

სსიპ – სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

## შ რ ო მ ე ბ ი

VI

*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა  
თბილისი – 2008

**SOKHUMI STATE UNIVERSITY**

**PROCEEDINGS**

**VI**

***NATURAL SCIENCES  
SERIES***

Sokhumi **State** University Publishing House  
Tbilisi – 2008

შრომების VI ტომში (*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*) წარმოდგენილია ახლადდაარსებული სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის თანამშრომელთა სამეცნიერო გამოკვლევები ფიზიკის, ქიმიის, ბიოლოგიისა და გეოგრაფიის აქტუალურ პრობლემებზე.

კრებული განკუთვნილია შესაბამისი დარგების სპეციალისტებისათვის და სტუდენტებისათვის.

## *შრომების*

**მთავარი სარედაქციო საბჭო:** ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ჯონი აფაქიძე** (თავმჯდომარე), ფილოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **დიანა ალანია**, ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **რევაზ ხარებავა**, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ვლადიმერ კირცხალია**, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ზაურ ლომთათიძე**, ფილოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **მარიამ მირესაშვილი**, ფილოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ოთარ მიქიაშვილი**, ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ზურაბ პაპასქირი** (თავმჯდომარის მოადგილე), ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **თემურ ჩილაჩავა**, ფილოსოფიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ლენინდე ჯანაია**, პედაგოგიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ჯემალ ჯინჯინაძე**, იურიდიულ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ზაურ ჯინჯოლავა**

**მთავარი სარედაქციო საბჭოს პასუხისმგებელი მდივანი:** ფიზიკის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი **როინ ბერია**

**მთავარი სარედაქციო საბჭოს მდივანი:** ბიოლოგიის დოქტორი, ასისტენტ-პროფესორი **ეკა ესებუა**

## *საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერიის*

**სარედაქციო კოლეგია:** ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ზაურ ლომთათიძე** (*მთავარი რედაქტორი*), დოქტორი, პროფ. **მელორ ალფენიძე**, დოქტორი, პროფ. **ვანტანგ ბერია**, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ვლადიმერ იურიანი** (მინსკი, ბელორუსი), საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი **გიორგი კვესიტაძე** (ბიოქიმიისა და ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი), ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ვლადიმერ კირცხალია**, აზერბაიჯანის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ფანან მურადოვი**, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **გურამ მურდულია**, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **გალინა რევისტანი** (მოსკოვი, რუსეთის ფედერაცია), საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **შოთა სიღამონიძე**, გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ზურაბ სეფერთელაძე** (თსუ), დოქტორი, პროფ. **ზურაბ ფაჩულია**, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **გულნარა ქარჩავა**.

The VI volume of "PROCEEDINGS" (*Natural Sciences' Series*) represents the researches on the topical issues in physics, biology, chemistry and geography. The authors are professors of the newly established Sokhumi State University.

The edition is intended for the specialists and students.

### CHIEF EDITORIAL COUNCIL OF "PROCEEDINGS":

Doctor of Historical Sciences, Prof. **John Apakidze** (Head of the Council), Doctor of Philological Sciences, Prof. **Diana Alania**, Doctor of Economical Sciences, Prof. **Revaz Kharebava**, Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Prof. **Vladimer Kirtskhalia** Doctor of Historical Sciences, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Zaur Lomtadze**, Doctor of Philological Sciences, Prof. **Mariam Miresashvili**, Doctor of Philological Sciences, Prof. **Otar Mikiashvili**, Doctor of Historical Sciences, Prof. **Zurab Papaskiri**, (Deputy Head of the Council), Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Prof. **Temur Chilachava**, Doctor of Philosophical Sciences, Prof. **Leonid Jakhia**, Doctor of Pedagogical Sciences, Prof. **Jemal Jinjikhadze**, Doctor of Juridical Sciences, Prof. **Zaur Jinjolava**.

*Executive Secretary of the Chief Editorial Council:* Doctor of Physics, Associate Professor **Roin Beria**

*Secretary of the Chief Editorial Council:* Doctor of Biology, Assistant Professor **Eka Esebua**

### EDITORIAL BOARD OF SCIENCES SERIES

Doctor of Biological Sciences, Prof. **Zaur Lomtadze**, (Editor-in-chief), Prof. **Melor Alpenidze**, Prof. **Vakhtang Beria**, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Vladimir Yurin** (Minsk, Byelorussia), Academician of Georgian Academy of Sciences **Giorgi Kvesitadze** (Institute of Biochemistry and Biotechnology), Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Prof. **Vladimer Kirtskhalia**, Academician of Azerbaijanian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Phanakh Muradov**, Doctor of Technical Sciences, Prof. **Guram Murgulia**, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Galina Registan** (Moscow, Russian Federation), Academician of Georgian Academy of Sciences, Doctor of Chemical Sciences, Prof. **Shota Sidamonidze**, Doctor of Geographical Sciences, Prof. **Zurab Seperteladze** (TSU), Prof. **Zurab Pachulia**, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Gulnara Karchava**.

# ს ა რ ჩ ე ვ ი

## ფ ი ზ ი კ ა

ვლადიმერ კირცხალია, როინ ბერია, ნატო თოლორაია. ზეახალი ვარსკვლავები და მათი გრავიტაციული ეფექტი. ....	9
<b>Эдуард Чикваидзе, Александр Миминошвили, Темур гоголадзе, Инга Хачатрян, Каха Шаматава.</b> Исследование фотоиндуцированных свободных радикалов в меланине ъетодом ЭПР. ....	34
<b>Варадебул Цурцумия.</b> Испарение матерьяла зуба под действием лазерного излучения. ....	38
<b>იზოლდა გაბისონია.</b> გეომაგნიტური ველის პულსაციების ბიოეფექტურობასთან დაკავშირებით. ....	43

## ქ ი მ ი ა

<b>ზურაბ ფაჩულია, ნანა ფირცხელიანი.</b> <i>α,ω</i> -ბის(ტრიმეთილსილოქსი)მეთილ-ჰიდრიდსილოქსანის ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანთან ჰიდრიდული მიერთების რეაქციის ქვანტურ-ქიმიური მოდელირება. ....	52
<b>მინედა ჭანტურია, ანტონინა მსხილაძე.</b> მარილთა ჰიდროლიზის შესწავლის მეთოდის ზოგიერთი ასპექტი. ....	57
<b>მზია რამიშვილი, ნუნუ მაისურაძე, ნორა დოხტურიშვილი, ეთერ გავაშელიძე, ნაზი გელაშვილი.</b> სტრუქტურირებული კარბამიდის გამოყენება პროლონგირებული მოქმედების უნივერსალური სასუქის მისაღებად. ....	64

## ბ ი ე ლ ე გ ი ა

<b>მაია მურდულაია, მარინა ზარქუა.</b> <i>KALANCHO DIAGREMONTIANA</i> -ს ჩეკია კვირტების ანტიბაქტერიული და ანტისოკოვანი მოქმედების შესწავლა. ....	70
<b>მანანა დევიძე.</b> ევტროფიკაციისა და „წყლის აყვავილებების“ მოვლენები შავი ზღვის დასავლეთ და აღმოსავლეთ სანაპირო ზონებში. ....	76
<b>ილია გორიზია, ნანა კოტია, ირინე ბულისკერია, ნანა მეღია, სოფიკო სურმავა, ზაურ ლომთათიძე.</b> კახეთის რეგიონში ვაზის ძირითადი დაავადებების გავრცელება. ....	84
<b>ირინა გრიგოლია, თამარ კორსანტია.</b> ვაკის პარკის წიწვოვანი მცენარეები. ....	90
<b>ვაჟა თოდუა, მარიამ მჭედლიშვილი.</b> აპომიქსისის ინდუცირება <i>Citrus L.</i> და <i>Hippophae L.</i> -ის გვარებში. ....	96
<b>მანანა ბერულავა, ეთერ მიქაძე.</b> ვირთავას ნათხემის ქერქის მექანიკური დაზიანებისას უჯრედების მორფოლოგიური თავისებურებანი. ....	107
<b>მინედა ჭანტურია.</b> კვება, რადიონუკლიდები და ადამიანის ჯანმრთელობა. ....	116
<b>Вахтанг Берия, Джумбер Хубутия.</b> К вопросу о некоторых врожденных особенностях характера. ....	124

## ბ ე ლ გ რ ა ფ ი ა

<b>რევაზ თოლორდავა.</b> აფხაზეთის საზღვრების ტრანსფორმაციის კარტოგრაფიული შესწავლის საკითხისათვის. ....	131
<b>მალხაზ დვინჯილია.</b> სამდინარო-სპორტული ტურიზმის გეოგრაფიული ასპექტები (საქართველოს მაგალითზე). ....	139
<b>მელორ აღფენიძე.</b> შავი ზღვის სანაპირო ზონის ჰიდრო-ლითო- მორფოდინამიკის გეოგრაფიული მოდელების შესახებ. ....	147

# CONTENTS

## *Physics*

<b>Roin Beria, Vladimir Kirtskhalia, Nato Toloraia.</b> Super Nova Star and Affect of Their Gravitation .	32
<b>Eduard Chikvaidze, Alexander Miminoshvili, Temur Gogoladze, Inga Khachatryan, Kakha Shamatava.</b> Investigation of Fotoinduction Free Radikals In Melanin By Electron Spin Rezonance.	37
<b>Varadebul Tsurtsunia.</b> Vaporization of Tooth Material Under the Action of Laser Radiation.	42
<b>Izolda Gabisonia.</b> Pulsations of Geomagnitic Field With the Bio-Efficiency.	51

## *Chemistry*

<b>Zurab Pachulia, Nana Pirtskheliani.</b> Quantum-Chemical Modeling of Hydride Addition of $\alpha,\omega$ -Bis(Trimethylsiloxy)Methylhydridesiloxane to Triethoxymethacryloxysilane.	56
<b>Mineda Chanturia, Antonina Mxsiladze.</b> Some Aspects of Salt Hydrolisis Teaching Metodologi.	63
<b>Mzia Ramishvili, Nunu Maisuradze, Nora Dokhturishvili, Eter Sharashenidze, Nazi Gelashvili.</b> Application of Cross-Linked Carbamide For Obtaining of Prolonged Action Fertilizers.	69

## *Biology*

<b>Maia Murgulaia, Marina Zarkua.</b> The Study of Kalanchoe Diagremoniana Antibacterial and Anti-Fungus Effect on Some Phitopathogenic Bacreria and Fungi.	75
<b>Manana Devidze.</b> Phenomena of Eutrophication And „Blossom of Water“ In the Ist and West Coasts of Black Sea.	83
<b>Ilia Gorozia, Nana Kotia, Irine Buliskeria, Nana Melia, Sofoko Surmava, Zaur Lomtadze.</b> Distribution of Major Grapevine Diseases In Kakheti Region.	89
<b>Irina Grigolia, Tamar Korsantia.</b> Vake Park's Coniferous Plants.	95
<b>Vazha Todua, Mariam Mchedlishvili.</b> Mariam Mchedlishvili Apromixis In Induction In Genera <i>Citrus</i> And <i>Hippophaë</i> .	106
<b>Manana Berulava, Ether Mikadze.</b> Morphological Peculiarities of Cells In the Ratcerebellar Cortex After Mechanical Damage.	115
<b>Mineda Chanturia.</b> Food, Radionuclids and Public Health.	123
<b>Vakhtang Beria, Jumber Khubutia.</b> For The Issue, Conserving Inherent Features of The Charakter.	130

## *Geography*

<b>Revaz Tolordava.</b> Transformation of Abkhazia State Borders. ....	138
<b>Malkhaz Gvinjilia.</b> Aspects Of River Sport Tourizm (On The Example Of Georgia). ....	146
<b>Melor Alpenidze.</b> On Geographical Modeling of Hydro–Lito–Morphodynamics At Black Sea Shore Zone. ....	124



**ფ ი ზ ი კ ა**

**როინ ბერია, ვლადიმერ კირცხალია, ნატო თოლორაია**

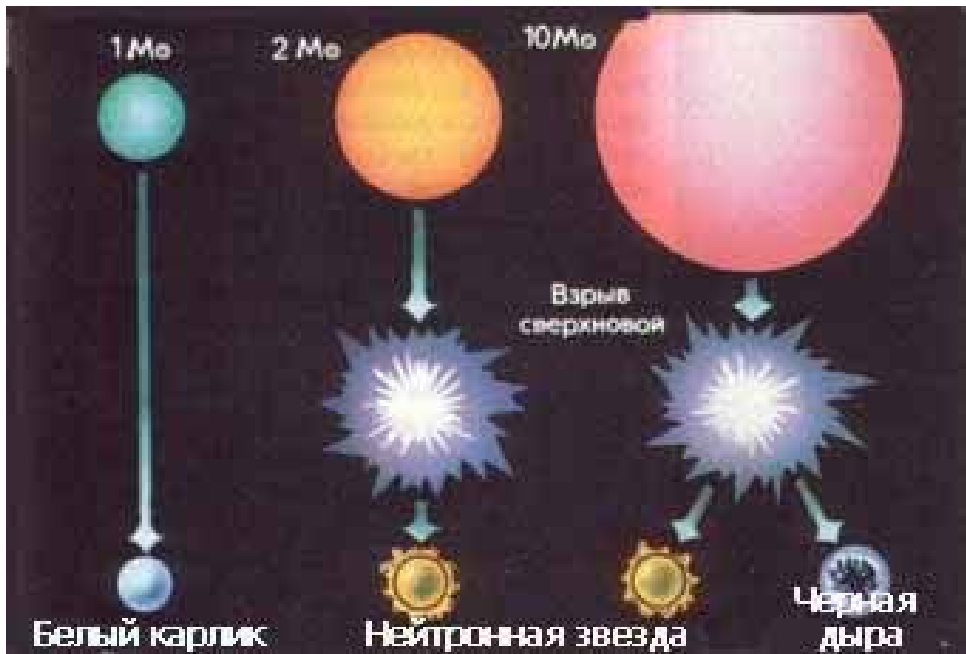
**ზმანალი ვარსკვლავები და მათი ბრავიტაციული ეფექტი**

**შესავალი.** ასტროფიზიკა – ფიზიკის ერთ-ერთი ყველაზე საინტერესო და პერსპექტიული დარგია. მიუხედავად იმისა, რომ ასტრონომია, როგორც მეცნიერება ცნობილია უსოვარი დროიდან, ასტროფიზიკა ახალი მეცნიერებაა, რომლის განვითარება დაკავშირებულია XX საუკუნეში მეცნიერულ-ტექნიკური დარგების არნახულ პროგრესთან.

ამ მხრივ განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კვანტური ფიზიკა, რადიოფიზიკა, ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა, კოსმოსური ტექნოლოგიები და სხვა. თანამედროვე რადიო და ელექტრონულ ტელესკოპებს შეუძლიათ სიგნალების დაფიქსირება იმ კოსმოსური ობიექტებიდან, რომლებიც მდებარეობენ ჩვენი გალაქტიკის გარეთ და დაშორებული არიან დედამიწას რამდენიმე ასეული ათასი სინათლის წლით. (ერთი სინათლის წელი ტოლია მანძილის, რომელსაც გადის სინათლის სხივი ერთი წლის განმავლობაში და ტოლია  $3 \cdot 10^5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \approx 94,6 \cdot 10^{11}$  კმ). სწორედ ამ ტელესკოპების საშუალებით გახდა შესაძლებელი ისეთი კოსმოსური ობიექტების შესწავლა, რომლებიც ნეიტრონის აღმოჩენის შემდეგ 1932 წელს იწინასწარმეტყველეს და ცნობილები იყვნენ „მკვდარი ვარსკვლავების“ სახელწოდებით. ეს სახელწოდება განპირობებულია იმ გარემოებებით, რომ ამ ვარსკვლავებში არ მიმდინარეობენ თერმობირთვული პროცესები და ისინი ვერ ასხივებენ. მათი აღმოჩენა შესაძლებელია მათ მიერ არეკვლილი სინათლის სხივის საშუალებით. ასეთ ვარსკვლავებს მიეკუთვნებიან: თეთრი ჯუჯები, ნეიტრონული ვარსკვლავები (პულსარები) და შავი ხვრელები. პირველი ორისგან განსხვავებით, შავი ხვრელების აღმოჩენა და ვიზუალური დაკვირვება შეუძლებელია. მათი არსებობა ემყარება მხოლოდ თეორიულ გათვლებს, რომელთა თანახმად, ამ ვარსკვლავების სიმკვრივე იმდენად დიდია, რომ მათგან არანაირი სიგნალის გამოთვლა არ შეიძლება. უძლიერესი გრავიტაციული ველის საშუალებით ისინი შთანთქავენ ყველაფერს, რაც

ამ ველის მოქმედების არეში ხვდება. ერთადერთი რაც მათ არსებობას ამტკიცებს არის ექსპერიმენტულად დადასტურებული მოვლენა, რომელიც გამოიხატება შავი ხვრელების გრავიტაციული ზემოქმედებით სინათლის სხივის ტრაექტორიის გამრუდებაში.

დღეს არსებული კონცეფციის თანახმად, მკვდარი ვარსკვლავების დაბადება გამოწვეულია ჩვეულებრივ ვარსკვლავებში თერმობირთვული რეაქციების ჩაქრობით. ამ შემთხვევაში იწყება გრავიტაციული კოლაფსი, ანუ ვარსკვლავების სწრაფი შეკუმშვა, რომლის ხანგრძლივობა წამზე ნაკლებია. ამ ვარსკვლავების ცენტრისკენ აჩქარებული მასის კინეტიკური ენერგია გარდაიქმნება სითბურ ენერგიაში და როდესაც ვარსკვლავის ტემპერატურა მიაღწევს კრიტიკულ ზღვარს, ხდება მისი აფეთქება. ამ აფეთქების შედეგად წარმოიქმნება კოსმოსური ღრუბელი, რომლის ნაწილაკები შეიქმნება შეერთდნენ გრავიტაციული მიზიდულობის შედეგად და წარმოქმნას ეგრეთ წოდებული „ზეახალი ვარსკვლავი“.



სურათი1. ზეახალი ვარსკვლავების დაბადების სქემატური გამოსახულება.

თუ პირველადი ვარსკვლავის მასა არ აღემატება  $1,44M_{\odot}$ , სადაც  $M_{\odot}$  მზის მასაა, მაშინ ზეახალი ვარსკვლავი სწრაფად ცივდება და წარმოიქმნება თეთრი ჯუჯა. მასის ეს ქვედა საზღვარი დაადგინა ინდოელმა ასტროფიზიკოსმა ჩანდრასეკარმა და

ამ მასას ჩანდრასეკჰარის მასას უწოდებენ ( $M_{ch}=1,44M_{\odot}$ ). თუ პირველადი ვარსკვლავის მასა აღემატება ჩანდრასეკჰარის მასას, მაშინ კოლაფსი მის ცენტრალურ ნაწილში ჩერდება და წარმოიქმნება ცხელი ნეიტრონული ბირთვი, რომელიც გარშემორტყმულია კოსმოსური ღრუბელით. სწორედ ეს წარმონაქმნი იწოდება „ზეახალი ვარსკვლავად“. ამას შეიძლება მოყვეს ღრუბლის დადინება ნეიტრონულ ბირთვზე და ნეიტრინოს ინტენსიური გამოსხივება, რომელსაც გააქვს ვარსკვლავების მასის 10%-ზე მეტი, ან ღრუბლის გაფანტვა ნარჩენი თერმობირთვული საწვავის ენერჯის ხარჯზე. ეს პროცესი დედამიწაზე დაიმზირება როგორც „ზეახალი ვარსკვლავის“ აალება. სწორედ ამ აალების შედეგად იბადება ნეიტრონული ვარსკვლავი. თუ პირველადი ვარსკვლავის მასა  $M > 10M_{\odot}$ , მაშინ „ზეახალი ვარსკვლავის“ აალების შედეგად იბადება შავი ხვრელი. ამ მოვლენის სქემატური სურათი ნახვენებია სურ. 1-ზე.

**ნეიტრონული ვარსკვლავი.** ნეიტრონული ვარსკვლავების კონცეფცია ახალი არ არის. პირველი ვარაუდი მათი არსებობის შესახებ გამოთქმული იყო ცნობილი კალიფორნიელი ასტრონომების ფრიდცივიკისა და ვალტერ ბაარდეს მიერ 1934 წელს. ცოტა ხნით ადრე, 1932 წელს, როცა აღმოჩენილ იქნა ნეიტრონი, ნეიტრონული ვარსკვლავების არსებობის შესაძლებლობა იწინასწარმეტყველდა ლანდაუმი[9]. XX საუკუნის 30-იანი წლების ბოლოს ნეიტრონული ვარსკვლავის ფენომენი გახდა ისეთი ცნობილი ამერიკელი მეცნიერების კვლევის ობიექტი, როგორებიცაა ოპენჰეიმერი და ვოლკოვი[8]. ამრიგად, ნეიტრონული ვარსკვლავები ერთადერთი ასტროფიზიკური ობიექტებია, რომელთა არსებობა და მიახლოებითი მახასიათებლები ნაწინასწარმეტყველევი იყო მათ აღმოჩენამდე დიდი ხნით ადრე.

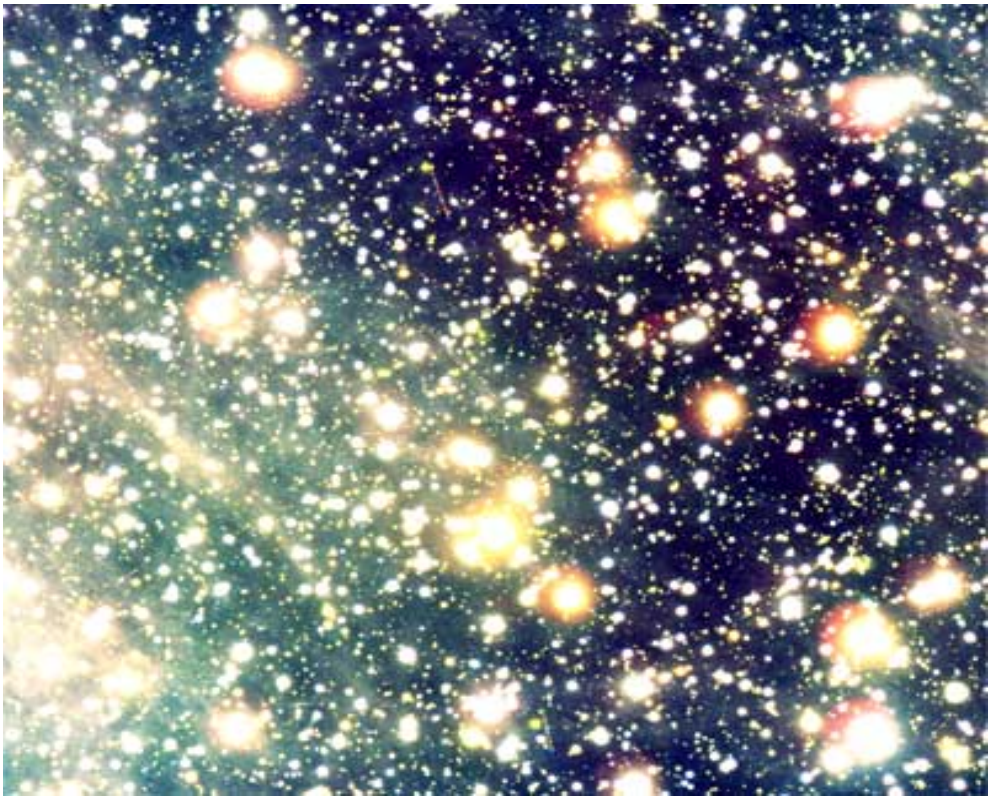
ნეიტრონული ვარსკვლავების არსებობის ჰიპოთეზა ექსპერიმენტულად დადასტურდა 1967 წელს, როცა აღმოაჩინეს პირველი პულსარი. 1967 წლის აგვისტოში კოსმოსურ რადიოგამოსხივებებზე დაკვირვებისას რადიოასტრონომებმა აღმოაჩინეს საოცარი რადიოსიგნალები, რომლებიც წარმოადგენენ 50 მილიწამის ხანგრძლივობის რადიოგამოსხივების იმპულსებს, და მეორედბოდნენ მკაცრად განსაზღვრულ 1 წამის რიგის დროით ინტერვალში. ეს სიგნალები სრულად არ ჰგავდნენ იმ ქაოტურ რადიოსიგნალებს, რომელსაც პერმანენტულად აფიქსირებდნენ რადიოტელესკოპები. ამ შემთხვევაში სიგნალების იმპულსის ხანგრძლივობა იმდენად მცირე იყო, ხოლო მათი პერიოდულობა იმდენად რეგულარული, რომ მეცნიერები სერიოზულად დაფიქრდნენ იმაზე,

ხომ არ არის ეს რადიოგამოსხივება რაიმე უცხო ცივილიზაციის დედამიწასთან დავშირის დამყარების მცდელობა? ამიტომაც პირველ პულსარს დაარქვეს LGM-1 პულსარი („კატარა მწვანე კაცუნები“ – ინგლისურად Little Green Men)[8].

ამ რადიოსიგნალების გაშიფრვის მცდელობამ არანაირი შედეგი არ გამოიღო. სულ მალე აღმოჩენილი იქნა კიდევ სამი რადიოგამოსხივების წყარო, რომელთა გამოსხივების პერიოდი გაცილებით ნაკლები იყო ყველა ცნობილი კოსმოსური ობიექტი რხევის ან ბრუნვის პერიოდზე. გამოსხივების იმპულსური ხასიათის გამო ამ კოსმოსურ ობიექტებს პულსარები შეარქვეს. მას შემდეგ რაც აღმოაჩინეს პულსარი კიბორჩხალასმაგვარ ღრუბლიანობაში, რომელიც წარმოიშვა 1054 წელს ზეახალი ვარსკვლავის აფეთქების შედეგად, ნათელი გახდა, რომ პულსარები რაღაცნაირად დაკავშირებული არიან ამ მოვლენასთან და სიგნალი მოდიოდა აფეთქების შედეგად წარმოქმნილი ობიექტიდან. დიდი დრო დასჭირდა იმის მიხვედრას, რომ პულსარები წარმოადგენენ სწრაფად მბრუნავ ნეიტრონულ ვარსკვლავებს, რომლებსაც ამდენი ხანი ეძებდნენ.

ევოლუციის თანამედროვე თეორიის თანახმად, მასიური ვარსკვლავები ამთავრებენ თავიანთ არსებობას კოლოსალური აფეთქებით, რომლის შედეგადაც მისი უდიდესი ნაწილი გადაიქცევა აირად, ღრუბლად. საბოლოოდ გიგანტისგან, რომელიც მზეზე ბევრად დიდია, რჩება ზემკვრივი ცხელი ობიექტი, რომლის რადიუსი 10-15 კილომეტრია და რომელსაც გარს აკრავს ატმოსფეროს თხელი ფენა (წყალბადი და უფრო მძიმე იონები). მისი გრავიტაციული ველი 10<sup>11</sup>-ჯერ აჭარბებს დედამიწის გრავიტაციულ ველს. სწორედ მას უწოდებენ ნეიტრონულ ვარსკვლავს, გულისხმობენ რა, რომ იგი ძირითადად ნეიტრონებისგან შედგება. ნეიტრონული ვარსკვლავის ნივთიერება – მატერიის დღემდე ცნობილი ყველაზე მკვრივი წარმონაქმნია. ამ ნივთიერების ერთი ჩაის კოვზი რამდენიმე მილიარდ ტონას იწონის[7].

გამოსხივებული სიგნალების ძალიან მოკლე პერიოდი იყო ყველაზე მთავარი არგუმენტი იმის სასარგებლოდ, რომ პულსარები წარმოადგენენ ნეიტრონულ ვარსკვლავებს, რომელთაც გააჩნიათ უზარმაზარი მაგნიტური ველი და ბრუნავენ წარმოუდგენელი სიჩქარით. მხოლოდ ზემკვრივ და კომპაქტურ (რამდენიმე კილომეტრი რადიუსის მქონე) ობიექტებს, რომელთაც გააჩნიათ მძლავრი გრავიტაციული ველი, შეუძლიათ გაუძლონ ცენტრიდანულ ძალებს და არ დაიშალონ. სურათ 2-ზე ნაჩვენებია რადიოტელესკოპით გადაღებული ნეიტრონული ვარსკვლავი, რომელიც მოძრაობს დიდი სიჩქარით და ტოვებს კონუსის მაგვარ კვალს.

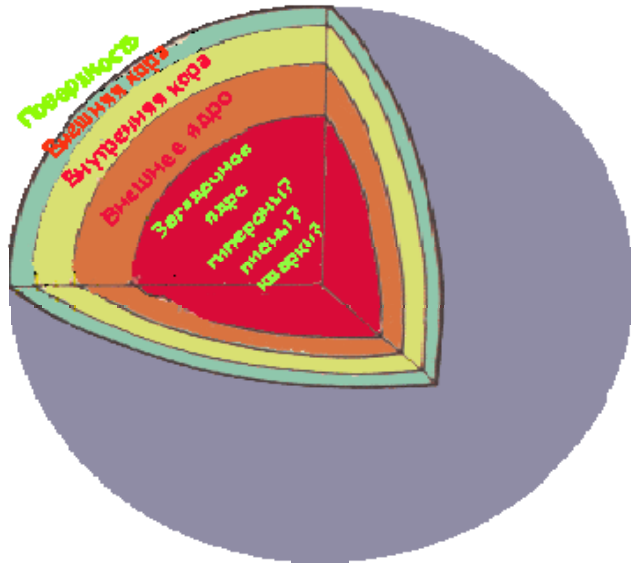


სურათი 2. მოჩანს კაშკაშა დიდი სიჩქარით მოძრავი ნეიტრონული ვარსკვლავი, რომელიც ღრუბელში ტოვებს კონუსის მაგვარ კვალს.

**ნეიტრონული ვარსკვლავების აგებულება.** თანამედროვე წარმოდგენებით, ნეიტრონულ ვარსკვლავში შეიძლება გამოიყოს რამდენიმე ფენა: ზედაპირული ფენა, გარე ქერქი, შიგა ქერქი, გარე ბირთვი და შიგა (გამოუცნობი) ბირთვი. სურათ 3-ზე მოცემულია ნეიტრონული ვარსკვლავის კვეთი და ნაჩვენებია ამ ფენების თანმიმდევრობა.

ზედაპირული ფენის სისქე რამდენიმე მეტრია და ვრცელდება იმ სიღრმემდე, სადაც ნივთიერების სიმკვრივე აღწევს  $10^6$  გრ/სმ<sup>3</sup>. ეს ფენა წარმოადგენს ჩვეულებრივ პლაზმას, რომელიც განიცდის ძლიერი მაგნიტური ველის ( $10^{12}$ - $10^{13}$ გს) ზემოქმედებას. მომდევნო გარე ქერქის სისქე რამდენიმე ასეული მეტრია. მის ფსკერზე ნივთიერების სიმკვრივე აღწევს  $4 \cdot 10^{11}$  გრ/სმ<sup>3</sup>-ს და შედგება ელექტრონებისა და ატომებისაგან. ელექტრონები ქმნიან თავისუფალ გადაგვარებულ აირს, რომელიც მსგავსია მეტალის

ელექტრონული გარსი. მას გააჩნია დიდი სიმკვრივე და დაბალი ტემპერატურა.



სურათი 3. ნეიტრონული ვარსკვლავის კვეთა ფენების მიხედვით: 1)ზედაპირული ფენა, 2)გარე ქერქი, 3)შიდა ქერქი, 4)გარე ბირთვი, 5)შიგა-გამოუცნობი ბირთვი.

გარე ქერქის ატომები ელექტრონული აირის წნევის შედეგად თითქმის მთლიანად არიან იონიზირებული და ფაქტიურად ატომის ბირთვებს წარმოადგენენ. როგორც წესი, ისინი ქმნიან კრისტალებს, რომელთა კვანძებს შორის მოძრაობენ ჩქარი ელექტრონები. კვანძებში განლაგებული ბირთვების მიერ ხდება ჩქარი ელექტრონების ჩაჭერა, რის შედეგადაც ისინი გარდაიქმნებიან ნეიტრონულ ბირთვებად, ანუ ბირთვებად რომლებიც გამდიდრებული არიან ნეიტრონებით.

შიგა ქერქის სისქე რამდენიმე კილომეტრს აღწევს, ხოლო მისი სიმკვრივე ფსკერზე შეადგენს საშუალო სიმკვრივის მიახლოებით ნახევარს, რაც  $4 \cdot 10^{11}$  - ჯერ მეტია რკინის სიმკვრივეზე. შიგა ქერქი გარე ქერქისგან იმით განსხვავდება, რომ მასში ჩნდებიან თავისუფალი ნეიტრონები, რომელთაც გამოყოფენ ნეიტრონებით გამდიდრებული ბირთვები. ამ პროცესს ნივთიერების ნეიტრონიზაცია ეწოდება. თავისუფალი ნეიტრონები რომელთა რიცხვი სიღრმეში იზრდება, ელექტრონების მსგავსად ქმნიან გადაგვარებულ აირს. შედეგება მხოლოდ თავისუფალი ნეიტრონებისაგან.

ამრიგად, შიდა ქერქის ზედა საზღვართან წნევას ქმნიან თავისუფალი ელექტრონები, ხოლო ქვედა საზღვართან – თავისუფალი ნეიტრონები. საინტერესოა, რომ თავისუფალი ნეიტრონებისგან შემდგარი შიგა ქერქის ნივთიერება ზედენადია. ნეიტრონული ზედენადობა, თეორიული გათვლების თანახმად, ვლინდება ზემოაღებულ ტემპერატურაზე ( $10^{10} - 10^{11}$  °K)[3].

ნეიტრონული ვარსკვლავის ბირთვის რადიუსი 7-15 კმ-ია და მასში გამოყოფენ ორ არეს – გარე ბირთვი და შიგა (გამოუცნობი) ბირთვი. გარე ბირთვად ითვლება ის არე, სადაც ნივთიერების სიმკვრივე მიახლოებით ორჯერ მეტია ატომის ბირთვის სიმკვრივეზე და ტოლია ნეიტრონული ვარსკვლავის საშუალო სიმკვრივის  $2,8 \cdot 10^{14}$  გ/სმ<sup>3</sup>. იგი ძირითადად ნეიტრონებისგან შედგება, პროტონებისა და ელექტრონების მცირე მინარევით. გარე ბირთვის ყველა ნაწილაკი გადაგვარებულია, ელექტრონები რელატივისტურია, ხოლო ნუკლონები – არა. გარე ბირთვის თეორიაში არსებობს სამი პრობლემა: მდგომარეობის განტოლება, ნეიტრონების ზედენადობა და პროტონების ზეგამტარობა.

შიგა ბირთვი ნეიტრონული ვარსკვლავის ყველაზე ამოუცნობი ნაწილია. მისი სიმკვრივე რამდენჯერმე უნდა აღემატებოდეს ატომის ბირთვის სიმკვრივეს. ძირითადი განსხვავება გარე და შიგა ბირთვის შორის იმაში მდგომარეობს, რომ პირველიდან მეორეში გადასვლისას ნეიტრონები, პროტონები და ელექტრონები იმდენად ენერგიული ხდებიან, რომ დაჯახებისას ბადებენ ახალ ნაწილაკებს. მთავარი პრობლემაა იმის განსაზღვრა, თუ რომელი ნაწილაკები იბადებიან. არსებობს სამი ჰიპოთეზა:

1. იბადებიან კვარკები და  $\pi$ -მეზონები, რომელთა დამოუკიდებელი არსებობა დედამიწის პირობებში შეუძლებელია და მაშასადამე ხდება სტანდარტული მატერიის მოდიფიკაცია.
2. ჩნდება პიონური კონდენსატი.
3. ჩნდება მატერიის უცნობი ფორმა.

ნეიტრონული ვარსკვლავების მახასიათებლების დღეისთვის არსებული გასაშუალოებული მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 1.

**ცხრილი 1.** ნეიტრონული ვარსკვლავის მახასიათებელი სიდიდეები და მათი საშუალო მნიშვნელობები

ტიპიური რადიუსი	10-20 კმ
შიგა ტემპერატურა	$10^{10} - 10^{11}$ °K
ტიპიური მასა	$1,5 M_{\odot}$

საშუალო სიმკვრივე

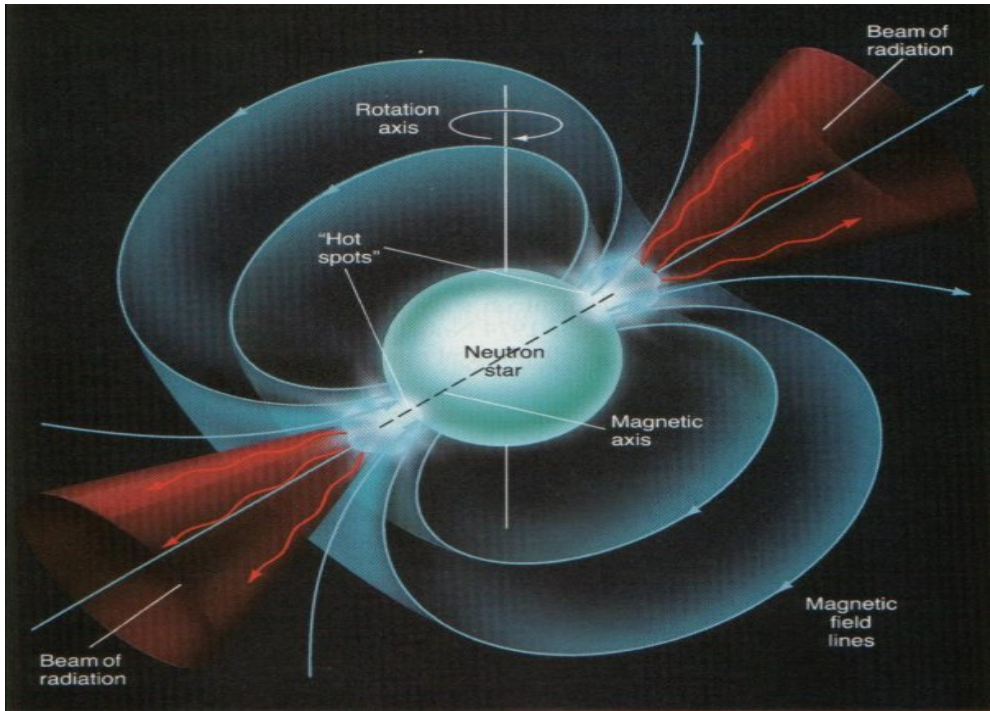
$2,8 \cdot 10^{14}$  გრ/სმ<sup>3</sup>

სიმძიმის ძალის აჩქარება

$10^{11}$  g

მაგნიტური ველის დაძაბულობა

$10^{12}$ - $10^{13}$  გაუსი



სურათი 4. ნეიტრონული ვარსკვლავის კომპიუტერული მოდელირებით მიღებული გამოსახულება. ჩანს მანიტური და ბრუნვის ღერძები, რომლების ერთმანეთს არ ემთხვევა. წითელი ფერით აღნიშნულია სხეულოვანი კუთხე, რომელშიც ხდება რადიო და რენტგენული გამოსხივება

**ნეიტრონული ვარსკვლავების გამოსხივების ტიპები და მათი მექანიზმები.** ნეიტრონულ ვარსკვლავებს გააჩნიათ უძლიერესი მაგნიტური ველი, რომლის დაძაბულობა მის ზედაპირზე აღწევს  $10^{12}$ - $10^{13}$  გაუსს. შედარებისთვის, დედამიწის მაგნიტური ველის დაძაბულობა 1 გაუსია. გამოსხივების ტიპების მიხედვით ნეიტრონულ ვარსკვლავებს უკავშირებენ ორი ტიპის კოსმოსურ ობიექტებს – პულსარებს და რენტგენულ ორმაგებს.

პულსარები (რადიოპულსარები) – ის ობიექტებია, რომლებიც რეგულარულად ასხივებენ რადიოტალღების იმპულსებს, რომელ-



თა ხანგრძლივობა  $5 \cdot 10^{-2}$  წამის რიგისაა, ხოლო მათ შორის ინტერვალი წამის მეათედებიდან წამამდე შეადგენს.

ამ გამოსხივების მექანიზმი დანამდვილებით ცნობილი არ არის, მაგრამ ვარაუდობენ, რომ იგი დაკავშირებულია ნეიტრონული ვარსკვლავების ბრუნვასთან თავისი ღერძის გარშემო. რომელიც არ ემთხვევა მაგნიტურ ღერძს. სურათ 4-ზე ნაჩვენებია ამ ღერძების ურთიერთგანლაგება. როგორც სურათიდან ჩანს რადიოსიგნალების გამოსხივება ხდება მაგნიტური ღერძის გასწვრივ მცირე სხეულოვან კუთხეში, რომელიც ბრუნვის პერიოდის რაღაც ნაწილის განმავლობაში მიმართულია დედამიწისკენ. სწორედ ამ მომენტში ხდება დედამიწაზე რადიოგანლაგების დაფიქსირება. ამრიგად, რადიოიმპულსებს შორის დროის ინტერვალი უნდა ემთხვეოდეს ნეიტრონული ვარსკვლავის ბრუნვის პერიოდს.

შევეცადოთ გამოვთვალოთ ეს პერიოდი მზის მაგვარი პლანეტის მაგალითზე. ცნობილია, რომ მზის მასა  $M_0 = 2 \cdot 10^{30}$  კგ, ხოლო რადიუსი  $R_1 = 7 \cdot 10^7$  მ. მისი ბრუნვის პერიოდი საკუთარი ღერძის გარშემო  $T_1 = 25$  დღე-ღამე  $= 2,6 \cdot 10^6$  წმ, რაც შეესება კუთხურ სიჩქარეს  $\omega_1 = 2,9 \cdot 10^{-6}$  წმ<sup>-1</sup>. ვთქვათ მან დაიწყო შეკუმშვა და მისი რადიუსი გახდა  $R_2 = 10$  კმ. ვიცით, რომ იმპულსის მომენტი ინახება. სფეროს იმპულსის მომენტი  $L = m\omega R^2$ , ამიტომ შეიძლება დაგწეროთ:

$$M_0 \omega_1 R_1^2 = M_0 \omega_2 R_2^2, \quad (1)$$

საიდანაც

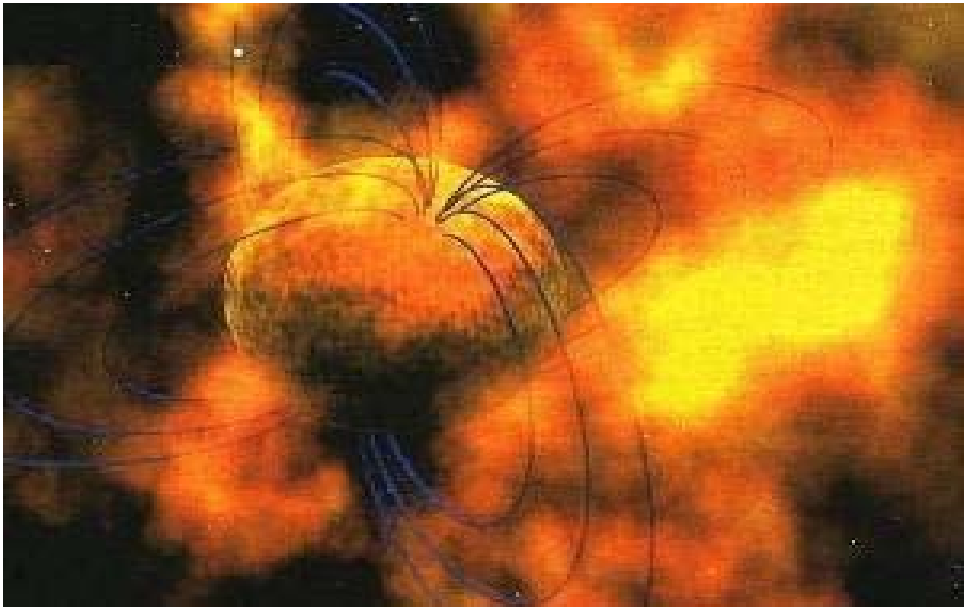
$$\omega^2 = \omega_1 \frac{R_1^2}{R_2^2} = \omega_1 \cdot 4,9 \cdot 10^7. \quad (2)$$

როგორც ვხედავთ კუთხური სიჩქარე დაახლოებით  $5 \cdot 10^{12}$  ჯერ იზრდება, ხოლო შესაბამისი პერიოდი

$$T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2} = \frac{6.28}{2,9 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{12}} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ წმ} \quad (3)$$

როგორც ვხედავთ, მზის ნეიტრონულ ვარსკვლავად გადაქცევის შემთხვევაში მისი ბრუნვის პერიოდი  $10^8$ -ჯერ შემცირდებოდა და  $T_2 \approx (0,1-1)$  წმ, რაც ემთხვევა რადიოსიგნალების იმპულსებს შორის დროის პერიოდს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ნეიტრონული ვარსკვლავის ზედაპირი პლაზმას წარმოადგენს. პლაზმის ნაწილაკები ჩაჭერილია მაგნიტურ ხაფანგში ძლიერი მაგნიტური ველის ძალწირების მიერ, რომლებიც ბრუნავენ ვარსკვლავთან ერთად და წარიტაცებენ პლაზმის დამუხტულ ნაწილაკებს. სწორედ ეს მბრუნავი დამუხტული ნაწილაკები, რომელთა სიჩქარე სინათლის სიჩქარეს უახლოვდება, წარმოადგენენ რადიოგამოსხივების წყაროებს.



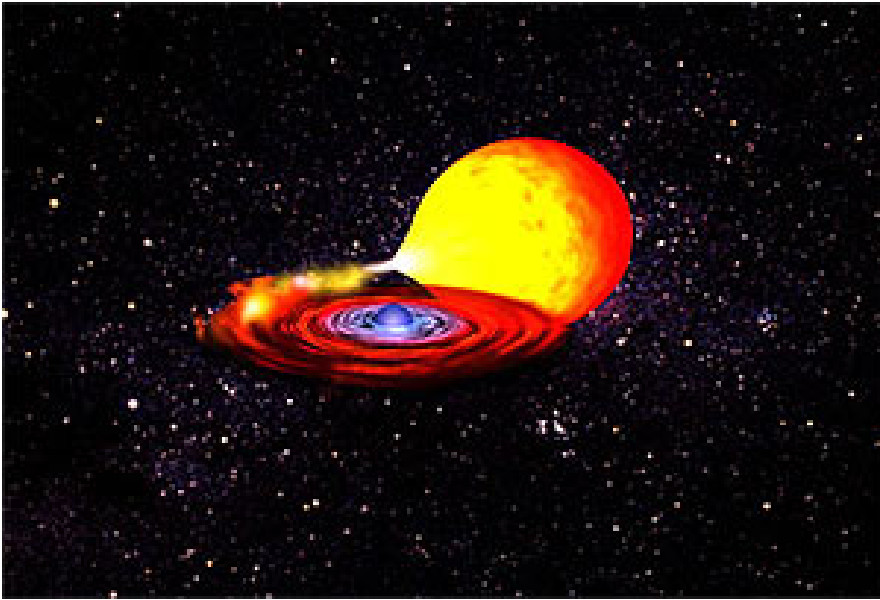
სურათი 5. პულსარი SGR 1806-2

ზოგიერთი ნეიტრონული ვარსკვლავი ასხივებს „რბილი“ რენტგენული სხივების მძლავრ ნაკადს დროის არარეგულარულ ინტერვალებში. ამ გამოსხივებისას, რომელიც გრძელდება რამდენიმე მეათედი წამის განმავლობაში, იმდენი ენერგია გამოიყოფა, რამდენიც მზის მიერ 1 წლის განმავლობაში. ჯერჯერობით ცნობილია 5 რენტგენის სხივების წყარო, რომელთაგან 4 ჩვენს გალაქტიკაშია, ხოლო 1 მის გარეთ. ენერგიის ეს წარმოუდგენელი გამოსხივება შეიძლება გამოწვეულ იყოს ვარსკვლავთძვრებით – მიწისძვრის უძლიერესი ვერსიით, როცა ხდება ნეიტრონული ვარსკვლავის მყარი ზედაპირის გახლეჩა და მისი სიღრმიდან ხდება პროტონების მძლავრი ნაკადის ამოფრქვევა[9]. ეს პროტონები მუხრუჭდებიან ძლიერი მაგნიტური ველით, რის შედეგადაც ხდება  $\gamma$  კვანტების და რენტგენული სხივების გამოსხივება.

ნეტრონული ვარსკვლავები გაიგივებული იყვნენ  $\gamma$  და რენტგენული გამოსხივების წყაროებთან 1979 წლის 5 მარტს დავიფსირებული მძლავრი  $\gamma$  აფეთქების შემდეგ, როცა ამოიფრქვა იმდენი ენერგია, რამდენსაც ასხივებს მზე 1000 წლის განმავლობაში. 1998 წელს „გაიდგოდა“ კიდევ ერთმა  $\gamma$  სხივების წყარომ, რომელიც 20 წლის განმავლობაში მიძინებული იყო. ეს ფაქტები ადასტურებენ ჰიპოთეზას ვარსკვლავთძვრების შესახებ. განსაკუთრებით საინტერესო იყო მკვლევარებისთვის ის ფაქტი, რომ გამა აფეთქების შემდეგ ხდებოდა ვარსკვლავების ბრუნვის მკვეთრი შენელება, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ ვარსკვლავი დაიშალა. ასეთი მძლავრი  $\gamma$  და რენტგენული გამოსხივების ასახსნელად მეცნიერებმა შეიმუშავეს ე.წ. მაგნიტო-ნეიტრონული ვარსკვლავის მოდელი ზეძლიერი მაგნიტური ველით. თუ ნეიტრონული ვარსკვლავი დაბადებისას ძალიან სწრაფად ბრუნავს, ბრუნვისა და კონვექციის ეფექტებმა ძალიან რთული პროცესების შედეგად, რომელთაც „აქტიური დინამო“ ეწოდებათ, შეუძლიათ შექმნან მაგნიტური ველი, რომლის დაძაბულობა  $10^4$  ჯერ მეტია ჩვეულებრივი პულსარის მაგნიტური ველის დაძაბულობაზე. ვარსკვლავის გაცივებასთან ერთად კლებულობს მაგნიტური ველის დაძაბულობა და აღწევს თავის ჩვეულებრივ მნიშვნელობას ( $10^{12}$ - $10^{13}$ გს). RXT რადიოტელესკოპის მონაცემებზე დაყრდნობით მეცნიერებმა აღმოაჩინეს პულსარი SGR 1806-20 [8], რომლის მაგნიტური ველის დაძაბულობა დღეისათვის ცნობილ ყველა პულსარებს შორის უდიდესია და აღწევს  $10^{15}$ გაუსს. სურათზე 5 ნაჩვენებია ამ პულსარის ვიზუალური გამოსახულება, რომელზეც დატანილია მაგნიტური ველის ძალწირები.

არსებობს  $\gamma$  და რენტგენული გამოსხივების მეორე შესაძლო მექანიზმი. ცნობილ ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში „ჩანდრა“ აღმოჩენილი იყო პულსარები, რომლებსაც გააჩნიათ ე.წ. მეწვილე ვარსკვლავები, რომელთა ზომები ზოგჯერ ბევრად აღემატება თვით პულსარის ზომებს. პულსარის ძლიერი მაგნიტური ველის საშუალებით ხდება მეწვილე ვარსკვლავიდან ამოფრქვეული იონიზირებული ნივთიერების გადაქაჩვა მანამ, სანამ მეწვილე ვარსკვლავი არ გადაიტევს თეთრ ჯუჯად. ეს დამუხტული ნაწილაკები მაგნიტური ველის ძალწირების გასწვრივ მოძრაობენ პულსარის მაგნიტური პოლუსებისკენ დიდი სიჩქარით, რომლის მნიშვნელობა აღწევს სინათლის სიჩქარის 40%. ისინი მუხრუჭებიან ნეიტრონული ვარსკვლავის მყარი ზედაპირის მიერ და სურათ 4-ზე ნაჩვენებია სხეულოვანი კუთხიდან ხდება  $\gamma$  კვანტებისა და რენტგენის სხივების დამუხრუჭებითი გამოსხივება.

სურათ 6-ზე ნაჩვენებია კომპიუტერული მოდელირებით მიღებული გამოსახულება, რაც ასახავს ნეიტრონული ვარსკვლავის მიერ მეწყვილე ვარსკვლავიდან ნივთიერების გადაქაჩვის პროცესს.



სურათი 6. ნეიტრონული ვარსკვლავის მიერ მეწყვილე ვარსკვლავიდან ნივთიერების გადაქაჩვა

**ფოტონი, როგორც ნაწილაკი.** გამოსხივების სტატისტიკურმა თეორიამ უდიდესი როლი შეასრულა კვანტური მექანიკის შექმნასა და ჩამოყალიბებაში. სინათლის კლასიკურმა ელექტრომაგნიტურმა თეორიამ, რომელიც ხსნიდა სინათლის გავრცელებასთან დაკავშირებულ მრავალ ფიზიკურ მოვლენას და ამდენად XIX საუკუნის ბოლოს სრული აღიარება მოიპოვა, XX საუკუნის დასაწყისში კრახი განიცადა სითბური გამოსხივების ახსნისას. სითბური გამოსხივება გულისხმობს ცხელი სხეულის გამოსხივების სრულ ერთობლიობას.

როგორც ცნობილია, სინათლის გამოსხივების ინტენსივობა და მისი დამოკიდებულება სინათლის სიხშირეზე (გამოსხივების სპექტრალური შემადგენლობა) განისაზღვრება გამომსხივებლის გვარობით და ტემპერატურით. მაგრამ, არსებობს შემთხვევა, როცა სპექტრალური შემადგენლობა არ არის დამოკიდებული გამომსხივებლის გვარობაზე და განისაზღვრება მხოლოდ მისი ტემპერატურით. საქმე ეხება ეგრეთწოდებულ წონასწორულ გამოსხივებას. წარმოვიდგინოთ რაიმე ჩაკეტილი ღრმული, რომლის

კედლები სითბოს არ ატარებს. ვთქვათ, ღრმულის შიგნით შენარჩუნებულია მუდმივი ტემპერატურა  $T$ , ანუ წონასწორული მდგომარეობა. ეს იმას ნიშნავს, რომ კედლების მიერ დროის ერთეულში გამოსხივებული და შთანთქმული ენერგია ერთმანეთის ტოლია. ღრმულში იარსებებს დროში უცვლელი მდგრადი ელექტრომაგნიტური ტალღების სისტემა, რომლის ენერგიის სიმკვრივე გამოითვლება ფორმულით [5]

$$\rho = \frac{E^2 + H^2}{8\pi}, \quad (4)$$

სადაც  $E$  და  $H$  შესაბამისად ელექტრული და მაგნიტური ველების დაძაბულობებია. სითბური გამოსხივება შედგება სხვადასხვა სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღებისგან და ამიტომ ენერგიის სიმკვრივე  $\rho(v)$  სიხშირის  $dv$  ინტერვალში განსხვავებული იქნება განსხვავებული სიხშირეებისათვის. იგი ასევე დამოკიდებული იქნება  $T$  ტემპერატურაზე და ამრიგად

$$\rho = \rho(v, T) \quad (5)$$

მარტივი თერმოდინამიკური მსჯელობა გვიჩვენებს, რომ  $\rho(v, T)$  არ უნდა იყოს დამოკიდებული ღრმულის კედლების გვარობაზე (მისი გამოსხივების ან შთანთქმის თვისებებზე, ზედაპირის მდგომარეობაზე და სხვა). მართლაც, განვიხილოთ ორი ღრმული, რომელთა კედლებს აქვთ ერთიდაიგივე ტემპერატურა და დამზადებული არიან განსხვავებული მასალებისგან. თუ დავუშვებთ, რომ გამოსხივების სპექტრალური სიმკვრივე  $\rho(v, T)$  დამოკიდებულია კედლების გვარობაზე, მაშინ ამ ორი ღრმულის შეერთებისას წონასწორობა დაირღვევა, ვინაიდან ენერგია გადავა იმ ღრმულში, სადაც მისი სიმკვრივე ნაკლებია და შესაბამისად მისი კედლები უფრო მეტ ენერგიას შთანთქავენ, ვიდრე შეერთებამდე, რაც გამოიწვევს მათი ტემპერატურის ზრდას. ამრიგად, წარმოიქმნება ტემპერატურათა სხვაობა, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას სასარგებლო მუშაობისთვის, რაც ნიშნავს მეორე გვარის მუდმივი ძრავის შექმნას. ეს დასკვნა ეწინააღმდეგება თერმოდინამიკის ფუნდამენტურ კანონებს. ამრიგად, მოსაზრება იმის შესახებ, რომ  $\rho(v, T)$  არ არის დამოკიდებული კედლების გვარობაზე დამტკიცებულად უნდა ჩაითვალოს.

სხეულის გამოსხივების უნარი  $E(v)$  ეწოდება ენერგიას, რომელსაც ასხივებს სხეულის ზედაპირი  $1\text{მ}^2$  ფართიდან  $1\text{წმ}$ -ის განმავლობაში  $\nu$ -დან  $\nu + d\nu$  სიხშირეთა შორის ერთეულოვან ინტერვალში.

სხეულის შთანთქმის უნარი  $A(\nu)$  ეწოდება სხეულის 1 სმ<sup>2</sup>-ზე დასხივებული ენერჯიის იმ ნაწილს, რომელსაც შთანთქავს იგი  $\nu$ ,  $\nu + d\nu$  სიხშირეთა შორის ერთეულოვან ინტერვალში. კირხგოფმა აჩვენა, რომ  $\frac{E(\nu)}{A(\nu)}$  არის სიხშირის და ტემპერატურის უნივერსალური ფუნქცია და არ არის დამოკიდებული სხეულის გვარობაზე და მისი ზედაპირის გეომეტრიულ ფორმაზე

$$\frac{E(\nu)}{A(\nu)} = f(\nu, T). \quad (6)$$

აღმოჩნდა, რომ  $f(\nu, T)$  მარტივად არის დაკავშირებული ენერჯიის სიმკვრივესთან

$$f(\nu, T) = \frac{c}{4\pi} \rho(\nu, T), \quad (7)$$

სადაც  $c$  - სინათლის სიჩქარეა. ამრიგად, კირხგოფის თეორემას აქვს სახე

$$\frac{E(\nu)}{A(\nu)} = \frac{c}{4\pi} \rho(\nu, T). \quad (8)$$

სხეულს, რომლისთვისაც  $A(\nu) = 1$ , აბსოლუტურად შავი სხეული ეწოდება. ამრიგად, აბსოლუტურად შავი სხეული ეწოდება სხეულს, რომელიც სრულად შთანთქავს მასზე დასხივებულ ენერჯიას. (8)-დან გამომდინარე, აბსოლუტურად შავი სხეულისთვის გვექნება

$$E(\nu) = \frac{c}{4\pi} \rho(\nu, T). \quad (9)$$

გამოსხივების უნარის  $E(\nu)$ -ს ექსპერიმენტულად განსაზღვრა ადვილია და ამდენად, შეიძლება განისაზღვროს გამოსხივების ენერჯიის სიმკვრივის სპექტრალური განაწილება  $\rho(\nu, T)$ . აღსანიშნავია, რომ ბუნებაში აბსოლუტურად შავი სხეული არ არსებობს, ვინაიდან დასხივებული ენერჯიის ნაწილი მისი ზედაპირიდან აუცილებლად აირეკვლება. ჩვენს მიერ ზემოთ განხილული ღრმული დიდი სიზუსტით შეიძლება ჩაითვალოს აბსოლუტურად შავ სხეულად.

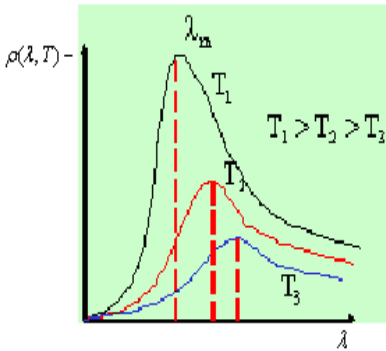
$\nu$ ,  $\nu + d\nu$  სიხშირეთა ინტერვალს შეესაბამება  $\lambda$ ,  $\lambda + d\lambda$  ტალღის სიგრძეთა ინტერვალი. ცხადია, რომ  $d\nu$  სიხშირეთა ინტერვალში გამოსხივებული ენერჯიის სიმკვრივე ტოლი უნდა

იქოს  $d\lambda$  ტალღის სიგრძეთა ინტერვალში გამოსხივებული ენერჯიის სიმკვრივისა, ანუ

$$\rho(\nu, T) d\nu = \rho(\lambda, T) d\lambda \quad (10)$$

ვინაიდან,  $\nu = \frac{c}{\lambda}$ , ამიტომ  $d\nu = c \left| \frac{d\lambda}{\lambda^2} \right|$  და (10)- დან გვექნება

$$\rho(\lambda, T) = \frac{c}{\lambda^2} \rho(\nu, T) \quad (11)$$



ნახ.1

ნახ.1-ზე მოცემულია  $\rho(\lambda, T)$ -ს  $\lambda$ -ზე დამოკიდებულების ტემპერატურის სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის. ვხედავთ, რომ  $\rho(\lambda, T)$  არის  $\lambda$ -ს არამონოტონური ფუნქცია და მას გააჩნია მაქსიმუმი, რომელიც მით მეტია, რაც მეტია ტემპერატურა და ტემპერატურის ზრდასთან ერთად იგი ინაცვლებს მცირე ტალღის სიგრძეებისკენ. ამ მოვლენას ულტრაიისფერი წანაცვლება ეწოდება. მეცნიერები ცდილობდნენ მიეღოთ  $\rho(\lambda, T)$  ფუნქციის ანალიზური სახე,

რომლის გრაფიკი დაემთხვეოდა ნახ.1-ზე მოცემულ ექსპერიმენტულ მრუდებს. აღმოჩნდა, რომ ასეთი ფუნქციის ანალიზური გამოსახვა სიხშირეთა  $\omega \div 0 - \infty$  ინტერვალში კლასიკური ფიზიკის საშუალებით არ ხერხდება. იმისათვის, რათა გავერკვეთ პრობლემის არსში, განვიხილოთ ეს საკითხი დაწვრილებით.

როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, წონასწორობის პირობებში ღრმულში წარმოიქმნება მდგრადი ტალღების სისტემა, რომლის გაიგივება შეიძლება დამოუკიდებელ ოსცილატორთა სისტემასთან. ყოველ ოსცილატორს გააჩნია ენერჯიის საკუთარი მნიშვნელობა, რომელიც დამოკიდებულია მის სიხშირეზე და ტემპერატურაზე  $\varepsilon(\nu, T)$ .

ვინაიდან ოსცილატორის მყისი ენერჯიის დადგენა შეუძლებელია, ამიტომ ჩვენ გვინტერესებს მისი საშუალო ენერჯია  $\varepsilon(\nu, T)$ , სადაც გასაშუალოება ხდება ყველა შესაძლო სიხშირის მიხედვით. მაშინ,  $\nu$ ,  $\nu + d\nu$  სიხშირეთა ინტერვალში გამოსხივებული ენერჯიის სიმკვრივე ტოლია

$$\rho(\nu, T) = \overline{\varepsilon(\nu, T)g(\nu)d\nu}, \quad (12)$$

სადაც  $g(\nu)$  მოცულობის ერთეულში  $\nu$  სიხშირის მქონე ოსცილატორების რიცხვია. შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ პოლარიზაციის ორი მიმართულების მქონე ოსცილატორებისთვის  $g(\nu) = \left(\frac{8\pi}{c^3}\right) \cdot \nu^2$  [5] და ამრიგად (12)-დან გვექნება

$$\rho(\nu, T)d\nu = \frac{8\pi\varepsilon}{c^3} \nu^2 d\nu. \quad (13)$$

თუ ვიგულისხმებთ, რომ ოსცილატორების განაწილება ენერგიების მიხედვით ემორჩილება ბოლცმანის კანონს, მაშინ ოსცილატორის საშუალო ენერგიის კლასიკური მნიშვნელობა  $\overline{\varepsilon} = kT$  [1],[2] და საბოლოოდ მივიღებთ

$$\rho(\nu, T)d\nu = \frac{8\pi kT}{c^3} \nu^2 d\nu. \quad (14)$$

ადვილად დავრწმუნდებით, რომ (13) ფორმულას ფიზიკური აზრი არ გააჩნია. მართლაც, ვხედავთ, რომ გამოსხივების ენერგიის ინტეგრალური სიმკვრივე იზრდება სიხშირის კვადრატის პროპორციულად, და ვინაიდან ოსცილატორის სიხშირე შეიძლება ნებისმიერი იყოს, ამიტომ ენერგიის ინტეგრალში სიმკვრივე, ანუ ყველა ოსცილატორის მიერ გამოსხივებული ჯამური ენერგია მოცულობის ერთეულში უსასრულობის ტოლია

$$E = \lim_{\nu \rightarrow \infty} \int_0^{\nu} \rho(\nu, T)d\nu \rightarrow \infty, \quad (15)$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ შავი სხეულის მთელი ენერგია თავმოყრილი უნდა იყოს ღრმულში არსებულ ოსცილატორებში, ანუ ღრმულის კედლების სითბური გამოსხივება ხდება მანამ, სანამ მისი ტემპერატურა აბსოლუტური ნულის ტოლი არ გახდება. ეს შედეგი სრულ წინააღმდეგობაშია ექსპერიმენტთან, რომლის თანახმადაც  $T = 300^\circ K$  -ის პირობებში ღრმულის კედლების სითბური ენერგია  $10^{14}$ -ჯერ მეტია ღრმულში ელექტრომაგნიტური ველის ენერგიაზე[6]. რაც შეეხება ენერგიის სიმკვრივის სპექტრალურ განაწილებას, ექსპერიმენტები გვიჩვენებენ, რომ (13) ფორმულა სამართლიანია მცირე სიხშირეების შემთხვევაში.

მდგომარეობიდან გამოსავალი იპოვა მაქს პლანკმა, რომელმაც XX საუკუნის დასაწყისში 1901 წელს გამოთქვა ჰიპოთეზა, რომლის თანახმადაც ღრმულში არსებული ოსცილატორები ენე-



რგიას უწყვეტად კი არ ასხივებენ, არამედ გარკვეული ულუფების ან კვანტების სახით, რომელთა ენერგია  $h\nu$ -ს ჯერადაა[1],

$$\varepsilon = nh\nu, \quad (16)$$

სადაც  $h$  პლანკის მუდმივაა. მისი მნიშვნელობა პირველად ექსპერიმენტულად დადგინდა და აღმოჩნდა, რომ  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  ჯ.წმ.

ამრიგად, პლანკის თანახმად, ღრმულში ელექტრომაგნიტური ტალღების ენერგია კონცენტრირებულია კვანტებში ანუ კორპუსკულებში, რომელთაც მოგვიანებით აინშტეინმა ფოტონები უწოდა. აქედან გამომდინარე, შეიძლება ვთქვათ, რომ ღრმულში მოთავსებულია ფოტონების (სინათლის კორპუსკულების) აირი, რომელიც პრინციპულად განსხვავდება ჩვეულებრივი აირისაგან. ეს განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ ჩვეულებრივი აირის მოლეკულებს ინდივიდუალური თვისებები გააჩნიათ და შესაძლებელია მათთვის ნომრის მინიჭება. ამ შემთხვევაში აირის მდგომარეობა განისაზღვრება არა მარტო მისი მოლეკულების ენერგიით, არამედ მათი კოორდინატებითაც. ორი მოლეკულის მიერ ადგილების გაცვლა გაზის მდგომარეობის ცვლილებას იწვევს. ასეთ აირს არაგადაგვარებული ეწოდება და მისი განაწილება ენერგიების მიხედვით ემორჩილება მაქსველის კლასიკურ კანონს. სხვა სიტუაცია გვაქვს ფოტონური გაზის შემთხვევაში. ფოტონები იგივეური ნაწილაკებია და მათთვის ნომრის მინიჭება არ შეიძლება. ორი ფოტონის მიერ ადგილების გაცვლა არ იწვევს სისტემის მდგომარეობის ცვლილებას. ასეთ აირს გადაგვარებული აირი ეწოდება და მასში ფოტონების განაწილება ენერგიების მიხედვით არ აღიწერება მაქსველის კლასიკური კანონით. [6]-ში ნახვენებია, რომ ფოტონური გაზი ემორჩილება ბოზე-აინშტაინის განაწილების კანონს. რომლის თანახმადაც

$$g(\nu) = \frac{8\pi}{h^3 c^3} \frac{\varepsilon^2}{e^{\frac{\varepsilon}{kT}} - 1}, \quad (17)$$

მაშინ (12) ფორმულის თანახმად სისშირეთა  $d\nu$  ინტერვალში გამოსხივებული ენერგიის სიმკვრივისათვის გვექნება

$$\rho(\nu, T) d\nu = \frac{8\pi}{h^3 c^3} \frac{\varepsilon^3}{e^{\frac{\varepsilon}{kT}} - 1} d\varepsilon. \quad (18)$$

თუ (18)-ში შევიტანთ ფოტონის ენერგიის მნიშვნელობას  $\varepsilon = h\nu$ , საბოლოოდ მივიღებთ

$$\rho(\nu, T) d\nu = \frac{8\pi}{h^3 c^3} \frac{\nu^3}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} d\nu \quad (19)$$

(19) გამოსახულება ცნობილია პლანკის ფორმულის სახელწოდებით. თუ შემოვიღებთ ციკლურ სიხშირეს  $\omega = 2\pi\nu$  და აღნიშვნას  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ , (19) მიიღებს სახეს

$$\rho(\omega, T) d\omega = \frac{\hbar}{\pi^2 c^3} \frac{\omega^3 d\omega}{e^{\frac{\hbar\omega}{kT}} - 1} \quad (20)$$

გამოსხივების ინტერვალური სიმკვრივისათვის (20)-დან გვექნება

$$E(T) = \int_0^\infty \rho(\omega, T) d\omega = \frac{\hbar}{\pi^2 c^3} \int_0^\infty \frac{\omega^3 d\omega}{e^{\frac{\hbar\omega}{kT}} - 1} = \sigma T^4, \quad (21)$$

სადაც  $k$  – ბოლცმანის მუდმივაა, ხოლო

$$\sigma = \frac{k^4}{\pi^2 c^3 \hbar^3} \int_0^\infty \frac{x^3 dx}{e^x - 1}, \quad \left( x = \frac{\hbar\omega}{kT} \right) \quad (22)$$

მუდმივი სიდიდეა. (21) გვეუბნება, რომ შავი სხეულის გამოსხივების ინტეგრალური სიმკვრივე აბსოლუტური ტემპერატურის მეოთხე ხარისხის პროპორციულია. ეს კანონი უფრო ადრე იყო მიღებული ექსპერიმენტულად სტეფანისა და ბოლცმანის მიერ და მას სტეფან-ბოლცმანის კანონი ეწოდება.  $\sigma$  - სტეფან-ბოლცმანის მუდმივაა და მისი ექსპერიმენტული მნიშვნელობა კარგად ემთხვევა (21) ფორმულით გამოთვლილ მნიშვნელობას, რაც ამტკიცებს პლანკის ფორმულის სისწორეს.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, ფოტონი ვირტუალურ, მაგრამ მაინც ნაწილაკს წარმოადგენს და ამიტომ, მას უნდა გააჩნდეს ნაწილაკის ყველა დამახასიათებელი თვისება, როგორცაა: მასა, სიჩქარე, იმპულსი, ენერგია. ენერგიაზე ზემოთ ვილაპარაკეთ და ვიცით, რომ  $\varepsilon = h\nu = \hbar\omega$ . რაც შეეხება ფოტონის სიჩქარეს გაირკვა, რომ მისი მნიშვნელობა სივრცითი უნივერსალური მუდმივაა, რომელიც არ არის დამოკიდებული არც ფოტონის სიხშირეზე და არც გამომსხივებლის თუ მიმღების სიჩქარეზე. ცდება და თეორიულმა გამოთვლებმა აჩვენეს, რომ სინათლის სიჩქარე  $c = 3 \cdot 10^8$  მ/წმ.

იმისათვის, რათა განვსაზღვროთ ფოტონის იმპულსი, ჯერ გავერკვეთ, რა არის ფოტონის მასა. აინშტაინის ზოგადი ფარ-

დობითობის თეორიიდან ცნობილია, რომ სხეულის რელატივისტური მასა ტოლია

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (23)$$

სადაც  $m_0$  არის სხეულის უძრაობის მასა, ანუ მასა ათვლის იმ სისტემაში, რომლის მიმართაც მისი სიჩქარე 0-ის ტოლია. ვინაიდან ფოტონი ყველა ათვლის სისტემის მიმართ ერთიდაიგივე  $v = c$  სიჩქარით მოძრაობს, ამიტომ (23)-ის მნიშვნელი ნულის ტოლია, რაც იმას ნიშნავს, რომ ფოტონის მასა ნებისმიერ ათვლის სისტემაში  $\infty$ -ის ტოლია თუ  $m_0 \neq 0$ . ამრიგად, უნდა ჩავთვალოთ, რომ  $m_0 = 0$  და მაშასადამე ფოტონს უძრაობის მასა არ გააჩნია, ანუ უძრავი ფოტონი არ არსებობს. სწორედ ამიტომ უწოდებენ ფოტონს ვირტუალურ ნაწილაკს. მაშინ რა უნდა ჩაითვალოს მოძრავი ფოტონის ეფექტური მასად და რისი ტოლია ფოტონის იმპულსი? იმისათვის რათა გავცეთ ამ კითხვას პასუხი, გამოვიყენოთ ფოტონისთვის რელატივისტური ფიზიკის ფუნდამენტური კავშირი მასასა და ენერგიას შორის.

$$E = m^* c^2, \quad (24)$$

სადაც  $m^*$  – ფოტონის ეფექტური მასაა. თუ (24)-ში ჩავსვათ  $E = \hbar\omega$ , მივიღებთ

$$m^* = \frac{\hbar\omega}{c^2}, \quad (25)$$

ხოლო ფოტონის იმპულსისთვის გვექნება

$$P = m^* c = \frac{\hbar\omega}{c}. \quad (26)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ  $c$ -სინათლის ტალღის ფაზური სიჩქარეა  $c = \lambda\nu = \frac{\lambda}{2\pi} 2\pi\nu = \frac{\omega}{k}$ , სადაც  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  – ტალღური რიცხვია, გვექნება  $\frac{\omega}{c} = k$  და (26)-დან მივიღებთ

$$P = \hbar k. \quad (27)$$

1924 წელს დე-ბროილმა აღმოაჩინა, რომ  $m$  მასის  $v$  სიჩქარით მოძრავ ნებისმიერ ნაწილაკს შეესაბამება ტალღა, რომლის სიგრძე გამოითვლება ფორმულით  $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$ , საიდანაც

$$p = \frac{h}{\lambda} = \hbar k. \quad (28)$$

(28) ემთხვევა (27) ფორმულას, რაც ადასტურებს, რომ ფოტონი შეიძლება განვიხილოთ როგორც კორპუსკულა.

**ნეიტრონული ვარსკვლავის ზედაპირიდან გამოსხივებული ფოტონის ტალღის სიგრძის გრავიტაციული წანაცვლება.**

წინა პარაგრაფში ვაჩვენეთ, რომ ფოტონი შეიძლება გაავივივოთ კორპუსკულასთან, რაც იმას ნიშნავს, რომ იგი უნდა განიცდიდეს გრავიტაციულ ზემოქმედებას პლანეტების მხრიდან. მზის სისტემაში ეს ზემოქმედება არ შეიმჩნევა, ვინაიდან მასში შემავალი პლანეტების სიმკვრივეები მცირეა და შესაბამისად მცირეა მათ მიერ შექმნილი გრავიტაციული ველის დაძაბულობა. სხვა საქმეა ნეიტრონული ვარსკვლავების და შავი ხვრელების მიერ შექმნილი გრავიტაციული ველები. ვინაიდან ნეიტრონული ვარსკვლავების სიმკვრივე  $10^{11}$  -ჯერ აღარბებს დედამიწის სიმკვრივეს შესაბამისად  $10^{11}$  -ჯერ მეტია მის მიერ შექმნილი გრავიტაციული ველის დაძაბულობა. ცხრილში 1 ნაჩვენებია, რომ სიმძიმის ძალის აჩქარება ნეიტრონულ ვარსკვლავზე  $10^{11}g$ -ს ტოლია. რაც შეეხება შავ ხვრელებს, მათი სიმკვრივე რამდენიმე რიგით აღემატება ნეიტრონული ვარსკვლავის სიმკვრივეს და ამიტომ მისი ზედაპირიდან რაიმე ინფორმაციის მიღება შეუძლებელია. შავი ხვრელების არსებობა აინშტაინმა იწინასწარმეტყველა. მისი ვარაუდით, შავი ხვრელის გრავიტაციულ ველში უნდა ხდებოდეს სინათლის სხივის ტრაექტორიის გამრუდება, რაც შემდეგში ექსპერიმენტულად დადასტურდა. დღეს მეცნიერები ფიქრობენ, რომ შავი ხვრელების გრავიტაციულ ველში ხდება სივრცის და დროის დეფორმაცია[8].

როგორც ცნობილია, გრავიტაციული ურთიერთქმედებისას სხეულები ერთმანეთს მიიზიდავენ, რაც იმას ნიშნავს, რომ რომ ხდება მათი შენელება თუ ისინი ერთმანეთს შორებიან და აჩქარება – თუ უახლოვდებიან. ვიცით ასევე, რომ ნებისმიერი ტალღის სიგრძის (სიხშირის) მქონე ფოტონი ერთიდაიგივე  $c$  სიჩქარით მოძრაობს. მაშ რაში უნდა გამოიხატებოდეს ფოტონზე გრავიტაციული ძალის მოქმედება?

ვინაიდან ყოველი ურთიერთქმედება იწვევს ენერჯის ცვლილებას, ხოლო ფოტონის ენერჯია  $E = \hbar\omega = h\frac{c}{\lambda}$ , ამიტომ გრავიტაციული ზემოქმედებისას უნდა იცვლებოდეს ფოტონის სიხშირე (ტალღის სიგრძე). თუ ფოტონი ეცემა ნეიტრონულ ვარსკვლავს, მისი სიხშირე უნდა გაიზარდოს (ტალღის სიგრძე შემცირდეს), ხოლო თუ ფოტონი გამოსხივდება, მაშინ პირიქით, სიხშირე მცირდება, ტალღის სიგრძე კი იზრდება. გრავიტაციული ძალა ტოლია

$$F = \gamma \frac{mM}{r^2}, \quad (29)$$

სადაც  $\gamma = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{მ}^3/(\text{კგ}\cdot\text{მ}^2)$ - უნივერსალური გრავიტაციული მუდმივაა,  $m, M$  - შესაბამისად სხეულის მასებია, ხოლო  $r$  - მათ ცენტრებს შორის მანძილი. ამ ძალის მირ  $dr$  მანძილზე შესრულებული მუშაობა

$$dA = \gamma \frac{mM}{r^2} dr. \quad (30)$$

შესაბამისად ამავე სიდიდით უნდა შემცირდეს გამოსხივებული ფოტონის ენერჯია  $dA = -d(\hbar\omega)$  და ამრიგად, თუ (30) ფორმულაში  $m$ -ის ნაცვლად ჩავსვამთ ფოტონის მასას  $m^* = \frac{\hbar\omega}{c^2}$ , მივიღებთ

$$-d(\hbar\omega) = \gamma \left( \frac{\hbar\omega M}{c^2} \right) \frac{dr}{r^2}. \quad (31)$$

(31)-დან ცვლადების განცალკების შემდეგ მივიღებთ

$$-\frac{d\omega}{\omega} = \gamma \frac{M}{c^2} \frac{dr}{r^2}. \quad (32)$$

მოვახდინოთ (32) დიფერენციალური განტოლების ინტეგრება, რისთვისაც ორივე ცვლადისთვის დავადგინოთ ინტეგრების საზღვრები.

თუ ჩავთვლით, რომ ვარსკვლავის ზედაპირიდან ( $r = R$ ) გამოსხივებული ფოტონის სიხშირე  $\omega_0$ -ის ტოლია, ხოლო უსასრულობაში, სადაც ხდება ფოტონზე დაკვირვება მისი სიხშირე არის  $\omega$ , მაშინ (5.4)-ის ინტეგრირებისას მივიღებთ

$$\int_{\omega_0}^{\omega} \frac{d\omega}{\omega} = -\gamma \frac{M}{c^2} \int_R^{\infty} \frac{dr}{r^2} \Rightarrow \ln \frac{\omega}{\omega_0} = -\gamma \frac{M}{c^2 R} \Rightarrow \frac{\omega}{\omega_0} = \exp\left(-\frac{\gamma M}{Rc^2}\right). \quad (33)$$

თუ (33)-ის ირივე მხარეს გამოვაკლებთ 1-ს გვექნება

$$\frac{\omega - \omega_0}{\omega_0} = \exp\left(-\frac{\gamma M}{Rc^2}\right) - 1. \quad (34)$$

გადავიდეთ (34)-ში სისშირიდან ტალღის სიგრძეზე

$\omega = \left(\frac{2\pi c}{\lambda}\right)$ , რის შემდეგ გვექნება

$$\frac{\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}}{\frac{1}{\lambda_0}} = \frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda} = -\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \exp\left(-\frac{\gamma M}{Rc^2}\right) - 1, \quad (35)$$

სადაც  $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ . (35) ფორმულა იძლევა საშუალებას გამოვთვალოთ ტალღის სიგრძის წანაცვლება

$$\Delta\lambda = \lambda \left[ 1 - \exp\left(-\frac{\gamma M}{Rc^2}\right) \right]. \quad (36)$$

გამოვთვალოთ ექსპონენტის მაჩვენებლის მნიშვნელობა ნეიტრონული ვარსკვლავის მასისა და რადიუსის ტიპური მნიშვნელობისათვის, რომლებიც მოყვანილია ცხრილში. თუ გავითვალისწინებთ, რომ მზის მასა  $M_0 = 2 \cdot 10^{30}$  კგ. [6],

$$\frac{\gamma M}{Rc^2} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{2 \cdot 10^4 \cdot 9 \cdot 10^{16}} = 1,1 \cdot 10^{-1} = 0,11. \quad (37)$$

ამრიგად, ნეიტრონული ვარსკვლავის მახასიათებლების ტიპური მნიშვნელობისათვის ექსპონენტის მაჩვენებელი ერთზე ნაკლებია და ამიტომ შეიძლება გამოვიყენოთ მიახლოებითი ფორმულა

$$e^{-x} \approx 1 - x, \quad (x \ll 1), \quad (38)$$

რომლის შედეგაც (36)-დან გვექნება

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \gamma M / Rc^2 = 0,11. \quad (39)$$

როგორც ვხედავთ, ნეიტრონული ვარსკვლავებიდან გამოსხივებული ფოტონის ტალღის სიგრძე საწყისი სიგრძის 0,1-ით იზრდება, რაც 10% შეადგენს და მნიშვნელოვან ცვლილებად შეიძლება ჩაითვალოს. შედარებისთვის, გამოვთვალოთ იგივე სიდიდე მზისთვის, რომლის რადიუსი  $7 \cdot 10^7$  მ-ია.

$$\Delta\lambda = \lambda \frac{\gamma M}{Rc^2} = \lambda \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{7 \cdot 10^7 \cdot 9 \cdot 10^{16}} = 2 \cdot 10^{-5} \quad (40)$$

და ამ შემთხვევაში ტალღის სიგრძის ცვლილება  $2 \cdot 10^{-3}\%$ -ს შეადგენს, რაც უმნიშვნელოა.

შევაფასოთ (34)-ის საშუალებით შავი ხვრელის მასა რომლის რადიუსი  $R \approx 100$  კმ-ია. ამისათვის გავითვალისწინოთ, რომ მისგან გამოსხივებული ფოტონი დედამიწამდე ვერ აღწევს, ე.ი  $\omega = 0$ . მაშინ (34) გვაძლევს

$$\exp\left(\frac{\gamma M}{R \cdot c^2}\right) = 0 \Rightarrow \frac{\gamma M}{R \cdot c^2} \gg 1,$$

აქედან მივიღებთ:

$$M \gg \frac{R \cdot c^2}{\gamma} = \frac{10^5 \cdot 9 \cdot 10^{16}}{6.67 \cdot 10^{-11}} = 1.4 \cdot 10^{32} = 0.5 \cdot 10^2 M_0. \quad (41)$$

როგორც ვხედავთ, შავი ხვრელის მასა მინიმუმ  $10^4$ -ჯერ მეტი უნდა იყოს მზის მასაზე. რაც შეიძლება შავი ხვრელის სიმკვრივეს

$$\rho \gg 1,7 \cdot 10^{12} \rho_0, \quad (5,14)$$

სადაც  $\rho_0$  მზის სიმკვრივეა.

ამგვარად, შავი ხვრელის სიმკვრივე სიმკვრივე ბევრად აღემატება ატომის ბირთვის სიმკვრივეს.

**დასკვნა.** ნაშრომში, ნეიტრონულ ვარსკვლავებზე და შავ ხვრელებზე არსებულ მონაცემებზე დაყრდნობით ნაჩვენებია, რომ:

1. ნეიტრონული ვარსკვლავის ბრუნვის პერიოდი  $T = (0,1-1)$  წმ, რაც ემთხვევა მისგან გამოსხივებულ რადიოსიგნალებს შორის დროის ინტერვალს.
2. ნეიტრონული ვარსკვლავებიდან გამოსხივებული ფოტონის ტალღის სიგრძე გრავიტაციული ზემოქმედების შედეგად საშუალოდ  $10\%$ -ით იზრდება, ანუ ხდება მნიშვნელოვანი წანაცვლება.
3. მზიდან გამოსხივებული ფოტონის სიგრძე საშუალოდ  $10^{-3}\%$ -ით იზრდება, ანუ ხდება უმნიშვნელო წანაცვლება.
4. შეფასებულია შავი ხვრელის მასა და სიმკვრივე. მიღებული შედეგების თანახმად შავი ხვრელის მასა მინიმუმ  $10^3$ -ჯერ უნდა აღემატებოდეს მზის მასას, ხოლო სიმკვრივე შესაბამისად

სად  $10^{12}$ -ჯერ, რაც სიახლეს წარმოადგენს, ვინაიდან დღეს მიღებული წარმოდგენის თანახმად  $\rho \geq 10M_0$ .

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ვ. ი. მამასახლისოვი, ი. შ. ვაშაკიძე, გ. ა. ჭილაშვილი. *კვანტური მექანიკა*. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 1959.
2. ი. მირცხულავა. *სტატისტიკური ფიზიკა და თერმოდინამიკა*. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 1959.
3. А. С. Давыдов. *Квантовая механика*. Государственное издательство физико-математической литературы, Москва 1963.
4. И. Иродов. *Сборник Задач по квантовой механике*. Издательство «Наука», Москва, 1979.
5. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. *Теория поля*, Издательство «Наука», Москва, 1979.
6. В. Г. Левич. *Курс теоретической физики*, т.I, Госедарственное издательство физико-математической литературы, Москва 1962.
7. А. Н. Попов. *Нейтронные звезды* (реферат). Санкт-Петербургский государственный Политехнический университет. 2004.
8. [http: lenta ru/news/2008/02/22/neutr](http://lenta.ru/news/2008/02/22/neutr).
9. С. Б. Попов, М. Е. Пророхов. *Астрофизика одиночных нейтронных звезд: радиот. нейтронные звезды и мониторы*. ГАИШ МГУ, 2002
10. И. Е. Иродов. *Задачи по квантовой физике*, «Высшая Школа» Москва 1991.

**ROIN BERIA, VLADIMIR KIRTSKHALIA, NATO TOLORAIA**

## **SUPER NOVA STAR AND AFFECT OF THEIR GRAVITATION**

The paper deals with the study of affect of gravitation of one of the newest discoveries – Super Nova Star. With this purpose the paper provides information on the Super Nova Star; discusses conditions of their origin and evaluates physical parameters. Since gravitation affect of this space objects can be determined only through electromagnetic waves emitted by them, one para-



graph of the paper is dedicated to consideration of Plank hypothesis and photon as peculiarities of particle. In the last paragraph gravitational interrelation of photon as a particle with neutron stars and black hole is considered. It is demonstrated that despite inexistence of rest mass of photon, it is still influenced by gravitation field of the Super Nova Star which is expressed in decrease of photon energy emitted from its surface just like decrease of kinetic energy of material body shot from the earth as a result of interrelation with earth gravitation. It is also shown that comparative increase of wave length of photon is as more as less is the radius of the star of given mass, i.e. the more is its density. The paper also reveals that the value of minimal mass of the black hole obtained as of today should be half rate higher. In view of the fact that the paper is assigned for students, many issues are considered in details for which we apologize before competent readers.

ЭДУАРД ЧИКВАИДЗЕ, АЛЕКСАНДР МИМИНОШВИЛИ, ТЕМУР  
ГОГОЛАДЗЕ, ИНГА ХАЧАТРЯН, КАХА ШАМАТАВА

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОИНДУЦИРОВАННЫХ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ В МЕЛАНИНЕ МЕТОДОМ ЭПР

Волосы млекопитающих имеют три основные функции: они участвуют в теплообмене между телом и окружающей средой, защищают тело от вредного воздействия ультрафиолетового излучения, а также от грязи и пыли.

Пигменты, входящие в составе волос, это меланины отдающие волосам различный цвет и оттенок. Меланины являются пигментами защищающие тело от ультрафиолетового (УФ) излучения, поглощая его. Они представляют собой полимеры содержащие семихиноно подобные свободные радикалы. Следовательно волосы, содержащие меланины дают спектр поглощения электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и представляют собой синглет с  $g = 2.003$  и  $\Delta H = 0.5$  мТл. (рис.1). Однако, при облучении волос видимым светом с  $\lambda = 450$  нм. кроме этого сигнала возникают светочувствительные свободные радикалы, которые рекомбинируют в темноте. [1,2,3].

### Методы и материалы:

Очищенные от жира волосы облучали синим светом двух люминесцентных ламп “Osram” с суммарной мощностью 36 вт. Источник света помещали на расстоянии 50 см от образца, что исключает нагрев образца. Температуру контролировали ртутным термометром с точностью  $0,1^{\circ}$  С. Спектры ЭПР регистрировали с помощью радиоспектрометра ЭПР-V с высокочастотной модуляцией магнитного поля. Мощность 5 мвт.

### Результаты и обсуждение:

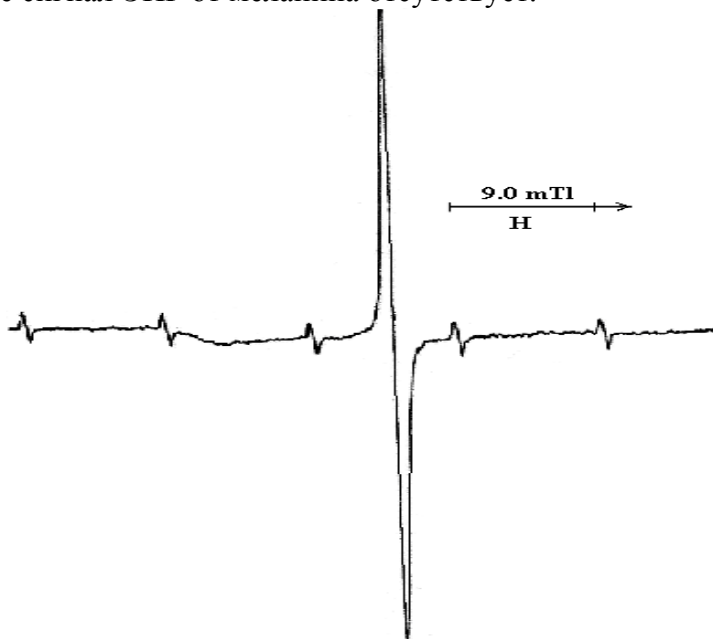
Кинетика накопления фотоиндуцированных свободных радикалов представлена на Рис. 2.

При отключении света интенсивность сигнала ЭПР от фотоиндуцированных свободных радикалов уменьшается.

Интенсивность ЭПР сигнала от меланина с  $g = 2.003$  и  $\Delta H = 0.5$  мТл зависит от влажности воздуха. При низкотемпературном высушивании

образца интенсивность сигнала  $\sim 1,5$  раза возрастает, т.к. из-за удаления воды, чувствительность спектрометра возрастает.

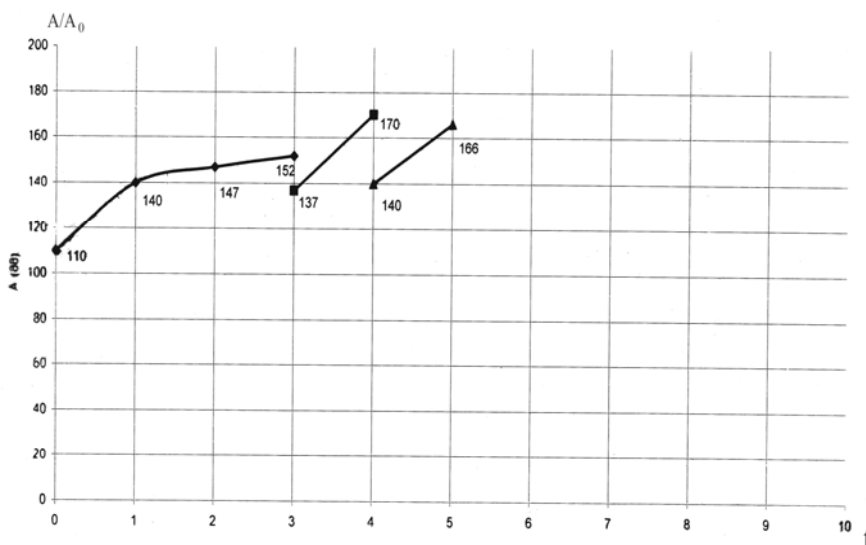
Волосы кроме меланина содержат их основной белок кератин, богатый серусодержащими аминокислотными остатками. Кроме сигнала от свободного радикала меланина, в волосах наблюдается также широкий асимметричный сигнал от кератина. Этот сигнал также наблюдается в седых волосах, где сигнал ЭПР от меланина отсутствует.



**Рис. 1.** Сигнал ЭПР стабильного свободного радикала меланина в волосах с  $g = 2.003$  и  $\Delta H = 0.5$  мТл. Шесть компонентов от сверхтонкой структуры иона  $Mn^{2+}$  принадлежит эталону.

Известно, что серусодержащие аминокислоты являются хорошими радиопротекторами. Они взаимодействуют со свободными электронами и радикалами, которые возникают под действием ионизирующего излучения перехватывая их и защищая организм от их вредного воздействия. Т.о. можно предположить, что индуцированные светом свободные радикалы захватываются серусодержащими аминокислотными остатками кератина, тем самым защищая организм от свободных радикалов.

Известно, что с увеличением относительной влажности воздуха длина волос увеличивается. Предполагается, что это связано с изменением электростатического взаимодействия между гидрофильными аминокислотными остатками в  $\alpha$  – спиральных участках белка кератина, вызванного молекулами воды.



**Рис.2.** Зависимость интенсивности ЭПР сигнала фотоиндуцированного свободного радикала меланина от времени облучения. В темноте интенсивность спектра уменьшается. На ординате - интенсивность сигнала ЭПР в относительных единицах, на абсциссе – время облучения.

Высказано предположение, что по изменению интенсивности сигнала ЭПР от фотоиндуцированного свободного радикала, можно установить антиоксидантную активность различных антиоксидантов.

## Литература

1. **R. Arnaud, G. Perbet, A. De Flandre, G. Lang.** “*ESR Study of hair and melanin- keratin mixtures –the effects of temperature and light*”. Intern. J. Cosmetic Science. V. 6. Js 2. pp. 71-83 (2007).
2. **J. I. Dunlop, C. H. Nicols.** “*Electron spin resonance studies of ultraviolet irradiated keratin and related proteins*”. Photochem. Photobiol. V.4, Js 5, pp. 881-890(2008)
3. **T Herrling, K. Iung, I. Fuchs.** “*The role of melanin as protector against free radicals in skin and its role as free radical indicator in hair*”. Spectrochim. Acta Pat A.v.69,Js.5,pp.1429-435(2008)

**EDUARD CHIKVAIDZE, ALEXANDER MIMINOSHVILI,  
TEMUR GOGOLADZE, INGA KHACHATRIAN,  
KAKHA SHAMATAVA**

**INVESTIGATION OF FOTOINDUCTION FREE RADIKALS  
IN MELANIN BY ELECTRON SPIN REZONANCE**

The free radicals(fr) photoinduced by visible light in the melanin was studied by method of Electron Spin Resonance (ESR). The ESR spectrum of stable (fr)of melanin represents a singlet with  $g = 2.003$  and  $\Delta H = 0.5$  mTl. Beside this signal the wide asimetric signal characteristic for amino acid residues of cystine is observed. The irradiation by blue light of defatted signal, which grows with increasing time,of exposure. However, in darkness intensity of the signal decreases. It was suggested that the photoinduced signal can be used for measurement the antioxidant activity of various antioxidants.

**Key words – melanin, haire, ESR, free radicals.**

## ВАРАДЕБУЛ ЦУРЦУМИЯ

### ИСПАРЕНИЕ МАТЕРИАЛА ЗУБА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В большинстве случаев начало разрушения непрозрачного материала связано с испарением вещества, хотя возможны и другие механизмы термического разрушения: растрескивание хрупких материалов под влиянием термических напряжений при нагревании, воспламенение и горение, термическое разложение и т.д.

Интенсивный нагрев эмали зуба разрушает молекулярные связи и приводит к испарению воды и легко испаряющихся компонентов, а это создаёт высокое внутреннее давление и приводит к образованию микротрещин и выбросу частиц материала. Поверхность эмали, как уже отмечалось в литературе, при нагревании оплавляется не обугливаясь. Испарение происходит при достижении величины  $T_v$ . Пренебрегая теплоотводом от зоны нагрева ( $r_0 \gg \sqrt{at}$ ), можно рассматривать процесс разрушения эмали в рамках одномерной модели испарения вещества под действием мощного лазерного излучения. Это пренебрежение полностью оправдано для материалов, обладающих незначительными коэффициентами теплопроводности, каковыми являются дентин и эмаль зуба.

С момента времени  $t_v$  – время достижения на поверхности материала температуры  $T_v$  – начинается перераспределение поглощенной и перешедшей в тепло энергии излучения между рассеиваемой в материале и энергией, идущей на испарение. Для этого случая баланс энергии записывается в виде:

$$q = -u[\rho(T_v - T_0) + L], \quad (1.1)$$

где  $L$  – скрытая теплота испарения,  $T_v$  – температура поверхности,  $u$  – скорость испарения вещества ( $u < 0$ ).

В общем случае количество вынесенного лазерным импульсом вещества при постоянной длительности импульса увеличивается с ростом энергии импульса и, следовательно,  $q$ . При этом характерно то, что для вещества с низкой температурой испарения опыт дает большее количество испаренного вещества при одинаковых параметрах излучения. При малых плотностях мощности излучения количество испаренного вещества в большей степени зависит от теплопроводности материала, чем от скрытой теплоты испарения. В режиме малых мощностей, когда испарение очень мало, более высокое значение коэффициента теплопроводности приводит

к большому отводу тепла внутрь материала и, следовательно, меньшее количество тепла идет на испарение. По мере увеличения плотности мощности излучения тепло выделяется настолько быстро, что уже не успевает отводиться за счёт теплопроводности. Доминирующим фактором становится скрытая теплота испарения. Величина плотности потока  $F$  крит., при которой происходит переход из области, где теплопроводностью можно пренебречь, приблизительно определяется соотношением:

$$F_{\text{крит}} \geq 2L\rho\alpha^{1/2}\tau_n^{-1/2}, \quad (1.2)$$

где  $L$  – удельная теплота испарения вещества,  $\rho$  – плотность вещества,  $\alpha$  – коэффициент температуропроводности,  $\tau_n$  – длительность лазерного импульса

Оценка по формуле (1.2) для материала зуба ( $\alpha=2,5 \cdot 10^{-3} \text{СМ}^2/\text{С}$ ,  $\rho=2,5 \text{ г/СМ}^3$ ;  $\tau_n \approx 10^{-3} \text{с}$ ,  $L \approx 10^4 \text{ Дж/г}$ ) дает значение критической плотности потока  $F_{\text{крит}} \approx 8 \cdot 10^4 \text{ Вт/СМ}^2$  что, вообще говоря, справедливо для поверхностного характера поглощения лазерного излучения.

Дальнейшее увеличение интенсивности лазерного излучения сопровождается существенным увеличением энергии газодинамического движения вещества, при этом оно начинает составлять заметную долю от всей энергии. Тепловая волна, распространяющаяся вглубь материала зуба двигателя со скоростью  $V \approx \sqrt{a/t}$  при некоторой интенсивности лазерного излучения волна испарения догонит тепловую волну за время существенно меньшее, чем полная длительность импульса лазерного излучения  $\tau_n$ . В этот момент задача становится чисто газодинамической:  $|u| \approx q/(pL) > V_T$ ,  $t \approx a(pL/q)^2$  Например, при интенсивности излучения  $\text{СО}_2$ -лазера  $q \approx 1 \text{ МВ}_{\text{Т/СМ}^2}$ , работающего в режиме гигантского импульса волна испарения догонит тепловую волну за время  $t \approx 1,5 \text{ мкс}$ . Фактически, такая оценка справедлива (также как формула 1.2) в условиях поверхностного поглощения лазерного излучения, строго, когда  $a\sqrt{at} \gg 1$ . В случае неодимового лазера ( $\lambda = 1,06 \text{ МКМ}$ ) поглощение излучения носит существенно объёмный характер, поэтому время испарения, слоя вещества глубиной  $\ell \approx 1/a$  составляет время  $t \leq pL(qa)$ . Для  $q = 1 \text{ МВ}_{\text{Т/СМ}^2}$ ,  $t \approx 0,25 \text{ МС}$  что существенно больше времени поверхностного испарения. Таким образом можно сделать вывод о том, что чисто газодинамическим процесс испарения материала зуба становится при интенсивностях лазерного излучения заметно превышающих интенсивность  $\approx 1 \text{ МВм/СМ}^2$ .

В условиях плоской одномерной задачи испарения твердого вещества, когда лазерное излучение не поглощается парами, справедливы сле-

дующие соотношения, выражающие законы сохранения массы, импульса и энергии по обе стороны поглощающего слоя:

$$\begin{aligned} \rho u &= \rho_n (u - v_n), \\ P &= P_n - \rho u v_n, \\ q &= -\rho_n (\varepsilon_n + V_n^2 / 2) + P_n V_n, \\ \varepsilon_n &= \frac{1}{\chi} \frac{P_n}{\rho_n} = L, u < 0, \end{aligned} \quad (1.3)$$

где  $\rho_n, P_n, V_n$  – плотность, давление и скорость разлетающихся паров, а  $\chi$  – постоянная адиабаты пара. Из третьего уравнения (1.3) следует, что энергия лазерного излучения кроме процесса испарения расходуется на кинетическую  $V_n^2 / 2$ , внутреннюю  $\frac{1}{\chi - 1} \frac{P_n}{\rho_n}$  и работу сил давления  $- P_n V_n / (\rho u)$ .

Вследствие разлета паров материала зуба внутрь объема распространяется слабая ударная волна за счёт импульса отдачи  $\rho u v_n$  с давлением за фронтом волны  $\rho$ .

В соответствии с условием Чепмена-Жуге в поглощающем слое выполняется соотношение:  $C_n = V_n - u$ . Поскольку  $\|u\| \ll V_n C_n \approx V_n$  отсюда систему уравнений (1.3) можно упростить следующим образом:

$$\begin{aligned} \rho u &= -\rho_n c_n, \\ P &= P_n (1 + \chi) = \frac{\chi + 1}{\chi} \rho_n c_n^2, \\ \rho_n c_n^2 &= \frac{q}{\sqrt{L}} \frac{C_n / \sqrt{L}}{2(\chi - 1) (C_n / \sqrt{L})^2 + 1}, \end{aligned}$$

где  $C_n$  – скорость звука в паре материала зуба.

Теоретические и экспериментальные оценки показывают, что скорость звука  $C_n$  является слабой логарифмической функцией интенсивности лазерного излучения. Предположим, что температура паров незначительно превышает температуру испарения  $\varepsilon$  материала зуба:  $T_v \approx T_n \approx 2,4 \cdot 10^3$  К, тогда для скорости звука в парах мишени  $C_n^2 = \chi R_0 T_v / \mu = 1,18 \cdot 10^5$  см/с при условии, что молекулярный вес пара определяется как средневесовой газ составляющих материала зуба атомов:

$$\mu = \frac{3}{13} \mu_{ca} + \frac{2}{13} \mu_p + \frac{8}{13} \mu_0 = 23.80$$

Таким образом для различных интенсивностей лазерного излучения, поглощенного поверхностью эмали зуба, воспользовавшись соотношениями (1.4.) можно оценить плотность пара  $\rho_n$ , давление пара  $\rho_n$  и за



фронтом ударной волны в материале зуба  $\rho$ , а также скорость испарения эмали зуба: все эти величины сводами в таблицу 1.1.

Таблица 1.1.

$q_0$ (1-R), МВт/см <sup>2</sup>	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0
$\rho_n$ (атм)	1,4	2,8	5,5	11,1	22,2	44,4
$\rho_n$ (г/см <sup>3</sup> )	$0,16 \cdot 10^{-3}$	$0,33 \cdot 10^{-3}$	$0,66 \cdot 10^{-3}$	$1,32 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$
$\rho$ , (атм)	3,7	7,5	14,7	29,6	59,2	118,4
$u$ , (см/с)	7	13	26	53	106	211

## Литература

1. **М. Т. Александров, С. В. Иванов, В. В. Черный, В. Л. Цурцумия.** *Лазерная установка для обработки твердых тканей зуба и коагуляции.* Тез. Докл. Республ. Конф. <<Применение лазеров и магнитов в медицине биологии>>. РГУ Ростов-дон. 1983. с. 136.
2. **Н. Т. Александров, С. В. Иванов, В. В. Черный, В. Л. Цурцумия.** *Защитная насадка для волоконного световода.* Там же, с. 137.
3. **Н. Т. Александров, С. В. Иванов, В. В. Черный, В. Л. Цурцумия.** *Электромеханическая система автоматического сканирования лазерного излучения.* Там же, с. 138.
4. **Н. Т. Александров, С. В. Иванов, В. В. Черный, В. Л. Цурцумия.** *Разработка волоконно-оптических устройств для лазерной медицинской техники.* Техника средств связи. Серия общетехническая, ЦООНТИ ЭКОС. М., 1984. вып. 3, с. 110-113.
5. **В. Л. Цурцумия, А. Ш. Гицба, М. И. Табагуа.** *Взаимодействие лазерного излучения с твердыми тканями.* Без. Докл. 5-ой науч. Суссия проф. преп. сост. Сух. Гос. АГУ. Сухуми, 1984. с. 50.
6. **В. Л. Цурцумия.** *Измерение импульса отдачи тканей зуба при лазерном облучения.* Сообщения АН ГССР. 1987, т. 128. №2, с. 305-307.

7. **В. Л. Цурцумия, М. И. Табагуа.** *Напряжениях в твердой ткани при воздействии лазерного излучения.* Сообщения АН ГССР Тбилиси, 1989. т. 135. №1, с. 101-103.
8. **В. Л. Цурцумия, М. И. Табагуа.** *Методологические аспекты излучения.* Труды Сух. Госуниверситета. 1988, т. 1., с. 19-23.

## **VARADEBUL TSURTSUMIA**

### **VAPORIZATION OF TOOTH MATERIAL UNDER THE ACTION OF LASER RADIATION**

In many case starting destruction of an opaque material caused by evaporation of agent though other mechanism of thermal destruction: dehiscence fragile materials under influence thermal stress while heating, inflammation and burning, thermal decomposition and so on.

Intensive heating of a tooth enamel destructs molecular connections leading to evaporate water and easy evaporated agents that making a high inter pressure to form a micro crack and discharge material particles. As said in the literature a surface of enamel is fusing without carbonizing on heating.

A number of evaporated agents on little densities of radiating power depends more on thermal conduction of material than on latent heating of evaporation.

In the regime of low powers when evaporation is very little, higher coefficient of thermal conduction leads to high tap heating into material therefore less heating spends on evaporation.

**სოხ უმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ურომბი**

**ტ. VI, 2008**

*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*

## იზოლდა გაზისონია

### გეომაგნიტური ველის პულსაციების ბიომედიცინოლოგიური დაკავშირებით

ცოცხალ ორგანიზმებზე მოქმედ ბუნებრივი ფაქტორებს შორის, მზის რადიაციულ გამოსხივებასთან ერთად, უმნიშვნელოვანესია დედამიწის მაგნიტური ველი, რომელსაც გეომაგნიტურ ველს უწოდებენ. იმ დროს, როდესაც რადიაციის ზემოქმედების ბიოლოგიური ეფექტები ცოცხალი უჯრედის დონეზე ზოგადად საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი, ბუნებრივი თუ ხელოვნური ხელოვნური ელექტრომაგნიტური ველების მოქმედების მექანიზმი ჯერ კიდევ ბუნდოვანია და მრავალ საიდუმლოს შეიცავს. მაგალითად, დღემდე არ არსებობს ცალსახა პასუხი კითხვაზე: მოქმედებს თუ არა უარყოფითად გეომაგნიტური ველის ძლიერი შემფოთებები, ანუ მაგნიტური ქარიშხლები, ადამიანის ჯანმრთელობაზე?

ჩვენს პლანეტაზე და მის შიგნით მიმდინარე ყველა ფიზიკური და ქიმიური პროცესის მთავარი მიზეზია ბირთვული დაშლა. ასეთი მოვლენა მიმდინარეობს როგორც ყველა აქტიურ ვარსკვლავში, ასევე პლანეტების შიგნით. თუმცა, რადიაციული გამოსხივება დედამიწის თხევადი ბირთვიდან მის ზედაპირამდე ვერ აღწევს, რის გამოც მისი ენერგია იხარჯება, მაგალითად, გეოტექტონიკური პროცესებზე. კოსმიური რადიაციული გამოსხივების მთავარი წყაროა მზე, რომელის სპექტრის მთავარი მახასიათებლებია სითბური ნაკადი, რადიოაქტიური გამოსხივება და აქტივობა. თითოეული ეს პარამეტრი გარკვეულ სტაბილურობას ინარჩუნებს, თანაც დედამიწისათვის მათი სიდიდე აშკარად კომფორტული აღმოჩნდა ორგანული მატერიის განვითარებისათვის. აქ მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოებაც, რომ სიცოცხლის უმაღლესი ფორმის, კაცობრიობის, ევოლუცია მოხდა ხელსაყრელი ბუნებრივი ელექტრული, მაგნიტური და გრავიტაციული ველების მქონე გარემოში. მზის მოქმედების პირველი ორი პარამეტრი, სითბური ნაკადი და რადიაციული გამოსხივების სპექტრალური მახასიათებლები თანამედროვე მეცნიერებას კარგად აქვს შესწავლილი. ამ სპექტრში მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღების გარდა, რომელთა დიაპაზონი ხილული სინათლის სიხშირულ დიაპაზონზე უფრო ფართოა, არსებობს აგრეთვე გაცილებით უფრო დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღებიც. ასევე, არსებობს მზის აქტივობის სხვადასხვა დაბალპერიოდული რეგულარული ვარიაციები და სპონტანური შემფო-

თებები, რომელებიც ვლინდება გეომაგნიტური ველის მრავალ-ფეროვან პერიოდულ ცვლილებებში და გეომაგნიტურ ქარიშხლებში.

მეცნიერების მიერ უკვე დადგენილი ზოგიერთი ფაქტი, მაგალითად, ცოცხალი ორგანიზმების დაბერების პროცესის დაჩქარება ხისტი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების გადიდებული დოზების პირობებში, ან ორგანიზმების ზრდის სტიმულაცია სუსტი რადიაციული ზემოქმედებისას, სრულიად ბუნებრივად მოსჩანს. მართლაც, ცოცხალი უჯრედის გენომი, რომელსაც უკავშირებენ ე.წ. ბიოლოგიურ საათს ან ძირითად სასიცოცხლო რითმებს, ჩამოყალიბდა უწყვეტი რადიაციული და ელექტრომაგნიტური ზემოქმედების პირობებში. ამასთან, ისიც კარგად არის ცნობილი, რომ ბიოსფერულ რადიაციულ ფონს დედამიწაზე ახასიათებს რითმიული ცვლილებანი ბუნებრივი ელექტრული და მაგნიტური ველების ზეგავლენით, რაც ვლინდება სხვადასხვა მოდულაციურ ეფექტებში. ამიტომ, ბუნებრივი ელექტრომაგნიტური ველების გამორიცხვა უმნიშვნელოვანესი ევოლუციური ფაქტორების რიგიდან სრულიად დაუშვებელია. ასევე, ბიოლოგიურ ობიექტებზე მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენენ სხვა გეოფიზიკური ფაქტორებიც: გარემოს ტემპერატურა, დედამიწისა და ატმოსფეროს ქიმიური შემადგენლობა, ატმოსფერული წნევა და ტენიანობა. ამ ფაქტორების გავლენა, რომელებიც ცხადათ თუ არაცხადად უკავშირდებიან მზეზე მიმდინარე ფიზიკურ პროცესებს, ბიოსფეროზე და ადამიანის სიცოცხლისუნარიანობაზე საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი.

მზის აქტივობის ცვლილების ერთერთი ყველაზე უფრო მგრძნობიარე ინდიკატორია დედამიწის მაგნიტოსფერო, გიგანტური მაგნიტური კავერნა, რომელსაც მეტად რთული სტრუქტურული აგებულება აქვს. მაგნიტოსფეროს ფორმის ცვლილება და მასში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების ინტენსიფიკაცია დაკავშირებულია მზიდან მომდინარე მეტად გაიშვიათებული პლაზმური ნაკადის, მზის ქარის, პარეამეტრების ცვლილებასთან, რაც, თავის მხრივ, იწვევს დედამიწაზე რადიაციული ფონის ცვლილებას. მაგნიტოსფეროს მდგომარეობის ცვლილება უკავშირდება გეომაგნიტური ველის სხვადასხვა ტიპის შემფოთებებს. დედამიწის მაგნიტურ ველს ახასიათებს რეგულარული და არარეგულარი ცვლილებები, ე.წ. შემფოთებები, რომელთა ხასიათთან, სავარაუდოდ, დაკავშირებულია მათი სასიცოცხლო პროცესებზე გავლენის უნარი.

ამრიგად, ნებისმიერი ცოცხალი ორგანიზმის მდგომარეობა განპირობებულია როგორც მზის აქტივობითა და სხვა კოსმიური

ფაქტორებით, აგრეთვე დედამიწის მაგნიტური გარსის, მაგნიტოსფეროს მდგომარეობითა და მის შიგნით მიმდინარე ფიზიკური პროცესების ხასიათით. მათი სპეციფიკის საფუძველია ის ფაქტი, რომ დედამიწის მაგნიტური ველის დიპოლური სტრუქტურა კოსმოსურ სივრცეში ტრანსფორმირებული აღმოჩნდა მზის ქარის მზის ზედაპირიდან მომავალი მეტად გაიშვიათებული პლაზმური ნაკადის, არსებობის გამო. საპლანეტათაშორისო სივრცე, რომ ამ ნაკადით არ იყოს შევსებული, დედამიწის მაგნიტური ველის სტრუქტურა ყველგნ დიპოლური იქნებოდა. მაგნიტოსფეროს ხოჭოს მსგავსი ფორმა გააჩნია, რომლის თავი მზისკენ არის მიმართული, ხოლო კუდი, ანუ ღამის მხარე- მზის საწინააღმდეგოდ. დიპოლური სტრუქტურა დამახასიათებელია მხოლოდ მაგნიტოსფეროს შიდა არისათვის, ე.წ. პლაზმოსფეროსათვის, რომლის ზომები, შეზღუდულია, თუმცა დედამიწასთან შედარებით გიგანტურია. მაგნიტოსფეროს დღის მხარის ხაზოვანი მასშტაბია დაახლოებით დედამიწის თხუთმეტი რადიუსის ტოლია, ხოლო ღამის მხარისა – დაახლოებით ორასის. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რომ მაგნიტოსფეროს რთული სტრუქტურული აგებულება აქვს და შესდგება რამოდენიმე შრისაგან. დედამიწისათვის ყველაზე უახლოესი შრეა ყველასათვის კარგად ცნობილი ატმოსფერო, შემდეგ მოდის იონოსფერო, ანუ დედამიწის ელექტრონული გარსი, მის ზემოთ მაგნიტოსფეროს საზღვრამდე სივრცეს ეწოდება პლაზმოსფერო, ანუ მაგნიტოსფეროს პლაზმური რეზერვუარი. ამ ძირითადი შრეების გარდა, მაგნიტოსფეროს შინაგანი სტრუქტურა მოიცავს ე.წ. რადიაციულ სარტყელებს, სხვადასხვა სასაზღვრო ფენებსა და ე.წ. ნეიტრალურ ფენებს [1].

დედამიწის მაგნიტური ველის ძლიერი შემფოთებები, გეომაგნიტური ქარიშხლები, არ არიან დაკავშირებულნი არც მზის სითბურ გამოსხივებასთან და არც რადიაციასთან, ანუ მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტურ ტალღებთან. მაგნიტური ქარიშხალი ჩვეულებრივ იწყება მზეზე აალებიდან ერთი-ორი დღის შემდეგ, როცა მისგან წამოსული პლაზმური ნაკადის შემფოთების შედეგად წარმოქმნილი დარტყმითი ტალღის ფრონტი მაგნიტოსფეროს საზღვარს მოაღწევს. ამიტომ, დაგვიანების დრო დამოკიდებულია მზის ქარის სიჩქარეზე, რომლის მნიშვნელობაც იცვლება ფართო ინტერვალში 300-1500 კმ/წმ. მაგნიტური ქარიშხლები, პულსაციებისა და ვარიაციების მსგავსად, მზის აქტივობის ვუბრუნდებით რა ჩვენს ორგანიზმში გეომაგნიტური პულსაციებისა და გულის საკუთარი სიხშირეების თანხვედრის შესაძლებლობას გავიხსენოთ მექანიკიდან ბევრისათვის კარგად ცნობილი რეზონანსის მოვლენა, რომელიც ერთი შეხედვით მეტად მყარი

კონსტრუქციების დანგრევას იწვევს. ანალოგიური რამ შეიძლება მოხდეს ცოცხალ ორგანიზმშიც გეომაგნიტური პულსაციების ზეგავლენით. თუ ადამიანი ჯანმრთელია, მისი გული ადვილად იტანს გაზრდილ დატვირთვას, რასაც იწვევს მაგნიტოსფეროსა და გულის საკუთარ რხევათა სისშირეების თანხვედრა. თუ გული დაავადებულია, მაშინ შესაძლებელია კრიზისული მოვლენების განვითარება, რაც ხშირად შეიძლება სავალალო შედეგითაც დამთავრდეს, მით უმეტეს, რომ ბოლო ორი, ყველაზე გრძელპერიოდული საკუთარი რხევები თურმე მხოლოდ დაავადებული, ე.წ. გადაგვარებული ელექტროკარდიოგრამებზე აღინიშნება, მაგრამ უარყოფით ეფექტებთან ერთად, გეომეტრიულ პულსაციებს აუცილებლად დადებითი ზემოქმედებაც უნდა ჰქონდეთ ცოცხალ ორგანიზმებზე, რაც ცნობილი რუსი მეცნიერის, გამოვლინების ერთ-ერთი ფორმაა, ამიტომაც უპრიანია მოკლედ განვიხილოთ ამ მოვლენების ფიზიკური არსი. ითვლება, რომ დედამიწის მაგნიტური ველი წარმოადგენს ცვლადი და მუდმივი მდგენელების ჯამს, რომელთაგანაც პირველი განისაზღვრება კოსმიური ფაქტორებით, ხოლო მეორე, შედარებით მყარი და დროში ნაკლებად ცვლადი ფაქტორით, დედამიწის შიდა სტრუქტურით. სწორედ პირველი მდგენელის ცვლილებებს ასახავენ გლობალური გეომაგნიტური ქარიშხლები და მათთან შედარებით უფრო ნაკლები ინტენსივობის მქონე დედამიწის მაგნიტური ველის მოკლევადიანი შემოფოთებები, რომლებიც ცნობილი არიან, როგორც გეომაგნიტური ვარიაციები და რეგულარული და ირეგულარული პულსაციები. სამედიცინო საზოგადოებაში რატომღაც უდავოდ ითვლება, რომ დედამიწის მაგნიტური ველის ცვლილებების ასეთ მრავალრიცხოვან სახეობათა შორის მხოლოდ და მხოლოდ გლობალური მაგნიტური ქარიშხლები მოქმედებენ ადამიანებზე. მაგრამ, უნდა ავლნიშნოთ, რომ თანამედროვე ეტაპზე გეომაგნიტური ველის ბიოლოგიური ეფექტებით დაინტერესებული ფიზიკოსებისათვის ეს პრობლემა სულაც არ არის ისე ცხადი, როგორც ზოგიერთი მედიკოსისათვის [2].

გლობალური გეომაგნიტური ქარიშხლები ხასიათდებიან განვითარების რამოდენიმე ფაზით. საწყისი ფაზა განსაკუთრებით კარგადაა გამოხატული ე.წ. უეცარ საწყისიანი ქარიშხლებისათვის. ჩვეულებრივ საწყისი ფაზა გრძელდება 1-3 საათს. ქარიშხლის ძირითადი, ე.წ. მთავარი ფაზა მოიცავს 3-12 საათს და ხასიათდება მაგნიტური ველის დეპრესიით, რომლის ამპლიტუდაც საშუალო და დაბალ განედებზე გაცილებით უფრო მცირეა, ვიდრე პოლარულ არეებში. მაგნიტური ქარიშხლის შესამე, აღდგენით

ფაზაში გეომაგნიტური ველის სიდიდე მდოვრედ უბრუნდება მახასიათებელ ფონურ მნიშვნელობებს.

დედამიწის მაგნიტური ველის მოკლექპერიოდთან ფლუქტუაციებს სიხშირეთა დიაპაზონში ერთი მეათასედიდან ათ ჰერცამდე გეომაგნიტური ვარიაციები და პულსაციები ეწოდებათ. საკითხი, თუ რა ზემოქმედებას ახდენს მაგნიტური ველი ადამიანზე არ შეიძლება მხოლოდ მაგნიტური ქარიშხლების კუთხით განვიხილოთ, რადგანაც ზოგიერთი ფიზიკოსისა და ბიოფიზიკოსის აზრით, არანაკლებ ეფექტური შეიძლება იყვნენ თავისი მოქმედებით გეომაგნიტური პულსაციები. ასეთ მოსაზრებას რამოდენიმე ფაქტი ადასტურებს, კერძოდ ელექტროკარდიოგრამების სპექტრალური ანალიზის შედეგები. მექანიკური თვალსაზრისით გეომაგნიტური პულსაციებისა და გულის საკუთარი სიხშირეების თანხვედრის შედეგი ანალოგიურია კარგად ცნობილი რეზონანსის მოვლენის, რომელიც მყარი კონსტრუქციების დანგრევას იწვევს. თუ ადამიანი ჯანმრთელია, მისი გული ადვილად იტანს რეზონანსის გამო გაზრდილ დატვირთვას. თუ გული დაავადებულია, მაშინ შესაძლებელია კრიზისული მოვლენების განვითარება, რაც ხშირად შეიძლება ლეტალური შედეგითაც დამთავრდეს. ამიტომ, გაჩნდა თანამედროვე ჰიპოთეზა, რომ სწორედ გეომაგნიტური ველის ვარიაციებთან შედარებით უფრო მაღალი სახშირის მქონე მოკლექპერიოდის გეომაგნიტური პულსაციები, და არა გეომაგნიტური ველის გრადიენტები ქარიშხლის სხვადასხვა ფაზაში, წარმოადგენენ გულ-სისხლძარღვთა პათოლოგიის მქონე ადამიანების ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუარესების მიზეზს. ამ ჰიპოთეზამ საკმაოდ საიმედო რაოდენობრივი დადასტურება მიიღო ნაშრომში [3], რომელშიც დაშვებულია პარამეტრული რეზონანსის შესაძლებლობა ადამიანის გულისცემის რითმისა და ყველაზე უფრო მოკლექპერიოდის გეომაგნიტური პულსაციის სიხშირეთა დამთხვევის გამო. ის, რომ მხოლოდ გეომაგნიტური ველის ცვლილებები თავისთავად შეიძლება არ იყოს ჯანმრთელობის გაუარესების მიზეზი, გარკვეულწილად დასტურდება კურორტ ურეკის ფენომენით, სადაც სწორედ ცნობილ სამკურნალო ზონაში არსებობს ძლიერი გეომაგნიტური ანომალია, რომლის მახასიათებელი გრადიენტები მნიშვნელოვნად აღემატებიან უძლიერესი მაგნიტური ქარიშხლების დროს დაფიქსირებულ გრადიენტებს [4].

მზის რენტგენული გამოსხივების ინტენსივობა იზრდება აალების მომენტალურად, ანუ გეომაგნიტურ ქარიშხლამდე 2-3 დღით ადრე, რადგანაც რენტგენის სხივები ვრცელდებიან სინათლის სხივის სიჩქარით. ხშირად პოპულარულ გამოცემებში ავად-

მყოფ ადამიანებზე გეომანტური ქარიშხლების ზემოქმედებას აიგივებენ მზის რენტგენული გამოსხივების ეფექტთან, რაც მდგომარეობს რენტგენული სხივების ინტენსივობის მკვეთრ ზრდაში მზეზე აქტიური არის წარმოქმნის გამო. ამიტომ მზეზე აალების მოხდენის შემდეგ რენტგენის სხივები დაახლოებით რვა წუთში აღწევენ დედამიწას. საზღვარგარეთ ჩატარებული გამოკვლევების გარდა, არსებობს აგრეთვე საქართველოში მიღებული მონაცემები, რომლებიც საკმაოდ საიმედოდ მოწმობენ, რომ მაგნიტური ქარიშხლების წინ, მზეზე აალების მომენტის თანადროულად, კარდიოლოგიური პათოლოგიების მქონე ავადმყოფების მდგომარეობის გაუარესებას [5].

უარყოფით ზემოქმედებასთან ერთად, ზოგიერთ გეომანტურ პულსაციას შეიძლება დადებითი ეფექტებიც ჰქონდეს. კერძოდ, მათემატიკოს მ. სავინის მიაჩნია, რომ საშუალო პერიოდისანი გეომანტური პულსაციები ორგანიზმში ხელს უწყობენ გონებრივი პოტენციალის ზრდას, რაც განსაკუთრებით აღინიშნება ბუნებრივი ნიჭით დაჯილდოებულ ადამიანებში. ეს ჰიპოთეზა გულისხმობს, რომ ნიჭიერი ადამიანი განსაკუთრებით მგრძობიარეა 15-25 წამის პერიოდის მქონე გეომანტური პულსაციების მიმართ, რაც ქვეცნობიერად ხდება ისეთი რეზონანსული ეფექტის გამო, რომელიც ადამიანს შემოქმედებით სტიმულს აძლევს. მაგრამ, ისმის კითხვა: როგორ უნდა მოხდეს ამ პულსაციების ასახვა ადამიანში, ხოლო შემდეგ მათი შედეგის პოვნა ხელოვანის ან მეცნიერის შემოქმედებაში? ცხადია, რომ ასეთი ამოცანა დაკავშირებულია როგორც ბიოლოგიურ, ასევე მეთოდოლოგიურ ხასიათის პრობლემებთან, რამდენადაც, ჯერ-ჯერობით, არ არსებობს ისეთი თეორია, რომელიც ცალსახად ახსნის ორგანიზმის რეაქციის მექანიზმებს გარე გამაღიზიანებელზე, მათ შორის ბუნებრივ მაგნიტურ ველზე. სავარაუდოა, რომ, თუ გეომანტური პულსაციები მოქმედებენ ადამიანებზე, მათი შედეგი სხვადასხვანაირად აისახოს, მაგალითად: მწერლის, მომდერალის, ქიმიკოსის, მხატვარისა თუ მუსიკოსის შემოქმედებაში. სავინის აზრით განსაკუთრებით საინტერესოა მუსიკის, კერძოდ კლასიკური მუსიკის ანალიზი. ცნობილია, რომ უხსოვარი დროიდან მრავალი ქვეყნის მკურნალები იყენებდნენ მუსიკას, როგორც ეფექტურ სამკურნალო საშუალებას. შემჩნეულია, რომ მუსიკა დადებით გავლენას ახდენს არა მარტო ადამიანებზე, არამედ ცხოველებზეც, რაც, მოსალოდნელია, რომ გარკვეული მატერიალური გადამწოდის საშუალებით ხდება. რათა აეხსნა ეს ფენომენი, სავინმა მიმართა კომპოზიტორების შემოქმედებას, რადგანაც მუსიკალური ნაწარმოების სტრუქტურული ანალიზი საკმაოდ მკა-



ცრად ემორჩილება ზუსტ მათემატიკურ მეთოდებს. ამიტომ საგინმა სპექტრალური ანალიზის ერთერთი ცნობილი მეთოდით დაამუშავა ჩაიკოვსკის რამოდენიმე ნაწარმოები, მათ შორის მისი ცნობილი მეექვსე სიმფონია. აღმოჩნდა, რომ ამ ნაწარმოებების ზოგიერთი ნაწილის მახასიათებელი სიხშირეები ემთხვევა ზოგიერთი გეომაგნიტური პულსაციების სიხშირეს, რაც რეზონანსული ეფექტის შესაძლებლობაა ადასტურებს. სწორედ ამ თვალსაზრისით გასაოცარი აღმოჩნდა მეექვსე სიმფონია, რომელიც პირდაპირ აგებულია 15-25 წამის პერიოდის მქონე რხევების შესაბამის სიხშირეებზე. ცნობილია, რომ ასეთი პარამეტრების მქონე გეომაგნიტური პულსაცია ასახავს მზის ქარისა დედამიწის მაგნიტოსფეროს მაგნიტოჰიდროდინამიკური ურთიერთქმედების სასაზღვრო ეფექტს, ანუ პულსაცია კოსმიური წარმოშობისაა! საინტერესოა, რომ ეს პულსაცია მიეკუთვნება დედამიწაზე ყველაზე უფრო გავრცელებულ მაგნიტურ რხევებს, განსაკუთრებით საშუალო განედებზე, სადაც ის სისტემატურად დაიმზირება (მაგალითად, დუშეთის გეომაგნიტურ ობსერვატორიაში). ეს ფაქტი გარკვეულად ნათელს ჰყენს კლასიკური მუსიკის ბიოაქტიურობის ეფექტის მექანიზმს. ბიოფიზიკოსებმა კარგა ხანის წინ დაადგინეს, რომ ბგერითი სიგნალები ნერვულ ქსოვილში გარდაიქმნებიან მათი თანაზომადი სიხშირეების მქონე ელექტრომაგნიტურ სიგნალებად, თუ ბგერითი სიგნალის სიხშირე დაემთხვევა ორგანიზმის რომელიმე ბიორითმის სიხშირეს. მაგრამ, არ არის გამორიცხული, რომ ბიორითმები ჩამოყალიბდნენ სწორედ გეომაგნიტური პულსაციების გავლენით, რადგანაც, როგორც უკვე ავლინებთ, ცოცხალი ორგანიზმები, მათ შორის ადამიანები, განვითარდნენ ბუნებრივი ელექტრომაგნიტური ველების ფონზე. ამიტომ, რეზონანსის პირობებში მოსალოდნელია ორგანიზმის შიგნით განვითარდეს მაქსიმალური ბიოელექტრომაგნიტური ეფექტი, როგორც რეაქცია გარდან მიღებულ ბგერით სიგნალზე. მაგრამ, სავარაუდოა, რომ მუსიკალური ნაწარმოების ადამიანზე ზემოქმედების დონე დაკავშირებული უნდა იყოს ნაწარმოების ჰარმონიულ წყობსთან, ანუ მისი ავტორის შემოქმედებით შესაძლებლობებთან. ამ თვალსაზრისით გასაკვირი არ არის, რომ განსაკუთრებული აღმოჩნდა ჩაიკოვსკის მეექვსე სიმფონია. ცხადია, ეს ნაწარმოები გამონაკლისი არ არის და ადამიანზე ზემოქმედების ძალით მისი მსგავსი ბევრია თუნდაც ბეთჰოვენის, გრიგის, მოცარტისა და ვერდის შემოქმედებაში. აქ უნდა ავლინებოთ, რომ ლაპარაკია ნაწარმოებებზე, რომლებიც ერთნაირი ემოციური ძალით მოქმედებენ როგორც მუსიკაში გათვითცნობიერებულ ადამიანებზე, ასევე დილექტანტებზეც.

რომელთაც არავითარი სპეციალური განათლება არა აქვთ და არ იცნობენ ჰარმონიის თეორიას. ასეთი განსაკუთრებული შემთხვევების აბსტრაქცია შემდეგი სქემით შეიძლება: გამორჩეული ნიჭით დაჯილდოებული ადამიანი, ვთქვათ კომპოზიტორი, ქვეცნობიერად აღითქვავს კოსმიურ სიხშირეებს გეომაგნიტური პულსაციების საშუალებით, რაც მასში შემოქმედებით იმპულსს იწვევს. შემდეგ, ასევე ქვეცნობიერად, კომპოზიტორი აქსოვს ამ სიხშირეებს თავის ნაწარმოებში. რადგანაც ეს სიხშირეები ასევე რეზონანსულია მსმენელებისათვის, მათი აბსოლუტური უმრავლესობა ასეთი ნაწარმოების მოსმენის დროს მუსიკას სრულიად ბუნებრივად, ქვეცნობიერად აღითქვამს. ამ ჰიპოთეზის ავტორს მიაჩნია, რომ ბევრი თანამედროვე კომპოზიტორის ხელოვნება, მიუხედავად მათი მაღალი პროფესიული დონისა, იმიტომ არის გაუგებარი ფართო მსმენელისათვის, რომ აგებულია ხელოვნურ ჰარმონიებზე. ამიტომ, ისინი ნაკლებად ან სულ არ შეიცავენ ადამიანში გეომაგნიტური ველის პულსაციების გავლენით ჩადებულ სიხშირეებს. როგორც მაგალითი, აქ გამოდგება მეოცე საუკუნის უდიდესი კომპოზიტორის ალფრედ შნიტკეს მუსიკა, რომელიც ურთულეს ხელოვნურ ჰარმონიებზეა აგებული, რის გამოც გასაგებია მარტო სპეციალისტებისათვის, ხოლო ჩვეულებრივი მსმენელისათვის მოსაბეზრებელია და ემოციას მოკლებულია. თუმცა, არ შეიძლება იმის კატეგორიული მტკიცებაც, რომ, შნიტკეს მუსიკა რიგით ადამიანში არავითარ რეაქციას იწვევს. უბრალოდ, იგი მოითხოვს სხვანაირ ანალიზს, ამას კი ცოდნა უნდა, ისევე, როგორც, ვთქვათ ვაჟა-ფშაველას ნაწარმოებების სიღრმე მხოლოდ ლექსის მუსიკალობიდან არ გამომდინარეობს და გააზრების შემდეგ იხსნება მკითხველის წინაშე.

ზემოთ მოყვანილი კონკრეტული მაგალითიდან სჩანს, რომ დედამიწის მაგნიტური ველის ცოცხალ ორგანიზმებზე გავლენის შესწავლას ფუნდამენტალური მნიშვნელობა შეიძლება მიენიჭოს. წარმოვიდგინოთ, რომ ჩატარდეს ადამიანის ტესტირება მაგნიტური პულსაციების საშუალებით, რათა დავადგინოთ მისი შემოქმედებითი შესაძლებლობები და განვსაზღვროთ საქმიანობის ის სფერო, რომელშიც ინდივიდი სავარაუდოდ თავისი მონაცემების მაქსიმალურ რეალიზაციას შეძლებს. ასეთი პერსპექტივა მართლაც არსებობს, თუ კი გახსნილი იქნება მაგნიტური რხევების ადამიანზე ზემოქმედების ზუსტი ბიოლოგიური მექანიზმი.

**გამოყენებული ლიტერატურა**

1. **З. А. Кереселидзе.** *МГД эффекты конечной электрической проводимости солнечного ветра вблизи магнитосферы Земли.* Тб., из-во ТГУ, 1986, 122 с.
2. **ზ. კერესელიძე, მ. ლომოური, ნ. სააკაშვილი.** *ადამიანის ადაპტაცია ბუნებრივი ელექტრომაგნიტური ფონის (კოსმოსური ამინდის) ანომალური ცვლილების პირობებში.* შრომათა კრ. „არამედიკამენტოზური საშუალებების გამოყენების პრობლემები მედიცინაში“. თბილისი, საქართველოს ხარისხის მართვის უნივერსიტეტი, 2007, გვ.60-65.
3. **С. И. Рапопорт, Т. К. Бреус, Н. Г. Клейменова и.др.** *Геомагнитные пульсации и инфаркты миокарда.* Терапевтический архив, 2006, #4, с.56-60.
4. **ზ. კერესელიძე, გ. ბერიშვილი, ვ. კირცხალია.** *გეომაგნიტური ველის ბიოეფექტურობის ზოგიერთი ფაქტორის შესახებ.* თბ., „მეცნიერება“, 2000, გვ.39
5. **ი. ვეისი, თ. ჩლაიძე, ზ. კერესელიძე და სხვ.** *საქართველოს პირობებში მზის აქტივობის ბიოლოგიური ეფექტი ძლიერი მაგნიტური ქარიშხლის დროს.* გეოფიზიკის ინტიტუტის შრომათა კრ. „დედამიწის ცვლადი მაგნიტური ველის ელექტრომაგნიტური და ბიოსფერული ეფექტების შესახებ“. თბ., 1994, გვ.45-55.

## IZOLDA GABISONIA

### PULSATIONS OF GEOMAGNETIC FIELD WITH THE BIO-EFFICIENCY

1. A human being represents an open, dynamic, unbalanced selforganized system. Exchanging substance and energy with the surrounding environment.
2. The work Deals with the short review of pulsations geomagnetic field and powerful trouble or Bio-efficiency of magnetic storm.

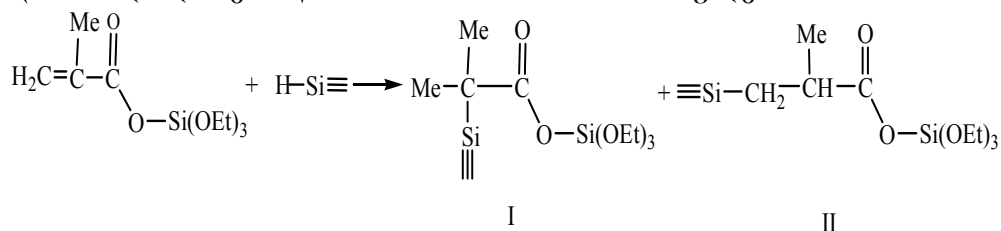
**სოფლის უნივერსიტეტის შრომათა**  
*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*  
 ტ. VI, 2008

# შ ი მ ი ა

## ზუზაბ ზაჩუღია, ნანა ზირცხელიანი

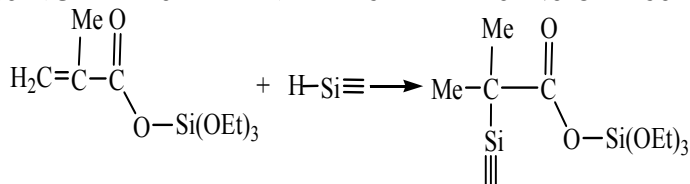
### $\alpha, \omega$ -ბის(ტრიმეთილსილოქსი)მეთილჰიდრიდსილოქსანის ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანთან ჰიდრიდული მიერთების რეაქციის ქვანტურ-ქიმიური მოდელირება

$\alpha, \omega$ -ბის(ტრიმეთილსილოქსი)მეთილჰიდრიდსილოქსანის ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანთან მიერთებისას შესაძლებელია ჰიდროსილილირება წარმართოს ორი მიმართულებით:



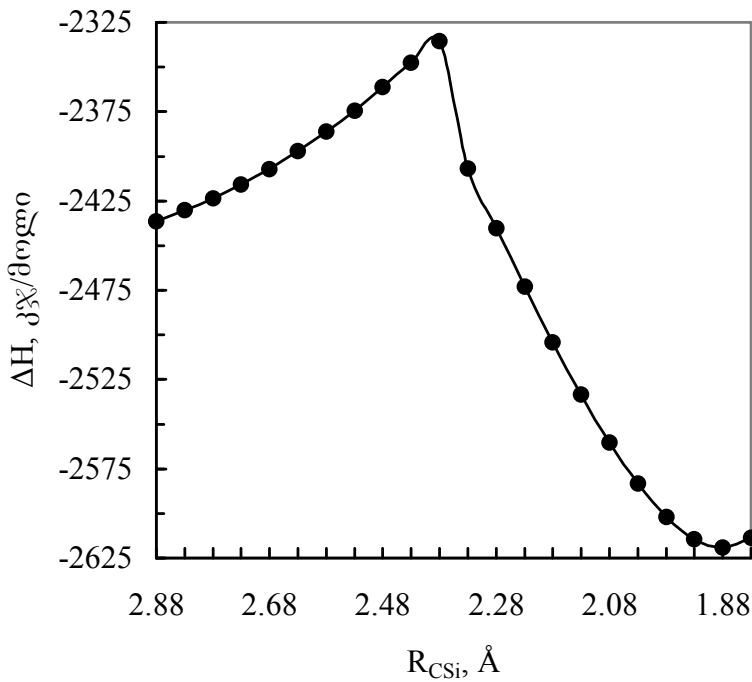
მიერთების რეაქციის სრული დახასიათებისათვის, მოდელური რეაქციისათვის, ჩატარებულ იქნა გათვლები ნახევრადემპირიული ქვანტურ-ქიმიური მეთოდით 1 [1]. ყველა საწყისი, შუალედური და საბოლოო პროდუქტისათვის მოდელურ რეაქციაში გათვლილ იქნა წარმოქმნის სითბოები ( $\Delta H_{\text{ფ}}$ ), სისტემის ენერჯიის ცვლილება ( $\Delta H$ ) ჩ-ში ბმის მანძილის ( $R_{\text{ჩ-ფ}}$ ) ცვლილებისას, აგრეთვე მუხტების მნიშვნელობები ატომებზე ( $q_0$ ), დიპოლური მომენტები ( $\mu$ ) და ბმის რიგები ( $P_{\text{ოჯ}}$ ).

პირველად განხილულ იქნა მოდელურ რეაქციაში ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანთან  $\alpha, \omega$ -ბის(ტრიმეთილსილოქსი)მეთილჰიდრიდსილოქსანის ჰიდროსილილირება, რომელიც მიმდინარეობს I მოდელური ნაერთის წარმოქმნით, შემდეგი სქემით:



ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანის ორმაგ ბმასთან მდგომ ნახშირბადის ( $C_1$  და  $C_2$ ) ატომებსა და სილიციუმის ატომს შორის მანძილი აღებულ იქნა 1.0 Å-ით მეტი, ვიდრე ბმის მანძილი

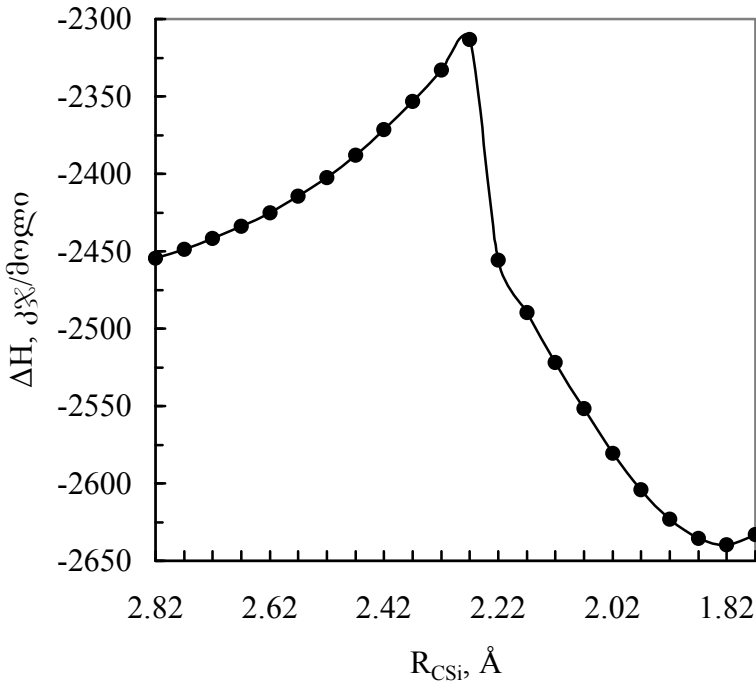
საბოლოო პროდუქტში.  $R_{C_2-si}$  მანძილის ცვლილება სილიციუმის ატომსა და ორმაგ ბმასთან მდგომ ნახშირბადის  $C_2$  ატომს შორის ხდებოდა  $0.05 \text{ \AA}$ -ის ინტერვალით. სისტემის ენერჯიის ცვლილების ( $\Delta H$ ) დამოკიდებულება სილიციუმის ატომსა და ორმაგ ბმასთან მდგომ ნახშირბადის ატომს შორის  $R_{C_2-si}$  მანძილზე მოცემულია პირველ ნახაზზე.



**ნახაზი 1.** სისტემის ენერჯიის ცვლილების ( $\Delta H$ ) დამოკიდებულება სილიციუმისა და ნახშირბადის ატომებს შორის  $R_{C_2-si}$  მანძილზე ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანთან  $\alpha, \omega$ -ბის(ტრიმეთილსილოქსი)მეთილჰიდრიდსილ-ოქსანის ჰიდროსილირებისას მოდეულ რეაქციაში.

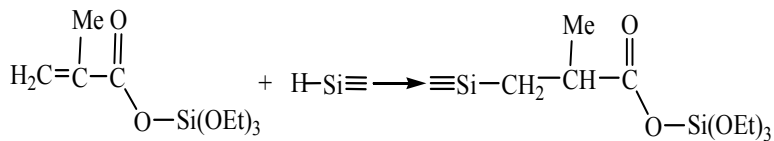
როგორც პირველი ნახაზიდან ჩანს, სილიციუმის ატომის მიახლოებისას ნახშირბადის  $C_2$  ატომთან  $R_{C-si} = 2.38 \text{ \AA}$  მანძილამდე, სისტემის ენერჯია იზრდება, ბმის რიგი  $C_1$  და  $C_2$  ატომებს შორის ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანის მოლეკულაში მცირდება  $1.856$ -დან  $1.488$ -მდე. ასევე მცირდება ბმის რიგი სილიციუმის ატომსა და წყალბადს შორის ( $P_{Si-H} = 0.821-0.518$ ) და მოდეულ ნივთიერებაში შეიმჩნევა ახალი ბმების წარმოქმნა ( $P_{C_2-si} =$

0.015-0.073 და  $P_{C_1-H} = 0.007-0.201$ ). სილიციუმის ატომსა და ნახშირბადის  $C_2$  ატომს შორის 2.33 Å მანძილზე სისტემის ენერგია მკვეთრად მცირდება, ორმაგი ბმა გადადის ორდინარულ C-C ბმაში ( $P_{C_1-C_2} = 0.994$ ) და ბმის რიგი სილიციუმისა და ნახშირბადის  $C_2$  ატომებს შორის აღწევს 0.525-ს. ამგვარად, წყალბადის ატომი სრულად წყდება სილიციუმის ატომს ( $P_{Si-H} = 0.012$ ) და უერთდება ნახშირბადის ატომს  $C_1$  მდგომარეობაში ( $P_{C_1-H} = 0,941$ ).



**ნახაზი 2.** სისტემის ენერჯის ცვლილების ( $\Delta H$ ) დამოკიდებულება სილიციუმისა და ნახშირბადის ატომებს შორის  $R_{C_1-Si}$  მანძილზე ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანთან  $\alpha, \omega$ -ბის(ტრიმეთილსილოქსი)მეთილჰიდრიდსილოქსანის ჰიდროსილირებისას მოდელურ რეაქციაში.

მეორედ განხილულ იქნა მოდელურ რეაქციაში ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსი-სილანთან  $\alpha, \omega$ -ბის(ტრიმეთილსილოქსი)მეთილჰიდრიდსილოქსანის ჰიდროსილი-ლირება, რომელიც მიმდინარეობს II მოდელური ნაერთის წარმოქმნით, შემდეგი სქემით:



იგივე გათვლები ჩატარებულია სილიციუმის ატომის მიერთებით C<sub>1</sub> ნახშირბადის ატომთან (ნახაზი 2).

სილიციუმისა და ნახშირბადის ატომებს შორის მანძილის შემდგომი შემცირებისას სისტემის ენერგია მცირდება და ხდება წარმოქმნილი ახალი ბმების განმტკიცება. აქტივაციის ენერგია C<sub>2</sub>-Si მიერთების შემთხვევაში E<sub>აქტ</sub> = 100.95 კჯ/მოლი, ხოლო C<sub>1</sub>-Si მიერთების შემთხვევაში E<sub>აქტ</sub> = 141.44 კჯ/მოლი. რეაქციის სითბური ეფექტები შესაბამისად -182.85 და -184.88 კჯ/მოლის ტოლია.

აქტივაციის ენერგიებისა და რეაქციის სითბური ეფექტების შედარებიდან გამომდინარე, ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანთან α,ω-ბის(ტრიმეთილსილოქსი)-მეთილჰიდრიდსილოქსანის ჰიდროსილილირებისას მოდელურ რეაქციაში C<sub>2</sub>-Si მიერთება (მარკოვნიკოვის მიხედვით) ენერგეტიკულად უფრო ხელსაყრელია, ვიდრე C<sub>1</sub>-Si მიერთება (ფარმერის მიხედვით). ზმრ სპექტრული მონაცემები და ანალიზის შედეგები [2] მიუთითებენ, რომ კატალიზატორის – პლატინაქლორ-წყალბადმჟავას თანაობისას მარკოვნიკოვის წესის მიხედვით ჰიდროსილილირების პროდუქტი ნაკლები რაოდენობით წარმოიქმნება ფარმერის წესის მიხედვით მიერთების პროდუქტთან შედარებით. აქ სახეზეა კატალიზატორის მეტი გავლენა ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანის მოლეკულაში მეთილის ჯგუფის სივრცითი დაბრკოლების გადალახვაზე განხილული მექანიზმების პირველ შემთხვევაში, ვიდრე მეორეში.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. M. J. S. Dewar, E. G. Zoebisch, E. F. Healy, and J. J. P. Stewart. AM1: A New General Purpose Quantum Mechanical Molecular Model. J.Am.Chem. Soc., 107, p. 3902, 1985.
2. ნ. ფირცხელიანი, თ. თათრიშვილი α,ω-ბის(ტრიმეთილსილოქსი)-მეთილჰიდრიდსილოქსანის ჰიდრიდული მიერთების რეაქცია ტრიეთოქსიმეთაკრილოქსისილანთან. სოხუმის უნივერსიტეტის შრომები, ტ. II, გვ. 59, 2007.

**ZURAB PACHULIA, NANA PIRTSKHELIANI**

**QUANTUM-CHEMICAL MODELING OF HYDRIDE ADDITION OF  
 $\alpha,\omega$ -BIS(TRIMETHYLSILOXY)METHYLHYDRIDESILOXANE TO  
TRIETHOXYMETHACRYLOXYSILANE**

The reaction of hydrosilylation of  $\alpha,\omega$ -bis(trimethylsiloxy)methylhydridesiloxane to triethoxymethacryloxysilane were investigated by quantum-chemical semiempirical method AM1. It was shown, that the reaction proceeds according to Markovnikov rule with more probability, than to Farmer rule.

**სონ უმის უნივერსიტეტის უროგები**  
**ტ. VI, 2008**  
*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*



## მინელა ჭანტურია, ანტონინა მსხილაკი

### მარილთა ჰიდროლიზის უმსჯავლის მეთოდის ზოგიერთი ასპექტი

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებს აქვთ უადრესად დიდი მნიშვნელობა კაცობრიობის განვითარებისათვის. ისინი აღმოცენდნენ ადამიანთა პრაქტიკული საქმიანობის შედეგად, რომელთა საფუძველია ზოგად ცნებებზე დამყარებული წარმოდგენები. ძირითადი ქიმიური კანონების ზუსტი ინტერპრეტაცია შესაძლებელია მხოლოდ ფიზიკური და მათემატიკური ცნებების გამოყენებით, რაც მიუთითებს ამ დარგებს შორის ორგანული კავშირის აუცილებლობაზე.

კვალიფიციური სპეციალისტის მოსამზადებლად გადამწვევებ როლს თამაშობს სპეციალობების სასწავლო გეგმები და დისციპლინების პროგრამები.

მიზნის მისაღწევად აუცილებელია გამოვეყნოთ ეტაპები:

- რისთვის ვასწავლით? რას ვასწავლით? როგორ ვასწავლით?

ლექციის მთავარი მიზანია – მოტივაცია, მეცნიერების სიღრმისეული ათვისება, ლოგიკა და მეთოდოლოგია, სტუდენტებისათვის მსოფლმხედველობის ჩამოყალიბება, გარკვეული ცოდნისაკენ მისწრაფების გაღვივება, დაინტერესება. სწავლების ახალი სისტემის არსია, სტუდენტს მივცეთ არა მზა ცოდნა, არამედ მისი შექმნის უნარი. სამიზნე აუდიტორიის მონაწილეები აქტიურად უნდა სვამდნენ კითხვებს, თავადაც პასუხობდნენ და ანალიზს უკეთებდნენ ამ პასუხებს, მონაწილეობდნენ ცოდნის “მოპოვების” პროცესში, იყვნენ კვლევა-ძიებაში – შეეჩვიონ შემოქმედებით აზროვნებას.

ჩვენს მიერ განხილული საკითხი წარმოადგენს ფუნდამენტურს საბუნებისმეტყველო სპეციალობის სტუდენტების, მაგისტრებისათვის. მარილთა ჰიდროლიზი ბიოლოგიური სისტემების ცხოველქმედების პროცესებში დიდ როლს ასრულებს. მისი შესწავლა ხელს უწყობს ბუნებასა და ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების ქიმიზმის გაგებას. ბიოქიმიურ რეაქციათა უმრავლესობა ხსნარებში მიმდინარეობს, რომლის pH განისაზღვრება მისი შედგენილობით და ტუტე-მჟავური წონასწორობით. პროტოლიტური ბალანსის შენარჩუნება ცოცხალი ორგანიზმების ჰომეოსტაზის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია. იგი ძირითადად ხორციელდება ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების ხარჯზე, რომელთა შო-

რის მნიშვნელოვანია მარილთა ჰიდროლიზი, ნივთიერებათა ცვლა, ცილების ცხიმების, ნახშირწყლების ფერმენტული ჰიდროლიზი და სხვა. ნათელია თემის პრაქტიკული ღირებულება, რომელიც სასარგებლოა მომდევნო დისციპლინების შესასწავლად და პროფესიული მოღვაწეობის დასაუფლებლად. საკვანძო თეორიული კონცეფციები და თანამედროვე შეხედულებები განიხილება სემინტებად, ლოგიკური თანმიმდევრობის პრინციპის დაცვით.

**I სემინტი.** მოტივაციის ამაღლების მიზნით, ლექციას ვიწყებთ განსაკუთრებული პრობლემური სიტუაციის აღწერით.

მარილთა ჰიდროლიზი („Hydro” – წყალს ნიშნავს, „lisis” – დაშლას) ეწოდება წყალში გახსნილი მარილების დისოციაციით წარმოქმნილი იონების ურთიერთქმედებას წყალთან სუსტი მჟავების და ფუძეების წარმოქმნით. წყლის გასუფთავების ქიმიური, ფიზიკური, ბიოლოგიური მეთოდებია. წყლის ქიმიური გასუფთავება არის მარილთა ჰიდროლიზის კერძო შემთხვევა, რომლის არსია ბუნებრივი წყალში შემაჯავალი სხვადასხვა ტოქსიკური, ჯამრთელობისათვის საზიანო მინარევის მოცილება. ამ მიზნით, გაფილტვრამდე წყალს უმატებენ ალუმინის სულფატს – კოაგულანტს ჰიდროკარბონატ-იონებთან ერთად. ჰიდროლიზის რეაქციის შედეგად მიიღება დისპერსიული ფიზიკურ-ქიმიური სისტემის ერთ-ერთი სახე – კოლოიდური ხსნარი და ფიფქისებური ნალექი-კოაგულანტი, რომელზედაც კოაგულირდება მინარევი:



წყლის გასუფთავება აერაციის მეთოდით ასევე ხორციელდება ჰიდროლიზით. უანგბადით წყლის გაჯერების პროცესში რკინა (II) ჰიდროკარბონატი იჟანგება რკინა (III) მარილამდე, რომელიც ძლიერ ჰიდროლიზდება. სრული ჰიდროლიზის შედეგად რკინა წყლიდან გამოიყოფა რკინა (III) ჰიდროქსიდის ნალექის სახით.

**II სემინტი.** ჰიდროლიზის ტოლობის შედგენის ალგორითმის განხილვა. სპილენძ (II)-ის სულფატის კონკრეტულ მაგალითზე.

1. წყლის დისოციაციის ტოლობის შედგენა;

2. მარილის დისოციაციის ტოლობის შედგენა;



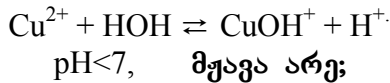
**3.სუსტი იონის შერჩევა:** მარილი წარმოქმნილია სუსტი ფუძის კათიონისა და ძლიერი მჟავას ანიონისაგან:



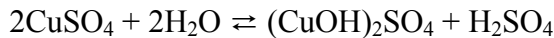
/   \

Cu(OH)<sub>2</sub> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
სუსტი ძლიერი  
ელექტროლიტი

**4. ჰიდროლიზის ტიპის განხილვა - მიმდინარეობს კატიონის მიხედვით. ჰიდროლიზის იონური ტოლობის შედგენა. სუსტი იონის ურთიერთქმედების რეაქცია წყალთან:**



**5. ჰიდროლიზის მოლეკულური ტოლობის შედგენა:**



**III სეგმენტი.** თეორიული ნაწილი – განიხილება ჰიდროლიზის კონსტანტას, ხარისხის და pH-ის გაანგარიშების 4 ვარიანტი მარილთა წყალხსნარებისათვის, რომლებიც წარმოქმნილია:

- ძლიერი ფუძის კათიონისა და სუსტი მჟავას ანიონისაგან;
- სუსტი ფუძის კათიონისა და ძლიერი მჟავას ანიონისაგან;
- სუსტი ფუძისა და სუსტი მჟავას ანიონისაგან;
- სუსტი ერთმჟავური ფუძისა და სუსტი მრავალფუძიანი მჟავებისაგან.

**IV სეგმენტი.** სქემები, ცხრილები – იძლევა თავიდან გააზრების, კარგად ცნობილის ხელახლა დანახვის საშუალებისა და ახლის აღმოჩენის შესაძლებლობას.

**pH-ის და pOH-ის გამოსათვლელი ფორმულები**

№	ელექტროლიტი	ფორმულა
---	-------------	---------

1	ძლიერი ფუძის კაციონისა და სუსტი ერთფუძიანი მჟავას ანიონისაგან წარმოქმნილი მარილი	$pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{HA} + \frac{1}{2} \lg C_{MA}$
2	სუსტი ფუძის კაციონისა და ძლიერი მჟავას ანიონისაგან წარმოქმნილი მარილი	$pH = 7 - \frac{1}{2} pK_B - \frac{1}{2} \lg C_{MA}$
3	სუსტი ფუძის კაციონისა და სუსტი მჟავას ანიონისაგან წარმოქმნილი მარილი	$pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{HA} + \frac{1}{2} \lg K_B$
4	ძლიერი და სუსტი მჟავების ნარევი	$pH = -\lg C_{HA}$
5	მრავალფუძიანი მჟავების საშუალო მარილი	$pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{HA} + \frac{1}{2} \lg C_{MA}$
6	მჟავა მარილები  ორფუძიანი მჟავები  სამფუძიანი მჟავები	$pH = -\frac{1}{2} \lg K_{HA1} - \frac{1}{2} \lg K_{HA2}$  ან $pH = \frac{1}{2} pK_{A_1} + \frac{1}{2} pK_{A_2}$  $pH = \frac{1}{2} pK_2 + \frac{1}{2} pK_3$

**V სეგმენტი.** ლაბორატორიული სამუშაოები – სამეცნიერო კვლევებისათვის საჭირო უნარ-ჩვევების ჩამოსაყალიბებლად, სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის გასააქტიურებლად.

ექსპერიმენტი ტარდება ჰიდროლიზის ხარისხის დამოკიდებულებაზე ტემპერატურასა და კონცენტრაციაზე, მარილთა წყალხსნარებში წყლის, წყალბად- და ჰიდროქსიდ-იონთა შორის თანაფარდობის 3 შემთხვევაზე, როცა:

- $[H^+] > [OH^-]$ ,  $pH < 7$ , მჟავა არე;

**ჰიდროლიზი კათიონით:**  $Me^{n+} + H-OH \leftrightarrow MeOH^{(n-1)+} + H^+$

- $[H^+] < [OH^-]$ ,  $pH > 7$ , ტუტე არე;

**ჰიდროლიზი ანიონით:**  $An^{n-} + H-OH \leftrightarrow HAn^{(n-1)-} + OH^-$

- $[H^+] = [OH^-]$ ,  $pH = 7$ , ნეიტრალური არე.

**VI სეგმენტი.** ამოცანები, ტესტური დავალებები – მიღებული ცოდნის შეფასება-კონტროლის საშუალება.

ამოცანა 1. გამოთვალეთ თუთიის ქლორიდის 0,5 M ხსნარის pH, ჰიდროლიზის ხარისხი I საფეხურის მიხედვით, თუ ცნობილია,  $K_{ZnOH^+} = 1,5 \cdot 10^{-9}$ .

ამოხსნა:

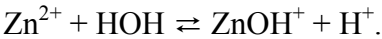
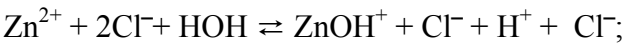
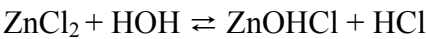
მოც.:

$$C_M(ZnCl_2) = 0,5 \text{ მოლი/ლ}$$

$$K_{ZnOH^+} = 1,5 \cdot 10^{-9}$$

---


$$h(ZnCl_2) = ?$$



pH < 7 – მუცავა არე.

$$h = \sqrt{\frac{K_W}{K_{ZnOH^+} \cdot C_{ZnCl_2}}}; \quad h = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,5 \cdot 10^{-9} \cdot 0,5}} = 0,36 \cdot 10^{-2} = 0,36\%.$$

ამოცანა 2. გამოიანგარიშეთ ამონიუმის ციანიდის ხსნარის pH, თუ ცნობილია,  $K_{HCN} = 6,2 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_{NH_4OH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

ამოხსნა:

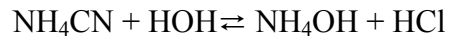
მოც.:

$$K_{HCN} = 6,2 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{NH_4OH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

---


$$pH(NH_4CN) = ?$$



$\swarrow \quad \searrow$   
 $NH_4OH \quad HCN$   
 სუსტი ელექტროლიტები

$$pH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{HCN} + \frac{1}{2} \lg K_{NH_4OH};$$

$$pH = 7 - \frac{1}{2} \lg 6,02 \cdot 10^{-10} + \frac{1}{2} \lg 1,8 \cdot 10^{-5} = 7 - \frac{1}{2} (\lg 6,2 + \lg 10^{-10}) + \frac{1}{2} (\lg 1,75 + \lg 10^{-5}) = 9,23.$$

**ტესტური კითხვარი:**

1. ჰიდროლიზს კატიონით და ანიონით განიცდის მარილი, რომელიც წარმოქმნილია:

- ა) სუსტი ფუძისა და სუსტი მჟავასაგან;
- ბ) ძლიერი ფუძისა და ძლიერი მჟავასაგან;
- გ) ძლიერი ფუძისა და სუსტი მჟავასაგან;
- დ) სუსტი ფუძისა და ძლიერი მჟავასაგან.

2. ნეიტრალური რეაქცია აქვთ შემდეგ იონთა ნაკრების წყალხსნარებს:

- ა)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ;    ბ)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ;
- გ)  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,    დ)  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ .

3. ტუტე რეაქცია აქვთ შემდეგ იონთა ნაკრების წყალხსნარებს:

- ა)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ;    ბ)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ;
- გ)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ;    დ)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$

3. რომელი ნივთიერებების დამატება აძლიერებს ალუმინის ქლორიდის ჰიდროლიზს?

- ა)  $\text{H}_2\text{O}$ ;    ბ)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ;    გ)  $\text{ZnCl}_2$ ;    დ)  $\text{Na}_2\text{S}$ .

4. გამოთვალეთ 0,08 M კონცენტრაციის მქონე ნატრიუმის აცეტატის ხსნარის ჰიდროლიზის ხარისხი, თუ ცნობილია ძმარმჟავას იონიზაციის მუდმივა:

$$K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$$

- ა) 7,05;    ბ) 8,36;    გ) 6,75;    დ) 9,27.

ტესტებით მოწმდება:

- თეორიული მასალის ცოდნა და ამოცანების ამოხსნის დროს მისი გამოყენების უნარი;
- უცნობი, არასტანდარტული ამოცანის დამოუკიდებლად ამოხსნის უნარი;
- ფორმულებით მიწოდებული ინფორმაციის გაგებისა და ანალიზის უნარი.

ვფიქრობთ, გამოყენებული მეთოდებითა და ასეთი თანმიმდევრობით მიწოდებული მასალა დაეხმარება სამიზნე აუდიტორიას დამოუკიდებელი, კრიტიკული აზროვნების და კომუნიკაციის უნარის გამომუშავებაში, მარილთა ჰიდროლიზთან დაკავშირებული ცოდნის გაღრმავებაში

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ვ. კოკრაშვილი, გ. ცინცაძე, თ. ცეცხლაძე. *ზოგადი და არაორგანული ქიმიის კურსი (I ნაწილი)*, თბ., 1988.
2. ლ. მეტრეველი, თ. კოვზირიძე, გ. აღნიაშვილი. *ქიმიის საკონკურსო და გართულებული ამოცანები*. თბ., 1991.
3. მ. ჭანტურია. *წყაღბადისა და ჰიდროქსიდის მახვევებლების განსაზღვრის ხერხები*. „უნივერსალი“, 2007.
4. *სამედიცინო ქიმიის პრაქტიკუმი*. „ინტელექტი“, თბ., 2003.
5. ვ. დოლიძე, ვ. ციციშვილი. *რუსულ-ქართულ-ინგლისურ-გერმანული ქიმიური ლექსიკონი*, თბ. 2004.
6. *ბუნებისმეტყველება*. ტესტები ერთიანი ეროვნული გამოცდებისათვის, თბ., 2008.
7. **П. Волович**. *Сборник задач по неорганической химии*. «Айрис пресс», М. 1999
8. **Н. Л. Глинка**. *Общая химия*. Из-во «Интеграл-Пресс», М. 2005

**MINEDA CHANTURIA, ANTONINA MSXILADZE**

### **SOME ASPECTS OF SALT HYDROLISIS TEACHING METODOLOGI**

The study of discussed issues encourages the understanding of chemical processes which take place within the nature and living organisms. For better understanding of the material key theoretical concepts and modern view-points are presented in 6 segments, in logical order. Material which is in the form of tasks, tests, tables and schemes will help the target group to draw up independent and critical thinking, communication skills, to deepen the knowledge regarding salt hydrolysis.

**მზია რამიშვილი, ნუნუ მაისურაძე, ნორა  
დოსტურიშვილი, ეთერ გავაშელიძე, ნაზი ბელაშვილი**

**სტრუქტურირებული კარბამიდის გამოყენება  
პროლონგირებული მოქმედების უნივერსალური სასუქის  
მისაღებად**

კვლევა ეხება აზოტის (N), ფოსფორის (P) და კალიუმის (K) შემცველი, პროლონგირებული მოქმედების სასუქის მიღებას.

ცნობილია, რომ მყარი აზოტოვანი სასუქი – შარდოვანა ანუ კარბამიდი, დიდი რაოდენობით შეიცავს აზოტს (46%). მისი გამოყენება წარმატებით შეიძლება ყველა ტიპის ნიადაგში, რომელიც მდიდარია მანიტრიფიცირებული ბაქტერიებით. მათი მოქმედების შედეგად შარდოვანა განიცდის გარდაქმნას და ამიღური ფორმიდან გადადის ამიაკურ ფორმაში, რომელიც შემდეგ ნიტროფიცირდება. ამიაკურ აზოტს მცენარე ადვილად ითვისებს, მაგრამ კარბამიდი კარგად იხსნება წყალში და ამონიფიცირებამდე მისი მნიშვნელოვანი ნაწილი ნიადაგში ჩაირეცხება, რაც იწვევს გარემოს დაბინძურებას.

ცნობილია აგრეთვე, რომ ფოსფორის ბუნებრივი ნაერთები სასუქად არ გამოიყენება, ვინაიდან წყალში პრაქტიკულად არ იხსნება და მცენარისთვის ძნელად მისაწვდომია.

დიდ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული აგრეთვე კალიუმის სასუქების, ძირითადი კალიუმის ქლორიდის (KCl) გამოყენებაც, რომლის მნიშვნელოვანი ნაწილი კარგად ხსნადობის გამო აგრეთვე ადვილად ჩაირეცხება და მცენარე მის შეთვისებას ვერ ასწრებს.

ზემოთქმულის გათვალისწინებით, წინ გადადგმულ ნაბიჯს წარმოადგენს ე.წ. დრაჟირება-კაფსულირების მეთოდი, რომლითაც ხდება აზოტოვანი, ფოსფოროვანი და კალიუმიანი სასუქების, აგრეთვე მიკროსასუქების დრაჟირება-კაფსულირება სათესლე მარცვალთან ერთად.

დამცავი პოლიმერული კაფსულა აფერხებს ხსნადი სასუქების სწრაფად ჩაირეცხვას და უზრუნველყოფს მცენარის დოზირებულ, ავტონომიურ გამოკვებას.

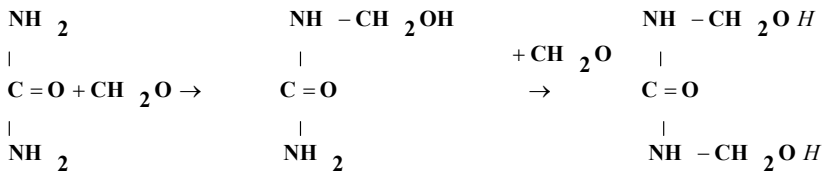


ჩვენს მიზანს შეადგენდა პროლონგირებული მოქმედების ისეთი უნივერსალური სასუქის მიღება, რომელიც ერთდროულად შეიცავს სამივე ძირითად საკვებ ელემენტს – აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს. აღნიშნული ტიპის სასუქის მისაღებად გამოყენებული იყო კომპოზიცია, რომელიც შედგებოდა კარბამიდის, პარაფორმის და კალიუმის ქლორიდისაგან. თერმული ზემოქმედებით ნარევი გადადის ნაღვლობში, რომელშიც იხსნება კალიუმის ქლორიდი. ამავე დროს ხდება პოლიმერიზებული ალდეჰიდის თანდათანობითი დეპოლიმერიზაცია. წარმოქმნილი აქტიური ალდეჰიდის მყისიერად ურთიერთქმედებს კარბამიდთან და მიიღება ოლიგომერი, რომელიც სტრუქტურირების შედეგად გადადის უხსნად მდგომარეობაში.

ოლიგომერის მოლეკულების სიგრძე და ხსნადობა დამოკიდებულია კომპონენტების – კარბამიდის და პარაფორმის მოლურ თანაფარდობაზე და შესაძლებელია მისი რეგულირება. შემდეგ ხდება ბუნებრივი ფოსფორიტის ან აპატიტის დამატება.

ტექნოლოგიური პროცესის განხორციელებისათვის ლითონის ბუდეში ათავსებენ კარბამიდის, პარაფორმის და კალიუმის ქლორიდის ნარევეს, გაანგარიშებული რაოდენობით. ბუდეს ათავსებენ საპოლიმერიზაციო ქურაზე და აცხელებენ 120-125°C-მდე. ოლიგომერის წარმოქმნის შემდეგ ტემპერატურა აყვავთ 150°C-ზე და აყოვნებენ 20-30 წუთს, ვიდრე არ მიიღება სტრუქტურირებული პოლიმერი. აღნიშნული პროცესი საწარმოო პირობებში ტარდება ექსტრუდერში.

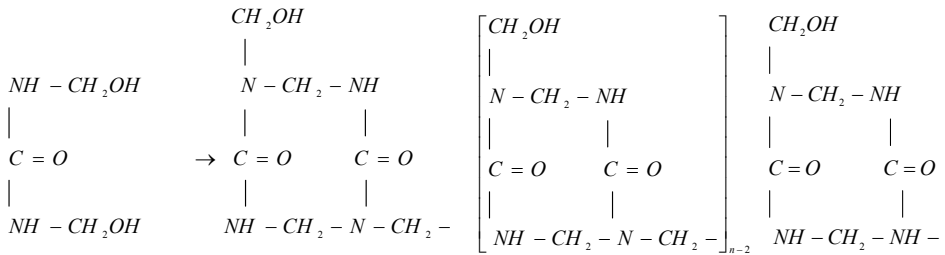
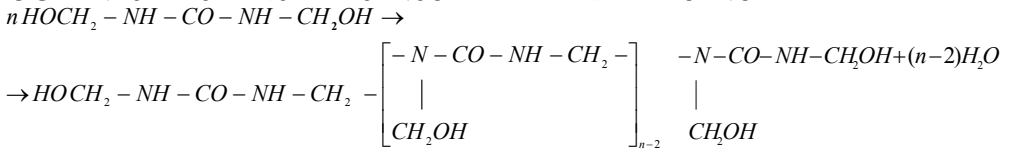
პირველ ეტაპზე პარაფორმისა და კარბამიდის ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიქმნება მონომეთილოლ- და დიმეთილოლ წარმოებულები:



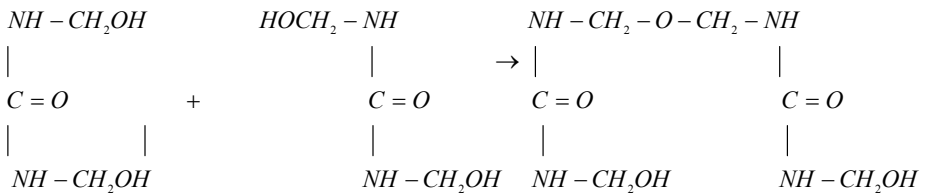
მეთილოლის ჯგუფების მაღალი რეაქციის უნარიანობის გამო, მათი ურთიერთქმედების შედეგად, წარმოიქმნება მეთილენეთერული და დიმეთილენეთერული ბმები. მაღალ ტემპერატურაზე გახურებისას, ისინი იშლებიან და ვლებულობთ სივრცით აგებულების მქონე სტრუქტურულ მასას, რომელიც პრაქტიკულად აღარ იხსნება წყალში. ურახაქტერიების მოქმედებით თანდათან

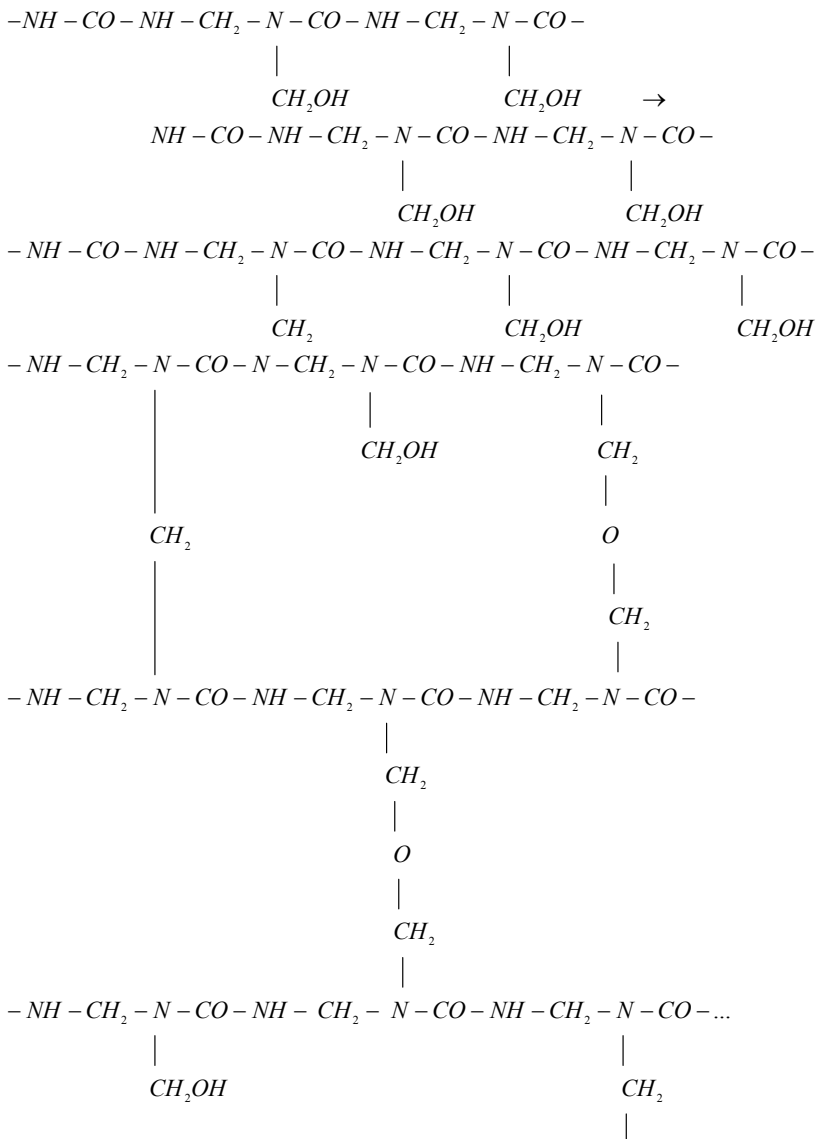
ხდება მისი გარდაქმნა მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში. ეს პროცესი გრძელდება ვეგეტაციის დასრულებამდე, რაც უზრუნველყოფს მცენარის დოზირებულ და ავტონომიურ კვებას.

დიმეთილოლკარბამიდიდან წარმოიქმნება როგორც საზოგადო, ასევე ციკლური რგოლების შემცველი ოლიგომერები. სქემ-ატურად ეს შეიძლება შემდეგი სახით წარმოვიდგინოთ:

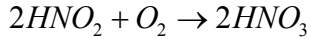
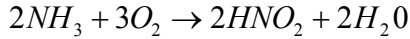
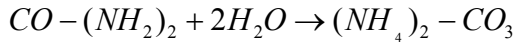


ოლიგომერების სტრუქტურირების დროს წარმოქმნილი მარტივეთერული ბმები იშლება და მიიღება სივრცითი აღნაგობის მქონე პოლიმერი:





პოლიმერიზებული მასა იფკვება ბურთულეებიან წისქვილში და ემატება გამოთვლილი რაოდენობით ბუნებრივი კალციუმის ფოსფატი. მიღებული კომპოზიციისაგან, კომპრესული დაწნეხვით თესლთან ერთად მზადდება დრაჟე, რომლის კაფსულირების შემდეგ მიღებული დრაჟირებულ-კაფსულირებული სათესლე მასა-ლა უკვე წარმოადგენს უნივერსალურ NKP-ს შემცველ სასუქს. ნიადაგში არსებული ფერმენტების მოქმედებით სტრუქტურირებული კარბამიდი განიცდის ამონიფიცირებას:



ეს პროცესი საკმაოდ სწრაფად მიმდინარეობს, ამიტომ მნიშვნელოვანია, რომ სტრუქტურირებული კარბამიდის გახსნა და ნიადაგში გადასვლა ხდებოდეს დაყოვნებულად. ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში, რაც რეგულირდება კარბამიდის პოლიმერიზაციისა და სტრუქტურირების ხარისხის ცვლილებით. სტრუქტურირებული კარბამიდის გახსნასთან ერთად ნაღვლიდან გამოთავისუფლდება კალიუმიც.

რაც შეეხება ფოსფორს, ცნობილია, რომ ფოსფორმუჟავას სამჩანაცვლებელი კალციუმის მარილი  $Ca_3(PO_4)_2$  წყალში არ იხსნება, ამიტომ სუპერფოსფატად ან პრეციპიტატად მისი წინასწარი გადამუშავების გარეშე, იგი არ გამოიყენება. ჩვენ შემთხვევაში, უნივერსალური სასუქის კომპოზიციაში არსებული კალიუმის მარილის იონიზაციით მიღებული კალიუმის – და კარბამიდს ამონიფიცირების შედეგად წარმოქმნილი ამონიუმის იონები ურთიერთქმედებენ ფოსფატთან და ჩაანაცვლებენ მასში კალციუმს. ფოსფატი უკვე ნიადაგში ხსნადი ხდება და თანდათანობით შეითვისება მცენარის მიერ.

ფოსფორის, აზოტის და კალიუმის რაოდენობის კონტროლირება შესაძლებელია კომპონენტების თანაფარდობის ცვლილებით. რომელიმე მათგანის უკმარისობის (დახარჯვის) შემთხვევაში შესაძლებელია წონასწორობის აღდგენა საჭირო კომპონენტების დამატებით.

ვინაიდან, ეს პროცესი დამყარებულია იონური მიმოცვლის მექანიზმზე, ასეთი ტიპის სასუქებს მიმოცვლით სასუქებსაც უწოდებენ.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. Агрохимия, под ред. **Б. А.Ягодина**, Москва, «Колос», стр. 209-211.
2. Авт. свид. СССР, №1428232, 1988.
3. **გ. კაკაბაძე, ნ. მშვენიერაძე** ქიმიური სასუქების ტექნოლოგია, თბილისი, განათლება, გვ. 88-118, 151-154, 207-209.

**MZIA RAMISHVILI, NUNU MAISURADZE, NORA  
DOKHTURISHVILI, ETER SHARASHENIDZE, NAZI GELASHVILI**

**APPLICATION OF CROSS-LINKED CARBAMIDE FOR OB-  
TAINING OF PROLONGED ACTION FERTILIZERS**

Fertilization receiving technology of plant basic forge elements – Nitric, Phosphorus and Potassium prolonged activity has been worked out.

At the base of the noted fertilization and com material drained-capsule, multicomponent combination, after its use plant's dosaged, autonomic feeding is ensured during the whole period of vegetation.

Carbamid is used is nitric fertilization, which is not diluted in water, using activity of Ura-bacterium existing in soil it gradually turns unto achievable dissoluble form of plant.

Existing potassium salt ionization in the consistence of dosage and Carbamid amonificirate formed after potassium and Amonium ions interact with phospate and interchange potassium in it, after which phosphate turns into disoolving position and gets mastering by the plant.

**ბ ი ო ლ ო ბ ი ა**

**მანია მურღულია, მარინა ზარქუა**

***KALANCHOE DIAGREMONTIANA*-ს ჩეკია კვირტების ანტიბაქტერიული და ანტისოკოვანი მოქმედების შესწავლა**

შესწავლილ იქნა *Kalanchoe diargremontiana*-ს ჩეკია კვირტების ლექტინური აქტივობის ექსტრაქტების გავლენა სხვადასხვა მიკროორგანიზმების, მათ შორის ფიტოპათოგენური სოკოებისა და ბაქტერიების ზრდა-განვითარებაზე. დადგენილ იქნა, რომ მათი მოქმედების ხასიათი – სტიმულაცია, ინჰიბირება, სპეციფიურია (დამოკიდებულია ტესტ-ობიექტის ტაქსონომიურ კუთვნილებაზე).

**საკვანძო სიტყვები:** *Kalanchoe diargremontiana*, ლექტინები, სტიმულაციური და ინჰიბიტორული აქტივობა.

ბოლო წლების განმავლობაში შეინიშნება მნიშვნელოვანი წინსვლა ორგანიზმის შიგნით, აგრეთვე სხვა ორგანიზმებზე ლექტინების მოქმედების შეცნობის საკითხებში. მრავალი ლიტერატურული მონაცემით დასტურდება, რომ ლექტინები არა მარტო ორგანიზმის შიგნით ასრულებენ გარკვეულ როლს, არამედ სხვა ორგანიზმების ფუნქციონირებაზეც ზემოქმედებენ[1,6]. არსებობს მრავალი პირდაპირი თუ ირიბი საბუთი ლექტინების უშუალო მონაწილეობაზე მცენარეთა თავდაცვით მექანიზმებში.

ლექტინთა უმრავლესობა სტაბილურია pH-ისა და ტემპერატურის ფართო დიაპაზონში და რეზისტენტულია ცხოველური თუ მწერების პროტეაზების მიმართ. ამ თვისებებით ლექტინები ისეთ დამცველობით ცილებს მოგვაგონებენ, როგორცაა: პათოგენუზთან დაკავშირებული ცილები, პროტეაზას ინჰიბიტორები, ანტისოკოვანი ცილები და სხვა. ლექტინებს აქვთ უნარი ამოიცნონ და დაუკავშირდნენ ისეთ ნახშირწყლებს, რომლებიც გეხვდება მხოლოდ მიკროორგანიზმების, მწერების, ან ძუძუმწოვრების უჯრედის ზედაპირზე და სრულიად არ არის წარმოდგენილი მცენარეებში. ნაერთების ეს კლასი გამოვლენილია აგრეთვე მაინფიცირებელი აგენტების შეჭრის პოტენციურ უბნებში. ყოველივე ეს არაპირდაპირ მიუთითებს ლექტინების დამცველობით როლზე[4].

ქიმეროლექტინების გარკვეული ჯგუფი, მაგალითად, მე-2 ტიპის რიბოსომების მაინაქტივირებული ცილები, თავიანთი რეცეპტორული ჯაჭვით უკავშირდებიან სამიზნე უჯრედის ზედაპირ-

რის გლიკოკონიუგატებს, ხოლო ციტოტოქსიური ჯაჭვით ახდენენ თითქმის ყველა ეუკარიოტული უჯრედის რიბოსომების ინაქტივაციას.

*In vitro* ცდებით დადგენილია ზოგიერთი მცენარეული ლექტინის ანტივირუსული აქტიობა ცხოველებისა და ადამიანის ზოგიერთ ვირუსთან მიმართებაში[3]. კარტოფილის ლექტინი ახდენს *Pseudomonas solanacearum*-ის ავირულენტური შტამის იმობილიზაციას[8]. ვირულენტურ შტამის ამოცნობა ლექტინს არ შეუძლია, ამიტომ ბაქტერია მრავლდება და ვრცელდება მცენარეში. შესწავლილია ლექტინების დაკავშირება სხვადასხვა სოკოებთან და მათ მიერ სოკოების გაღივებისა და ზრდის ინჰიბირების უნარი[5].

ფიტოპათოგენური ბაქტერიებით ინფიცირებაზე, მცენარეების უნივერსალურ არასპეციფიკურ საპასუხო რეაქციას წარმოადგენს სუნთქვის ინტენსივობის მომატება და ენერგეტიკული ცვლის გაძლიერება, რომელთა მიზანს წარმოადგენს მცენარეების თავდაცვითი რეაქციების უზრუნველყოფა ენერგიითა და პლასტიკური ცვლის მასალებით.

არსებობს მცენარეების თავდაცვითი რეაქციების მრავალნაირი მექანიზმი. მაგალითად, ფენოლური ნაერთების ჟანგითი პოლიმერიზაცია ლიგნინის წარმოქმნით, რომელიც ილექება მცენარის უჯრედის კედლებში და ხელს უშლის მიკროორგანიზმების უჯრედში შეღწევას. მცენარეების მექანიკური ბარიერების რიცხვს მიეკუთვნება ეპიდერმისის ზედაპირზე კუტინის არსებობა, რომელიც ხელს უშლის სოკოების ზრდის მილის შეღწევას.

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ მცენარეების ოქსიდაზებს, კერძოდ, პეროქსიდაზებს შეუძლიათ პათოგენების ტოქსინების უეზებელყოფა.

მიღებულია მონაცემები, რომ მცენარეების დაავადებებისადმი რეზისტენტულ ფორმებს აქვთ რეცეპტორული უბნები, რომლებსაც უკავშირდება ტოქსინი, მაშინ როდესაც მდგრადი მცენარეები დაკავშირების ასეთ უბნებს მოკლებულნი არიან.

ლიტერატურაში არის მონაცემები მცენარეებში ცილოვანი ბუნების მაღალ სპეციფიკური ინჰიბიტორების არსებობის შესახებ, რომლებიც აინჰიბირებენ პათოგენების პროტეოლიტურ ფერმენტებს. პროტეინაზების ინჰიბიტორები აღმოჩენილია პარკოსნების, მარცვლოვნების, რთულყვავილოვანთა ოჯახის წარმომადგენლების თესლებში. ინჰიბიტორთა უმრავლესობა მდგრადია პროტეოლიტური დაშლისადმი და წარმოადგენს მცირე მოლეკულური მასის ცილებს. ინჰიბიტორები პროტეოლიტურ ფერმენტებთან წარმოქმნიან მდგრად კომპლექსებს, რის შედეგადაც ფერმენტები კარგავენ აქტივობას.

ნაჩვენებია, რომ ხორბლის ლექტინი იცავს ღივს ფიტოპათოგენებისაგან, რომელთა უჯრედის კედელი აგებულია ქიტინისაგან (*Trichoderma viride*, *Fusarium solani*). ლექტინი აკავშირებს ქიტინის ჯაჭვებს სოკოს ჰიფების ბოლოებთან, რის შედეგადაც მათი ზრდა წყდება. ზრდის შეჩერება იხსნება N-აცეტილ-D-გლუკოზამინის ოლიგომერით ქიტოტრიოზით, რომელიც კონკურირებს ლექტინთან რეცეპტორული უბნებისათვის[2].

ნაჩვენებია ასევე, რომ ბატატის ლექტინი ახდენს *Ceratocystis timbriata*-ს ყველა იმ შტამების სპორების აგლუტინაციას, რომლებიც არ წარმოადგენენ ბატატის სპეციალიზირებულ პათოგენს, მაგრამ ვერ ახდენს აღნიშნული სოკოს სპეციალიზებული პათოგენური შტამის სპორების აგლუტინაციას, რომელიც აავადებს ბატატს.

განსაკუთრებით დამაჯერებელი მონაცემები მასპინძლისა და თავსებადი პათოგენის ლექტინების საშუალებით დაკავშირების შესახებ მიღებულ იქნა პარკოსნებისა და *Rizobium*-ის გვარის აზოტფიქსატორებისათვის. აღმოჩნდა, რომ სხვადასხვა პარკოსნიდან გამოყოფილი ლექტინები ახდენდნენ მხოლოდ იმ აზოტფიქსატორების აგლუტინაციას, რომლებიც მათთვის წარმოადგენდნენ სიმბიონტებს[7].

### **მასალები და მეთოდები**

კველევის ობიექტს წარმოადგენდა სამკურნალო მცენარე *Kalanchoe diargremontiana*-ს ჩეკია კვირტების ლექტინური აქტივობის მქონე სტერილური და არასტერილური ექსტრაქტები, რომელთა ანტიბაქტერიულ და ანტისოკოვან მოქმედებას ვსწავლობდით პრაქტიკაში ცნობილი დისკ-დიფუზიის მეთოდით. ექსტრაქტების სტერილიზაცია ხდებოდა ულტრაიისფერი სხივებით დასხივების რეჟიმში. ტესტ-ობიექტებს წარმოადგენდა ფიტოპათოგენური სოკოები - *Aspergillus niger*, *Cephalosporium sp.*, *Trichoderma viride*, *Fusarium oxysporum*, *Cladosporium herbarum*, *Coniothyrium sp.*, *Phanerochaeta chrysosporium* და ფიტოპათოგენური ბაქტერიები - *Pectobacterium aroidae*, *Xanthomonas campestris*, *Agrobacterium tumefaciens*.

### **შედეგები და მათი განხილვა**

*Kalanchoe diargremontiana*-ს ჩეკია კვირტების ლექტინური აქტივობის მქონე სტერილური და არასტერილური ექსტრაქტების გავლენა ზოგიერთ ფიტოპათოგენურ სოკოებსა და ბაქტერიებზე მოცემულია ცხრილ №1-ზე.

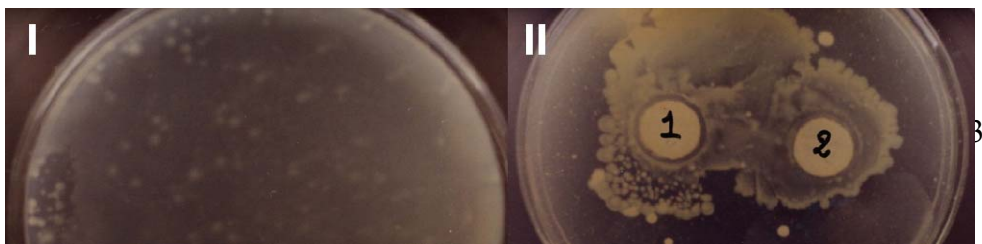


ფიტოპათოგენური მიკროორგანიზმების ტესტ-კულტურები		დათრგუნვის და სტიმულაციის ზონები მმ-ში	
სოკოები		1 ხსნარი (დაუსხიე-ბელი)	2 ხსნარი (დასხიე-ბული)
1	<i>Aspergillus niger</i>	-	-
2	<i>Cephalosporium sp.</i>	-	-
3	<i>Trichoderma viride</i>	-	-
4	<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-
5	<i>Cladosporium herbarum</i>	2-3 მმ დათრგუნვა	4-5 მმ დათრგუნვა
6	<i>Coniothyrium sp.</i>	-	-
7	<i>Phanerochaeta chrysosporium</i>	-	-
ბაქტერიები			
1	<i>Pectobacterium aroidae</i>	4-5 მმ სტიმულაცია	-
2	<i>Xanthomonas campestris</i>	9-10 მმ სტიმულაცია	14-15 მმ სტიმულაცია
3	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	6-7 მმ სტიმულაცია	-

**ცხრილი №1.** *Kalanchoe diagremontiana*-ს ჩეკია კვირტების ლექტინური აქტივობის მქონე სტერილური და არასტერილური ექსტრაქტების გავლენა ზოგიერთ ფიტოპათოგენურ სოკოებსა და ბაქტერიებზე.

როგორც ცხ. №1-დან ჩანს, *Kalanchoe diagremontiana*-ს ჩეკია კვირტების ლექტინური აქტივობის ექსტრაქტებმა მოახდინეს სოკოებიდან მხოლოდ *Cladosporium herbarum*-ის ზრდის ინჰიბირება. ამასთან, სტერილური ექსტრაქტი შედარებით მაღალი დამთრგუნველი აქტივობით გამოირჩევა.

სოკოებისაგან განსხვავებით, ტესტ-კულტურებად ბაქტერიების გამოყენებისას დაფიქსირდა მათი ზრდის სტიმულაცია, რომელიც აქაც უფრო ინტენსიური აღმოჩნდა სტერილური ექსტრაქტისათვის. სტიმულირების ეს ეფექტი განსაკუთრებით შესამჩნევია *Xanthomonas campestris*-სათვის (სურ. №1).



ჩატარებული სამუშაოს საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ კალანხოეს სტერილური ექსტრაქტი იწვევს სოკო *Cladosporium herbarum*-ის ზრდის ინჰიბირებას და *Xanthomonas campestris*-ის ზრდის სტიმულირებას.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. **М. Д. Луцик, Е. Н. Пинасюк, А. Д. Луцик.** *Лектины.* Львов. „Выша школа” 1981.
2. **D. Bazu, P. S. Appukattan.** *Plant lectins specific for N. acetil- $\alpha$ -D galactosamini.* /*J. Biosci*/ 1983 v. 5.p.131-135.
3. **М. Е. Etzler.** *Vegeative tissue lectins from Dolichos bifloris Methods Enzymol.* 1989.v.179.p.341-347.
4. **H. Franz, K. J. Kasa, J. Kocaurek. et al** /*The ricin storey/ Advances in lectin research.* 1988 v.1.p.10-25.
5. **J. Van Parijs, W. F. Broekart, I. J. Goldstein, W. J. Peumans.** *Hevein an antifungal protein from rubler-tree (Hevea brasiliansis) Later.* *Planta* 1991 v.183.p.258-262.
6. **W. J. Peumans, E. J. M. Van Damme.** *Lectins as plant defense proteins.* *Plant Phisiol.* 1995 v. 109.p.347-352.
7. **J. Hamblin, S. P. kent.** *Possible role of phetohemagglutinin in Phaseolus vulgaris L. /Ne/ New Biol.* 1973 v.245.p. 28-30.
8. **L. Sequeira, T. L. Graham.** *Agglutination of avirulent strains of Pseudomonas solanacearum by potato lectin.* *physiol. Plant Pathol.* 1977. v.11.p.43-45.

**MAIA MURGULAIA, MARINA ZARKUA**

**THE STUDY OF KALANCHOE DIAGREMONTIANA  
ANTIBACTERIAL AND ANTI-FUNGUS EFFECT ON SOME**

## PHITOPATHOGENIC BACRERIA AND FUNGI

It was studied the participation of lectins and kalanchoe diagremoniana in the mechanisms of steril extracts on the example of some phytopathogenic bacteria and fungi. As a result steril extract of kalanchoe causes the growth of chladosporium heimarum and also under the conditions of low concentration supresses negatively on the growth of xanthomonas campestris bacteria .

სონ უმის უნივერსიტეტის უროგები  
ტ. VI, 2008

*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*

**ემტროფიკაციისა და „წყლის აყვავილების“ მოვლენები შავი ზღვის დასავლეთ და აღმოსავლეთ სანაპირო ზონებში**

ნაშრომში განხილულია შავი ზღვის აღმოსავლეთ და დასავლეთ სანაპირო ზონებში ემტროფიკაციის გამომწვევი ალგოფლორის დომინანტი სახეობები, მათი მონაწილეობა წყლების „აყვავილებაში“ და „წითელ მოქცევებში“. დადგინდა ემტროფიკაციაში მონაწილე დომინანტ სახეობათა ჯგუფებს შორის ერთგვარი მსგავსება რუმინეთისა და თურქეთის სანაპირო წყლებში. მაგალითად, სახეობა *Euteptia lanovii* გვხვდება ორივე სანაპირო წყლებში. საქართველოს პალიასტომის მონაკვეთში კი, რომელიც ემტროფიკაციის მაღალი ხარისხით გამოირჩევა წყლების აყვავილების პროცესში დომინანტი სახეობების განსხვავებული ფორმები *Nodularia spumigena*, *Anabaenopsis elenkinii* მონაწილეობენ, რაც შავი ზღვის შეღვისა და სხვა ეკოლოგიური პარამეტრების განსხვავებულობით აიხსნება.

**საკვანძო სიტყვები:** ემტროფიკაცია, წყლების „აყვავილება“, ფიტოპლანქტონი, წითელი მოქცევა, შავი ზღვა, წყალმცენარეები.

შავი ზღვის ეკოსისტემა ხასითდება ზომიერი კლიმატით, ვიწრო კონტინენტური შეღვით და დიდი სადრენაჟო აუზით. იგი იკვებება დიდი მდინარეებიდან მტკნარი წყლით. ის მსოფლიოში ანოქსიური წყლის უდიდესი მოცულობის მქონე ზღვაა და ხასიათდება 90%-იანი ანოქსიით (Mee 2004). მიუხედავად ამისა ეს რეგიონი ძალიან პროდუქტიული რეგიონია (>300გკუბ/მ<sup>2</sup>), რომელზედაც უდიდეს გავლენას ახდენენ მდინარეთა ჩანადენები და არასაკმარისი ცვლა ხმელთაშუა ზღვასთან. შავი ზღვის სანაპირო ზონის ეკოსისტემის ბიომრავალფეროვნებას საფრთხეს უქმნის ემტროფიკაცია და ინტენსიური თევზჭერა. გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან დღემდე ემტროფიკაციის პროცესები მნიშვნელოვნად დაჩქარება გამოიწვია დაბინძურების წყაროებიდან ნიტრიფიკაციის ჭარბმა ჩადინებამ. ეს კი, თავის მხრივ, იწვევს სანაპირო ზონაში წყალმცენარეთა მასიურ გამრავლებებს და წყლის გამჭვირვალობის შემცირებას (Mee 2004). ამ მიმართულებით, შავი ზღვის ქვეყნებში ჩატარებული გამოკვლევები დასავლეთ და აღმოსავლეთ სანაპიროს ფიტოპლანქტონის სახეობრივ და რაოდენობრივ შედგენილობაზე, თუმცა შავი ზღვის წყლებში ფიტოპლანქტონის „აყვავილებაზე“ მონაცემები შედარებით მწი-

რია და იგი უფრო შავი ზღვის ჩრდილო-დასავლეთ რეგიონებს მოიცავს.

დღეისდღეობით, წყალმცენარეთა სახეობების მაღალი მრავალფეროვნება შეიმჩნევა რუმინეთის სამხრეთ სანაპიროზე. ამ სექტორში 1982 წლის გამოკვლევებმა აჩვენა მხოლოდ 24 ტაქსონის არსებობა (Celan 1989): 1 Cyanophyta, 11 Chlorophyta, 2 Phaeophyta and 10 Rhodophyta. არსებული წყალმცენარეთა ფლორის ერთგვაროვნება განაპირობა უკანასკნელი 30 წლის მანძილზე წყალმცენარეთა მნიშვნელოვანი სახეობების საერთო რაოდენობის შემცირებამ, რომელიც ზოგადად ეკოლოგიური პარამეტრების ცვლილებასთან არის დაკავშირებული.

წითელ წყალმცენარეთა შორის *Laurencia* (*L. obtusa*, *L. pinnatifida*), *Dasya pelicellata*, *chondria denudate*, *Poliphonia opaca*, *P. subulifera*, *P. denudate f. fragilis*, *Cruoriella dubyi* and *cruoriopsis rosenvingi* თითქმის სრულიად გაქრნენ.

### მასალები და მეთოდები

ფიტოპლანქტონის სახეობრივი და რაოდენობრივი ანალიზისათვის მასალის სინჯების აღება ხდებოდა სტანდარტული მეთოდით, ფიტოპლანქტონის სპეციალური ბადეების საშუალებით. წყლის სიღრმიდან ამოღებული მასალა იწრიტებოდა წლისაგან და ნარჩენი მასა (20 გრ) ფიქსირდებოდა ფორმალდეჰიდის ხსნარში *in situ*. სახეობათა ანალიზისათვის გამოიყენებოდა ბინოკულარული სინათლის მიკროსკოპი 10x, 100x და 400x გადიდებით.

უჯრედების რაოდენობრივი აღრიცხვა ხდებოდა სითხის 1 მლ-ში არსებული უჯრედების რაოდენობის დათვლით. შემდგომში იგი გადაიანგარიშდებოდა 1 ლ წყალზე.

ჩვენს მიერ სინჯები აღებულ იქნა პალიასტომის 3 წერტილიდან: ნაპირიდან, შუა მონაკვეთიდან და ზღვასთან შეერთების ადგილიდან. თუმცა “აყვავილების” შემთხვევაში წყალმცენარეთა დომინანტი სახეობები სამივე წერტილში ერთნაირად დომინირებდნენ.

### შედეგები და მათი განხილვა

ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები შევადარეთ შავი ზღვის დასავლეთ და თურქეთის აღმოსავლეთ სანაპიროდან მიღებული

კვლევების ლიტერატურულ მონაცემებს ევტროფიკაციაში მონაწილე სახეობათა ძირითადი და დომინანტი სახეობების განაწილების მიხედვით.

**წყალმცენარეთა ძირითადი ჯგუფების განაწილება წლების მიხედვით რუმინეთის შავი ზღვის სანაპირო ზონაში.**

**ცხრილი №1.**

პარამეტრი	წყალმცენარეთა ჯგუფები	1960-1970 %	1971-1980 %	1983-1990 %
სისშირე უჯ/1ლ	Diatoms	92,3	84,1	38,3
სისშირე უჯ/1ლ	Dinoflagellates	7,6	11,8	20,0
სისშირე უჯ/1ლ	სხვა ჯგუფები	0,1	4,1	41,7
ბიომასა მგ/მ.კუბ	Diatoms	84,5	60,9	69,2
ბიომასა მგ/მ.კუბ	Dinoflagellates	15,1	37,7	26,4
ბიომასა მგ/მ.კუბ	სხვა ჯგუფები	0,4	1,4	4,4

როგორც №1 ცხრილიდან ჩანს, წლების მიხედვით ხდებოდა დიატომების მნიშვნელოვანი შემცირება და სხვა ჯგუფების პროცენტული რაოდენობის მნიშვნელოვანი გაზრდა, რაც თბილი წყლის მოყვარულ წყალმცენარეთა წარმომადგენლების პროცენტული რაოდენობის გაზრდით აიხსნება (Bodeanue N, 1992).

**რუმინეთის სანაპირო წყლებში „აყვავილებაში“ მონაწილე წყალმცენარეები**

**ცხრილი №2**

წლები	მოვლენები	ფიტოპლანქტონის დომინანტური სახეობები
1971-1980	წყალმცენარეების მასიური გამრავლება	<i>Protocentrum cordatum</i> , <i>Heterocapsa triquetre</i> , <i>Euteptia lanovii</i>
1983-1990	წყალმცენარეების მასიური გამრავლება	<i>Protocentrum cordatum</i> , <i>Heterocapsa triquetre</i> , <i>Euteptia lanovii</i>
1994-	წყალმცენარეების	<i>Protocentrum cordatum</i> , <i>Heterocapsa triquetre</i> , <i>Euteptia lanovii</i> , <i>Emiliania</i>

2001	მასიური გამრავ- ლება	hyxley
------	-------------------------	--------

№1 და №2 ცხრილებიდან ჩანს, რომ ბოლო ათწლეულებში შავი ზღვის რუმინეთის სანაპიროზე დომინირებდნენ *Diatoms* და *Dinoflagellates* სახეობები. მასიურ გამრავლებაში უპირატესად დომინირებდნენ სახეობები: *Protocentrum cordatum*, *Heterocapsa triquetre*, *Euteptia lanovii*.

რაც შეეხება შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროს თურქეთის მონაკვეთს 1991 და 2001 წლებში ტრაპიზონის მიდამოების სანაპირო წყლებში აღებულ ფიტოპლანქტონის სინჯებში დომინირებდა 6 სხვადასხვა სახეობის წყალმცენარე, რომლებიც იწვევდნენ ზღვაში წყალმცენარეთა მიერ „წყლების აყვავილებას“ წითელი მოქცევების სახით.

ბოლო წლებში გაიზარდა წყლის წითელი მოქცევების შემთხვევები ესტუარიებსა და ნერეტიკულ ზონებში (Wyatt and Pazos, 1992; Buskey et al., 1997). გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ფოტოპლანქტონის შესწავლილი 3400-4000 სახეობიდან, 300-მდე სახეობა იწვევს წითელი „აყვავილობის“ მოქცევებს (Smayda, 1997).

ამ არეალში ფიტოპლანქტონის მრავალი სახეობაა დაფიქსირებული, მათ შორის ტოქსიკური წყალმცენარეებიც, მაგრამ არანაირი ცნობები არ არსებობს წყლის ცხოველებზე მათი ტოქსიკური ზემოქმედების შესახებ. ეს უფრო ამ მიმართულებით კვლევების ნაკლებობითაა განპირობებული. თუმცა, ცნობილია, რომ წითელი მოქცევები იწვევენ მნიშვნელოვან ცვლილებებს ეკოსისტემებში, რამდენადაც ამ პროცესს თან ახლავს წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების ცვლილებები და ამ მოვლენების შედეგად ხდება თევზებისა და სხვა ჰიდრობიონტების მასიური დაღუპვა, რაც თავის მხრივ იწვევს შავი ზღვის ბიომრავალფეროვნების დეგრადაციას.

1991-2001 წლებში თურქეთში წარმოდგენილ იქნა შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროს ფოტოპლანქტონის მონიტორინგის პროგრამა. განისაზღვრა სახეობათა სეზონური დინამიკა. ამ წლებში დაფიქსირდა ზღვის წითელი მოქცევის 5 შემთხვევა, რომელსაც უმთავრესად ადგილი ჰქონდა თებერვალ-ივლისის შუალედში. მრავალჯერადი სინჯების ანალიზების შედეგად გამოვლინდა ფიტოპლანქტონის 6 სახეობა, რომლებიც დომინირებდნენ ამ პროცესში. ესენია: *Diplopsalis lenticula*, *Euglena acusformis*, *Eutryptia lanovii*, *Pyramimonas orientalis*, *Scrippsiella trochoidea*, და *Gymnodinium sanguineum*. სახეობათა რიცხოვრები მაჩვენებელი წითელი აყვა-

ვილებს მოვლენის პერიოდში მერყეობდა წყლის 1 ლიტრზე უჯრედების  $0.97 \times 10^6$  და  $356 \times 10^6$  სიხშირეებს შორის. ამ პერიოდში ქლოროფილ-*a*-ს ბიომასა 1 ლიტრ წყალზე მერყეობდა 4.6 - 54.87 მგ-ს შორის (Feyzioglu All M. and Ogut H., 2006).

მნიშვნელოვანია ამ მოვლენის დამოკიდებულება ისეთ ეკოლოგიურ პარამეტრებზე, როგორცაა ტემპერატურა, მარილიანობა, ნიტრატები, ნიტრიტები, ფოსფატები და საერთო რკინა. წითელი აყვავილება ხასიათდებოდა ან წყლის ზედაპირის სრული დაფარვით, ან არათანაბარი განაწილებით. აღნიშნული წითელი მოქცევები გრძელდებოდა 1-დან 4-დღემდე და არ ვრცელდებოდა უშუალოდ სანაპირო ზოლზე.

„აყვავილების“ გამომწვევი სახეობების შემადგენლობა და ეკოლოგიური პარამეტრები წარმოდგენილია ცხრილ №3-ში.

### ტრაპიზონის სანაპირო წყლებში წითელი მოქცევის გამომწვევი სახეობები

ცხრილი №3.

მოვლ. თარიღი	გამომწვევი სახეობები	N-NO <sub>3</sub>	ჰალინურობა(%)	ტემპერატურა (°C)	ქლოროფილ- <i>a</i> მგ $l^{-1}$
ივლისი 1993	<i>Diplopsalis lenticula</i> Berg	0,8	17.1	22.8	4.6
მარტი 1994	<i>Euglena acui-formis</i> Schiller <i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	0,74	14.9	9.5	21.10
ივნისი 1995	<i>Pyramimonas orientalis</i> Butcher ex Mcfadden, Hill, & Wetherbee	0,5	16	23.2	54.87
თებერვალი 2000	<i>Scrippsiella trochoidea</i> Balech ex Leobich III	0,2	18.8	8.7	19.23
ივნისი 2001	<i>Gymnodinium sanguineum</i> Hirasaka	0,12	14.9	22.3	7.6



რაც შეეხება შავი ზღვის აღმოსავლეთ ნაწილის საქართველოს მონაკვეთს, წყლის „აყვავილების“ მოვლენები აქ დაფიქსირდა კოლხეთის დაბლობზე, პალიასტომში. როგორც ცნობილია პალიასტომი 1934 წლამდე წარმოდგენდა მტკნარ წყლიან ტბას შავი ზღვის სანაპირო ზონაში. მას შემდეგ რაც იგი არხის ხელოვნურად გაჭრის შედეგად დაუკავშირდა ზღვას, ზღვის წყლის შემოჭრის შედეგად იგი ფაქტიურად გადაიქცა ზღვის ლაგუნად, რამაც მტკნარი და ზღვის წყლების შერევის შედეგად გამოიწვია მარილიანობის დიდი მერყეობა და ეკოლოგიური პარამეტრების მნიშვნელოვანი ცვლილებები. ყოველივე ეს უარყოფითად აისახა პალიასტომისა და მისი მიმდებარე სანაპირო ზონის ბიომრავალფეროვნებაზე. ამას დაემატა ინტენსიური ფერმერული მეურნეობებიდან და სასოფლო სამეურნეო სავარგულებიდან ბიოგენებით გაჯერებული წყლების ჩადინება. შედეგად გახშირდა ევტროფიკაციისა და წყლების „აყვავილების“ მოვლენები ამ რეგიონში. გასული საუკუნის მეორე ნახევარში პალიასტომში თევზების სახეობების რაოდენობა შემცირდა 39 სახეობიდან 10 სახეობამდე.

ჩვენს მიერ გაანალიზებულ იქნა პალიასტომში წინა წლებში ჩატარებული გამოკვლევების შედეგები და მათი შეჯერების შედეგად გამოვლინდა, რომ „აყვავილების“ მოვლენებში დომინირებდნენ წყალმცენარეთა მტკნარი წყლის ფორმები. ამ მოვლენებს თან ახლდა თევზების მასიური დაღუპვა, რაც გამოიწვეული იყო წყალმცენარეთა ტოქსიკური ფორმების *Nodularia spumigena*-სა და *Anabaenopsis elenkinii*-ის მასიური გამრავლებით. ეს მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილ №4-ში.

**პალიასტომის წყალმცენარეთა დომინანტი სახეობები**  
**ცხრილი 4.**

წლები	მოვლენები.	ფიტოპლანქტონის დომინანტური სახეობები
1934	არხის გაჭრა	<i>Microcystnis pulwerea</i> , <i>Microcystnis viridis</i>
1964	თევზების მასიური დაღუპვა	<i>Nodularia spumigena</i> , <i>Anabaenopsis elenkinii</i>
1977	თევზების მასიური დაღუპვა	<i>Rizosolenia fragilissima</i> , <i>Nodularia spumigena</i>
1992	თევზების მასიური დაღუპვა	<i>Protopteridinium globules var Ovatu</i> , <i>Nodularia spumigena</i>

1997	თევზების დაღუპვა	<i>Nodularia spumigena, Rizosolenia fragilissima</i>
------	------------------	--

თუ შევადარებთ დასავლეთ და აღმოსავლეთ სანაპიროს დომინანტ წყალმცენარეთა ჯგუფებს, მეტი მსაგავსება შეიმჩნევა რუმინეთისა და თურქეთის სანაპირო წყლებში გავცელებულ სახეობათა შორის, მაგალითად სახეობა *Euteptia lanovii* გვხვდება ორივე სანაპირო წყლებში, მაშინ როდესაც სრულიად სხვა სურათია საქართველოს კოლხეთის დაბლობის სანაპირო წყლებში, სადაც როგორ ზღვის, ასევე მტკნარი წყლის სხვა ფორმები დომინირებენ. ყოველივე ეს შეიძლება აიხსნას ნიტრატებისა და სხვა ბიოგენური ელემენტების ჭარბი ჩადინებით შავი ზღვის დასავლეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილებში, ასევე ზღვის შეღვისა და სხვა ეკოლოგიური პარამეტრების (ტემპერატურა, ნალექები, ჰიგროგრაფიული ქსელი და სხვ.) თავისებურებებით.

#### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. **რ. ჩხაიძე.** სსრკ ოკეანოგრაფიისა და მეთევზეობის ინსტიტუტი, საქართველოს განყოფილება, ბიულ. ბათუმი, XIV, 15-17, 1970.
2. **N. Bodeanue.** *Algal and development of the main phytoplanktonic species at the Romaian Black Sea litoral in conditions of eutrophication process.* Science of the Total Environment, suppl. 891-906, 1992.
3. **N. Bodeanu.** *Microalgal Blooms in the Romanian are of the Black Sea and contemporary eutrophication conditions.* Toxic Phytoplankton Bloos in the Sea 03-209, 1993.
4. **Buskey et al.,** *Disruption of grazer population as a contributing factor to the initiation of the Texas brown tide algal bloom.* Limnol and Oceanogr. 42, 1215-1222, 1997.
5. **M. Celan.** *La flore algologique de la mer Noire.* Cercetari Marine – Recherches Marines, 22, 5-106, 1989.
6. **M. Devidze.** *Harmful Algal Events in Georgian Waters.* Xunta de Galicia and Inregovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 1998.
7. **All M. Feyzioglu and H. Ogut.** *Red Tide Observation along the Eastern Black Sea Coast of Turkey.* Turk J. Bot., 30, 375-379, 2006.
8. **Smayda T.J.** *Harmful algal mloom: their ecophysiology and general relevance to phytoplankton bloom in the sea.* Limnol. And Oceanogr 42: 1137-1153, 1997.

9. Wyatt and Pazos, *Harmful algal bloom*. Harmful algae news, 62: 5, 1992.

**MANANA DEVIDZE**

**PHENOMENA OF EUTROPHICATION AND  
„BLOSSOM OF WATER“ IN THE IST AND  
WEST COASTS OF BLACK SEA**

To determine the occurrence of dominant phytoplankton species causing eutrophication and relevance of these algal species to harmful algal blooms and red tides along the eastern and western Black Sea coast is consider. There is defined the similarity of some algal groups of dominant species in Romanian and Turkish coastal zones. Species *Euteptia lanovii* is dominant in coastal waters of both countries. In Georgian Paliastomi district, which is characterized with high level of eutrophication, different groups of algal species *Nodularia spumigena*, *Anabaenopsis elenkinii* cause harmful algal bloom in Paliastomi lagoon. It is considered that differences of the Black Sea shelf and other ecological parameters define differences of algal groups.

**სონ უმის უნივერსიტეტის უროგები**  
**ტ. VI, 2008**

*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*

**ილია გოროზია, ნანა კოტია, ირინე ბულისკერია, ნანა  
მელია, სოფიკო სურმავა, ზაურ ლომთათიძე**

**კახეთის რეგიონში ვაზის ძირითადი დაავადებების  
ბავრცელება**

*ქვეყნდება საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის №  
მ/მთ 7/6-231 გრანტით.*

შესწავლილია კახეთის რეგიონში ინტენსიური მევენახეობის რაიონებში ვაზის ძირითადი დაავადებების – ჭრაქისა და ნაცრის გავრცელება.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შედგენილ იქნა ვაზის დაავადებების – ჭრაქისა და ნაცრის გავრცელების გეოგრაფიული რუქა კახეთის რეგიონის ინტენსიური მევენახეობის რაიონებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ვაზი, ვაზის ძირითადი დაავადებები, დაავადებების გავრცელების გეოგრაფიული რუქა.

საქართველო წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო ქვეყანას. კულტივირებული სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებიდან ვაზს ისტორიულად ერთ-ერთი უპირველესი ადგილი უჭირავს. ქართული ღვინოები საქართველოს საექსპორტო პროდუქციის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია და მზარდი პოტენციალით ხასიათდება.

ვაზის კულტურას მრავალი საშიში დაავადება გააჩნია, რომელთა შორის უმთავრესს წარმოადგენს ჭრაქი (გამომწვევი – *Plasmopara viticola*) და ნაცარი (გამომწვევი – *Uncinula necator*). ეს პათოგენური სოკოები არა მხოლოდ თრგუნავენ მცენარის ზრდა – განვითარებას, არამედ მოქმედებენ როგორც მის პროდუქტიულობაზე, ასევე წარმოებული ღვინის თვისობრივ და რაოდენობრივ შედგენილობაზე, ხარისხზე და საგემოვნო თვისებებზე.

აქედან გამომდინარე, ღვინის ექსპორტიორ ქვეყნებში მოქმედებს ვაზის პათოგენური დაავადებების მონიტორინგზე, კარანტინსა და ლოკალიზაციაზე პასუხისმგებელი, ბრძოლის სტრატეგიისა და ტაქტიკის შემუშავებისა და სხვა სამსახურები. მათი ეფექტურობის ასამაღლებლად, აუცილებელია კონკრეტულ რეგიონებში პათოგენების ბიოლოგიის (გამოზამთრება, სპორების გაღვივება, ვეგეტაციის თავისებურებები, გარემო პირობებზე დამოკიდებულება და სხვა.) დადგენა და მისი კავშირების გამოვლენა მასპინძელი მცენარის ვეგეტაციურ თავისებურებებთან. ამასთან,

გარემოს კლიმატური და გეოგრაფიული თავისებურებებიდან ვენახებში შეიძლება წარმოდგენილ იქნას ორივე დაავადება, თუმცა უფრო ხშირად ერთი პრევალირებს. ამის გამო, ბრძოლის მეთოდების თავისებურებები და ვადები ინდივიდუალურია კონკრეტული რაიონებისათვის, თუნდაც ერთი მევენახეობის რეგიონის ფარგლებში.

საქართველოში ბოლო 15-20 წლის განმავლობაში მთლიანად მოიშალა ვაზის დაავადებების კონტროლისა და მათთან ბრძოლის ერთიანი სისტემა, შეიცვალა არა მხოლოდ ვენახების ფართობები, არამედ მათი გაშენების ტერიტორიები. ამის გამო, შეიცვალა ვაზის დაავადებების გავრცელების არეალებიც.

აქედან გამომდინარე, ჩვენი სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა დაგვედგინა საქართველოს, კერძოდ, კახეთის ინტენსიური მევენახეობის რეგიონების გეოგრაფიული ლოკალიზაცია და მათში ვაზის დაავადებების გავრცელების თვისობრიობა და თავისებურებები.

### **მასალები და მეთოდები**

კახეთის რეგიონში ინტენსიური მევენახეობის ზონას წარმოადგენს შიდა კახეთის რეგიონი. რადგან გარე კახეთის მევენახეობა ნაკლებ მნიშვნელოვანია, როგორც ვენახების ფართობებით, ისე პროდუქციის ხარისხით[1].

შიდა კახეთის მევენახეობის რეგიონის გეოგრაფიული მდებარეობა განსაზღვრულ იქნა ლიტერატურული მონაცემებითა და გასვლითი ექსპედიციების საშუალებით[2].

ვაზის დაავადებების მონიტორინგი ხდებოდა მათთვის დამახასიათებელი კლინიკური ნიშნების მიხედვით.

მონაცემები შეგროვებულ იქნა 2008 წლის ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში.

მონიტორინგის შედეგების დატანა ხდებოდა საქართველოს გეოგრაფიულ რუქაზე.

### **შედეგები და მათი ანალიზი**

საქართველოს ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული მხარე კახეთი, მევენახეობის თვალსაზრისით, იყოფა ორ რეგიონად: გარე კახეთი და შიდა კახეთი. ამასთან, ყურძნის მოსავლის რაოდენობით, მისი ხარისხითა და სამრეწველო დანიშნულებით, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია შიდა კახეთის რეგიონი. ლიტერატურული წყაროებისა და საკუთარი მონაცემების შეჯერებით, შედგენილ იქნა ცხრილი (№1), რომელშიც მოცემულია კახეთის

ინტენსიური მევენახეობის რეგიონებში, რაიონებში, მიკრორაიონებსა და ზონებში ვაზის ძირითადი დაავადებების (ნაცარი - *Uncinula necator* და ჭრაქი - *Plasmopara viticola*) გაგრძელება და ვენახების გაშენების ტერიტორიების სიმაღლე ზღვის დონიდან:

რეგიონი	რაიონი	მიკრორაიონი	ზონები	ვენახების განლაგება სოფლების მიხედვით	სიმაღლე ზღვის დონიდან და გაგრძელებული დაავადებანი	
შიდა კახეთი	თელავი	ახმეტა	-	ახმეტა, მატაანი, მარიღისი	550-600, ნაცარი	
		ივალთო	ზედა	ივალთო, ახაშენი, ქისტაური, ზემო ხოდაშენი, აწყური, ვარდისუბანი	600-700, ნაცარი	
			შუა	ბოსტანა, ოკიო, ხორხელი, არაშენდა, რუისპირი, ყარაჯალა, თოხლიაური, არტაზანი, მერე	450-500, ნაცარი	
			ქვედა	ბაიოხო, კოგოტო, ჯანაანი, ახათელი, გულგულა	400, ჭრაქი	
		წინანდალი	ზედა	შალაური, კისის ხევი, ვანტა, ქვემო ხოდაშენი, წინანდალი(ნაწ), აკური(ნაწ)	550-600, ნაცარი	
			შუა	კურდღელაური, კონდოლი, წინანდალი, აკური	500-560, ნაცარი	
			ქვედა	ტოგნიანი, კონდოლი (ნაწ)	400-500, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი	
		ნაფარეული	პირე.	ფშაველი, ზემო და ქვემო ალვანი, ლალისყური, არგოხი, ბაბანეური, ფინხოვანი, მადრანი	450-500, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი	
			მეორე	ხანიორე, ჯუგაანი, ხანავარდო, არტანა, ნაფარეული	400-450, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი	
		გურჯაანი	მუკუზანი	ზედა	შრომა, კალაური, შაშიანი, ურიათუბანი, ზაგაანი, ახაშენი, მუკუზანი	450-500, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი
				შუა	შრომა, ქალაური, ურიათუბანი, მუკუზანი, ახაშენი	450-500, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი
				ქვედა	ველის ციხე	400, ჭრაქი
	კარდენახი		ზედა	კოშკი, კოტეხი	450-550, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი	
			შუა	ჩუმლაყი, გურჯაანი, ვეჯინი, კოლაგი	450-550, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი	
			ქვედა	ჩუმლაყი, გურჯაანი, ვეჯინი(ნაწ)	450-550, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი	
	კარდენახი		ზედა	ბაკურციხე, კარდენახი	450-550, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი	
			ქვედა	ბაკურციხე, კარდენახი	450-550, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი	
	ჯიშითი		-	ჭალაუბანი, მელაანი, ფხოველი, ზიარი, ქოდალო, ნანიანი, ჯიშითი, კაჭრეთი, ხიბლიანი, ყანდაურა	750-850, ნაცარი	
	სიღნაღი	ანაგის	-	ანაგი, ვაქირი, მაშნაარი	650-750, ნაცარი	
		ძველი წნორი	-	წნორის წყალი, ხაკობო, ძველი წნორი, ძველი ანაგი	600-800, ნაცარი	

		<b>ბოდბისხევი</b>	-	ბოდბისხევი, ზემო და ქვემო მანხაანი, მირზაანი, არბოშიკი, ბოდბე, მაღარო, ასანური, ჯუგაანი, ტიბაანი, ნუკრიანი, სილნალი(ნაწ)	500-700, ნაცარი, მცირედ ჭრაქი
<b>გარე კახეთი</b>	<b>საგარეჯო</b>	<b>ყვარელი</b>	ზედა	ყვარელი, ახალსოფელი, ზინობიანი, საცხენისი	300-600, ჭრაქი, მცირედ ნაცარი
			შუა	ყვარელი, ჭიკაანი, ქუჩაბანი	300-600, ჭრაქი, მცირედ ნაცარი
			ქვედა	ახალი გავაზი, სანავარდო, პაშაანი, ძაგაანი	300-600, ჭრაქი, მცირედ ნაცარი
		<b>ხაშმი</b>	-	ხაშმი, სართიჭალა	600-850, ნაცარი
		<b>საგარეჯო</b>	-	ნინოწმინდა, გორგიწმინდა, ანთოკი, მარიამჯვარი, საგარეჯო, აბულახი, თოხლიაური, ბერთუბანი	600-850, ნაცარი
		<b>მანავი</b>	-	მანავი, ჩაილური, კაკაბეთი	600-850, ნაცარი
<b>ლაგოდეხი</b>	-	ცოდნის კარი, ლაგოდეხი, ატენი.	300-500, ჭრაქი, მცირედ ნაცარი		

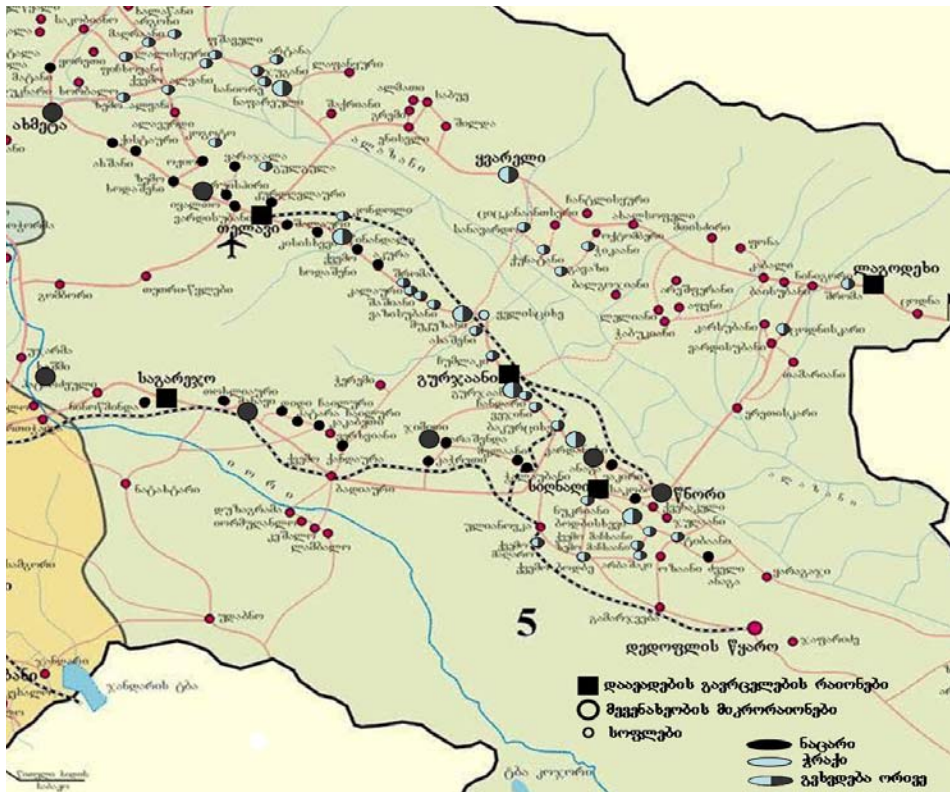
**ცხრილი №1.** კახეთის ინტენსიური მევენახეობის რეგიონებში, რაიონებში, მიკრორაიონებსა და ზონებში ვაზის ძირითადი დაავადებების გავრცელება.

ცხ. №1-ში მოცემული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კახეთის ინტენსიური მევენახეობის რეგიონებში, ძირითადად გავრცელებულია ორივე დაავადება, ამასთან, სილნალის, გურჯაანისა და თელავის რაიონებში დომინირებს ნაცარი, ხოლო ჭრაქს აქვს მეორადი ინფექციის სახე, ხოლო საგარეჯოს რაიონში – საპირისპირო მოვლენას აქვს ადგილი.

ზოგიერთ მიკრორაიონში დაავადება მონოინფექციური ხასიათისაა. კერძოდ, იყალთოს ზედა და შუა ზონაში, წინანდალში, ჯიშითში, ანაგაში, ძველ წნორში, ხაშმში, საგარეჯოსა და მანავში, ძირითადად, გავრცელებულია ნაცარი, ხოლო იყალთოსა და მუკუზანის ქვედა ზონებში – ჭრაქი.

დავადებების მსგავსი გეოგრაფიული გავრცელება, სავარაუდოდ, განპირობებულია კლიმატურ-ნიადაგობრივი და გეოგრაფიული თავისებურებებით, რაც შემდგომ შესწავლას მოითხოვს.

მიღებული მონაცემები დატანილ იქნა კახეთის რეგიონის გეოგრაფიულ რუქაზე (სურ. №1).



სურათზე მოცემული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ვაზის დაავადებები, ჭრაქი და ნაცარი ფართოდ არის გავრცელებული და მთლიანად მოიცავს კახეთის ინტენსიური მევენახეობის მთელ რეგიონს, მიუხედავად იმისა, რომ ბოლო პერიოდში ვაზის საწარმოო ფართობები მნიშვნელოვნად შემცირდა. ამასთან, შეიცვალა გაშენებული ვენახის ჯიშობრივი შემადგენლობა დაავადებებისადმი მდგრადი და კომერციის თვალსაზრისით უფრო ხელსაყრელი ვაზის წითელი ჯიშებით.

შედეგებიდან გამომდინარე, დაავადებების გავრცელებულობა და ინფექციის თვისობრიობა მოითხოვს მათთან ბრძოლის ერთიანი სტრატეგიის შემუშავებას და ბრძოლის ინტენსიფიკაციას.



## გამოყენებული ლიტერატურა

1. რ. ქორაშვილი. დისერტაცია: ვაზის უმთავრესი მავნებლების წინააღმდეგ ბრძოლის მიკროზონალური სისტემების დამუშავება კახეთის რეგიონში. თბ. 1995წ.
2. ა. პ. დვალაძე. ვაზის უმთავრესი ავადმყოფობანი და მავნებლები. ტფილისი, სახელმწიფო გამომცემლობა, 1931წ. გვ. 55.

**ILIA GOROZIA, NANA KOTIA, IRINE BULISKERIA, NANA MELIA,  
SOFOKO SURMAVA, ZAUR LOMTATIDZE**

### **DISTRIBUTION OF MAJOR GRAPEVINE DISEASES IN KAKHETI REGION**

Have been studied major diseases- Powdery Mildew and Downy Mildew of grapevine in some intensive vine-growing regions of Kakheti.

According to the data analysis has been formed Geographical map of prevalence of major diseases of grapevine-Powdery Mildew and Downy Mildew for main vine-growing regions of Kakheti. In some minor part of this region the disease look like as mono-infection. The most part of these territories is characterized by the mixed infections, in which predominate either *Plasmopara viticola* or *Uncinula necator*.

სოხუმის უნივერსიტეტის შრომები  
ტ. VI, 2008

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია

ირინა ბრიზოლია, თამარ კორსანტია

ვაკის პარკის ფიჭვოვანი მცენარეები

შესწავლილია ვაკის პარკის განაშენებაში გამოყენებული მცენარეების სახეობრივი შემადგენლობა. შესწავლილია მათი ფიზიოლოგიური მდგომარეობა და ადგილობრივ პირობებთან შეგუებულობა, გამოვლენილია გამწვანებისათვის პერსპექტიული შემდეგი სახეობები - *Picea pungens*, *Cedrus deodora*, *Pinus sosnowskyi*, *Cupressus sempervirens*, *Platycladus (Biota) orientalis*, *Juniperus sabina*.

**საკვანძო სიტყვები:** ვაკის პარკი, გამწვანება.

ბაღებისა და პარკების გაშენების ხელოვნება არქიტექტურის ერთ-ერთი თავისებური სახეა, სადაც გამოყენებული და გახსნილია ბუნებრივი პირობების სიმდიდრე ადამიანის მოთხოვნილებათა დასაკმაყოფილებლად. ქალაქის მთლიან კომპოზიციურ სტრუქტურაში მწვანე ნარგაობას უაღრესად დიდ მნიშვნელობა ენიჭება. მას აწყობენ სანიტარულ-ჰიგიენური პირობების, ქალაქის გალამაზების და მოსახლეობისათვის დასასვენებელი ადგილის შექმნის მიზნით[4].

ქ. თბილისის ვაკის კულტურისა და დასვენების პარკი შიდასაქალაქო საერთო სარგებლობის გამწვანებას ეკუთვნის, რომელიც 1946 წელს გაშენდა და წარმოადგენს მოსახლეობის ჯანსაღი და კულტურული დასვენება-გართობის ადგილს. ის ერთ-ერთი მსხვილი ლანდშაფტური ობიექტია, რომლის ტერიტორია ფერდობების ჩათვლით 102 ჰექტარია, საკუთრივ პარკს კი 30 ჰექტარი ფართობი უჭირავს. პარკის არქიტექტურული პროექტი შეადგინა ქუჯი დგებუაძემ დეკორატორ ნელი ციციშვილის კონსულტაციით და მონაწილეობით[2].

გამწვანების მიღწევები და ასორტიმენტის სიმდიდრე ბევრად დამოკიდებულია ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებზე. თბილისის კლიმატი ზომიერად თბილი და კონტინენტურია, ზაფხული – ცხელი და მშრალია, ზამთარი – ნაკლებ ნალექიანია, მაგრამ, ზოგ შემთხვევაში, საკმაოდ ცივი. მრავალწლიანი მონაცემებით, ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა +12,6°C-ია. ყველაზე ცივი თვის – იანვრის საშუალო ტემპერატურა +0,6°C-ია, აბსოლუტური მინიმუმი -19°C. ყველაზე ცხელი თვეების (ივლისი, აგვის-

ტო) აბსოლუტური მაქსიმუმი  $+38,5+40^{\circ}\text{C}$ -ია. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 516 მმ-ია, რომელთა დიდი ნაწილი გაზაფხულზე მოდის, ზაფხული გვაღვიანია. ჰაერის საშუალო წლიური ფარდობითი ტენიანობა 64 %-ია. წყლის დეფიციტი განსაკუთრებით აღინიშნება ზაფხული თვეებში, როცა ტენიანობის კოეფიციენტი 0,2-0,5-მდე მცირდება. ამას ისიც ემატება, რომ სავეგეტაციო პერიოდში ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა მკვეთრად ეცემა და ხშირად 10-15 %-ის ტოლია, რაც კიდევ უფრო ამწვავებს მცენარეთა წყლის დეფიციტს. თბილისის ნიადაგები ძირითადად სამი ტიპისაა: ყავისფერი, ალუვიური და წაბლა.

ვაკის პარკის გეგმარებითი სტრუქტურა შერეული ტიპისაა. მის შესასვლელთან, ცენტრალურ მაგისტრალზე გამოყენებულია გეგმარების რეგულარული, ხოლო დანარჩენ ნაწილში ლანდშაფტური ტიპი. მწვანე ნარგავთა სახეობა იმდენად დიდია, რომ პარკი თავისი მრავალფეროვანი მცენარეებით დენდროპარკს უახლოვდება. პარკის ტერიტორიაზე მერქნიანი მცენარეები გამოყენებულია როგორც ბუნებრივი, ისე ხელოვნური სახით.

საკვლევ ტერიტორიაზე მცენარეთა ინდივიდების რიცხოვნობით ვადგენდით სიმრავლეს. კერძოდ, თუ მთელ შესწავლილ ტერიტორიაზე ინდივიდების რიცხვი იყო 10-ზე ნაკლები მას ვთვლიდით მცირედ, თუ ინდივიდების რიცხვი 10-სა და 100-ს შორის მერყეობდა მას ვთვლიდით საშუალოდ, ხოლო თუ ინდივიდების რიცხვი 100-ზე მეტი იყო, მას ვთვლიდით მრავლად.

წიწვოვანები აერთიანებს მერქნიან და ძვირფას დეკორატიულ მცენარეებს, რომლებიც შეიცავენ სამკურნალო ნივთიერებებს და ფისს, გამოიყენებიან ქარსაფარი და მინდორსაცავი ტყის ზოლების მშენებლობაში, ქალაქების და სამრეწველო ცენტრების, სარეკრეაციო ადგილების, ჩამორეცხილი ფერდობების გამწვანებაში, ბაღ-პარკების, სკვერების და ხეივნების გაფორმებაში.

ვაკის პარკის გამწვანებაში წიწვოვანი მცენარეები წარმოდგენილია 3 ოჯახით, 9 გვართა და 10 სახეობით. ეკზოტებიდან ჩრდილოეთ ამერიკულია 2 სახეობა, აღმოსავლეთ აზიური – 2, ხმელთაშუა ზღვის – 1, ჰიმალაური –1. 4 სახეობა საქართველოს ფლორის წარმომადგენელია [1].

**ოჯახი - ფიჭვისებრთა (*Pinaceae Lindl*).** ვაკის პარკში იზრდება 4 გვარის 5 სახეობა.

აღმოსავლეთის ნაძვი - *Picea orientalis (L.) Link* - 50 მ-მდე სიმაღლის მცენარეა, რომელიც ბუნებრივად გავრცელებულია კავკასიასა და მცირე აზიაში ზღვის დონიდან 1000-2150 მ სიმაღ-

ლეზე[3]. ის მეზოფიტი და ნელამზარდია. ცოცხლობს 400-500 წელი[3].

ვაკის პარკში მცირე რაოდენობით იზრდება დაჩრდილულ ადგილას სოლიტერის სახით, რომელთა მაქსიმალური სიმაღლე 3 მ-მდეა. აქვს ვიწრო კონუსისებრი ვარჯი, დამაკმაყოფილებელი მდგომარეობა, არ მსხმოიარობს.

მხველეტავი ნაძვი - *Picea pungens Engelm* - 50 მ-მდე სიმაღლის მცენარეა, რომელიც ბუნებრივად გავრცელებულია ჩრდილოეთ ამერიკაში ზღვის დონიდან 2000-3000 მ-დე. იტანს ჰაერის სიმშრალეს და მაღალ ტემპერატურას. წიწვოვანებს შორის ყველაზე მეტად იტანს მტვერს და მაგნე აირებს [5]. ნიადაგის მიმართ მომთხოვნი არ არის. ცოცხლობს 400 - 600 წელი.

ვაკის პარკში დაჩრდილულ და ღია ადგილზე ჯგუფური ნარგაობის სახით იზრდება მისი ერთ-ერთი ფორმა *P.p.f. glauca artgentea Beiss*, ვერცხლისფერი წიწვებით, რომელთა სიმაღლე 12-15 მ-ია, დიამეტრი 32 სმ. მსხმოიარობს და აქვს კარგი ვეგეტატიური მდგომარეობა. დეკორატიულია და აქვს კონუსისებრი ვარჯი. მშრალ პირობებში საჭიროებს მორწყვას.

კავკასიური სოჭი - *Abies nordmanniana (Stev.) Spach* - 70 მ-მდე სიმაღლის მცენარეა, რომელიც ბუნებრივად გავრცელებულია ამიერ- და იმიერკავკასიაში, მცირე აზიის ჩრდილოეთ ნაწილში, ზღვის დონიდან 2200 მ-ის სიმაღლემდე. ის შედარებით სწრაფმზარდი, ყინვაგამძლე და მეზოფიტია. ცოცხლობს 700-800 წლამდე. ვაკის პარკში მცირე რაოდენობითაა და მსხმოიარობს. თესლი მწიფდება სექტემბერ-ოქტომბერში. ჰაერისა და ნიადაგის სიმშრალის გამო ნელა იზრდება. პარკში მისი სიმაღლე 12-15 მ-ია, გარშემოწერილობა 70 სმ. გამოყენებულია ჯგუფურ ნარგაობაში. დეკორატიულია, პირამიდული ვარჯით და წიწვებით.

ჰიმალაური კედარი - *Cedrus deodora Loud* - 60 მ სიმაღლის და 5 მ-მდე დიამეტრის მცენარეა, პირამიდული ვარჯით, რომელიც ბუნებრივად გავრცელებულია ავღანეთში, ჩრდილო-დასავლეთ ჰიმალაიში, ზღვის დონიდან 3600 მ-ის სიმაღლეზე. სწრაფმზარდი და დიდხნოვანი მცენარეა. იტანს ჰაერისა და ნიადაგის სიმშრალეს. ვაკის პარკში დაირგო 1951 წელს. რაოდენობრივად მრავალია. სიმაღლით 20-25 მ-მდეა, დიამეტრი 77 სმ-ია. იზრდება რიგობრივი ნარგაობის, ჯგუფების და სოლიტერის სახით, რომელთა მაქსიმალური სიმაღლე 20-25 მ-ია, სიშხო 231 სმ. აქვს კარგი ვეგეტატიური მდგომარეობა და მსხმოიარობს. თესლი მწიფდება მეორე წლის ბოლოს, ან მესამე წლის დასაწყისში.

კავკასიური ფიჭვი - *Pinus sosnowskyi Nakai* - 30-35 მ-მდე სიმაღლის მცენარეა, რომელიც ბუნებრივად გავრცელებულია კავკასიაში ზღვის დონიდან 2500-3000 მ-ის სიმაღლემდე. ცოცხლობს 400 წლამდე[3]. ვაკის პარკში ერთეული ან ჯგუფური ნარგაობის სახით იზრდება, მსხმოიარობს, კარგადაა განვითარებული, მრავლადაა მაქსიმალური 20 მ სიმაღლისა და 40 სმ გარშემოწერილობის ეგზემპლარი. სინათლის მოყვარული და ქსეროფიტია.

ოჯახი ტაქსოდიასებრთა - *Taxodiaceae F. W. Neger* - ვაკის პარკში იზრდება ერთი გვარის ერთი სახეობა.

იაპონური კრიპტომერია - *Cryptomeria japonica Don* - 60 მ-მდე სიმაღლის და 2 მ-მდე დიამეტრის ხეა, რომელიც ბუნებრივად გავრცელებულია ცენტრალურ და სამხრეთ იაპონიაში, ჩინეთში, ზღვის დონიდან 600-დან 2000 მეტრამდე. სწრაფმზარდი, ჩრდილისამტანი, ყინვაგამძლე, ტენისმოყვარული მცენარეა. ვერ იტანს კირიან ნიადაგს. ის საპარკო მშენებლობისათვის ძვირფასი ჯიშია, რომელიც გამოიყენება ჯგუფური ნარგაობის, ხეივნების და ცოცხალი ღობეების შესაქმნელად, ხოლო მისი ფორმა, როგორც სოლიტერი, ქარსაცავი ზოლებისა და ტყის გასაშენებლად გამოიყენება, მაგრამ თბილისში იჩაგრება გვალვებისა და ნიადაგის დამლაშების გამო. ვაკის პარკში დაჩრდილულ ადგილას იზრდება, ვიწროპირამიდული ვარჯის მქონე 8 მ-მდე სიმაღლის და 52 დიამეტრის ერთი ეგზემპლარი, რომელიც არ მსხმოიარობს და წვერხმელია. ვაკის პარკის გამწვანებაში ნაკლებად პერსპექტიული სახეობაა.

ოჯახი კვიპაროსისებრთა - *Cupressaceae F. W. Neger* - ვაკის პარკში იზრდება 4 გვარის 4 სახეობა.

მარადმწვანე კვიპაროსი - *Cupressus sempervirens L.* - 30 მ-მდე სიმაღლის მცენარეა, რომელიც გავრცელებულია ხმელთაშუაზღვეთის რეგიონში, მცირე აზიასა და ირანში, ზღვის დონიდან 500-600 მ სიმაღლემდე. ცოცხლობს 2000 წელი[3]. ფართო ეკოლოგიური დიაპაზონის მქონე მცენარეა. გვალვაგამძლეა და იტანს  $-15-20^{\circ}\text{C}$ -იან ყინვასაც. ვაკის პარკში იზრდება სოლიტერის, ჯგუფების ან რიგობრივი ნარგაობის სახით. გვხვდება ჰორიზონტალური და პირამიდული ფორმის ვარჯის მქონე მისი მრავალი, კარგი ვეგეტატიური მდგომარეობის, 10-15 მ სიმაღლის მსხმოიარე ეგზემპლარები. „ყვავილობს“ მარტ-აპრილში, თესლი მწიფდება „ყვავილობიდან“ მეორე წელს.

ადმოსავლეთის ბიოტა (პლატიკლადუსი) *Platycladus (Biota) orientalis (L.) Franco* - 20 მეტრამდე სიმაღლის მცენარეა, რომელიც ბუნებრივად ჩინეთში და იაპონიაშია გავრცელებული. ნელა მზა-

რდი, ჩრდილის ამტანი და გვალვავაგმძლე მცენარეა. აქვს მრავალი ბალური ფორმა. ვაკის პარკში მრავლადაა წარმოდგენილი კარგი ვეგეტატიური მდგომარეობის მსხმოიარე ეკზემპლარები პირამიდული ვარჯით, რომლებიც გამოყენებულია ერთეული მცენარეების, ბორდიურის და კომპაქტური ბუჩქების სახით. ბევრი მათგანი გაფორმებულია გეომეტრიულ სტილში (ბურთისებრი, კვერცხისებრი). ხისებრი ფორმები სიმაღლით 5-7 მ-მდეა, ხოლო ბორდიურად გამოყენებული - 1,5 მსიმაღლისაა.

კაზაკური ღვია – *Juniperus sabina L.* - 2 მ-მდე სიმაღლის ბუჩქია, რომელიც ბუნებრივად გავრცელებულია კავკასიაში, ციმბირში, შუა და სამხრეთ ევროპასა და ცენტრალურ აზიაში, ზღვის დონიდან 1500-3000 მ სიმაღლეზე. ვაკის პარკში მცირე რაოდენობით იზრდება 2 მ-მდე სიმაღლის *J. s. f. fastigiata hort* - ხისმაგვარი, სვეტისებრი ფორმის ვარჯით, რომელიც გამოყენებულია სოლიტერად პარკის მთავარ შესასვლელთან არსებული ტერიტორიის გასამწვანებლად და აქვს კარგი ვეგეტატიური მდგომარეობა.

ნაზი ტუია – *Thuja plicata D. Don* - 75 მ-მდე სიმაღლის მცენარეა, რომელიც გავრცელებულია ჩრდილოეთ ამერიკაში. ტიპური მეზოფიტია, სუსტად ვითარდება მშრალ და გვალვიან ადგილებში. ცოცხლობს 800 წლამდე. ვაკის პარკში გვხვდება 5 მ-მდე სიმაღლის რამოდენიმე მცენარე დამაკმაყოფილებელი ვეგეტატიური მდგომარეობით, რომელიც გამოყენებულია ჯგუფურ ნარგაობაში.

ამრიგად, ვაკის პარკის წიწვოვანი მცენარეებიდან გამწვანებისათვის პერსპექტიულ სახეობებს წარმოადგენს: *Picea pungens*, *Cedrus deodora*, *Pinus sosnowskyi*, *Cupressus sempervirens*, *Platycladus (Biota) orientalis*, *Juniperus sabina*.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. *საქართველოს ფლორა*. ტ. I, მეცნიერება, თბ., 1971.
2. **ე. ქ. მერაბიშვილი**. *თბილისის მთაწმინდის და ვაკის კვბ გა-მოცდილებიდან*. თბ., 1970.

3. ა. ციცივიძე, გ. გიგაური, გ. გაგოშიძე. *დენდროლოგია, შიშველთესლოვანები*. ნაწ. I, განათლება, თბ., 2004.
4. ი. ხმალაძე. *გამწვანების საფუძვლები*. თბ., 1961.
5. А. И. Колесников. *Декоративная дендрология. Лесная промышленность*. М., 1974.

**IRINA GRIGOLIA, TAMAR KORSANTIA**

**VAKE PARK'S CONIFEROUS PLANTS**

Development coniferous plants of Vake's Park was studied. Prospects of their use in planting of greenery were conveyed. All are growing: 3 family, 9 genus and 10 species in prospected for greenery: *Picea pungens*, *Cedrus deodora*, *Pinus sosnowskyi*, *Cupressus sempervirens*, *Platycladus (Biota) orientalis*.

**ვაჟა თოდუა, მარია მჭედლიშვილი**

**აპომიქსისის ინდუცირება *Citrus L.* და *Hippophaë L.*-ის ბვარეუში**

XIX საუკუნის ბოლოსთვის ფარულთესლოვან მცენარეთა მრავალ სახეობაში აღწერილი იყო თესლების წარმოქმნის შემთხვევები განაყოფიერების გარეშე. მცენარეთა გამრავლების ასეთი ფორმების აღსანიშნავად, როდესაც ადგილი არა აქვს სასქესო უჯრედების (მამრობითი და მდედრობითი გამეტების) შერწყმას, ვინკლერმა (1908) შემოიღო ტერმინი „აპომიქსისი“.

აპომიქსისისადმი ინტერესი განისაზღვრება იმით, რომ გამრავლების ეს ხერხი აღმოჩენილია ყვავილოვანი მცენარეების მრავალი სახეობაში და ბიოლოგიის მთელი რიგი თეორიული და პრაქტიკული საკითხები, ამა თუ იმ ხარისხით, დაკავშირებული აღმოჩნდა მასთან. მაგალითად, აპომიქსისის პრობლემის გადაწყვეტა უცილობლად მიგვიყვანს ექსპერიმენტული მუტაგენეზის მეთოდების გამოყენების აუცილებლობასთან აპომიქტური წარმოშობის მცენარეების მისაღებად, და რაც საინტერესოა, ჰაპლოიდური და დიპლოიდური აპომიქტების გამოყენებით შესაძლებელია მნიშვნელოვნად გაიზარდოს ექსპერიმენტული მუტაგენეზის ეფექტურობა.

**საკვანძო სიტყვები:** აპომიქსისი, მაიონიზირებელი სხივები, ინდუცირება, დედის მსგავსი ჰაპლოიდური და დიპლოიდური მცენარეები.

აპომიქსისი – საკმაოდ გავრცელებული მოვლენაა ციტრუსებში. პირველი ცნობები აპომიქტური ნათესარების წარმოქმნაზე ციტრუსების კულტურებში, მიეკუთვნება 1897 წელს, როდესაც ვებერმა და სვინგლიმ ფლორიდაში (აშშ) ონცირუს ტრიფოლიატა-ს მტვერით ფორთოხლის ხელოვნური განაყოფიერებით მიიღეს აპომიქტური შთამომავლები. შემდგომში ეს მოვლენა აღწერეს მამფორიამ (Мампория, 1957), კაპანაძემ (Капанაძე, 1968), ჩახაიამ, თუთბერიძემ, თოდუამ (Чахая, Тутберидзе, Тодуа, 1979).

აღნიშნული მკვლევარების აზრით, ნუცელური ჩანასახები ვითარდებიან გაუნაყოფიერებლადაც, დამმტვერავის სტიმულის



შედგება და ნუცელური თაობა სრულიად იდენტურია მდედრობითი ეგზემპლარებისა.

აპომიქსისი შეიძლება გამოიწვიოს პოლიპლოიდიზაციისა და შორეული ჰიბრიდიზაციის მოვლენებმა. აპომიქსისის გამოწვევა შეიძლება აგრეთვე ექსპერიმენტულადაც – სხვადასხვა ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორების მოქმედებით.

ელისეევი და მიშულინა (Елисеев, Мишулина, 1976) აღნიშნავენ, რომ მათ მიერ მაიონიზირებელი სხივების გამოყენებით ქაცვის „დარ კატუნის“ ჯიშიდან მიიღეს დედის მსგავსი მცენარეები განაყოფიერების გარეშე (აპომიქსისი).

ქაცვზე – *H. rhamnoides* L. მუშაობის პერიოდში, საქართველოში მისი ბუნებრივად გავრცელების სხვადასხვა რეგიონში, ჩვენს მიერ მცენარის ცალკეულ ეგზემპლარზე შემჩნეულ იქნა პარტენოგენეზის მოვლენები. ამან ძირითადად განაპირობა ინდუცირების გზით ქაცვში მიგველო აპომიქტური ფორმები.

ჩვენს მიერ, კვლევის ობიექტად აღებულ გვარებში – *Citrus* და *Hippophae* შემავალი სახეობები გენეტიკურად, მეტად საყურადღებო მცენარეებია. უეჭველია, რომ ლიმონი და ქაცვი, რომელზედაც იქნება საუბარი ამ ნაშრომში, თავის შესაფერის ადგილს დაიჭერს ინდუცირების გზით აპომიქტური მცენარეების მიღების საქმეში.

## გვარი *Citrus*

ამ გვარიდან ექსპერიმენტის ჩასატარებლად გამოყოფილ იქნა ლიმონი – *C. ichangensis* (იჩანგის ციტრუსი), ახალქართული და მეიერი, აგრეთვე მანდარინი – *C. unshiu*. დასამტვერიანებლად გამოყენებულ იქნა ქაცვის 50 გრიუ ( $^{60}\text{Co}$ ) დოზით დასხივებული მტვერი.

გვარი *Citrus*-ის სახეობები და ჯიშები მრავალჩანასახიანობის მიხედვით მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. რაც შეეხება *C. ichangensis*-ს იგი ნაკლებად მრავალჩანასახოვანია, ვიდრე მეიერი და ახალქართული. აღნიშნული თვისება ნაწილობრივ ხელს უწყობს ციტრუსებში აპომიქტური ფორმებისა და დედის მსგავსი ნუცელარული ჰიბრიდების წარმოქმნას.

ცდები ჩატარებულია შემდეგ ვარიანტებში:

1. ♀ *C. unshiu* x *C. ichangensis* ♂ – დასხივებული მტვერი, 50 გრიუ.
2. ♀ *C. unshiu* x *C. ichangensis* ♂ – დაუსხივებელი მტვერი (კოტროლი).

3. ♀ *C.limon* (meieri) x *C.ichangensis* ♂ – დასხივებული მტკერი, 50 გრიუ.
4. ♀ *C.limon* (meieri) x *C.ichangensis* ♂ – დაუსხივებელი მტკერი (კონტროლი).
5. ♀ *C.limon* (axalqarTuli) x *C.ichangensis* ♂ – დასხივებული მტკერი, 50 გრიუ.
6. ♀ *C.limon* (axalqarTuli) x *C.ichangensis* ♂ – დაუსხივებელი მტკერი (კონტროლი).

ჩამოთვლილი მცენარეებიდან ლიმონ ახალქართულს, მეიერს და მანდარინ უნშიუს გააჩნიათ ყუნწიანი ფოთლები, ხოლო იჩანგის ლიმონს – მჯდომარე, რომელიც ცდებში ჩართული იქნა, როგორც მარკირებული მცენარის ნიშანი.

ლიმონის ჯიშების – მეიერისა და ახალქართულის იჩანგის ლიმონთან შეჯვარების შედეგად მიღებული თაობა მეტად მრავალფეროვანია, რაც გამოიხატება იმაში, რომ რიგ თესლნერგებს განვითარების ადრეულ სტადიაშივე ეტყობათ ჰიბრიდულობა, ხოლო რიგი თესლნერგებისა უფრო გვიან ამჟღავნებს ამ თვისებას. გვხვდებიან ისეთი ნუცელარული ნათესარები, რომლებიც მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით თითქმის არ განსხვავდებიან ამ უკანასკნელისგან, მაგრამ ხასიათდებიან შედარებით სწრაფი ზრდით. უდავოა, რომ ეს მრავალფეროვნება შედეგია დასხივებული მტკრით დამტკვრიანებისა და ლიმონ იჩანგის, როგორც დამამტკვრიანებლის ძლიერი ზეგავლენისა. ცდების ყველა ვარიანტში დომინირებს ლიმონ იჩანგის გავლენა – მჯდომარე ყუნწიანი ფოთლები, მაგრამ აქ გვხვდება ისეთი მცენარეებიც, რომლებიც მორფოლოგიური ნიშნებით მთლიანად ემსგავსება დედა მცენარეს - (ყუნწიანი ფოთლები) მაგალითად, პირველი ვარიანტის ჰიბრიდებში დედის – მსგავსი მცენარეების რაოდენობამ შეადგინა 21 ნათესარი, მეორე საკონტროლო ვარიანტში – 11; მესამე ვარიანტში – 32 მცენარე, მე-4 ვარიანტში – 8 ნათესარი, მეხუთე ვარიანტში – 39, მეექვსე საკონტროლოში – 17. მიღებულია ნათესარები, რომლებიც სხვადასხვა სიძლიერით ატარებენ როგორც დედის, ისე მამის ზემოთაღნიშნულ ნიშნებს.

მიღებული შედეგების მიხედვით შეგვიძლია გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა:

1. აპომიქსისის მოვლენებიდან ჩვენს მიერ გამოვლენილია პართენოგენეზი და ნუცელარული პოლიემბრიონია. პართენოგენეზის დროს ვითარდება ჩანასახიც და ენდოსპერმიც, ან მხოლოდ ენდოსპერმი.

2. ნუცეღარული ანუ დედის მსგავსი მცენარეების წარმოშობა ვარიანტების მიხედვით (დასხივებული, დაუსხივებელი) დიდად მერყეობს: ასე მაგალითად, მანდარინებში – 21 ნათესარი, ლიმონებში 32-დან 39-მდე; საკონტროლო ვარიანტებში 8-დან 17-მდე.

3. ნუცეღარული (აპომიქტური) ნათესარები გამოირჩევა სწრაფი ზრდა-განვითარებით. მათ სომატურ უჯრედებში 18 ქრომოსომაა. ისინი დაბალი ტემპერატურებისადმი უფრო რეზისტენტულნი არიან, ვიდრე ჩვეულებრივი ჰიბრიდები. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ დედის მსგავსი აპომიქტური (ნუცეღარული) ნათესარების შედარებით მაღალი ცხოველმყოფელობა წარმოადგენს ციტრუსებისათვის დამახასიათებელ გენოტიპურ თავისებურებას.

### **გვარი Hippophae**

ქაცვის სქესობრივი პროცესების მიმდინარეობაში არც თუ იშვიათად ადგილი აქვს ამფიმიქსისის აპომიქსისით შეცვლას. ლიტერატურაში აღწერილია მონაცემები ქაცვში აპომიქსისის ელემენტების არსებობის შესახებ. აღსანიშნავია კუზნეჩოვასა და კაპრალოვას (Кузнецова, Капралова, 1994) ექსპერიმენტი, რომლის მიხედვითაც ქაცვში აპომიქტური თესლების წარმოქმნის ფაქტი დადგენილია დამტვერვის გარეშე ყვავილობის პირობებში. დღეისათვის ქაცვში აპომიქსის მოვლენა და მასთან დაკავშირებული მთელი რიგი საკითხები არასაკმარისადაა შესწავლილი.

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა ქაცვში ინდუცირებული აპომიქსისის შესწავლა დასხივებული მტვრის მარცვლების გამოყენებით. მტვრის მარცვლების დასხივება ხდებოდა გამა-სხივებით <sup>60</sup>ჩო.

ინდუცირებული აპომიქსისი ჩვენს მიერ ისწავლებოდა ქაცვის ათწლიანი ხნოვანების მცენარეებში, კოდორის ხეობაში, გულრიფშის რაიონის სოფ. ესტონკას ტერიტორიაზე (აფხაზეთი, საქართველოს დასავლეთი ნაწილი). მცენარის ვარჯის დაახლოებით ერთნაირ ნაწილებში, ყვავილობის დაწყებამდე, პერგამენტის პარკებით ვახდენდით მდედრობითყვავილებიანი ყლორტების იზოლირებას. მამრობითი ეგზემპლარებიდან მტვერს ვაგროვებდით სადამოს საათებში. შეგროვილი მტვრის დასხივებას ვახდენდით მეორე დღეს, გამა სხივების <sup>60</sup>Co სხვადასხვა დოზით – 20 გრიუ, 50 გრიუ, 80 გრიუ (დასხივების სიმძლავრე 50 გრიუ ერთ საათში). იზოლირებული მდედრობითი ყვავილები სრული ყვავილობის ფაზაში იმტვერებოდა დასხივებული მტვერით. დამტვერვის შემდეგ ისევ ხდებოდა მდედრობითი ყვავილების იზოლირება და ეს გრძელდებოდა ყვავილების, ნასკვის და ნაყოფის ჩამოყალიბების

დაწყების მთელი პერიოდის მანძილზე. მდედრობით ყლორტებს იზოლატორს ვაცილებდით ივნისის ბოლოს, მხოლოდ ნაყოფების ფორმირების დაწყების მერე. საკონტროლოდ ვიყენებდით მდედრობით ყლორტებს, რომელთა ყვავილები იმტვერებოდა ბუნებრივად, ცხადია, დაუსხივებელი მტვერით. ყველა საცდელ მდედრობით ყლორტს უკეთებოდა ეტიკეტი, სათანადო აღნიშვნით.

პარალელურად ლაბორატორიულ პირობებში ვატარებდით დაკვირვებებს პეტრის ჯამზე დათესილ დასხივებულ და დაუსხივებულ მტვრის მარცვლებზე (ჯერ სოხუმში და შემდგომ თბილისში). შედეგები მოცემულია №1 ცხრილში. ქაჯვის მტვრის მარცვალი ორუჯრედიანია და, შესაბამისად, შეიცავს ვეგეტაციურ და გენერაციულ უჯრედებს. გენერაციული უჯრედებიდან სპერმიების ფორმირება მტვრის მილში მიმდინარეობს. როგორც ცხრილიდან ჩანს, აღმოსავლეთ საქართველოს ნიმუშებში მტვრის 600 დაუსხივებელი მარცვილიდან გაღივდა და განვითარდა 546 მარცვალი – 91% (საკონტროლო ვარიანტი).

**ცხრილი 1. გამა დასხივების შემდეგ მტვრის მარცვლების გამოკვლევის შედეგები**

ცდის ვარიანტი	დოზა, გრიუ	გაღივებული მტვრის რაოდენობა	მტვრის გაღივების ეფექტურობა, %
1. ქაჯვი X ქაჯვი	20	553 4.00	92.1
2. ქაჯვი X ქაჯვი	50	73 1.45	12.2
3. ქაჯვი X ქაჯვი	80	4 0.49	0.6
4. ქაჯვი X ქაჯვი (კონტროლი)	0	546 9.84	91.0

**შენიშვნა:** მტვრის მარცვლების რაოდენობა ყოველ ვარიანტებში შეადგენდა 600 მარცვალს.

უნდა აღინიშნოს, რომ თავიდან ცდებში მონაწილეობას იღებდა დასხივებული მტვრის სამი ვარიანტი: 20, 50, 80 გრიუ. 20 გრიუ დოზით დასხივებული მტვრის მარცვლების გაღივების შედეგი დიდად არ განსხვავდებოდა საკონტროლო (დაუსხივებელი) ვარიანტისაგან, ხოლო 80 გრიუ, დოზა აღმოჩნდა ლეტალური, რომლის დროსაც გაღივდა მხოლოდ 4 მარცვალი და ისიც უნაყოფო. შესაბამისად, ორივე ვარიანტი (20 გრიუ და 80 გრიუ) შემდგომში ცდებიდან ამოღებულ იქნა.

შედგენიანი და საინტერესო აღმოჩნდა 50 გრიუ დოზით დასხივებული ქაცვის მტვრის მარცვლები და ცდებიც ამგვარი მტვრის მარცვლების მონაწილეობით გაგრძელდა. განმეორებით პეტრის ჯამებზე გადავთესეთ 600 მტვრის დასხივებული მარცვალი. მათი შესწავლის შედეგად გამოირკვა, რომ 600 მტვრის მარცვალიდან გაღვიდა  $73 \pm 145$  მარცვალი, შესაბამისად – 12.2% მტვრის მარცვლების დანარჩენი ნაწილი (527 ცალი) აღმოჩნდა არასრულფასოვანი სხვადასხვა სახის ანომალიებით.

ანომალურად გაღვივებული ქაცვის მტვრის მარცვლებიდან, ჩვენს მიერ, გამოყოფილი იქნა ორი ძირითადი ჯგუფი: ერთ ნაწილში მტვრის მიღების ზრდა წყდებოდა განვითარების ადრეულ ფაზაზე, ხოლო მეორეში – მტვრის მიღები თუმცა იზრდებოდა; მაგრამ გენერაციული უჯრედის გაყოფა მიმდინარეობდა დარღვევებით. ყველაზე მეტი დარღვევა შეინიშნებოდა მიტოზის ანაფაზაში, რომლის დროსაც ქრომატინის აგლუტინაციის გამო, დარღვეული იყო ქრომოსომების პოლუსებისაკენ გადაადგილება. საბოლოოდ, გენერაციული უჯრედის მიტოზისას არსებული დარღვევების გამო, სპერმიების ფორმირება არ ხდებოდა.

ექსპერიმენტში დაცული იყო ჰიბრიდოლოგიის მეთოდის პრინციპები: 1. შესაჯვარებელი მშობლები ეკუთვნოდა ერთსა და იმავე სახეობას – *Hippophaë rhamnoides L.*-ს 2. ქაცვი ცალსქესიანი მცენარეა, და განსაკუთრებით შეგუებულია ქართ დამტვერვას, მაგრამ ადვილად შესაძლებელია მისი ხელოვნურად დამტვერვა. 3. მას მოეპოვება ერთმანეთისაგან მკვეთრად გამოკვეთილი ნიშნები (გენერაციული კვირტების შეფერილობა, ქერქლების რაოდენობა, ზომა), რომელიც ორივე სქესის (მშობლები) ინდივიდებში მყარია და ბუნებრივად მემკვიდრეობაში თითქმის თანაბრად ვლინდება.

დასხივებული მტვრის მარცვლებით დამტვერვის შედეგებს განვიხილავდით გამონასკვისა და წარმოქმნილი თესლების რაოდენობისა და ხარისხის მიხედვით.

ცხრილი 2-დან ჩანს, რომ 1220 დამტვერიანებული ყვავილიდან (50 გრიუ დოზით დასხივების ვარიანტი) მიღებულ იქნა  $120 \pm 1.70$  თესლი.

**ცხრილი 2. მტვრის მარცვლების სხვადასხვა დოზით გამა დასხივების შემდეგ აპომიკტური მცენარეების გამოსავლიანობა**

ცდის	დო	რაოდენობა	გადარჩენილი ნათესარების რაოდენობა და (1) პროცენტი
------	----	-----------	---

ვარიანტი	ზა, გრ.	დამტკიცებული ყველა	მიღებული თესლი	სულ	ჩვეულებრივი	აპომიქტური
1. ქაცვი X ქაცვი	20	1109	697 1.15	433/62*1%	433/62.1%	
2. ქაცვი X ქაცვი	50	1220	120 1.70	46/38.3%	27/58.7%	19/41.3%
3. ქაცვი X ქაცვი	80	987	50 0.64			
4. ქაცვი X ქაცვი (კონტროლი)	0	1302	760 1.80	472/62*1%	472/62.1%	

**\* 14 მცენარეს გააჩნდა მამის ნიშნები, ხოლო 13 – დედის.**

ღია გრუნტის პირობებში აღმოცენდა 46 თესლნერგი – 41.3% მათ მორფოლოგიურ აღწერას ვიწყებდით პირველი ფოთლების გამოტანის შემდეგ. ყურადღებას ვაქცევდით თესლნერგის ფორმას, ღეროზე გენერაციული კვირტების განლაგებას, ზომას და მფარავი ქერქლების რაოდენობას. ვაკვირდებოდით აგრეთვე ზრდისა და დატოტინების ხარისხს, ეკლიანობას და ა.შ. მორფოლოგიურ აღწერასთან ერთად ვაწარმოებდით აპომიქტური ფორმების გამოვლინებას და აღმოცენების მთელი ციკლის ჩახატვას, რაც გაგრძელდა აპრილის პირველი რიცხვებიდან სექტემბრამდე.

თესლნერგების სქესი ისახდვრებოდა გენერაციული კვირტების ფორმის მიხედვით (მარკერული ნიშანი). ჩვეულებრივ, მამრობითი კვირტები მსხვილია, დაფარულია 5-7 წაბლა მფარავი ქერქლით და იზრდება მთელი ზამთრის მანძილზე. მდედრობითი კვირტები უფრო მცირე ზომისაა და ინვითარებს მხოლოდ 2-3 ქერქლს. ამ ნიშნების მიხედვით ზამთარში და გაზაფხულზე ვეგეტაციისა და ყვავილობის დაწყებამდე კარგა ხნით ადრე, შეიძლება შეუმცდარად დავადგინოთ ქაცვის ნათესარისა და ამონაყარის სქესი. ცდის საკონტროლო ვარიანტში თითქმის დაცულია მამრობითი და მდედრობითი ეგზემპლარების თანაფარდობა (1:1). განსხვავებული შედეგები იქნა მიღებული დასხივებული მტვრის მარცვლებით დამტვერილ მცენარეებში (ცხრილი 2). ცდის ამ ვარიანტში აღინიშნა მამრობითი ეგზემპლარების რაოდენობის მნიშვნელოვანი შემცირება. აშკარად დაირღვა ბუნებრივი თანა-

ფარდობა მდედრობით და მამრობით ეგზემპლარების რაოდენობას შორის (1:1), მდედრობითი ეგზემპლარების სასარგებლოდ – 27:19, რომელმაც თანაფარდობაში შეადგინა 58,741,3%.

დასხივებული მტვრის მარცვლებით ქაცვის დედა-მცენარის დამტვერვის შედეგად მიღებული თაობა (F<sub>1</sub>) მეტად მრავალფეროვანი იყო. ეს მრავალფეროვნება გამოიხატებოდა იმაში, რომ თესლნერგების ნაწილს ადრეულ სტადიაშივე ეტყობოდა ჰაბიტუსის სუსტი განვითარება და ზრდაში ჩამორჩენა, ხოლო რიგმა თესლნერგებმა უფრო გვიან – დატოტიანების პერიოდში გამოავლინა ერთგვაროვნება – დედა მცენარეებთან მსგავსება. ასევე, რიგი ჰიბრიდული თესლნერგები ერთმანეთისაგან განსხვავდებოდა აგრეთვე ვარჯის ფორმით და მამრობითი ნიშნებისადმი მიდრეკილებით.

მიღებული თაობა (46 თესლნერგი) – დაყვავით სამ ჯგუფად. პირველ ჯგუფში გავაერთიანეთ მცენარეები, რომლებიც მორფოლოგიურად ძლიერ ახლოს იდგა მდედრობით მცენარესთან, მაგრამ ზომითა და ზრდის ტემპით შესამჩნევად ჩამორჩებოდა მათ. მეორე ჯგუფში გავაერთიანეთ მცენარეები, რომლებიც გამოირჩეოდა ინტენსიური ზრდის უნარით, ერთგვაროვნებით და გენეტიკურად ამჟღავნებდა დედის ნიშნებს, ხოლო მესამე ჯგუფს მივაკუთვნეთ მცენარეები, რომლებსაც გააჩნდა მხოლოდ მამის ნიშნები და ხასიათდებოდა ღეროს ხშირი დატოტიანებითა და ეკლიანობით.

ექსპერიმენტში მონაწილე მცენარეების (46 თესლნერგი) მორფოლოგიური ანალიზით გამოვლინდა, რომ 7 მცენარე, ზომების მიხედვით, აშკარად ჩამორჩებოდა სხვა მცენარეებს (პირველი ჯგუფი), ხოლო 12 მცენარე, თუმცა ნორმალური ზრდითა და ზომებით ხასიათდებოდა, მაგრამ შთამომავლობაში არასოდეს შეინიშნებოდა მამრობითი ეგზემპლარების წარმოქმნა (მეორე ჯგუფი). დანარჩენი 27 მცენარე (მესამე ჯგუფი) ამჟღავნებდა მხოლოდ მამრობითი მცენარისათვის დამახასიათებელ ნიშნებს (Тодуа и др. 2006).

განსაკუთრებით საყურადღებოა ჩვენს მიერ ჩატარებული კარიოლოგიური გამოკვლევები, რომელთა შედეგები წარმოდგენილია მე-3-ე ცხრილში. მიღებული შედეგების თანახმად, მესამე ვარიანტის (დამტვერვა დასხივებული მტვერით – დოზა 50 გრ) ტანმორჩილ და ტანმალალ, დედის მსგავს აპომიქტურ ინდივიდებს შორის განსხვავებანი გამოხატულებას პოულობს არა მარტო მორფოლოგიურ ნიშნებში, არამედ ქრომოსომათა რიცხვის ცვლილებებშიც. თუ შევადარებთ ერთმანეთს 7 ტანმორჩილ და 12 ტანმალალ მდედრობითი ეგზემპლარების მსგავს – აპომიქტურ ფორ-

მებში ქრომოსომა შემცველობას, ვნახავთ, რომ პირველ შემთხვევაში ადგილი აქვს ჰაპლოიდური ( $n=12$ ) და მეორე შემთხვევაში დიპლოიდური ( $2n=24$ -დედის მსგავსი) ინდივიდების წარმოშობას. მესამე ვარიანტის დანარჩენი 27 მცენარის სომატურ უჯრედებში დადგენილ იქნა მხოლოდ დიპლოიდურ ქრომოსომათა რიცხვი –  $2n=24$ . ეს მოვლენა კანონზომიერად მეორდებოდა ანალიზებში ჩართულ საკონტროლო ვარიანტებშიც.

**ცხრილი 3. აპომიქსისზე ჩატარებული ცდები ქაცვში**

ცდების ვარიანტი	საერთო რაოდენობა		აპომიქსისის ფორმა და რაოდენობა %		მამრობითი და მდედრობითი ნიშნის მატერეული ფორმები 2n
	თეს-ლი	ნათე-სარი	ჰაპლო-იდი n	დიპლოიდი 2n	
1. დამტვერვის გარეშე	5				
2. ბუნებრივი დამტვერვა	1302	472			472
3. დამტვერვა დასხივებული მტვერით.	120	46	7(15,2)	12(26,1)	27(58,7)

ექსპერიმენტული მცენარეების მორფოლოგიურმა ანალიზმა და დასხივებული მტვრის მარცვლების ხელოვნურ გარემოზე გაღვივებისა და ზრდის შედეგებმა, აგრეთვე კარიოლოგიურმა კვლევამ მოგვცა საფუძველი, გამოგვეთქვა ჩვენი ვარაუდი: ქაცვის 7 ჰაპლოიდური და 12 დიპლოიდური მცენარის წარმოქმნის შემთხვევაში, ჩვენი ვარაუდით, საქმე გვაქვს ინდუცირებული აპომიქსისის მოვლენასთან. ანომალური მტვრის მიღები თუმცა სპერმიებს არ შეიცავს და, ამდენად, გამორიცხულია ორმაგი განაყოფიერების განხორციელება, მაგრამ ამ მიღების ჩანასახის პარკში ჩაზრდა, როგორც ჩანს, განაპირობებს გაუნაყოფიერებელი კვერცხუჯრედის აქტივაციას და აპომიქტური ჩანასახის განვითარების სტიმულირებას. ჩვენ არ გამოვრიცხავთ აღნიშნულ შემთხვევებში აპომიქტური ენდოსპერმის ინდუცირების შესაძლებლობასაც. ამის სასარგებლოდ მეტყველებს თესლების განვითარების ფაქტი.

12 დიპლოიდური მცენარის შემთხვევაში მტვრის მიღების მიერ კვერცხუჯრედში ხდება (დნმ-ის ინდუცირებული რეპლიკაციის საფუძველზე) ქრომოსომათა რაოდენობის გაორმაგება და დიპლოიდური აპომიქტების წარმოქმნა.

როგორც კვლევის შედეგებიდან ჩანს, დიპლოიდური აპომიქტები (12 მცენარე) წარმოიქმნება ჰაპლოიდებზე (7 მცენარე)



უფრო ხშირად. მხედველობაშია მისაღები ის გარემოება, რომ ჰაპლოიდური მცენარეების დაღუპვის ალბათობა უფრო მეტია, ვიდრე დიპლოიდურისა. თანაფარდობა ჰაპლოიდ-დიპლოიდი აშკარად მიუთითებს დიპლოიდების უფრო მეტ სიცოცხლისუნარიანობაზე.

ამრიგად, ჩვენს მიერ დადგენილია დასხივებული მტვრის მარცვლების გამოყენებით ქაცვის ჰაპლოიდური და დიპლოიდური დედა-მცენარის ტიპის აპომიქტური მცენარეების წარმოქმნის შესაძლებლობა. აპომიქტების მიღების ეს გზა იძლევა რეალურ შესაძლებლობას გვარ *ippophala*-ში პართენოგენეზური განვითარების რეგულირებით შეიცვალოს მამრობითი და მდედრობითი ეგზემპლარების ბუნებრივი რაოდენობრივი თანაფარდობა (1:1) სასურველი, კერძოდ, კი მდედრობითი ეგზემპლარების გაზრდის მიმართულებით.

გარდა ამისა, სქესის განსაზღვრას ადრეულ ფაზაში აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა. ბუნებრივ პირობებში, ხელსაყრელი თანაფარდობით ქაცვის მასივების გაზრდისა და მოსავლიანობის გადიდების მიზნით შესაძლებელია ახალ ფართობებზე გადარგულ იქნას მამრობითი დამმტვერავი და მდედრობითი – მოსავლიანობის ნიშნის მატარებელი თესლნერგები (1:10 ან 1:15). დღევანდელ პირობებში თესლნერგების ახალ ფართობზე გადარგვა ხდება ბრმად, ანუ სქესის გაუთვალისწინებლად, რომლის დროსაც ადგილი აქვს მამრობითი ინდივიდების რაოდენობის გაზრდას მდედრობითი ეგზემპლარების ხარჯზე.

ჩვეულებრივ პირობებში, ქაცვში ინდივიდების სქესის დადგენა, მცენარის ნაყოფმსხმოიარობამდე შეუძლებელია. ნაყოფმსხმოიარობის პერიოდში ტარდება მამრობითი ეგზემპლარების გამოხშირვა და მდედრობითი და მამრობითი მცენარეებს შორის თანაფარდობის დადგენა, (1:10 ან 1:15) რაც ბიოლოგიური (სიხშირე, კონკურენცია) და ეკონომიკური (დამატებითი აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარება) თვალსაზრისით მოითხოვს დამატებით ხარჯებს.

ადწერილი მეთოდის გამოყენება იძლევა რეალურ შესაძლებლობას ხელოვნურად მოვახდინოთ ბუნებრივი თანაფარდობის (1♀ : 1♂) მდედრობითი და მამრობითი ინდივიდების რეგულირება სასურველი რაოდენობითა და მიმართულებით. აპომიქტური დედის მსგავსი მცენარეების მიღება განაპირობებს აგრეთვე, უფრო მოკლე დროში, ერთგვაროვანი სამრეწველო ხასიათის ჯიშებისა და ფორმების ბაზის შექმნას, რომელთა მოსავლიანობა არ იქნება დამოკიდებული არც ქარით და მწერებით დამამტვერიანებლებზე, ასევე არც ამინდის პირობებზე ყვავილობის პერიოდში.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. **В. Тодуа, М. Чанкселиани, М. Мchedlishvili.** *Использование гамма-излучения для индуцирования апомиксиса у облепихи.* Радиационная биология, радиоэкология. 2006, том. 46, №6, с. 1-4.
2. **И. П.Елисеев, Н. А. Мишулина.** *Числа хромосом и закономерности изменения кариотипа в соматических клетках облепихи.* Тр. Горьк. гол.овн. с/х ин-та, 1976, т. 77.
3. **И. С. Капанадзе.** *Образование и развитие адвентивных эмбрионов у цитрусовых.* Матер. симпозиума по эмбриолог. растений. Киев, «Наукова думка», 1968, с. 88-89.
4. **Т. Н. Кузнецова, О. В. Капралова.** *О проявлении апомиксиса у перспективных форм и сортов облепихи.* В сб. «Апомиксис у растений: состояние, проблемы и перспективы исследований». Труды Межд. симпозиума. Саратов. 1994.
5. **Ф. Д. Мампория.** *Особенности воспроизведения, роста, развития и формообразования цитрусовых и некоторых других померанцовых.* Изд. ГССР. Тбилиси, 1951.
6. **Д. М. Чахая, Б. Д. Тутберидзе, В. А. Тодуа.** *Совместное использование апомиксина и экспериментального мутагенеза в селекции цитрусовых.* Журнал «Субтропические культуры», 1979, №3, 101.

**VAZHA TODUA, MARIAM MCHEDLISHVILI**

### **MARIAM MCHEDLISHVILI APROMIXIS IN INDUCTION IN GENERA *Citrus* AND *Hippophaë***

Experimental results of apomixes induction in genera *Citrus* and *Hippophae* by means of  $\gamma$ -irradiation ( $^{60}\text{Co}$ ) have been discussed. Irradiation of pollen grains with doze of 50GR appeared to be mostly effective. As a result the apomixic forms were revealed after pollination.

Described method makes possible artificially regulate the sex in plants ( $\text{♀}:\text{♂}$ ) in a desirable amount and direction.

სოს უმის უნივერსიტეტის შრომები

ტ. VI, 2008

*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*

**მანანა ბერულავა, ეთერ მიქაქი**

### **ვირთაგვას ნათხემის ქერქის მემანიკური დაზიანებისას უჯრედების მორფოლოგიური თავისებურებანი**

ნახევრადთხელი ანათლების მეთოდის გამოყენებით შესწავლილ იქნა ვირთაგვების ნათხემის ქერქი, მისი მემანიკური დაზიანებიდან 3, 9 და 31 საათების შემდეგ. დადგენილ იქნა, რომ დაზიანებაზე საპასუხო რეპარაციული პროცესები მიმდინარეობს დაზიანებიდან დაშორებულ უბნებში, ინიცირდება დაუყოვნებლივ და ხასიათდება მაღალი ტემპებით. ნათხემის ქერქის სამივე შრე (მოლეკულური, განგლიონალური, მარცვლოვანი) ინტაქტურ უჯრედებთან ერთად შეიცავს აპოპტოზურ უჯრედებსაც. დღეისათვის არსებული კონცეფციიდან გამომდინარე, მემანიკურ დაზიანებაზე საპასუხოდ ნათხემის ქერქში უჯრედების ნეოგენეზი და ნეოვასკულარიზაცია შეიძლება მოხდეს როგორც ნათხემის პროგენიტორი უჯრედების რეზერვის, ისე ძვლის ტვინის დერო უჯრედების დერივატების ხარჯზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ნათხემი, აპოპტოზი, ნეოვასკულარიზაცია, უჯრედების ნეოგენეზი, ძვლის ტვინის დერო უჯრედები, პურკინეს უჯრედები, ვირთაგვა.

დღეისათვის, თავის ტვინის სისხლძარღვოვანი პათოლოგია კვლავ რჩება კლინიკური და თეორიული ნევროლოგიის ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემად. დიდია მისი ხვედრითი წონა ნერვული სისტემის სხვა დაავადებებს შორის. დაუზუსტებელია თავის ტვინში სისხლის მიმოქცევის მოშლის პათოგენეზი. დიდ სიძნელეს წარმოადგენს დიფერენციალური დიაგნოზიც არა მარტო აღნიშნულ პათოლოგიასა და ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვა დაავადებებს შორის, არამედ თვით ინსულტის სხვადასხვა ფორმებს შორისაც. თავის ტვინის სისხლძარღვოვანი პათოლოგიის

პრობლემა მნიშვნელოვნად დაკავშირებულია, აგრეთვე, სიცოცხლის ხანგრძლივობის პრობლემასთან [2].

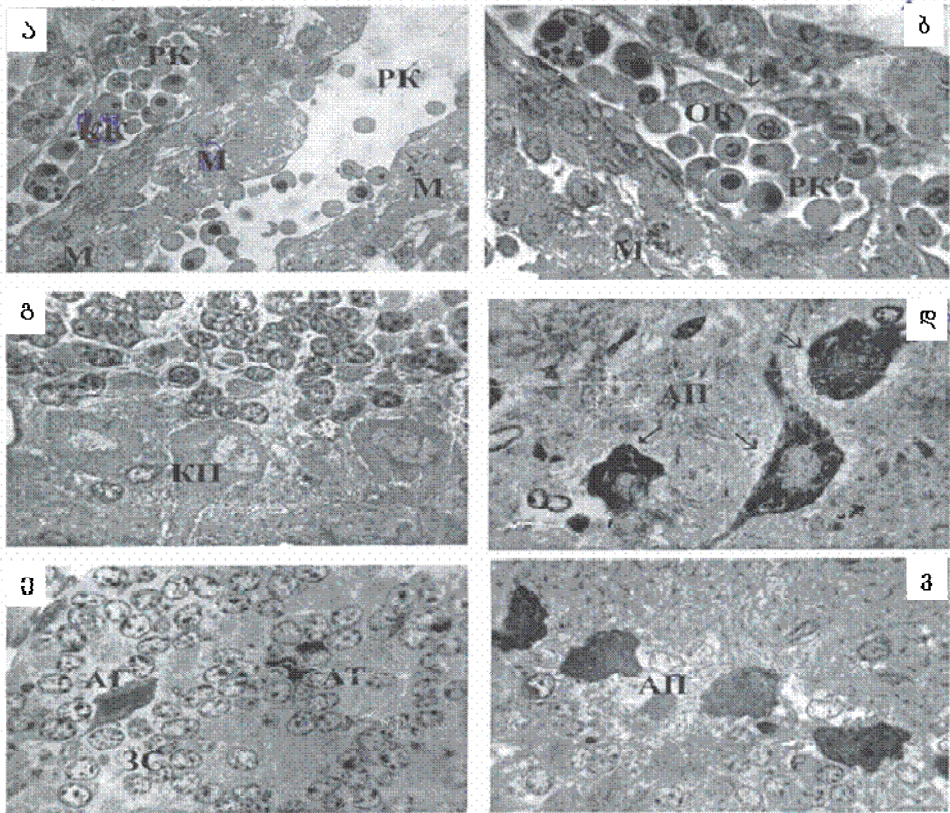
მაღალია ინსულტით და ტვინის იშემიით გამოწვეული სიკვდილიანობა და დაინვალიდება. ტვინის სისხლძარღვოვანი დარღვევა იწვევს ნეირონებში საკვები ნივთიერებების და ჟანგბადის მიწოდების შემცირებას, რაც ტვინის უჯრედების კვდომას განაპირობებს [12]. თუმცა, კვდომადი ანუ აპოპტოზური უჯრედების რაოდენობა მნიშვნელოვნად მატულობს იმის ხარჯზე, რომ დაზიანებული კვდომადი უჯრედები „აიძულდებიან“ თავის მეზობელ უჯრედებს „თვითმკვლელობისკენ“ (***Suicide***).

უკანასკნელ პერიოდში, ლიტერატურაში უამრავი მონაცემია იმის შესახებ, რომ ტრავმით გამოწვეულ დაავადებებს აქვთ სხვადასხვა კლინიკური გამოვლენა და ეთიოლოგია, მაგრამ მსგავსია მათთვის დამახასიათებელი ნერვული უჯრედების კვდომის პროცესის მოლეკულური მექანიზმები [7]. ბოლო დროს, დიდი ყურადღება ეთმობა ძვლის ტვინის დერო უჯრედების (***Stem cell***) დიფერენცირებას არა მარტო მაკრო- და მიკროგლიარულ, არამედ ნეირალურ უჯრედებადაც. ადგილი აქვს მეზენქიმული დერო უჯრედების MSC ტრანსპლანტაციას ნათხემში და ტვინის სხვადასხვა წარმონაქმნებში. არსებობს მონაცემები პურკინეს უჯრედების ნეოგენეზის შესახებ. ტვინის იშემიის და ინსულტის დროს, მიმდინარეობს აპოპტოზის მექანიზმით უჯრედების მნიშვნელოვანი ნაწილის [9] კვდომა, ძირითადად დაზიანებულ უბნებში. ავტორები [8] თვლიან, რომ იშემიის დროს ორი სტანდარტული მექანიზმი (ჟანგვითი სტრესი და ექსაიტოტოქსიურობა) ინდუცირებს ნეკროზს, ან აპოპტოზს. შესწავლილ იქნა [3,4,5] დვიძლის ქსოვილი სხვადასხვა ფარმაკოლოგიური ზემოქმედებისას, სადაც აღმოჩენილ იქნა კვდომის სხვადასხვა სტადიაზე მყოფი აპოპტოზური უჯრედების პოპულაცია. ჰეიდელბერგის (***University of Heidelberg***) და ულმას უნივერსიტეტის (***University of Ulm***) მეცნიერებმა [9] დაადგინეს, რომ უჯრედთა კვდომის პროცესი, რომელიც შეინიშნება თავის ტვინის ტრავმისას, გამოწვეულია განსაკუთრებული სიგნალებით და NF-KB (***nuclear factor – KB***) კომუნიკაციური არხით. მათ გაშიფრეს სასიგნალო მოლეკულები, რაც უზრუნველყოფს მკურნალობის ახალი მეთოდების დანერგვას და კრიზისის შედეგების რისკის შემცირებას.

აქედან გამომდინარე, კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ვირთავგას ნათხემის ქერქის შესწავლა მექანიკური დაზიანებიდან 3, 9, 31 საათის შემდეგ და ტრავმის საპასუხოდ უჯრედების მორფოლოგიური ცვლილებების დადგენა.

## მასალები და მეთოდები

ექსპერიმენტი ჩატარებულ იქნა 90-100გ წონის უჯიშო თეთრ ვირთაგვებზე. საკვლევ მასალად აღებული იყო ნათხემის ქსოვილი. ცხოველის ნათხემს მექანიკურად ვაზიანებდით ერთჯერადი შპრიცის ნემსით. ნათხემს ვიღებდით ეთერული ნარკოზის ქვეშ მყოფი საკონტროლო და საცდელი ვირთაგვებიდან (დაზიანებიდან 3, 9 და 31 სთ შემდეგ). ისინი იკვეთებოდა ქსოვილის დაზიანებიდან დაშორებულ უბნებში (1,5-2 მმ). მასალის ფიქსაცია და ჩაყალიბება ხორციელდებოდა ეპონ-არალდიტის ნარევით სტანდარტული მეთოდის შესაბამისად. მიღებული ნახევრადთხელი (1,5-2,0 მკმ) და ულტრათხელი (800-1000Å) ანათლები იღებებოდა ტო-



ლუიდინის 1%-იანი ხსნარით. ანათლები შეისწავლებოდა სინათლის და ელექტრონულ მიკროსკოპებში.

**სურ. №1.** ნათხემის ქერქის დაზიანების შემდგომი მორფოლოგიური ცვლილებებია (ა). გადიდებული კაპილარები (PK-გკ) ფოთლის ზედაპირზე, სისხლის უჯრედების დიდი რაოდენობა (KK-სუ) და მიტოზები (M-მ) პერივასკულარულ

განყოფილებებში დაზიანებიდან 3 სთ შემდეგ. ბ). იგივეა რაც სურ. №1 ა). მხოლოდ დიდი გადიდებითაა მორჩებიანი უჯრედი (OK-მუ) გაფართოებულ კაპილარებში (PK-გკ) და დაზიანებული ბაზალური მემბრანა. გ)- პურკინეს ინტაქტური უჯრედები (KII-პუ) დაზიანებიდან 3 სთ-ის შემდეგ. დ) – პურკინეს (AII-პა) აპოპტოზური უჯრედები დესტრუქციის სხვადასხვა ეტაპზე: ე) – აპოპტოზური გრანულარული უჯრედი (AI-აგ) და აპოპტოზური სხეულაქი (AT-ას) ნათხემის ქერქის მარცვლოვან შრეში, ტრავმიდან 3-სთ-ის შემდეგ; ე) – ზომებში შემცირებული, დანაოჭებული პურკინეს აპოპტოზური უჯრედები (AII-აპ) კონდენსირებული და პოლიმორფული ბირთვების დაზიანებიდან 9 სთ-ის შემდეგ.

## შედეგები და მათი განხილვა

ჩატარებული კვლევის შედეგად, დადგენილ იქნა, რომ დაზიანებული უბანი, ნათხემის ქერქი, ძირითადად, შეიცავს დაზიანებულ უჯრედების ნატეხებს, ნეკროტულ, აპოპტოზურ უჯრედებს, მაკროფაგებს და დიდი რაოდენობით სისხლის უჯრედებს. ნათხემის ფოთლებში, რომელიც მოშორებულია დაზიანებული უბნიდან, ნეკროტული და დაზიანებული უჯრედული სტრუქტურები არ აღინიშნება. მორფოლოგიური ცვლილებები, რომელსაც ადგილი აქვს, განპირობებულია კომპენსატორულ-ადაპტაციით პროცესებით. ტრავმიდან 3 სთ-ის შემდეგ რბილი ტვინოვანი შრის ქვეშ შეიმჩნევა მსხვილი გაფართოებული კაპილარები დიდი რაოდენობის სისხლის უჯრედებით (სურ. №1 ა).

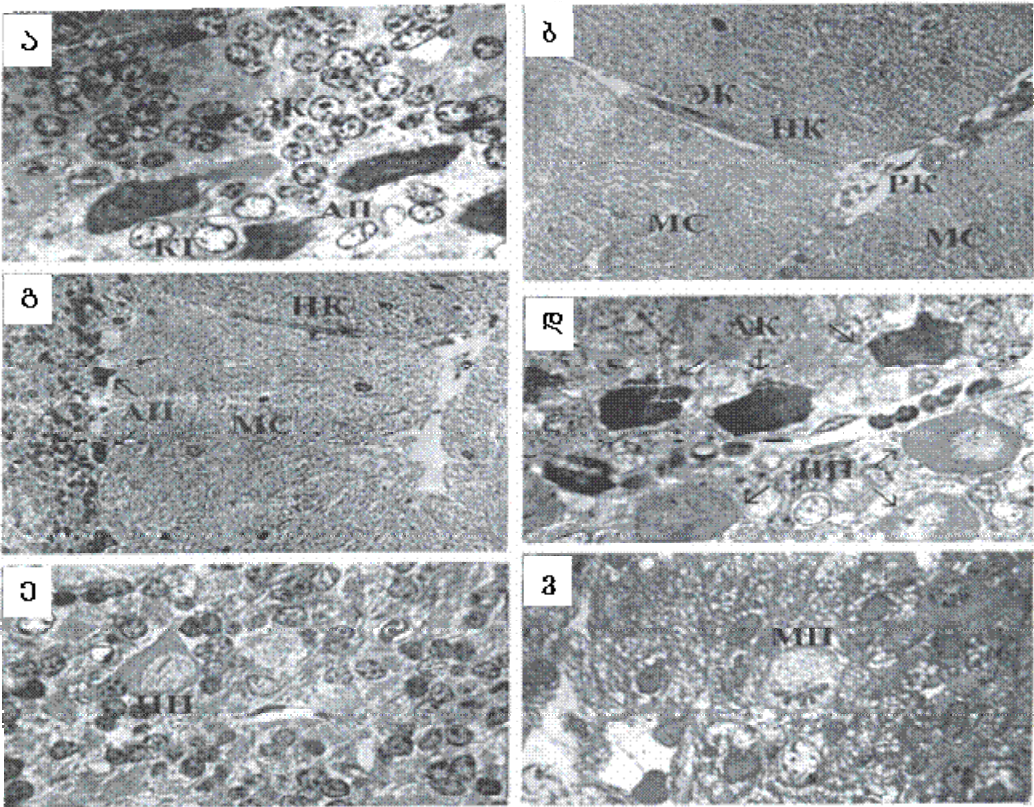
პერივასკულარულ განყოფილებაში შეიმჩნევა ბაზალური მემბრანის დესტრუქცია კაპილარების შეღწევადობის ხარისხით, მათგან გამოსულ დიდი რაოდენობით უჯრედებს შორის აღინიშნება მიტოზები (სურ. №1 ა)).

მიკროფოტოზე კარგად ჩანს დაზიანებული ბაზალური მემბრანები, ხოლო კაპილარის სანათურში აღინიშნება წაწვეტილებული უჯრედი, რომელიც მორფოლოგიური თვისებებით არ ჰგავს სისხლის უჯრედებს.

ცნობილია, რომ ტვინის სტერეოტოქსიკური დაზიანება გავლენას ახდენს ჰემაენცეფალურ ბარიერზე, რაც კაპილარების შეღწევადობის ხარისხის მატებას და შემდგომ ტვინის პარენქიმაში სისხლის უჯრედების მიგრაციას განაპირობებს [13]. ამასთან დაკავშირებით, გამოვლენილ იქნა მიკროგლიალური უჯრედები [12] და მიტოზური პერიციტები პირველი დღის ტრავმის შემდეგ, დაზიანებიდან მე-4 დღეს.

პერივასკულარულ უბანში, ტრავმიდან 3 სთ-ის შემდეგ, მიტოზების დაშვება შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სისხლძარღვებში არის ძველის ტვინის ინტერვაზული უჯრედები,

რომელიც ტოვებს კაპილარს ბაზალური მემბრანის დაზიანების შემდეგ და მიგრირებს ვასკულარულ უბანში. ნათხემის მოლეკულური შრეში, რომელიც ნორმაში მცირე რაოდენობით უჯრედებს (ვარსკვლავისებური და კალათისებური) შეიცავს, შეინიშნება მუქი აპოპტოზური უჯრედები (სურ. №1 გ). განგლიონური მონოშრე (მსხლისებრი ნეირონები ან პურკინეს ნეირონები) დესტრუქციულია (სურ. №1 ე). აღინიშნება მადალოსმოფილური უჯრედები [1]. ეს პურკინეს აპოპტოზური უჯრედებია (სურ. №1 ვ), რომლებიც თავისი მორფოლოგიით ადექვატურია, ჩვენს მიერ, ნათხემში აპოპტოზის ინდექტორის – ციკლოჰექსამიდის, აქტინომიცინის და დექსამეტაზონის ზემოქმედებით მიღებული უჯრედებისა [6], (გამოუქვეყნებელი მონაცემები). მარცვლოვანი შრე მცირე ხარისხითაა დაზიანებული. შეიცავს მარცვლოვან უჯრედებს, მუქ აპოპტოზურ უჯრედებს და მცირე რაოდენობით აპოპტოზურ სხეულებს (სურ. №2 დ).



**სურ. №2.** მორფოლოგიური ცვლილებები დაზიანებაზე საპასუხო რეპარაციული პროცესებით დაზიანებიდან დაშორებულ უბნებში. ა). ძლიერ კონდენსირებული პურკინეს აპოპტოზური უჯრედების (AP-პა) ორ რიგად განლაგება. შემო-

სახდურულია მარცვლოვანი (3K-მუ) უჯრედებით და გოლჯის კომპლექსით (KF-გკ) დაზიანებიდან 9 სთ-ის შემდეგ, ბ) ახლად წარმოქმნილ კაპილარებში ენდოთელიალური უჯრედები (ЭK-ეუ), გ) - ახლადწარმოქმნილი კაპილარი (HK-აკ) მიმართული მოლეკულური შრიდან განგლიალურ მონოშრისკენ, რომელიც შეიცავს პურკინეს აპოპტოზურ უჯრედებს და მარცვლოვანი შრის აპოპტოზურ უჯრედებს (A3-მა), დ) - აპოპტოზური და ახლად წარმოქმნილი პურკინეს უჯრედები (AII-აპ) ნათხემის დაზიანებიდან 31 საათის შემდეგ, ე) - ახლადწარმოქმნილი პურკინეს უჯრედი (AII-აპ) პატარა გამონაზარდებით მარცვლოვან შრეში ნათხემის ქერქის დაზიანებიდან 31 სთ-ის შემდეგ, ვ) - პურკინეს მიტოზური უჯრედები (MII-მპ), პურკინეს მარცვლოვან შრეში ნათხემის დაზიანებიდან 31 სთ-ის შემდეგ.

პურკინეს უჯრედები, დაზიანებიდან 9 საათის შემდეგ, ძლიერ კონდენსირებული (სურ. №2 ა)), შემცირებული ზომებით და შეცვლილი ფორმით ვლინდება, ხოლო ბირთვი დაჭმუჭნული და პოლიმორფულია (სურ. №1 ვ)). განგლიოზური მონოშრის უჯრედების დეზორგანიზაციის ხარისხი იზრდება. აღინიშნება მეზობელ პურკინეს უჯრედებს შორის დაშორიშორება და ორ რიგად განლაგება (სურ. №2 ა)). უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ეტაპზე აქტიურდება ანგიოგენეზი (სურ. №2 ბ) და გ) და აღინიშნება სხვადასხვა ზომის ახლადწარმოქმნილი კაპილარი, რომელიც საწყისს იღებს ნათხემის ზედაპირიდან და იჭრება განგლიოზურ შრეში.

სავარაუდოდ, დაზიანებიდან 9 საათის შემდეგ, ახლადწარმოქმნილი კაპილარების ენდოთელიალური უჯრედები (სურ. №2 გ)) ძელის ტვინის დერო უჯრედების პროგენიტორებია. ცნობილია, რომ ანგიოგენეზის აქტივაცია აღინიშნება ჰიპოქსიის, იშემიის, ინფარქტების, სიმსივნეების დროს და მიმართულია დაზიანებული ქსოვილისადმი ჟანგბადის ადეკვატური რაოდენობით მიწოდებისაკენ [6,10].

ანგიოგენეზის აქტივაცია შეიძლება დაკავშირებული იყოს ნათხემის ქერქში ჟანგბადის ადეკვატური დონის აღდგენასთან, ახალი უჯრედების შევსებასთან, რომლებიც უზრუნველყოფს აპოპტოზის გზით დაღუპული უჯრედების ნაცვლად, პროგენიტორული უჯრედების დიფერენცირება-პროლიფერაციას [11].

მსხლისებრი უჯრედების მონოშრეში, დაზიანებიდან 31 საათის შემდეგაც, შეინიშნება დეზორგანიზაცია (სურ. №2 დ)), თუმცა აპოპტოზური უჯრედების რიცხვი მცირდება. მონოშრე შეიცავს ნათელ, უმწიფარ, მსხვილ პურკინეს უჯრედებს, რომელიც როგორც წესი ლოკალიზებულია ფოთლების ქვეშ (სურ. №2 დ)). შეიმჩნევა მსხვილი კაპილარი, რომლის ერთ მხარეს განლაგებულია დანაოჭებული აპოპტოზური უჯრედები, ხოლო მეორე მხარეს – ნათელი, შედარებით უმწიფარი, შესაძლებელია ახლად-



წარმოქმნილი პურკინეს უჯრედები. მსგავსი უჯრედები აღინიშნება მარცვლოვან შრეში (სურ. №2 ე)). პურკინეს უჯრედების უნიკალური მორფოლოგია და ლოკალიზაცია აადვილებს მათ იდენტიფიკაციას და ნათხემის ქერქის სხვა უჯრედებისაგან განსხვავების შესაძლებლობას იძლევა. დაზიანებიდან (სურ. №2 ვ)) გასული დრო (31 სთ) ნათხემში პურკინეს უჯრედების ნეოგენეზის ვარაუდის შესაძლებლობას იძლევა.

ზოგი ავტორის მონაცემებით, ლეტალურად დასხივებული თაგვების ნათხემში აღმოჩენილ იქნა ახლადწარმოქმნილი პურკინეს უჯრედები 0,1% რაოდენობით. დაზიანებიდან 31 საათის შემდეგ, მარცვლოვანი შრე მეტწილად მოწესრიგებულია, ხოლო აპოპტოზური უჯრედები პრაქტიკულად არ ვლინდება.

ჩატარებული კვლევებიდან გამომდინარე, ტრავმიდან 31 საათის განმავლობაში, დაზიანებიდან დაშორებულ უბნებში ადგილი აქვს აპოპტოზის ინდუქციას, ნეოვასკულარიზაციას და პურკინეს უჯრედების ნეოგენეზს, რაც კომპენსატორულ-აღდგენითი პროცესებითაა განპირობებული და მაღალი ტემპებით ხასიათდება. მიღებული მონაცემები უზრუნველყოფს არა მარტო რეპარაციის მექანიზმების დადგენას და უჯრედების პლასტიკურობის პოტენციალის რეალიზაციას, არამედ ხსნის გზას თერაპიის სტრატეგიაში.

დღეისათვის, არსებული კონცეფციიდან გამომდინარე, მექანიკურ დაზიანებაზე საპასუხოდ ნათხემის ქერქში უჯრედების ნეოგენეზი და ნეოვასკულარიზაცია შეიძლება მოხდეს როგორც ნათხემის პროგენიტორი უჯრედების რეზერვის, ისე ძვლის ტვინის დერო უჯრედების დერივატების ხარჯზე.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. **Г. П. Георгиев и др.** *Биохимия*. 1960, 24, 318-322.
2. **О. А. Гомазков.** *Нейрохимия ишемических и возрастных патологий мозга*: Инф.-аналитик издание. – М., 2000. – 200с.
3. **Э. Л. Микадзе, М. Н. Берилава, Г. Д. Туманишвили.** *Ранние морфологические признаки и особенности динамики клеточных деструкций в процессе апоптоза в фетальной печени крысы*. *Georgian Medical News*, 1998, # 7-8 (40-41).
4. **Э. Л. Микадзе, М. Н. Берилава, Г. Д. Туманишвили.** *Сравнительное изучение морфологических признаков апоптоза в физиологических*

условиях и при индуцировании его циклогексимидом. ექსპერიმენტული და კლინიკური მედიცინა. 1999, № 2, 89-90.

5. Э. Л. Микадзе, Т. Г. Мамацашвили. *Роль апоптозиса в ранней фазе регенерации печени крысы.* Известия АН Грузии. Сер. биол., 2001, 27, 97-108.
6. **Н. И. Нечипуренко.** *Роль оксида азота при ишемии головного мозга.* Медицинские новости. – 2004, № 1, с. 7-10.
7. **Е. Г. Сорокина, В. П. Реутов, Я. И. Сенилова и др.** *Изменение содержания АТФ в зернистых клетках мозжечка при гиперстимуляции глутаминатных рецепторов: возможное участие NO и нитратных ионов.* Бюлл. exper. биол. – 2007, № 4, с. 419-422.
8. **И. А. Завамишин, М. Н. Захарова.** *Оксидатный стресс – общий механизм повреждения при заболевании центральной нервной системы.* Ж. Неврологии и психиатрии им. С.С.Карсакова, 1996, № 2, с. 111-114.
9. **L. M. Schwarts, C. E. Milliga.** *Cold thoughts of death: The role of ICE proteases in neuronal cell death.* TINS, 1996, v. 19, p. 555-562.
10. **Harald Pruss et al.** *Inducible nitre oxide synthase does not mediate brain damage after transient focal cerebral ischemia in mice.* J. of Cerebral Blood flow. Metabolism, 2008, 28, 526-539.
11. **J. Priller, A. Flugel et al.** *Targeting gene-modified hematopoietic cells to the central nervous system – use of green fluorescent protein incovers microglial angragment.* Nat. med. 2001, 7 : 1356. Cell. Biol., 155, 733-738.
12. **A. J. Wager, R. I. Sherwood et al.** *Little evidence for developmental plasticity of adult hematopoietic stem cells.* Science, 2002, Sep. 27; 297 (5590): 2256-2259.
13. **M. Walski, B. Gajkowska.** *The changes in the ultrastructure of the cerebrovascular junction after traumatic injury of the cerebral cortex in rats.* Neuroendocrinology Letters, 2001, 22, 19-26.

**MANANA BERULAVA ETHER MIKADZE**

**MORPHOLOGICAL PECULARITIES OF CELLS IN THE RAT CEREBELLAR CORTEX AFTER MECHANICAL DAMAGE**

The cerebellar cortex of rats was studied in the semi- thin sections, following 3, 9 and 31 hours after mechanical damage to the organ. It was discovered that the reparative processes occur in the regions located at a certain distance from the damage. These processes are initiated immediately and are characterized with high rates. Using the method it was found that 4 hours after the damage, the number of apoptotic cells in the cerebellum tripled against the norm. In some regions of monolayer were reveal large light Purkinje cells and a large mitotic cell was found in the granular layer. We assume, the neovascularization and neogenesis of cells in cerebellar cortex can be attributed to both its own reserved progenitor cells of cerebellum and derivatives of the bone marrow stem cells.

**მინელა ჭანტურია**

**კვება, რადიონუკლიდები და ადამიანის ჯანმრთელობა**

ადამიანებმა შექმნეს კვების პროდუქტების შენახვისა და გადამუშავების მძლავრი ინდუსტრია: კონსერვირება, რაფინირება, სტერილიზება, შებოღვა, გაყინვა, შეღებვა, გახმობა, შეწვა, გაფუფება, გაჯერება ნახშირორჟანგით. ხელოვნური გზით სინთეზირებული საკვების შემადგენლობაში არანატურალური ქიმიური კომპონენტები: ემულგატორ-სტაბილიზატორები, არომატიზატორები, საღებავები, კონსერვანტები, გემოვნების გამამდიერებლები და სხვა. ნატურალურის იდენტური არ ნიშნავს ნატურალურს. უმრავლესობა დამზადებულია კონცენტრატებისაგან. ქიმიური მანიპულაციის დროს ჯანმრთელობისათვის სასარგებლო თვისებების დიდი ნაწილი სრულად იკარგება. დაგროვილია უამრავი ფაქტობრივი მასალა ორგანიზმში ქიმიური ნაერთების შემცველობასა და ონკოლოგიურ, გულ-სისხლძარღვოვან და სხვა დაავადებებს შორის. ბოლო წლებში სინთეზური გზით მიღებული იმპორტული პროდუქციის ნაწილი არ პასუხობს ხარისხით საერთაშორისო სტანდარტებს: დამზადებულია მეორეხარისხოვანი ნედლეულისგან, შეიცავს პათოგენურ მიკროფლორას, ტოქსინებს, სპეციფიკურ დანამატებს, რომლებიც საზიანოა ადამიანის ჯანმრთელობისათვის [5,6]. სასურსათო პროდუქტების და ნედლეულის უვნებლობა – თანამედროვეობის აქტუალური პრობლემაა. იგი მოსახლეობის ჯანმრთელობის და გენოფონდის შენარჩუნების საწინდარია. როგორ უნდა დავიცვათ თავი ასეთი სიტუაციის დროს? აუცილებლად უნდა გავეცნოთ პროდუქტის შეფუთვაზე არსებულ წარწერას. ყურადღება მივაქციოთ ასო **E** ინდექსს, რაც მიუთითებს კვებითი დანამატების სახეობებზე. ისინი კლასიფიცირდებიან ევროპული ციფრული სისტემით. გაერთიანებული ერების ორგანიზაციასა და ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციასთან არსებობს კვებითი დანამატების კომიტეტი, სადაც გროვდება დოკუმენტაცია კვებითი დანამატების უარყოფითი ეფექტების შესახებ. აუცილებლობის შემთხვევაში შესაძლებელია მათი აკრძალვა. ცნობილია ზოგიერ-

თი კვებითი დანამატის კოდი. ეტიკეტის მიხედვით მომხმარებელს შეუძლია კოდის გაშიფრვა [8].

სასურსათო პროდუქტების უვნებლობის საკითხის გადაჭრისათვის, აუცილებელია ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეულის წარმოება. მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში ჩატარებული კვლევებით დადასტურებულია დაბინძურების მაღალი მაჩვენებელი ტოქსიკური ქიმიური ნივთიერებებით, რადიონუკლიდებით, ბიოლოგიური აგენტებით, მიკროორგანიზმებით. **FAO-ს** მონაცემებით **1986** წლიდან დღემდე რადიონუკლიდების შემცველობა საკვებ პროდუქტებში **5-20**-ჯერ გაიზარდა, ნიტრატების **5**-ჯერ. სასურსათო პროდუქტების უვნებლობის გარანტია გახლავთ მათი სერტიფიცირების და სტანდარტიზაციის მკაფიოდ ჩამოყალიბებული სისტემა. მისი სტრატეგიის წარმატებისათვის აუცილებელია ადამიანისა და ცხოველთა საკვებზე კონტროლის სისტემების ინტეგრაცია და სათანადო კოორდინაცია [8].

**XX** საუკუნის **70**-იან წლებში შემუშავებულ იქნა “საშიში ფაქტორის ანალიზისას კრიტიკული საკონტროლო წერტილის გამოვლენის კონცეფცია” (**HAACCP –Hazard Analyses and Critical Control Point**), რომლის მიხედვით სასურსათო პროდუქტების უვნებლობის უზრუნველსაყოფად არ არის საკმარისი საბოლოო პროდუქტის ხარისხისა და უვნებლობის კონტროლი, აუცილებელია „საშიში ფაქტორების” გამოვლენა და მათი „კრიტიკული წერტილების” მონიტორინგი პროდუქციის წარმოების მთელი პროცესის განმავლობაში, ნედლეულიდან – მზა პროდუქტამდე და გამოვლენის შემთხვევაში პასუხისმგებლობა მთლიანად ეკისრებათ მწარმოებლებს, რაც საშუალებას აძლევთ მათ აამაღლონ პროდუქციის უვნებლობის კონტროლის ეფექტურობა. საშიში ფაქტორებია:

- ბიოლოგიური;
- ქიმიური;
- ფიზიკური.

ფიზიკური ფაქტორები წარმოადგენენ საშიში ფაქტორების ყველაზე გავრცელებულ სახეს. მათ მიეკუთვნება პროდუქტში უცხო სხეულის არსებობა და შესაბამისად მომხმარებლის დაშავების რისკი საკმაოდ დაბალია, რადგან ძირითადად ისინი პატარა ზომისაა. ქიმიური ფაქტორებია: პესტიციდები, ჰორმონები, ეკოლოგიური დამაჭუჭყიანებლები და სხვა. მომხმარებელთა დაავადების რისკი მაღალია. ბიოლოგიური ფაქტორებია მაკრო- და მიკრობიოლოგიური. მაკრობიოლოგიურია ტოქსიკური ან დაავადების მატარებელი მწერები და მღრღნელები. განსაკუთრებით საშიშია საკვებ პროდუქტში გამრავლებული პათოგენური მიკრო-

ორგანიზმები, რომლებმაც შესაძლებელია გამოიწვიონ ათასობით მომხმარებლის დაავადება და ზოგჯერ ლეტალური ეფექტი.

სურსათის წარმოების ახალი ტექნოლოგიების გამოყენების შედეგად მოდიფიკაცია განიცადა ძველმა ტექნოლოგიურმა პროცესმა, რაც დაკავშირებულია ნედლეულსა და ნახევარფაბრიკატებში ტოქსიკური ნივთიერებების წარმოქმნასთან. არაორგანული და ორგანული ბუნების ქსენობიოტიკების მოხმარებით რეალურად ზიანდება მოსახლეობის ჯანმრთელობა, იზრდება ეკოლოგიური კატასტროფა, ვინაიდან გარემოში მოხვედრილი ქსენობიოტიკები ხასიათდებიან ნიადაგსა და წყალსატევებში დაგროვების უნარით, ატმოსფერული დინებების საშუალებებით ათასობით კილომეტრზე გადაადგილებით. კვებით ჯაჭვებში გადაადგილების შედეგად ქსენობიოტიკები ხვდებიან ადამიანის ორგანიზმში და იწვევენ სერიოზულ დარღვევებს. ტოქსიკური ნივთიერებების რაოდენობრივი ორი ძირითადი მახასიათებელია: **ლდ<sub>50</sub> 0** და **ლდ<sub>100</sub>** ანუ დოზა, რომლის მიღებისას იღუპება ექსპერიმენტული ცხოველების **50** ან **100%**. ტოქსიურად ითვლება ყველა ნივთიერება, რომლისთვისაც **ლდ** მცირეა. **t<sub>0.5</sub>** ახასიათებს ტოქსინის ან მისი გარდაქმნის პროდუქტის ორგანიზმიდან ნახევრად გამოყვანის დროს. იგი შეიძლება მერყეობდეს რამდენიმე საათიდან ათეულ წლებამდე.

რადიოაქტიური ნივთიერებები სასურსათო პროდუქტებში დატუჭყიანების ერთ-ერთი სახიფათო სახეა, ხვდებიან კვებითი ჯაჭვის საშუალებით: ატმოსფერო – ქარი – წვიმა – ნიადაგი – მცენარე – ცხოველი – ადამიანი. დედამიწის რადიაციული ფონი გამოწვეულია პლანეტის ცოცხალ და არაცოცხალ ობიექტში არსებული ბუნებრივი რადიონუკლიდებით, რომელთაც მიეკუთვნება:

- კოსმოგენური რადიონუკლიდები –  $^3\text{H}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{24}\text{Na}$ ;
- გარემოში არსებული რადიონუკლიდები –  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ .

ადამიანის მიერ აღმოჩენილი პირველი რადიონუკლიდია რადონი.  $^{226}\text{Ra}$  იზოტოპის დაშლის შედეგად ეს კეთილშობილი აირი ორგანიზმში ხვდება ჩასუნთქვის გზით. რადონის წყაროა ქვისა და აგურის შენობები, ნიადაგი, სამშენებლო მასალები. მაღალია მისი შემცველობა სარდაფებში, შენობის I სართულზე, მიწისქვეშა წყლებში. მისი მოცილების ეფექტური საშუალებაა შენობის აერაცია [2,4,8].

ატმოსფეროში ბუნებრივი რადიონუკლიდების შემცველობა გაიზარდა ორგანული საწვავის (ნახშირი, ნავთობი, ტორფი), მინერალური სასუქების, სასარგებლო წიაღისეულის და სხვათა მო-

პოვების შედეგად. ატომური ენერჯის გამოყენებამ გარემოში წარმოქმნა ხელოვნური რადიონუკლიდები. ძირითადი წყაროა: ბირთვული იარაღის გამოცდა, ურანის საბადოების მოპოვება და გადამუშავება, ბირთვული რეაქტორების მუშაობა, ბირთვული სათბობის გადამუშავება, რადიაქტიური ნარჩენების და სამარხების არასწორი ექსპლუატაცია, ავარიები ატომურ ელექტროსადგურებზე. ხელოვნურ რადიონუკლიდებს შორის გამოიყოფა განსაკუთრებით გავრცელებული **21**, რომელთაგან **8** არის მოსახლეობის შინაგანი დასხივების ძირითადი წყარო:  $^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ . მომატებული რადიოაქტიური ფონის მქონე ტერიტორიების მოსახლეობა საკვებთან ერთად ღებულობს რადიონუკლიდების განსაზღვრულ რაოდენობას, რაც საფრთხეს უქმნის ჯანმრთელობას, ზოგჯერ კი სიცოცხლეს. ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრა შესაძლებელია სამი გზით: რადიოაქტიური ნივთიერებებით დაჭუჭყიანებული ჰაერის ჩასუნთქვა; საკვებთან და სასმელთან ერთად; კანიდან. განსაკუთრებით საშიში ხელოვნური რადიონუკლიდებია  $^{99}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$ . შესწავლილია მათი შეწოვის, ორგანიზმში განაწილების, დაგროვების, გამოყოფის, რადიოაქტიული გამოსხივების ზემოქმედების მექანიზმები ჯაჭვის **ბიომოლეკულა – უჯრედი – ქსოვილი – ორგანიზმი** ყველა ეტაპზე. მაგალითად, იოდი – ორგანიზმში არის 25 მგ. გროვდება ფარისებრ ჯირკვალში, კუნთებში, ძვლებში, ღვიძლში, თირკმლებში, თავის ტვინში, სისხლში და სხვა. იოდის ძირითადი ბიოლოგიური განისაზღვრება მისი მონაწილეობით ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონის – თიროქსინის სინთეზში. იოდის დეფიციტისას ვითარდება ენდემური ჩიყვი, გონებრივი ჩამორჩენილობა ბავშვებში – კრეტინიზმი. მისი ნაერთები ზრდიან იმუნოგენეზს – ლეიკოციტების ფაგოციტურ აქტივობას. იოდის ნაერთებს იყენებენ ენდემური ჩიყვის, ათეროსკლეროზის, ბრონქიტის, ბრონქიალური ასთმის, რევმატიზმის, ვერცხლით და ტყვიით მოწამვლის შემთხვევებში.  $\text{I}^{131}$  რადიოაქტიური ნუკლიდი გამოიყენება ფარისებრი ჯირკვლის მდგომარეობის გამოსაკვლევადა, კიბოს მკურნალობისათვის. ფარისებრი ჯირკვალი ჩვენი ორგანიზმის „ღირიჟორია“. იგი სისხლში გამოყოფს 2 ძირითად ჰორმონს: ტრიოდთირონინს და თიროქსინს (ერთად მათ უწოდებენ თირეოიდურ ჰორმონებს), რომლებიც აჩქარებენ მეტაბოლიზმს. თირეოიდების უკმარისობა (ჰიპოთირეოზი) იწვევს მოთენთილობას, ძილისადმი მიდრეკილებას, შრომისუნარიანობის და მახსოვრობის დაქვეითებას ჭარბ წონას. შესაძლებელია საწინააღმდეგო მდგომარეობაც: ჰორმონების სიჭარბე (ჰიპერთირეოზი ან თირეოტოქსიკოზი) იწვევს მოჭარბებულ ადზნებადობას, ნერვოზს,

ტაქიკარდიას სიგამხდრეს. რა არის მიზეზი? ერთი მოლეკულა ტრიოლთირონინის შეიცავს იოდის 3 ატომს, თიროქსინის მოლეკულა – იოდის 4 ატომს, ამიტომ, თუ არ არის იოდი – არ არის ჰორმონიც. დეფიციტი შეივსება ზღვის ნობათით, იოდიზირები მარილით. 3გ იოდი ორგანიზმისათვის სასიკვდილო დოზაა.

მცირე დოზებით დასხივების მიმართ განსაკუთრებული მგრძობელობით გამოირჩევა უჯრედის ბირთვი, მიტოქონდრიები. ამ დროს ითრგუნება ჟანგვითი ფოსფორილირების რეაქციები, იცვლება ნუკლეოპროტეიდების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, ადგილი აქვს რაოდენობრივ და თვისებრივ ცვლილებებს დნმ-ის მოლეკულაში, ირღვევა ტრანსკრიფციისა და ტრანსლაციის პროცესები, მემბრანების ფუნქცია, ითრგუნება ენერგეტიკული პროცესები,  $K^+$ ,  $Na^+$  გადასვლა ციტოპლაზმაში [1,4]. შესაძლებელია მოხდეს ყველა სახის მუტაცია:

- გენომური – ცვლილებები ქრომოსომების ჰაპლოიდურ რიცხვებში;
- ქრომოსომული – ქრომოსომების სტრუქტურული და რაოდენობრივი ცვლილებები;
- გენური ან წერტილოვანი – გენის მოლეკულის სტრუქტურის ცვლილება, რასაც მოყვება ბიოლოგიურად არააქტიური ცილის სინთეზი.

არჩევნ უჯრედის რადიაციული დაზიანების სამ ეტაპს:

- ფიზიკური. ადგილი აქვს მაკრომოლეკულების იონიზაციას და აგზნებას. ენერგია შთაინთქმება სუსტი ადგილების მიერ: ცილებში –  $\text{SH}$ -ჯგუფების, დნმ-ში – თიმინის ქრომოფორული ჯგუფების, ხოლო ლიპიდებში – ორმაგი ბმების მიერ.
- ქიმიური. ცილის რადიკალების, ნუკლეინის მჟავებისა და ლიპიდების ურთიერთქმედება ჟანგბადთან, წყლის რადიკალებთან და სხვა, შედეგად პეროქსიდების წარმოქმნა, ჟანგვითი პროცესების დაჩქარება, მემბრანების სტრუქტურის დარღვევა, დესტრუქციული პროცესების გაძლიერება, ფერმენტთა აქტიურობის ცვლილება.
- ბიოქიმიური. ვლინდება ფერმენტების გამოთავისუფლებითა და აქტიურობის ცვლილებით გამოწვეული დარღვევები. გამოიხატება ატფ-ის აღდგენის სისტემის დაზიანებაში ... ორგანიზმის დასხივებისას მცირდება გლიკოგენის შემცველობა ჩონჩხის კუნთებში, ღვიძლსა და სხვა ქსოვილებში,



ირღვევა გლუკოზისა და პოლისაქარიდების დაშლის პროცესი[8].

ლიპიდებზე რადიაციული დასხივების ზემოქმედებისას მცირდება მათი საერთო შემცველობა ორგანიზმში, მაგრამ ქსოვილებს შორის გადანაწილების შედეგად სისხლსა და ღვიძლში მათი შემცველობა მკვეთრად იზრდება. ანტიოქსიდანტების დათრგუნვის გამო წარმოიქმნება ტოქსიკური პეროქსიდების მეტი რაოდენობა. ამ პროცესებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ სხივური დაავადების განვითარების დროს, ვინაიდან ირღვევა უჯრედის მემბრანა და უჯრედი კვდება. დღეს, ნანონაწილაკების რეალური საშუალებებით შესაძლებელია წყალბადის პეროქსიდის ნანომოლარული კონცენტრაციების აღმოჩენა, რაც წარმოადგენს ადრეულ სტადიაზე ნებისმიერი დაავადების უნივერსალურ დიაგნოსტიკურ ინსტრუმენტს[7].

რადიონუკლიდები ორგანიზმში განაწილების მიხედვით შესაძლებელია დაყოთ სამ ჯგუფად:

- რადიონუკლიდები, რომლებიც ილექებიან ჩონჩხში, ე.წ. ოსტეოტროპული იზოტოპები – სტრონციუმი, ბარიუმი, პალადიუმი და სხვა;
- რადიონუკლიდები, რომლებიც კონცენტრირდებიან ღვიძლში – ცერიუმი, ლანთანი, პლუტონიუმი და სხვა;
- რადიონუკლიდები, რომლებიც თანაბრად ნაწილდებიან სხვადასხვა სისტემებში – რუბიდიუმი, ცეზიუმი გროვდება კუნთებში, რადიოაქტიური იოდი აკუმულირდება მხოლოდ ფარისებრ ჯირკვალში

აღამიანის ორგანიზმში რადიონუკლიდების დაგროვების პროფილაქტიკის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს წარმოადგენს რადიოდაცვითი კვების კონცეფცია, რომელიც მოიცავს სამ ძირითად დებულებას:

- რადიონუკლიდების საკვებში მოხვედრის მაქსიმალური შემცირება;
- რადიონუკლიდების სორბციისა და ორგანიზმში დაგროვების პროცესის დამუხრუჭება;
- რაციონალური კვების პრინციპების დაცვა.

ბევრი მიკროელემენტი წარმოადგენს კონკურენტულ ანტაგონისტს რადიონუკლიდების მიმართ, ამიტომ საკვების გამდიდრება ვიტამინური კომპლექსებითა და არაშეთვისებადი პოლისაქარიდებით ამცირებს ონკოლოგიური დაავადების რისკს, თამაშობს დიდ როლს რადიოაქტიური ზემოქმედების პროფილაქტიკაში, ახდენს თავისუფალი რადიკალების ბლოკირებას ნეიტრალიზაციის

და ორგანიზმიდან მათი გამოყვანის ხარჯზე, ააქტივებს იმუნურ სისტემას, ახდენს დაცვითი ფუნქციების მობილიზებას. კვებითი ბოჭკოები არ შეიცავენ კალორიებს, არ შეიწოვებიან ორგანიზმის მიერ და იმითაა ძვირფასი, რომ გადამუშავდებიან ნელა და ამის გამო, შაქრის დონე სისხლში მატულობს ნელა. [1]

დადგენილია, რომ რადიონუკლიდების შემცველობა მეცხოველეობის პროდუქტებში 1000-ჯერ მცირეა, ვიდრე მცენარეულ პროდუქტებში. ცხოველური პროდუქტი აძლიერებს ლიმფოციტების, ცილოვანი სხეულების – იმუნოგლობულინების, ანტისხეულების წარმოქმნას, რითაც თრგუნავს პათოგენური ვირუსების, ბაქტერიებისა და მიკროორგანიზმების ზეგავლენას. [3]

არსებობს ეროვნული და საერთაშორისო მონიტორინგი. გარემოს მონიტორინგის გლობალური სისტემის ძირითადი მიმართულებებია: კლიმატური, დაბინძურებისა და განახლებადი ბუნებრივი რესურსების მონიტორინგი. დაბინძურების მონიტორინგში შედის წყლის ხარისხის, გარემოს რადიაციული გაჭუჭყიანების, რადიონუკლიდებით დაბინძურების, ადამიანთა საკვები პროდუქტების მონიტორინგები, რომლებიც ხორციელდება ადამიანის ჯანმრთელობისა და დაცვის, ეკოლოგიური უსაფრთხოების მიზნით. [5,6]

ევროპულმა ქიმიურმა სააგენტომ შექმნა სარეგისტრაციო ბაზა, დააწესა რეგლამენტი ქიმიურ პროდუქციაზე “**Codex Alimentarius**”-ის მიერ გამოქვეყნებულ დოკუმენტში “საშიში ფაქტორების კრიტიკული წერტილების ანალიზის სისტემა და მისი გამოყენების სახელმძღვანელო”. საკვები პროდუქტების მიმართ ჰიგიენური კონტროლი დაწესებულია ელემენტების, რადიონუკლიდების მიმართ. ჯანმრთელობის საერთაშორისო ორგანიზაციის კომისიის გადაწყვეტილებით სასურსათო პროდუქტებით საერთაშორისო ვაჭრობის დროს მკაცრად კონტროლირდება რადიონუკლიდების, ტოქსიკური ელემენტების – **Hg,Cd,Pb,As,Cu,Sr,Zn,Fe** შემცველობა საკვებ პროდუქტებში. ამჟამად ამ ელემენტების სია ფართოვდება. მედიკო-ბიოლოგიური ნორმატივებით განსაზღვრულია სასურსათო პროდუქტებში ამ ელემენტების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები. [1,2]

## გამოყენებული ლიტერატურა:

1. *Химия и жизнь*. 2006, 2007, 2008, 2009г.

2. *Наука и жизнь*. 2007, 2008, 2009г.
3. **Лев Бондарь**. *Шедевры пищевой химии, химия в здоровом питании*. 2008.
4. «*Пища, которую мы едим*», журнал «*Мы в мире химии*» № 1 – 2005
5. **გ. სუპატაშვილი, გ. ქაჯაია**. *გარემო და ადამიანი*, თსუ, თბ. 2001.
6. **ი. მიქაბე**. *ეკოლოგია*, თბ., 2006.
7. **მ. ჭანტურია, ა. მსხილაძე**. *ნანოტექნოლოგიები მედიცინასა და ფარმაციაში*. საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი „ინტელექტუალი“. თბ., 2009
8. [www.kva.se](http://www.kva.se) (tree axis.com). [nanofood.info](http://www.nanofood.info) Nano-4Food 2005
9. [<http://www.scienceteacherprogram.org/chemistry/chemlps.html>]
10. <http://www.mrkvant.com.ua/radiation/5/>

## MINEDA CHANTURIA

### FOOD, RADIONUCLIDS AND PUBLIC HEALTH

It has been considered the unharminess of food products and raw materials being today's actual problem. According to FAO facts, the component of radionuclids in food products has increased 5-20 times since 1986 till now. Among the given 21 synthetic radionuclids, 8 of them are particularly spread as the main source of inner radiation on population:  $^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ . Polluted food on the territories by increased radioactive radiation influences on people's health. It is particularly studied dangerous synthetic radionuclids  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$  influenced mechanisms of absorption, distribution in organism, accumulation, isolation of radioactive radiation.

**ВАХТАНГ БЕРИЯ, ДЖУМБЕР ХУБУТИЯ**

**К ВОПРОСУ О НЕКОТОРЫХ ВРОЖДЕННЫХ ОСОБЕННОСТЯХ  
ХАРАКТЕРА**

Открытие ряда фундаментальных законов микромира на рубеже 19-20вв положило начало бурному развитию научных исследований в области естественных наук. Наиболее значимые результаты были получены на стыке таких наук как физика, химия и биология. Исследования в области радиационной генетики – открытие механизмов наследственной изменчивости, расшифровка структуры гена и принципов его функционирования, заставили по новому взглянуть на процесс эволюции органического мира и на место человека в этом процессе. «Человек является неотъемлемой частью природы» писали в своих трудах такие ученые как А.Энштейн, академик В.Вернадский и др. Они были убеждены, что природа и ее неразделимые составляющие, земная и космическая, воздействуют друг на другах[1].

Уже древние философы, со своим цельным взглядом на окружающий мир, сравнивая небесные тела и их циклы с тем, что есть в мире «подлунном» видели, что все проходит через стадии рождения, развития, кульминации, старения и смерти, чтобы в дальнейшем проявиться в новой форме. Энергия, необходимая для этого процесса, именуемая в одних школах «энтелехией», в других случаях – «праной», «ци» попадает в живые организмы извне.

20 век, в частности его вторая половина, вынес на суд общественности десятки «теорий личности». Все они допускают, что существует некая «человеческая натура», которую новорожденный приносит с собой в этот мир скорее в форме общих наклонностей и потенциальных возможностей, чем константных черт. Каждая из этих теорий отражает лишь тот тип, который по определенным характеристикам совпадает с типом изобретателя теории, так как теоретик-психолог предполагает, что на глубинном уровне каждый человек подобен ему. Такая система взглядов весьма ограничена, если не сказать – пагубна.

Возникновение в 20 веке компьютерных технологий и их быстрая «персонализация» привели к возникновению новых парадигм в научном сообществе. Парадигма, как гносеологическая модель познавательной

деятельности, как ведущая теория науки, может быть абсолютной, научной, государственной, общепринятой и личной. Личная парадигма – это сущностный метод принятия решения, опирающийся на ментальную модель конкретного человека. Нам представляется, что наиболее адекватным инструментом для описания этой модели может быть символический язык, предоставляемый оккультной наукой астрологией, которая дает наиболее точный и всеобъемлющий способ понимания человеческой индивидуальности, поведения и развития.

Целостность, здоровье и интегрированность отдельного человека – это отправная точка жизнеспособного общества 21 века. Именно психологии как науке, теснее всего связанной с жизнью человека, нужны объединяющие идеи. Чтобы создать новую психологию, сосредоточенную на здоровье и целостности индивидуума надо развивать истинную науку о жизни, имеющую дело со всем психофизическим существованием, центральной точкой которого является сознание. Только астрология в состоянии дать ту модель порядка и единства, которой недостает психологии. На сегодняшний день человек знает многое (почти все), но не понимает ничего, потому что концентрация внимания на частностях нарушает контакт исследователя с согласованной, интегрирующей силой целого. Так Гете в Фаусте пишет: «...живой предмет желая изучить, чтоб ясное о нем познание получить, ученый прежде душу изгоняет, затем предмет на части расчленяет И видит их, да жаль: духовная их связь тем временем исчезла, унеслась!» (часть I сцена 4).

Экологический кризис, с которым человечество сталкивается сегодня – результат использования «знаний» без понимания универсальных принципов, лежащих в основе жизни (природы). Так, в желании получить «быстрые результаты», психиатры прибегают к лечению шоком и медикаментами, называя это терапией, фермеры используют химические удобрения и пестициды, оправдывая это экономической необходимостью и желанием спасти человечество от голодания. Американский ученый Дж.Гудевейдж пишет: .. по-видимому мы достигли насыщения материализмом. Он не породил ничего, кроме разочарования, войн и классово-борьбы. Его цели пусты и бессмысленны, это тупик для человечества. Мы должны признать существование новых данных, которые безошибочно указывают на величественное единство и взаимозависимость всего в Природе[2] Многие современные ученые и философы признают ментальный и духовный аспект космоса. Так Джинс пишет: Вселенная проявляет признаки планирующей или контролирующей силы, которая имеет что-то общее с нашим индивидуальным разумом – не в смысле эмоций, морали или эстетической оценки, а в тенденции мыслить в таком направлении, которое можно описать как Математическое[3].

Западная наука постепенно приходит к заключению, что энергия представляет собой более значимую для создания Вселенной силу, чем материя. Идея, что «материя из которой состоит Вселенная...это только нечто неуловимое, что мы называем силой или энергией», - вероятно, наиболее важная концепция, сформированная юным умом человечества. Ей нет пока и ста лет. Многие ученые пришли к убеждению, что в живых организмах есть невидимое организующее начало, направляющее и определяющее форму, которую примет энергия. Эту тенденцию к структурности и формообразованию в природе можно увидеть во всем, от эволюционной теории до предсказуемых образцов физического и психического развития человека.

В современной квантовой физике математические уравнения, описывающие элементарную частицу оказались тождественны уравнениям движения квантовой жидкости, то есть элементарную частицу оказалось возможным описать как возбужденное состояние некоторой упругой среды – физического вакуума. Это возбужденное состояние остается стабильным если частица имеет момент вращения – спин. Гайзенберг доказал, что все многообразие элементарных частиц может быть построено из безмассовых частиц спина (нейтрино). Отсюда можно предположить, что не существует никаких изолированных, предоставленных самим себе систем (частиц, молекул, людей, галактик). Даже если они удалены друг от друга на значительные расстояния они продолжают принадлежать породившей их среде. Некоторые парадоксы квантовой физики, такие как мгновенный обмен информацией между частицами наделенными спином, могли бы весьма результативно обосновать некоторые феномены нашего макромира, включая воздействие на человека весьма удаленных планет и даже звезд. Это связано с тем, что небесные тела обладают моментом вращения, у человека же в качестве резонатора могут выступать его чакры[4].

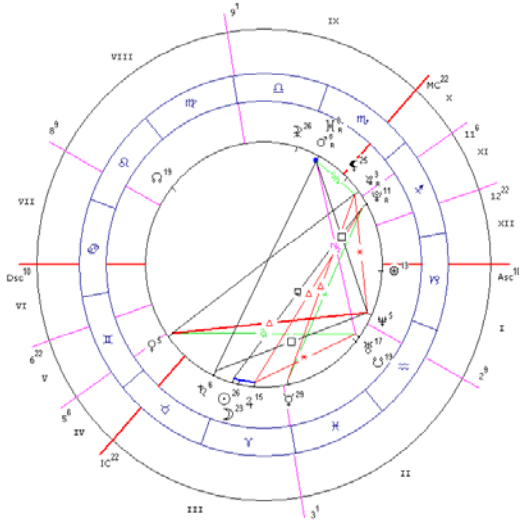
В астрологии каждый человек считается целостным и уникальным выражением универсальных принципов и энергий. Древние астрологи и философы считали Зодиак душой Природы, придающий жизни форму и порядок. Астрологическая карта рождения – это графический образ, посредством которого Космос (или еще нечто большее ) дает нам возможность понять его(космические) энергии и ритмы, в особенности то, как они действуют в каждом отдельном человеке. Основные работы в области психологии, рассматривающие универсальные и формообразующие принципы, принадлежат Карлу-Густаву Юнгу. Неважно какой термин используется для обозначения этих универсальных принципов - архетипы, сущности или формирующие принципы, факт остается фактом, что эти силы существуют во Вселенной и влияют на каждого из нас и изнутри и извне. «Человек может ожидать с большей долей уверенности, что четко

определенная психологическая ситуация будет сопровождаться соответствующей астрологической конфигурацией. Коллективное бессознательное, которое является предметом изучения психологии, заложено в астрологии в виде конфигураций символов: «планеты» – это боги, символизирующие силы подсознания. Она (астрология) содержит в себе суммарный итог всех древних психологических знаний, включая врожденную предрасположенность и точный инструмент определения времени жизненных кризисов»(5). Зиппора Доббинс, психолог, работающий по проблеме объединения психологии и астрологии, называет астрологию прекраснейшим намеком на объединяющий порядок космоса, успешно переведенным в познавательно-понятийную форму: ...по-видимому, есть два основных языка имеющих универсальное применение в качестве способов классификации и символического описания реальности. Количественный язык, который мы называем математикой, может быть использован для описания всего, что можно подсчитать или измерить. Мне хотелось бы поговорить об астрологии как о наиболее универсальном качественном языке... Я уверена, что пройдет совсем немного времени когда бесчисленные системы личности, которые сейчас соперничают в современной психологии тихо исчезнут и будут заменены астрологией. Психолог Ральф Мецнер в своих трудах пишет: система анализа – три связанных между собой символических алфавита зодиака - знаки, дома и планетарные аспекты, вероятно, лучше приспособлена к описанию сложного многообразия человеческих характеров, чем существующая система типов, черт, мотивов, потребностей, факторов или уровней. Система имеет дополнительное преимущество полной независимости от любого поведения со стороны субъекта и, следовательно свободна от любой пристрастной реакции[5].

Целью нашей работы было вызвать научный интерес к «символическому языку астрологии» у всех тех кто непосредственно занят воспитанием будущего поколения как-то: педагогов, психологов, дефектологов, воспитателей детских садов и просто родителей.

Для наглядной иллюстрации вышесказанного с точки зрения энергетической составляющей мы проанализировали карту рождения ребенка, обладающего акцентуированными чертами характера. Со слов родителей ребенок непоседлив, легко возбудим, не слушается, не усваивает учебный материал, так как практически не может концентрироваться. Карта рождения строится на момент первого вдоха ребенка, когда происходит настройка его жизненного приемника (организма) на космические источники энергии. Поэтому в ней графически отражен тот энергетический потенциал, характеризующий родившуюся личность. Натальная карта была построена с помощью компьютерной программы AstroZet7, которая позволяет вывести графическое изображение карты как на экран дисплея, так и на принтер.

Н.В.  
 16.04.1999 03:12:54 (15.04.1999 23:12:54 GMT) Москва, Московская обл., Россия 55M45 37E35  
 Троицкий  
 Эллиптическая  
 Гелиоцентрическая  
 Кбн  
 26 с.д.  
 29 л.д.  
 Час 5  
 День 3  
 Год 2



39	☉	♂	25	Υ	32	♂	♂	♂	♂
-9	☾	♂	222	Υ	31	♂	♂	♂	♂
-1	♃	♂	20	♂	3	♂	♂	♂	♂
12	♄	♂	4	♂	0	♂	♂	♂	♂
11	♅	♂	7	♂	14	♂	♂	♂	♂
8	♆	♂	14	Υ	27	♂	♂	♂	♂
-4	♇	♂	5	♂	17	♂	♂	♂	♂
0	♁	♂	16	♂	16	♂	♂	♂	♂
3	♂	♂	4	♂	15	♂	♂	♂	♂
♁	♂	♂	10	♂	42	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	18	♂	50	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	18	♂	50	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	24	♂	21	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	25	♂	53	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	7	♂	9	♂	♂	♂	♂
3	♂	♂	2	♂	57	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	12	♂	54	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	9	♂	53	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	8	♂	46	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	0	Υ	32	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	21	♂	53	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	5	♂	48	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	21	♂	3	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	9	♂	53	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	8	♂	46	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	0	♂	32	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	21	♂	53	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	5	♂	48	♂	♂	♂	♂
♂	♂	♂	21	♂	3	♂	♂	♂	♂

♂ = ♁

Анализ представленного энергетического рисунка показывает, что в карте доминирует огненная стихия: в знаке Овна у субъекта находятся Солнце, Луна и Юпитер, в знаке Стрельца – Хирон и Плутон. Марс, который энергетически несет в себе огненное начало, расположен в знаке Скорпиона, где он фактически является управителем, то есть усилен. Таким образом, в представленной натальной карте доминирует мощная стихия огня. В воздушных знаках расположены Венера, Нептун и Уран. В земных знаках - Асцендент и Сатурн. Сатурн, который при этом занимает положение в знаке Тельца, значительно ослаблен противостоящим ему сильным Марсом, однако его значение в исследуемой карте важно – он является управителем Асцендента. Стихия знака Солнца, являясь одной из основных показывает, что ребенок должен находиться в состоянии постоянной, естественной активности и от поддержания этого состояния зависит его здоровье и счастье. Огненным знакам необходима связь с такими же людьми огненного типа, им необходим также физически активный вид деятельности. Для своего самовыражения ребенку необходима значительная свобода и, если она отсутствует он сам обеспечивает себе это пространство, неуклонно настаивая на своей точке зрения. Проступки ребенка редко являются результатом плохих намерений, скорее они вызваны просто недостатком самоконтроля и чувствительности к окружаю-



შემ. რებენოკ ს დომინანტოი ოგნენოი სტიხიი ოენო რადრჟიტელენ ი ნე-  
ტერპელივ, ოსობენო ს თეი, უ ოგო პრეობლადეტ ვოდნაი ილი ჰემნაი სტიხიი.  
ს თაკიმი, ბოლეს ჟუსთვითელნიმი ი მიაკიმი ლუდნიმი, ონ ნერედოკო პრია-  
ვლეთ პოვედენიე, ოტოროე ვრიად ლი მოჟნო ბოლო ბი ნაზვთ ტაკტიჟნიმი.  
სლიშოკო ბოლოო ოოლიჟო ოგნა ვ კარტე ნე ვოსპრინიმაეტსა სამიმი  
სუბიექტო კაკ პრობლემა, დო თეხ პორ პოკა ნე ბუდეტ სლიშოკო პოზდნო ჟო-  
თიბო პრედპრინიათ. ვ ბოლეს ჰრელემ ოვრასტე ოტო მოჟეტ პრიავითსა კაკ  
სჟიგანიე სება იზნუთრი, ოსობენო პრი ჰლოუპტრებლენიი ალკოგოლემ ი თ.პ.  
იზლიშნე აკენტიროვანნი ოგონი მოჟეტ პრიავითსა კაკ პრობლემა ვ ობე-  
ნინი ს დრუგნიმი, თაკ კაკ იმპულსივნიოთ, ეგოცენტირისმი ი ნეობუზდანნოე ჰე-  
ლანიე დეივთოვთ ნემედლენო ი ლუბოი ჟენოი მოგუთ სთა პრიჟინოი  
ოენო ჟრუბოგო ი რავნოდუშნოგო ოთნოშენი კ დრუგნიმი ლუდნიმი.

ვ რაბოტე სდელანა პოპიტკა ს პომოჟოი ანალიზა ენერგეტიკი სტიხიი  
ვ კარტე როჟდენი დათ ოპისანიე პსიჟოტიპა რებენკა ს ვროჟდენნიმი აკ-  
ენტიროვანნიმი ჟერტაი ხარაქტერა. სიმვოლიჟესკიი ეზიკი ასტროლოგიაი  
დაეტ უნიკალნიოთ ვოზმოჟნოთ დრე რეშენიი პოსტავლენნიი ჟადაკი. ჰრანეს  
ბლადორამი ვსეხ თეხ, ოტო პროჟიტავ ნაშუ სთატიუ ნე პოსჟიტაეტ ჰა ტრუდ პრი-  
სლათ კონსტრუქტივნიე ჰაზეჟანიე ნა ნაშ ელექტრონნიი ადრეს: [beriavakhtang@yahoo.com](mailto:beriavakhtang@yahoo.com)

1. **ლ. ა. კოტელინიკ, ლ. ვ. კოტელინიკ.** *რითმი კოსმოსა ი სუდბა.* დონეჟკ: სთალ-  
კერ 1997, სტრ.6,55.
2. **ს. ვრონსკიი.** *ასტროლოგია – ოტო ნაუკა!* ვ სბ.ასტროლოგია ვეკ 20.ტხო «იუპი-  
ტერ» ან სსსრ,1991,სტრ 5.
3. **ჯ. გოდავაჟე.** *Astrology.The space age science.* **ჯ. ჯ. ონეილ** science editor of the  
NY Herald Tribune, 1966.
4. **ა. აიჟ.** *ასტროლოგისკიი ასპექტარიუმი.* მ. იზდ-ვო «პროფიტ სთაილ»2003.
5. **ს. აროიო.** *ასტროლოგია, პსიჟოლოგია ი ჟეთირე სტიხიი.* მ. იზდ-ვო ვშკა,2006.

## ვანჟანბ ბერიან, ჯუზუბერ სუბუტიან

### სანსიანთის თანდარჟოლილ ჟოზიეროთ თაჟისეპურეპათა საკითხისათჟის

ვარმოდგენა იმაჟე, რომ ენერგია მეტად მნიშვნელოვანია  
სამეაროს ვარმოქმნის პროცესში ვიდრე მატერია – ერთ-ერთი  
ძირითადი განსახილველი კონცეპციაა თანამედროვე სამეცნიერო  
ვრეეპში.

მრავალი ცნობილი მეცნიერი საბოლოოდ მივიდა ერთნაირ  
დასკვნამდე, რომ ის სტრუქტურა და ფორმა რა სანითაც ხდება

ენერჯის რეალიზება აპრიორი განპირობებულია ბუნების კანონით. ეს პრინციპი უნივერსალურია, ევოლუციური თეორიიდან დაწყებული და ადამიანში იმთავითვე განსაზღვრული და ჩადებული ფიზიკურ-ფსიქიკური ინდივიდუალობით დამთავრებული. ასტროლოგია, როგორც მეცნიერება იძლევა იმის შემეცნების შესაძლებლობას, რომ ადამიანი – უნივერსალური პრინციპებისა და ენერჯების ერთიანობის უნიკალური გამოხატულებაა.

სტატიაში მოყვანილი მონაცემები, დამაჯერებლად მოწმობენ იმის სასარგებლოდ, რომ დაბადების რუქაში გრაფიკულად წარმოდგენილი სტიქიათა ენერჯები იძლევა საშუალებას ბავშვის ფსიქოტიპის სრულად აღწერისათვის. ასტროლოგიის სიმბოლური ენა ზედმიწევნით მიესადაგება დასმული ტიპის ამოცანების გადაწყვეტას.

**VAKHTANG BERIA, JUMBER KHUBUTIA**

**FOR THE ISSUE, CONSERNING INHERENT FEATURES OF  
THE CHARAKTER**

The notion that the energy is more important than the SUBSTANCE in the process of creation of the Universe, is one of the principle concepts under consideration in the modern scientific circles.

Many prominent scientists came to the similar conclusions about the fact that the structure and the form, which executes energy realization, are a priori stipulated by the laws of nature. This principle is universal, starting from the evolutionary theory and finishing with the physical-psychological individualism, implemented in the human being. Astrology, as a science, gives the opportunity of cognition of the fact, that the human being is a unique depiction of the universal principles and the unity of energies.

Information, given in the article, proves that the energies of the elements, presented graphically in the birth map, give opportunity to depict the childs psychotype completely. Symbolic language of astrology satisfies the requirements of solving the stated tasks.

**სოფლის უნივერსიტეტის უროგები**

**ტ. VI, 2008**

*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*

**ბ ე ო ბ რ ა ჯ ი ა**

## რეზიუმე თოლორდავა

### აფხაზეთის საზღვრების ტრანსფორმაციის კარტოგრაფიული შესწავლის საპრობლემური

სახელმწიფოს მიჯნები და ავტონომიური ერთეულების ადმინისტრაციული საზღვრები, როგორც სუვერენული სახელმწიფოს სამართლებრივი საფუძველი, უმთავრესი ზრუნვის ობიექტს წარმოადგენს. ისტორიული მასალებიდან (ვახტანგ VI თბ. 1886, ბაგრატიონი ვ., 1997) ჩანს, რომ XVII და XVIII საუკუნეებში გამიჯნავი ხაზები ბუნებრივი (კლდე, მდინარე, ტყის კორომი) და ხელოვნური (ციხე-სიმაგრეები, თავდაცვითი კედლები, თხრილები) ობიექტებით მოინიშნებოდა, ამდაგვარი მიდგომა ფეოდალური სახელმწიფოების ტერიტორიული დიფერენციაციის დამახასიათებელი ნიშანია.

გასული საუკუნის მიწურულს, სოციალისტური ბანაკის დაშლის შედეგად, აღმოსავლეთი ევროპის რიგ ქვეყნებსა და ყოფილი საბჭოთა კავშირის ზოგიერთ რესპუბლიკაში ტერიტორიული უთანხმოებები გაჩნდა. მისი ნეგატიური გამოვლინებები საზოგადოებრივ დაპირისპირებებშიც გადაიზარდა. ამ მხრივ, საქართველო გამონაკლისი არაა: საზღვრის ძალისმიერად შეცვლის მცდელობამ ჩვენი ქვეყნის მთლიანობის დარღვევა გამოიწვია.

სახელმწიფოს ტერიტორიული გამიჯვნის ერთ-ერთი ძირითადი პრინციპი ისტორიულ-გეოგრაფიული ასპექტების (ქვეყნის ისტორიული საზღვრები, საზღვრის ხაზის რელიეფის მახასიათებელ წერტილებზე და ხაზებზე გატარება და სხვ.) გათვალისწინებაში მდგომარეობს. წარდგენილ ნაშრომში ავტორის მიზანია ისტორიულ-გეოგრაფიული ფაქტებისა და არსებული კარტოგრაფიული მასალების ანალიზის საფუძველზე, საქართველოს ტერიტორიული მთლიანობის დარღვევისა და საზღვრის ხელოვნური ტრანსფორმაციის უსაფუძვლობის ჩვენება.

აფხაზეთის საზღვრების ფორმირება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მიმდინარეობდა, ხოლო მისი ტერიტორია საქართველოს პოლიტიკურ მიჯნებში მოიაზრებოდა. ამის შესახებ დეტალურ ცნობებს შეიცავს როგორც ძველი ბერძნული წყაროები, ისე ქართული სამართლის ძეგლები. მათ შორისაა ქართლის მეფის, ვახტანგ მეექვსის, სამეფო კარის გარიგება – „დასტურდამალი“, ვახუშტი ბაგრატიონის საქართველოს აღწერილობითი და კარტოგრაფიული (1735-1745 წლების ატლასები) მასალები. ატლასის შემცველ რუკებზე ასახულია საქართველოს სახელმწიფოებრივი და შიდა ტერიტორიული (საერისთაო, საეპისკოპოსო, მხარე, სასპასპეტო) საზღვრები.



საზღვარი რამდენადმე გადაწეულია. ამ ისტორიულ დოკუმენტში, ამიერკავკასიის ტერიტორიის დანაწილების ლეგენდის ვახუშტისეულ ინტერპრეტაციაში (რვა ძმას შორის), აფხაზეთი მეზობელ რეგიონებთან (ჯიქეთი, ოდიში, ლიხნი) ერთად „ეგრის“ (ეგრისი) მხარეშია მოქცეული. ამავე ატლასში საქართველოს საერისთაობად დაყოფის (ფარნაოზ მეფე) რუკაზე ცხომისა და ეგრისის საერისთაოთა შორის საზღვარი დღევანდელ ქ. ოჩამჩირეზე გადის და მდინარეების მოქვისა და ეგრისის (მდ. დალიძ-გა) წყალგამყოფ ქედს მიუყვება. ჩრდილო-დასავლური მიჯნა კი ს. ლიხ-

ნიდან მდ. ზუფუს (სავარაუდოდ მდ. ხიფსთა) გასწვრივაა გატარებული. მის ჩრდილო-დასავლეთით მდებარე ტერიტორიას ვახუშტი ბაგრატიონი აფხაზეთს აკუთვნებს. ამავე ატლასის „კავკასიის გენერალურ რუკებზე“ კი აფხაზეთი მდინარეების ბზიფსა და რიონს შორისაა გადაჭიმული, რაც აფხაზეთის სამთავროს აღმოსავლეთისაკენ მიმართულ „ექსპანსიაზე“ მიუთითებს. ვახუშტის მიერ შედგენილ „ოდიშისა ეგრისის წყლის დასავლეთის“ რუკაზე ეს ტერიტორია ძველ (ჯიქეთსა და ოდიშს შორის) საზღვრებშია მოქცეული (ბაგრატიონი ვ., 1997, გვ. 78).

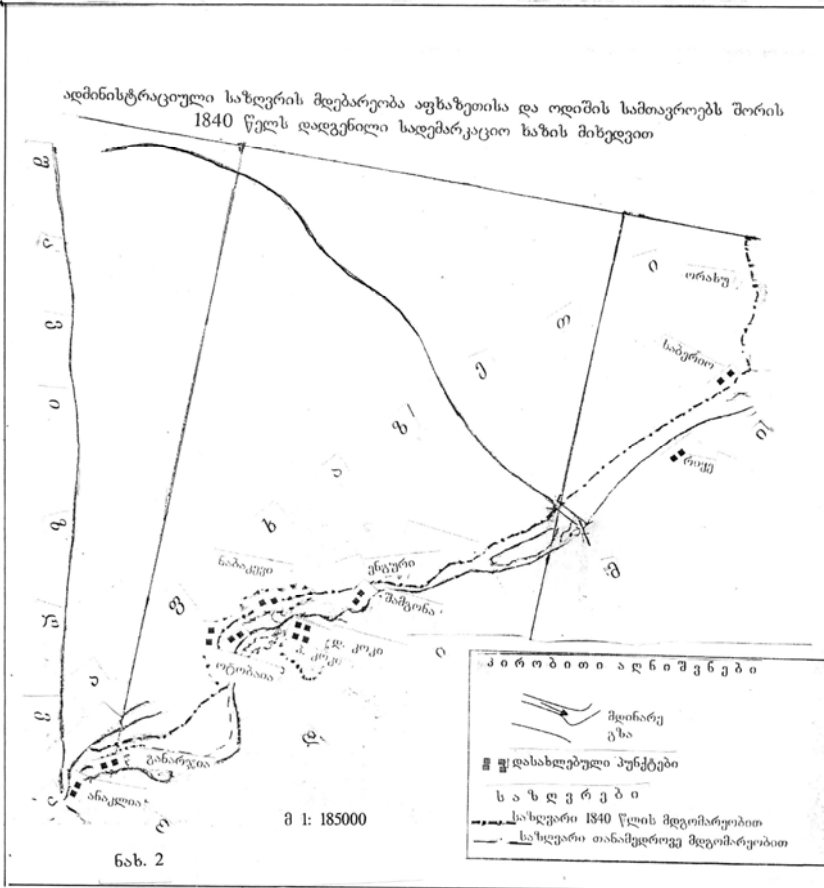
1745 წელს ვახუშტი ბაგრატიონის მიერ შედგენილ ამიერკავკასიის გენერალურ (რუსულენოვან) რუკაზე აფხაზეთისა და ოდიშის სამთავროების სახელწოდებები ერთმანეთის პარალელურად და თანაბარი ზომის შრიფტითაა გამოსახული. აქედან გამომდინარე უნდა ვივარაუდოდ, რომ აღნიშნული გეოგრაფიული ობიექტები სინონიმურ ერთეულებად და ერთიან (ანაკოფიდან მდ. რიონამდე) რეგიონადაა აღიარებული. ამავე ატლასის პირველი რუკის ლეგენდის მიხედვით კარტოგრაფიულ მასალაზე ძველი ეგრისი და აფხაზეთია ასახული, რომელიც უკვე იმერეთად იწოდებოდა. იგი მოიცავდა იმერეთის, ოდიშის, გურიის, აფხაზეთისა და სვანეთის სამთავროებს. საკუთრივ აფხაზეთის აღმოსავლეთ საზღვრად აქაც მდ. ფსირცხაა ნაჩვენები.

ამრიგად, ვახუშტი ბაგრატიონის რუკებზე აფხაზეთის ტერიტორია მდ. ბზიფისა და ანაკოფიას (ახალი ათონი) შორისაა ლოკალიზებული. მას ჩრდილო-დასავლეთით ჯიქეთი ხოლო აღმოსავლეთით ოდიში ესაზღვრება. ამასთან, საკუთრივ „აფხაზის“ (აფხაზეთის) საზღვრები, XVII საუკუნის შუა წლებამდე, უცვლელი რჩება.

XVII ს-ის პირველ ნახევარში აფხაზეთის სამთავროს ჩრდილოეთით ადიღე ესაზღვრება, ხოლო ჯიქეთთან სასაზღვრო ხაზმა მდ. მზიმთამდე გადაიწია. ლევან II დადიანის მეფობის დროს აფხაზეთის საზღვრის სამხრეთ-აღმოსავლეთი მონაკვეთი მდ. კელასურის მარცხენა (ცინცაძე, 1978, გვ. 89) ნაპირზე გადიოდა. აქედან, იგი უხვევდა მდ. კოდორისაკენ, ადიღე კოდორის (ფანავის) ქედზე და გრძელდებოდა მდ. დალიძის სათავეებამდე. ამ წერტილიდან აფხაზეთი სვანეთის სამთავროს ესაზღვრებოდა. ამასთან, კოდორის ხეობის ზემო წელი კვლავ აფხაზეთის სამთავროს შემადგენლობაში რჩებოდა. თუმცა, სხვა წყაროების მიხედვითი (ლაშბერტი, 1991, გვ. 12), აფხაზეთსა და სამეგრელოს შორის საზღვარი მდ. კოდორზე გადიოდა. ლევან II დადიანის

გარდაცვალების (1657 წ.) შემდეგ აფხაზეთის სამთავროს ტერიტორია სამხრეთ-აღმოსავლეთისკენ ფართოვდება და უკვე XVIII საუკუნის ბოლოს მდ. ენგურამდე გადმოიწია. XVIII-XIX საუკუნეების მიჯნაზე კი ოდიშის სამთავრომ სამურზაყანოზე გავლენის განმტკიცება (ცინცაძე, 1978, გვ. 96) მოახერხა. მოგვიანებით, ჯიქებმა გამმიჯნავი ხაზის მდ. მზიმითიდან გაგრის მიდამოებამდე გადმოტანა შეძლეს.

XIV საუკუნიდან აფხაზეთის ტერიტორია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით „ჩამოცოცებას“ განიცდიდა, რომელიც XIX ს-მდე გაგრძელდა და ქართული ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილის დაკარგვით დამთავრდა.



სამურზაყანოს რუსულ ტერიტორიულ-ადმინისტრაციულ ერთეულად გადაკეთების (1840 წ.) შედეგად დადგენილი საღმარკაციო ხაზი რუსმა მოხელეებმა ენგურის დინების ერთ-ერთი კალაპოტის მარჯვენა ტოტს გაუყოლეს (ნახ.2) და სამურზაყანოს კუთვნილი სოფლები დიდი და პატარა კოკი ოდიშის სამთავროს შემადგენლობაში მოაქციეს.

ამრიგად, XIX ს-ის პირველი ნახევარში სამურზაყანოს საბოქაულოსა და ოდიშის სამთავროს შორის საზღვარი მდ. ენგურსა და

ხირუმის ქედზე გადიოდა (ცინცაძე, 1978, გვ. 102). აფხაზეთის სამთავრო რუსეთთან შეერთების (1864 წ.) შემდეგ სოხუმის სამხედრო განყოფილებად გადაკეთდა. მისი ჩრდილო-დასავლური საზღვარი მდ. ბეგერეფსთაზე (ხოლოდნაია რეჩკა) იქნა გატარებული. მდ. მზიმთის აღმოსავლური ტერიტორია კი რუსეთის მთავრობამ შავი ზღვისპირეთის ოკრუგს მიუერთა.

XIX საუკუნის მეორე ნახევარში კავკასიის ტერიტორიული ცვლილებები ახალი ადმინისტრაციული ერთეულების ჩამოყალიბებაში აისახა. მათი მართვის მოწესრიგების მიზნით, 1900 წელს კავკასიის სამხედრო-ტოპოგრაფიული განყოფილების მიერ ჩატარებული გამოთვლების მიხედვით (Винников, 1905, გვ. 103), მაშინდელი აფხაზეთის ტერიტორიის ფართობმა (სოხუმის ოკრუგის ფარგლები) 7253,27 კვ. ვერსი (8254,22 კმ<sup>2</sup>) შეადგინა, რაც მის თანამედროვე ფართობთან (8700 კმ<sup>2</sup>) შედარებით 445,78 კმ<sup>2</sup> ნაკლებია.

1904 წლის დეკემბერში რუსეთის იმპერატორის ბრძანებულებით, გაგრის კლიმატური სადგური და მისი მიმდებარე ტერიტორია ზღვისპირეთის გუბერნიის სოჭის ოკრუგს მიუერთეს. მეფის რუსეთის ადმინისტრაციული დაყოფით 1919 წ.-მდე აფხაზეთის დანარჩენი ტერიტორია „სოხუმის ოკრუგად“ იწოდებოდა. საზღვრის ასეთი მდებარეობა ნაჩვენებია იმდროინდელ ორვერსიან რუკაზე, რომელიც ჩვენ მიერაა ინტერპრეტირებული (ნახ. 1).

მოგვიანებით, საქართველომ შეძლო აფხაზეთის ჩრდილო-დასავლეთი საზღვრის, მდ. ბზიფიდან ჩრდილო-დასავლეთით, მდ. მეხადირამდე გადაწევა. რუსეთ-საქართველოს 1920 წლის 7 მაისის ხელშეკრულების მე-3 მუხლის თანახმად („კომუნისტი“ №5, თბილისი, 1920) საზღვრის ხაზი შავი ზღვიდან უკვე მდ. ფსოუს გასწვრივ გადიოდა. აქედან კი ასახნის ქედისა და მთა აგაპეტას (აგეფსთა) თხემზე გადადიოდა, საიდანაც კავკასიონის მთავარ წყალგამყოფ ქედს მიუყვებოდა.

1921 წლის თებერვალში, საბჭოთა რუსეთის მიერ საქართველოს ანექსიის შედეგად, საქართველო-რუსეთის საზღვარი პილენკოვოს რაიონში (დაბაშგანთიადი), ს. ხოლოდნაია რეჩკასთან, მდ. ბაგრიფსთაზე (მდ. ხაშუფსე) დაფიქსირდა, რომლის შედეგად ეს თემი სოჭის რაიონის საზღვრებში მოექცა (ნახ.1). პილენკოვოს თემის აფხაზეთის შემადგენლობაში გადაცემის შესახებ დადგენილების (1928 წ.) რეალიზაცია სადემარკაციო კომისიის მიერ რსფსრ-სა და აფხაზეთს (საქართველოს) შორის საზღვრის მდ. ფსოუზე გატარებაში აისახა. კომისიამ იხელმძღვანელა რა, რუსული ეთნოსის უპირატესობით ძირძველ (აფხაზურ) მოსახლეობასთან შედარებითა და ისტორიული სამართლიანობის პრინციპის სრული უგულვებელყოფით მდ. ფსოუს ორვე მხარეზე მდებარე ს. აიბგა რუსეთის ფედერაციას მიაკუთვნა. იქვე მითითებული იყო ამ (ნახ.1) პოლიტიკური გადაწყვეტილების - „მოსახლეობის სამეურნეო და კულტურული ინტერესებით“ (Сагария, 1985, გვ. 19) მოტივირება.

სახელმწიფო საზღვრის ხშირი ცვლილება იმ პერიოდში შედგენილ რუკებზეც აისახა. ასე, მაგალითად, თუ აფხაზეთის რუსულენოვან

სატრანსპორტო-ეკონომიკურ რუკაზე (Числов, 1928, გვ.1) აღნიშნული საზღვრის მდებარეობა მდ. ბაგრიფსთაზეა დაფიქსირებული, მოგვიანებით, (ჯავახიშვილი, 1932, გვ. 1) ეს ხაზი ჯერ მდ. ფსოუს გასწვრივ მიემართება, ხოლო შემდეგ ასახნის ქედზე (ნახ. 1) გადადის. ერთი წლის შემდეგ კი საქართველოს რუკაზე (ჯავახიშვილი, ცხაკაია, 1933, გვ. 1) საზღვარი მდინარეების ფსოუსა და მზიმთას შორისაა გატარებული.

დღეს, აფხაზეთში საქართველოს ფაქტობრივი იურისდიქცია არ მყარდება. აშკარაა რომ, ამ სამართლიანობის აღდგენა დღის წესრიგში საზღვრების დემარკაციის საკითხსაც დააყენებს. დელიმიტაციის პროცესში კი საკამათო შეიძლება გახდეს ს. აიბგას მდ. ფსოუს მარჯვენა სანაპიროზე მდებარე ტერიტორია, რომელზეც საქართველოს სახელმწიფოს კანონიერი პრეტენზია გააჩნია.

აფხაზეთის სასაზღვრო სივრცის თანამედროვე მდგომარეობის დაზუსტების მიზნით სხვადასხვა მასშტაბის ტოპოგრაფიულ და ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე ჩვენს მიერ ჩატარებულია გაზომვები მექანიკური და კომპიუტერული მეთოდით (რ. თოლორდავა, 2005, გვ. 52). გაეროს 1958წ. და 1983წ. კონვენციების (United Nations. <http://www.un.org/Depts/los/sear> 1999). საფუძველზე შემოთავაზებულია საზღვაო საზღვრის სანაპირო ხაზზე გატარების პრაქტიკის ჩანაცვლება ტერიტორიული წყლების გარე პერიმეტრით. ჩვენს შემთხვევაში სხვაობა— $L_{ტერ}-L_{სან} = 205,71\text{კმ}-197,16\text{კმ}=8,55\text{კმ}$ -ია (ნახ. 1).

ამრიგად, საქართველოს სახელმწიფო საზღვრის აფხაზეთის მონაკვეთის სიგრძემ (ტერიტორიული წყლების საზღვრის გათვალისწინებით) 455,53 კმ შეადგინა. საბოლოოდ, სამეგრელო-ზემო სვანეთის მხარესთან ადმინისტრაციული საზღვრის სიგრძის (142,28 კმ.) გათვალისწინებითა და მიღებული შედეგების გეონიფორმაციული ანალიზის საფუძველზე ავტონომიური რესპუბლიკის თანამედროვე საზღვრების ჯამური სიგრძე—605,46 კმ. მივიღეთ. უნდა აღვნიშნოთ, რომ საზღვაო საზღვრის სანაპირო ხაზიდან აკვატორიის სიღრმისკენ ამდაგვარი გადაწევა აფხაზეთის სახელმწიფო ტერიტორიის მორიგი ტრანსფორმაციის შესაძლებლობას მოგვცემს – მისი იურისდიქციის ქვეშ დამატებით 4279 კმ<sup>2</sup> ფართობი მოექცევა და აფხაზეთის სახელმწიფო ტერიტორიის ჯამური ფართობი 12879 კმ<sup>2</sup> გახდება.

ამრიგად, აფხაზეთის საზღვრების ტრანსფორმაცია, მნიშვნელოვან ტერიტორიულ ცვლილებებთანაა დაკავშირებული. ისტორიული წყაროებისა და კარტოგრაფიული მასალის ანალიზის საფუძველზე მივედით დასკვნამდე, რომ საზღვრის მნიშვნელოვან ცვლილებებს XVII-XVIII სს ქონდა ადგილი, რამაც მოცემული ტერიტორიის სამხრეთ-დასავლეთ მიმართულებით „ჩამოცოცება“ განაპირობა. თუ XIX ს მორე ნახევრისათვის მისი სამხრეთ-აღმოსავლური (ადმინისტრაციული) საზღვარი სამეგრელოს სამთავროსთან სტაბილურობის ფაზაში შევიდა, ჩრდილო-დასავლეთურ მონაკვეთზე ეს პროცესი ჯერაც არ არის დამთავრებული (მდ. ფსოუზე, სოფ. აიბგას ტერიტორია) ამჟამად, საქართველოს ტერიტორიული მთლიანობა დარღვეულია. მისი აღდგენის შემდეგ, ქვეყნის ინტერე-



სებიდან გამომდინარე, უმთავრეს ამოცანად რჩება სახმელეთო საზღვრისა და ტერიტორიული წყლების გამიჯვნის საკითხების შეთანხმება.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. თ. ბერაძე. *ოდისის პოლიტიკური გეოგრაფიიდან – საქართველოს ისტორიული გეოგრაფიის კრებული*. ტ. III. თბ., 1976.
2. ვახუშტი ბაგრატიონი. *საქართველოს ატლასი*. თბ., 1997.
3. ვახტანგ VI „დასტურდამალი“ მეფის ვახტანგ VI. თბ. 1886.
4. რ. თოლორაძეა. *აფხაზეთის სახელმწიფო საზღვრის გეოინფორმაციული ანალიზი*. კონფერენციის მასალები, თბ., 2005.
5. რ. თოლორაძეა. *საქართველოს სახელმწიფო საზღვრების ტრანზფორმაციის კარტოგრაფიული შესწავლილობა*. „კარტოგრაფია და თანამედროვეობა“. თბ., 2005.
6. რ. თოლორაძეა. *სახელმწიფო საზღვრების მოწყობის აქტუალური საკითხები (საქართველოს მაგალითზე)*. სადისერტაციო ნაშრომის ავტორეფერატი. თბ., 2002.
7. ჯ. კეკელია. *საქართველოს ტერიტორია და საზღვრები*. თბ., 1996.
8. „კომუნისტი“ 15, თბ., 6.06.1920.
9. ა. ლამბერტი. *სამეგრელოს აღწერა*. თბ., 1991.
10. *საქართველოს ისტორიის ნარკვევები*. ტ. I-V. თბ., 1970-1981.
11. სცია, ფ. 4, ს. 384.
12. ზ. ცინცაძე. *სამეგრელოს (ოდიშის) სამთავროს საზღვრების საკითხისათვის XIX საუკუნის I ნახევარში*. საქართველოს ისტორიულ-გეოგრაფიული კრებული, ტ. VII, თბ., 1978.
13. სტრაბონი. *გეოგრაფია*. თბილისი, 1957.
14. მ. ხვედელიძე. *საქართველოს სახელმწიფო საზღვარი კონსტიტუციებსა და საერთაშორისო ხელშეკრულებებში*. თბ., 1999.
15. მ. ხვედელიძე. *საქართველოს სახელმწიფო საზღვრის სამართლებრივი, გეოგრაფიული და პოლიტიკური ასპექტები*. თბ., 2000.
16. აღ. ჯავახიშვილი, ს. ცხაკაია. *საქართველოს სოც. საბჭ. რესპუბლიკის სასწავლო ფიზიკური რუკა*; მ: 1:400000, საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოება, თბ., 1933.
17. აღ. ჯავახიშვილი. *საქართველოს სოც. საბჭ. რესპუბლიკის რუკა*; მ: 1:200000, თბ., 1932.
18. Н. П. Винников. *Вычисление площади кавказского края*. Записки военно-топографического управления, часть LXI, отделение II. С. Петербург, 1905.
19. А. Н. Дьячков-Тарасов. *Гагры и их окрестности*. ЗКОИРГО, вып.1, Тифлис, 1903.

20. **Б. Е. Сагариа.** *Из истории восстановления государственных границ Абхазии, известия института абхазского языка, литературы и истории.* Т. XIII, мецниереба, Тб. 1985.
21. **П. Числов.** *Транспортно-экономическая карта ССР Абхазии.* Тифлис, 1928.
22. **R. Tolordava.** *Cartographical Method of delimitation of territorial Waters.* Bulletin of Georgian Acadamy of Sciences.V,164, №2. 2001.
23. United Nations Oceans and Law of the Sea. <http://www.un.org/Depts/los/sear> 1999.

## REVAZ TOLORDAVA

### TRANSFORMACION OF ABKHAZIA STATE BORDERS

Fundamental principle of mark off state territory is historical-geographic. Which request to study thoroughly state border beginning and space-timely relocation. Abkhazia's state borders transformation, which is communicated important territory changes was conditioned long historical progresses. Basis of cartographical material and literary sources analysis is shown Abkhazia state border's North-West region and at Georgia's neighbor province administrative border stager transformation and it's rid of to South-East. It's made Abkhazia's historical border localization at river Bzipi to North-West and to South-East at Anakopia river Bzipi line.

912(084.3) გეოგრაფია. რუკები კარტოგრამები (479.224) – აფხაზეთის მსახლვრელი

**სოხუმის უნივერსიტეტის შრომები**

**ტ. VI, 2008**

*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*

## მალსაზ ღვინჯილია

### სამდინარო-სპორტული ტურიზმის გეოგრაფიული ასპექტები (საქართველოს მაგალითზე)

საწყალოსნო – სპორტული ტურიზმი (სამდინარო - რაფტინგი, სლალომი, კანიონინგი, ჯომარდინგი და სპრინტი და საზღვაო - სერფინგი, ვინდ-სერფინგი) საერთაშორისო ტურისტულ ინდუსტრიაში საკმაოდ მაღალი პოპულარობით სარგებლობს. საქართველოში საზღვაო მიმართულების საწყალოსნო სპორტული ტურიზმის განვითარების ხელშემწყობი ბუნებრივი პირობები (მარჩხი ზღვა, სუსტი ქარები, მაღალი და ციცაბო ტალღები) არ არსებობს. სამდინარო-საწყალოსნო სპორტული ტურიზმის განვითარების ხელსაყრელი ბუნებრივი პირობები (მთის მდინარეთა დიდი დაქანება, ჩანჩქერები და სხვ) კი პირიქით - ჩვენში ნოტიო კლიმატური და ალპური რელიეფური ასპექტების გამო, სპორტისა და ტურიზმის ამ სახეობას ექსტრემალური ხასიათის დანიშნულებას აძლევს.

საქართველოს ბუნებრივ-გეოგრაფიული პირობების (გეოლოგიური აღნაგობა, კლიმატური და რელიეფური თავისებურებები, მდინარეთა ჰიდროლოგიური ნიშნები), მატერიალურ-კულტურული, ისტორიული და ტრადიციული კატეგორიების ერთიან-მთლიანობაში ასახვისა და კომპლექსურ-გეოგრაფიული აქტის საფუძველზე ავტორის მიერ დასახული ამოცანა ქვეყნის საწყალოსნო-სპორტული ტურიზმის მარშრუტების გამოყოფას ითვალისწინებს.

ცნობილია, რომ სამდინარო-სპორტული ტურიზმი გულისხმობს, რთული გადასაღახაობის მდინარეებზე, ამა თუ იმ ტიპის (კანოე, კატამარანი, ბაიდარა, კაიაკი, გასაბერი ნავი) საცურაო საშუალებებით დაშვების (წინასწარ განსაზღვრულ დისტანციაზე) ჩატარებას. გამოიყენება, აგრეთვე როგორც ნიჩბიანი და აფრიანი, ასევე მოტორიანი ნაგებიც.

ზოგადად, გადასაღახაობის სიძნელის მიხედვით, მდინარეებს მარტივ I-IV და რთულ V-VI კატეგორიებად ყოფენ. მაღალი კატეგორიის სირთულის მდინარეების ჩანჩქარები და ჭორომები დაშვების მაღალ რისკსა და ტურების ჩატარების შეზღუდვას განაპირობებენ. ამ მდინარეებზე მხოლოდ გამოცდილი სპორტსმენები ასპარეზობენ.

სწრაფდაშვების მიზნით გამოყენებული ნაგების ნაირსახეობანი განსაზღვრულია მდინარეთა ჰიდროლოგიური ნიშნებისა და ამ თუ იმ ხალხის ისტორიული ტრადიციების მიხედვით. აღსანიშნავია ინდიელთა ერთნიჩბიანი კანოე. მდინარეთა მახასიათებლების (სიგანე, სიღრმე, წყალუხვობა, მენადრირება, სიჩქარე) შესაბამისად, ამ ნავით წყალზე დაშვებას 4-დან 20-მდე კაცი ახორციელებს. ტაილანდსა და სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზიის ქვეყნებში, საწყალოსნო სპორტული შეჯიბრებისას, კანოეს 50 კაცი მართავს.

სამდინარო სპორტულ შეჯიბრებებში იყენებენ ესკიმოსურ კაიაკს, რომელიც ხისგან გამოთლილი ჰერმეტიკული ერთ ან 2-3 კაციან ნავს წარმოადგენს. კაიაკინგი - ექსტრემალური საწყალოსნო ტურიზმის ერთ-ერთი სახეა, ადამიანისა და სტიქიის დაპირისპირებაა. მას სამი სახე გააჩნია:

სლალომი ანუ მაღალტექნიკური დაშვება. სპორტსმენიტურისტების მიერ, დროის მაქსიმალურად მცირე მონაკვეთში, მდინარის გასწვრივ არსებული ბუნებრივი (ჩქერები, ლოდები) ან სპეციალურად მოწყობილი სიბნელების (ფირნიშები) ფიზიკურად უკონტაქტო გადალახვას აქვს ადგილი;

როდეო. სლალომის ეს სახეობა უფრო გართობითი ხასიათისაა. შეჯიბრება რეზინის ნაგებით აკრობატული ელემენტების, თავდაყირა ცურვის, ტრიალების თანხლებით მიმდინარეობს.

სამდინარო-სპორტული ტურიზმის პოპულარობა და განვითარების დონე საკმაოდ მაღალია. მასზე მეტყველებს როგორც საერთაშორისო, ისე რეგიონული და ადგილობრივი დონის ჩემპიონატების სიმრავლე. პრესტიჟულობითა და მონაწილე ქვეყნების სიმრავლით გამოირჩევა მსოფლიო ჩემპიონატი, რომელიც 2009 წლის 12-15 ივნისს ჩატარდა ბოსნია-ჰერცეგოვინაში და 35 ქვეყანა მონაწილეობდა.

შეჯიბრებები (გუნდური და პერსონალური) მრავალ ტურისტს იზიდავს. მის პრესტიჟულობას ჩემპიონატის მასშტაბი და მონაწილეთა შენატანები განსაზღვრავს. ასე, მაგალითად, ევროპის ჩემპიონატზე მონაწილეობა 500 ევროს, მსოფლიო ჩემპიონატზე კი 50 ევროს შეადგენს, ხოლო რუსეთის ღია ჩემპიონატში მონაწილეობა (ტურისტების მოზიდვის მიზნით) უფასოა.

ტურისტების მოზიდვას ტუროპერატორების მიერ მომსახურების პაკეტების (მაგ. მარათონი) შემოთავაზება განსაზღვრავს. ტურები გაზაფხულზე, ზაფხულსა და შემოდგომაზე ტარდება და 1-2 დღის განმავლობაში (დღეში 3-4 სთ) გრძელდება. მონაწილეობის ფასები კვირის დღეებისა და ჯგუფის წევრთა რაოდენობის მიხედვითაა დადგენილი.

საქართველოში სამდინარო სპორტის ისტორია XX ს-ის 70-იანი წლიდან იღებს სათავეს. 1971 წელს ა. ყაველაშვილის მოხალისეთა (ვ. გელეიშვილი, ზ. და გ. სახელაშვილები, ნ. რჩეულიშვილი, ჯ. ქრისტესაშვილი, ნ. ენუქიძე) ჯგუფმა („შიდკაცა“) პირველი სამდინარო-სპორტული ექსპედიცია ჩაატარა. მარშრუტი (თბილისი, მდ. მტკვარიაკასპის ზღვა-მდ. ვოლგა-ვოლგა-დონის არხი-მდ. დონი-აზოვის ზღვა-ქერჩის სრუტე-შავი ზღვა-ბათუმი) 45 დღეს გაგრძელდა.

ქვეყნის სამდინარო-სპორტული ტურიზმი ხელახლა იწყებს აღორძინებას. ჩამოყალიბდა (2001 წ) სათავგადასავლო კლუბი „ჯომარდი“, რომელიც ადგილობრივ მდინარეებზე სამდინარო-სპორტულ ტურებს აწყობს. დაშვებების სეზონი აპრილ-ოქტომბრის თვეებს (პიკი ივლისი-აგვისტო) მოიცავს და მდინარეების მთიულეთისა და ფშავის არაგვის (ზემო წელი), მტკვრის (ბორჯომი, ვარძია), იორის, რიონის, იშვიათად

ტეხურისა და ცხენისწყლის ხეობების ჰიდროლოგიურად რთულ უბნებზე ხორციელდება.



სურ. №1. რაფტინგი მდ. მტკვარზე (ბორჯომის ხეობა)

საქართველოს ამჟამად მოქმედი საწყალოსნო-სპორტული მარშრუტების დაგეგმვის (მარკირება) უმთავრეს წინაპირობებს, რთულ ჰიდროლოგიურ ნიშნებთან (ჩანჩქერები, ჭორომები, ვარდნილები) ერთად, წარმოადგენდნენ გეომორფოლოგიური (კანიონები, ვიწრობები, ტროგები, შთენილები, მღვიმეები, ტრავერტინები, ერატიკული ლოდები, სვეტები), ფენომენები, იქთიო-ორნიტო- და ზოოფაუნის პოპულაციები, ლანდშაფტური (რელიქტური და თანამედროვე მარადმწვანე ტყეები, ადვენტური და ენდემური მცენარეები, კორომები), კონტრასტები, არქეოლოგიური ძეგლები (აღამიანთა სადგომები, დოღმენები, ყორღანები, სამარხები, ნაქალაქარები), მუზეუმ-ნაკრძალები (კლდეში ნაკვეთი ქალაქ-მონასტრები, ნასახლარები), ხალხური არქიტექტურის ნიმუშები (კოშკე-

ბი, გალავნები, საფორტიფიკაციო ნაგებობები), ანთროპოგენური (გამოქვაბულები) ნაშთები.

აღნიშნული ბუნებრივი და ხელოვნური ფენომენების გათვალისწინებით ქვეყანაში შექმნილია და ფუნქციონირებს საწყალოსნო-სპორტული ტურიზმის მარშრუტები. მთიულეთის არაგვის – დაბა ფასანაური-ს. მენესურა (სიგრძე 13კმ), ფშავის არაგვის – კოპალას სალოცავი-ს. მადაროსკარი-ს. თვალივი (სიგრძე 15 კმ), მდ. მტკვრის – ჯიათხევის ჰეს-ი ბორჯომი (სიგრძე 10კმ).



სურ. № 2. რაფტინგი მდ. ფშავის არაგვზე

ტურისტების მოზიდვის ხელშეწყობის მიზნით საქართველოში სწრაფი ერთჯერადი დაშვების დაბალი სატარიფო (30-35 ლარი) პოლიტიკაა გატარებული. მომსახურების სრული პაკეტი (ტრანსპორტირება, კვება, აღჭურვილობა – სტანდარტული, გასაბერი-შვიდკამერიანი რაფტინგის ნავები, ჩაფხუტი, ჟილეტი, ნიჩბები, თერმოსის ფუნქციის ნეოპრენის კოსტუმი) 70 ლარს შეადგენს. ეკიპაჟის (ერთი ინსტრუქტორი და 7-8 ტურისტი) უსაფრთხო დაშ-

ვებას (ერთდღიანი ტურის დაშვების საშუალო ხანგრძლივობა 1.20 სთ) ტურისტული კომპანია უზრუნველყოფს.

საქართველოს საწვალოსნო-სპორტული ტურიზმის სამომხმარებლო ქსელი (ბაზარი) საკმაოდ მწირია. ქვეყნის ტუროპერატორული კომპანიების რიცხვი მოკრძალებული (სამი კომპანია) და ლოკალური (მხოლოდ ქ. თბილისი) ხასიათისაა. პირველი კომპანია („შ დ I“) მხოლოდ 2005 წელს, ხოლო დანარჩენი ორი ( ეორგიან ადვენტურე ანდ ტოურს“, „ლაფტინგ ეორგია“) 2007 წელს დაარსდა. ბაზარზე კონკურენციის მიუხედავად ამჟამად „JOMARDI“-ის წლიური მომსახურება 50%-ზე მეტს (1500-მდე ტურისტს) შეადგენს.

სამომხმარებლო ბაზრის დინამიკა (2005 წ - 300 კაცი, 2006 წ - 400 კაცი, 2007 წ - 500 კაცი, 2008 წ - 1000 კაცი და 2009 წ - 1500 კაცი) ზრდის ნელი ტემპის მანიშნებელია. ამავე დროს, მომხმარებელთა შორის უცხოელთა წილი საკმაოდ მცირეა.

ქვეყნის ბუნებრივი (რელიეფის ფენომენები, გაშვიშვლებები, შთენილები, კანიონები, ნალვენთი და ნაწრეტი ფორმები, ბიომრავალფეროვნება, ლანდშაფტები) და ხელოვნური (მატერიალურ-კულტურული ძეგლები, ხალხური ტრადიციები - გასტრონომია) ფენომენების გათვალისწინებით ავტორის მიერ შემოთავაზებულია საქართველოს საწვალოსნო-სპორტული ტურიზმის განვითარების პერსპექტიული ექვსი რეგიონი (ცხრილი, № 1) და გამოყოფილია 13 მარშრუტი:

როგორც მოგანილი ცხრილიდან ჩანს საქართველოს ბუნებრივი ლანდშაფტების არერთგვაროვნება და სიუხვე, სოციალურ-ეკონომიკური ფაქტორების უნიკალური გამოვლინებები და კავკასიის რეგიონისადმი ადამიანური დაინტერესებათა გათვალისწინებით საწვალოსნო-სპორტული ტურიზმის პერსპექტიული რეგიონებისა და მარშრუტების პრაქტიკული რეალიზაცია ქვეყნის ეკონომიკისა და კულტურის, სოციალურ-დემოგრაფიული სფეროს, ეკოლოგიური ასპექტებისა და გარემოს მდგრადი განვითარების წინაპირობების შექმნა უნდა განაპირობონ.

ამგვარად, საქართველოს ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსებისა და პირობების გეოგრაფიული ხედვის ავტორისეული წარმოჩინების შედეგად დადასტურებულია ქვეყნის საწვალოსნო-სპორტული ტურიზმის პოტენციური შესაძლებლობები და მისი განვითარების მაღალი პერსპექტივები. საქართველოს, როგორც მთიან ქვეყნას მდინარეებზე სწრაფი დაშვების საქმიანობის ორგანიზაციის რეალიზაციას მთის კლდოვანი აგებულება, უხვი ატმოსფერული ნალექების სეზონური ხასიათი, რელიეფის მაღალი ატრაქტივობა, ბიომრავალფეროვნების მაღალი (4500-4600 სახეობა) მაჩ-

ვენებელი, რთული გამავლობის მდინარეები, მატერიალურ-კულტურული, ისტორიულ-ტრადიციული კატეგორიების სიმრავლე განაპირობებენ.

**საქართველოს სამდინარო-სპორტული ტურიზმის პერსპექტიული ობიექტები**

ცხრილი №1

№	მარშრუტი: სიგრძე, კმ; კატეგორია, I-V	მდინარე	ტურის სახე	გადაადგილება	სანახაობანი (ატრაქტივები მარშრუტებზე)
<b>I. ზემო აფხაზეთის, კოდორის ხეობა</b>					
1	კოდორი I. ს.ს. სამხ.თავ-შესაფარი-აუარა; 12 კმ, IV	ი დ ე ბ ა	კ ო მ ბ ი ნ ი რ - ე ლ ე ს ი	ველოსიკლი, ნაგი	სამხრეთ თავშესაფრის სიახლოვე; სამკურნალო-მინერალური წყალი. ს. გენწვიშამდე მოგზაურობა ველოსიპედით; კოლხეთის რელიქტური წიწვნარები, ჩანჩქერი; ს. გენწვიშიდან 2-3 ჯგუფის დაშვება ნაგებობ ს. აჟარამდე
2	კოდორი II. ს.ს. აჟარა-ჩხალთა; 7 კმ, IV			ნაგი	დასახლებული პუნქტების აგრო-კულტურები, წიწვნარი ტყეები გარდამავალი მუხნარ-წაბლნარში, მაღალი მთის ლანდშაფტები
3	კოდორი III. ს.ს. ჩხალთა-ქვაფჩარა; 6კმ, IV			ნაგი	წაბლისა და ცაცხვის პოპულაციების მონაცვლეობა; საწყისი პუნქტიდან მე-3 კმ-ზე კაპიტალური ხიდი (მდ. პტიშის შენაკადზე), შეჩერება ს. ქვაფჩარაში.
4	კოდორი IV. ს.ს. ქვაფჩარა-ზღათა; 16 კმ, IV			ნაგი	მაღალმთის ლანდშაფტების კონტრასტულობა. ნავიდან ჩანს ხეობის მცენარეები: ჭალის ტყე, წიფლნარ-რცხილნარები, წიწვნარები და სუბალპური მდელოები. შეჩერება ს. ზ. ლათაში. კარვის გაშლა, თევზჭერა, პიკნიკი.
5	კოდორი V. ს. ზ. ლათა-ქვღათა; 11 კმ, IV			საზოპრივი	ნაგი
<b>II. სვანეთის</b>					



6	ქვემო სვანეთი. ს.ს. ხო-ფური-გვიმრა-ლა; 10 კმ, III	ცხენის-წყალი	სახობ-რი-გი	ნაგი	მაღალი მთები, სუბალპური და ალპური მდელოები, ხეობის კლდოვანი ფერდობები, ბუნ-ქნარები. სვანური ნამოსახლარები. შეჩერება ს. გვიმრა-ლაში
7	ზემო სვანეთი. ს. ხაიში-ჯვრის წყალ-საცავი; 20 კმ, IV	ენგური	კომბინირებული	ქვეითი, ნაგი	გასტრონომიული ტური: სვანური კერძების დაგემოვნება; ნაგებით დაშვება. სანახაობანი: დაბალი გორაკები, დაბალი, საშუალო და მა-ღალი მთები. მდინარეზე ჩქერე-ბი. კოლხეთის ფართოფოთლოვანი ტყის მწვანე საბურველი; შეჩერება ჯვრის წყალსაცავთან. ენგურჰესის კომპლექსი; სვანური კოშკები.
III. რაჭა-ლეჩხუმის					
8	რაჭა. დაბა ამ-ბროლაური-ს. ჭრებალო; 12 კმ, III	რიონი		ნაგი, ველოსიპედი,	ამბროლაურის სოფლებში აგრო-და გასტრო-ტურები ველოსიპედე-ბით; ხვანჭკარის დაგე-მოვნება; მდინარეზე დაშვება დ/ამბროლაური-ს. ჭრებალო გასა-ბერი ნაგებით; კაკასინის მყინვა-რების პანორამის, ფართოფოთლო-ვანი ტყეებისა და საკარმიდამო ნაკვეთების დათ-ვალიერება; ს. ჭრებალო: შეჩერება და პიკნიკი
9	ლენხუმი. დ. ცაგერი ს. ოყურეში; 12 კმ. III.	ცხენისწყალი	კომბინირებული	ნაგი, ველოსიპედი, ქვეითი	რადიალური ველტური: დ. ცაგე-რი-ლუხვანო-ახალჭალა-ცაგერი (მაღალი მთები, სუბალპური მდე-ლოები); კულტურული ტური (ქვეი-თად): დ. ასათიანის სახლ-მუზეუმი, მხარეთმცოდნე-ობის მუზეუმი, სამი ისტორიული კოშკი. დაშვება ნაგე-ბით: დასახლებები, ჭადის ტყეები, მწვანეში ჩაფლული ბორცვიანი რელიეფი.
IV. მთიანი აჭარის:					
10	აჭარა I. ს.ს. დანდალო-ცხმორის; 12 კმ, III	აჭარის-წყალი	კომბინირებული	ქვეითი	ს. დანდალოს თაღოვანი ხიდი; დაშვება ნაგებით ცხმორისსაკენ. სანახაობა: ხშირი და კოლხეთის პოლიდომინანტური ფართოფოთ-ლოვანი ტყე და ქვეტყე; შეჩერება ს. ცხმორისში; თევზჭერა. პიკნიკი
II	აჭარა II. კინ-ტრიშის ნა-რძაღის ტე-რიტორია; 10 კმ, III	კინტრიში	კომბინირებული	ნაგები, ქვეითი	ნაკრძაღის ვიზიტორთა ზონის სა-ნახაობანი. იშვიათი და გადაშენე-ბის პირას მყოფი ცხოველთა და ფრინველთა პოპულაციები. დაშ-ვეება ნაგებით; მარადმწვანე სუბ-ტროპიკული ლანდშაფტები.
V. კოლხეთი					

12	ეგრისი. ს.ს. წახსური-სალხინო; 12 კმ, II	ტესური	კომბინირებული	მელოსიპედი, სატსენოსნო, ნავი, ქვეითი	საცხენოსნო წრიული ტური: ს. ჭახსური-კურ. ლეზარდე-ს. წახსური. მინერალური წყლები. ველოტური: ს. წახსურის ტაძარი-მდ. ტესური - 5 კმ; დაშვება ს. წახსურიდან ს. სალხინომდე; ს. სალხინო: თევზჭერა, დადიანების საზაფხულო რეზიდენცია. აგრო- და ეკოტური, პიკნიკი ბუნებაში.
VI. აღმ. საქართველოს მაღალმთიანეთი					
13	ხევი. ს. ანხოტი-დ. სტეფანწმინდა; 10 კმ, IV	თყეგი	კომბინირებული	ნაგები, ქვეითი	მაღალი, ციცაბო ქედები და კლდეები; ტრავერტინები; „ხევის პატარძალი“ მყინვარწვერი; შენერება დ/სტეფანწმინდასთან; ქვეითი მარ-შრუტი: ტაძარი გერგეტის სამება. დაშვება და პიკნიკი (ხინკალტური) დ/ვაზბგში.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. **А. С. Кусков, О. В. Понукалина.** *Менеджмент транспортных услуг. Туризм.* М. 2004.
2. *Индустрия Туризма: перевозки.* М-Санкт-Петербург. 2007.
3. **А. Д. Чудновский, О .В. Понукалина.** *Управление индустрией туризма.* М. 2006.
4. [www.rafting.com](http://www.rafting.com)
5. [www.slalom.com](http://www.slalom.com)
6. [www.wta.com](http://www.wta.com)
7. [www.jomardi.ge](http://www.jomardi.ge)

## MALKHAZ GVINJILIA

### ASPECTS OF RIVER SPORT TOURISM (ON THE EXAMPLE OF GEORGIA)

Scientific interest and task: development opportunity of water sporting tourism and complex view of natural conditions, material, cultural, historical and traditional categories.

There were analyze about the tourist products witch are changeable by the time in consumer market which was given by the Georgian tour operating companies, national and cultural phenomena, geographic views.

Offered: potential regions and routes of combined tours of water sporting tourism and tourism technologies of sailing down.

სოხ უმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის უროგები  
ტ.VI, 2008  
*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია*

**მელორ ალფენიკე**

**შავი ზღვის სანაპირო ზონის ჰიდრო-ლიტო-  
მორფოდინამიკის  
გეობრაფიული მოდელირების შესახებ**

საზოგადოების უმთავრესი ყურადღება აკვატორიების რესურსების ათვისებისაკენაა გადატანილი. ამ მხრივ, საქართველოს შავი ზღვის სექტორში უნიკალური ბუნებრივი (უმთავრესად კლიმატური) პირობები, სტრანსპორტო და ტურისტულ-რეკრეაციული დანიშნულება (კობახიძე, 1971; Бондырев и Джганджгава, 1992; ალფენიძე, 1996; კიკნაძე, 2000; ალფენიძე, 2007; 2008) გააჩნია. აღსანიშნავია აგრეთვე, ვრცელი აკვატორიების შიდა დინამიკური კავშირები და გენერატორულ-რეგულატორულ თვისებები. შავი ზღვაც საკმაოდ დიდი ენერჯის მატარებელია. მათ შორისაა რყევითი მოძრაობები და დინებები. პირველი მათგანი სანაპიროზე, ატმოსფეროს მაღალი წნევის არეებიდან, ენერჯის შემოტანას განაპირობებს. დინებების მეშვეობით კი, წყლების შერევის პროცესთან ერთად, ფსკერული ნალექების გადაადგილება უნდა ვივარაუდოთ.

ცხადია, რომ აღნიშნული დინამიკური პროცესები ზღვისპირეთის რელიეფის ფორმირებასა და გარდაქმნაზე უნდა აისახოს. ავტორის მეცნიერული ინტერესიც ამ ტალღების გავრცელებისა და ფიზიკური პარამეტრების ცვლილებების კვლევას ეხება, რომლებიც ზღვის სანაპირო ზონაში (ტალღების მიერ ზღვის ფსკერზე მექანიკური მოქმედების არე) ჰიდრო- და ლითო-დინამიკაზე აისახება.

სტატიის უმთავრესი ამოსავალი თეზისი სანაპირო ზონის წყალქვეშა მარჩხი (სიღრმე 10-12მ) და წყალზედა „მშრალი“ ზოლის ერთიანობაში მდგომარეობს, რომელთა მუდმივი ფორმირების პროცესი ორგანულად ურთიერთდაკავშირებულ და ერთიან-მთლიან სისტემაში მიმდინარეობს. აქ, როგორც ტალღების, ისე მათი მუშაობით გენერირებული დინებების მიერ ენერჯის ჯამური ნაკადის გამოვლინებას აქვს ადგილი. ტალღური ენერჯის ხარჯვა (რეფრაქციით) სანაპიროს შელფურ ზოლში (მარჩხობი) მიმდინარეობს. ენერჯის ხარჯვის ზოგადი პრინციპიდან გამომდინარე, წყალქვეშა ფერდობზე ტალღის ენერჯის დაკარგვა ნაპირთან მის დეფიციტს განაპირობებს. ამავე დროს, ზვირთცემის ნაკადის მიერ წყალზედა ძირითადი ნაპირის ძლიერი ნგრევის გამო, აბრაზიის პროდუქტის - ნგრეული მასალის სანაპირო ფსკერზე გადაადგილებას უნდა ველოდოთ. ამ პროცესებმა კი ზღვის სანაპირო ზონის ამგებელი წყალქვეშა (ბენჩი) და წყალზედა (კლიფი) ქანების, და ცხადია, რელიეფის გარდაქმნაში უნდა ჰპოვონ ასახვა.

სანაპირო ზონის რელიეფის გარდაქმნის სისტემური ურთიერთკავშირები განისაზღვრება რა ლითო- და ჰიდროდინამიკური ასპექტებით - საბოლოო ჯამში, ჰიდრო-ლითო-მორფოდინამიკურ

ურთიერთობებს განაპირობებენ, რომელთა სუმა რული შედეგი სანაპირო ზონისა (პლაჟის ზოლი, ძირითადი ნაპირი) და მიმდებარე ინდუსტრიის კომპლექსზე აისახება.

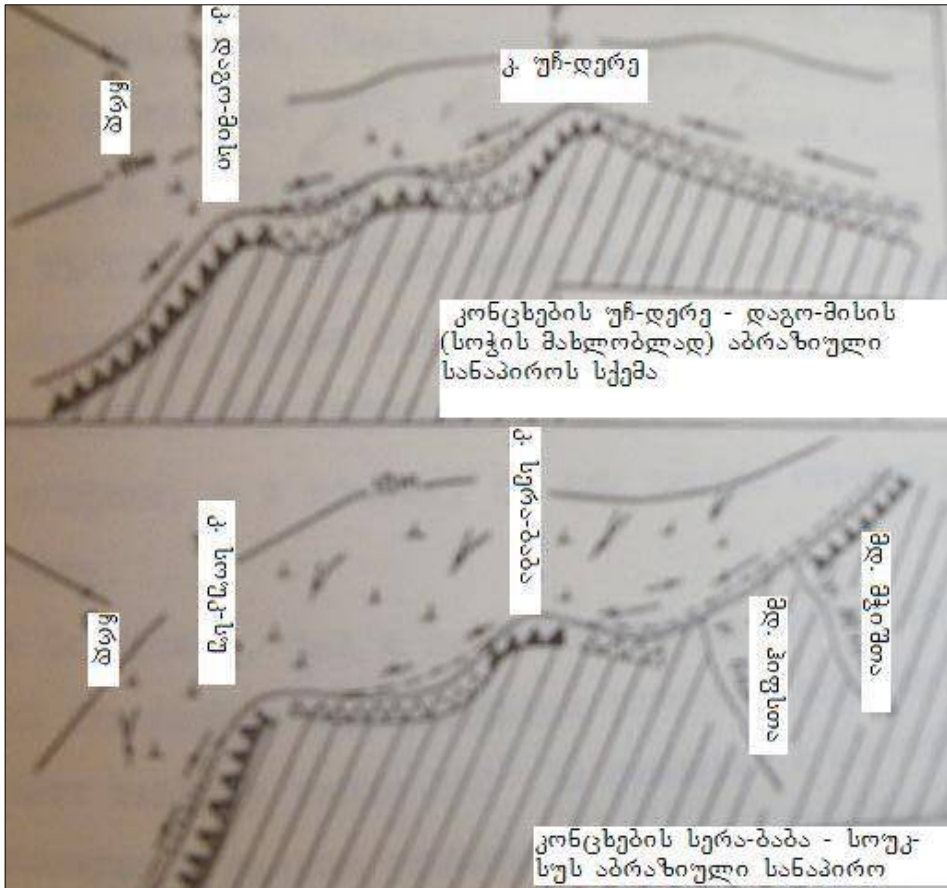
აღნიშნულიდან გამომდინარე, ავტორის მეცნიერული ინტერესი ამ რთულ სისტემაში მიმდინარე პროცესების (ნაპირების აბრაზია, ნგრეული მასალის ფორმირება და ლითონინამიკა, პლაჟის ზოლის მდგრადობა) მექანიზმის წარმოჩინება და მათი მართვა-რეგულირების ღონისძიებათა შემუშავება-რეალიზაციის პრინციპების გამომუშავების მიღწევაა, როცა ლითონფეროს (ამგებელი ქანები) ზედაპირზე, ზღვის წყლის მასის აგრესიის ზოლში, სახეზეა ლითონფეროზე: ა). მოძრავი წყლის (ტალღები, დინებები) ზემოქმედება; ბ). ქიმიური გამოფიტვის (გახსნა და დაშლა) მიმდინარეობა; გ). ფიზიკური (მექანიკური) დაქუცმაცება; დ). ორგანიზმთა ცხოველმყოფელობის მიერ ნგრევის ან შემქმნითი პროცესების მიმდინარეობა.

აღნიშნული პროცესების მიერ სანაპირო ზონის რელიეფის გარდაქმნის ოდენობრივ-თვისებრივი გამოვლინების შედარებით ნათელი სურათის ასახვის მიზნით, ავტორის მიერ შერჩეული (ნახ.1) უბნები (გუდაუთის მარჩხოები და სოჭის სანაპირო), ანალოგიური ნიშნებით (განიერი ბენჩი და ციცაბო კლიფი) ხასიათდებიან.

მიუსერისა და ეშერის შემადგეზულ სანაპიროებს შორის, ვიწრო დაბლობის მიმდებარე კლდოვანი შავი ზღვისპირა ზოლი (სურ.1, ავტორის ფოტო, 1988წ) ბომბორის რეიდის (ზღვის უბე, ბუნებრივი თავშესაფარი) გასწვრივია ფორმირებული. ამ ნაპირზე, სერა-ბაბასა და სოუკ-სუს მკვეთრად გამოსახული აბრაზიული კონცხები, ხოლო მათ პერიფერიებზე დელტურ-აკუმულაციური ვაკეებია წარმოდგენილი. ბომბორის რეიდის აღმოსავლური ფრთის ფარგლებში სანაპირო სამხრეთ-აღმოსავლური ორიენტირებისაა. სოუკ-სუს კონცხის აღმოსავლური ნაპირის აზიმუტი 90-დან 50<sup>0</sup>-მდეა მოქცეული. აქედან კი, მდ. ააფსთას შესართავამდე, ნაპირის აზიმუტი 50-105<sup>0</sup>-ის ფარგლებში იცვლება.

ცნობილია, რომ ბიჭვინთის, სოხუმისა და კოდორის კონცხების დასავლურ ფრთებზე ინტენსიური გარეცხვის პროცესია დამკვიდრებული. ამ კონცხების სამხრეთ-აღმოსავლეთი კიდეის ნაპირები პირიქით - ნაყარის ნაკადის ტევალობის მკვეთრად დაცემის გამო, მდგრად სტაბილურაბას ინარჩუნებენ, ხშირად კი პლაჟის ახალ-ახალი ზვინულების გენერაციის ტენდენცია გააჩნიათ. სოუკ-სუს კონცხის დასავლური ფრთის ნაპირი კი, აღნიშნულ სანაპიროთა პერიმეტრებისაგან განსხვავებით, აშკარა სტაბილურობას ინარჩუნებს, ხოლო სამხრეთ-აღმოსავლური

ნაწილი გარეცხვასაც კი განიცდის. ამ გეოგრაფიული პარადოქსის ახსნის მიზნით, ავტორს გუდაუთის სანაპირო ზოლის რიგი მორფოლოგიური და ლითოდინამიკური ნიშნების ახსნა მოუწევს.



ნახ. 1. კონცხები: ურ-დერე – დაგო-მისი და სერა-ბაბა – სოუკ-სუ.

განსახილველი ფრაგმენტის ფართო სანაპირო ფსკერი გუდაუთის მარჩხოვის (თავთხელი, მეჩხი) ჩრდილო გაგრძელებას წარმოადგენს, რომლის დახრილობა 0,01 არ აღემატება, ხოლო 5მ-ის სიღრმიდან ნაპირისაკენ, კიდევ უფრო (0,005-0,001) ნაკლებია. ავტორის მიერ სანაპირო ზონის წყალქვეშ ადრე ჩატარებულმა (Алпенидзе, 1985) კვლევებმა აჩვენა, რომ 10-12მ-ის სიღრმის ფარგლებში ფსკერის რელიეფი და ნაყარი მასალა განსაკუთრებულ ნაირგვარობას იჩენს. როგორც წყალზედა ნაპირი, ისე ზღვის წყალქვეშა ფერდობი ანტიკლინური ნაოჭის გაგრძელებაა (Соловьев и др., 1971), კონგლომერატებითაა (მეოტური) აგებული და მდ. ბზიფის პალეოდელტას (Геоморфология..., 1971) წარმოადგენს.

წყალქვეშა რიფების („წყალქვეშა კლდეები“) პეტროგრაფიული ნიმუშები მარჩხოვის სუბაერალურ წარმოშობაზე მიუთითებენ.



სურ. 1. ბომბორის (გუდაუთის მახლობლად) კლდოვანი ზღვისპირა ზოლი

გუდაუთის მარჩხოვის ფსკერი (კონგლომერატის ფილა) ღორღითაა (სურ.2. ფოტო ვ. მენშიკოვი, 1988წ) და რუხი ქვიშები-თაა დაფარული. ნაპირიდან 200 მ-ის დაშორებით, მსხვილ ღორღებს შორის, საშუალო ზომის კენჭები და კაჭარია მიმო-ბნეული. ნგრეული მასალა ხშირად წყალმცენარეების (*Cystosiera barbata*) სადგომს წარმოადგენს და სერპულიდების სქელი, ტუფის მსგავსი, ქერქით ან ხავსებითაა დაფარული. მათ შორის ხამან-წკის (*Ostrea edulis*) საგდულებია ჩარჩილული, რომლებიც აქ უკვე-რაპანას (*Rapana venosa*) მტაცებლური მ ოქმედებით - არ მოსახ-ლეობენ. კარბონატული ფსკერი ქვისმღრღნელი მოლუსკებითაა (*Petricola litophaga*, *Barnea candida*, *Pholas dactylus*) დასახლებული (Никитин, 1934; Алпенидзе, 1985). ფსკერზე ნგრეული მასალაც ამ მოლუსკებთანაა (Алпенидзе, 1988) დაკავშირებული. მარჩხოვის სანაპირო პერიმეტრზე 5-7მ-ის სიგანის პლაჟის ამგებელი მასალა ქვის მღრღნელების დახვრეტილ კენჭებს შეიცავს. მათ შორის, კირქვის ფილების (35-40სმ) სოროებში მოლუსკების ნიჟარებია (სურ.2, ავტორის ფოტო, 1988წ) ჩარჩენილი.



სურ. 2. გუდაუთის მარჩხობის ღორღით დაფარული ფსკერი

ფსკერზე მიმოფანტული დადრღნილი ლოდების ნგრეული მასალის ბიოგენურ-ქიმიურ წარმოშობას ქვებში ჩარჩილული მოლუსკების ნარჩენები ადასტურებენ. მეოტური ასაკის კონგლომერატები 0,5მ-ის სიმაღლის პარალელური გენერაციის კლდოვან მწკრივებს, ხშირად კი წყალქვეშა რიფებს (კლდეებს) ჰქმნიან, რომელთა წარმოშობას ნ. ასტახოვი (Геоморфология..., 1971) ძირითადი ქანების სელექციურ აბრაზიას უკავშირებენ.

ბომბორის რკალის (რეიდის) სიღრმეში ზღვას ორი მდინარე - მჭიშთა და ჰიფსთა ერთვის. მათი შესართავები რელიეფის საკმაოდ მდგრად ფორმებს წარმოადგენენ, თუმცა მცირე ჩრდილო-დასავლეთური გადახრა მაინც შეინიშნება. ამ ორიენტირებას ისინი ძლიერი დასავლური შტორმების დროსაც კი ინარჩუნებენ, თუმცა მდ. ბზიფის შესართავის ანალოგიურად, მათი შესართავები საწინააღმდეგო მხარეზე უნდა გადახრილიყვნენ. ამ ორი მდინარის ქვიშიანი (მყარი ჩამონადენის 40-70%) ნაყარით აგებული პლაჟის (სიგანე 50მ) სიგრძე 7კმ-ს აღწევს.





სურ. 3. ბომბორის რეიდი. კლიფი (სიმაღლე, 4-5 მ)

მდ. მჭიშთას შესართავის მახლობლად პლაჟის კენჭების შემადგენლობაში ამოფრქვეული ქანების (პორფირიტები) ნგრეული მასალა შეინიშნება, ხოლო მდ. ჰიფსთას შესართავთან - პრაქტიკულად მხოლოდ დანალექი (კირქვები, ქვიშაქვები) ქანების მასალაა (Кикнадзе, 1971) წარმოდგენილი. ეს „თეთრი“ პლაჟი აღმოსავლეთით 1,5კმ-ის ფარგლებში ვრცელდება და თავის პირვანდელ სიგანეს ინარჩუნებს. პლაჟის გასწვრივ მცირე სიმაღლის სანაპირო ფლატეს აქტიურობის ნიშნები თითქმის ყველგან გაუქრა და ბუჩქებით დაიფარა. აქედან, პლაჟის სიგანე მცირდება და მის შემადგენლობაში ისევ ვულკანური მასალის მინარევი ჩანს.



კონცხი სერა-ბაბა. გუდაუთა. მდ. ბზიფის პალეოდეელტის აბრაზიამ ზვირთცემის ნიშების წარმოქმნა გამოიწვია

სურ. 4. კონცხი სერა-ბაბა. ზვირთცემის ნიშა

დედუფიონით ნაგები და თითქმის გამქრალი კლიფის (სურ.3, ფოტო 2005წ) ძირში მკვრივი ფენებრივი კონგლომერატი კირქვებთან ერთად ვულკანურ ქანებსაც შეიცავს. სერა-ბაბას კონცხის სიახლოეს მისი სიმაღლე 4-5მ-ს აღწევს და, ნაპირის მოკლე მანძილზე, კლდოვან (სურ.1, გვ.3) ხასიათს ღებულობს. მას ხშირად გროტების (ეხი, მცირე ჩაღრმავება), ზვირთცემის ნიშებისა (სურ.4, ფოტო 2005წ) და კონგლომერატიდან ამოვარდნილი კენჭების მიმობნევა (სურ. 5, ავტორის ფოტო, 1988წ) შეემჩნევა, რომლებიც როგორც პლაჟის ზოლზე, ისე წყალქვეშა სანაპირო ფერდობზეა გავრცელებული მტკიცე ფენებრივი კონგლომერატისა და მიუსერის ბორცვების (სიმაღლე 350მ) აღნაგობა ერთმანეთის იდენტური გამოდგა. თუმცა აქ, მათი სიმაღლე 4-5მ აღწევს, ხოლო იმავე მასალისაგან აგებული სანაპიროს მიმდებარე განიერი ველი მდ.მდ. მჭიშთას, ჰიფსთასა და ააფსთას მყარი ნატანი მასალის შლეიფითაა გადაფარებული. სამხრეთ-აღმოსავლეთი მიმართულებით დელტისპირა ვაკე თანდათანობით ამაღლებას განიცდის და ბორცვიან მთისწინეთებში გადადის.

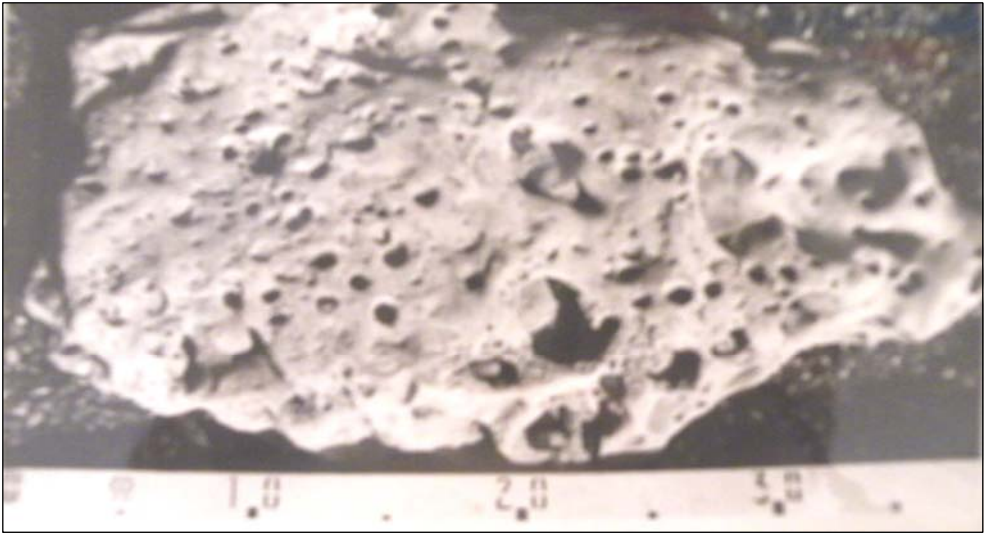
ამგვარად, რეგიონის გეოლოგიური აღნაგობა და რელიეფის მორფოლოგიური ასპექტები ზემოთ აღნიშნული გეოგრაფიული პარადოქსის ამოხსნის საშუალებას იძლევა. ცხადი გახდა, რომ ზღვისპირა ფართო პლაჟის ზოლი მისი მიმდებარე განიერი მარ-

ჩხობის მიერაა დაცული. სავარაუდოა, რომ ამ პლაჟის მასალის ცვეთისა და სამშენებლოდ გაზიდვის კომპენსაციას მდ.მდ. მჭიშთისა და ჰიფსთის მყარი ნატანი მასალა ახდენდა. ამავე დროს, გაუგებარი რჩება სერა-ბაბას კონცხის მიდამოების პლაჟის სიგანის შესამჩნევი შემცირება. ამ კითხვაზე პასუხის გაცემის მიზნით ნაპირების ორიენტირებისა და პლაჟის კვების წყაროების განლაგების სივრცობრივი ცვლილების გეოგრაფიული ანალიზი მოშველიება დაგეგმირდა.

ამ მხრივ აღსანიშნავია, რომ საკვლევი რაიონის ანალოგიური აღნაგობა შეიმჩნევა შავი ზღვისპირეთის ერთ-ერთ ფრაგმენტზე, რომელიც სოჭის ჩრდილოეთით მდებარეობს. ამ უკანასკნელის შესწავლა, ჯერ კიდევ, 1962 წელს პროფ. ვ. ზენკოვიჩმა მოახდინა. ამ უბნისა (კონცხები დაგომისი და უჩ-დერე) და მიუსრა - სოუკ-სუს მონაკვეთი ერთმანეთის ბუნებრივი ანალოგები (ნახ.1, გვ.2) გამოდგნენ.

სოუკ-სუს კონცხის ჩრდილო და აღმოსავლური სანაპიროები არაერთგავროვნადაა ორიენტირებული. მათ შორის (145<sup>0</sup>-დან 80<sup>0</sup>-მდე) სხვაობა 65<sup>0</sup>-ია. სანაპიროს ანალოგიური აგებულება შეიმჩნევა ქ. სოჭის მიდამოებშიც. იქ, სანაპიროს ჩრდილო და აღმოსავლური ფრთების ორიენტირება 147-165<sup>0</sup> და 95-103<sup>0</sup> შორის მერყეობს და 50-65<sup>0</sup>-იან სხვაობას იძლევა. ორივე შემთხვევაში წყალქვეშა სანაპირო ფერდობი დამრეცი და ქვიანი ბენჩითაა აგებული. ამ კონცხების მიმდებარე ფართო (40-50მ) პლაჟების უკან პასიური კლიფებია წარმოდგენილი. მათ აღმოსავლურ ნაწილზე კი ძირითადი ნაპირი აქტიურ აბრაზიას განიცდის.

როგორც სოჭის, ისე ბომბორის უბნებზე ეს მოვლენა ერთგვაროვნად აიხსნება: ნატანი მასალის გადაადგილების მაქსიმალური სიჩქარე სანაპირო ხაზის 100<sup>0</sup>-იან აზიმუტს შეესაბამება, ხოლო სანაპიროს ჩრდილო და აღმოსავლური უბნები ტალღების შემოსვლის განსხვავებულ პირობებში იმყოფებიან. ამიტომ ისინი ტალღური რეჟიმის ტოლქმედის მიმართ სხვადასხვა კუთხეს ადგენენ და სანაპიროსგასწვრივი ნაკადის ტევადობაც განსხვავებულ სიდიდეს ღებულობს. ამის გარდა, სოჭის უბნისაგან განსხვავებით, ბომბორის რეიდის მიდამოებში მარჩხი ფსკერის არსებობამ, ტალღების ნაპირთან შემოსვლა ნორმალის მიმართულებას ( $\varphi=90^0$ ) უნდა დაამთხვიოს, ხოლო სოუკ-სუს კონცხის აღმოსავლურ მონაკვეთზე მახვილი კუთხის ( $\varphi=45^0$ ) მნიშვნელობა უნდა მიიღოს. ცხადია, რომ მახვილი კუთხით შემოსულმა ტალღებმა ნატანი მასალა უფრო მეტი სიჩქარით უნდა გადაადგილოს, ვიდრე დასავლეთით მდებარე ნაპირებზე.



სურ. 5. კონცხი სოუკ-სუ. 4-6 მ-ის სიღრმიდან ბენჩის მონატეხი (D=40 სმ) პლაჟზე დაფიქსირდა

ამავე დროს, დრმა წყლის ტალღების კინეტიკური და პოტენციური ენერგია ერთმანეთის ტოლია:  $E = \frac{1}{8} h^2 L$ , სადაც  $h$  - ტალღის სიმაღლეა,  $L$  - სიგრძე. წყალქვეშა მარჩხ ფერდობზე ტალღების ენერჯის დიდი ნაწილის დაკარგვა სანაპირო ხაზთან მათი შედარებით ნაკლები ძალით მუშაობას განაპირობებს. რადგან, დახრილ ფერდობზე ტალღათა ენერჯის დანაკარგი ( $K$ ) დამოკიდებულია რა როგორც ფსკერის დახრილობის, ისე  $H/L$  მნიშვნელობებზე - ტალღათა მოძრაობის გზაზე შესაძლებელია მისი შესაბამისი კოეფიციენტის ემპირიული მნიშვნელობისა და (Зенкович, 1946) ენერჯის ხარჯვის ანგარიში:

$$K = \frac{1,07J^{1/2} + 0,0016}{sh2\pi \frac{Hs}{L}},$$

სადაც  $J$  - ფსკერის დახრის კუთხის ტანგენსია,  $Hs$  - ტალღის სიგრძის ტოლი საშუალო სიღრმე.

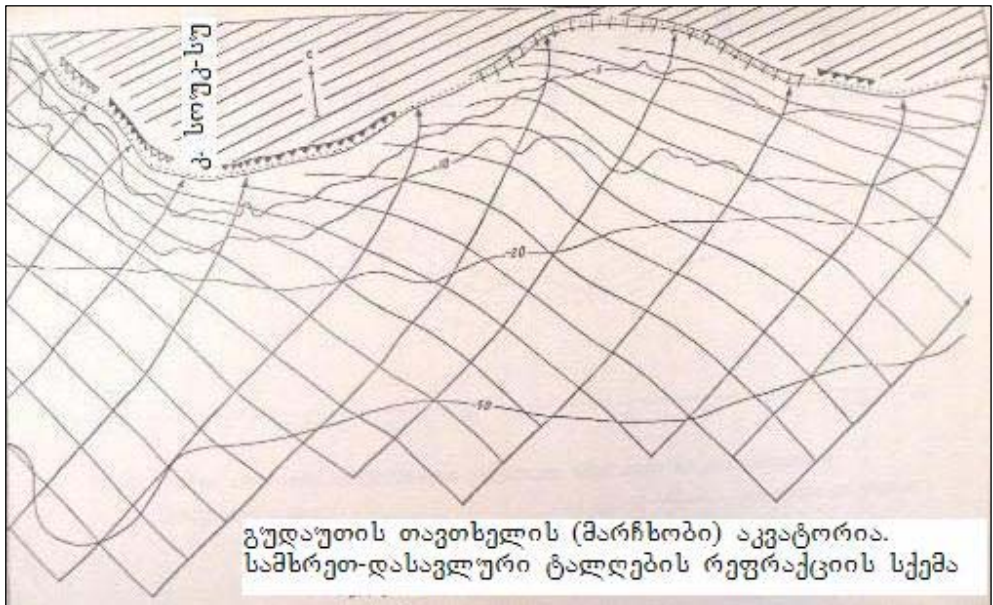
აღნიშნულის გათვალისწინება მხოლოდ მაშინაა შესაძლებელი, როცა ის ექსპერიმენტალურად დადგინდება. ამასთან გასათვალისწინებელია, რომ ენერჯის მაქსიმალურ დანაკარგებს ტალღების რეფრაქციის მსვლელობაში აქვს ადგილი. ცხადია, რომ აღნიშნული მოვლენის აშკარა გამოვლინება გუდაუთის ვრცელ თავთხელზეა მოსალოდნელი. ამიტომ, შტორმული ტალღ-

ღების ძლიერი რეფრაქციის მოდელირება ავტორის კვლევის ერთ-ერთ ძირითად ამოცანად იქცა. მარჩხოვზე ტალღების რეფრაქციის ანგარიშის სარწმუნო მასალას კი სოხუმისა და ბიჭვინთის ჰიდრომეტეოსადგურების 30-35 წლიანი მონაცემები იძლეოდა. მათი პარამეტრების (L - სიგრძე,  $\tau$  - პერიოდი,  $A_{\text{ღრ.}}$  - ღრმა წყლის ტალღის სხივის აზიმუტი) გაზომვა სპეციალური ხელსაწყოებით (ვოლნოგრაფებით) იყო შესრულებული. ტალღების რეფრაქციის გრაფიკული მეთოდის გამოყენებითა და მისი ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელი გახდა ამ პროცესის მოდელირება და რეფრაქციის სურათის (ნახ.2) ასახვა, რომელიც, თავის მხრივ, სანაპირო აკვატორიის ჰიდროდინამიკის რუკა-მოდელს წარმოადგენს. ეს მოდელი განსაზღვრული მიმართულებისა და პარამეტრების ტალღათა სხივების გამოსახულებაა, რომელიც სანაპირო ფერდობის რელიეფისა და ღელვის რეჟიმის შესაბამისად, სინამდვილესთან მიახლოებულ სურათს (Катагошин, 1977; Алпенидзе, 1988) იძლევა.

ავტორის ხელთ არსებული ღია და ღრმა ზღვის ტალღების პარამეტრების, წყალქვეშა დახრილ (ხმელეთისაკენ აღმავალი) სანაპირო ფერდობზე, ტრანსფორმაციის მოდელირებას ერთოგონალების გამრუდების ნამდვილი სურათის ასახვასთან ერთად, მათი ენერჯის ხარჯვა და დანაკარგი უნდა წარმოეჩინა. მართლაც, მოდელის ანალიზში გვიჩვენა, რომ დასავლური სექტორის ტალღათა ერთოგონალები განიცდიან რა რეფრაქციას, ნაპირთან თითქმის მართობული კუთხით შემოდინან. ერთოგონალების ოდნავ შესამჩნევი გამრუდება 20-25მ-ის სიღრმიდან იწყება და სანაპიროს წყალქვეშა ფერდობზე 1,2-1,5მ-ის სიღრმეზე ტალღების ზვირთცემის ნაკადის ფორმირებით მთავრდება.

რეფრაქციის კოეფიციენტის გამოთვლისას ავტორის მიერ მოცემულ იზობათზე მეზობელ და ღრმა წყლის ტალღათა შორის შესაბამისი მანძილების ურთიერთშეფარდების მეთოდი გამოიყენებოდა. ტალღათა (პარამეტრები:  $L=1,5\text{მ}$ ;  $\tau=9,6\text{წმ}$  და  $A=240^0$ ) რეფრაქციის სქემიდან ჩანს, რომ 50 და 20მ-ის იზობათებზე მისი მნიშვნელობა  $K_{\text{რ}}=0,8-0,9$  საკმაოდ მცირეა. თუმცა, სიღრმის შემცირებასთან ერთად, ეს სიდიდე უფრო საგრძნობ ( $K_{\text{რ}}=0,45-0,68$ ) მნიშვნელობას (მდ. ჰიფსთას შესართავი) ღებულობს. ამავე დროს, ეშერისა და სოხუმის კონცხის სანაპირო ზონის დახრილ ( $\approx 20^0$ ) წყალქვეშა ფერდობებზე იგი ( $K_{\text{რ}}=0,85-0,9$ ) ისევ უმნიშვნელო სიდიდისაა.

ცხადია, რომ მარჩხ წყალზე ძლიერი რეფრაქცია ტალღური ნაკადის ენერჯის შემცირებას იწვევს. მართლაც, სოჭისა და ეშერის აკვატორიის ტალღური რეჟიმის ენერგეტიკული ტოლქმედების შედარებამ აჩვენა (Зенкович, 1956), რომ მათ შორის სხვაობა, პირველი მათგანის სასარგებლოდ, ორი რიგით მაღალი გამოდგა. აქედან გამომდინარე, გუდაუთის თავთხელის აკვატორიაში მიმდინარე ტალღური ენერჯის ტრანსფორმაციის გამო მის სანაპირო პერიმეტრზე ნაპირისგასწვრივი ნაკადის სიმძლავრე რამდენადმე დაბალი გამოდგა, ვიდრე სოჭი-ბიჭვინთის ან სოხუმი-კოდორის ფრაგმენტებზე.



ნახ. 2. კონცხი სოუკ-სუ

ცხადია, რომ ბომბორის რეიდის სანაპირო ზოლში ტალღების ძლიერი რეფრაქციის გამო მათი ორთოგონალებისა და სანაპირო ხაზს შორის კუთხე ნორმალის ( $\approx 90^\circ$ ) ფარგლებში მერყეობს. ამის შედეგად, სანაპიროს ამ უბანზე ტალღის „ნორმალურ“ სხივებს ნგრეული ნატანი მასალის უმთავრესად გარდინგარდმო გადაადგილების გამოწვევა თუ შეუძლია E. ამავე დროს, სანაპიროს მორფოლოგიური პირობებისა და პლაჟის მასალის პეტროგრაფიული ტიპების კომპლექსური აღქმის შედეგად ავტორი სრულიად გამორიცხავს აქ ნატანი მასალის ნაკადების არსებობას.

რეფრაქციის პლანშეტის აგებისა და ტრანსფორმირებული ტალღების პარამეტრების ანალიზის შედეგად დადგინდა იზობათების გასწვრივ ტალღების თხემების სიმაღლის შემცირების რაოდენობრივი მაჩვენებლები. ასე, 2-დან 5-მდე მ სიღრმის დიაპაზონში ამ სიმაღლეთა (სხვაობამ) გადაცილებამ 0,25-0,45 მ შეადგინა. ამის გათვალისწინებით, გრავიტაციის ძალის მიერ ფსკერისპირა ნაპირისგასწვრივი დინებების წარმოქმნა უნდა გვევარაუდა, რომელთა დინებას ტალღის სიმაღლის შემცირების მიმართულებით უნდა ჰქონოდა ადგილი. გუდაუთის ყურეს პერიმეტრზე მას სამხრეთ-აღმოსავლური ორიენტაცია აღმოაჩნდა.

აქედან გამომდინარე ცხადი გახდა ამ ნაპირის ინტენსიური გარეცხვის მიზეზი: ტალღური რეფრაქციით გამოწვეული სანაპიროსგასწვრივი დინებებთან დაკავშირებული პლაჟის მასალის ინტენსიური გადატანა და მისი ბალანსის დარღვევით ნაყარის დეფიციტის (შესაბამისად, პლაჟის გარეცხვისა და ძირითადი ნაპირის აბრაზიის) გამოწვევა. რაც შეეხება აბრაზიული სანაპიროს მეზობელ ფრაგმენტებს - დინებებს მოკლებული და დელვის ტოლქმედის „ნორმალური“ მიმართულების მქონე ნაპირებზე, პლაჟის მასალის „შენახვისა“ და აკუმულაციური სხეულების თვითშექმნის ბუნებრივ ორგანიზაციას აქვს ადგილი.

სოჭის სანაპიროსაგან განსხვავებით გუდაუთის მარჩხოებისაგან კოდევ ერთი ნიშნით განსხვავდება: მისი წყალქვეშა ფერდობის კონგლომერატის ფილა პლაჟწარმოქმნელი (სურ.2) ნატანითაა გადაფარებული, რაც ამ უბნის სანაპირო ზონის თანამედროვე მორფოდინამიკაში აშკარა ასახვას პოულობს. უნდა ვივარაუდოთ, რომ მდ.მდ. მჭიშთასა და ჰიფსთას ალუვიონთან შერეული ფსკერული ნგრეული მასალა კონცხების - სერა-ბაბსა და სოუკსუს დასავლეთ ნაწილში, როგორც აკუმულაციის ადგილობრივი კერა, განიერი პლაჟის ფორმირების ხელშემწყობ ფუნქციას ასრულებს. აქედან გამომდინარე აშკარაა ნატანის ნაპირისგასწვრივი ნაკადის საწყისი უბნის დეფიციტისა და ძირითადი ნაპირის აბრაზიის მიზეზები.

თუკი ვივარაუდებთ, რომ ქვის მასალის წყალქვეშა ფსკერიდან ნაპირზე ამოსროლას აქვს ადგილი, მაშინ მკვლევარმა ის პლაჟზე უნდა შეამჩნიოს. ადრეულმა გამოკვლევებმა ეს ფაქტი მართლაც დაადასტურა: პლაჟზე არათუ კენჭების მიმობნევა, არამედ დიდი ზომის (D=40სმ) კონგლომერატის ფილის (სურ.5) შემჩნევაც მოხერხდა, რომლებშიც ქვისმღრღნელების (*Pholas dactylus*, *Barnea candida*, *Petricola litophaga*) ნიჟარები იყო ჩარჩენილი. მსგავსი ფაქტები დადასტურდა ბომბორის რეიდისა დამ ის მიმდებარე

გუდაუთის ყურეს, ასევე ახალი ათონისა და ეშერის სანაპიროებზე.

ნატანი მასალის წაფერდებული (დამრეცი) ნაპირის ფსკერიდან ამოსროლა ფრიად გავრცელებული მოვლენაა. იგი აღწერილია ტარხანკუტის (Зенкович, 1948) სანაპიროზე. კასპიის დასავლეთი სანაპიროს (აფშერონის ჩრდილოეთით) პლაჟები ფსკერული ძირითადი ქანების ნამსხვრევებისა და ნიჟარებისაგანაა (Леонтьев, 1955) აგებული. ორივე შემთხვევაში მასალის ტრანსპორტი 15-20მ-ის სიღრმიდან მიმდინარეობდა. მსგავსი მოვლენა ექსპერიმენტალურად გამოკვლეულია (Орвику, 1974) ესტონეთის სანაპიროს წყალქვეშა ( $i > 0,01$ ) ფერდობზე. სპეციალურად შედგობილ კენჭებს აქ, ფსკერიდან წყალმცენარეთა (ფუკუსი) მკვდარი მასაც ამოჰყვა.

გუდაუთის მარჩხობის მკვლევარები (Никитин, 1935; Зенкевич, 1963) მიუთითებდნენ ფსკერიდან წყალმცენარეების (*Cystosiera barbata*) ამოყრის ფაქტებს. ამ მცენარეთა გავრცელების სიღრმეზე (13-15მ) ტალღების უმნიშვნელო მოქმედების მიუხედავად, მცენარეთა ცურვადობა-ტივტივადობის მაღალ მნიშვნელობას კენჭები მოძრაობაში მოყავს. მართლაც, ავტორის წყალქვეშა დაკვირვებამ მცენარეთა კენჭებზე ჩაჭიდება აჩვენა. ცხადია, რომ ფსკერული მასალა ნაპირებისაკენ ადვილად გადაადგილდება. მცირე სიღრმეზე კენჭები მცენარეებისაგან თავისუფლდებიან, თუმცა მათ უკვე დამოუკიდებლად შეუძლიათ პლაჟისაკენ მოძრაობის გაგრძელება.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ნატანის წყალზედა პლაჟზე ამოყრის ფაქტები საკმაოდ ბევრია. ცხადია, რომ გუდაუთის სანაპიროზე ნაყარის ნაპირისგანსწვრივი ნაკადის კვებას მხოლოდ წყალქვეშა მასალის მიერ (Алпенидзе, 1985) აქვს ადგილი. ამავე დროს, საინტერესოა მისი რაოდენობრივი მხარეც. ამ მხრივ, ნატანის ნაპირისგანსწვრივი ნაკადის ბიუჯეტის შემოსავლისა და გასავლის სიდიდეთა გაანგარიშებამ გვიჩვენა, რომ ის 4000 მ<sup>3</sup>/წუ შეადგენს, ხოლო ამ უბნის აღმოსავლეთით - მდ. გუმისთის შესართავამდე (მანძილი 33,5კმ), მისი მაჩვენებელი 16,0 ათას მ<sup>3</sup>/წუ აღწევს.

ტალღების რეფრაქციისა და მორფოდინამიკის მოდელირების შედეგებმა, აგრეთვე ნატანის ნაპირისგანსწვრივი ნაკადის ბიუჯეტის სტატიების სიდიდეთა მიხედვით პლაჟის კვების ხასიათისა და მოცულობის დადგენამ, პრაქტიკული დასკვნების გამოტანას ხელი უნდა შეუწყოს. ამ მხრივ აღსანიშნავია, რომ ფსკერული კვების მიმდინარეობა წყალმცენარეებს მოკლებული და მეტ-



ნაკლებად არაღრმა (0,05-0,07) წყალქვეშა ფერდობებიდანაც ადვილად მიმდინარეობს. ამ მოვლენის გათვალისწინებამ (ნაპირგამაგრებითი) ღონისძიებების შემუშავების შესაძლებლობა და პრაქტიკაში დანერგვა უნდა მოგვეცეს.

ამ მხრივ, აღსანიშნავია შავი ზღვისპირა ნაპირების ინტენსიური გარეცხვის თავიდან აცილების „ბეტონურიდან“ ახალ „ქართულ“ მეთოდზე გადასვლის გზაზე, კიდევ უფრო სრულყოფილი ტექნოლოგიის დანერგვა - ნატანი მასალის ხელოვნურად (კარჭაპებით, ბარაქებით) მოზიდვა და წყალქვეშა ფერდობზე (სიღრმე, 3-5მ) განტვირთვა. ცხადია, რომ შტორმების მოქმედებით ნატანი მასალის სანაპირო პლაჟზე ამოყრის ბუნებრივი თვითწარმართვის პროცესი სანაპირო ზონის მართვის ეკონომიკურად ეფექტური (თითქმის ორჯერ იაფი) ხერხია, სოციალურად გამართლებული (დაცულია პლაჟის ესთეტიკურ-ატრაქციული მხარე) და ეკოლოგიურად უსაფრთხო (ბეტონითა და გრუნტით პლაჟის ჩახერგვის თავიდან აცილება) საქმიანობაა.

ამგვარად, შავი ზღვის მარჩხწყლიანი აუზების ლითონ- და მორფოდინამიკის შესწავლის საფუძველზე, სანაპირო ზონის ლითოდინამიკური ნიშნების დაზუსტებასთან ერთად, შესაძლებელი გახდა არა მხოლოდ პლაჟის მასალის ფსკერიდან შემოდინების, ნაყარის ნაპირისგასწვრივი ნაკადების წყალქვეშა კვების მექანიზმის აშკარა დადასტურება, არამედ საფუძველი ჩაეყარა ნაპირგამაგრების „არაბეტონური“ პოლიტიკის (Зенкович, 1987; კიკნაძე, 2000; ალფენიძე, 2008) დანერგვას. რაც შეეხება აპრობირებული მეთოდის გამოყენების საფუძველზე, ნაპირთან მოახლოებული ტალღური ორთოგონალების გამრუდების გეოგრაფიული მოდელირების სურათის წარმოჩენას, მან არა მარტო თვალსაჩინოდ დაგვანახა ზღვის ჰიდროდინამიკის ფიზიკური (ტალღების რეფრაქციის) არსი და ღელვის რეჟიმის სინამდვილესთან მიახლოებული ტოპოგრაფიული სურათი, არამედ სანაპირო პროცესების რეგულირება-მართვის ამ ორი ათეული წლის წინ (Алпенидзе, 1985; 1988) ავტორისეული შეხედულების დადასტურებაც მოგვცა.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. მ. ალფენიძე. შავი ზღვის პლაჟების რეგულირებისა და მართვის ზოგიერთი საკითხები. ქურნ. „ისტორია და გეოგრაფია სკოლაში“. №3-4, თბ., 1991.

2. **მ. ალფენიძე.** საქართველოს შავი ზღვისპირეთის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის პრობლემები. სოხუმის უნივერსიტეტის შრომები, საბუთებისმეტყველო მეცნ. სერია, ტ.2, თბ., 2007.
3. **მ. ალფენიძე, გ. რუსო.** სანაპირო ზონის გეოგრაფიული რეგულირების პრაქტიკა. რესპ. კონფერენციის მასალები, №5, თბ., 2007. გვ.67-74
4. **მ. ალფენიძე.** შავი ზღვისპირეთის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის ლანდშაფტურ-ეკოლოგიური კვლევა და ანთროპოგენური პროცესების რეგულირება-მართვა. ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი, შრომათა კრებული. ახალი სერია №2, (81), თბ., 2008.
5. **მ. ალფენიძე, ზ.სეფერთელაძე, ე. დავითაია.** შავი ზღვის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის ლანდშაფტურ-ეკოლოგიური კვლევა და ანთროპოგენური პროცესების რეგულირება-მართვა. (საქართველოს მაგალითზე). ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. ახალი სერია №2 (81). თბ., 2008. გვ.329-341.
6. **ა. კიკნაძე და სხვ.** შავი ზღვა. საქართველოს გეოგრაფია. ნაწ.1, თბ., 2000.
7. **ა. კიკნაძე.** საქართველოს შავი ზღვის ნაპირწარმოქმნელი პროცესების რეგულირებისა და მართვის პრობლემები. მასალები: გარემო და სტიქიურ-დამანგრეველი პროცესები. თბ., 1994. გვ.17-23.
8. **ე. კობახიძე.** საქართველოს სსრ საკურორტო მეურნეობა და ტურიზმი. თბ., 1971.
9. **ზ. ტატაშიძე და სხვ.** საქართველოს შავი ზღვისპირეთის გეოეკოლოგიური ოპტიმიზაციის სტრატეგია. კრებული: ზღვა და ადამიანი. თბ., 1995. გვ.176-180.
10. **თ. ჩილაჩავა, ც. ძიძიგური.** მათემატიკური მოდელირება. ინოვაცია. თბ., 2008. 440გვ.
11. **М. Алпенидзе.** Морфология и динамика берегов Черного моря средней части Абхазии. ТГУ, Тб., 1988.
12. **М. Алпенидзе.** Донное питание вдольберегового потока наносов. Геоморфология. 1985, №2, с.65-70.
13. **И. Бондырев, Т. Джганджгава.** Рациональное природопользование и природные ресурсы Черного моря. сб. охрана окружающей среды, вып. 1, Тб., 1992.
14. *Геоморфология Грузии.* Под. ред. **Л. И. Маруашвили.** Тб., Мецниერება, 1971.
15. **Л. А. Зенкевич.** Биология морей СССР. АН СССР= 1963. – 739 с.

16. **В. П. Зенкович.** *Потоки береговых наносов на Кавказском берегу Черного моря.* ДАН СССР, т. 60, № 2, с. 263-265.
17. **В. П. Зенкович.** *Динамика и морфология морских берегов. Волновые процессы.* Морской транспорт. М-Лд., 1946.
18. **В. П. Зенкович.** *Потоки наносов вдоль советских берегов Черного моря.* Тр. Гос. ин-та по проектир. морских портов и судоремонтных предприятий. № 3. М., Морской транспорт, 1956, с. 3-44.
19. **В. П. Зенкович.** *Основы учения о развитии морских берегов.* Наука, М., 1962.
20. **В. П. Зенкович.** *Из зарубежного опыта морской берегозащиты.* сб.: Природные основы берегозащиты. М.: Наука, 1987. с. 149-153.
21. **В. И. Лымарев.** *Морские берега и человек.* Наука, 1986. – 160 с.
22. **В. Никитин.** *Гудаутская устричная банка.* Тр. научн. рыбхоз. и биол. стан. Грузии. т. №1. Тифлис, 1934.
23. **И. Соловьев и др.** *Геологическое строение шельфов Каспийского, Азовского и Черного морей в связи с их нефтегазоносностью.* Наука, М., 1971.
24. **H. G. Walker.** *Man and shoreline modification. Coast dynamics and scientific sites.* Tokyo, 1981. p. 55-90.

## MELOR ALPENIDZE

### ON GEOGRAPHICAL MODELING OF HYDRO–LITO–MORPHODYNAMICS AT BLACK SEA SHORE ZONE

**Basic thesis:** organic unity of hydro-lito-morphodynamic process within whole system of shore zone.

**Scientific interest:** beach materials of shore zone forming and dynamics, developing coast control-regulation mechanism.

**Selected research regions:** Self lines close to Gudauta Marchkhobi and Socha (Dago-Misi-Uch-Dere).

**True data:** waves rating ( $h$ ,  $l$ ,  $\tau$ ,  $A_{\text{Deep-sea}}$ ) materials.

**Task:** refraction modeling; orthogonal waves slanting, their parameters changes and morphodynamics.

**Conducted:** orthogonal waves slanting calculation and refraction schedule-model creation.

**Ascertained:** orthogonal waves ( $h=1,5$  m;  $l=120$  m;  $\tau=9,6$  sec. and  $Az=240^0$ ) slanting of the Western rhumb; refraction coefficients (at a depth of 20 m  $K_r=0,8-0,9$ ; at a depth of 3-5 m  $K_r=0,45-0,68$ ); ray ( $\varphi$ ) angles; currents at the bottom.

**Showed:** picture-geographic model of waves refraction; waves resultant ( $\varphi$ ) volume; beach keeping mechanism; coast protection modification; artificial (feeding beach with underwater materials by waves) mechanism and regulation-control conformation of natural analogies.

## ავტორები

- **როინ ბერია** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ვლადიმერ კირცხალია** – ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი
- **ნატო თოლორაია** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ლაბორანტი
- **ედუარდ ჩიკვაიძე** – ბიოლოგიის დოქტორი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **ალექსანდრე მიმინოშვილი** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **თემურ გოგოლაძე** – მედიცინის დოქტორი, საქართველოს სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი
- **ინგა ხაჩატრიანი** – ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მაგისტრი
- **კახა შამათავა** – სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მაგისტრი
- **ვარადებულ წურწუშია** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტენტ-პროფესორი
- **იზოლდა გაბისონია** – ფიზიკის დოქტორი,
- **მინელა ჭანტურია** – ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ანტონინა მსხილაძე** – ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ზურაბ ფაჩულია** – ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი
- **ნანა ფირცხელიანი** – ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტენტ-პროფესორი
- **მზია რამიშვილი** – ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ნუნუ მაისურაძე** – ქიმიის დოქტორი
- **ნორა დოხტურიშვილი** – ქიმიის დოქტორი
- **ეთერ გავაშელიძე** – ქიმიის დოქტორი
- **ნაზი გელაშვილი** – ქიმიის დოქტორი
- **მარინა ზარქუა** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **მაია მურდულაია** – ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მაგისტრი
- **მანანა დევიძე** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ილია გოროზია** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ნანა კოტია** – ბიოლოგიის დოქტორი, ბოტანიკის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელი

- **ირინა ბულისკერია** – ბოტანიკის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელი
- **ნანა მელია** – ბოტანიკის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელი
- **სოფო სურმავა** – ბოტანიკის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელი
- **ზაურ ლომთათიძე** – ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი
- **ირინა გრიგოლია** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **თამარ კირსანტია** – სოხუმის სახელმწიფო სახელმწიფო უნივერსიტეტის მაგისტრი
- **ვაჟა თოდუა** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **მარიამ მჭედლიშვილი** – შპს მიკრობიოლოგიის ლაბორატორია
- **მანანა ბერულავა** – ბიოლოგიის დოქტორი
- **ეთერ მიქაძე** – ბიოლოგიის დოქტორი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **ვახტანგ ბერია** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი
- **ჯუმბერ ხუბუტია** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **რევაზ თოლორაძე** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **მალხაზ დვინჯილია** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **მელორ აღფენიძე** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი

## AUTHORS

- **Roin Beria** – Doctor of Physics, Associate professor of Sokhumi State University
- **Vladimir Kirtskhalia** – Doctor of Physico-Mathematical Sciences, professor of Sokhumi State University
- **Nato Toloraia** – Doctor of Physics
- **Eduard Chikvaidze** – Doctor of Biology, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
- **Alexander Miminoshvili** – Doctor of Physics, Associate professor of Sokhumi State University
- **Temur Gogoladze** – Doctor of medicine, Georgian State Medical University
- **Inga khachatryan** – Master of Sciences in Physics, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
- **Kakha Shamatava** – Master of Sciences in Physics, Sokhumi State University
- **Varadbul Tsurtsunia** – Doctor of Assistant professor of Sokhumi State University
- **Izolda Gabisonia** – Doctor of Physics
- **Mineda Chanturia** – Doctor of Chemistry, Associate professor of Sokhumi State University
- **Antonina Mskhiladze** – Doctor of Chemistry, Associate professor of Sokhumi State University
- **Zurab Pachulia** – Doctor of Chemical Sciences, professor of Sokhumi State University
- **Nana Pirtskeliani** – Doctor of Chemistry, Assistant professor of Sokhumi State University
- **Mzia Ramishvili** – Doctor of Chemistry, Assistant professor of Sokhumi State University
- **Nunu Maisuradze** – Doctor of Chemistry
- **Nora Dokhturishvili** – Doctor of Chemistry
- **Eter Sharashenidze** – Doctor of Chemistry
- **Nazi Gelashvili** – Doctor of Chemistry
- **Maia murgulaia** – Master of Sciences in Physics, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
- **Marina Zarqua** – Doctor of Biology, Associate professor of Sokhumi State University
- **Manana Devidze** – Doctor of Biology, Associate professor of Sokhumi State University

- **Ilia Gorozia** – Doctor of Biology, Associate professor of Sokhumi State University
- **Nana Kotia** – Doctor of Biology, Institute of Botany, researcher
- **Irina Buliskeria** – Institute of Botany, researcher
- **Nana Melia** – Institute of Botany, researcher
- **Sophiko Surmava** – Institute of Botany, researcher
- **Zaur Lomatidze** – Doctor of Biological Sciences, professor of Sokhumi State University
- **Irina Grigolia** – Doctor of Biology, Associate professor of Sokhumi State University
- **Tamar Korsantia** – Master of Sciences in Physics, Sokhumi State University
- **Vazha Todua** – Doctor of Biology, Associate professor of Sokhumi State University
- **Mariam Mchedlishvili** – Ltd ”Microbiology Laboratory”
- **Manana Berulava** – Doctor of Biology
- **Ether Mikadze** – Doctor of Biology, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
- **Vakhtang Beria** – Doctor of Biological Sciences, professor of Sokhumi State University
- **Jumber Khubutia** – Doctor of Biology, Associate professor of Sokhumi State University
- **Revaz Tolordava** – Doctor of Geography, Associate professor of Sokhumi State University
- **Malkhaz Gvinjilia** – Doctor of Geography, Associate professor of Sokhumi State University
- **Melor Alpenidze** – Doctor of Geographical Sciences, professor of Sokhumi State University



## ავტორებისათვის

**„შრომებში“** (კუმანიტარულ და სოციალურ-პოლიტიკურ მეცნიერებათა სერია) გამოსაქვეყნებლად მოტანილი ან გამოგზავნილი მასალა უნდა იყოს აკრეფილი აკადნუსსურში (ზომა – 12, ინტერვალი – 1,5). სქოლიო უნდა იყოს ასევე აკადნუსსურში (ზომა – 10, ინტერვალი – 1,5). უცხო ენებზე აკრეფილი ტექსტი უნდა იყოს აკრეფილი Times New Roman-ში, ძირითადი ტექსტის ან სქოლიოს შესაბამისი ზომებით. სტატიას თან უნდა ახლდეს რეზიუმე (1000 ასო-ნიშანი, ნახევარი გვერდიდან ერთ გვერდამდე) ქართულ და ინგლისურ ენებზე. სქოლიოს დაკაბადონების წესების შესახებ იხ. **„შრომები“** (კუმანიტარულ და სოციალურ-პოლიტიკურ მეცნიერებათა სერია), ტ. I. თბ., 2007, ვებ-გვერდზე: <http://www.sou.ge>.

**რედაქციის მისამართი:**

ქ. თბილისი, 0186, ჯიქიას ქ. 9,

ტელ.: 54-14-12

e-mail: [zpapaskiri@gmail.com](mailto:zpapaskiri@gmail.com)

web-site: <http://www.sou.ge>

გამომცემლობის რედაქტორები: **რობერტ მესხი,**  
**ლელა მირცხულავა**

დამკაბადონებელი: **ნუგზარ არჩემაშვილი**

დაიბეჭდა: გამომცემლობა „მერიდიანი“,  
თბილისი, აღ. ყაზბეგის 45. ტელ. 39 15 22  
E-mail: [info@meridianpub.com](mailto:info@meridianpub.com)