერში განლაგებული ქანების მასივის შეკვრასა და განმტკიცებას და შემდგომში აქტიურად ეწინააღმდეგება ქანების გადაადგილების და დეფორმაციის განვითარებას. ეს უპირატესობა შესაძლებლობას იძლევა ლითონის საგრძნობლად ნაკლები ხარჯით უზრუნველყოთ საშახტო გვირაბების მდგრადობისა და მათი ხანგრძლივი შენახვის საიმედოობა. ანკერების გამოყენება კი უზრუნველყოფს გვირაბების გამაგრების პროცესის სრულ მექანიზაციას, რის შედეგადაც შესაძლოა შემცირდეს შრომის ხარჯები და ამალდეს გვირაბების გაყვანის ტემპები; ამასთან, შემცირდეს მათი თვითღირებულება.

დასკვნა

ამრიგად, ამოსაღები უბნების მოსამზადებელი გვირაბების მდგრადობის უზრუნველყოფის პრობლემა ერთ-ერთი ძირითადია ტყიბული-შაორის საბადოს შახტებში, რადგან წმენდითი სამუშაოების ზონაში ისინი კარგავენ საწყის კვეთის 60 – 70 %-ს. განსაკუთრებით მძიმე მდგომარეობაა

მოსალოდნელი ტშს-ს შახტებში ღავეების სისტემით დამცავი ფენების დამუშავებისას, როდესაც ხდება ჭერის ქანების სრული ჩამოქცევა და მოსამზადებელი გვირაბების გაყვანა დამცავი მთელანების გარეშე. ამ ბოლო ღონისძიების განხორციელებისას აუცილებელია თავიდან იქნეს აცილებული სამთო დარტყმები, ნახშირის მთელანების თვითაღება ნამუშევარ სივრცეში და სხვა არასასურველი დინამიკური მოვლენები. ჩვენი აზრით, აღნიშნული პრობლემის დადებითად გადაწყვეტის ერთ-ერთი საუკეთესო გზაა ტშს-ს შახტებში ჩინელი მეცნიერების გამოცდილებისა [10] და საბადოს თავისებურებების გათვალისწინება.

წარმოდგენილი მასალა დიდ დახმარებას გაუწევს სპეციალისტებს ტყიბული-შაორის საბადოზე თანამედროვე შახტის მშენებლობის დაპროექტებისას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. თ. ჯიშკარიანი, გ. ჩიტაშვილი, ა. ხეთაგური, გ. არაბიძე, ა. ნიკოლაიშვილი. საქართველოს ენერგეტიკაში ადგილობრივი ნახშირების რაციონალურად გამოყენების პერსპექტივები // ენერგია, №4(56), თბ., 2010, გვ. 3-7.
2. ი. რეხვიაშვილი, რ. არველაძე, ზ. გორდეზიანი, თ. ფირცხალავა, მ. ბასილაძე, ს. მახარაძე. საქართველოს ენერგეტიკის პრობლემები და მათი ოპტიმალურად გადაწყვეტის შესაძლებლობანი // სამთო ჟურნალი, № 2(25), თბ., 2010, გვ. 74-81.
3. World Energy Outlook 2015 – Energy Change Institute // energy.anu.edu.au/ files.weo, 2015, pdf.
4. ი. რეხვიაშვილი, თ. ფირცხალავა. ტყიბულის ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური განვითარების კონცეფცია. // მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №10-12, თბ., 2010, გვ. 82-88.
5. Рехвиашвили Ю.С., Пирцхалава Т.Г., Басиладзе М.А., Махарадзе С.Д. Принципы реструктуризации угольной промышленности Грузии // Уголь, №12, М., 2010, с.74-76.
6. Рехвиашвили Ю.С., Пирцхалава Т.Г. Оптимальные технологические параметры разработки брахисинклинальной формы залегания угольных пластов на примере Ткибули-Шаорского месторождения // Горный журнал, №1(26), Тб., 2011, с.33 - 39.
7. Джапаридзе Л. А. Расчет крепи протяженных горных выработок по предельным состояниям. М.: Недра, 1991. - 224 с.
8. Джапаридзе Л. А. Расчет подземных сооружений на статические и сейсмические воздействия. Тб. Мецниереба. 1990. - 68 с.
9. Клишин В.И., Фокин Ю.С., Кокоулин Д.И., Кубанычбек Б. Разработка мощных пластов механизированными крепями с регулируемым выпуском угля. Новосибирск: Наука, 2007. - 135 с.
10. Manchao He, Guolong Zhu, Zhibiao Guo. Longwall mining. Cutting cantilever beam theory and 110 mining method in China–The third mining science innovation // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, Vol. 7, Issue 5, October 2015, p. 483-492.
11. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России. ВНИМИ, С.-П., 2013. - 61 с.

ON MINING TECHNOLOGIES WITHOUT COAL PILLARS BY THE PROTECT DEVELOPMENT WORKINGS

L. Japaridze, T. Pirtskhalava, T. Gobejishvili

(G. Tsulukidze Institute of Mining)

Resume: There is indicated, that the problem of stability of development workings excavation sites is a major in underground coal seams, without which it is impossible to ensure the safety of mining operations and increase technical and economic efficiency of exploitation of coal mines Tkibuli-Shaori mine-field (TShF). Currently, the production of the mines of Tkibuli severely deformed. In the areas of high rock pressure they lose 60 – 70 % of the cross section. Due to the significant increase in overburden pressure with the depth of mining operations and the increase in the length of mine workings supported questions propensity to accidents in the field of conjugation and purification development workings is 80 – 90 % of the total number of accidents occurring at work in clearing faces.

To solve the problem there is proposed, developed in China, "the theory of cutting cantilever beam» (CCBT), which is currently one of the leading technologies in the world focused roof rock in the mined-out space, which excludes the transmission peak on a stable part of the preparatory making. Caved rock mass fills out space and keeps the space for further reference coal extraction. This method reduces by 50 % the amount of work generated by the landing of the roof space and provides 100 % of the coal mining extraction pillar, which results in a significant reduction in the cost of coal and most importantly reduces the number of accidents in the mine.

Key words: development workings; rock pressure; the coal mining extraction pillar; the theory of cutting cantilever beam; Tkibuli-Shaori mine-field.

ГОРНОЕ ДЕЛО

ОБ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКЕ БЕЗ ОСТАВЛЕНИЯ ЦЕЛИКОВ УГЛЯ ДЛЯ ОХРАНЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Джапаридзе Л. А., Пирцхалава Т. Г., Гобеджишвили Т. Г.

(Горный институт им. Г. Цулукидзе)

Резюме: Указано, что проблема обеспечения устойчивости подготовительных выработок выемочных участков является одной из основных при подземной разработке угольных пластов, без решения которой невозможно обеспечение безопасности горных работ и повышение технико-экономической эффективности эксплуатации угольных шахт Ткибули-Шаорского месторождения (ТШМ). Например, в зонах повышенного горного давления они теряют 60 – 70 % сечения. В связи со значительным ростом горного давления с глубиной горных работ, склонность к несчастным случаям в местах сопряжения очистной и подготовительных выработок составляет 80 – 90 % от общего количества несчастных случаев.

Для решения проблемы предложена, разработанная в Китае, «теория резания консольной балки» ("cutting cantilever beam theory" – CCBT), которая в настоящее время является одной из ведущих технологий в мире по предварительному резанию пород кровли в выработанном пространстве, что исключает передачу пиковой нагрузки на устойчивую часть подготовительной выработки. Обрушенная масса пород заполняет

выработанное пространство и сохраняет призабойное пространство для дальнейшего ведения очистной выемки. Этот метод на 50 % уменьшает объем работ по посадке кровли выработанного пространства и обеспечивает 100 %-ую добычу угля из выемочного столба, в результате чего достигается значительное снижение себестоимости угля и, что главное, снижается опасность возникновения аварий в забое.

Ключевые слова: горное давление; длинные столбы угля; теория резания консольной балки; Ткибули-Шаорское месторождение; устойчивость подготовительных выработок.

არითმეტიკული სიმბოლოების სათავეებთან

ცისანა პაპავა

(მ. ჯავახიშვილის სახელობის ქ. თბილისის 124-ე საჯარო სკოლა)

რეზიუმე: განხილულია არითმეტიკული ცნებები, აღნიშვნები, სიმბოლოები, ნიშნები. მოცემულია ცნობები მათი ავტორების შესახებ. წარმოდგენილია არითმეტიკის ოთხი მოქმედების – შეკრების, გამოკლების, გამრავლებისა და გაყოფის, ნულიდან ცხრამდე ციფრების, ტოლობისა და უტოლობების, ფრჩხილების სახეობების წარმოშობისა და განვითარების მოკლე ისტორიები; მათი შექმნის წლები და ავტორები.

საკვანძო სიტყვები: არითმეტიკა; არითმეტიკული სიმბოლოები; არითმეტიკული მოქმედებები (შეკრება, გამოკლება, გამრავლება, გაყოფა); ტოლობა; უტოლობები; ფრჩხილები; ციფრები ნულიდან ცხრამდე.

შესავალი

არითმეტიკული ცნებების, აღნიშვნების, ტერმინების, სიმბოლოებისა და ნიშნების, ასევე მათი შექმნის თარიღებისა და ავტორების შესახებ. ცნობები ქართულენოვან ლიტერატურაში დღესდღეობით ძალზე მწირია. როდესაც საუბარია რაიმე მარტივ საკითხზე, ხშირად ვამბობთ ხოლმე, რომ ეს ისევე ადვილია, როგორც „ $2 \times 2 = 4$ “, მაგრამ სანამ კაცობრიობა ამ დასკვნამდე მივიდოდა, მას მრავალათასეული წლის გამოცდილების დაგროვება მოუწია. რა თქმა უნდა, წინათ ეს სწავლება არ მიმდინარეობდა სასწავლო დაფასთან და მერხთან. უხსოვარი დროიდან ადამიანები თანდათანობით ეჩვეოდნენ გარემოს და აყალიბებდნენ ცხოვრების წესს, აშენებდნენ საცხოვრებლებს, ამუშავებდნენ მიწას, სწავლობდნენ თვლას, რადგან შორეულ წარსულშიც კი, როდესაც ისინი ჯერ კიდევ გამოქვაბულებში ცხოვრობდნენ და ცხოველთა ტყავით იმოსებოდნენ, გვერდს ვერ უვლიდნენ თვლასა და გაზომვებს, ამიტომაც გამოჩნდა არითმეტიკის განვითარების პირველი ჩანასახები.

ძირითადი ნაწილი

არითმეტიკა, როგორც მათემატიკის დამოუკიდებელი მეცნიერება, შეიქმნა უძველეს დროში თვლასა და უმარტივეს გაზომვებთან დაკავშირებულ პრაქტიკულ მოთხოვნათა საფუძველზე. იგი შეისწავლის ციფრებით აღნიშნულ რიცხვებს და მათზე ოთხი მოქმედების წარმოების წესებს. ტერმინი *arithmos* („არითმეტიკა“) ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს რიცხვს. მაგრამ, რადგანაც ბერძნებს რიცხვებად მიაჩნდათ მხოლოდ მთელი რიცხვები, ამიტომ მათი არითმეტიკა იყო მეცნიერება მთელ რიცხვებსა და მათ თვისებებზე. ჩვენამდე მოღწეულ ძველი მათემატიკური აზროვნების შესახებ პირვანდელ წყაროებს წარმოადგენს ძველი ეგვიპტური წერილობითი მათემატიკური მასალები – პაპირუსები (რომლებიც ჩვ. წელთაღრიცხვამდე 2 ათასი წლის წინანდელია), ამოცანებისა და მათი ამოხსნის კრებული, მთელ რიცხვებსა და წილადებზე მოქმედების წესები, ოღონდ ყოველგვარი თეორიული დასაბუთების გარეშე. ბაბილონელებმა შეადგინეს ღურსმული მათემატიკური ტესტები. ძველმა ბერძენმა მათემატიკოსებმა შექმნეს რიცხვთა თეორიის პირველი შრომები. მათ საგნების რაოდენობის აღსანიშნავად გამოიგონეს

რიცხვები, რომლებიც მუდმივად იცვლებოდა, ხოლო ამ ცვლილებების შესაბამისად, იცვლებოდა ციფრების აღმნიშვნელი სიმბოლოებიც.

ტერმინი „ციფრი“ შემოტანილ იქნა არაბების მიერ ევროპული ქვეყნების დაპყრობისას და აღნიშნავდა პირველსაწყისს — ნულს, ხოლო XV საუკუნეში იგი უკვე აღნიშნავდა ყველა რიცხვით სიმბოლოს. ტერმინი „არაბული ციფრები“ ისტორიულად არასწორია, რადგანაც ჩვენი ათვლის სისტემა საწყისს იღებს ინდოეთიდან. ვარაუდობენ, რომ ევროპულ მათემატიკაში ეს ციფრები შემოიტანა ფრანგმა მათემატიკოსმა პერბერტმა, რომელიც შემდგომში მღვდელ სილვესტრ II-ის სახელითაა ცნობილი. მან განათლების მისაღებად იმოგზაურა ესპანეთში, სადაც გაეცნო „არაბულ ციფრებს“. ლეონარდო პიზარელიმ კი ევროპულ მათემატიკოსებს შორის პირველმა აღიარა „არაბული ციფრები“.

ციფრების ფორმები 1482 – 1489 წლებიდან თითქმის არ შეცვლილა. მკვლევართა უმრავლესობის აზრით, ციფრი 0 შემოვიდა მათემატიკაში საბერძნეთიდან. ზოგი მათგანი მიიჩნევს, რომ იგი ინდოეთიდანაა შემოსული, რადგან 0-ის უძველესი ჩანაწერები თარიღდება 876 წლით, ხოლო ინდონეზიაში 0-ის პირველი ჩანაწერები უკვე VII საუკუნეშია ცნობილი. აქ 0 აღინიშნებოდა წრეწირითა და მასში ჩაწერილი წერტილით. ტერმინი *nulla figura* („არავითარი სიმბოლო“) გამოჩნდა ლათინურ ენაში თარგმანების ხელნაწერებში XII საუკუნეში. ტერმინი *nulla* გვხვდება აგრეთვე შუკეს (1484) ხელნაწერებში ჯერ კიდევ XV საუკუნეში. ციფრი 0 არ ითვლება რიცხვად. ალბათ, ა. ჟირარი იყო პირველი, რომელმაც 0 მიიღო რიცხვად და განტოლების ფესვად. მართალია, მოგვიანებით (1697) ვალისმა განაცხადა, რომ „ნული არ არის რიცხვი“, მაგრამ ეილერმა თავის ნაშრომში „უნივერსალური არითმეტიკა“ 0 აღიარა ნატურალურ რიცხვად. ციფრ 1-ს ყოველთვის შენარჩუნებული ჰქონდა პირვანდელი ფორმა; 2-იანი პირველად იწერებოდა არაბული ციფრის მსგავსად, მხოლოდ „თავით ქვემოთ“; 3-იანამაც ყველა ციფრთან შედარებით უფრო მეტად შეინარჩუნა თავისი პირვანდელი ფორმა, რომელიც მას ჰქონდა II საუკუნეში; 4-იანი პირველად გამოჩნდა XIII საუკუნეში; 5-იანის ბედიც ისეთივეა, როგორც 2-იანის; 6-იანიც თითქმის თანამედროვე ფორმით გვხვდება უკვე V საუკუნეში; 7-იანი ყველაზე ახალგაზრდა ციფრია. იგი არ გვხვდება XV–XVI საუკუნემდე, ხოლო ციფრები 8 და 9, 6-იანის მსგავსად, უკვე V საუკუნიდან იხმარება.

ტერმინი „წილადი“ ეკუთვნის ლეონარდო პიზარელის (1202). ტერმინები „მრიცხველი“ და „მნიშვნელი“ შემოიღო მაქსიმ პლანუდიმ XIII საუკუნის ბოლოს, ტერმინი „ჩვეულებრივი წილადი“ – ტრანშანმა (1558), ხოლო „წესიერი“ და „არაწესიერი“ წილადების ცნებები – უნგრელმა ზენგერმა (1747). წილადების გაერთმნიშვნელობა გვხვდება უკვე XIII საუკუნეში, ხოლო თვით ოპერაციის დასახელება დაამკვიდრა რეგიონ მანტინამ (1464).

ათწილადი შემოღებულია ფლამანდელი ინჟინრის სტევენის მიერ (1585). ათწილადისა და წილადის სახელები – ელენდის მიერ (1724). ჩვეულებრივი წილადებისა და ათწილადი ნიშნების ურთიერთქმედებები პირველად აღწერა კავალერმა (1643), მანვე შემოიღო პერიოდული ათწილადები, რომელთა ძირითადი თვისებები პირველმა გოტფრიდ ვილჰელმ ლაიბნიცმა დაადგინა. არქიმედეს პერიოდში მრიცხველს წერდნენ მნიშვნელის თავზე ხაზის გარეშე. თანამედროვე ჩანაწერი სათავეს იღებს ინდოელებისაგან, არაბებმაც მათგან გადაიღეს, ხოლო მნიშვნელსა და მრიცხველს შორის ხაზი პირველად გამოიყენა ლეონარდო პიზარელიმ (1202). ვარაუდობენ, რომ ეს მან გადმოიღო არაბებისაგან. ათწილად ნიშნებში მთელისა და ათწილადების გამოსაყოფად მძიმე შემოიღო იტალიელმა ასტრონომმა მაჯინიმ (1529) და შემდეგ გამოიყენა ნეპერმა (1617). მანამდე მძიმის ნაცვლად იწერებოდა ციფრი 0 ფრჩხილებით (მაგალითად 7,6=7(0)6) ან გამოიყოფოდა ვერტიკალური ხაზით. პარალელურად გაჩნდა მოქმედებების (შეკრება, გამოკლება, გამრავლება და გაყოფა) შესაბამისი ნიშნების შექმნის აუცილებლობა.

პლუსი (ლათინურად *plus* – „მეტად“), შესაბამისი მათემატიკური ნიშანი „+“, აღნიშნავს შეკრებას ან დადებით რიცხვს.

მინუსი (ლათინურად *minus* – „ნაკლებად“) შესაბამისი მათემატიკური ნიშანი „-“, აღნიშნავს გამოკლებას ან უარყოფით რიცხვს.

გამოკლების ოპერაციის შესასრულებლად ძველბერძენმა მათემატიკოსმა დიოფანტე აღექსანდრიელმა (III ს.) შემოიღო ნიშანი (Ψ), გადაბრუნებული ასო, რომლის შემდეგ შეიძლება ნებისმიერი მრავალწევრის ჩაწერა: ჯერ ჩაიწერებოდა ყველა დადებითი წევრი, შემდეგ ნიშანი ($-$), ხოლო შემდეგ ყველა უარყოფითი წევრი. „პლუს“ და „მინუს“ ტერმინები, როგორც მოქმედების აღმნიშვნელი,

ნიშნები, პირველად მათემატიკის ისტორიაში გამოიყენა ენესტრესიმ XIV საუკუნის იტალიურ ალგებრაში მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ მოქმედებას აღნიშნავდნენ სიტყვების პირველი ასოებით – p-თი და m-ით. შეკრებისა და გამოკლების თანამედროვე აღნიშვნები „+“ და „-“ XV საუკუნის ბოლოს შემოიღო გერმანელმა მათემატიკოსმა იან ვიდმანმა და გამოაქვეყნა 1489 წელს ალგებრის სახელმძღვანელოში „სწრაფი და ლამაზი ანგარიში ვაჭართათვის“. ამ ნიშნების ფართოდ დანერგვას უმთავრესად ხელი შეუწყო ალგებრის პირველი სახელმძღვანელოების შექმნამ, რომელთაგან აღსანიშნავია გრამატიუსის სახელმძღვანელო (1518). შემდეგ ამ სიმბოლოებს იყენებს რობერტ რეკორდი (1557), უილიამ ოუტრედი (1631), ჰარიოტი (1631), რამუსი (1555), ფ. ვიეტა (1579) და სხვ., მაგრამ XVI საუკუნის იტალიელი მათემატიკოსები კარდანო, ტარტალი, ბამბელი და სხვ. უპირატესობას „+“ და „-“ ნიშნებთან შედარებით p და m ასოებს ანიჭებდნენ.

არსებობს სხვა მოსაზრებაც, ნიშანი “პლუსი” წარმოიქმნა ლათინური et-დან, რომელიც აღნიშნავდა „და“ კავშირს. იგი ჯერ გარდაიქმნა t ასოდ, ხოლო შემდეგ უბრალოდ „+“-ად. არსებობს მოსაზრება, რომ „+“ ნიშნის წარმოშობა განაპირობა სავაჭრო პრაქტიკამ, კერძოდ, ი. ვიდმანის სამშობლოში (ჩეხეთში) მოსახლეობის საქმიანობაში დიდ როლს ასრულებდა ღვინით ვაჭრობა; გაყიდული ღვინის რაოდენობას კასრებზე აღნიშნავდნენ პატარა ხაზით (-), ხოლო მარაგის აღდგენისას მას გადახაზავდნენ, რის შედეგადაც მიიღებოდა ჯვრის ფორმის (+) ნიშანი. შესაძლებელია სწორედ ასე წარმოიშვა „+“ და „-“ სიმბოლოები. მაგრამ მთელი საუკუნის განმავლობაში მათ ნაცვლად სხვა ნიშნებს იყენებდნენ. ზოგიერთი ავტორი უპირატესობას ანიჭებდა ცნობილ p და m ნიშნებს. ფრანსუა ვიეტამ 1591 წელს საკუთარი ნიშანიც (†) შემოიღო, რომელსაც შემდეგ იყენებდნენ ერიგონი (1634), იუმი (1635), ჰიუგენსი (1673), ლოპიტალი (1694). რ. რეკორდი „=“ ნიშნით აღნიშნავდა „ტოლობას“, ხოლო ფ. ვიეტა მას იყენებდა, როგორც გამოკლების ნიშანს.

გაერთიანებული „±“ ნიშანი პირველად გამოიყენა ა. ჟირარიმ (1626). შემდგომ ამ ნიშნით სარგებლობდნენ ვალისი (1685), ვან სხოუტენი (1695), იაკობ ბერნული (1701), პორტუგალიელი მათემატიკოსი კუნია (1790 წლიდან) და უილკინსი (1800). პირველად უილკინსმა განსაზღვრა „+“-ისა და „-“-ის ორმაგი მნიშვნელობა (1800). იგი გამოიყენებოდა მოქმედების ნიშნებისა და დადებითი და უარყოფითი რიცხვების აღმნიშვნელად. ამასთან, მათემატიკოსებს შორის მიხეილ შტიფელი იყო პირველი, ვინც უარყოფით რიცხვებს განიხილავდა, როგორც ნულზე ნაკლებს.

გამრავლება პირველად ნახსენებია ძველ ბერძნულ ჩანაწერებში. ზმნა multiplicare (გამრავლება) პირველად გვხვდება ვიტრევის ნაშრომში (I ს.), ხოლო ლათინური სიტყვა productum ხშირად იხმარება XIII საუკუნეში. გამრავლების მრავალ აღნიშვნათა შორის იყო მართკუთხედის გამოსახულება (□) როგორც იმის სიმბოლო, რომ მისი ფართობი მიიღება ორი განზომილების გამრავლებით. სწორედ ამის გამო თითქმის XVII საუკუნემდე „გამრავლების“ მაგივრად იხმარებოდა ტერმინი „მართკუთხედი“.

გამრავლების, როგორც მოქმედების, პირველი განსაზღვრა ეკუთვნით ბერძნებს; ტერმინი „მამრავლი“ კი – ბოეციას (VI ს.), „სამრავლი“ – საკრობოსკოს (XIII ს.). გამრავლების ხელოვნებას შუა საუკუნეებშიც კი არც თუ ისე ბევრი ფლობდა.

გამრავლების ნიშნებიდან დღევანდლამდე ყველაზე მეტად გავრცელებული იყო M – ოპერაციის სახელწოდებიდან Multiplication (ანალოგიურად, გაყოფისათვის შერჩეული ტერმინისა D – Division). ასე აქვს ჩაწერილი გამრავლება მ. შტიფელს (1545), სტეინს (1585) და სხვებს. ხოლო გამრავლების ნიშანი „×“ შემოიღო უილიამ ოუტრედმა (1631), შესაძლოა შეკრების „+“ ნიშნის ანალოგიით. წერტილით (.) აღნიშნული გამრავლების ნიშანი პირველად გამოიყენა რეგიომონტანამ (1470), შემდეგ – თომას ჰარიოტიმ (1631); ეს აღნიშვნა მ. ლაიბნიცმაც მიიღო (1693); თუმცა საყოველთაო ხმარებაში ეს ნიშანი შევიდა ვოლფის წიგნის – „ყველა მეცნიერების საფუძვლების“ – წყალობით (1710).

გაყოფა გამრავლების შებრუნებული მოქმედებაა, რომლის ამოცანაა ორიდან ერთ-ერთი თანამამრავლის პოვნა, როდესაც ცნობილია მათი ნამრავლი და მეორე თანამამრავლი. მართალია, ძველად გამრავლება რთულ საქმედ ითვლებოდა, მაგრამ უნდა ითქვას, რომ გაყოფა გაცილებით უფრო რთული მოქმედებაა. ამიტომაც იყო, რომ ადრინდელ მათემატიკაში გაყოფა საერთოდ არ არსებობდა და მას ასრულებდნენ თანამამრავლთა გამოკლებით. ამ მეთოდმა XIV-XV საუკუნემდე

იარსება, რომელიც, რა თქმა უნდა, საკმაოდ ძნელი და გრძელი იყო. ამიტომაც თავიდანვე გაყოფის ხელოვნებას თითო-ორიოლა თუ ფლობდა, შემდეგ პერიოდში კი გაყოფის მრავალი მეთოდი შეიქმნა. გაყოფის თანამედროვე ხერხი პირველად აღწერილია უცნობი ავტორის იტალიურ ხელნაწერში (1460). გაყოფის შედეგს დიდხანს „გაყოფის ჯამს“ უწოდებდნენ. სიტყვა „განაყოფი“ და გაყოფის აღმნიშვნელი ნიშანი ორი წერტილი (:) პირველად შემოიღო ლეონარდო პიზარელიმ (1202), ხოლო შემდეგ სისტემატურად გვხვდება იორდან ნემორარისტთან (XIII ს-ის პირველი ნახევარი). ტერმინები – „გასაყოფი“, „გამყოფი“ და „განაყოფი“ – პირველად გამოიყენა უ. ჰერბერტმა X საუკუნის ბოლოს, ხოლო შესაბამისი რუსული ტერმინები შემოიღო მაგნიცკიმ თავის არითმეტიკაში 1703 წელს. გაყოფის აღსანიშნავად ჰორიზონტალური და დახრილი ხაზი პირველად გამოიყენა უ. ჯონსმა 1633 წელს. რომელსაც შემდგომ ხმარობდა გ. ლაიბნიცი (1684). გაყოფის ოპერაციების აღსანიშნავად ამ სიმბოლოების გვერდით, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, იყენებდნენ D ასოს. გაყოფისა და გამრავლებისათვის შერჩეული D და M სიმბოლოები პირველად გამოჩნდა შტიფელის წიგნში „გერმანული არითმეტიკა“ (1545). შევიცარიელმა რანმა 1659 წელს შემოიღო აღნიშვნა „÷“, რომელიც დღემდე ფართოდ გამოიყენება ინგლისსა და ამერიკაში. მაგრამ ზოგიერთი მონაცემით ამ ნიშანს ლ. პელის მიაწერენ (XVII ს.).

ნულზე გაყოფა რომ არ შეიძლება, ამაში დარწმუნებულია სკოლის ყველა მოსწავლე, რადგან იგი მიღებულია როგორც აქსიომა, მაგრამ, თუ მაინც დავსვამთ კითხვას – რატომ? მაშინ წინასწარ განვიხილოთ, მაგალითად, ნაშთი, რას ნიშნავს 5-3? სკოლის მოსწავლე ამას უბრალოდ უპასუხებს: უნდა ავიღოთ ხუთი საგანი, გამოვაკლოთ სამი და შევხედოთ რამდენი დარჩება, მაგრამ მათემატიკოსები ამ ამოცანას სრულიად სხვაგვარად ამოხსნიდნენ. არ სრულდება არავითარი გამოკლება, სრულდება მხოლოდ შეკრება. ჩანაწერი 5-3 აღნიშნავს ისეთ რიცხვს, რომლისთვისაც 3-ის დამატებით მიიღება 5. ე. ი. $5-3 \quad X+3=5$, განტოლების მოკლე ჩანაწერია. ამ განტოლებაში არ არის არავითარი გამოკლება, საჭიროა მხოლოდ შესაბამისი რიცხვის მოძებნა. ზუსტად ასეთივე მდგომარეობაა გამრავლებისა და გაყოფის დროსაც. ჩანაწერი 8:4 შეიძლება გავიგოთ, როგორც შედეგი 8 საგნის განაწილებისა 4 თანაბარ გროვად. მაგრამ სინამდვილეში $4 \times X=8$. აქ, ცხადია, თუ რატომ არ შეიძლება (უფრო სწორად, შეუძლებელია) ნულზე გაყოფა. $5 : 0$ -ის მოკლე ჩანაწერია $0 \times X=5$. ე. ი. უნდა მოიძებნოს ისეთი რიცხვი, რომელიც 0-ზე გამრავლებისას მოგვცემს 5-ს. მეორე მხრივ, ჩვენ ვიცით, რომ 0-ზე გამრავლებით ყოველთვის მიიღება 0, რაც 0-ის განუყოფელი თვისებაა, უფრო ზუსტად მისი განსაზღვრის ნაწილია. ისეთი რიცხვი, რომელიც 0-ზე გამრავლებით მოგვცემს 0-ისაგან განსხვავებულ რაიმე რიცხვს, უბრალოდ არ არსებობს. ე. ი. ჩვენს ამოცანას არა აქვს ამონახსნი, რაც იმას ნიშნავს, რომ ჩანაწერი $5:0$ არ შეესაბამება არავითარ კონკრეტულ რიცხვს. იგი უბრალოდ არაფერს ნიშნავს და ამიტომაც ამბობენ, რომ 0-ზე გაყოფა არ შეიძლება.

მაგრამ აქ შეიძლება დაისვას კითხვა, შესაძლებელია 0 გაიყოს 0-ზე? მართლაც, განტოლება $0 \times X=0$ ამოხსნა შესაძლებელია. მაგალითად, თუ $X=0$, მაშინ მივიღებთ $0 \times 0=0$. აქედან გამომდინარეობს, რომ $0:0=0$? დაეუშვათ, $X=1$, მაშინ მივიღებთ $0 \times 1=0$, ე. ი. $0:0=1$? ასევე შესაძლებელია ავიღოთ ნებისმიერი რიცხვი და მივიღოთ $0:0=10$; $0:0=570$ და ა.შ. ე. ი. თუ ამ განტოლების ამოხსნით შესაძლებელია შევარჩიოთ ნებისმიერი რიცხვი, მაშინ ჩვენ არ გავაჩნია არავითარი საფუძველი შევარჩიოთ რომელიმე მათგანი. ე. ი. ჩვენ ვერ ვიტყვით, რომელი რიცხვი შეესაბამება $0:0$ ჩანაწერს და, რადგანაც ეს ასეა, უნდა ვადიაროთ, რომ ამ ჩანაწერს არ აქვს არავითარი აზრი. აქედან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ 0-ზე გაყოფა არ შეიძლება თვით 0-ისაც კი. ე. ი. მიიღება განუზღვრელობა. $0/0$ სახის განუზღვრელობა ყოველგვარი აღნიშვნების გარეშე პირველად გამოიყენა გიიომ ფრანსუა ანტუან ლოპიტალმა (1696). იგივე სიმბოლო გამოჩნდა იოჰან ბერნულის საწყის წერტილებშიც (1730).

ტოლობის სპეციალური ნიშნის შემოღებამდე იხმარებოდა ტერმინი „უდრის“ მსოფლიოს სხვადასხვა ენაზე; შემდგომ ხმარებაში შემოვიდა სიტყვა *aequatur* („ტოლი“), ხოლო 1557 წელს ინგლისელმა ექიმმა და მათემატიკოსმა რობერტ რეკორდმა შემოიღო ნიშანი „=“, რომელიც სიმბოლურად იმას აღნიშნავდა, რომ არაფერი არ არის ტოლი, გარდა ორი პარალელური სწორი ხაზისა. ამის შესახებ მან გამოაქვეყნა თავის წიგნში „გონებამახვილობის საღესი ქვა“. ეს ნიშანი ამოკვეთილია რ. რეკორდის საფლავის ქვაზე. ტოლობის ნიშანი (=) მოგვიანებით იქნა აღიარებული. XVI და XVII საუ-

კუნეებში მრავალი ავტორი ტოლობის ნიშნად იყენებდა სიმბოლოს (II) ან სიტყვას „ტოლია“. ცნობილია, აგრეთვე, რომ ტოლობის ნიშანს რ. რეკორდის თანამედროვე ან შესაძლოა სხვა მათემატიკოსები, კერძოდ ნეპერი და იტალიელი ბომბელი, უფრო ადრეც იყენებდნენ. ასეთი მდგომარეობა იმიტომ წარმოიშვა, რომ „=“ ნიშანი ზოგჯერ სხვა აზრითაც იხმარებოდა. მაგალითად, ფ. ვიეტა, ა. ჟირარი და სხვები ამ სიმბოლოთი აღნიშნავდნენ არითმეტიკულ სხვაობას. დეკარტთან (1637) „=“ ნიშნით აღინიშნებოდა $\pm$. ტოლობის ნიშანი საბოლოოდ დაამკვიდრეს უ. ოუტრედმა, თ. ჰარიოტიმ, ბაროუმ, ნიუტონმა და სხვა მათემატიკოსებმა. გ. ლაიბნიცი უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებდა მათემატიკურ სიმბოლოებს, რის გამოც „=“-ის ნიშნის გამოყენებისას მერყეობდა: ამერიკელი ავტორები ტოლობის ნიშნის წინ მიიმკვს სვამდნენ ($\approx$). მხოლოდ XVIII საუკუნის ბოლოს დაიწყო „=“ ნიშანის ფართოდ გამოიყენება, რასაც დიდად შეუწყო ხელი გ. ლაიბნიცისა და მისი მიმდევრების მიერ ამ ნიშნის ინტენსიურმა გამოყენებამ, მათმა ავტორიტეტმა და პოპულარობამ ევროპაში.

მიახლოებითი ტოლობის ნიშანს ძველი საბერძნეთის მათემატიკოსები აღნიშნავდნენ $\left(\pi \right)$

ასოთი, შემდეგ იგი შეიცვალა „~“ ნიშნით. ხოლო „ $\approx$ “ სიმბოლო შემოიღო გერმანელმა მათემატიკოსმა ნიკოლოზ გიუნტერმა (1882).

უტოლობაა ორ გამოსახულებას შორის მოთავსებული ერთ-ერთი ნიშანი: $>$, $\geq$, $<$, $\leq$, $\neq$, $>>$, $<<$. უტოლობები გამოსახავს რიცხვებსა და სიდიდეებს შორის თანაფარდობას და მიუთითებს, თუ რომელი მათგანია მეტი ან ნაკლები.

უტოლობის აღსანიშნავად სხვადასხვა ეპოქაში სხვადასხვა ნიშანი და სიტყვა („მეტი“ ან „ნაკლები“) იყო შემოღებული. ტოლობის ნიშნის შემოღებიდან მხოლოდ 74 წლის შემდეგ ინგლისელმა მეცნიერმა თომას ჰარიოტმა (1631) გამოიყენა ამჟამად არსებული უტოლობის ნიშანი და თანაც შემდეგი სიტყვებით დაასაბუთა: თუ ორი სიდიდე ტოლი არ არის, მაშინ ამ თანაფარდობის გამომსახველი სიმბოლოც (მონაკვეთები) არ არის პარალელური, ე. ი. ისინი უნდა იკვეთებოდნენ; გადაკვეთა შეიძლება მოხდეს მარჯვნივ ($>$) ან მარცხნივ ($<$). შეიძლება გაგვიკვირდეს კიდევ, რომ რ. რეკორდის მიერ შემოთავაზებული ტოლობის ნიშანი „=“ დიდი ხნის განმავლობაში არ გამოიყენებოდა, მაშინ როდესაც უტოლობების ნიშნები ($>$) ($<$) უმოკლეს დროში იქნა აღიარებული. აქ მკაფიოდ დადასტურდა ტიპოგრაფიის აღჭურვილობის გავლენა მათემატიკური სიმბოლოების ხვედრზე.

ნიშნები $\geq$ და $\leq$ კი ერთი საუკუნის შემდეგ გამოიგონა პარიზელმა ჰიდროგრაფმა ჰუკემ და მალევე შევიდა ხმარებაში. ნიშნები $>>$ და $<<$ შემოღებულ იქნა პუანკარესა და ბორელის მიერ (1901) პირველად მწკრივების შედარებისას და შემდეგ მიიღეს „გაცილებით მეტის“ და „გაცილებით ნაკლების“ მნიშვნელობით.

ფრჩხილები მათემატიკური ნიშნებია, რომლებიც გამოიყენება სხვადასხვა მათემატიკური ცნებების აღსანიშნავად, მრავალწევრიდან ფესვის ამოღებისას ან მათემატიკური ფორმულის რაიმე ნაწილის გამოსაყოფად. თანამედროვე ეპოქაში ფართოდ გამოიყენება მრგვალი (), კვადრატული [], ფიგურული { } და კუთხური < > ფრჩხილები, ხოლო თვით სახელწოდება Klammer („ფრჩხილები“) შემოიღო ლენარდ ეილერმა 1770 წელს. XV საუკუნიდან მოყოლებული, ამ სპეციალური სიმბოლოების გამოჩენამდე, ფრჩხილებში ჩასასმელი გამოსახულების წინ იწერებოდა სიტყვა collect (შეკრება) და იგი ასრულებდა ფრჩხილების ფუნქციას. შუკი მრავალწევრიდან ფესვის ამოსაღებად გამოსახულების წინ გადახაზულ R-ს სვამდა და ხაზგასმით აღნიშნავდა, თუ საიდან იღებდა ფესვს (1484), ასეთივე აღნიშვნას იყენებდა ბომბელიც (1550). მრგვალი ფრჩხილები პირველად შემოიღო მიხეილ შტიფელმა (1544), რომელიც ამ ნიშანს უმეტესად გამოსახულების წინ წერდა; მრგვალ ფრჩხილებს იყენებდნენ აგრეთვე ტარტალი (1556) და ა. ჟირარი (1629) თავიანთ შრომებში. რ. ბომბელი თავისი „ალგებრის“ ნაბეჭდ გამოცემაში (1572) მრგვალი ფრჩხილების ნაცვლად წერდა ლათინურ „ელ“ (l) ასოს, რომელიც გახდა კვადრატული ფრჩხილების გამოყენების დასაწყისი, თუმცა მთელი XVII საუკუნის განმავლობაში ფრჩხილების ნაცვლად იყენებდნენ ხაზებს, რომელსაც ავლებდნენ არა მრავალწევრის ქვემოთ, არამედ ზემოთ (დეკარტე, ტ. ჰარიოტი, ი. ჰუდგე, ისააკ ნიუტონი, ლოპიტალი, გ. ლაიბნიცი) ფიგურული ფრჩხილები პირველად გამოიყენა ფ. ვიეტამ (1593).

ფრჩხილების ფართო გამოყენება მათემატიკურ წიგნებსა და სტატიებში დაიწყო მხოლოდ XVIII საუკუნის პირველი ნახევრიდან უდიდესი მათემატიკოსების გ. ლაიბნიცისა და ფ. ვიეტას წყალობით.

დასკვნა

ამრიგად, ჩვენს თანამედროვეებს კიდევ ერთხელ შევახსენეთ, თუ რა პირობებში ჩაისახა და შეიქმნა არითმეტიკა, როგორც მათემატიკის დამოუკიდებელი მეცნიერება, რომელსაც მოჰყვა რიცხვების, შესაბამისად, მათი აღმნიშვნელი 0-დან 9-მდე ციფრების, წილადების, ათწილადების, მათი ცალკეული ელემენტებისა და ფორმების ჩამოყალიბება. ცხრილის სახით წარმოდგენილია არითმეტიკული სიმბოლოები, ავტორები და მათი შემოღების თარიღები.

არითმეტიკული სიმბოლოების მნიშვნელობები (ავტორი, შემოღების თარიღი)

რიგითი №	ნიშანი	მნიშვნელობა	ავტორი	წელი
1	+	შეკრება	იან ვიდმანი	1489
2	—	გამოკლება	იან ვიდმანი	1489
3	±	გაერთიანებული	ალბერტ ჟირარი	1626
4	×	გამრავლება	უილიამ ოუტრედი	1631
5	.	გამრავლება	გოტფრიდ ვილჰელმ ლაიბნიცი	1698
6	:	გაყოფა	ლეონარდო პიზარელი	1202
7	÷	გაყოფა	იოჰან რაინი	1959
8	/	გაყოფა	უილიამს ჯონსონი	1633
9	=	ტოლობა	რობერტ რეკორდი	1557
10	≈	მიახლოებითი ტოლობა	ადამ გიუნტერი	1882
11	>	მეტი	თომას ჰარიოტი	1631
12	≥	მეტი ან ტოლი	რობერტ ჰუკი	XVIII ს.
13	<	ნაკლები	თომას ჰარიოტი	1631
14	≤	ნაკლები ან ტოლი	რობერტ ჰუკი	XVIII ს.
15	>>	გაცილებით მეტი	პუანკარე, ბორელი	1901
16	<<	გაცილებით ნაკლები	პუანკარე, ბორელი	1901
17	()	მრგვალი ფრჩხილები	მიხეილ შტიფელი	1544
18	[]	კვადრატული ფრჩხილები	რაფაელ ბომბელი	1572
19	{ }	ფიგურული ფრჩხილები	ფრანს ვიეტა	1593

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ნ. მახვილაძე. მათემატიკის სათავეებთან, თბ., 2004. -144 გვ.
2. ნ. მახვილაძე. მათემატიკა. მექანიკა. თბ., 2001, - 405 გვ.
3. Депман И. Я. История арифметики. М.: Просвещение, 1965. - 415 с.
4. Депман И. Я. Мир чисел, рассказы о математике. Л.: Детская литература, 1966. - 71 с.
5. Математический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1988. - 845 с.
6. Выгодский М. Я. Арифметика и алгебра в древнем мире. М.: Наука, 1967. - 367 с.
7. Глейзер Г. И. История математики в школе. М.: Просвещение, 1964. - 375 с.
8. სასკოლო მათემატიკის განვითარების ისტორიისათვის. თბ.: თსუ, 1984. - 86 გვ.
9. Александрова Н. В. Математические термины. М.: Высшая школа, 1978.

HISTORY OF MATHEMATICS

AT THE BEGINING OF THE ARITHMETICAL SYMBOLS

Ts. Papava

(M. JavakhiSvili Tbilisi 124 public scool)

Resume: There are considered the arithmetic concepts, designations, symbols, signs. There are stated data on their authors. There are presented brief stories of origination and development of four arithmetic operations: addition, subtraction, multiplication and division; the numbers from zero to nine, varieties of equality, inequality and brackets. The dates of their creation and authors are given.

Key words: arithmetic; arithmetical symbols; arithmetical operation: addition, subtraction, multiplication and division; brackets; digits from one to nine; equality; inequality.

ИСТОРИЯ МАТЕМАТИКИ

У ИСТОКАХ АРИФМЕТИЧЕСКИХ СИМВОЛОВ

Папава Ц. А.

(124-ая публичная школа г. Тбилиси им. М. Джавахишвили)

Резюме: Рассмотрены арифметические понятия, обозначения, символы, знаки. Приведены сведения об их авторах. Представлены короткие истории возникновения и развития четырех арифметических действий: сложения, вычитания, умножения и деления; чисел от нуля до девяти; разновидностей равенства и неравенства; скобок; годы их создания и авторы.

Ключевые слова: арифметика; арифметические символы; арифметические действия: сложение, вычитание, умножение, деление; неравенства; равенства; скобки; числа от нуля до девяти.

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში

ინოვაციური ბანკითარება – ეკონომიკის წარმატების საწინდარი

ალექსი მირიანაშვილი

(საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია)

სადღეისოდ უკეთესი და უფრო ჭკუას ახლო იქნებოდა გვეფიქრა მასზედ, რაც დღეს ხელთა გვაქვს და, რაც შეიძლება სიმდიდრის კარგა მოზრდილ წყაროდ გადაექცეს ჩვენს ქვეყანას, თუკი ხელშემწყობი ეყოლება.

ილია ჭავჭავაძე

რეზიუმე: საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში ჩატარდა ინოვაციების და მაღალი ტექნოლოგიების თემატიკისადმი მიძღვნილი გამოფენა. ექსპოზიციის მიზანი იყო ქვეყანაში არსებული გამოყენებითი კვლევების შედეგების, ახალი სამეცნიერო-ტექნოლოგიური მიღწევების ფართო საზოგადოებისთვის გაცნობა, მათი პოპულარიზაცია და ბიზნეს-სექტორში პრაქტიკული რეალიზაციის ხელშეწყობა. გამოფენამ დიდი ინტერესი და სათანადო რეაგირება გამოიწვია, როგორც მეცნიერების და ინჟინრების მხრიდან, ასევე ბიზნეს წარმომადგენლებისგანაც.

საკვანძო სიტყვები: გამოგონება; ექსპოზიცია; ინოვაცია; პოსტერი; ტექნოლოგიები.

შესავალი

საინოვაციო-ტექნოლოგიური საქმიანობა ქვეყნის ეკონომიკისათვის მეტად აქტუალური და მნიშვნელოვანი სფეროა, რომელმაც ხელი უნდა შეუწყოს ეკონომიკური და სოციალური განვითარების პრობლემების ფართო სპექტრის გადაწყვეტას, ნოვაციებისა და ახალი ტექნოლოგიების წარმოებაში გამოყენების დაჩქარებას, ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების დამუშავებასა და მათ კომერციალიზაციაში ქვეყანაში არსებული ინტელექტუალური პოტენციალის აქტიურად ჩართვას. სამეცნიერო-ტექნიკური საქმიანობა სამართლიანად განიხილება, როგორც ინოვაციური სფეროს ნაწილი, რომელიც, თავის მხრივ, წარმოადგენს ეკონომიკის ევოლუციური თვითგანვითარების ბირთვს. დღეს ეკონომიკის სამინისტროში არსებობს ინოვაციების და ტექნოლოგიების სააგენტო; პარლამენტის დარგობრივ კომიტეტთან ფუნქციონირებს ინოვაციების კომისია. ამ ინიციატივას გამოეხმაურა საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიაც, რომელიც აქტიურად მონაწილეობს ამ პროცესში, სადაც შეიქმნა ინოვაციებისა და მაღალი ტექნოლოგიების ცენტრი, რომელსაც აკადემიის პრეზიდენტი გიორგი კვესიტაძე ხელმძღვანელობს.

გასული წლის ივნისის დასაწყისში აკადემიკოს ირაკლი ჟორდანიას თაოსნობით საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში მოეწყო ინოვაციებისა და მაღალი ტექნოლოგიების თემატიკისადმი მიძღვნილი მნიშვნელოვანი გამოფენა. ღონისძიების მიზანი იყო ჩვენს ქვეყანაში არსებული გამოყენებითი კვლევების შედეგების, ახალი სამეცნიერო-ტექნოლოგიური იდეების ფართო საზოგადოებისთვის გაცნობა, მათი პოპულარიზაცია და ბიზნეს სექტორში პრაქტიკული რეალიზაციის ხელშეწყობა.

რესპუბლიკურმა გამოფენამ სახელწოდებით “ინოვაციური და მეცნიერებატევადი პროდუქციის ნიმუშები” პრაქტიკულად მოიცვა ეკონომიკის ყველა დარგი – მედიცინა, ბიოტექნოლოგიები, ფარმაცოლოგია, ეკოლოგია, აგრარული სექტორი, მანქანათმშენებლობა, მეტალურგია, მასალათ-

მცოდნეობა, ნანოტექნოლოგია, მიკროელექტრონიკა, სეისმოლოგია და უსაფრთხოება, არქიტექტურა და მშენებლობა.

გამოფენილი ექსპონატებიდან პირველ რიგში აღსანიშნავია **სოხუმის ილია გეგუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტის** მიერ წარმოდგენილი ნიმუშები. ეს ინსტიტუტი განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს. აფხაზეთში ინიცირებული კონფლიქტი მძიმე დარტყმა იყო ამ ინსტიტუტისათვის, მისი სამეცნიერო-ტექნოლოგიური პოტენციალისა და სამომავლო გეგმებისათვის.

საერთაშორისო აღიარების მიუხედავად, ინსტიტუტისათვის ეს ძალზე რთული პერიოდი იყო. სამწუხაროდ, მხოლოდ 2011 წელს გადაწყდა ინსტიტუტის დაბინავების საკითხი და მოკლე დროში ინსტიტუტის თანამშრომელთა კოლოსალური შრომისა და ძალისხმევის შედეგად გამოყოფილ ფართობებზე თანამედროვე სამეცნიერო-კვლევითი და ტექნოლოგიური ლაბორატორიები ჩამოყალიბდა.

ინსტიტუტის წარმატებასა და მისი საერთაშორისო პრესტიჟის ზრდაზე მიუთითებს თანამშრომლობა მსოფლიოს ისეთ აღიარებულ ცენტრებთან, როგორებიცაა ლოს-ალამოსის, ლივერმორის, ბერკლის, ბრუკჰეივის ეროვნული ლაბორატორიები (აშშ), უკრაინის ეროვნული სამეცნიერო ცენტრი – **ხარკოვის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი**, აღმათისა და ტაშკენტის ბირთვული კვლევის ცენტრები, ასევე საერთაშორისო ცენტრები – STCU, ISTC, CNCP და სხვ.

მათი მხარდაჭერითა და თანამშრომლობით შესრულდა 25-ზე მეტი საერთაშორისო, მათ შორის მიზნობრივი და საპარტნიორო პროექტი, რაც გადამწყვეტი აღმოჩნდა ინსტიტუტის შენარჩუნებისათვის იმ პერიოდში.



ნახ. 1. ი. გეგუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტის ექსპოზიცია

ინსტიტუტმა გამოფენაზე წარმოადგინა ინოვაციური მასალებისა და ნაკეთობათა ექსპერიმენტული და საცდელი ნიმუშები (ნახ. 1), რომელთა კომერციალიზაცია რეალურია:

- სილიციუმის, გერმანიუმის და სილიციუმ-გერმანიუმის მონოკრისტალები და მათგან დამზადებული სტრუქტურები მზის გარდამქმნელებისა და ფოტოდეტექტორების შესაქმნელად;

- მაღალტემპერატურულ ვაკუუმურ ღუმელში მიღებული მულტიკომპონენტური მაღალი მახასიათებლების მატრიცული, კერამიკული და ზეგამტარი ნიმუშები;

- მაგნეტრონები მ 20 და მ 60;

- მაღალტემპერატურული ზეგამტარი ფხენილები და ნიმუშები;

- ბაზალტის ფიბრისა და ქერცლის საფუძველზე დამზადებული თბოსაიზოლაციო მასალების ნიმუშები;

გამოფენაზე მრავალფეროვანი და ყველაზე მასშტაბური ექსპოზიცია წარმოადგინა **ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტმა**:

• ლითონის ჩამოსხმისა და გლინვის პროცესების შერწყმით, ანუ “უსხმულო გლინვის” მეთოდით მიღებული ნამზადი. არსებულ ტექნოლოგიებთან შედარებით აღნიშნული მეთოდის უპირატესობა ისაა, რომ ჩამოსხმისა და გლინვის პროცესში მიღებული პირველადი ნამზადის სისქის მნიშვნელოვნად შემცირებით მკვეთრად მცირდება შემდგომი გლინვის გატარებათა რაოდენობა, რაც პრაქტიკულად ხსნის ნამზადის დამატებითი გახურების პრობლემას;

• კომპლექსური განმუხანგველი – ფეროსილიკოალუმინი, რომელიც მიიღება ტყიბულის ნახშირების გამდიდრების მაღალნაცრიანი ქანებისა და წიდანაცრული ნარჩენებისაგან. დამუშავებული ტექნოლოგიის წარმოებაში დანერგვა საშუალებას იძლევა მეტალურგიული გადამამუშავებისას გამოყენებულ იქნეს წიდანაცრული ნარჩენები და მაღალნაცრიანი ქანები;

• ნახევრად უწყვეტი ჩამოსხმის მეთოდით მიღებული თუჯის სქელკედლიანი ღრუტანიანი ნამზადები.

• ნანოკრისტალური სალი შენადნობები – ნანოკრისტალური ბორის კარბიდი, ბორის ნიტრიდი, სპილენძით პლაკირებული ბორის ნიტრიდი, ნანოლიგატურა ფოლადების ლეგირებისა და მოდიფიცირებისათვის (ნახ. 2).



ნახ. 2. კერამიკული მასალები ტიტანის კარბო-ნიტრიდ-ბორიდების ფუძეზე

ტიტანის კარბო-ნიტრიდ-ბორიდების ფუძეზე დამზადებული კერამიკული მასალები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც საჯავშნე ელემენტები ინდივიდუალური თავდაცვისთვის, ისე ტექნიკის დასაცავად. შემუშავებულია Ti-Al სისტემაში ერთფაზიანი და ნანოსტრუქტურული უფრო კომპაქტური ნაკეთობების მიღების თმს (თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზი) ტექნოლოგია. ასევე, კომპოზიციური მასალის მიღების ორიგინალური, შედარებით იაფი ტექნოლოგია, რომელიც ემყარება თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზისა და ელექტროგლინვის შერწყმულ პროცესს.

ძალიან საინტერესო ტექნოლოგიას წარმოადგენდა ლითონების კოროზიული ქცევის კვლევა ზღვის წყალსა და ტენიან სუბტროპიკულ ატმოსფეროში. დაჩქარებული მეთოდით კოროზიული გამოცდები ჩატარდა ხელოვნური კლიმატის კამერებში, სადაც ელექტროქიმიური, მათემატიკური მოდელირების და პროგნოზირების მეთოდების გამოყენებით ხდება კოროზიის სახეების დადგენა და შესაბამისი დაცვის მეთოდების შემუშავება. მყარ ხსნარებში აღმოჩენილი რადიაციული დონორებისა და აქცეპტორების ურთიერთკომპენსაციის მოვლენაზე დაყრდნობით დამუშავებულ იქნა რადიაციულად მდგრადი ოპტიკური მასალის მიღების ტექნოლოგია, სილიციუმის კრისტალების მიღების ეკოლოგიურად უსაფრთხო ტექნოლოგია. მიღებულია “მზიური” ხარისხის სილიციუმის პოლი- და მონოკრისტალები მიმართული კრისტალიზაციით (ნახ. 3).



ნახ. 3. რადიაციულად მდგრადი ოპტიკური მასალის მიღების ტექნოლოგია

საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროსთან არსებული საქართველოს მაღალი ტექნოლოგიების ეროვნული ცენტრი (ყოფილი სტაბილური იზოტოპების ინსტიტუტი) დღეს თანამშრომლობს შვეიცარიულ, ჰოლანდიურ და აშშ-ის ფირმებთან, რომლებმაც განახორციელა პირდაპირი ინვესტიცია 10 მლნ აშშ დოლარის ოდენობით სამედიცინო დიაგნოსტიკის პრეპარატების შესაქმნელად. სტაბილური იზოტოპების წარმოების გაზრდასთან დაკავშირებით წარმოდგენილ პოსტერებზე აღნიშნულია შემდგომი განვითარების და ინვესტიციების მნიშვნელოვანი ზრდის პერსპექტივები.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორმა ვაჟა ჯამარჯაშვილმა წარმოადგინა უნიკალური პროექტი “საქართველოს შავი ზღვისპირეთის თბოსიცივით მომარაგება კოევილუციური მეთოდით”. პროექტი დაფუძნებულია შავ ზღვაში წყლის ტემპერატურის სიღრმის მიხედვით ანომალიურ განაწილებაზე. სხვა ზღვებისა და ოკეანეებისგან განსხვავებით თერმოსოლში 30–50 მ-დან 150–200 მ სიღრმემდე წყლის ტემპერატურა ქ. ბათუმის აკვატორიიდან ანაკლიის აკვატორიის ჩათვლით შეადგენს 8 – 8,4 °C-ს და პრაქტიკულად არ იცვლება წლის განმავლობაში. ფაქტობრივად შავი ზღვის სიღრმული წყლის ნაკადი თერმოსოლში, ერთი მხრივ, სიცივის, ხოლო, მეორე მხრივ, დაბალპოტენციური სითბოს კოლოსალურ, პრაქტიკულად ამოუწურავ და განახლებად წყაროს წარმოადგენს.

პროექტის თანახმად, თბოსიცივით მომარაგების ინოვაციური მეთოდი მსხვილ სასტუმროებში, საპორტო და სამრეწველო დანიშნულების შენობებში, საცხოვრებელ, გამაჯანსაღებელ და სპორტულ კომპლექსებში, ლოჯისტიკის ცენტრებში, სათბურებში და სხვა ობიექტებში უზრუნველყოფს:

1. სიცივით მომარაგებას, ანუ შენობის ოთახებში, საოფისე სივრცეებში, სათავსებში და სხვ. პაერის კონდიცირებას – გაგრილებას 10–12-ჯერ ნაკლები ელექტროენერგიის ხარჯით ტრადიციულ, ორთქლკომპრესიულ მეთოდთან შედარებით;

2. წლის განმავლობაში მუდმივად ცხელი წყლით მომარაგებას და ზამთრის თვეებში გათბობის დროს წლიური საექსპლუატაციო ხარჯების 2,5-ჯერ შემცირებას ტრადიციულ სისტემასთან

– ბუნებრივ აირზე მომუშავე “ბოილერებთან” – შედარებით. ამასთან, ინოვაციური სისტემის დანერგვისას აღარ მოხდება ატმოსფეროში ნახშიროქსიდის გენერაცია.

ძალიან დიდი ინტერესი გამოიწვია საქართველოს სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორის მერაბ დვალის (კლინიკა “ახალი მზერის” ხელმძღვანელი) პოსტერებმა, რომლებზეც ასახული იყო ახალი ინოვაციური მეთოდი თვალის დაავადებების დიაგნოსტიკისა და შემდგომი მკურნალობისთვის (ნახ. 4).



ნახ. 4. კლინიკა “ახალი მზერის” ინოვაციური ტექნოლოგიის პოსტერი

აღნიშნულ გამოფენაზე ფართოდ იყო წარმოდგენილი შპს “საქგზამეცნიერება” (საქართველოს გზათა სამეცნიერო-კვლევითი და საწარმოო-ტექნოლოგიური კომპლექსური ინსტიტუტი), რომლის ხელმძღვანელია პროფესორი, ტრანსპორტის საერთაშორისო აკადემიის აკადემიკოსი თამაზ შილაკაძე.



ნახ. 5. საქართველოს გზათა სამეცნიერო-კვლევითი და საწარმოო-ტექნოლოგიური კომპლექსური ინსტიტუტის ექსპოზიცია

ექსპოზიციაში წარმოდგენილი იყო ინოვაციური და მეცნიერებატევადი პროდუქციის ნამუშევრები (ნახ. 5), გამოგონებების დამადასტურებელი მოწმობები (პატენტები) და მათი აღწერილობები, საავტომობილო გზების, საგზაო ინფრასტრუქტურის და მდინარეების ნაპირსამაგრი კონსტრუქციების საპროექტო გადაწყვეტილებები და ექსპონატები (ნახ. 6). საქართველოს, ყოფილი საბჭოთა კავშირის რესპუბლიკების და საერთაშორისო (აშშ, ევროპისა და აზიის ქვეყნები) გამოფენებზე მიღებული ჯილდოების (ოქროს, ვერცხლისა და ბრინჯაოს) მედლების დამადასტურებელი სიგელები, ინსტიტუტის მიერ დამუშავებული საგზაო დარგის ნორმატიული დოკუმენტები და რეგლამენტები.



ნახ. 6. საავტომობილო გზების, საგზაო ინფრასტრუქტურის და მდინარეების ნაპირსამაგრი კონსტრუქციების მაკეტები

ფართო და შთამბეჭდავი ექსპოზიციით წარდგა რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი.

გამოფენის სტენდებზე წარმოდგენილი იყო:

- მსუბუქი კლასის მრავალფუნქციური მობილური რობოტტექნიკური კომპლექსი (ნახ. 7) აღჭურვილი ანთროპომორფული მანიპულატორით, ვიდეოდაკვირვების სისტემითა და ჰიდროიმპულსური დენთიანი დამანგრეველით. მისი ძირითადი დანიშნულებაა გარემოს, სათავსების, სატრანსპორტო საშუალებების ვიზუალური და აკუსტიკური დაზვერვა, ძნელად მისადგომი ადგილების დათვალიერება, ასაფეთქებელი მოწყობილობების აღმოჩენა და მათი განეიტრალება ან ჩატვირთვა სპეციალურ კონტეინერებში და, ასევე სპეციალური მოწყობილობის მიტანა ოპერაციების ჩატარების ადგილზე;



ნახ. 7. მრავალფუნქციური მობილური რობოტტექნიკური კომპლექსი

- ჰიდროდამანგრეველით აღჭურვილი დისტანციურად მართვადი თვლიანი პლატფორმა (ნახ. 8) განკუთვნილია ფეთქებასაშიში საგნების გაუვნებელყოფისათვის დეტონაციის ინიცირების გარეშე. ჩატარებული საველე გამოცდებით დადგინდა დამანგრეველის მაღალი მწარმოებლურობა, კერძოდ, მისი საშუალებით შესაძლებელია ბეტონის ბლოკის დანგრევა და 4 მმ-მდე სისქის ფოლადის ფირფიტის გახვრეტა;



ნახ. 8. დისტანციურად მართვადი თვლიანი პლატფორმით აღჭურვილი ჰიდროდამანგრეველი

- მობილური მანქანა IMM-1 (ნახ. 9) წარმოადგენს მობილურ პლატფორმას, რომლის მახასიათებლებია: ტვირთამწეობა – 0.4 ტ, თვლების ფორმულა – 4X2, გადაადგილების სიჩქარე – 3.67 კმ/სთ, აძვრა – ელექტრონული. მართვა ხორციელდება როგორც დისტანციურად, ასევე უშუალოდ ოპერატორის მიერ. მანქანის აძვრისათვის გამოიყენება ჰიბრიდული სისტემა – აკუმულატორის ბატარეები და შიგაწვის ძრავა-გენერატორი ელექტროამძრავებით. აღნიშნული სისტემა იძლევა მანქანის დისტანციურად მართვის საშუალებას. მანქანა არის მაღალმანევრული და მისი გამოყენება შესაძლებელია სახალხო მეურნეობისა და თავდაცვის მიმართულებით;



ნახ. 9. მობილური მანქანა IMM-1

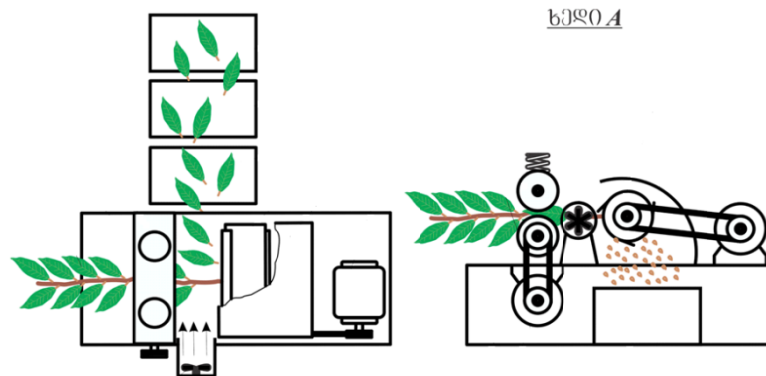
- მობილური მანქანა IMM-2 (ნახ. 10) წარმოადგენს გადიდებული გამავლობის მობილურ პლატფორმას, რომლის მახასიათებლებია: ტვირთამწეობა – 0.4 ტ, თვლების ფორმულა – 4X4, გადაადგილების სიჩქარე – 3.67 კმ/სთ, აძვრა – ელექტრონული. მართვა ხორციელდება როგორც

დისტანციურად, ასევე უშუალოდ ოპერატორის მიერ. გამაველობის გადიდებისათვის მანქანას გარდა თვლებით მოძრაობისა, შეუძლია მუშაობა მუხლუხებითაც. მისი გამოყენება შესაძლებელია სახალხო მეურნეობასა და თავდაცვაში;



ნახ. 10. მობილური მანქანა IMM-2

• ტოტებიდან დაფნის ნედლი ფოთლის გასაცლელი დანადგარი (ნახ. 11) უზრუნველყოფს ერთდროულად დაფნის ფოთლის წარმოების ტექნოლოგიიდან სამ ყველაზე რთულ პროცესს: ახლად მოჭრილი დაფნის ტოტებიდან ნედლი ფოთლის გაცლას, დახარისხებას და ფოთოლ-გაცლილი ტოტების დაქუცმაცებას შემდგომი გადამუშავების ან სხვა მიმართულებით (ეთერ-ზეთების, ქაღალდის, სასუქის წარმოება და სხვ.) გამოყენების მიზნით. ერთ აგრეგატში ერთდროულად ამ სამი ტექნოლოგიური პროცესის განხორციელება განაპირობებს დაფნის ტოტებიდან ფოთლების გაცლის შრომატევადი ხელით შრომის სრულ მექანიზაციას;



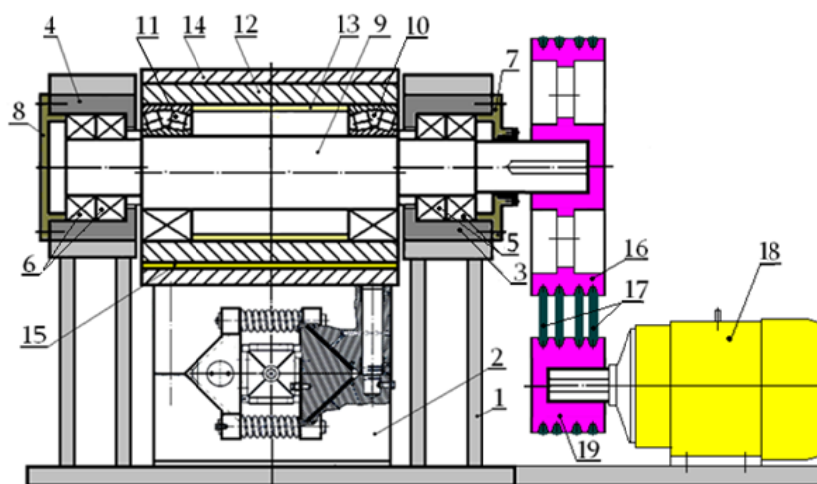
ნახ. 11. ტოტებიდან დაფნის ნედლი ფოთლის გასაცლელი დანადგარი

• მინისათვის მოწყობილობები (ნახ. 12) განკუთვნილია მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის. მათი მოხმარება შესაძლებელია როგორც ადამიანის ფიზიკური ძალით, ასევე მინიტრაქტორებისა და მოტობლოკების გამოყენებით. სიახლეა სიიარე და უნივერსალურობა, რაც გამოიხატება კვალში ერთდროულად ორი კულტურის დათესვის ან თესლთან ერთად სასუქის შეტანის შესაძლებლობით;



ნახ. 12. მინისათესი მოწყობილობები

პოსტერებზე იყო აღბეჭდილი საიარაღო წარმოებაში გამოყენებული ცეცხლსასროლი იარაღის ღულების ნამზადების ახალი ტიპის ექსცენტრულ-სოლური რადიალური საჭედი მანქანა (ნახ. 13), რომლის წარმოებაში დანერგვა უზრუნველყოფს მაღალი სიზუსტის საიარაღო ღულების დამზადებას ლითონის მინიმალური დანაკარგებით.



ნახ. 13. ცეცხლსასროლი იარაღის ღულების ნამზადების ექსცენტრულ-სოლური რადიალური საჭედი მანქანის სქემა

ფრიად საინტერესო ექსპოზიცია წარმოადგინა საქართველოს ენერგეტიკული აკადემიის წევრმა ნუგზარ მელაძემ. პოსტერებზე აღბეჭდილია თბური ტუმბო, რომელიც მიერთებულია ცხელი წყლის ავზთან და ცენტრალური გათბობის სისტემასთან, ამავდროულად შენობის თავზე მზის კოლექტორები ისეა განლაგებული, რომ შენობის სახურავის როლსაც ასრულებს. გარდა ამისა, დამატებით აქვს საცირკულაციო ტუმბო (თერმორეგულატორი), რომელიც შესრულებულია სიგნალის გამაძლიერებელი რელესა და მზის ენერგიის მიმღებ-გადამწოდის მსგავსად. ამასთან, მზის ენერგიის მიმღებ-გადამწოდი ელექტრულად დაკავშირებულია სიგნალის გამაძლიერებელ რელესთან. იქ, სადაც მზის სხივებით ხურდება შენობების სახურავები, ფასადები და მიუდგომელი ადგილები, მზის სხივების მოდინების პერიოდში წარმოდგენილი ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა ზემოაღნიშნულ ადგილებში ტუმბოს მეშვეობით მიიყვანოს ცივი წყალი, მოკრიფოს მზის სხივებით გაცხელებული ზედაპირებიდან სითბო და გაცხელებული წყალი მოაქციოს სპეციალურ იზოლირებულ ავზში, საიდანაც მოხდება მისი გამოყენება. ტუმბო ავტომატურად ირთვება მხოლოდ მზის აქტიურობის

პერიოდში, დანარჩენ დროს იგი გამორთულია. ამ სისტემას შეუძლია მუშაობა მთელი წლის განმავლობაში ძვირად ღირებული ზედმეტი დეტალების დამატების გარეშე. ეს არის მზის ახალი მოდელის სისტემა, რომელიც ზამთრის პერიოდში არ იყინება და დამატებით თბოგადამცემებს არ საჭიროებს. ამ პროექტის ფარგლებში ორი სხვადასხვა სისტემა იმუშავებს ერთმანეთთან, როგორც მთლიანი ჰიბრიდული ვარიანტი: ერთია თბური ტუმბო და მეორე – მზის თბური სისტემა. პროექტი წარმატებით განხორციელდა რუსთავეის საბავშვო ბაღში და იგი შეიძლება გახდეს საწინდარი გათბობის უახლესი სისტემების ფართომასშტაბიანი დანერგვისა საქართველოში.

აბრეშუმის გზის ძირითად კომპონენტად განიხილება საქართველოს სარკინიგზო მაგისტრალი, რომლის დატვირთვა მკვეთრად გაიზრდება მომავალ 3–5 წელიწადში. გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტმა წარმოადგინა ბიმეტალური ელექტროკონტაქტების დამზადების ტექნოლოგია, რომელიც სარკინიგზო მაგისტრალის, გაზსადენისა და ნავთობსადენის ძირითად მუშა ორგანოდ გამოიყენება. დღეს მოქმედი ლითონის გაყვანილობა, რომელიც, როგორც წესი, მიწასთანაა უშუალო კონტაქტში, იდეალური გარემოა კოროზიისათვის.

შემოთავაზებული ტექნოლოგიით, ანოდური ჩამმიწებლებისათვის მექანიკური კონტაქტები შეცვლილია ბიმეტალური ელექტროკონტაქტებით, რომლებიც დამზადებულია აფეთქებით შედუღების მეთოდით, რაც ძირეულად განსხვავდება არსებულისაგან. იგი ეკოლოგიურად უსაფრთხოა, ზოგადად ელექტროენერგიის 80 %-ს, ეკონომიურად ეფექტური და კონკურენტუნარიანია.

ახალი ტექნოლოგიის საიმედოობა გამოცდილ იქნა “საქგაზთან” არსებულ ლითონების კოროზიისაგან დაცვის სამმართველოში ჩატარებული ერთობლივი კვლევების საფუძველზე.

ინტერესი გამოიწვია ახალი კონსტრუქციის ანკერულმა სამაგრმა, რომელიც შედგება ლითონის მილისა და საყრდენი ფილისაგან. ლითონის მილს მთელ სიგრძეზე ამოჭრილი აქვს 3-4 მმ სიგანის ღარი. შპურში მოთავსების წინ მილი ივსება სპეციალური გაფართოებადი მასალის ხსნარით. ხსნარის გამყარებისა და გაფართოების პროცესში მილის კედლებზე ვითარდება წნევა (50–70 მპა). წნევის ზემოქმედებით მილი იხსნება ღარის ირგვლივ და მიიღწევა მჭიდრო კონტაქტი მილისა და შპურის ზედაპირებს შორის, რის შემდეგაც ანკერი იძენს მუშაობის უნარს.

ახალი კონსტრუქციის ანკერული სამაგრი გამოიცხავს ანკერის დასაყენებლად სპეციალური მოწყობილობის აუცილებლობას, ზრდის წინააღმდეგობას ძვრის ძალებზე და მუშაობის უნარს აგრესიულ გარემოში, უზრუნველყოფს გამოყენების შესაძლებლობას შეზღუდულ გარემოში და აგარიული სიტუაციებისას (ნახ. 14).



ნახ. 14. გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის სტიკერები

ექსპოზიციაში ფიგურირებდა პოლიმერული კომპოზიტი, რომელიც დამზადებულია ეპოქსიდური ფისის (მატრიცა) და მარმირებელი ჰიბრიდული სტრუქტურების (მინის, ნახშირბადის, ბაზალტის ბოჭკოები) საფუძველზე.

დაბოლოს, რადგან საქართველოში ნამდვილი სამშენებლო ბუმი, არ შეიძლება გვერდი ავუაროთ **არქიტექტურის, ხელოვნებისა და რესტავრაციის ცენტრის** ექსპოზიციას, რომელიც წარმოადგინა პროფესორმა ტარიელ ჩიგოგიძემ. პოსტერებზე წარმოდგენილია ბლოკი “ჩიგო”, რომლის ღირებულება არ აღემატება თბილისის ბაზარზე არსებული სამშენებლო ნარჩენებისაგან დამზადებული ბლოკის ღირებულებას, ამავდროულად საშუალებას იძლევა გარე კედლის გასწვრივ მდებარე თბოსაიზოლაციო ფენის სისქის ცვლილების ხარჯზე დამზადდეს კონკრეტული რეგიონის კლიმატური პირობების შესაბამისი თბოგამტარობის საკედლე მასალა, რითაც მოხდება ენერგოხარჯის მინიმიზაცია. გარდა ამისა, აღნიშნული ბლოკი ხელსაყრელია როგორც ინვესტორისათვის, ისე მშენებლისთვისაც, რადგან თბოტექნიკაში მსოფლიოში არსებული ნორმატივების დაცვით გარე კედლის ასაგებად საჭირო ხარჯი 5-ჯერ მცირდება.

დასკვნა

უნდა აღინიშნოს, რომ გამოფენამ (ნახ. 15) ძალიან დიდი ინტერესი და სათანადო გამოსმაურება გამოიწვია როგორც მეცნიერებისა და ინჟინრების მხრიდან, ასევე ბიზნესის წარმომადგენლებისგანაც.



ნახ. 15. ინოვაციებისა და მაღალი ტექნოლოგიების გამოფენის საერთო ხედი

გამოფენის დახურვის ცერემონიალს მრავალი მონაწილე და სტუმარი დაესწრო. მომავალში საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია არაერთ მსგავს მნიშვნელოვან და საჭირო ღონისძიებას უმასპინძლებს.

IN THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES

INNOVATION DEVELOPMENT – ECONOMICS SUCCESS GUARANTEE

A. Mirianashvili

(Georgian National Academy of Sciences)

Resume: The innovation and high technologies exhibition was held at the Georgian National Academy of Sciences. The purpose of the exhibition was familiarization of a wide public with the outcomes of the applied researches in the country, new achievements in science and technology, their popularization and promotion of practical realization in business sector.

The exhibition aroused great interest and caused a proper response among scientists and engineers as well as business representatives.

Key words: invention; innovation; exposition; technologies; poster.

В НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИИ

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ – ЗАЛОГ УСПЕХОВ ЭКОНОМИКИ

Мирианашвили А. Д.

(Национальная академия наук Грузии)

Резюме: В Национальной академии наук Грузии была выставлена экспозиция, посвященная инновационной политике и высоким технологиям. Задачей выставки являлась демонстрация новейших научно-технологических достижений республики широкой общественности Грузии.

Выставка вызвала большой интерес, как со стороны научно-технической интеллигенции, так и представителей бизнеса республики.

Ключевые слова: изобретение; инновация; постер; технологии; экспозиция.

ავტორთა საყურადღებოდ

ქართულენოვანი მრავალდარგობრივი სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი “მეცნიერება და ტექნოლოგიები” არის პერიოდული გამოცემა და გამოდის წელიწადში სამჯერ.

1. ავტორის/ავტორთა მიერ სტატია წარმოდგენილი უნდა იყოს მთავარი რედაქტორის სახელზე ქართულ ენაზე და თან ახლდეს:

- აკადემიის წევრის, წევრ-კორესპონდენტის ან კოლეგიის წევრის წარდგინება ან დარგის სპეციალისტის რეცენზია (ორი მაინც);
- რეზიუმე ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე;
- ცნობები ავტორის/ავტორების შესახებ (მათი რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ხუთს); მითითებული უნდა იყოს ავტორის/ავტორების გვარი, სახელი, მამის სახელი (სრულად), დაბადების თარიღი, საცხოვრებელი ბინისა და სამსახურის მისამართები, E-mail, სამეცნიერო წოდება და საკონტაქტო ტელეფონები (ბინის, სამსახურის), მობილური;
- შაპ (უნივერსალური ათობითი კლასიფიკაცია) კოდი.

2. სტატია ამობეჭდილი უნდა იყოს A4 ფორმატის ფურცელზე. მოცულობა ფორმულების, ცხრილებისა და ნახაზების (ფოტოების) ჩათვლით არ უნდა იყოს ხუთ გვერდზე ნაკლები და არ უნდა აღემატებოდეს 15 ნაბეჭდ გვერდს; სტატია შესრულებული უნდა იყოს doc და docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე. ინტერვალი – 1,5; არეები – 2 სმ; ქართული ტექსტი აკრეფილი უნდა იყოს Acadnuxx შრიფტით, ინგლისური და რუსული ტექსტი – Times New Roman-ით, ზომა – 12.

3. სტატია გაფორმებული უნდა იყოს შემდეგნაირად:

- რუბრიკა (მეცნიერების დარგი);
- სტატიის სათაური;
- ავტორის/ავტორების სახელი და გვარი (სრულად);
- სად დამუშავდა სტატია;
- ქართული რეზიუმე და საკვანძო სიტყვები უნდა განთავსდეს სტატიის დასაწყისში, ინგლისური და რუსული რეზიუმეები საკვანძო სიტყვებთან ერთად – სტატიის ბოლოში. საკვანძო სიტყვები სამივე ენაზე დალაგებული უნდა იყოს ალფაბეტის მიხედვით. რეზიუმე შედგენილი უნდა იყოს 100 – 150 სიტყვისაგან; უნდა ასახავდეს სტატიის ძირითად შინაარსსა და კვლევის შედეგებს (არ უნდა შეიცავდეს ზოგად სიტყვებსა და ფრაზებს); უცხო ენებზე თარგმანი უნდა იყოს ხარისხიანი, თარგმანი უნდა ეყრდნობოდეს სპეციალურ დარგობრივ ტერმინოლოგიებს;
- საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალების მონაცემთა ბაზების რეკომენდაციით, დამოწმებული ლიტერატურის რაოდენობა სასურველია იყოს ათი და მეტი. ლიტერატურა ტექსტში უნდა დალაგდეს ციტირების თანმიმდევრობის მიხედვით და აღინიშნოს ციფრებით კვადრატულ ფრჩხილებში, ხოლო ლიტერატურის სია უნდა ითარგმნოს ინგლისურ ენაზე და დაერთოს სტატიას ბოლოში; თან მიეთითოს რომელ ენაზე იყო გამოქვეყნებული სტატია.
- ნახაზები (ფოტოები) და ცხრილები თავის წარწერებიანად უნდა განთავსდეს ტექსტში. მათი კომპიუტერული ვარიანტი უნდა შესრულდეს ნებისმიერი გრაფიკული ფორმატით;

- რედაქტირებული და კორექტირებული მასალის გამოქვეყნებაზე თანხმობა ავტორმა უნდა დაადასტუროს ხელმოწერით (რედაქტირებული ვერსია ან სარედაქციო კოლეგიის მიერ დაწუნებული სტატია ავტორს არ უბრუნდება).

დამატებითი ცნობებისათვის მიმართეთ შემდეგ მისამართზე: 0108 თბილისი, რუსთაველის გამზირი 52, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. IV სართული, ოთახი 434, ტელ.: 299-58-27.

ელ.ფოსტა: metsn.technol@gmail.com

რედაქტორები: ლ. გიორგობიანი, ე. იოსებიძე, დ. ქურიძე, მ. პრეობრაჟენსკაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ქ. ფხაკაძის

გადაეცა წარმოებას 27.05.2016. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2016. ქაღალდის
ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 7. ტირაჟი 112 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent