

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია (სმეა)
საქართველოს სამოციქულო მართლმადიდებელი ეკლესია
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია (სემა)
ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ბათუმის შ. რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ISSN 1512-1976

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
**„ეკოლოგიის თანამედროვე
პრობლემები“**

შრომები - ტომი XII

კონფერენცია ეძღვნება საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული
აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტის აკადემიკოს **ჯუმბერ ლომინაძის**
95 წლის იუბილეს

კრებული დაბეჭდილია საქართველოს სამოციქულო მართლმადიდებელი
ეკლესიის ქუთაის-გაენათის ეპარქიის მიტროპოლიტის, გელათის
მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტისა და საქართველოს ეკოლოგიურ
მეცნიერებათა აკადემიის ერთ-ერთი დამფუძნებლის, **მეუფე იოანეს**
ლოცვა-კურთხევით

თბილისი
2025

კრებულის მთავარი რედაქტორი: საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის (სემა) პრეზიდენტი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დამსახურებული პროფესორი - **თეიმურაზ ადეიშვილი**

კონფერენციის საპატიო თავმჯდომარეები:

მეუფე იოანე - საქართველოს სამოციქულო მართლმადიდებელი ეკლესიის ქუთაის-გაენათის ეპარქიის მიტროპოლიტი, გელათის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტი.

რამაზ ხუროძე - საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, აკადემიკოსი

კონფერენციის თავმჯდომარე - საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის (სემა) პრეზიდენტი, სემა-ს აკადემიკოსი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დამსახურებული პროფესორი - **თეიმურაზ ადეიშვილი**

კონფერენციის თანათავმჯდომარეები:

ამირან აფციაური - ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, სემა-ს აკადემიკოსი და მისი ვიცე-პრეზიდენტი

გიორგი კორძაძია - ფიზ/მათ მეცნიერებათა დოქტორი, სემა-ს აკადემიკოსი და მისი ვიცე-პრეზიდენტი

ნანა ბერძენიშვილი - კონფერენციის სწავლული მდივანი, სემა-ს აკადემიკოსი და მისი მთავარი სწავლული მდივანი

საორგანიზაციო კომიტეტი:

ალექსანდროვი ალექსანდრე - სემა-ს საპატიო აკადემიკოსი, ბულგარეთის კოსმონავტი-მფრინავი; **ადეიშვილი იუზა** - სემა-ს წევრ-კორესპოდენტი, თსუ-ის მთავარი სპეციალისტი; **ბელთაძე გურამი** - სემა-ს აკადემიკოსი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დამსახურებული პროფესორი; **ბერძენიშვილი ნინაჰა** - სემა-ს ასოცირებული წევრი და მისი ახალგაზრდული ფრთის თავმჯდომარე; **გუბაძე ნუგზარი** - სემა-ს აკადემიკოსი, თსუ-ს ბირთვული ფიზიკის სამეცნიერო-სასწავლო ლაბორატორიის ხელმძღვანელი; **დავარაშვილი ხათუნა** - სემა-ს აკადემიკოსი, აწსუ-ს ასოცირებული პროფესორი; **გირგვლიანი აკაკი** - სემა-ს აკადემიკოსი, აწსუ-ს პროფესორი; **დავითაშვილი მაგდა** - სემა-ს აკადემიკოსი, თესაუ-ს პროფესორი; **დუმბაძე გუგული** - სემა-ს აკადემიკოსი, აჭარის ეკოლოგიური ცენტრის ხელმძღვანელი; **ელიზბარაშვილი ელიზბარ** - სემა-ს აკადემიკოსი, სსუ-ს პროფესორი; **თანდილაჟა იაშა** - სემა-ს აკადემიკოსი, მწერალი; **კვარაცხელია ოთარ** - სემა-ს აკადემიკოსი, აკად. ევგენი ხარაძის სახელობის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის მეცნიერ-მკვლევარი; **ლომინაძე ზაზა** - საქართველოს პარლამენტის ჯანდაცვისა და სოციალურ საკითხთა კომიტეტის თავმჯდომარე, პროფესორი; **ჟვიაშვილი თენგიზი** - სემა-ს აკადემიკოსი, აწსუ-ს პროფესორი; **ჟღენტი ევა** - საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის თანამშრომელი; **ჯიქია მაგდანა** - სემა-ს აკადემიკოსი, აწსუ-ს ასოცირებული პროფესორი; **ქართველიშვილი რაფიელ** - სემა-ს ასოცირებული წევრი; **უაიძინი (გივიძე) ევა** - შოთა რუსთაველის საზოგადოების თავმჯდომარე (სტამბული); **უკლება ქეთევან** - სემა-ს აკადემიკოსი, აწსუ-ს პროფესორი; **შარაშენიძე სალომე** - კრებულის კორექტორი, სემა-ს ასოცირებული წევრი; **ჩხიროძე დარეჯან** - სემა-ს ერთ-ერთი დამფუძნებელი და მისი ნამდვილი წევრი.

საკონტაქტო პირები:

თეიმურაზ ადეიშვილი - 557-907-154; temuriadeisfvili@gmail.com

ნანა ბერძენიშვილი - 598-950-732; nana.berdzenishvili@tesau.edu.ge

The Ministry of Education and Science of Georgia
National Academy of Sciences (NASG) of Georgia
Apostolic Orthodox Church of Georgia
Georgian Academy of Ecological Sciences (GAES)
I. Javakhishvili Tbilisi State University
Akaki Tsereteli State University
Batumi Sh. Rustaveli State University
Georgian Technical University
Telavi State University

International Scientific Conference
"Modern Problems of Ecology"
Proceedings - Volume XII

conference dedicated to 95 years of former Vice-President of Georgian
National Academy of Sciences Academician Jumber Lominadze

The collection was printed with the blessing of Reverend Ioane, Metropolitan of Kutaisi-Gaenati Diocese of the Apostolic Orthodox Church of Georgia, President of Gelati Academy of Sciences and one of the founders of the Georgian Academy of Ecological Sciences

Tbilisi
2025

Editor-in-Chief of the Collection: President of the Georgian Academy of Ecological Sciences (GAES), Honored Professor of Akaki Tsereteli State University - **Teimuraz Adeishvili**

Honorary Chairmen of the Conference:

Rev. Ioane - Metropolitan of the Kutaisi-Gaenati Diocese of the Georgian Apostolic Orthodox Church, President of the Gelati Academy of Sciences.

Ramaz Khurodze - Vice-President of the Georgian National Academy of Sciences, Academician

Conference Chairman - President of the Georgian Academy of Ecological Sciences (GAES), Academician of GAES, Honored Professor of Akaki Tsereteli State University - **Teimuraz Adeishvili**

Conference Co-Chairmans:

Amiran Aptsiauri - Doctor of Technical Sciences, Academician of GAES and its Vice-President

Giorgi Kordzakhia - Doctor of Phys./Math. Sciences Academician of GAES and its Vice-President

Nana Berdzenishvili - Academic Secretary of the Conference, Academician of GAES and its Chief Academic Secretary

Organizing Committee:

Alexander Alexandrov - Honorary Academician of GAES, Bulgarian pilot-cosmonaut; **Adeishvili Yuza** - Corresponding Member of the Academy of Ecological Sciences, Chief Specialist of the Georgian State Medical University; **Beltadze Guram** - Academician of the Academy of Ecological Sciences, Honored Professor of the Georgian Technical University; **Berdzenishvili Ninaka** - Associate Member of the Academy of Ecological Sciences and Chairman of its Youth Wing; **Gubadze Nugzari** - Academician of the Academy of Ecological Sciences, Head of the Scientific and Educational Laboratory of Nuclear Physics of the Tbilisi State University; **Girgvliani Akaki** - Academician of the Academy of Ecological Sciences, Professor of ATSU; **Davarashvili Khatuna** - Academician of the Academy of Ecological Sciences; **Davitashvili Magda** - Academician of the Academy of Ecological Sciences; **Dumbadze Guguli** - Academician of the Academy of Ecological Sciences, Head of the Adjara Ecological Center; **Elizbarashvili Elizbar** - Academician of the Academy of Ecological Sciences, Professor of the Sukhumi State University; **Tandilava Yasha** - Academician of the Academy of Ecological Sciences, writer; **Kvaratskhelia Otari** - Academician of the Academy of Ecological Sciences, scientist-researcher of the Abastumani Astrophysical Observatory named after Acad. Evgeni Kharadze; **Lominadze Zaza** –Chairman of the Health Protection and Social Affairs Committee of the Parliament of Georgia; **Zhvitiashvili Tengiz** - Academician of the Academy of Ecological Sciences; **Zhgenti Eka** - National Academy of Sciences of Georgia; **Jikia Magdana** - Academician of the Academy of Ecological Sciences, Associate Professor of ATSU; **Kartvelishvili Rafiel** - Associate Member of the Academy of Ecological Sciences; **Uaidini (Gividze) Eva** - Chairman of the Shota Rustaveli Society (Istanbul); **Ukleba Ketevan** - Academician of the Academy of Ecological Sciences; **Sharashenidze Salome** – Associate Member of the Academy of Ecological Sciences, korrektor of procceding; **Chkhirodze Darejan** - One of the founders of the Academy of Ecological Sciences and its full member.

Contact persons:

Teimuraz Adeishvili - 557-907-154; temuriadeisfvili@gmail.com

Nana Berdzenishvili - 598-950-732; nana.berdzenishvili@tesau.edu.ge

კრებულის მთავარი რედაქტორის წინასიტყვაობა

წარმოდგენილი მოხსენებათა კრებული განკუთვნილია ეკოლოგიის საკითხებში მომუშავე მეცნიერებისათვის, აგრეთვე სტუდენტების, მაგისტრებისა და დოქტორანტებისათვის სწავლების პროცესში დახმარების მიზნით. ის ასევე სარგებლობას მოუტანს ეკოლოგიური პრობლემებით დაინტერესებულ არასპეციალისტებს. მისი არატრადიციული ფორმა განპირობებულია შექმნის პროცესის თავისებურებებით. კრებულის თემატიკისა და ფორმის ჩამოყალიბება ხდებოდა წლების განმავლობაში აკადემიებში გამოყენებული ახალი მეთოდური მიდგომებით სარგებლობის დროს, რომელთა გამოყენებისას მონაწილეები ერთობლივად აყალიბებენ სადისკუსიო თემას და აზუსტებენ პოლრმიკის საგანს, მონაწილეობენ შემოქმედებით პროცესებში. მასში ეკოლოგია წარმოდგენილია როგორც გარემოს დაცვის საფუძველი, ჩამოყალიბებულია მისი განსხვავებული კრიტერიუმები, განსაზღვრულია ეკოლოგიის თანამედროვე მიმართულებები.

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა
აკადემიის პრეზიდენტი თეიმურაზ ადეიშვილი

Prifaca by the Editor – in Chief of the Collection

Presented Collection of papers intended for person involved in system of protection of nature, for students, masters and doctorants, as an auxiliary textbook. A form of the collection due to the specific of its formation in the process of teaching, we used this methods of active teaching and learns persons together specify the topic of discussion, participate in the creative process. Ecology is presented as an independent under disciplinary science – the scientific basis of environmental protection, formulated its distinctive criteria. Articles included in the collection are issues of the genesis of modern ecology.

President of Academy of Ecological Sciences
of Georgia Teimuraz Adeishvili

შესავალი

სამეცნიერო - ტექნიკური განვითარებისა და საზოგადოების შემდგომი პროგრესის შესაძლო გზების ძიება უკანასკნელ ხანებში არა მარტო ფილოსოფიური პოლემიკისა და განსჯების, ან კიდევ ფანტასტიკური ნაწარმოებების, არამედ ეგმ-ზე ჩატარებული სისტემური ანალიზისა და გაანგარიშების დეტალური კვლევის საგანი გახდა.

ამჟამად ასე დგას საკითხი. რა მოგველის? ყველას ჩიხში შეგვიყვანს მეცნიერება და ტექნიკური პროგრესი, თუ უზრუნველყოფს კაცობრიობის წინსვლასა და განუხრელ განვითარებას.

როგორც ვიცით, ამა თუ იმ საზოგადოებას ესაჭიროება განსაზღვრული პირობები და რესურსები: ენერგია, ჩამოყალიბება - განვითარების სივრცე, სურსათი, სხვადასხვა მასალები და ა. შ. მათი მიღებისა და გამოყენების შესაძლებლობას საფუძვლად უდევს დედამიწის ბუნებრივი სიმდიდრე და პირობები, წარმოების ხერხები და საშუალებები, ამა თუ იმ საზოგადოებაში არსებული პოლიტიკური ფორმაცია. მნიშვნელოვანია ის ფაქტორი, რომ ჩვენი პლანეტის მოსახლეობა ჯერ კიდევ განუხრელად მატულობს. ასევე მატულობს ერთ სულ მოსახლეზე ყოველგვარი რესურსის ხარჯვა. ცხადია, დედამიწა ყველაფერი აუცილებლით ვერ უზრუნველყოფს მოსახლეობის ნებისმიერ რაოდენობას. ადამიანმა უნდა შეაფასოს პრობლემა, დასახოს მისი გადაწყვეტის გზები და მოახდინოს მათი ცხოვრებაში დანერგვა. თუმცა, როგორც ცნობილი ამერიკელი მეცნიერი-ეკოლოგი **ოლივერ ოუენი** შენიშნავს - „ამ პრობლემების გადასაწყვეტად ადამიანი თავის უნარს და შესაძლებლობას არაეფექტურად იყენებს და თუ ეს საკითხი არ მოგვარდება, მაშინ მოსახლეობის ზრდა ადამიანისათვის, როგორც სახეობისათვის შეიძლება გამოუსწორებელ შეცდომად იქცეს“.

ხშირად დედამიწას, ყულაბას, საიდანაც კაცობრიობა აურაცხელ სიმდიდრეს იღებს და თავის მხრივ ერთ გრამსაც არაფერს მატებს მას, რაც დრო გადის „გასავალი“ საოცარი სისწრაფით ეზრდება.

გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის ეკონომიკური კომისიის შეფასებით 1800 წლისათვის კაცობრიობას ყოფნიდა ასიათასი ტონა ნავთობი, ხოლო ამჟამად ხმარობს - 5 მილიონ ტონას წელიწადში. სპეციალისტთა გაანგარიშებით, თუ ასე გაგრძელდა ნავთობის ხარჯვა, მაშინ XXI საუკუნის ბოლოსათვის ნავთობის მსოფლიო მარაგის 87% ამოწურული იქნება.

ნავთობის უკმარისობა თავის მხრივ მკვეთრად გაზრდის ქვანახშირისა და გაზის მოხმარებას, რაც საბოლოო ჯამში გამოიწვევს მათი რესურსების შემცირებასაც. რაც მთავარია, ქვანახშირისა და ბუნებრივი აირის წვის შედეგად გამოყოფილი მავნე გოგირდოვანი ნაერთები ატმოსფერულ სინესტესთან წარმოქმნიან გოგირდმჟავებს, რომლებიც შლიან ფოლადის კოსტრუქციებს, მარმარილოს და აზიანებს ცოცხალ ორგანიზმებს.

უკანასკნელ წლებში ატმოსფერული ჰაერის გაჟუჟყიანებამ ისეთ დონეს მიაღწია, რომ მთელი მსოფლიო პრობლემა გახდა. ისმის კითხვა. რა არის ამის მიზეზი? უპირველეს ყოვლისა ეს არის ადამიანის ყოველდღიური მზარდი საწარმოო მოქმედება, რის გამოც ატმოსფეროში სისტემატურად მზარდი რაოდენობით იფრქვევა მრეწველობისა და ტრანსპორტის მოქმედების შედეგად წარმოქმნილი მავნე აირები და მტვერი.

დღეს, რომ გასული საუკუნეების ადამიანი გააცოცხლო, მისი ორგანიზმი და პირველყოვლისა ფილტვები, პლანეტის თანამედროვე ინდუსტრიით გაჭუჭყიანებულ ატმოსფეროს ჰაერს ერთ კვირასაც ვერ გაუძლებდა. დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის კიდევ ერთი მავნე შედეგია ის, რომ მტვრითა და კვამლით, ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირებით და სხვათა მეშვეობით გაჭუჭყიანებული ატმოსფეროს ჰაერი 16-20 პროცენტით ამცირებს მზის სინათლის ინტენსიობას, რაც იწვევს მრავალ ქალაქში მცხოვრებთა მიერ ელექტროენერგიის მოხმარების მნიშვნელოვან გადიდებას. ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების შედეგია აგრეთვე შენობა-ნაგებობების, სამრეწველო დანადგარებისა და აპარატების კოროზიით გამოწვეული ზარალი.

გამაჭუჭყიანებლების ჰაერის მასებით გადატანა გარემოს დაბინძურებაში სხვადასხვა მასალების კოროზიას და მათ მალე ცვეთას განაპირობებს, რაც ერთობ საზიანოა სახალხო მეურნეობისათვის. ელექტროსადგურები და სატრანსპორტო საშუალებები უამრავ ნარჩენ აირს, ჰვარტლსა და მტვერს გამოყოფს ჰაერში. დაბინძურებული ჰაერი ადამიანსა და სხვა ცოცხალ არსებას უზიანებს ფილტვებსა და სხვა ორგანოებს. ჰაერის ზოგიერთი სახის დაბინძურებამ შეიძლება ადამიანის გონებასაც კი ავნოს. ნარჩენი აირების ჰაერში დაგროვება იწვევს ე. წ. მჟავური წვიმებს, რომლებიც აზიანებს მცენარეებს, ტბებს, მდინარეებსა და შენობებსაც კი. საწვავის წვით წარმოქმნილი აირები და მაცივრებიდან გამოყოფილი ფრეონი არღვევს ოზონის ფენას, რაც იწვევს კანის კიბოთი დაავადებას.

მჟავური წვიმების გარდა ზღვებს, ტბებსა და მდინარეებს აბინძურებენ მათში რამდენადმე გაჭუჭყიანებული წყლები, ხოლო ფაბრიკა-ქარხნებიდან-მომწამლავი ნივთიერებები და ნარჩენები, რის შედეგადაც იხოცებიან წყლებში მობინადრე თევზები, ცხოველები და წყალმცენარეები. სოფლის მეურნეობაში ხშირად იყენებენ ქიმიურ სასუქებსა და პესტიციდებს, რომლებიც ძლიერი წვიმების დროს შეიძლება ჩაირეცხოს მდინარეებში, ტბებში და წყალსატევებში. ზღვას ძლიერ აბინძურებს ტანკრებიდან და ნავთობის კოშკებიდან ჩაღვრილი ნავთობპროდუქტები.

გარდა ამისა, დაუფიქრებლად გადაყრილი ნაგავი იწვევს ნიადაგის დაბინძურებას. ზოგიერთი სახის ნაგავი ხშირად ღვება, პლასტმასების უმეტესობა კი არასოდეს.

უაღრესად სერიოზული დაბინძურებას იწვევს ატომური ელექტროსადგურების რადიოაქტიური ნარჩენები. მათ ძირითადად ათავსებენ კონტეინერებში და ჰერმეტიკულად ხუფავენ, თუმცა მათი მცირე რაოდენობა მაინც ხვდება წყალში და ჰაერში. მეცნიერებს აშფოთებთ ამგვარი დაბინძურების ხანგრძლივი ზემოქმედება, რამდენადაც რადიოაქტიური ნარჩენები ათასობით წლის მანძილზე ინარჩუნებენ მავნე გამოსხივების უნარს.

ყველა ეს ფაქტორი მნიშვნელოვნად აზიანებს როგორც ცოცხალ, ისე არაცოცხალ გარემოს, რაც თავისთავად მოითხოვს მათ დაცვას.

გარემოს დაცვა გულისხმობს ყველა იმ ღონისძიების ზედმიწევნით დაცვას, რომლებიც მიზნად ისახავენ ადამიანისა და ბუნების სასიცოცხლო საფუძვლების მთლიანობაში შენარჩუნებასა და გარემოს არსებული დაზიანების აღმოფხვრას. აქ წინა პლანზე უნდა დავაყენოთ ადამიანის მიერ გამოწვეული ზიანის შეზღუდვა და გარემოზე ზემოქმედება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს ქვეყანაში დღემდე არ არის ჩამოყალიბებული ეროვნული პოლიტიკა და მიზნები ნარჩენების მართვის სფეროში. ამასთან საქართველოს კანონ-

მდებლობისათვის უცხოა ნარჩენების პრევენციის დაკავშირება რესურსების დაზოგვასთან და ნარჩენების რესურსად განხილვასთან. ასევე არ არსებობს ნარჩენების მიმართ მწარმოებლის პასუხისმგებლობა, ან კიდევ რაიმე წამახალისებელი მექანიზმები რესურსების დაზოგვისა და ნაკლები ნარჩენების წარმოქმნის მიმართ. საქართველოში ეკონომიკის განვითარებასთან ერთად მოსალოდნელია ნარჩენების მოცულობის ზრდა, რაც გამოიწვევს როგორც ნარჩენების მინიმიზაციის ხელშეწყობი ღონისძიებების გატარებას, ისე უკვე წარმოქმნილი ნარჩენების სეპარაციისა და რეციკლირების საჭიროებას.

საქართველო, თავისი გეოპოლიტიკური მდებარეობით, რელიეფით, ჰიდროგრაფიული ქსელითა და გარემო პირობებით მოწყვლადია როგორც ბუნებრივი მეწყრებით, ღვარცოფებით, გვალვებით, ზვავებით, ტექტონიკური პროცესებით, წყალდიდობებით და სხვ., ისე ანთროპოგენური კატასტროფებისადმი საწარმო და სატრანსპორტო ავარიებით. ამას ემატება ბუნებრივ რესურსებზე მაღალი ანთროპოგენური ზეწოლა. რაც ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ბუნებრივი კატასტროფების პროვოცირებისათვის. ბოლო წლებში გახშირებული სტიქიური მოვლენების მიზეზები ასევე უნდა ვეძიოთ კლიმატის გლობალურ ცვლილებებში. კვლევებით დასტურდება, რომ კლიმატის ცვლილებას უკვე ადგილი აქვს სამხრეთ კავკასიაში და ის გარკვეულ ნეგატიურ როლს ითამაშებს ეკოლოგიური თვალსაზრისით. პროგნოზის თანახმად, კლიმატის ცვლილების შედეგად 2050 წლისათვის საქართველოში ტემპერატურის საშუალო მატება ნავარაუდებია 1-2C°-ით, ხოლო 2100 წლისათვის ~5C°-ით. რეგიონში ნალექების მნიშვნელოვანი შემცირება, უახლოეს პერიოდში გაზრდის ადგილობრივი კლიმატის არეულობას და ნახევრად არიდულ ლანდშაფტებს უდაბნოდ და ნახევრადუდაბნოდ გადააქცევს. შესაბამისად, 2100 წლისათვის, დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში მოთხოვნა გაიზრდება ზამთრის ხორბალზე - 114%-ით, სამოვრეზე - 82%-ით და მზესუმზირაზე - 50%-ით.

ამჟამად, გაეროს დახმარებით, მიმდინარეობს ეროვნული საადაპტაციო მოქმედებათა გეგმის მოსამზადებელი სამუშაოები, თუმცა, საქართველოს არ გააჩნია კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა და მასთან დაკავშირებული კანონმდებლობა. ეს კი ხელს უშლის საერთაშორისო ორგანიზაციებიდან საადაპტაციო ღონისძიებების განხორციელებისათვის მეტი ფინანსური რესურსების მოზიდვას. დღეს, ეკოლოგიური თვალსაზრისით, ერთ-ერთი ყველაზე დიდი გამოწვევა, რომლის წინაშეც დგას საქართველო, არის არასწორი, არაეფექტური და ბიზნესინტერესებზე მორგებული ენერგოპოლიტიკა. ეს უკანასკნელი ფოკუსირებულია არა მთლიანად ენერგოსექტორის გაუმჯობესებაზე, არამედ მხოლოდ ჰიდრორესურსების სწრაფ ათვისებაზე. არსებობს მცდარი შეხედულება, რომ საქართველოს და საერთოდ, კავკასია მდიდართა წყლის რესურსით, რომელიც მაქსიმალურად უნდა იყოს ათვისებული, ელექტროენერგიად გარდაქმნილი და ექსპორტზე გატანილი. სინამდვილეში კი არაა დათვლილი საქართველოს მდინარეების ეკოლოგიური და სოციალური საფასური და დასკვნების გამოტანა კი მხოლოდ მათ ტექნიკურ და ეკონომიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით ხდება. დღეს ჰიდროენერგეტიკული კუთხით ეკოლოგიურ-სოციალური ერა დგას. შესაბამისად თანამედროვე მსოფლიოში ენერგოპოტენციალის მხოლოდ კომერციული და მომენტალური კრიტერიუმებით შეფასება მცდარად და მოძველებულად ითვლება. ეს ფაქტორი კიდევ ერთხელ მიუთითებს, ქართულ ენერგო და გარემოს დაცვით სექტორ-

რეზზე ძველი მენტალობის გავლენაზე, როცა მდინარეებს მეტწილად სანიტარული თუ ენერგო ფუნქციების მიხედვით ახარისხებენ. ამგვარი მოძვლებული პოლიტიკის მაგალითია 1988 წელს სვანეთში დაწყებული „ხუდონჰესის“ პროექტი, რომელიც 36 წლის შემდეგაც აქტუალურია და კიდევ ათობით დაგეგმილი სხვა ჰესის მშენებლობა ქვეყნის მასშტაბით. ისეთი მცირემიწიანი ქვეყნისათვის კი, როგრიც საქართველოა, ასეთ პროექტებს აუცილებლად ექნება გამოუსწორებელი ეკოლოგიური, დემოგრაფიული, სოციალური და კულტურული დანაკარგები.

აღნიშნულ ფაქტორთან ერთად ყურადღებას იქცევს უკვე ექსპლოატაციაში შესული ჰიდროელექტროსადგურების მდგომარეობაც. მათ უმეტეს ნაწილს ესაჭიროება გაწმენდა და რეაბილიტაცია. ასევე რამდენიმე ახალაშენებულ ჰესს სერიოზული პრობლემები გააჩნია დენის გამომუშავებასთან დაკავშირებით, რაც არასწორი დაგეგმვისა და გარემოზე ზემოქმედების არასწორი შეფასებითაა გამოწვეული.

ჩამოთვლილ არასრულ პრობლემებს არსებითად აერთიანებს ერთი ფაქტორი - ესაა საზოგადოების ჩართულობისა და გარემოს დაცვითი პრობლემებით დაინტერესების დაბალი დონე. ეს მეტწილად გამოწვეულია ორი მიზეზით: მექანიზმების არარსებობითა და ქვეყანაში მონაწილეობითი დემოკრატიის სუსტი განვითარებით. პირველი მათგანი გამოიხატება მოსახლეობისათვის საჯარო ინფორმაციის ხელმიუწვდომობაში, რაც ეწინააღმდეგება საქართველოს კონსტიტუციას. ასევე საქართველო წარმოადგენს არაერთი შეთანხმების თუ ხელშეკრულების მხარეს, რომელიც მას აკისრებს ვალდებულებას უზრუნველყოს საზოგადოების ჩართულობა გარემოსდაცვით საკითხებზე გადაწყვეტილების მიღების პროცესში. რეალურად კი ეს ვალდებულება მხოლოდ გრემოსდაცვითი ნებართვის აღების საფეხურზე სრულდება, სხვა შემთხვევაში კი ის უბრალოდ უგულვებელყოფილია. რაც შეეხება მოსახლეობის გარემოს დაცვისაგან და საერთოდ ეკოლოგიური მდგომარეობისაგან გაუცხოვებას, ამის ფესვები ბევრად ღრმაა. პირველყოვლისა მიზეზი განათლების დაბალი ხარისხისა და სახელმწიფოს მხრიდან სოციალური პოლიტიკის უქონლობაშია საძებნი. მომდევნო მიზეზად შეიძლება დასახელდეს ქვეყანაში არსებული შერჩევითი სამართალი, რის გამოც ადეკვატურად არ ისჯებიან გარემოსათვის ზიანის მიმყენებლები. ეს კი ნიჰილისტურ განწყობებს ამკვიდრებს მოსახლეობაში. და ბოლოს აღინიშნება მედიის ფაქტორი, რომელიც სათანადოდ არ აშუქებს მსგავს პრობლემებს და მეტწილად არა საჯარო, არამედ კომერციულ ინტერესებზეა კონცენტრირებული.

ამ პრობლემების დროულად და კვალიფიციურად მოსაგვარებლად საჭიროა საქართველოს პარლამენტმა, რაც შეიძლება სწრაფად სრულყოს გარემოზე ზემოქმედებისა და სტრატეგიული გარემოსდაცვითი შეფასებების, ლიცენზირების გაცემის, ტყის, ბიომრავალფეროვნების დაცვის, ნარჩენების მართვის წყლისა და სივრცითი დაგეგმვის კანონმდებლობები.

ლონდონის ეკონომიკური სკოლის „გრენტამის“ კვლევითი ინსტიტუტის (Grantham Research Institute) პროფესორი **მ. ჯეკობსი** თავის ერთ-ერთ ნაშრომში წერს, რომ საჭიროა „ბუნებრივი გარემოს კრიზისი ამჯერად და უკვე საბოლოოდ, შეფასდეს არა როგორც მხოლოდ ეკოსისტემების კრიზისად, არამედ ზოგადად სამყაროს სოციალურ კრიზისად. ამგვარად კი კაპიტალიზმის ზრდის დინამიკა თავად ასუსტებს საკუთარ თავს. ვინაიდან

ენერგიის საკვების, მიწის, წყლის, თევზის სარეწებისა და საქონლის, ჰაერისა და წიაღისეულის დეფიციტი ერწყმის კლიმატის ცვლილების, ოკეანის მოწამვლისა და საცხოვრებელი არეალების შემცირების შედეგებს.

აქედან გამომდინარე, დანარჩენი მსოფლიოს ტემპის ასაყოლად, აუცილებელია საქართველოშიც გაჩნდეს პოლიტიკური ნება რაც შეიძლება მოკლე დროში დაიწყოს „მწვანე ეკონომიკის“ ისეთი პრინციპების ადაპტირება, როგორიცაა მდგრადი განვითარება, სიღარიბის აღმოფხვრა, დოვლათის სამართლიანი განაწილება და სხვა.

საჭიროა საფუძვლიანად გადაიხედოს და შესწორდეს საქართველოს სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სტრატეგია „საქართველო-20“. რა თქმა უნდა, „მწვანე ეკონომიკას“ თავის მხრივ გააჩნია შეზღუდვები, თუმცა გრძელვადიან პერსპექტივაში იგი მომგებიანია, რადგანაც კომპანიები გრძნობენ სოციალურ პასუხისმგებლობას, ბიზნესი გათვლილია ხანგრძლივ პერიოდზე და გარემოსთან ერთად ექცევა ყურადღება შრომით ურთიერთობებს.

საქართველოს ხელისუფლება ვალდებულია დაიწყოს კონკრეტული ნაბიჯების გადადგმა ენერგიის დამზოგველი პოლიტიკისაკენ. უმოკლეს ვადებში უნდა შემუშავდეს ელექტროენერგეტიკის განვითარების სტრატეგია. აუცილებელია გადაიხედოს ყველა დაგეგმილი ჰიდროელექტროსადგურის მნიშვნელობა და გაკეთდეს პროექტების ხარჯთსარგებლიანობის ანალიზი. ენერგეტიკის სამინისტრომ უარი უნდა თქვას გიგანტური ჰესების მშენებლობაზე და პირველ რიგში დაიწყოს არსებული ჰესების რეაბილიტაციისა და ნატანი მასალისაგან გაწმენდის პროგრამა, რაც რამდენიმე ასეული მეგავატით გაზრდის გამოუმუშავებას.

მოთხოვნილებისამებრ უნდა დაიგეგმოს მცირე და საშუალო სიდიდის ჰესების მშენებლობა, თუმცა კონკრეტული რეგიონის ბუებრივი გარემოსა და იქ მაცხოვრებელი ადამიანების ინტერესების დაცვით. ამასთანავე, სახელმწიფომ მოსახლეობაში უნდა დაიწყოს ენერგიის თვითგამომუშავების სტიმულირება, რისი პოტენციალიც საქართველოში საკმაოდ მაღალია. პარალელურად ქვეყანაში აუცილებელია დაიწყოს ენერგიის წყაროების ათვისებაზე ფიქრი, კერძოდ, როგორიცაა ქარის, მზის, ბიომასის, გეოთერმული ზღვრისა და ვაკუუმის ენერგიები. ეს უკანასკნელი განსაკუთრებით სუფთაა ეკოლოგიურად და უზარმაზარი რაოდენობის ენერგია შეიძლება მოგვცეს.

აღსანიშნავია, რომ მსოფლიო ბაზარზე ამ კუთხით შეინიშნება ფასების კლება, რაც ასტიმულირებს აღნიშნულ სექტორში ინვესტიციის ჩადებას. განახლებადი ენერგიის საერთაშორისო სააგენტოს უკანასკნელი წლების მონაცემებით, ამ სფეროში 8 მილიონამდე ადამიანია დასაქმებული, რაც 20 პროცენტით აღემატება 2010 წლის მონაცემებს.

საზოგადოებაში გარემოპრობლემებისადმი ნიჰილისტური განწყობის ამოფხვრა პირდაპირ კავშირშია განათლების ხარისხის ამაღლებასთან. აუცილებელია სახელმწიფომ გაზარდოს განათლების საბიუჯეტო დაფინანსება, ხელი შეუწყოს კვლევით მეცნიერებასა და ტექნოლოგიურ პროცესს, რაც შექმნის მყარ ფუნდამენტს ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობისა და სამოქალაქო საზოგადოების გასაძლიერებლად. ვინაიდან ამის სისრულეში მოყვანას გარკვეული დრო ჭირდება, პარალელურად, აუცილებელია მასმედიისა და კომუნიკაციების სხვადასხვა მეთოდების გამოყენება (კონგრესები, კონფერენცი-

ები, სემინარები, სკოლები და სხვა) გარემოს დაცვის შესახებ ცნობიერების ასამაღლებლად და მოახლოებული ეკოლოგიური კრიზისების გადასაჭრელად.

სწორედ ამ და სხვა მმიჯნავე პრობლემების გადაჭრის ერთ-ერთი მცდელობაა ეს კონფერენციაც „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, რომელიც ეძღვნება გამოჩენილი ქართველი მეცნიერის, აკადემიკოს ჯუმბერ (გიორგი) ლომინაძის დაბადების 95 წლის-თავს. ეს გახლავთ ის პიროვნება, რომელმაც დიდი როლი ითამაშა ქართული საბუნების-მეტყველო და კერძოდ ეკოლოგიური მეცნიერების განვითარების საქმეში.

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული
აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, აკადემიკოსი
რამაზ ხუროძე
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა
აკადემიის პრეზიდენტი, ამავე აკადემიის აკადემიკოსი
თეიმურაზ ადეიშვილი

სექცია - Section I

გეოეკოლოგია Geoecology

კოსმოლოგიური თეორიების ევოლუციურ-ეკოლოგიური ხასიათის მოკლე ანალიზი

თეიმურაზ ადეიშვილი**, ოთარ კვარაცხელია***, ეკატერინე ჟღენტი****,
იუზა ადეიშვილი*****

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია*
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი**
აკადემიკოს ე. ხარაძის სახელობის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია***
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია****
თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი*****

აბსტრაქტი. ნებისმიერი ფიზიკური თეორიის რეალურ სამყაროში გამოყენების მცდელობისას, ჩვენ ყოველთვის ვაწყდებით გარკვეულ სირთულეებს, რომლებიც დაკავშირებულია მასთან, რომ სამყაროში განთავსებულია ძალიან ბევრი, შეიძლება უსასრულო რაოდენობის სხვადასხვა კოსმოსური სხეული. არც მათემატიკური მეთოდები და არც ადამიანური შესაძლებლობები არ იძლევა იმის საშუალებას, რათა ზუსტად აღწეროთ ყოველი ამ სხეულის ფიზიკური თვისებები. ამიტომ, ისინი, ვინც კოსმოლოგიაში მუშაობენ, იქცევიან ისე, როგორც ფიზიკოსები მიკროსამყაროში მიმდინარე მოვლენების კვლევისას. აირის, ან სითხის, აღწერისას ისინი ყურადღებას არ აქცევენ ცალკეულ ნაწილაკთა თვისებებს. კერძოდ, მათ ცვლიან იდეალურად დრეკადი ბურთულებით. ასეთმა მიდგომამ საშუალება მოგვცა შემოგვეტანა ისეთი მნიშვნელოვანი ცნებები, როგორიცაა ტემპერატურა და წნევა, რომლებიც ეკუთვნის ნაწილაკთა დიდი რაოდენობისაგან შედგენილ ანსამბლს.

საკვანძო სიტყვები: კოსმოლოგია, ევოლუცია, ეკოლოგია, რელატივიზმი.

1. შესავალი

ისინი, ვინც მუშაობენ კოსმოლოგიის კუთხით, კიდევ უფრო შორს წავიდნენ. გალაქტიკების ინდივიდუალური თვისებებისა და მათი ურთიერთქმედების გამო-რიცხვის მიზნით, კოსმოლოგები წარმოდგენით „ანამცეცხენ“ გალაქტიკას და აქცევენ მას „ფხვნილად“. ასეთი „გალაქტიკური ფხვნილით“ ისინი ავსებენ სივრცეს ისე, რომ ნებისმიერ ადგილას „ფხვნილის“ სიმკვრივე ტოლი იყოს მოცემული სივრცის ნაწილში არსებული გალაქტიკების ჯამური მასა გაყოფილი მის მოცულობაზე. კოსმოლოგიაში მატერიის, ან ენერგიის სიმკვრივის, ცნებების შემოტანა საშუალებას იძლევა აუცილებლობის შემთხვევაში გამოვიყენოთ ჰიდროდინამიკის კანონები.

სწორია თუ არა ასეთი მიდგომა? ალბათ სწორია, თუ არ ჩავთვლით განსაკუთრებულ შემთხვევებს, თუ განხილული სისტემის რომელიმე ნაწილის ცვლილება ძირითადად არ ცვლის მთელ სტრუქტურას. მართლაც თუ ერთი გალაქტიკა გახდება მთელ სამყაროში, ან მის შედარებით დიდ ნაწილში, გლობალური ცვლილების მიზეზი, მაშინ ასეთი გალაქტიკის ინდივიდუალური თავისებურებების უგულვე-ბელყოფა, სულ მცირე უაზრობაა, რამდენადაც არ გვაძლევს ასეთი ტიპის მოვლე-

ნების წინასწარმეტყველების შესაძლებლობას.

ატომურ ფიზიკაში ანალოგიური სიტუაციები სავსებით შესაძლებელია. კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს ატომური ბომბი, რომელშიც შესაბამისი სახით შერჩეული ენერგიის მქონე ერთი ნეიტრონი იწვევს მილიარდობით ატომის აფეთქებას, უფრო ზუსტად მათ გაყოფას, რომელსაც თან ახლავს უზარმაზარი ენერგიის გამოყოფა. ასეთ პროცესებს ფიზიკოსები ჯაჭვურ რეაქციას უწოდებენ, რადგანაც ეს პროცესები მიმდინარეობენ არა ერთ ადგილას და ერთ მომენტში, არამედ თითქოს ვრცელდებიან „ჯაჭვისებურად“, ერთი ატომიდან მეორეზე.

თანამედროვე კოსმოლოგიაში გამოირიცხება „ჯაჭვური რეაქციები“. ითვლება, რომ გალაქტიკაში მიმდინარე პროცესი შეიძლება გავრცელდეს მეზობელ გალაქტიკებში, არა ჯაჭვური რეაქციის სახით, არამედ, სწრაფი მილევის რეჟიმში, თანაც სწრაფად კოსმოსური მასშტაბის მოვლენებში. ასეთი მოსაზრება მოგვცემს დიდ უპირატესობას და მასზე უარის თქმის არანაირი საფუძველი არ არსებობს. გალაქტიკებს შორის მანძილი იმდენად დიდია, რომ ერთი გალაქტიკის მეორეზე გავლენა კოსმოლოგიური პრობლემების გადაჭრისას შეიძლება კიდევ ვუზღუდვებელვყოთ [1, 2].

2. რელატივისტური კოსმოლოგიური თეორიები

ახლა გადავიდეთ რელატივისტური კოსმოლოგიის ძირითადი შედეგების აღწერაზე რთული მათემატიკური თეორიების გამოყენების გარეშე. ასეთი მიდგომა გამოწვეულია იმ ფაქტორით, რომ განსჯის ყველა დეტალის გადმოცემა მოითხოვს მათემატიკური მომზადების ერთობ მაღალ დონეს.

კოსმოლოგიაში კვლევის ძირითად მათემატიკურ იარაღს წარმოადგენს დიფერენციალური განტოლებები, რომლებიც საწყისი დაშვების აღწერის გამოსახვის მეთოდია. საწყისი დაშვებების ცვლილებას მივყავართ დიფერენციალური განტოლებათა სხვა სისტემაზე და ვღებულობთ სხვა შედეგებს. ისინი ყველაზე ხშირად წარმოადგენენ სამყაროს ნებისმიერი არჩეული ელემენტისა და მისი ფიზიკური პარამეტრების სივრცითი კოორდინატების დროზე დამოკიდებულებას [3]. მიღებული დამოკიდებულებები საშუალებას იძლევიან ჩამოვაყალიბოთ სხვადასხვა სახის დამოკიდებულებები სამყაროს წარსულისა და მომავლის შესახებ.

აინშტაინმა თავისი ფარდობითობის თეორიის განტოლებები ისე ჩაწერა, რომ სივრცის ნებისმიერი წერტილის საკმაოდ მცირე არეში ისინი აზრობრივად არ განსხვავდებიან კლასიკური მექანიკის განტოლებებისაგან. აინშტაინის განტოლებებში შედის კლასიკური მექანიკის ჩარჩოებში შემავალი ძალის ანალოგიური გამოსახულებები და ასევე G გრავიტაციული მუდმივა. მხოლოდ მცირე არიდან დიდ ზონებზე გადასვლისას აინშტაინის განტოლებათა ფიზიკური აზრი იცვლება [4].

აინშტაინის განტოლებათა ამონახსნები, ისე როგორც დიფერენციალურ განტოლებათა ნებისმიერი ამონახსნი, შეიცავს ნებისმიერ მუდმივებს, რომელთა მნიშ-

ვნელოვნების შერჩევა ზოგჯერ მკვლევარზეა დამოკიდებული, ხოლო ხანდახან აუცილებელი ხდება მათი შეთანადება დაკვირვების მონაცემებთან. მეორე შემთხვევაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს სამყაროში არსებული მატერიის საშუალო სიმკვრივე, რომელიც შედის ყველა განტოლებაში და საზღვრავს სივრცის ფუნდამენტურ თვისებას - სიმრუდეს [5]. აინშტაინის განტოლებების ამონახსნები „გვკარნახობენ“, როგორი უნდა იყოს სივრცის ფორმა და საშუალებას იძლევიან ვამტკიცოთ სასრულია ის თუ უსასრულო, რამდენადაც ჩვენ გამოვდივართ პირველი კოსმოლოგიური პრინციპიდან (რომლის თანახმად სივრცის არც ერთი წერტილი არ გამოიყოფა სამყაროს ნებისმიერ სხვა წერტილთან შედარებით). სამყაროში ჰიპერზედაპირთა არჩევის შესაძლებლობები შემოსაზღვრულია.

თავის შრომებში აინშტაინი იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ სტაციონარული სამყაროს არსებობის შესაძლებლობა არ არის ჩადებული მის განტოლებებში. ის დამატებით დაშვებებს მოითხოვდა იმისათვის, რომ მიეღო სტაციონარული ამონახსნი. ამისათვის აინშტაინმა შემოიღო ე.წ. კოსმოლოგიური წევრი Δ , რომელიც იყო ორ ნებისმიერ ნაწილას შორის მოქმედი განზიდვის ძალის ანალოგიური. შემდგომში მან ეს მანიპულაცია შეცდომად ჩათვალა, მაგრამ კოსმოლოგიურმა განზიდვამ, რომელიც ტოლი იყო [6]:

$$\Delta = 10^{-56} \text{ სმ}^2 \quad (1),$$

საკმაოდ მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა თითქმის ყველა რელატივისტური სამყაროს თეორიაში. აინშტაინის შრომებიდან ძალიან მალე - 1917 წელს, ჰოლანდიელმა ასტრონომმა დე სიტერმა იპოვა განსხვავებული ამონახსნი, რომელიც შეესაბამებოდა სტაციონარულ სამყაროს. იგი შეიცავდა დროს, მაგრამ გააჩნდა ჰიპერსფეროს ფორმა, ე.ი. იყო ჩაკეტილი და ჰქონდა სასრული ზომები [7]. აინშტაინის სამყაროს კი ჰქონდა ჰიპერცილინდრის ფორმა და არ გააჩნდა სასრული ზომები.

დე სიტერის შრომებს ამჟამად მხოლოდ ისტორიული ინტერესი გააჩნია. გარკვეული აზრით ის მაინც წარმოადგენდა უძველეს კოსმოლოგიას თავისი სასრული სამყაროთი. რასაკვირველია წარსულში დაბრუნება მას მხოლოდ პირობით შეიძლება მივაწეროთ. სამგანზომილებიან სივრცეში ზომების სასრულობამ არ შეიძლება არ გამოიწვიოს წინააღმდეგობა, რამდენადაც ის დაკავშირებულია საზღვრების არსებობასთან, რომელიც „რადცას“ აშორებს „არაფრისაგან“. ასეთი საზღვრის არსებობა ეწინააღმდეგება ელემენტარულ საღ აზრს.

სხვანაირი სიტუაცია გვაქვს ოთხგანზომილებიან სივრცე-დროში. ჩვენი სამგანზომილებიანი სივრცე „ორგანზომილებიანი“ არსებების სამყაროში გარკვეული აზრით სფეროს ზედაპირის ანალოგიურია. ამ ზედაპირზე არ არსებობს არც ერთი მრუდი, რომელიც განაცალკევებდა „რადცას“ „არაფრისაგან“. რამდენიც არ უნდა გადავადგილდეთ სფეროს ზედაპირზე ნებისმიერი მიმართულებით, ვერსად შევხვდებით ასეთ საზღვარს, ვერსად მივალწევთ „სამყაროს ბოლომდე“.

კოსმოლოგიაში ნამდვილ გადატრიალებად უნდა ჩაითვალოს 1924 წელი, როდესაც გამოქვეყნდა ცნობილი პეტერბურგელი ებრაელი მათემატიკოსის, მეტეოროლოგისა და კოსმოლოგის ალექსანდრე ფრიდმანის ნაშრომები „ფარდობითობის თეორიის საფუძვლები“ და „სამყაროს სიმრუდის შესახებ“. მან არა მარტო უზუსტობები აღმოაჩინა აინშტაინის თეორიაში, არამედ უჩვენა კიდევ, რომ სასრული სტაციონარული სამყარო შეიძლება მივიღოთ მაშინაც, თუ განტოლებებში არ შევიტანთ Λ წევრს. გარდა ამისა ფრიდმანმა უჩვენა, რომ აინშტაინის განტოლებებიდან გამომდინარეობდა როგორც გაფართოებადი, ისე კუმშვადი სამყაროს არსებობის შესაძლებლობა, რაც თავისთავად მოიცავდა მათი ეკოლოგიისა და აქედან გამომდინარე, ეკოლოგიის აქტუალურ საკითხებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ამ დასკვნებამდე ფრიდმანი მივიდა მანამ, სანამ ასტრონომები გალაქტიკის სპექტრებში აღმოაჩენდნენ „წითელ წანაცვლებებს“, რომლებიც სამყაროს გაფართოების მტკიცებულებებად იქნა მიჩნეული. ამრიგად, ფრიდმანმა იწინასწარმეტყველა ისეთი მოვლენები, რომლებსაც ფუნდამენტური მნიშვნელობა ჰქონდა კოსმოლოგიისათვის. ის გრძნობდა თავისი თეორიის გრანდიოზულობას და ამის შესახებ მხატვრულად ამბობდა: „წყლებში, რომლებშიც მე შევდივარ, ჯერ არავის გადაუკვეთავს“. თვით ლეგენდარულმა აინშტაინმა საბოლოოდ აღიარა ფრიდმანის ამონახსნების სისწორე ველის განტოლებებიდან არასტაციონარული სამყაროს მიღების შესახებ.

მომდევნო სამუშაოებში ფრიდმანმა დაამტკიცა ორი ტიპის სამყაროს არსებობის შესაძლებლობა. პირველი ტიპის სამყაროში, რომელსაც შეიძლება პულსირებადი დავარქვათ, გაფართოების სტადია იცვლება კუმშვით და პირიქით. მას შემდეგ, რაც სამყარო გაფართოვდება განსაზღვრულ მოცულობამდე, დაიწყება მისი შეკუმშვა. ის გრძელდება მანამ, სანამ მატერიის სიმკვრივე არ მიაღწევს რაღაც ზღვრულ (მაღიან მაღალ) მნიშვნელობას, რომლის შემდეგაც ისევ დაიწყება გაფართოება და ასე შემდეგ, უსასრულოდ.

სამყაროს მეორე მოდელში, რომელსაც ფრიდმანმა ჰიპერბოლური უწოდა, სამყარო ძლიერი გაიშვიათების მდგომარეობიდან გადადის შეკუმშულში, რომლის შედეგადაც იწყებს გაფართოებას და ეს პროცესი უსასრულოდ გრძელდება. ეს ორი მოდელი პრინციპულად არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და მათი განხილვისას მოითხოვება ანალოგიის ისეთი სხეულების მოძრაობასთან გავლენა, რომლებიც დიდი მანძილებიდან ვარდებიან დედამიწის ზედაპირზე. დავუშვათ დედამიწის ზედაპირი და დაცემული სხეული ორივე იდეალურად დრეკადია. თუ დედამიწასთან შეჯახებისას სხეულს ექნება მცირე სიჩქარე (11 კმ/წმ-ზე ნაკლები), მაშინ შემდგომი მოძრაობა დედამიწიდან „არეკვლის“ შემდეგ არ გაგრძელდება დიდი დროის განმავლობაში. რაღაც სიმაღლის მიღწევის შემდეგ, სხეული ისევ დაიწყებს ვარდნას, დაეცემა დედამიწას და ყველაფერი თავიდან განმეორდება. ვარდნილი

სხეულის ასეთი ქცევისას იკვეთება ანალოგია პულსირებად სამყაროსთან.

თუ სხეულის სიჩქარე დედამიწის ზედაპირთან მეტია კრიტიკულზე (11 კმ/წმ), მაშინ შეჯახების შემდეგ იგი დაიწყებს დედამიწიდან დაშორებას (აწევას) და უკან არასოდეს „დაბრუნდება“. ის იმოდრავებს უსასრულოდ შორს, სხეულის ვარდნის შემთხვევა ჰიპერბოლური სამყაროს ანალოგიურია. **ფრიდმანმა** ეს სახელწოდება იმიტომ აირჩია, რომ ზოგად შემთხვევაში დედამიწისაგან სამუდამოდ განშორებული სხეულები ჰიპერბოლაზე უნდა მოძრაობდნენ, ხოლო მისი გადაგვარების შემთხვევაში - წრფეზე.

ზღვრული სიჩქარე, რომელიც 11 კმ/წმ-ის ტოლია, დამოკიდებულია დედამიწის მასაზე და სიმკვრივეზე. ძალიან დიდი სიმკვრივის შემთხვევაში ზღვრული სიჩქარე გაცილებით მაღალი იქნებოდა. თუ იგივე სხეული იმავე სიჩქარით დაეცემოდა დიდი სიმკვრივის მქონე პლანეტის ზედაპირზე, მაშინ ის ვერ განავითარებდა ჰიპერბოლურ სიჩქარეს და მოძრაობა იქნებოდა პულსირებადი. ამრიგად, ერთ-ერთი ალტერნატივის არჩევა დამოკიდებულია საყაროში არსებული მატერიის რეალურ სიმკვრივეზე. როგორც უკანასკნელი შეფასებები უჩვენებს, საშუალო სიმკვრივე ნაკლებია მასზე, ვიდრე ამას მოითხოვს პულსირებადი მოდელი. ამიტომ, კოსმოლოგები უფრო ემხრობიან სამყაროს სტაციონარულ მოდელს. მაგრამ არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ ჩვენი გალაქტიკის მახლობლობაში არსებული ნივთიერებების მასის შეფასება დაფუძნებულია მხოლოდ ყველაზე კაშკაშა ობიექტზე განხორციელებულ დაკვირვებებზე. თუ სამყაროში არსებულ ჩვენს მეზობელ ობიექტებს შორის არიან სუსტი და ამიტომ უხილავი გალაქტიკები ანუ ფარული მატრია, მაშინ ჩვენი შეფასებები აღმოჩნდება დაქვეითებული. ამ შემთხვევაში უპირატესობა ენიჭება პულსირებად მოდელს.

ყურადღება მივაქციოთ კიდევ ერთ ძალიან მნიშვნელოვან გარემოებას: ორივე მოდელში სამყაროს გაფართოების სიჩქარე დროში მცირდება, ხოლო კუმშვის სიჩქარე იზრდება. ანალოგიურად მცირდება სხეულის სიჩქარე მისი დედამიწიდან დაშორებისას როგორც პულსირებადი, ისე ჰიპერბოლური მოძრაობისას. რამდენადაც თანამედროვე ეტაპზე როგორც დაკვირვებები უჩვენებს მიმდინარეობს სამყაროს გაფართოება. როგორც ცნობილია, სამყაროს შორეული უბნებიდან სინათლე ჩვენამდე უფრო ხანგრძლივად მოძრაობს, ვიდრე მახლობელიდან. ამიტომ შორეული ზონები შეესაბამებიან ევოლუციისა და ეკოლოგიური ცვლილებების უფრო ადრეულ ეტაპებს, ვიდრე ის რომელშიც სამყარო ამჟამად იმყოფება. აქედან გამომდინარე, თუ სამყარო ფართოვდებოდა **ფრიდმანის** თეორიის მიხედვით, მაშინ მისი შორეული უბნების გაფართოების სიჩქარე უფრო დიდი იქნებოდა მახლობელ უბნებთან შედარებით.

კოსმოლოგიურ თეორიათა შემოწმების პრობლემას მაშინ უნდა შევეხოთ, როცა **ფრიდმანის** თეორიის გარდა სხვებსაც გავეცნობით. მიუხედავად ამისა, მაინც

შევეხოთ თეორიის შემოწმების შესაძლებლობას. ეს კი თეორიისა და რეალობის ურთიერთკავშირის თავისებური დადასტურებაც იქნებოდა.

ანალოგიურ დასკვნამდე მივიდა გასული საუკუნის 20-იან წლებში ბელგიელი ასტრონომი ჟორჟ ჰენრი ჯოზეფ ედუარდ ლემეტრი. მისი თეორია შემდეგ განავითარა რუსული წარმოშობის ამერიკელმა ებრაელმა მეცნიერმა **გიორგი გამოვმა**, რომელმაც დაასაბუთა სამყაროს გაფართოების ფაქტი და უკუექსტრაპოლაციის გამოყენებით დააზუსტა თუ როდის უნდა ყოფილიყო მაქსიმალური სიმკვრივისა და მინიმალური ზომების მდგომარეობაში [8, 9].

ლემეტრმა ამ მდგომარეობას თავდაპირველად „პირველადი ატომი“ უწოდა, ხოლო შემდეგ „პირველადი ბირთვი“. მასში უზარმაზარი იყო მატერიის სიმკვრივე. ამ მომენტიდან ჰიპერსფეროს (ასეთი ფორმა აქვს სამყაროს ლემეტრ-გამოვის თეორიაში) ზომები განუწყვეტლივ იზრდება - ჯერ სწრაფად, ხოლო შემდგომში სულ უფრო ნელია, როგორც ეს ხდება ფრიდმანის თეორიაში.

გამოვის მიხედვით, პირველადი ბირთვი შედგებოდა მხოლოდ ნეიტრონებისაგან. კოლოსალური სიმკვრივისა და ძალიან მაღალი ტემპერატურის შედეგად პირველად ბირთვში უნდა განხორციელებულიყო ნეიტრონების ხშირი შეჯახება პროტონებთან (რომლებიც სპონტანურად წარმოიქმნებოდა ნეიტრონებისგან ელექტრონების გამოსხივებით), რაც გამოიწვევდა უფრო მძიმე ქიმიური ელემენტების წარმოშობას. გ. გამოვის თეორიის თანახმად „სამყაროს შექმნა“ ქიმიური თვალსაზრისით განხორციელდა რამდენიმე წუთში, მას შემდეგ, რაც დაიწყო სამყაროს გაფართოება. შემდეგ ნაწილაკთა შეჯახების ალბათობები იმდენად შემცირდა, რომ ერთი სახის ქიმიური ელემენტების მეორედ, უფრო მძიმედ, გარდაქმნა შეუძლებელი შეიქმნა.

შემდგომში გამოვმა ნაწილობრივ უარყო თავისი იდეები. საქმე ისაა, რომ სულ უფრო მზარდი ატომური წონის ქიმიური ელემენტების ნეიტრონებთან შეჯახების ალბათობის გამოთვლისას, გამოვი მივიდა ხუთის ტოლი ატომური წონის მქონე უკიდურესად არასტაბილურ ელემენტთან (ჰელიუმის იზოტოპთან). ჰელიუმის 5-ის ტოლი ატომური წონის იზოტოპი გარდაიქმნება ჰელიუმ-4-ად ისეთ დროში, რომელიც გაცილებით ნაკლებია პირველად ბირთვში ნეიტრონთან ჰელიუმ-4-ის შემთხვევით დროის ინტერვალზე. ანალოგიური შემთხვევა გვაქვს ბერილიუმ-8-ის შემთხვევაში, რომელიც ასევე სწრაფად იშლება ჰელიუმის ორ ბირთვად. ეს ორი პროცესი სრულად უნდა ეწინააღმდეგებოდეს უფრო მსუბუქი ელემენტების მძიმედ გარდაქმნის გამოვის სქემას.

წარმოქმნილმა თეორიულმა სიძნელეებმა გამოვი აიძულა უარი ეთქვა თავის მოსაზრებაზე პირველადი ბირთვის აფეთქებიდან რამდენიმე წუთში მძიმე ელემენტების წარმოშობის შესახებ და დაეცვა მხოლოდ ამ მოკლე დროში ჰელიუმის ბირთვების სინთეზის ჰიპოთეზა. უფრო მძიმე ელემენტები იქმნებოდა და იქმნება

სულ სხვა ადგილას - ვარსკვლავთ წიაღებში, როგორც ამას შემდგომი კვლევები ადასტურებს [10].

ყველა ეს თეორია, ევოლუციური თეორიის სახელითაა ცნობილი, რამდენადაც მათ მიხედვით სამყაროს სტრუქტურა და მისი თვისებები იცვლებიან დროში და განიცდიან ეკოლოგიური ხასიათის ევოლუციას. მიმდინარე ევოლუციურ-ეკოლოგიური სახის ცვლილებები მიმართულია მხოლოდ ერთი მიმართულებით და გააჩნია შეუქცევადი ხასიათი. **ლემეტრის** თეორიიდან, გარდა ამისა, გამომდინარეობს, რომ სამყაროს გააჩნია სასრული და მკაცრად განსაზღვრული ასაკი, თუ „საწყის“ მომენტად ვღებულობთ პირველადი ბირთვის აფეთქებას.

კოსმოლოგიური ევოლუციური-ეკოლოგიური შეუქცევადობის პრობლემასთან უშუალოდაა დაკავშირებული სამყაროს ე.წ. „სითბური“ ანუ „თერმოდინამიკური“ სიკვდილის პრობლემა.

ლემეტრის სამყარო წარმოადგენს განსაზღვრული მარაგის მქონე ჩაკეტილ სისტემას. რამდენადაც გალაქტიკები, ნისლეულები და ვარსკვლავები უწყვეტად ასხივებენ, ამ სისტემებმა ადრე თუ გვიან აუცილებლად უნდა მიაღწიონ ე.წ. „თერმოდინამიკური წონასწორობის“ მდგომარეობას, როცა სამყაროში არსებული ობიექტების ტემპერატურები გატოლდება და მათ შორის წყდება ენერგიის მიმოცვლა. ეს კი ნიშნავს, რომ წყდება ყველა ფიზიკური პროცესი, რამდენადაც ნებისმიერი პროცესის, თუ მოვლენის, დროს მასში მონაწილე სხეულებს შორის არ მიმდინარეობს ენერგიის მიმოცვლა. სწორედ ამიტომ ასეთ მდგომარეობას უწოდეს სამყაროს „სითბური სიკვდილი“.

ამრიგად, **ლემეტრ-გამოვის** სამყარო წარმოადგენს არა მარტო წარსულის გარკვეულ ეტაპზე წარმოშობილ სისტემას, არამედ ისეთ სისტემასაც, რომელსაც მომავალში ელის გარდაუვალი „დაღუპვა“ - ყველანაირი ფიზიკური პროცესის შეწყვეტა: ასეთია ის შედეგები, რომლებთანაც მივყავართ **ლემეტრ-გამოვის** კოსმოლოგიას.

პირველადი ბირთვის საკმაოდ დასაბუთებული ვარიანტი შემოთავაზებული იქნა შვედი ფიზიკოსის **კლეინის** მიერ. მოკლედ შევხვით მის უფრო მოდერნიზებულ ვარიანტს, რომელიც წარმოადგენს იქნა გასული საუკუნის მეორე ნახევარში ასევე ცნობილი შვედი ასტროფიზიკოსის **ჰ. ალვენის** მიერ [11]. ორივე ეს მეცნიერი გამოდის სამყაროში ე.წ. ანტინივითიერების დაშვებიდან. ანტინივითიერებაში ვგულისხმობთ ისეთი ატომებისაგან შედგენილ ნივთიერებას, რომელთა სტრუქტურაში შედიან ტოლი და საწინააღმდეგო ნიშნის მუხტის მქონე ელემენტარული ნაწილაკები. ანტიპროტონებისა და ანტელექტრონებისაგან (პოზიტრონებისაგან) შედგენილ ატომს ანტიწყალბადს უწოდებენ. რამდენადაც ცნობილია ანტინეიტრონიც, ამიტომ არაფერი გვიშლის ხელს დავუშვათ უფრო მძიმე ატომებისაგან (ანტიჰელიუმის, ანტილითიუმის) შედგენილი ანტინივითიერებების არსებობაც.

ალგენისა და კლეინის თეორიის თანახმად ავდაპირველი სამყარო შედგებოდა უკიდურესად გაიშვიათებული ღრუბლისგან, რომელიც წარმოადგენდა თავისუფალი ელექტრონების, პოზიტრონების, პროტონებისა და ანტიპროტონების ნარევეს [12]. მას ალგენმა ამბიპლაზმა უწოდა. გრავიტაციული „ძრავების“ გავლენით ღრუბელმა დაიწყო კუმშვა, რომლის შედეგადაც ნივთიერებისა და ანტინივთიერებების ნაწილაკების შეჯახების ალბათობა სულ უფრო მეტად იზრდებოდა. ანიჰილაციის აქტების რიცხვი სწრაფად მატულობდა და ღრუბლის შიგნით იზრდებოდა გამოსხივების ინტენსიობა და წნევა. რაღაც მომენტში შეჩერდა ღრუბლის კუმშვა, რომლის შემდეგაც დაიწყო მისი გაფართოება, რომელიც დღესაც გრძელდება.

თუ პირვანდელი ამბიპლაზმა შეიცავდა ნივთიერებისა და ანტინივთიერების თანაბარ რაოდენობას, მაშინ მასში უნდა წარმოქმნილიყო სამი ტიპის ზონა: ნივთიერების შემცველი ზონა, ანტინივთიერების შემცველი ზონა და მათი ერთმანეთისაგან განმაცალკევებელი ბუფერული ზონა. პირველი და მეორე ტიპის ზონებში უწყვეტად მიმდინარეობს ნივთიერების გრავიტაციული კონდენსაცია, თანაც ნივთიერების შესქელებები განიზიდავენ ანტინივთიერების შესქელებას, რაც თითოეულ ზონაში ზრდის კონდენსაციის სიჩქარეს. ალგენისა და კლეინის აზრით ზონათა განზიდვა გამოწვეული უნდა იყოს ბუფერულ ზონებში მიმდინარე ანიჰილაციის პროცესებით.

ბუფერული ზონები შეიძლება შევადაროთ გავარვარებულ ქურაზე დაცემულ წყლის წვეთებს. წვეთი აორთქლდება არა მყისიერად, არამედ საკმაოდ დიდხანს განაგრძობს არსებობას. ორთქლის თხელი აპკის წარმოშობის გამო, რომელსაც რეინფროსტის ფენას უწოდებენ და ის წყალს აცალკევებს ქურის ზედაპირისგან. რაღაც მსგავსი უნდა ხორციელდებოდეს ბუფერულ ზონებში, სადაც მიმდინარე ნივთიერების ანიჰილაციის პროცესები იწვევს ძლიერ გამოსხივებას, რომლის წნევა ერთმანეთისაგან აცალკევებს სხვადასხვა ნიშნის ნივთიერებების ზონებს. ამის შემდეგ წარმოიქმნება ნივთიერებებისა და ანტინივთიერებისაგან შედგენილი მასიური გროვები (აგლომერატები), რომლებიც დღეისათვის ადგენენ გალაქტიკურ გროვებს ან კიდევ უფრო მსხვილმასშტაბურ გაერთიანებას, მეტაგალაქტიკას. ზოგიერთი ასტრონომი ამ ცნების ქვეშ სამყაროს მთელ ხილულ ნაწილს გულისხმობს, ხოლო ზოგის აზრით მათი რაოდენობის აურაცხელია.

უნდა ვივარაუდოთ, რომ „ჩვენი მეტაგალაქტიკა“ შედგება მხოლოდ ჩვეულებრივი ნივთიერებებისაგან. მაგრამ უნდა არსებობდეს მისგან ძალიან შორს მდებარე, ანტინივთიერებებისაგან შედგენილი მეტაგალაქტიკებიც. თითოეულ მათგანში ნივთიერების კონდენსაციის ტემპი არ უნდა იყოს ერთნაირი. ერთობ ალბათურია, რომ სამყაროს გაფართოება მოიცავს მხოლოდ „ჩვენი მეტაგალაქტიკის“ მასშტაბებს, რომელშიც კუმშვის პერიოდის შემდეგ კვლავ დადგა გაფართოების სტადია, ხოლო სხვა მეტაგალაქტიკებში კვლავ, ჯერ კიდევ, გრძელდება კუმშვა. გაფართოე-

ბას კვლავ უნდა ახლდეს ძლიერი გამოსხივება, რომელიც წარმოიშობა ამბიპლაზმის დიდი რაოდენობის მქონე სფეროებში ნივთიერების ხშირი პროცესების შედეგად.

ჩვენი კოსმოსური სივრცე ამჟამად იმყოფება ისეთ მდგომარეობაში, რომ ნივთიერების ანიჰილაციის არანაირი პროცესი მასში არ დაიკვირვება, რადგანაც ალბათ დადგა ნივთიერებისა და ანტინივთიერების განცალკევების საკმაოდ გამოკვეთილი სტადია და წინა სტადიებში გამოსხივებული ნივთიერებების დიდმა ნაწილმა უკვე დატოვა ჩვენი მეტაგალაქტიკის საზღვრები. მაგრამ მაინც ასეთი გამოსხივების ნარჩენები სანტიმეტრულ დიაპაზონში მაინც დაფიქსირდა გასული საუკუნის ბოლო მეოთხედში და ეს ფაქტი თავისებურ სენსაციად იქცა კოსმოლოგებისათვის.

ალვენ-კლეინის თეორიიდან გამომდინარეობს, რომ დიდ მასშტაბში სამყაროს სივრცითი ნაწილის გეომეტრია შეიძლება იყოს **ევკლიდური**. ამიტომ, არ გამოირიცხება სამყაროს უსასრულო განვრცობადობა სივრცესა და დროში. მაგრამ, სამყაროს განსაზღვრულ ნაწილში, იქ სადაც დაიკვირვება ნივთიერების ძლიერი შეკუმშვა, სივრცის გეომეტრია შეიძლება განსხვავდებოდეს ევკლიდურისგან. ეს გარემოება მთლიანობაში ხელს არ უშლის სამყაროს სივრცე-დროში უსასრულობას.

თანამედროვე ეტაპზე ჩვენ არ გაგვაჩნია დაკვირვებითი მონაცემები, რომლებიც დაადასტურებდა ანტინივთიერებისაგან შედგენილი კოსმოსური ობიექტების არსებობას, მაგრამ არც ის უნდა დაგვაფიქვდეს, რომ დაკვირვების არსებული მეთოდები ჯერ კიდევ არასაკმარისია აღნიშნული ობიექტების აღმოსაჩენად. წყალბადის სპექტრი არაფრით განსხვავდება ანტიწყალბადისაგან. ამიტომ ანტინივთიერებისაგან შედგენილი ვარსკვლავის, ან ნისლეულის, სპექტრი ჩვეულებრივის მსგავსი იქნება. განსხვავება შეიძლება გამოვლინდეს ცნობილი მიმართულების მაგნიტურ ველში მოთავსებული ანტინივთიერებების მიერ გამოსხივებული სინათლის პოლარიზაციის მიმართულებაში. სამწუხაროდ, ძალიან რთულია ვარსკვლავთშორის სივრცეში მაგნიტური ველის მიმართულების განსაზღვრა. ამრიგად, დარჩა მხოლოდ ირიბი არგუმენტები, რომლებიც დაკავშირებულია კვაზარებისა და ზეახალი ვარსკვლავების წიაღებში მიმდინარე ანიჰილაციური პროცესების შედეგად ისეთ კოლოსალურ გამოსხივებასთან, რომელთა გენერირების ახსნა თერმობირთვული რეაქციების საფუძველზე არ ხერხდება.

ალვენის აზრით შეიძლება არსებობდეს ორი ნაწილისაგან შედგენილი გალაქტიკები: ერთი ნაწილი შეიცავს ნივთიერებას, ხოლო, მეორე ანტინივთიერებას. მისი მოდელის მიხედვით ჩვენი გალაქტიკის ცენტრი შედგება მძიმე ელემენტების ამბიპლაზმისაგან, ხოლო შუალედური ზონა, სადაც მოთავსებულია სპირალური ტოტები - ნივთიერებისაგან. ის გარშემოკრულია მსუბუქი ამბიპლაზმისაგან და გალაქტიკის ბირთვის გარეშე წარმოქმნის სფერულ გარსს. რაც შეეხება სპირალურ

ტოტებს, მათი ერთი ნაწილი შედგება ნივთიერებისაგან, ხოლო მეორე ანტინივთიერებისაგან. ეს მოსაზრებები არ დასტურდება დაკვირვებითი მონაცემებით, რომლებიც ჩატარებულია კოსმოსურ სხივებზე და მათში არაა აღმოჩენილი ანტინაწილაკთა არანაირი კვალი. რამდენადაც ეს სხივები ჩვენამდე აღწევს როგორც გალაქტიკის მახლობელი, ისე შორეული ზონებიდან,, ამიტომ ნაკლებად ალბათურია, რომ მათში მიმდინარეობს ანიჰილაციის პროცესი.

სულ სხვანაირად გამოიყურება კოსმოლოგიურ თეორიათა მეორე ჯგუფი, რომელთაც სტაციონარული მდგომარეობის თეორიებს უწოდებენ. თავიანთი ფიზიკური არსით ისინი ძირითადად ემთხვევიან ერთმანეთს და განსხვავდებიან მხოლოდ კოსმოლოგიური პრობლემებისადმი მათემატიკური მიდგომის დეტალებით.

ამ თეორიას გააჩნია ერთი არსებითი თავისებურება: პირველი კოსმოლოგიური პრინციპის გარდა მასში გამოიყენება მეორე კოსმოლოგიური პრინციპიც. მისგან გამომდინარე, სამყარო უნდა იყოს ერთგვაროვანი, იმისგან დამოუკიდებლად, თუ როდის ვაკვირდებით მას. სამყაროს მდგომარეობის დროისგან დამოუკიდებლობამ განაპირობა თეორიის დასახელებაში ცნების „სტაციონარულის“ დამკვიდრება. სტაციონარობა ნიშნავს სამყაროს სტატიკურობას. ე.ი. სამყაროში გარკვეული ცვლილებები შეიძლება მიმდინარეობდეს, მაგრამ ისინი ატარებენ არა სისტემატურ, არამედ შემთხვევით ხასიათს. თუმცა ასეთი ცვლილებებიც შეიძლება განაპირობებდეს მის ევოლუციურ -ეკოლოგიური კანონზომიერებებით განვითარებას.

ასეთი მოსაზრებიდან გამომდინარე **ფ. ჰოილი** და **ჯ. ბონდი** [13, 14]. მათი სამყარო წარმოადგენს გაფართოებად ჰიპერსიბრტყეს და ამიტომაც უსასრულოა. თუმცა სტაციონარობის პირობა მოითხოვს სამყაროში ერთნაირი და მუდმივი ნივთიერების სიმკვრივის შენარჩუნებას. სამყაროს გაფართოებას მივყავართ მასში არსებული ნივთიერების სიმკვრივის თანდათანობით შემცირებამდე, იმისთვის, რომ შევინარჩუნოთ ნივთიერების წარმოქმნის (ნივთიერების დაბადების) უწყვეტი პროცესის არსებობა. სახელდობრს, ეს დაშვება იწვევს სხვა კოსმოლოგიური თეორიების მომხრეთა მდგარ წინააღმდეგობას. ცარიელი სივრციდან ნივთიერების წარმოქმნა ეწინააღმდეგება ფიზიკის ერთ-ერთ ფუნდამენტურ კანონს ნივთიერების შენახვის შესახებ.

სტაციონარული სამყაროს თეორიის ავტორებს ამის საწინააღმდეგოდ მოჰყავთ შემდეგი არგუმენტები: ფიზიკა ექსპერიმენტული მეცნიერებაა, თუმცა მას გააჩნია ძალიან განვითარებული თეორია. ნივთიერების შენახვის კანონი არ მიიღება ლოგიკური გზით მიღებული დაშვებებიდან, არამედ წარმოადგენს თავისებურ აქსიომას. მას ფიზიკოსები ითვალისწინებენ მხოლოდ იმიტომ, რომ მისი სისწორე მტკიცდება ყველა დაგროვილი მონაცემით და მისი გამოყენება თეორიულ გათვლებში ერთობ მოხერხებულია. ეს კანონი მაინც ემპირიულია და ამიტომ სწორად

შეიძლება ჩაითვალოს დღეისათვის დაგროვილი ექსპერიმენტული მონაცემების სიზუსტის ფარგლებში.

„ნივთიერების დაბადების“ პოსტულატიდან გამომდინარეობს, რომ სამყაროში „არაფრისგან“ წარმოქმნილი ნივთიერების სიმკვრივე შეადგენს 10^{-43} კგ/სმ³. ეს ნიშნავს, რომ სამყარო ყოველ კუბურ მეტრში $6 \cdot 10^{11}$ წლის მანძილზე საშუალოდ წარმოიშობა წყალბადის ერთი ატომი. არც ერთ ლაბორატორიულ ექსპერიმენტში არ შეიძლება ასეთი ნელი პროცესის დაფიქსირება. ამრიგად, ჰოლისა და ბონდის „ნივთიერების დაბადების“ პროცესი არ ეწინააღმდეგება ნივთიერების შენახვის კანონს, თუ ამ უკანასკნელს განვიხილავთ როგორც ემპირიულს.

ბონდისა და ჰოლის სტაციონარულ სამყაროს კოსმოლოგიური თეორია არ ამტკიცებს სამყაროს სითბურ სიკვდილს, რამდენადაც უსასრულო სამყარო არ შეიძლება ჩაითვალოს იზოლირებულ სისტემად. გარდა ამისა, ნივთიერების დაბადების პროცესი საეჭვოს ხდის თერმოდინამიკის I და II კანონების გამოყენებისას გამოყენებულ ფიზიკურ მტკიცებულებებს.

3. თანამედროვე კოსმოლოგიური თეორიები

ახლა განვიხილოთ საკითხი თუ რა ხდება დროის ძალიან მცირე ინტერვალში, დიდი აფეთქების მომენტიდან პლანკის დრომდე. თუ ამ დროს უშუალოდ გამოვიყენებთ ფარდობითობის ზოგადი თეორიის განტოლებებს, ისინი მოწმობენ მასზე, რომ დიდი აფეთქების მომენტთან მიახლოებისას სამყარო განაგრძობს კუმშვას და მისი ტემპერატურა და სიმკვრივე განუწყვეტლივ იზრდება. დროის ნულოვან მომენტში სამყაროს ზომა ნული, ხოლო სიმკვრივე და ტემპერატურა უსასრულოდ დიდი ხდება, რაც მასზე მოწმობს, რომ სამყაროს სტანდარტული კოსმოლოგიური მოდელები ამ პირობებში არ გამოგვადგება.

სალი აზრი მასზე მიგვანიშნებს, რომ ამ მომენტში აუცილებელია ფარდობითობის ზოგადი თეორიისა და კვანტური ფიზიკის გაერთიანება, ე.წ. სიმებისა და სუპერსიმების თეორიების გამოყენება. დღეისათვის კოსმოლოგიური მოდელები სიმების თეორიის ჩარჩოებში განვითარების ადრეულ სტადიაშია. ამ შემთხვევაში გამოყენებული შემფოთების თეორიის მეთოდები, უკეთეს შემთხვევაში, ბუნდოვან წარმოდგენებს იძლევა მიმდინარე პროცესების შესახებ, რამდენადაც ექსტრემალური ენერგიის, ტემპერატურებისა და სიმკვრივების ანალიზი უფრო დიდ სიზუსტეებს მოითხოვს. თუმცა ე.წ. სუპერსიმების თეორიაში გამოყენებული მეთოდები გვერდს უვლის შემფოთების თეორიას. კოსმოლოგიური ეფექტების გამოთვლების განხორციელებისას მათზე დაყრდნობა გაძნელებდა, მაგრამ უკანასკნელ პერიოდში ასტროფიზიკოსებმა გადადგეს პირველი ნაბიჯები სიმოვანი კოსმოლოგიური მოდელების შექმნის კუთხით.

აღმოჩნდა, რომ არსებობს სამი მნიშვნელოვანი პუნქტი, რომლებშიც სიმების

თეორია სრულყოფს სტანდარტულ კოსმოლოგიურ მოდელს. ჯერ ერთი, თანამედროვე გამოკვლევების მიხედვით, სიმების თეორიიდან გამომდინარე, სამყაროს უნდა გააჩნდეს მინიმალური დასაშვები ზომები. დიდი აფეთქების მომენტში, ეს დასკვნა უდიდეს გავლენას ახდენს ჩვენს წარმოდგენებზე სამყაროს სტრუქტურის შესახებ, რომლისთვისაც სტანდარტულ მოდელებში მიიღება ნულოვანი ზომები. მეორე, დიდი და მცირე რადიუსები, დუალობა სიმების თეორიაში, ერთობ მნიშვნელოვანია კოსმოლოგიაში. და ბოლოს, სიმების თეორიაში სივრცე-დროითი განზომილების რიცხვი მეტია ოთხზე. ამიტომ კოსმოლოგიამ უნდა აღწეროს ყველა ამ განზომილებების ევოლუცია. განვიხილოთ ეს პუნქტი უფრო დეტალურად.

გასული საუკუნის 80-იანი წლების ბოლოს რ. ბრანდენბერგერმა და კ. ვაფამ გადადგეს პირველი ნაბიჯები იმის გასარკვევად, თუ რა შედეგებამდე მივყავართ სტანდარტულ კოსმოლოგიურ მოდელებში სიმების თეორიის გამოყენებას [15, 16]. ისინი მივიდნენ ორ მნიშვნელოვან დასკვნამდე. პირველი, დიდი აფეთქების მომენტთან მიახლოებისას ტემპერატურა იზრდება იმ მომენტამდე, სანამ სამყაროს ზომები პლანკის სიგრძის:

$$L_{pl} = \sqrt{\frac{Ch}{C^2}} = 10^{-33} \text{ sm} \quad (2)$$

ტოლი არ გახდება. მაგრამ ამ მომენტში ტემპერატურა მიაღწევს მაქსიმუმს და შემდეგ დაიწყებს შემცირებას. ამ მოვლენის მიზეზის ახსნა ასე შეიძლება. ბრანდენბერგერმა და ვაფამ დაუშვეს, რომ სამყაროს ყველა განზომილება ციკლურია. დროში უკან, საწყისი ეტაპისაკენ, მოძრაობისას თითოეული წრეწირის რადიუსი მცირდება, ხოლო სამყაროს ტემპერატურა იზრდება. მაგრამ სიმების თეორიიდან გამომდინარეობს, რომ რადიუსების შემცირება ჯერ პლანკის სიგრძეებამდე და შემდეგში მათი გადიდება დასაშვებია. მაგრამ, რამდენადაც სამყაროს გაფართოებისას ტემპერატურა ეცემა ამიტომ პლანკის სიგრძეებზე ნაკლები ზომებით სამყაროს შეკუმშვისას ტემპერატურის ზრდა შეწყდება და ის დაიწყებს შემცირებას. ამის შემდეგ ვაფამ და ბრანდენბერგერმა მიიღეს ასეთი კოსმოლოგიური სურათი: სიმების თეორიის მიხედვით საწყის ეტაპზე ყველა სივრცითი განზომილება შეფუთულია პლანკის სიგრძეების ზომებამდე. ენერგია და ტემპერატურა ძალიან მაღალია, მაგრამ არაუასრულო: ე.ი. საწყისი წერტილის ნულოვანი ზომების პარადოქსი სიმების თეორიაში გადაწყვეტილია. სამყაროს არსებობის საწყის მომენტში სიმების თეორიის ყველა სივრცითი განზომილება სავსებით თანაბარუფლებიანი და სრულიად სიმეტრიულია. ყველა ისინი შეფუთულია პლანკის სიგრძის ზომების მქონე მრავალგანზომილებიან ნამცეცა პირველ წარმონაქმნში - პირველსაწყის მატერიაში. შემდეგ სამყარო გადის სიმეტრიის დაქვეითების პირველ სტადიას. ამ დროს (პლანკისეულ ეპოქაში) სამი სივრცითი განზომილება შეირჩევა შემდგომი გაფართოებისათვის, ხოლო დანარჩენები ინარჩუნებენ საწყის პლანკის სიგრძის ზომებს.

მომდევნო ეტაპზე ეს სამი განზომილება გაიგივებულია ინფლაციური კოსმოლოგიური მოდელის სტრუქტურასთან და შემდგომ ევოლუციურ პროცესში იღებს დღეისთვის არსებულ ფორმას. ინფლაციურ მოდელში ობიექტებს შორის გაფართოების R მანძილის დროზე დამოკიდებულება გამოისახება შემდეგი ექსპონენციალური კანონით [3].

$$R = R_0 \exp \left[\frac{1}{\beta} \left(\sqrt{\Delta \beta} \cdot t \right) \right] \quad (3)$$

და ის გვიჩვენებს R -ის ძალიან სწრაფ ცვლილებას დროის მიხედვით.

ასეთ სცენარში მყისვე ისმის შემდეგი კითხვა: რა არის იმის მიზეზი, რომ სიმეტრიის დაქვეითებისას სამყაროს გაფართოებისათვის შეირჩევა მხოლოდ სამი სივრცითი განზომილება! სხვა სიტყვებით, არსებობს თუ არა სიმების თეორიაში რაიმე ფუნდამენტური პრინციპი, რომელიც ახსნიდა თუ რატომ არ გაფართოვდა სხვა განზომილებები? ბრანდენბერგერმა და ვაფამ შემოგვთავაზა შემდეგი შესაძლო ახსნა: სიმების თეორიიდან გამომდინარეობს, რომ თუ განზომილებები ციკლურია, მაშინ მათზე ეხვევა სიმები და ისინი ზღუდავს (აკავებს) იმ განზომილებათა გაფართოებას, რომლებზეც ისინია შემოხვეული. ერთი შეხედვით შეიძლება მოგვეჩვენოს, რომ ჯამში ყველა განზომილება უნდა იყოს შეზღუდული (შეზოჭილი), რადგანაც სიმები შეიძლება შემოხვიოს ნებისმიერ მათგანს. მაგრამ აქ არის გამოსავალი: თუ შემოხვეული სიმი უცებ შეხვდება თავის ანტისიმურ პარტნიორს (ე.ი. სხვა მიმართულებით დახეულ სიმი), ორივე მომენტალურად გაქრება და წარმოიქმნება დაუხვეველი სიმი. თუ ეს პროცესი საკმაოდ აქტიური იქნება, მაშინ გაქრება საკმაოდ ბევრი სიმი და გაფართოვდება მხოლოდ ზოგიერთი განზომილება: ზემოთ ხსენებულმა ავტორებმა დაუშვეს, რომ შემოხვეული სიმების შემაკავებელი მოქმედების დაქვეითებას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მხოლოდ სამი სივრცითი განზომილების შემთხვევაში, და აი რატომ:

წარმოვიდგინოთ ერთგანზომილებიან წრფეზე მოძრავი ორი ნაწილაკი. თუ გამოვრიცხავთ, რომ მათი სიჩქარეები ტოლია, ადრე თუ გვიან ერთ-ერთი ნაწილაკი დაეწევა მეორეს და ისინი შეეჯახებიან ერთმანეთს. მაგრამ შევნიშნოთ, რომ თუ იგივე წერტილოვანი ნაწილაკები იმოძრავენ ორგანზომილებიან ზედაპირზე, უფრო ალბათურია, რომ ისინი არასოდეს შეეჯახებიან ერთმანეთს. მეორე სივრცითი განზომილება ახალ სამყაროში ხსნის ფანჯარას თითოეული ნაწილაკის ტრექტორიისათვის და ორი ნაწილაკის ტრექტორიათა უმეტესობა არ გადაიკვეთება ერთსა და იმავე წერტილში დროის ერთსა და იმავე მომენტში. სამი, ოთხი და მეტი განზომილების შემთხვევაში ალბათობა იმისა, რომ ორი ნაწილაკი ოდესმე შეეჯახებიან ერთმანეთს, კიდევ უფრო მცირეა. ბრანდენბერგერისა და ვაფას მოსაზრების თანახმად ანალოგიური მტკიცებულება სამართლიანია მაშინაც, თუ წერტილოვან ნაწილაკებს შევცვლით სივრცითი განზომილების ირგვლივ შემოხვეული სიმები-

ნი მარყუქებით. თუმცა ეს დასკვნა გაცილებით მნელი წარმოსადგენია, მაგრამ სამ (ან ნაკლებ) ციკლურ სივრცით განზომილებებში ორი შემოხვეული სიმი ერთმანეთს უნდა შეეჯახოს, ისე როგორც ორი წერტილოვანი ნაწილაკი ერთ განზომილებაში. განზომილებათა ოთხი, ან მეტი რიცხვის დროს, ორი შემოხვეული სიმის შეჯახების ალბათობა მცირდება, როგორც ნაწილაკთა ორ ან მეტ განზომილებათა რიცხვის დროს.

საბოლოოდ მიიღება შემდეგი სურათი სამყაროს არსებობის საწყის მომენტში. მაღალი, მაგრამ სასრული ტემპერატურების ქაოსში, ყველა ციკლური განზომილება ცდილობს გაფართოებას. შემოხვეული სიმები მათ იჭერს (აკავებს) საწყისი პლანკისეული ზომების საზღვრებში. მაგრამ, ადრე თუ გვიან, შემოხვევითი ტემპერატურული ფლუქტუაცია გამოიწვევს მას, რომ ამ განზომილებათაგან სამი აღმოჩნდება დანარჩენებზე დიდი და ალბათობა მათზე შემოხვეული სიმების შეჯახებისას მკვეთრად გაიზრდება. ამ შეჯახებათა დაახლოებით ნახევარში მონაწილეობას მიიღებს სიმი-ანტისიმის წყვილები, რომლებიც ანიჰილირებენ, მნიშვნელოვნად ამცირებენ (ასუსტებენ) შემაკავებელ ძალას და საშუალებას აძლევენ ამ სამ განზომილებას უფრო მეტად გაფართოვდნენ ისინი. მით ნაკლებ ალბათურია, რომ მათ შემოხვევა სხვა სიმები, რადგანაც ამისთვის უფრო დიდი ენერგიებია აუცილებელი. ამრიგად, გაფართოება ხორციელდება თავისთავად და მასშტაბების გადიდებისას სულ უფრო ნაკლები წინააღმდეგობა არსებობს შემდგომი გაფართოებისათვის. შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, რომ ეს სამი განზომილება განიცდის ევოლუციას წარმოდგენილი სცენარის მიხედვით და აღწევს დღევანდელი სამყაროს მასშტაბებს თავისი ეკოლოგიური თავისებურებებით.

დამატებითი სივრცითი განზომილებები სიმების თეორიაში არ შეიძლება შეიფუთოს ნებისმიერი სახით. ამ თეორიიდან გამომდინარე, განტოლებები მნიშვნელოვნად ზღუდავენ მათ გეომეტრიულ ფორმას. 1984 წელს ფ. კანდელასმა, გ. გოროვიცმა, ე. სტრომინჯერმა და ე. ვიტენმა დაამტკიცეს, რომ ამ პირობებს აკმაყოფილებს ექვსგანზომილებიან გეომეტრიულ ობიექტთა ერთი კონკრეტული კლასი [17]. ისინი კალაბი-იაუს მრავალსახეობის სახელწოდებითაა ცნობილი [18], ორი ცნობილი მათემატიკოსის ე. კალაბისა და შინ-ტუნა-იაუს პატივმიგების მიზნით. სიმების თეორიის შექმნამდე შესრულებულმა მათმა გამოკვლევებმა მნიშვნელოვანი როლი შეასრულეს ამ სივრცეების არსის გაგებაში.

რამდენადაც სიმების თეორიის ზუსტი განტოლებები ჯერჯერობით უცნობია, ბრანდენბერგერმა და ვაფამ თავის კოსმოლოგიურ მოდელებში დაუშვეს არაერთი მიახლოება. ერთ-ერთ სამეცნიერო კონფერენციაზე ვაფამ განაცხადა: „ჩვენ სამუშაოში ნაჩვენებია, რომ სიმების თეორია საშუალებას იძლევა ახლებურად მივუდგეთ სტანდარტული კოსმოლოგიური მოდელის პრობლემებს. ჩვენ ვხედავთ, რომ სიმების თეორიაში შეიძლება გვერდი ავუაროთ თვით საწყისი სინგულარო-

ბის ცნებას. ამ თეორიის თანამედროვე სახე იძლევა ზუსტი და საიმედო გათვლების განხორციელების საშუალებას. ჩვენი ნაშრომები მხოლოდ პირველ წარმოდგენებს გვამღებს სიმური კოსმოლოგიის შესახებ, რომელიც ჯერ კიდევ შორსაა პრობლემის საბოლოო გადაწყვეტისაგან“.

ბრანდენბერგერისა და ვაფას კვლევების შემდეგ კოსმოლოგები შეუწელებლად ახორციელებენ სიმური კოსმოლოგიის თეორიის სრულყოფას. ამ გამოკვლევების სათავეში იდგა გაბრიელე ვენეციანო და მისი კოლეგა მაურიციო გასპერინი [19, 20]. მათ წარმოადგინეს სიმური კოსმოლოგიის ძალიან საინტერესო ვარიანტი, რომელიც მთელ რიგ საკითხებში ეთანხმება ვაფასს და ბრანდენბერგერის მიერ შემუშავებულ მოდელს, მაგრამ ზოგჯერ პრინციპულად განსხვავდებოდა მისგან. როგორც ბრანდენბერგერი და ვაფა, სტანდარტულ და ინფლაციურ მოდელში ტემპერატურისა და ენერგიის სიმკვრივის გამოსარიცხად ისინი ეყრდნობოდნენ სიმების თეორიაში მინიმალური (პლანკისეული) სიგრძის არსებობას. მაგრამ, იმ დასკვნის ნაცვლად, რომ სამყარო წარმოიშვა პლანკისეული ზომის მცირე პირველწარმონაქმნისგან ვენეციანომ და გასპერინიმ დაუშვეს წინარეისტორიული სამყაროს არსებობა, რომელიც წარმოიშვა ნულოვანი წერტილის მომენტამდე ძალიან ადრე და სათავე დაუდო ამ საწყისი კოსმოსური ემბრიონის (პირველწარმონაქმნის) გაჩენას.

სტანდარტულ და ასეთ კოსმოლოგიურ მოდელებში სამყაროს საწყისი მდგომარეობა ძალიან განსხვავებულია ერთმანეთისაგან. ვენეციანოსა და გასპერინის მიხედვით სამყარო თავდაპირველად არ წარმოადგენდა გავარვარებულ და განზომილებათა კომპაქტურად შეფუთულ მცირე ზომის პირველმატერიას, არამედ იყო ცივი და გააჩნდა დიდი განვრცობადობა. შემდეგ, როგორც სიმების თეორიის განტოლებებიდან გამომდინარეობს, სამყაროში წარმოიშვა არამდგარადობა და ალან გუთის მიხედვით [21], ისევე როგორც ინფლაციის ეპოქაში [22] მან დაიწყო გაფართოება. ამის გამო სივრცე ხდებოდა სულ უფრო გამრუდებული, რომლის შედეგადაც წარმოიშვა ტემპერატურისა და ენერგიის სიმკვრივის ზრდის მკვეთრი ნახტომი. გარკვეული დროის შემდეგ ამ სივრცეში სამგანზომილებიანი არეები გარდაიქმნა გავარვარებულ და მკვრივ წარმონაქმნებად. შემდეგ ყველაფერი განვითარდა დიდი ცხელი აფეთქების სტანდარტული კოსმოლოგიური მოდელის სცენარის მიხედვით და ეს გაფართოებული წარმონაქმნები გარდაიქმნა ხილულ სამყაროდ. ამიგად, ინფლაციური გაფართოების შემთხვევა მიმდინარეობდა დიდ აფეთქებამდე არსებულ ეპოქაში. ვენეციანოს გამოთქმით, „სიმების თეორია მზამზარეულად გვთავაზობს ინფლაციური კოსმოლოგიის ვარიანტს“.

სიმური კოსმოლოგიის საგანი სწრაფად გახდა აქტიური და პროდუქტიული გამოკვლევის არენა. მაგალითად, ევოლუციის სცენარი დიდ აფეთქებამდე არაერთხელ გამხდარა მკვეთრი და ნაყოფიერი დავის საგანი და მისი ადგილი მომავალ კოსმოლოგიურ ფორმულირებაში, რომელთანაც მეცნიერები ადრე თუ გვიან აუცი-

ლებლად მივლენ სიმების თეორიის გამოყენებით და შეეხებიან განვითარების პროცესში შექმნილ ეკოლოგიურ პრობლემებსაც. არც ისე ნათელია. მაგრამ უეჭველია, რომ ეს კოსმოლოგიური მოდელი მყარად დაეყრდნოს ე.წ. სუპერსიმების თეორიას. მაგალითად, ჯერ კიდევ გაურკვეველია ე.წ. მრავალგანზომილებიანი მემბრანების არსებობის კოსმოლოგიური შედეგები. სხვა სიტყვებით, როგორ შეცვლის ჩვენ წარმოდგენებს სამყაროს არსებობის საწყისი პირობების შესახებ ე.წ. დასრულებული თეორიის სრული ანალიზი. ეს საკითხები ამჟამად ინტენსიური კვლევის საგანია და უკვე ზოგიერთი არსებითი შედეგიც გამოჩნდა.

როგორც ცნობილია სამი არაგრაფიტაციული ურთიერთქმედება ერთიანდება თუ სამყაროს ტემპერატურა საკმაოდ მაღალია. როგორ შევუსაბამოთ ამას გრაფიტაციული ურთიერთქმედება? ამ მიზნით იქმნება M -თეორია, რომელსაც სხვანაირად მისტიურ, ან კიდევ **დედა თეორიასაც** უწოდებენ. ის ეყრდნობა სუპერსიმების თეორიაში განხორციელებულ მეორე რევოლუციის შედეგებს და აერთიანებს ადრე შექმნილ ხუთ სუპერსიმთა თეორიას ერთი ყოვლის მომცველი ფორმალიზმის ფარგლებში. მასში განხილულია 11 სივრცე-დროითი განზომილება. მისი ზოგი თვისება ჯერაც შეუსწავლელია.

კოსმოლოგიური საკითხების შესწავლა სიმებისა და M -თეორიის გამოყენებით უეჭველად დაიკავებს მთავარ ადგილს XXI საუკუნის ასტროფიზიკურ გამოკვლევაში. დღეისათვის პლანკის რიგის ენერგიებამდე [6]:

$$E_p = \sqrt{\frac{C^5 h}{G}} \approx 10^{19} \text{ გევი} \quad (4)$$

ნაწილაკების აჩქარებისათვის აუცილებელი ამჩქარებლის არარსებობის გამო, ჩვენ იძულებული ვართ ჯერჯერობით დავეყრდნოთ დიდი აფეთქების „კოსმოლოგიურ ამჩქარებელზე“ მიღებულ ექსპერიმენტულ მონაცემებს, ე.ი. იმ ფაქტებს, რომლებიც ამ აფეთქების შედეგადაა მიღებული და გაბნეულია მთელ სამყაროში. თუ ამ პროცესში ჩვენ ვიქნებით შეუპოვარი და თანამგზავრად გვექნება წარმატებები, საბოლოოდ შეიძლება პასუხი გვცეთ კითხვებზე იმის შესახებ, თუ რა ხდებოდა სამყაროს ევოლუციის ადრეულ ეტაპზე, როგორი ეკოლოგიური ცვლილებები ხდებოდა მაშინ და რატომ მიიღო მან ასეთი სახე, როგორიც გააჩნია დღევანდელ ეტაპზე. რასაკვირველია იმ მდგომარეობიდან, რომელშიც ჩამალულია ფუნდამენტურ პრობლემათა გასაღები, ჩვენ გვაშორებს წარმოდგენილი სირთულეები, მაგრამ სიმების თეორიის ჩარჩოებში გრაფიტაციის კვანტური თეორიის განვითარება აძლიერებს იმის რწმენას, რომ თანამედროვე თეორიული აპარატი და უახლოეს ამჩქარებლებზე განხორციელებული ექსპერიმენტები დაგვეხმარება მათ გადალახვაში და მრავალწლიანი დაძაბული კვლევების შემდეგ ნაპოვნი იქნება პასუხი ოდესმე დასმულ საკითხებს შორის ყველაზე ღრმა და ფუნდამენტურ კოსმოლოგიურ

პრობლემებზე.

ლიტერატურა

1. ხარაძე ე. ზოგადი ასტროფიზიკის კურსი. თბილისი, თსუ-ს გამომცემლობა, 1974წ.
2. Kuhn K. Astronomy. New York, 1989.
3. ადეიშვილი თ. კოსმოლოგია. ქუთაისი, 2010.
4. Эйнштейн А. Избранные труды в четырех томах, Т. 3., М., 1967.
5. ადეიშვილი თ., ხვედელიძე ლ., ნავერიანი თ. ასტრონომიის საფუძვლები, ნაწილი II, ქუთაისი, 2015.
6. ადეიშვილი თ. ასტროფიზიკის საფუძვლები. ქუთაისი, 2015.
7. Coxeter H. S. A. Geometrical background for the de Sitter's world. American Mathematical Monthly, №50(4), 1943;
8. A Day without Yesterday. Georges Lemetre and the Big Bang, Archived, 2007-07-06.
9. Hawking S. A. Brief History of Time, 2001.
10. Соболев В.В. Куро теоретической астрофизики. Москва, «Наука», 1978.
11. Альвен Х., Арпениус Г. Эволюция солнечной системы. Пер. С англ., М., 1979.
12. Альвен Х. Миры и антимир: Космология и антиматерия. М., 1971.
13. Hoyle F. and et al. Synthesis of the elements and Stars, Revs. Modern Physics, №29, 1957.
14. Bond G. Observation Upon the Great Nebula of Orion. Annals of the Havard College Obserbatory №5, 1967.
15. Вафа К. Мир теории струн. Stringworld.ru. Дата обращения 22.03.2019.
16. Brandenberger R. unt. J. Mod. Phys. A9, 1994.
17. Яу Шинтан, Надис Стив. Теория струни, скрытые измерения Вселенной. Питер, 2001.
18. †Calabi. Дата обращения. 30.03.2019.
19. Интервью с Габриелом Венециано, 19.05.1998.
20. Gasperini Maurizio. Gravity, Strings and Particles, Springer International Publishing, Switzerland, 2014.
21. Alan Cuth. The Inflationary Universe. Addis On-Westley. 1997.
22. G. Dvali. Inflation Versus the cosmological Modell problems. Phys. Lebt., B. 355, 1995.

Brief Analysis of Evolutionary-Ecological Cosmological Theories

SUMMARY

Evolutionary-Ecological condition in the Univerce evolved under the impact of very specific mechanisms of the cosmological models. Study of thee mechanisms is a very important theoretical and practical task of cosmology and astrophysics.

ცოცხალი სამყაროს ევოლუციის ეკოლოგიური საკითხები

თ. ადეიშვილი, ს. შარაშენიძე, დ. ჩხიროძე

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი. სამყაროსა და მისი შემადგენელი ობიექტების ევოლუციის თანამედროვე ეტაპი წარმოშობს ისეთ სპეციფიკურ პროცესებს, როცა დაისმის კითხვები მიწიერი ცივილიზაციის შეუფერხებელი განვითარების შესახებ. ადეკვატური ინჟინრულ-ტექნიკური გადაწყვეტილების მისაღებად აუცილებელია თანამედროვე ევოლუციური მიდგომების გამომუშავება ბუნებრივი და საზოგადოებრივი ძალების მართვის მექანიზმების გააზრების მიზნით.

სამყაროში მიმდინარე პროცესთა სპეციფიკა ისეთია, რომ „კაცობრიობის დედამიწისეული აკვანი“ წარმოიშვა უკიდვანო კოსმოსის ევოლუციის მთელი რიგი ხელსაყრელი ფაქტორების გავლენით. მაგრამ დედამიწა პერიოდულად ხვდება კატასტროფული მოვლენების ზოლში, რომლებიც ყოველთვის უწყესებს მკაცრ შეზღუდვებს მცენარეული და ცხოველური სამყაროს წარმომადგენელთა არსებობის ჩვეულ ფორმებს [1]. რამდენადაც ევოლუციას განიცდის ყველაფერი, ატომიდან გალაქტიკამდე და მთლიანად სამყარომდე, ალბათ, არსებობს რაღაც ზოგადი კანონზომიერებები, რომლებიც ასახავს რხევით ევოლუციურ პროცესებს ყოველ დონეზე და გლობალური თვალსაზრისითაც. მეცნიერებაში ჩამოყალიბდა წარმოდგენა გლობალური ევოლუციური პარადიგმების შესახებ, რომელიც აღწერს ბიოსფეროს განვითარების სპეციფიკას, მაგრამ ისინი მხოლოდ ირიბად ეხებიან კოსმოსური ევოლუციის რითმების პრობლემას. დეტერმინისტული პარადიგმა გლობალური ცვლილებების მიზეზებს დედამიწისეული პირობებით ხსნიდა. კოსმოსი წარმოედგინათ ღმერთის მიერ გაშვებული გიგანტური მექანიკური საათების ანალოგიით. ამ დროს ცოცხალი და გონიერი მხოლოდ ღმერთია, რომელმაც დასაწყისშივე შექმნა სამყაროს საათების ესკიზები და ადამიანის გონება, რომელიც კითხულობს ამ ნახაზებს. ჩაკეტილი დინამიკური სისტემების ევოლუცია განისაზღვრება მოძრაობის დეტერმინისტული განტოლებებით, ისე რომ დამოუკიდებელი მიზეზობრივი რგოლები არც კი არსებობდნენ.

მაგრამ ჩვენ არ შეგვიძლია დავეთანხმოთ იმას, რომ თითქმის XX საუკუნემდე სამყაროს როგორც მთლიანის შეცნობა ძირითადად რჩებოდა რელიგიის პროგატივად.

მეცნიერული აზროვნება ყველა ეპოქაში არსებობდა, მაგრამ როგორც ბორბლისა და მშვილდისრის შექმნას დასჭირდა საუკუნეები, ისე მათემატიკური, ფიზიკური, ასტრონომიული და სხვა სახის გარღვევები ხდებოდა საკმაოდ იშვიათად და დაგროვებული მეცნიერული ცოდნის მიხედვით.

სტოქასტიკური პარადიგმა, რომელიც დეტერმინიზმის წიაღში წარმოიშვა, იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ ეს მიზეზები შესაძლებელია რაღაც სხვა ფაქტორების გავლენის შედეგად. თუ მექანიკა მიისწრაფოდა ახლანდელ დროში სისტემის სრული აღწერისაკენ და ცალსახად პროგნოზირებდა მომავალში მის ქცევას, მაშინ თერმოდინამიკა აცხადებდა, რომ ყველაფერი განისაზღვრებოდა საბოლოოდ პირობებით და ყველაფერი მიისწრაფის ერთი მიმართულებით - ქაოსის ზრდისა და ენტროპიის მატებისაკენ. კვანტური მექანიკისა და აინშტაინის ფარდობითობის თეორიის გავლენით უარი უთხრეს ნებისმიერი სისტემის დეტერმინისტულ აღწერას. ტრადიციული მეცნიერული პარადიგმა მოიცავს სრულყოფილების მიღწევას, რომელიც ობიექტის მათემატიკური აღწერის დროს მიიღწევა გარეგანი კავშირების მოდელირების გზით.

სინერგეტიკა, რომელიც პრეტენზიას აცხადებდა მესამე პარადიგმის როლზე, გამოდიოდა იქედან, რომ მთლიან სისტემას ყოველთვის უნარჩუნდება გარეგანი კავშირები. იგულისხმება, რომ მოცემული პრინციპის გავრცელება შეიძლება რეალობის სხვა დონეებზე, ბიოლოგიური ობიექტების ჩართვით.

გლობალური ევოლუციური პარადიგმების ცვლას არსებით ჰხარედ ჰქონდა ფიზიკური ცვლილებები. დეტერმინისტულიდან ინდეტერმინისტულ ფიზიკაზე გადასვლა ჩაისახა 1930-იან წლებში კვანტური მექანიკისა დინამიკური ქაოსის წარმოდგენების ფორმირების დროს. გლობალური ევოლუციონიზმის სტოქასტიკური ფაზა გახლდათ აშკარად შუალედური. სრულიად ახალი გვარის ინდეტერმინიზმის გადასალახად აინშტაინმა ივარაუდა რაღაც „ფარული პარამეტრების“ არსებობა, ან ჩვენთვის უცნობი მიზეზები, რომლის მიხედვითაც ადგილი აქვს დეტერმინიზმს. ამისათვის საჭირო იყო კვანტური მექანიკის განზოგადოება და უფრო ზოგადი თეორიის აგება, რომელიც შეიცავდა ასეთ პარამეტრებს. ნ. ბორისა და მისი კოლეგების ძალისხმევით დამტკიცდა ლოკალური ფარული პარამეტრების შეუძლებლობა და აქედან გამომდინარე, დადასტურდა კვანტური ინდეტერმინიზმი. ამას 40 წელი დასჭირდა. კვანტური ინდეტერმინიზმი ნიშნავს, რომ ბუნებაში არსებობს „ობიექტური შემთხვევითობა“, რომელიც არაა დაკავშირებული ჩვენს უცოდინრობასთან [2]. დინამიკური ქაოსის ცნება გამოჩნდა სტატისტიკური ფიზიკის ფორმულირების შემდეგ. ამერიკელი მათემატიკოსის დ. იორკის შემოთავაზებულ ცნებაში წარმოდგენილია საწყის პირობებზე მკვეთრად დამოკიდებული დროითი ევოლუცია, თუმცა ეს მოსაზრება სათავეს იღებს ა. პუანკარეს ნაშრომებში და ე. ლორენცის მიერ მეტეოროლოგიის დარგში შესრულებულ შრომებში. დინამიკური ქაოსის მოვლენები უჩვენებს, რომ დეტერმინისტული კანონი და მოძრაობის ქაოსური ხასიათი არ ეწინააღმდეგებიან ერთმანეთს. კლასიკური მექანიკის მეტწილი არაინტეგრირებადი დინამიკური სისტემებისათვის ტრაექტორია ქაოსურია. სისტემის ტრაექტორიით რეალიზებული დინამიკური პროცესის განსხვავება რაიმე

შემთხვევითი პროცესისაგან შეუძლებელია. მიიღება, რომ ობიექტები, რომელთათვის ერთდროულად მისაღებია აუცილებლისა და შემთხვევითის ცნებები, არ არიან იგივეური, ისინი ეკუთვნიან სხვადასხვა სფეროებს და წარმოადგენენ სხვადასხვა რიგის ობიექტებს. მათემატიკაში წარმოდგენები შემთხვევითობის შესახებ განიხილებოდა XIV საუკუნიდან, თუმცა ამ მიმართულებით სრული კვლევები განხორციელდა ინტეგრალური აღრიცხვისა და ანალიზური მექანიკის ჩამოყალიბების შემდეგ.

ამასთან ერთად ბიოლოგიაში, რომლის ჩამოყალიბება მიეკუთვნება უფრო გვიანდელ პერიოდს, ვიდრე ასტრონომია, ფიზიკა, მეტეოროლოგია თუ მათემატიკა, ზემოთ აღწერილი პროცესები უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობდნენ თვით ობიექტის - ცოცხალი ორგანიზმის ბუნებიდან გამომდინარე. ამ პროცესების აღწერას სათანადო ყურადღება ექცეოდა უცხოურ თუ სამამულო ლიტერატურაში. ისინი ისწავლებოდა საუნივერსიტეტო კურსებში [3]. უნდა აღინიშნოს, რომ მხოლოდ XX საუკუნის დასაწყისში ბიოლოგია იწყებს ფიზიკის აპარატის ინტენსიურ გამოყენებას. თავის მხრივ, გადარჩევის იდეა, ხოლო შემდეგ ევოლუცია იჭრება ფიზიკურ თეორიებში და წარმოიშობა ინტეგრაციული მიმართულება, მაგალითად ბიოფიზიკა [4]. ბიოლოგიური ცოდნის განვითარების ძირითადი ეტაპები (ევოლუციური საფეხურები) კარგადაა ცნობილი. ჩვენ გვაინტერესებს ცოცხალი ნივთიერების ევოლუციური წარმოდგენების პერიოდიზაცია და თვით წარმოდგენების ევოლუცია. პირველ პერიოდს შეიძლება ვუწოდოთ კონცეპტუალამდელი. ის მოიცავს ანტიკური და შუასაუკუნეების ბიოლოგიურ მეცნიერებას, რომელშიც ნაწილობრივ შედის შ. ბონეს, კ. ლინეის, ჟ. ბიუფონის, ჟ. ლამარკისა და ჟ. კოვიეს მოძღვრებები. მეორე - დარვანისა და მენდელის პერიოდი - ევოლუციური პრინციპების ფორმირების დროს, ხოლო მესამე პერიოდი დაკავშირებულია იმ დროისათვის წარმოქმნილი კონცეპტუალური დებულებების გაერთიანებასთან სინთეზური თეორიის საფუძვლებზე. მეოთხე პერიოდი ხასიათდება ევოლუციური და ეკოლოგიური (ეკოკოლოგიური) პროცესების ურთიერთ გავლენებთან და განპირობებასთან მათი შიდა მექანიზმების (ელექტრომაგნიტური და სხვა) ერთიანობის საფუძველზე.

ამერიკელი ბიოფიზიკოსის გ. პატის აზრით, თანამედროვე ბიოლოგიაში ცენტრალურ საკითხს წარმოადგენს სიცოცხლის წარმოშობა. დღეისათვის ის ყალიბდება არა როგორც საკითხი იმის შესახებ თუ რა წარმოიშვა უფრო ადრე დიოქსინუკლეინის მჟავა თუ ცილა, არამედ როგორი იყო უმარტივესი ეკოლოგიური სისტემა [4,5]. ფაქტიურად სწორედ ასე აყალიბებდა დარვინი ბუნებრივი გადარჩევის ამოცანას - გარემოსთან შეგუება. დასაწყისში ეს იყო ქიმიური გადარჩევა, რომელიც მიმდინარეობდა მოლეკულურ დონეზე. აქედან გაჩნდა ცდუნება ეს პროცესი ჩაეთვალით არადარვინისეულად, არაევოლუციურად. შემდეგში გააცნობიერეს, რომ ქიმიური პროცესები მიმდინარეობდნენ განსაზღვრულ გარემოში, რომელიც

თვითონ იყო ამ პროცესების ნაწილი. მალე გაერკვნენ, რომ ინფორმაცია, ისე როგორც მატერია, წარმოიშვა არაშემთხვევითი ურთიერთდამოკიდებულებების საფუძველზე. ინფორმაციის პირველწყაროდ მთლიანობაში გამოდიოდა წინარებიოლოგიური, დედამიწის გეოლოგიური ბუნება. წესრიგი შეიქმნა არა ქაოსიდან არამედ სხვა დონეზე არსებული რაღაც წესრიგიდან და ეს კანონზომიერება დაიკვირვებოდა პოლიმერების ამინომჟავური შედგენილობების თავისებურებებამდე, რაც მიღებული იქნა ექსპერიმენტული გზით, ხოლო შემდეგ გალაქტიკის ვარსკვლავთმშორისი აირის შედგენილობის შემთხვევაშიც [6].

მიუხედავად იმისა, რომ **დარვინს** არ აუხსნია სიცოცხლისა და მასთან ერთად სახეობების წარმოშობა, ბიოლოგიაში ერთ-ერთ მთავარ სირთულეს წარმოადგენს სწორედ ცოცხალისა და არაცოცხალის დემარკაცია. თვით ის ფაქტი, რომ ყველა ცოცხალი არსება შეიცავს ცილებს, რამდენადაც მათი მეტაბოლიზმი მნიშვნელოვანწილად განისაზღვრება ცილების თვისებებით, არ შეიძლება იყოს დემარკაციის საფუძველი. ჩვენთვის უცნობია უცილო სიცოცხლე, მაგრამ ეს არ ნიშნავს, რომ ის შეუძლებელია. ნამარხებში ცოცხალი ორგანიზმების სიცოცხლე შეცვლილია მინერალებით, რომლის წაკითხვაც ჯერ-ჯერობით შეუძლებელია [7].

თუ **არისტოტელე** დარწმუნებული იყო მასში, რომ ცოცხალი არსება არ შეიძლება შედგებოდეს არასულიერი ატომებისაგან, მაშინ **პლატონი**, იქედან გამომდინარე, რომ ყველა არსებითი ერთიანია და წარმოადგენს ღვთაებრივი საწყისის გამოხატულებას, თვლიდა, რომ სიცოცხლე და მატერია ერთდროულად შეიქმნა და ორგანიზმი და მატერია გავლენას ახდენენ ერთმანეთზე [8]. როდესაც მეცნიერებამ XVII საუკუნეში უარყო საშუალო საუკუნეების ხარისხიბრივი თეორიის მემკვიდრეობა, მაშინ შესაძლებელი გახდა რაოდენობრივი ფიზიკის განვითარება დინამიკის, მისი „პიმშოს“ - მექანიკისა და ქიმიის სახით. გზა გაეხსნა რადიაქტიურ ანალიზს. შესაძლებელი გახდა ცოცხალისა და არაცოცხალის ქიმიური შემადგენლობის ანალიზი, შორეული წარსულის მოვლენათა ცვლილებების შესწავლა. ირკვევა, რომ შორეულ წარსულში ქიმიურ პროცესებს წინ უსწრებდა თერმობირთვული რეაქციები. გაირკვა მზის სისტემის ნივთიერებისა და უფრო გლობალური კოსმოსური ობიექტების ნივთიერებათა ევოლუციის ერთიანობის პრინციპები. მათ საფუძველი ჩაეყარა სპექტრული ანალიზის გამოყენებით, რამაც ძალზე სწრაფად შორეული ვარსკვლავების სპექტრები განსაზღვრა და ამით გააქცა ფუნდამენტური დასკვნა მათი ქიმიური შემადგენლობის, ფიზიკური კანონების ერთიანობისა და სამყაროს გაფართოების ფაქტის შესახებ [9]. განსაზღვრული მომენტიდან დედამიწის ბიოსფეროს ქიმიურმა შემადგენლობამ ცვლილება დაიწყო, რაც განპირობებული იყო ცოცხალი ნივთიერების ძლიერი გავლენით [10]. ამ დროს საფუძველი ეყრება პელიობიოლოგიასა და მაგნიტობიოლოგიას [11].

უჯრედის ევოლუციის შესახებ წარმოდგენათა განვითარებამ მთელი ცოცხა-

ლის საწყის წყაროსთან - მზის ენერგიასთან მის კავშირთან მიგვიყვანა. უჯრედის შიგნით მიმდინარე მოლეკულური ურთიერთქმედებები და სხვადასხვა რეგულატორული და თვითრეგულირებადი ციკლები აღმოჩნდა მრავალფენოვანი და სხვადასხვა გარეგან და შინაგან სიგნალებზე რეაქციებისათვის ხელსაყრელი. სახეობათა ევოლუცია განპირობებულია სიცოცხლის პროგრამის სრულყოფით. ადაპტაციის უნარმა მიგვიყვანა სახეობათა მრავალფეროვნებამდე, ახალი თვისებების განვითარებამდე და ა.შ. ორგანიზმების სირთულის ზრდამ ეკოსისტემების გართულებები განაპირობა. უფრო მაღალი დონის ეკოლოგიურმა ნიშებმა არახელსაყრელი ზემოქმედების ფარის როლი შეასრულეს [12]. მეცნიერებამ დაადგინა, რომ ადგილი ჰქონდა გენეტიკური აპარატის მქონე პროტოუჯრედთა ევოლუციასაც. პროტოუჯრედთა გარემო, რამდენადაც მიკროსკოპული არ უნდა იყოს, წარმოადგენს დაბალ კონცენტრაციების მცირე მოლეკულების მუდმივ წყაროს, ხოლო მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების ფოტოსინთეზური გამოყენების შედეგად ქიმიური ენერგია მისაღწევი ხდებოდა პიროფოსფატის მისაღებად. ბიოლოგიური ბუნების პირველადი უჯრედების მიერ ამ გარემოს დასახლების შემდეგ ის იცვლებოდა. ზოგიერთი დაბალმოლეკულური საკვები ნივთიერება გამოიყენებოდა უფრო სწრაფად, ვიდრე გარემოს შეეძლო მისი მიწოდება. იწყებოდა გადარჩევის ძლიერი გავლენა, წარმოიშობოდა უჯრედული მეტაბოლიზმი როგორც გადარჩევა და ის ნაბიჯ-ნაბიჯ იყო საწინააღმდეგო მიმართულებებით უფრო რთული მცირე მოლეკულებიდან უფრო მარტივებისაკენ, მანამ არ მოხდებოდა სიცოცხლის უნარიანი შეერთება. მეტაბოლური გზების ევოლუციასთან ერთად ჩნდებოდა ახალი ეკოლოგიური ნიშები. მეტაბოლიზმის სხვა ფორმებთან ერთად წარმოიქმნებოდა გეტროტროფული სისტემები - ისეთები, რომლებიც წყაროების სახით იყენებენ ორგანულ ნაერთებს. სწორედ ასე წარმოიშვა ჟანგბადური ატმოსფერო და ოზონის ფენა - განსაკუთრებული ეკოლოგიური ნიშები, რომელთა გარემოც უჯრედული პოპულაციები და შემდეგ ცოცხალი ნივთიერებები ვერ იარსებებდნენ [13].

ჰეკელის შრომებში განხილული ევოლუციისა და ეკოლოგიის ურთიერთდამოკიდებულების თემა დომინირებადი იყო თანამედროვე კვლევებში: ორგანიზმი და გარემო არ რჩებიან უცვლელებად, გარემო განიცდის ევოლუციას, მისი არსი არ ამოიწურება გეოგრაფიული და ბიოტური ფაქტორების ტიპოლოგიური ჩამონათვლით, ის მოიცავს ყვლაფერს, რაც მოქმედებს ორგანიზმის დონეზე. ეკოლოგიის ამოცანა მასში მდგომარეობს, რომ აიხსნას მსგავსი ზემოქმედებების ხასიათი და ჩამოყალიბდეს მათი მართვის პრინციპები, რომლებიც ძალზე მჭიდროდ იქნება დაკავშირებული ევოლუციის თეორიასთან, რადგანაც სწორედ ბუნებრივი გადარჩევა საბოლოოდ აყალიბებს ეკოლოგიურ ურთიერთდამოკიდებულებებს. მსგავსი ტიპის ურთიერთდამოკიდებულებები განსაზღვრავენ ევოლუციური ეკოლოგიის არსს [14].

მსგავსი ნიშები არსებობს მიკროდონეზეც. დავუბრუნდეთ ჟანგბადური ატმოსფეროს თემას. ასტეროიდების მიერ ჩვენი პლანეტის ზედაპირის ე.წ. „დიდი დაბომბვის“ შემდეგ თითქმის პირველები გაჩნდნენ ბაქტერიები, რომლებიც ცნობილია როგორც „ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების“, ან ციანობაქტერიების სახელწოდებით. ბაქტერიებს გააჩნიათ წყლის მოლეკულების გახლეჩის უნარი, რაც ხორციელდებოდა ჟანგბადური სახის ფოტოსინთეზის მეშვეობით და შემდეგ შთაინთქმებოდა წყალმცენარეთა და მცენარეთა უფრო მსხვილი უჯრედებით. ამით ისინი ახორციელებდნენ თავიანთ უნარს წყალში და მზის სინათლეზე. ამ პროცესის მექანიზმი ძალზე რთულია. ევოლუციის პროცესში ფოტოსინთეზის მსვლელობაში ამოქმედდა ქლოროპლასტების წარმომქმნელი შემდეგი სისტემები:

1. ჟანგბად-გამომყოფი კომპლექსი, რომელშიც ელექტრონულ-მიმოცვლითი პროცესების ხარჯზე წყლის მოლეკულებიდან ჟანგბადის სახით ხდება ნარჩენების გამოყოფა;
2. ფოტოსისტემა, რომელშიც პირველი კომპლექსიდან მიმდინარეობს ელექტრონების გადარჩევა;
3. ელექტრონული სატრანსპორტო ჯაჭვი, რომელიც იყენებს ელექტრონული დონეების მიხედვით ელექტრონების ქვემოთ მოძრაობისას გამოყოფილ ენერგიას, რათა მოხდეს შემდგომი ფოტოსისტემისათვის ამავე ელექტრონების გადაცემა;
4. ფოტოსისტემა-2 ისევ გადაანაცვლებს ელექტრონებს უფრო მაღალ ენერგეტიკულ დონეებზე;
5. მოლეკულური აპარატი, რომელიც ახდენს ნახშირორჟანგის აირის აქტივაციას და მას გარდაქმნის შაქრად.

არსებითად ჩვენს წინაშეა უბრალო ელექტრონული ჯაჭვი, რომელიც მუშაობს სინათლის ენერგიის ხარჯზე. დიდი ევოლუციური პრობლემა მასში მდგომარეობს, ეს ყველა რთული და ურთიერთდაკავშირებული სისტემა თუ როგორ შეიძლება წარმოქმნილიყო თითქმის ერთნაირი გზით და ეს შესაძლებელი გახდა ჟანგბადური ფოტოსინთეზის მეშვეობით [15]. მილიონობით წელი დასჭირდა, რათა დედამიწის როგორც პლანეტის პირობებს დაეშვა ასეთი ურთულესი მექანიზმის არსებობა და განვითარება. წარმოქმნილ ეკოლოგიურ ნიშაში დაიწყო ჟანგბადის წარმოშობის პროცესი და მილიარდზე მეტი წლის შემდეგ წარმოიქმნა ჟანგბადის ატმოსფერო. შეიქმნა სრულიად სხვა პირობები, ახალი ეკოლოგიური ნიშა, რომლის შედეგიც იყო ბიოსფერო საკუთარი ძირითადი ელემენტებისა და მახასიათებლების მქონე [14].

ამრიგად, მაკრო და მიკროდონეზე მიმდინარეობს ერთი რიგის მოვლენები: ევოლუციური პროცესები წარმოქმნის ეკოლოგიურ ნიშებს, რომლებიც აუცილებელია უფრო მაღალი დონის ტოქსონომიური ობიექტების ევოლუციისათვის. განვიხილოთ, რა ზომით ხდება მოცემული მოვლენა კვლევის ობიექტი. გამოყოფენ მაკრო და მიკროევოლუციის სამ კონცენტრაციას: სალტაციონური, რედუქციონისტული და სისტემური [16].

სალტაციონიზმის მომხრეების წინაშე მდგარი ძირითადი პრობლემაა მიკროგენეზის სპეციფიკური ფაქტორებისა და მექანიზმების ძიება. მათ პოულობენ მსხვილ მუტაციებში, რომლებიც მყისვე იწვევენ ფენოტიპის მნიშვნელოვან ცვლილებებს; მიწიერი, ან კოსმოსური წარმოშობის სხვადასხვა კატასტროფების შედეგად შექმნილი მუტაციების აფეთქებებში; გენეტიკური ინფორმაციის ჰორიზონტულ გადატანაში, რომელიც მიმდინარეობს სხვადასხვა ფილექტიკურ ხაზებს შორის. მაგრამ, ყველა ისინი აშკარა წინააღმდეგობაშია მაკროფილოგენების რეალურად დაფიქსირებულ ტემპებთან.

რედუქციონიზმი ამტკიცებს, რომ ყველა ეკოლოგიური პროცესი ერთნაირია. ამ დროს ითვლება, რომ არ არსებობს მაკროევოლუციის არანაირი განსაკუთრებული ფაქტორი და მექანიზმი, რომლებიც განსხვავდებოდნენ მიკროევოლუციურებისაგან. უფრო მეტიც, მემკვიდრეობისა და მორფოგენეზის მექანიზმებში ასევე ჩადებულია ევოლუციის შეუქცევადობის კანონის არსი. ახლის გამოჩენა, ან ძველის გაქრობა, მემკვიდრეობითობის ნიშნებში პირველ ყოვლისა დაკავშირებულია განსაზღვრული გენის მუტაციასთან, ხოლო ზოგჯერ მათი მაკონტროლებელი გენეტიკურ სისტემების გადაწყობასთან. ამ პოზიციებიდან დამაკმაყოფილებელ ახსნას პოულობენ მიკროევოლუციის ისეთი მახასიათებლები, როგორებიცაა მთლიანი ორგანიზმების დამოუკიდებელი ევოლუცია და ცალკეული ნიშნების ნაწილობრივი რევერსიის შესაძლებლობები. მაგრამ ეს არასაკმარისია მაკროევოლუციის ძირითადი პრობლემების გადასაჭრელად, კერძოდ კი, მისი პულსირებადი ტემპების, მიმართული ხასიათისა და მორფოფიზიოლოგიური პროგრესის აღსაქმელად.

ორივე კონცეპციის ხარვეზების გადალახვას ცდილობს მესამე - **სისტემური**, ინტეგრაციული კონცეპცია. ინტეგრაციის ელემენტთა ზოგიერთი თვისება იხარჯება, ან გარდაიქმნება, რითაც აყალიბებს სისტემურ კავშირებს და ახალ სისტემურ თვისებებს. მიიღება, რომ მიკროევოლუციური თვისებები და ცვლილებები წარმოადგენს ევოლუციური პროცესის სტრუქტურულ ელემენტებს, ხოლო მაკროევოლუცია - სისტემურად ორგანიზებული პროცესია, არა უბრალოდ მიკროევოლუციურ ცვლილებათა ჯამი, არამედ მათი ინტეგრაციის შედეგი. კორელაციური, ანუ მტკიცე, სისტემები - ეს მთლიანი ორგანიზმები ანუ შინაგანი სისტემებია სისტემათა იერარქიაში (უჯრედები - ორგანოები - მორფოფუნქციონალური ადაპტაციური კომპლექსები და ორგანოთა სისტემები). სტოქასტიურ, ალბათურ, ან დისკრეტულ სისტემებს არ გააჩნია საერთო ინტეგრაციული ცენტრი და ცალკეული ელემენტების კარგვა, ან ცვლილება, არ იწვევს სხვა ელემენტების კორელაციურ ცვლილებებს. ასეთია ორგანიზმზედა სისტემების - პოპულაციების, ბიოლოგიური სახეობების, ეკოსისტემების უმეტესობა. მხოლოდ მათში შეიძლება მოქმედებდეს ბუნებრივი გადარჩევა, რომელიც წარმოადგენს ალბათურ ფაქტორს. კავშირი მტკიცე და სტოქასტიურ სისტემებს შორის ასე გამოიყურება: მიკროევოლუცია წარმოადგენს

პოპულაციებში სტოქასტიურ პროცესთა ჯამს, ხოლო მისი სპეციფიკა მოთავსებულია უკანასკნელთა თვისებებში. მაკროეკოლოგიის ორგანიზაციის გამოვლინებათა წარმოშობა დაკავშირებულია მტკიცე ბიოლოგიურ სისტემებთან და პირველ რიგში მთლიან ორგანიზმთან.

ჩვენ ვხედავთ, რომ არსებული კონცეპციის ჩარჩოებში მაკრო-და მიკროპროცესების თანაფარდობები გაანალიზებულია ძირითადად მიწიერ მოვლენებში და ამ შემთხვევაში ეკოლოგიის თემა ჩაკეტილია ამ ჩარჩოებში. ახლა განვიხილოთ ევოლუციური პროცესების მთავარი მიმართულებები. მორფოლოგიურ პროცესებს უწოდებენ **პროგენეზს** (ანაგენეზს), მორფოფიზიოლოგიურს **კატაგენეზის** ჰქვია, ხოლო კერძო შეგუებებს **ალოგენეზს** (კლადოგენეზს) უწოდებენ. ევოლუციური პროცესის მთავარ მიმართულებათა ცვალებადობა, რომელიც მოცემულია სპეციალურ სქემაში, შეიძლება წარმოდგენილ იქნას როგორც ერთი ეკოლოგიური ნიშიდან მეორეში გადასვლა. **დარვინი** კი მტკიცედ მიუთითებდა მასზე, რომ პირობების ბუნების განსაზღვრებაში გააჩნია დაქვემდებარებული მნიშვნელობა თვით ორგანიზმის ბუნებასთან შედარებით. სხვა სიტყვებით ორგანიზმის ბუნება, ე.ი. ცოცხალი სისტემების ორგანიზაციული საფუძველი, ზღუდავს შემთხვევითობის გამოვლინებას განსაზღვრული ჩარჩოების ევოლუციაში. ევოლუციური გარდაქმნები იარხებიან განსაზღვრული მიმართულებებით, ხოლო ორგანიზმის ნებისმიერ ჯგუფისათვის ევოლუციის შესაძლო გზების არჩევა შეზღუდულია. ორგანიზმის გარემოსგან დამოუკიდებლობა მართლაც იზრდება მისი შედეგების მიხედვით, მაგრამ მისი დამოკიდებულება ისევ გადამწყვეტია.

გასული საუკუნის 30-იან წლებში ცნობილმა ეკოლოგმა **ა.ლ.ჩიჟევსკიმ** ჩამოაყალიბა საკვანძო დებულება: სამეცნიერო აზრი სულ უფრო აღიარებს მზის რადიაციების უდიდეს როლს ბიოსფეროს ცხოველქმედებაში. ისინი ააქტიურებენ ცოცხალ ორგანიზმებს და სკულპტორის მსგავსად, მათ აძლევს გარეგან ფორმებს. ამ თვალსაზრისით, ცოცხალი ორგანიზმები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ტრანსფორმატორები, რომლებსაც მზის ენერგია გადაჰყავს დედამიწის ენერგიის ამა თუ იმ სახეობაში: მექანიკურში, სითბურში, ელექტრულში და სხვა [17]. მეცნიერების წინაშე დაისახა ამოცანა იმ მექანიზმების აღმოჩენის შესახებ, რომლებიც ყველა ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესში უზრუნველყოფდნენ მზის აქტიურობის არსებობას.

კვლევები მიმდინარეობდა მაგნიტობიოლოგიისა და ქრონობიოლოგიის ჩარჩოებში. მიკროფლუქტუაციათა აღმოჩენის ფუნდამენტური შედეგი მასში მდგომარეობს, რომ ნებისმიერ ნივთიერებაში არსებობს დისერტაციულ მდგომარეობათა ნებისმიერი ასხმა. მიკროფლუქტუაციების ბუნება ბოლომდე არაა გარკვეული.

მაგრამ 1920-1922 წლების სამუშაოებში **ჩიჟევსკიმ** გაიაზრა უფრო გლობალური მოვლენები, რომლებიც მოიცავდნენ სამყაროს ევოლუციის პროცესებს და

განსაზღვრავდნენ დედამიწის ევოლუციურ პროექტებს [18].

თანამედროვე მეცნიერება გვიჩვენებს, რომ კარდინალურ გეოლოგიურ ხდომილებათა პერიოდულობის მასშტაბურობა (ათეულობით მილიონი წლები) მასზე მიუთითებს, რომ ამ მიზეზებს დედამიწის მიმართ გარეგანი ბუნება აქვს. ამასთან დაკავშირებით გეოქრონოლოგიური სკალა იყოფა ერებად და პერიოდებად, რაც იზომება ათეულ მილიონობით წლებით. მაგალითად, მინერალური ჩონჩხის მქონე ორგანიზმის გაჩენამ საფუძველი დაუდო მიწიერი სიცოცხლის ისტორიის **კრიპტოზული** (ფარული სიცოცხლე) და **ფანეროზოული** (ცხადი სიცოცხლე) ხანებად დაყოფას. ქვეწარმავლების აბსოლუტური ბატონობის დადგომით აღინიშნა საზღვარი **პალეოზოურ** და **მეზოზოურ** ერებს შორის. რეპტილიების დომინირებადი ჯგუფის ძუძუმწოვრებით, ფრინველებით ცვლით დაიწყო ახალი **კაინოზოური** ერა. მაგრამ, ასეთი ხანგრძლივი პერიოდულობის გეოლოგიურ პროცესთა ციკლურობის ბუნება ბოლომდე ჯერაც გაუგებარია [19].

გლობალური ევოლუციონიზმის პერსპექტივების განსაზღვრებაში სინერგეტიკის როლთან დაბრუნებისას, უნდა აღინიშნოს, რომ მასში მოცემულია ღია სისტემების ევოლუციური როლის არასრული საიმედო შეფასება. ენტროპიის როგორც ქაოსურობის ზომის განმარტება, რომელიც წარმოადგენს თანამედროვე მეცნიერების ერთ-ერთ განმსაზღვრელ ელემენტს, მასზე ახდენს ნეგატიურ ზემოქმედებას, ახდენს რა სამყაროს მეცნიერული სურათის დეფორმირებას. სინერგეტიკის პოზიციიდან ბუნებრივი გადარჩევის თეორიის ხარვეზები სულაც არ ნიშნავს, როგორც ასეთი, ევოლუციონიზმის არასრულფასოვნებას; მცდარია „მხოლოდ“ მის მიერ შემოთავაზებული ევოლუციური ნოვაციის წარმოშობის კონკრეტული მექანიზმი - ბუნებრივი გადარჩევის მექანიზმი. რეალობაში ეს მექანიზმები სრულებით სხვაა. ესენი ავტოგენეტიკური მექანიზმებია. ე.ი. ისინი ევოლუციური სისტემების თვითგანვითარების (თვითორგანიზაციის) მექანიზმებია.

ამრიგად, ევოლუციის ვექტორი მიმართულია ყოველგვარი მეტაბოლიზმისა და ურთიერთქმედების ინტენსიფიკაციის მხარეს. სინამდვილეში ევოლუცია მიმართება არა ქაოსის, არამედ გართულების მხარეს [20].

საერთო დასკვნა ასეთია: გლობალური ევოლუციონიზმის მესამე პარადიგმა ამჟამად ფორმირდება. ის უნდა ეყრდნობოდეს გლობალური ევოლუციონიზმის პრინციპებს, რომელიც სათავეს იღებს **ჰესიოდესთან** და **თალესთან** და ხასიათდება სამყაროს სპეციალური მეცნიერული სურათის ავტონომიურობის დონის შემცირებით. ამ დროს მიმდინარეობს სამყაროს ზოგადმეცნიერული, როგორც ერთიანი სისტემური სახის, სურათის აღდგენა. ტექნიკური ცივილიზაცია შედის პროცესის განსაკუთრებული ტიპის ზოლში, როცა ჰუმანისტური ორიენტირები ხდებიან ამოსავალი საწყისები სამეცნიერო ძიების სტრატეგიის განსაზღვრაში.

ითვლება, რომ ასეთი პარადიგმის ჩარჩოებში მიმდინარეობს მეტატექნოლო-

გიების კონფერენცია, რომლებიც ნაადრევად გამოაცხადეს ახალ სამეცნიერო-ტექნიკურ რევოლუციად. მართლაც, რომ გრანდიოზულია მისი მიზნები. უნდა მოხდეს ტექნიკური სისტემების ბუნებრივზე მორგება, უნდა მოიძებნოს ბუნების მსგავსი კონსტრუქციები და სისტემები, ტექნოსფერო უნდა გახდეს ბუნების ორგანული ნაწილი. ასეთია ჰუმანიტარულ ტექნოლოგიების შექმნის გზა. აქ ჩნდება ხელოვნური სიცოცხლის ონტოლოგიური საფუძვლების პრობლემა, წამოყენებული ჰიპოთეზები, ხდება მათი შემოწმება [21].

ცხადია, რომ ადამიანი მიდის ორგანული და არაორგანულ ბუნებაზე ხელოვნური ეკოლოგიური ნიშის განვითარებაზე, იმ სამეცნიერო-ტექნიკურ ღონისძიებათა ამოცანების პროგნოზირებისა და რეალიზაციის გადაჭრაზე, რომელთაც კარნახობს მზის სისტემის, გალაქტიკისა და მთლიანად სამყაროს ევოლუციური პროცესები. ჩვენ ვდგავართ პრინციპულად ახალი გლობალური ცვლილებების ზღურბლზე, რომლებიც არსებით კორექტივებს შეიტანს ბუნებისა და საზოგადოების მართვის ძალების მექანიზმების გარკვევაში.

ლიტერატურა:

1. ადეიშვილი თ., ბეროძე მ., გაბეშია ა. გეოფიზიკა. ნაწილი I, დედამიწის შიგასფეროს ფიზიკა. ქუთაისი, 201
2. Гриб А.А. Концепция современного естествознания. Москва, Бинوم, лаборатория знаний. 2003.
3. Nelson H., Jurmain R. Introduction to Physical Antropology. WPC, 1988.
4. ადეიშვილი თ. და სხვ. მედიცინის საბუნებისმეტყველო საფუძვლები, ტ. 1, ქუთაისი, 2014
5. Философия современного естествознания. Под ред. Лебедева С.А. М., Фаир-Пресс, 2004
6. Фокс С., Дозе К. Молекулярная эволюция и возникновение Жизни М., Мир, 1975
7. Rutten M. The origin of life. Moscow, Mir Publ., 1982.
8. ადეიშვილი თ. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების მოკლე ისტორია. ტომი I, ქუთაისი, 2023
9. AdeiSvili T. kosmologiya. Kutaisi, 2010
10. Voitkevich G. V. Chemical evolution of the solar system. M., Publ, Nauka, 2010
11. ადეიშვილი თ., ჯიქია მ., ადეიშვილი მ. ტვინის ცნობიერებისა და აზროვნების ფიზიკური საფუძვლები. ქუთაისი, 2020
12. Evolution of the origin of life. Moscow, “Mir”, 1982
13. Folsom K. The origin of life. M., Mir Publ., 1982.
14. ადეიშვილი თ. და სხვ. გეოფიზიკა IV, ბიოსფეროს ფიზიკა, ქუთაისი, 2020.
15. Лейн Н. Лестница жизни. Десять величайших изобретений эволюции. М., АСТ,

2013

16. Jordansky N. Evolution of life. Acad. Publ., 2004
17. Chizhevsky A. L. Terrestrial echo of solar storms. M., 1973
18. ადგიშვილი თ., ჯიქია მ., ადგიშვილი მ. მედიცინის კოსმოგეოფიზიკური საფუძვლები. ტომი III, ქუთაისი, 2016.
19. Параев В.В., Еранов Э.А. Глобальные геологические преобразования. Философия Науки, №2, 2013
20. Хайтун С.Д. Трактровка энтропии как меры беспорядка и ее воздействие на современную научную картину мира. Вопр. Философии, №2, 2013
21. Galkin D. Philosophy of sciences, №4(55) P.49

Ecological Issues of Living World Evolution

SUMMARY

The present stage of the universe evolution and the universe objects generates a specificity of solar-terrestrial processes, in which for the first time there arises a problem about the security. Threats of the earth's civilization. To make appropriate technical decisions it is necessary to develop a modern evolutionary paradigm.

ეკოლუციის ეკოლოგიური პრობლემები ადრეული სტადიის სამყაროში

თეიმურაზ ადეიშვილი

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი. ანთროპული პრინციპი არ წარმოადგენს დამაჯერებელ არგუმენტს სამყაროს გონიერების სასარგებლოდ მთლიანობაში მზისა და სამყაროს გაქრობის კოსმოსური კატასტროფების შესაძლო სცენარების მიხედვით. ამიტომ საჭიროა ახალი ეკოლოგიური ნიშების შემოთავაზება, რომლებიც განპირობებული იქნება სამყაროს ეკოლუციის შემთხვევითი პროცესებით.

ოცდამეერთე საუკუნის დასაწყისში კაცობრიობამ გაითავისა ის ფაქტი, რომ შეუძლებელია ერთადერთ პლანეტაზე ყველა იმედის დამყარება, მით უფრო, რომ ის უახლოესია, 100-200 წლის შემდეგ შეიძლება დაზარალდეს, ან გაქრეს, კოსმოსური კატასტროფის შედეგად. მხოლოდ მთელი სამყაროს ჩარჩოებში, მთელი კანონების დაუფლებით, კაცობრიობას შეუძლია საკუთარი გადარჩენის განხორციელება, თავისი სახეობის მომავლის უზრუნველყოფა დედამიწის ფარგლებს გარტ მოსახლეობის ნაწილის ევაკუირებით [1,2]. სიცოცხლისათვის ვარგის პლანეტაზე გაფრენები შეიძლება გაგრძელდეს მრავალი თაობის სიცოცხლის მანძილზე თუ გამოვალთ მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების არსებული ტემპებიდან. მახლობელ და შორეულ კოსმოსში ადამიანის გაფრენა ოცნებიდან გადაუდებელ აუცილებლობად გადაიქცა, მაგრამ საინჟინრო-ტექნიკური კადრების დღევანდელი მომზადების დონე ამ ამოცანას ძნელად შესასრულებელს ხდის. აუცილებელია მთელის კუთვნილი კანონზომიერებების ანალიზი, რომლებსაც შესაძლოა არ ითვალისწინებდეს არსებული განათლება სრულად, ან მას არ გამოყოფს როგორც წამყვანს. ფიზიკაში ჩამოყალიბდა აზრი, რომ დიდი და მცირე, გლობალური და ლოკალური, კოსმოსი და ატომი - ყველაფერი ეს ობიექტური რეალობის ურთიერთდაკავშირებული და განუყოფელი მხარეებია. ერთი არ არსებობს მეორის გარეშე. თუ ყველაფერს არ ვფლობთ, საერთოდ არაფერი დაგვრჩება. ამ კავშირში უნდა გავარკვიოთ წარმოდგენითი სამყარო ფიზიკურზე დაყრდნობით [3,4]. ამისათვის უნდა გავარკვიოთ, როგორ მიმდინარეობდა სამყაროს ეკოლუცია მისი ადრეული სტადიიდან ინტელექტის წარმოშობამდე. ადრეული სამყაროს პროცესების ანალიზისას აუცილებელია მხარი დავუჭიროთ მოდელდამოკიდებულ რეალიზმს, ე.ი.თუ ჩვენი ჩვეული წარმოდგენები გამოუსადეგარია თვით ადრეული სამყაროსათვის ეს არ ნიშნავს, რომ ისინი იმყოფებიან მეცნიერული წარმოდგენების, ფიზიკური მოდელებისა და მათემატიკური კონსტრუქციების ფარგლებს მიღმა [5]. ასეთი მიდგომა არ ეწინააღმდეგება სამყაროს მეცნიერული სურათის მსოფლმხედვე-

ლობრივი როლის შესახებ არსებულ წარმოდგენებს. მეცნიერებამ შეიძლება ახსნას სამყაროში მიმდინარე ყველა პროცესი, ამიტომ არ უნდა ველოდოთ, რომ მისი ქმნადობის აქტი ვინმეს „ზემოდან“ მოევლინება. თუმცა აუცილებელია ანთროპული პრინციპის ჩამოყალიბებული გააზრების გადახედვა. უკანასკნელი გამომდინარეობს სამყაროს გონიერი საწყისის სუსტი, ან ძლიერი დაშვებიდან. მათ შორის „სამყაროს დასასრულის“ ბნელი სცენარები, რომლებიც განსხვავდებიან მხოლოდ დროის პარამეტრებში (უახლოეს ასწლეულებში დედამიწის შეჯახება განსაკუთრებით მსხვილ კოსმოსურ სხეულებთან, მზის ჩაქრობა 5 მილიარდი წლის შემდეგ, სამყაროს დასასრული 100 ტრილიონი წლის შემდეგ), მიუთითებს, რომ არავითარი გონიერი ამ ჩანაფიქრში არ ყოფილა. კაცობრიობა - ეს სამყაროს შემოქმედებითი ძალების შედეგია, რომელთა მექანიზმის გარკვევით, ის შეძლებს თავისი ბნელი მომავლის შეცვლას, ასევე მონაწილეობა მიიღოს ახალი სამყაროების შექმნაში. აქედან გამომდინარე, უნდა გაირკვეს სამყაროს არა გონიერის, არამედ ეკოლოგიური ფაქტორის როლი. ჯერ კიდევ **ფ. ფრანკი** გვაფრთხილებდა, რომ კვანტური მექანიკის ფსიქოლოგიური მდგენელის ძეხვით მეტისმეტად გატაცებამ შეიძლება აგვაციდნოს სწორ წარმოდგენებს სამყაროს შესახებ. ანთროპული პრინციპი სუსტადაა დასაბუთებული ონტოლოგიური დამოკიდებულებითაც კი [6]. ეს აზრია გატარებული **ს. ვაინბერგის** მსჯელობებშიც [7].

სამყარო ვითარდება ევოლუციურად. თუ მივიღებთ მტკიცებულებას, რომ ევოლუცია - ეს თვითორგანიზაციის პროცესთა ჯაჭვია, რომელშიც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ევოლუციური სისტემების კრიტიკულ მდგომარეობებს [8], მაშინ უარი უნდა ვთქვათ ევოლუციურ წარმოდგენებზე. ევოლუციას არ გააჩნია მოსვენებისა და წესრიგის წერტილები, პირიქით, მიმდინარეობს მზარდი სირთულის, შემჭიდროების, სიმეტრიის რღვევის, ინტეგრაციის პროცესი და ძალებისა და ენერგიის თამაში, რაც ყოველთვის ბადებს ისეთ მდგომარეობებს, რომლებიც ჯერ არ ყოფილა. სავსებით გამართლებულია შეუნელებელი ყურადღება სინერგეტიკის პრობლემებისადმი [9]. ფიზიკის ამოცანა მასში მდგომარეობს, რომ გაირკვეს, როგორი პირობებია საჭირო მაღალორგანიზებული სისტემების განვითარებისათვის, რომლებიც მოიცავენ ცოცხალ არსებებს [8]. განსაკუთრებულ ანალიზს საჭიროებს პირობები, რომლებიც უკიდურესად მნიშვნელოვანია სიცოცხლის წარმოშობისათვის. დავარქვათ მათ კოსმოლოგიური ეკოლოგიური ნიშები.

ტრადიციულად ეკოლოგია გაგებულია როგორც ცნებებისა და მოვლენების ერთიანობა (ერთობლიობა), რომლებიც ახასიათებენ ურთიერთდამოკიდებულებებს გარემოსა და ადამიანს შორის. ადამიანის საქმიანობის სფეროს გაფართოება დედამიწის ფარგლებს გარეთ კითხვას სვამს არა მარტო „კოსმოსური ეკოლოგიის“ ცნების გამოყენების შესახებ. მითუმეტეს, რომ აქტუალური ამოცანების რიცხვს მეცნიერება აკუთვნებს სამყაროს დროითი და სივრცითი მასშტაბების შეფასებას

ადამიანის ადგილთან და როლთან კავშირში. სამყაროს ობიექტებთან მიმართებაში ეკოლოგია გამოდის არა უბრალოდ იმ გარემოს ნაწილი, რომელიც შეიცავს პირველადი ნივთიერებების ევოლუციონირებად შემადგენლობას, რამდენადაც არა მთელი სამყარო ევოლუციონირებს ისეთნაირად, რომ მის ყველა კუთხეში არსებობს სიცოცხლე. ეკოლოგიური ნიშა - ესაა ბუნების ძალების ურთიერთქმედების სპეციფიკური პროცესთა ძალით წარმოქმნილი კვანტურ-მექანიკური სიცოცხლისადმი ორიენტირებული პირობები, რომლებიც ემსახურებიან რაღაც თვისობრივად სხვა ფაქტორის წარმოშობასა და შენარჩუნებას. ის განსხვავებულია საერთო ევოლუციური მაგისტრალისაგან, მაგრამ არ ეწინააღმდეგება მას. ყველაზე აშკარა მაგალითს წარმოაჩენს თვით სამყარო მასში „ჩაშენებული“ გალაქტიკებით, რომელთა შორისაა ჩვენი გალაქტიკა (ირმის ნახტომი ეკოლოგიური ნიშა), რომლის ვარსკვლავიერ გროვებში შედის მზის სისტემა (ეკოლოგიური ნიშა), რომელიც სხვა პლანეტებთან ერთად მოიცავს ცოცხალი ორგანიზმებით დასახლებულ დედამიწას (ეკოლოგიური ნიშა). სინამდვილეში მზის სისტემა გაცილებით დიდია, ვიდრე თვით ჰელიოსფერო. მის ფარგლებს მიღმა არსებობს მატერია, რომელიც შემოდის გარეგანი წყაროებიდან, რასაც მიეკუთვნება 30 000 სინათლის წლით დაშორებული **ოორტის** უზარმაზარი აიროვან მტვეროვანი ღრუბელი. სავსებით შესაძლებელია, რომ ნაჩვენებ ობიექტებსა და სიცოცხლის წარმოშობას შორის არსებობს ურთიერთკავშირი, რომელიც ხორციელდება სწორედ ეკოლოგიური ნიშების ხაზით.

პირველადი სუბსტრანტი გაივლის რა მთელ რიგ სივრცით-დროით გარდაქმნებს, ტრანსფორმირდება ფორმების აურაცხელ სიმრავლედ, რომელთა უკიდურესად მცირე ნაწილი ქმნის ცოცხალ სისტემებს. როდესაც ჩვენ ვლაპარაკობთ დედამიწის ეკოლოგიაზე, მაშინ აღვწერთ პარამეტრებს, რომელთა დროსაც ყოველი ცოცხალი თანაარსებობს ბუნებრივ სამყაროსთან ჰარმონიაში. ცოცხალი - არაა მუდმივი. კოსმოსურ პროცესთა კატასტროფული განვითარების ძალით ის შეიძლება გაქრეს. კოსმოსში განსახლების პროცესში, კაცობრიობა გადაიტანს სხვა ობიექტებზე დედამიწისეულ პარამეტრებს, რითაც გააფართოებს მიწიერ ეკოლოგიურ საზღვრებს, რომელთა არსებობა ცოცხალის შენარჩუნების ტოლფასია. სამყარო შეიძენს მისთვის ახალ, მაგრამ მისი დამახასიათებელი ძალებისადმი არაწინააღმდეგობრივ ეკოლოგიურ მდგენელს. ძირითად პირობას წარმოადგენს ადამიანის მიერ ბუნების ძალების დაუფლება.

იმის გაგების გზა, როგორ გახდა შესაძლებელი სიცოცხლე, იწყება იმის მტკიცებულებიდან, რომ დამზერილი სამყაროს წარმოშობა და ადამიანის წარმოშობა გენეტიკურად მსგავსია და უფრო მეტიც, სამყაროს ძირითადი თვისებებით ყალიბდება მის ინფლაციურ სტადიაში [10,11]. ეს თეორია ამოდის იქედან, რომ სამყარო გადის ორ ძირითად ეტაპს: ინფლაციური ეტაპი და ევოლუციური ეტაპი. მიღებულია, რომ ადრეული სამყარო გაჩნდა პირველადი პირობების ტრანზფორმა-

ციის შედეგად და თვითონ ქმნის ამ პირობების ეკოლუციის მეორე ეტაპს. ავხსნათ ეს მოსაზრება.

„ადრეული სამყაროს“ ცნება მოიცავს დროის ინტერვალს 10^{-43} წამიდან მილიონ წლამდე, როცა ადგილი აქვს „საწყისს“, ოთხი ურთიერთქმედების გამოყოფას, დიდ აფეთქებას, ნუკლეოსინთეზს, ატომებისა და ნივთიერების წარმოშობას, მიკროტალღური რელიქტიური გამოსხივების წარმოქმნას, როცა სამყაროი ხდება სინათლისათვის გამჭვირვალე, გამოსხივების შემდგომი წანაცვლება სპექტრის ინფრაწითელ უბანში და სამყაროს ჩადირვა სრულ სიბნელეში, ვარსკვლავიერი და გალაქტიკური სტრუქტურების წარმოშობის მექანიზმების გაშვება. განვიხილოთ ადრეული სამყაროს ყველაზე არსებითი ორი პროცესი. ამისთვის ამოვიდეთ მთლიანის წარმოდგენიდან.

პირველი პროცესი - სამყაროს ამოუცნობ წარმოშობას გააჩნია საწყისი სასტარტო წერტილი 10^{-43} წამი, ხოლო გამშვებ მექანიზმს წარმოადგენს ოთხი ურთიერთქმედების არაერთდროული წარმოშობა, რომელთაც აქვთ წყაროდან მინიჭებული სხვადასხვა ძალა და თვით ამ წყაროს **სუპერძალას** უწოდებენა [3]. გრავიტაციული, ძლიერი ბირთვული, ელექტრომაგნიტური და სუსტი ბირთვული ურთიერთქმედების ძალები ერთმანეთს შეეფარდებიან როგორც 10^{-39} , 10^{-2} , 1 და 10^{-5} . ისინი ერთიანი მეტაფიზიკური სინგულარული წერტილიდან მიისწრაფიან გარეთკენ. წარმოვიდგინოთ ბურთულას ზედაპირის სივრცე მასზე თანაბრად დატანილი ნიშნულებით. ასევე დავუშვათ, რომ არ არსებობს სივრცე ბურთულას გარეთ და შიგნით. არსებობს მხოლოდ მისი ზედაპირი. ის ასევე არის უსაზღვრო და უსასრულო [12].

სინგულარობის გარშემოცვრის ბუნება შეიძლება ასე წარმოვადგინოთ, ვთქვათ სამყარო მუდმივად არსებობს და შედგება უკიდურესად არაერთგვაროვანი ველების სივრცე-ვაკუუმისაგან. ასეთი სახის მოსაზრებები აღორძინების ეპოქიდან წარმოიშვა და ის გამოთქვა მე-16 საუკუნის ცნობილმა იტალიელმა მოაზროვნემ **ფ. პატრიციმ** თავის წიგნში „სამყაროს ახალი ფილოსოფია“. ის უშვებდა, რომ სივრცეა ის, რაც არსებობდა სამყარომდე და იქნება მის შემდეგ, ეს არის ის, რაც გარდაიქმნება რაღაცად. მაგრამ, რადგანაც ასეა, ხომ არაა ის სუბსტანცია? თუ სუბსტანციაა, მაშინ რა უდევს საფუძვლად. ე.ი. ის არის არსი. სამყარო არსებობს, რადგანაც მოძრაობს. სივრცე-ვაკუუმის არაერთგვაროვანი და ფლუქტუაციური პროცესები რაღაც მომენტში წარმოშობენ ენერგეტიკული სტრუქტურების რაღაც ბირთვში შეწნეხვას, რაც შემდგომში გადაიზრდება ვაკუუმის სულ ახალი მასების კონცენტრირებაში. ასე წარმოიქმნება ზესიმკვრივე, ზესიძლიერე, სუპერძალა.

თანამედროვე მეცნიერებამ სივრცისა და ვაკუუმის შესახებ გაცილებით მეტი იცის, თუმცა საბოლოო შემეცნება ჯერ არ მიღწეულა [13,14]. ფიზიკურ ვაკუუმში (სამყაროს პირველსაწყისი მდგომარეობა) ვგულისხმობთ სივრცის რაღაც ნაწი-

ლის მდგომარეობას, რომელიც ხასიათდება დაკვირვებადი ნაწილაკებისა და ველების არარსებობით დროის ნებისმიერ მომენტში. თუ ჭეშმარიტი ვაკუუმი შეესაბამება ენერგიის მინიმალურ სიმკვრივეს და მარადიულია, მაშინ ფიზიკური, პირველადი, ვაკუუმი წარმოადგენს ვირტუალური (არადაკვირვებადი) ნაწილაკებისა და ენერგიის სამყაროს, არასტაბილურია, განიცდის ფლუქტუაციასა და დაშლას. ამის შედეგად სივრცე იძენს ენერგიის მიხედვით ყველაზე დაბალ და ენერგეტიკულად მატერიის ყველაზე ხელსაყრელ მდგომარეობას. უფრო ზუსტად აქ იგულისხმება კვანტური ველების მდგომარეობა. ვირტუალური ნაწილაკებს აკუთვნებენ, მაგალითად, გრავიტონებს, პრეონებს. ისინი წარმოადგენენ ბუნების უმცირეს ნაწილაკებს როგორც მატერიისა და ენერგიის, ისე დაკავებული მოცულობის მიხედვით [15]. მათი მოუხელთებლობის მიუხედავად, მათ შესახებ მაინც შეიძლება გვქონდეს გარკვეული წარმოდგენა. მათ თვისებებს მიეკუთვნება მატერიალურობა, მარადიულობა, განურჩევლობა, უცვლელობა, ნეიტრალურობა, გაუხურებლობა, შეუღწევადობა, უხსნადობა. ისინი განურჩეველია ერთმანეთისადმი არა მარტო ფორმების ერთნაირობის გამო, არამედ იმიტომაც, რომ ისინი უხილავი და უფერო არიან ბუნებაში უფრო მცირე მედიატორი სხეულების არარსებობის გამო. ისინი გამოირჩევიან ასევე დაუშლელულობით, ერთგვაროვნებით, თვითიგივეობით, მთლიანობით, უწყვეტობით, ერთგანზომილებიანობით, ერთფორმიანობით, ველების რაიმე წყაროების არარსებობით და გააჩნიათ 10^{-64} გრამის რიგის მასები. [16]. ასეთი თვისებებით აღჭურვილი ვირტუალური ნაწილაკები წარმოქმნიან ე. წ. სულიერ - არამატერიალურ (განსაკუთრებულ მატერიალურ) გარემოს, რომელთაც გააჩნიათ ანტიგრავიტაციული მდგენელი, რომლის აღწერაც შეიძლება სიმკვრივისა და წნევის ტერმინებში [15,16]. მაგრამ ვაკუუმური ფლუქტუაციებისა და ვირტუალური ნაწილაკების სიმკვრივე შეიძლება შეიცვალოს, რომლის შედეგადაც ნებისმიერი ელემენტალური ნაწილაკი აღმოჩნება ვირტუალური ნაწილაკებისაგან შედგენილ ქურქში გახვეული და მასთან ერთად შეადგენს ერთ მთლიან დაკვირვებად ელემენტარულ ნაწილაკს. ამაშია ვაკუუმის სხვა მდგომარეობაში გადასვლის არსი [17].

ვაკუუმი განიცდის თვითორგანიზაციას (მოცემულ შემთხვევაში ის თვითონ არ ქრება), თუმცა კარგავს პირველსაწყის სიმეტრიას. თანაბრად განაწილებული მდგომარეობიდან ის გადადის არაერთგვაროვნებაში და სინგულარობაში და ამით ქმნის ახალ სიმეტრიას, რომელიც ფაზური გადასვლის პროცესში ფეთქდება, გადადის სიმეტრიის უფრო დაბალ ხარისხში, რომლის შედეგადაც წარმოადგენს პირველსაწყისი ვაკუუმის არაერთგვაროვნობის ბაზაზე წარმოშობილი სტრუქტურული წარმონაქმნები.

ვაკუუმის მოწყობილობა, ფაქტიურად განსაზღვრავს ბუნების სტრუქტურა - აგებულებას, როგორი ნაწილაკებია მასში, როგორია მათი მასები და ელექტრული მუხტები, როგორი ძალებია ბუნებაში, როგორ ურთიერთქმედებენ ნაწილაკები.

ერთიან ძალა - სინგულარობიდან (სუპერძალიდან) ოთხი ძალის გამოყოფა ხდება ბიძგის ფორმით, ან განზიდვის კოლოსალური ძალის მეშვეობით. ამ მოვლენის მიზეზი იყო არა პირველადი ძალის შესუსტება და სხვა ზეძალების მოქმედება, არამედ საწყის მომენტში წინააღმდეგობების - ზეწნეხვისა და განზიდვის კოლოსალური ენერგიის არსებობა. განზიდვის ამ გამოცანით მოვლენაზე და მის ბუნებაზე ნათლად მიუთითებდა **ლაიბნიცი**, როცა ის ედავებოდა **ნიუტონს** მიზიდულობის უნივერსალური ძალის არსებობის შესახებ. **ლაიბნიცი** განზიდვის მოვლენის წარმოშობას უკავშირებდა ძალა-ენერგიებს (ე.წ. მონდებს), რითაც ამტკიცებდა, რომ რაღაც შეიძლება წარმოიშვას არაფრისაგან, იმის მსგავსად, როგორც ენერგია - ძალიდან წარმოიქმნება გამოსხივება და ნივთიერება[13].

გრავიტაციული ძალების გარეშე არ წარმოიშვებოდა პლანეტური და კიდეც უფრო ფართოდ - გალაქტიკური სისტემები: ნივთიერება კოსმოსურ სივრცეში მიიღებდა ამორფული მტვრის განუსაზღვრელ ფორმას და წრფივ სტრუქტურებს, ხოლო ვარსკვლავებში არ დაიწყებოდა თერმობირთვული რეაქციები, რომელშიც ხდება ნახშირბადის სინთეზი, რაც აუცილებელია ბიოლოგიური ობიექტების არსებობისათვის. გრავიტაციული ძალების გადამტანებად ითვლება გრავიტონები, რომლებიც ახლახან აღმოაჩინეს ექსპერიმენტულად. გრავიტაციული ტალღები სინათლისას ჰგავს, მაგრამ წარმოადგენენ არა ელექტრომაგნიტური ტალღების რხევებს, არამედ სივრცე - დროის შემფოთებებს, ანუ „ტალღებს“. ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება ელექტრულ მუხტებსა და მაგნიტებს შორის გადაეცემა ელექტრომაგნიტური გამოსხივების კვანტების მიმოცვლის საშუალებით და მათ, იგივე ფოტონებს, არ გააჩნიათ უძრაობის მასები. ელექტრომაგნიტური ძალები ერთმანეთთან აკავშირებს ატომებს და შესაძლებელს ხდიან ქიმიურ რეაქციებს, რომლებიც სიცოცხლის ურთულესი პროცესის განუყოფელი ნაწილია. ერთ-ერთი შორეული, მაგრამ მნიშვნელოვანი შედეგია გეომაგნიტური ველის გაჩენა, რომელიც განჟოლავს ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ლითოსფეროს და მოქმედებს ცოცხალი და არაცოცხალი მატერიის ყველა წარმომადგენელზე: მინერალებზე, მცენარეებზე, ცხოველებზე, ადამიანებზე [18]. დედამიწაზე სიცოცხლე უნდა წარმოშობილიყო მისი ნივთიერების დიფერენციაციის (თვისების მიხედვით დაყოფის), დედამიწის ბირთვის წარმოშობისა და როგორც შედეგი, გეომაგნიტური ველის გაჩენის შემდეგ. ძლიერი ბირთვული ზემოქმედებები გადაეცემა გლიუონებით, ისინი აკავებენ პროტონებსა და ნეიტრონებს ატომბირთვის შემადგენლობაში და პასუხისმგებლები არიან ელემენტარული ნაწილაკების თანამედროვე სამყაროს ფორმირებაზე. სუსტი ბირთვული ძალები გადაეცემა მასიური ვექტორული ანუ ყალიბრებული ბოზონების მიერ. ისინი ახორციელებენ პროტონების ნეიტრონებში უწყვეტ გარდაქმნას უკუ ბეტადაშლის მეშვეობით და თვით ამ რეაქციის მიმდინარეობის სიჩქარის უმნიშვნელო ცვლილებაც კი სერიოზულ ზემოქმედებას მოახ-

დენდა მზის ნათობაზე, ე.ი. დედამიწის კლიმატზე.

ძალოვანი ურთიერთქმედების ბუნება მჭიდროდაა დაკავშირებული უწყვეტად წარმოქმნილი და გამქრალი ვირტუალური ნაწილაკების ცნებასთან, რომლებიც წარმოადგენს კვანტური ურთიერთქმედების ელემენტარული აქტების გამოვლენას. ჩვეულებრივი ნაწილაკები თითქოს აღმოჩნდებიან აურაცხელი რიცხვით ნაწილაკების ღრუბელში: კვარკები მიმოიცვლებიან ბოზონებთან. თუ კლასიკურ ნაწილაკებს არ შეუძლია სხვა ნაწილაკების დაბადება და შთანთქმა, რამდენადაც ეს დაარღვევდა ენერგიისა და იმპულსის შენახვის კანონებს, მაშინ მიკროსამყაროში დროის ზემცირე შუალედში ენერგიის შენახვის კანონი შეიძლება ვირტუალურად დაირღვეს, ხოლო ზემცირე მოცულობებში მიმდინარე პროცესებს შეიძლება თან სდევდეს იმპულსის შენახვის კანონის ადგილობრივი რღვევა. კვანტურ სამყაროში ენერგია და იმპულსი მუდმივად ფლუქტუირებენ და მათი მნიშვნელობები ნებისმიერად იცვლებიან.

ელექტრობირთვული ურთიერთქმედების ყველა გადამტანი თავდაპირველად იდენტური იყო, არ იყო არც მასები, არც ელექტრული მუხტი, არც კვარკების არომატები (ზედა, ქვედა კვარკების), არც ფერები (წითელი, მწვანე, ლურჯი). რომ დარღვეულიყო უფრო მაღალი რიგის პირველადი სიმეტრია, მოითხოვებოდა ჰიგსის ველები, რომლებიც განაპირობებენ ვირტუალური ნაწილაკების დაყოფას და ძლიერ და ელექტროსუსტ ურთიერთქმედებად განცალკევებას.

მეორე პროცესი ახასიათებს დიდი აფეთქებისა და ინფლაციის პროცესს. თუ პირველბიძგი დაკავშირებული იყო ადრეული სამყაროს ძირითად თვისებებთან, მაშინ ინფლაციის გაგებაში ძირითადი სირთულეები მდგომარეობს მასში, რომ სამყაროს ნივთიერება სივრცეში იყო ერთგვაროვანი. ასე რომ, არანაირი სიმკვრივის ვარდნა არ შეიძლებოდა ყოფილიყო. ამიტომაც არ შეიძლებოდა წარმოქმნილიყო ძალა, რომელიც იქნებოდა გაფართოების დაწყების მიზეზი [19]. ამასთან, გაბერვის შედეგი იყო დღეისათვის დამზერილი სამყარო. ამრიგად, ძალა, რომელსაც შეეძლო პროტონივითიერებებისათვის დიდი აფეთქების მომენტში გაფართოების უზარმაზარი საწყისი სიჩქარის მინიჭება, უნდა ყოფილიყო კოსმოსური ანტიგრავიტაცია, რომელიც წარმოგვიდგება აინშტაინის კოსმოლოგიურ მუდმივას განტოლებებში. აფეთქებიდან 10^{-35} წამის შემდეგ, ძალები გაჩნდნენ და მოვლენებმა დაიწყო ე.წ. „ცრუ“ ვაკუუმში განხორციელება [19].

მასში არსებული მრავალი ცრუ ნაწილაკი, მოგვაგონებს მცირე შეუჩერებლად მბრუნავ ბზრიალებს, რომელთა მოძრაობა შეეთანადება დისკრეტულ კუთხურ მომენტს (ნაწილაკთა სპინებს). მთელი სპინების მქონე ნაწილაკებს ბოზონებს უწოდებენ, ხოლო ნახევრად მთელებისას - ფერმიონებს. ბოზონებს მიეკუთვნებიან გლიუონები, ფოტონები, გრავიტონები, მეზონთა მრავალი ტიპი. ბოზონები გამოდიან კვანტების სახით, რომლებიც აკავშირებენ ნივთიერების ყალიბრებულ ველებს.

ფერმიონებს (მათ მიეკუთვნებიან კვარკები, ელექტრონი, ნეიტრონი, სხვა მძიმე ნაწილაკები) შეადგენენ ნივთიერების საფუძველს. ბოზონებისა და ფერმიონების თვისებები იმდენად განსხვავებულია, რომ დარწმუნებული იყვნენ მასში, რომ ისინი მატერიის პრინციპულად სხვადასხვა ნაწილაკები იყვნენ. შემდეგ გაირკვა, რომ გლიუონებს ჰქონდათ ორმაგი ბუნება. წარმოიშვა ბოზონ-ფერმიონული ნათესაობის იდეა, შემდეგ გაჩნდა განტოლებების ისეთი სახით ჩანაწერი, რომელიც სიმეტრიული იყო მთელი და ნახევარ - მთელი სპინებისათვის. ასე წარმოიშვა სუპერსიმეტრიის თეორია, რომლის თანახმად ბოზონური და ფერმიონული ნაწილაკების გადასმისას ფიზიკური კანონები არ უნდა იცვლებოდნენ. გამოდის, რომ მიზიდულობის ველის კვანტს - გრავიტონს აქვს პარტნიორი გრავიტონი. გრავიტონის მასა საკმაოდ დიდია, ამიტომ ის იბადება ძალიან მცირე მანძილებზე და მისი გავლენით ველი იძენს სრულიად ახალ თვისებებს - ხდება **სუპერგრავიტაციული**. მისი ახსნა **აინშტაინის** თეორიით შეუძლებელია, რამდენადაც არ ითვალისწინებს სივრცე-დროის კვანტური სტრუქტურის არსებობის შესაძლებლობებს [20]. აქედან გამომდინარეობს წარმოდგენა სივრცე-დროის დისკრეტულობის შესახებ. სივრცე წარმოგვიდგება უმცირესი „ატომებისაგან“ შედგენილი მესრის სახის, რომელთა დიამეტრი **პლანკის** სიგრძის ტოლია. ამ მანძილზე გრავიტაციული და კვანტური ეფექტები ძალის მიხედვით თანაზომადია. 1990-იან წლებში განვითარებას იწყებს მარყუჟული კვანტური გრავიტაციის თეორია, რომლის მიხედვითაც სივრცე-დრო შედგება ატომებისაგან და გააჩნია მატერიისა და ენერგიის თავის თავში მოთავსების შეუზღუდელი შესაძლებლობები, რითაც შესაძლებლობას არ აძლევს სინგულარობის წარმოშობას. სივრცე-დრო არა მარტო განსაზღვრავს სხეულთა მოძრაობას სამყაროში, არამედ თვით განიცდის ევოლუციას. მატერია, სივრცე და დრო ურთიერთქმედებენ ერთმანეთთან. სივრცეს შეუძლია გაფართოვდეს და შეიკუმშოს. თეორია აღწერს, რომ ცარიელ ვაკუუმს (არაფერს) დამატებული ენერგია წარმოშობს სივრცე - დროის ახალ ატომს.

ვაკუუმის დაჭიმულობა მოქმედებს როგორც უარყოფითი წნევა. მისი ძალა აღემატება გრავიტაციულ დაჭიმულობას, რასაც მთლიანობაში მივყავართ განზიდულობამდე, რომელსაც ჩვენ ვერ ვამჩნევთ, რადგანაც მასში მუდმივად ვიმყოფებით და მისი საზღვრებიდან ვერ გამოვდივართ. ასეთი პროცესების შედეგად ფიზიკური ვაკუუმი ივსება ჭეშმარიტი ვაკუუმის სივრცით-დროითი პარამეტრებით. ითვლება, რომ ჭეშმარიტი და ფიზიკური ვაკუუმების ზონებს შორის გადასვლის არე არ შეიძლება იყოს წყვეტილი. თეორია არ უშვებს ასეთ შესაძლებლობას. ამიტომ არსებობს თხელი შუალედური ზონა (ბუშტის კედელი), რომელშიც **ჰიგსის** ველი მდორედ გადადის ერთი ვაკუუმიდან მეორეში და ამ დროს გზაზე გადალახავს პოტენციალურ ბარიერს. ადგილი აქვს ვაკუუმის გადაწყობის პროცესს, რომელსაც თან მოსდევს ენერგიის უზარმაზარი რაოდენობის გამოყოფა [20]. სივრცეს ანუ

ქეშმარიტ ვაკუუმს, რომელშიც ჩვენ ვცხოვრობთ და ვარსებობთ, გააჩნია მასის არანულოვანი სიმკვრივე [21].

ამ დროს იწყება სამყაროს ნახტომისებური (ექსპონენციალური) გაფართოება (ინფლაცია) 10^{100} -ჯერ გრძელდება 10^{-32} წმ მომენტამდე, ფიზიკური ველი „ამოიწვება“, გარდაიქმნება ნაწილაკებში და ამ მოვლენას უწოდებენ დიდ აფეთქებას. თანამედროვე კოსმოლოგია ამტკიცებს, რომ გონიერი სიცოცხლე შეიძლება წარმოიშვას სამყაროს მხოლოდ იმ ნაწილებში, სადაც მიმდინარეობდა ინფლაცია. ამისთვის მოითხოვებოდა რომ სამყარო გადასულიყო კოლოსალური სიმძლავრის მქონე ბირთვული რეაქტორის მოქმედების სტადიაში, როცა მასში არსებობს ენერგია-ძალები, ხოლო სუბსტრაქტი ჩამოყალიბდა სტაბილური პროტონების, ნეიტრონებისა და ელექტრონების პლაზმის სახით. პირველადი „ბულიონის“ ანუ ვირტუალური ნაწილაკების ქაოსური აირის თანადროულად გაქრნენ ანტინაწილაკები, რაც განპირობებული იყო მათზე ნაწილაკების მიზერული გადაჭარბებით. ანიჰილაციის პროცესი წარმოადგენს გასაოცარ მოვლენას. დასაწყისში წარმოიშვება ყველა ატომზე უფრო მცირე პოზიტრონიუმი. მაგრამ ძალიან მოკლე დროის შემდეგ ორივე ნაწილაკი განიცდის ანიჰილაციას, რომლი შემდეგაც მათი ენერგია და მასა გარდაიქმნება ელექტრომაგნიტური გამოსხივების კვანტებში. ისინი ვრცელდებიან სინათლის სიჩქარით სხვადასხვა მიმართულებით და პოზიტრონიუმის ადგილზე დარჩება თავისებური ხვრელი. გააჩნია თუ არა ამ ხვრელს რაიმე სახის ფიზიკური თვისებები? ქრება საწინააღმდეგო ნიშნის მუხტები და სრულად კომპესირდება ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ მიმართული ორიენტირებული სპინები. მაგრამ ელექტრული და მაგნიტური ელექტრული დიპოლები არ გაქრებიან. სივრცის წერტილში, სადაც მოხდა ანიჰილაცია, რჩება ელექტრომაგნიტური ველი, რომელიც არსებობს ნივთიერების გარეშე, თითქოს თავისთვის... რადგანაც მას არ ექნება სივრცეში უბრალოდ არსებობის საშუალება, ამიტომ კვანტების მსგავსად უნდა გავრცელდეს სხვადასხვა მიმართულებით და თან უნდა წაიღოს ანიჰილირებული ნაწილაკთა ენერგია თუ ფიზიკური ვაკუუმის უსასრულოდ მცირე ყოველ ნაწილში არ იქნებოდა რაიმე პარამეტრი. ვაკუუმი წარმოადგენს არა მარტო ვირტუალურ ნაწილაკთა ქაოსურ აირს, არამედ გააჩნია განსაზღვრული სტრუქტურაც [22]. ჩვეულებრივი ელექტრომაგნიტური ტალღებისაგან განსხვავებით, რომელსაც გადააქვს ენერგია იმ სიბრტყის პერპენდიკულარული მიმართულებით, სადაც ხდება ელექტრული და მაგნიტური ველების დამახულობათა ვექტორების რხევა, ვაკუუმურ ხვრელში ელექტრული და მაგნიტური ვექტორები პარარელურია. ამ მიზეზით ფიზიკური ვაკუუმის ელექტრომაგნიტური ენერგია არსად გაედინება, არამედ სამუდამოდ ბრუნავს სივრცის უსასრულოდ მცირე წერტილში და ავსებს მას რაიმე წყვეტების გარეშე. აქედან ვვარაუდობთ, რომ თითქმის მყისვე, დიდი აფეთქების შემდეგ, როცა არ არსებობდნენ ელემენტარული ნაწილაკები, მარტივ ნივთიერე-

ბასთან ერთად (ის იკავებს დღეისთვის მთელი სამყაროს მასის ~ 4,9 % -ს) წარმოიშობა ფარული მატერია (~26, 8 %) და ფარული ენერგია (~ 68, 3 %).

ფარული ენერგია ძალიან ჰგავს ვაკუუმის ენერგიის სიმკვრივეს. მაგრამ თუ სამყარო ყოველთვის ფართოვდება, ხოლო ფარული ენერგიის სიმკვრივე დროის მიხედვით არ იცვლება, ეს კიდევ არ ნიშნავს, რომ მისი რაოდენობა მუდმივად იცვლება. საქმე ისაა, რომ ენერგიის შენახვის კანონი კოსმოსში არ სრულდება, სამყარო ფართოვდება, ხოლო ენერგიის სიმკვრივე მუდმივია. მოცულობა იზრდება და ენერგია ამ მოცულობაში იზრდება.

ფარული მატერია - ეს ჩვეულებრივი ნაწილაკებია, მხოლოდ ახალი და ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედებისადმი ნეიტრალური. ამიტომ ისინი არ ანათებენ და არ შთანთქავენ სინათლეს. ამიტომაც მათგან შედგენილი მატერია ფარულია, ე.ი. უხილავია, გალაქტიკების ფორმირების პროცესი იწყება ფარული მატერიის შექუჩებით, რომელიც შემდეგ იზიდავდა ჩვეულებრივ ნივთიერებას. ფარული ენერგია არ გვხვდება შესქელების სახით. გალაქტიკაში ის იმდენია, რამდენიც გალაქტიკებს შორის და ყველა გროვისაგან შორს. ის ყველგან თანაბრადაა განაწილებული. მაგრამ გრავიტაციულად ის სხვანაირადაა მოწყობილი. თუ ფარული მატერია მიიზიდავს, გააჩნია გრავიტაცია, მაშინ ფარული ენერგია გარკვეული აზრით ხასიათდება ანტიგრავიტაციით. ის უბიძგებს სამყაროს გაფართოვდეს აჩქარებულად. მაგრამ აჩქარება არ იზრდება უსაზღვროდ. დაახლოებით 50 მილიარდი წლის შემდეგ, როცა ჩვეულებრივი ნივთიერება იქნება სრულიად გაიშვიათებული, სამყაროში ძირითადად ფარული ენერგია და ეს აჩქარება გახდება მუდმივი. სამყაროს შორეული მომავალი პირდაპირაა დამოკიდებული ფარული ენერგიის თვისებებზე. რაღაც მიზეზების ძალით ტიპიური პროცესები უსასრულო სამყაროში, რომელიც ავსებულია ვაკუუმის შემდგომი კოლაფსით, ისეთნაირად წარიმართა, რომ წარმოქმნა პრინციპულად ახალი გარემო, რომლებშიც შესაძლებელი გახდა ვარსკვლავთ გროვების, პლანეტების, სიცოცხლისა და ინტელექტის არსებობა. გამოდის, რომ უსასრულო სამყარო შედგება ფარული მატერიისა და ფარული ენერგიისაგან, ენერგეტიკული ვაკუუმისაგან, ხოლო ჩვენთვის ხელმისაწვდომი მისი ხილული ნაწილი ავსებულია მატერიალური წარმონაქმნებით. ფარული ენერგია მოქმედებს როგორც ანტიგრავიტაცია და სამყაროს აიძულებს გაფართოვდეს სულ უფრო სწრაფად. ამ მიზეზით ვარსკვლავთშორისი წყალბადისა და ასევე ჩვენთვის ჯერ-ჯერობით უცნობი მძიმე ნაწილაკების მასები, რომლებიც გამოიყრებიან „გარეთ“ გიგანტური სპირალური გალაქტიკების მიერ, ბრუნავენ არა როგორც მზის სისტემის პლანეტები კეპლერის კანონების მიხედვით, არამედ როგორც სივრცული გალაქტიკური მყარი სხეულის ნაწილი. სავსებით შესაძლებელია, რომ ასეთი სახის გრავიტაციული მასების შესქელებები გახდა ვარსკვლავთსისტემების ჩანასახები.

უნდა აღინიშნოს, რომ დიდი აფეთქების თეორია ეწინააღმდეგება (არა პირდაპირ, არამედ თუ მას განვიხილავთ უფრო გრანდიოზული პროცესის ნაწილს) სამყაროს უფრო ადრეული რომელიმე ფაზის არსებობის იდეას, როცა მატერია იკუმშებოდა, რათა ისევ წარმოქმნილიყო დიდი აფეთქების შემდეგ [23]. ამ დროს მრავალი წარმოდგენა ადრეული სამყაროს შესახებ ცვლის ენტროპიის ზრდის პარადოქსს [24]. ამ პარადოქსის განხილვისას ყველაფერი დადის წარმოდგენაზე იმის შესახებ, რომ შავი ორმოები და მისი მსგავსი ობიექტები ჩამოყალიბდნენ შორეულ წარსულში გრავიტაციულ კოლაფსთან შედარებით. ამ დროს დიდ აფეთქებას გააჩნდა ძალზე დაბალი ენტროპია, ხოლო შავი ორმოები იყვნენ და რჩებიან დიდი ენტროპიის ობიექტებად, რის გამოც სამყაროს ენტროპია განაგრძობს ენერგიულ ზრდას. სამყაროს განვითარების ფინალური განვითარება ძალზე არასასურველია - მოხდება ფინალური უსიამოვნება, რის შემდეგაც უნდა დაიწყოს სამყაროს განვითარების ახალი პერიოდი პარამეტრების ექსპონენციალური ზრდით და ასე შემდეგ ახალი უსასრულო გაქრობით.

ამ ვერსიაში, რომელიც გულისხმობს სამყაროს საწყის და სტაციონარულ მდგომარეობებს და მის გაქრობას შესამჩნევია მომენტები, რომელთაც უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სიცოცხლის წარმოშობისათვის. ბირთვულ რეაქტორსავით მოქმედ სამყაროსთან ერთად, არსებობდა სხვა ძალები, რომლებიც ან ამუხრუჭებდა, ან კიდევ აჩქარებდა მისი ადრეული სტადიისათვის დამახასიათებელ პროცესებს. ხდომილებათა მთელი ჯაჭვი, რომელთაც საბოლოოდ მივყავართ სიცოცხლისა და კაცობრიობის წარმოშობამდე, იქნებოდა სხვა, ან ის სრულიად არ იქნებოდა გალაქტიკების ერთობლივი ევოლუციის გარეშე, თავიანთი შავი ორმოებითა და მათი უზუსტესი რეგულირებით. დამატებითობისა და განუსაზღვრელობის ფაქტორები გათვალისწინებული უნდა იყვნენ კოსმოლოგიური პროგნოზების ეკოლოგიური მდგენელების გათვლებში.

ამრიგად, სამყარო ადრეულ ეტაპზე პოტენციურად შეიცავს ეკოლოგიურ კომპონენტს, რომელიც ძალზე მცირე სიდიდეა და მისი რეალიზაცია ეს უნიკალური მოვლენაა. არ იქნებოდა სწორი გვეთქვა, რომ ადრეული სამყაროს დახასიათებაში არაფერი მიუთითებს ხდომილებათა ევოლუციურ-ეკოლოგიური განვითარების ნიშნებზე. საწყისი არის საწყისი. მაგრამ ეს არ არის სავსებით სამართლიანი. ვაკუუმი იყო, ის ავსებდა მოცულობას (უსასრულოს), ე.ი. სივრცე იყო, მაგრამ ვაკუუმს არ ჰქონდა დამატებითი ენერგია და ამიტომაც გამოსხივებასთან და ნივთიერებასთან დაკავშირებული ხდომილებების არანაირი დროითი განვითარება არ ყოფილა ჯერ კიდევ. ევოლუციონირებდა პირველადი ძალა, რომელიც წარმოადგენდა სივრცის საწყისი ნივთიერების გამოხატულებას, სადაც არის ევოლუცია, იქ არის გრადაცია, დიფერენციაცია. პრობლემა მასშია, რომ კვანტურ-მექანიკური პროცესების ძალით სამყაროს ევოლუციაში ადგილი აქვს თანდათანობითობის

„შესვენებებს“, როცა თითქოს ხდება წარსული ცალკეული ფრაგმენტების წაშლა და მათი მოდელირება ძალიან რთულია. ასეთი სიტუაცია იყო დედამიწის ისტორიაში. 4 მილიარდი წლის წინათ ჩვენს პლანეტას თითქმის 200 ათასი წლის განმავლობაში ბომბავდა ასტეროიდთა კოლოსალური ნაკადი, რომლებმაც სამუდამოდ მოსპეს ყველა კლდოვანი ქანები და სიცოცხლის უძველესი ნაკვალევები [25]. სამყაროს ადრეული პერიოდი არ შეიძლებოდა ერთდროულად ყოფილიყო საწყისის ბოლო, რამდენადაც ავლენდა წიმსწრები პროცესების შედეგებს, რომელთა ძალითაც შეუძლებელია თვითგაქრობა, არამედ მხოლოდ ახალი ფორმების გაჩენა, ანუ განვითარება. ჩვენ ვემხრობით იმ მეცნიერთა პოზიციებს, რომლებიც ემხრობიან კოსმოლოგიური ეკოლოგიის თეორიების საფუძვლების შექმნა-განვითარებას [26].

ლიტერატურა:

1. Forgunson K. Stephen Hawking: Life and Science. H., 2014
2. ადეიშვილი თ. და სხვ. მეცნიერების მომავალი სტივენ ჰოუკინგის მიხედვით. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, შრომები, ტ. VII, თბილისი-თელავი, 2020
3. Девис П. Суперсила; Москва, “Мир», 1989
4. Penrouse R. Space – Time and Cosmology. St. Petersburg, 2012
5. Хокинг С., Млодинов Л. Высший Замисел. Санкт-Петербург, 2012
6. Simanov A. Philosophy of Science. №3, 2013
7. Vainberg S. Dreams of a Final theory. Physics in Search of the Most Fundamental Laws of Nature. M., LKI Publ, 2008
8. Эбелинг В., Файстель Р. Хаос и космос. Синергемика эволюции. М. НИЦ. 2005.
9. ციციშვილი მ. და სხვ. ეკოლოგიის აქსიომატიკა. ს/ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“-ის შრომები, ტ. VII, ISSN 1512-1576, თბილისი-თელავი, 2020
10. Павленко А.Н. Сосуществование Вселенной и человека: от Квантовой космологии к антропологии и обратно. Вестник РУДН, сер.фил. №4, 2013
11. ადეიშვილი თ. ასტროფიზიკის საფუძვლები. ქუთაისი, 2015
12. Petrov A. Gravitation. Fron Grystal Spheres to wormhole. M. publ., 2014
13. ადეიშვილი თ. ვაკუუმის ენერგია და მისი გარდაქმნის გზები. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომები, ტომი XIII, თბილისი, 2004
14. Хокинг С. Теория всего. Происхождение и судьба Вселенной. М., 2002
15. ადეიშვილი თ. სულისა და სხეულის ერთიანობის ფიზიკური საფუძვლები. ქუთაისი, 2021
16. Levitan E. Physics of the universe: Incight into the problem. M., URSS Publ., 2013

17. ადეიშვილი თ. სამყაროს ვაკუუმიდან წარმოშობის შესაძლებლობა. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“-ს შრომები, ტომი VII, თბილისი-თელავი, 2020.
18. ადეიშვილი თ.გ., ჯიქია მ.ჯ., ადეიშვილი თ.თ. გეომაგნიტური ველის გავლენა ჯანმრთელი ადამიანის ორგანიზმზე. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომები, ტომი IX, ქუთაისი, 2017
19. Новиков И.Д. Как Взорвалась Вселенная, М., Терра, Книжный Клуб, 2008.
20. Feigin O. Theory of Everything. М., Eksmo Publ., 2011
21. Vilenkin A. The World of many Worlds. Physicist in Search of Parallel Universes. М., 2011.
22. ადეიშვილი თ., გალდავაძე ჯ. და სხვ. G რავიტაციული მუდმივას ცვლილების საკითხისათვის. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომები, ტ. IX, ქუთაისი, 2017
23. Hawking S. Three Books About Space and Time. St. Petersburg. Amfora Publ. 2012
24. Penrose R. Cycle of Time: An Extraordinary new view of the universe. М., Binom, 2014
25. Фейтин О. Наука Будущего. М., Бином, Лаборатория знаний, 2013.
26. Storozhuk A. Philosophy of science. №2, 2013

Ecological Problems of Evolution In The Early Universe

SUMMARY

The anthropis principle is not a convincing argument in favor of the reasonableness of the Universe because of possible cosmic catastrophe scenarios and tragic extinction of the Sun and the Universe as a whole. The author proposes the hypothesis of ecological niches generated by stochastic processes of the Universe evolution.

გალაქტიკური პროცესების ევოლუცია და ეკოლოგია

თეიმურაზ ადეიშვილი*, ეკატერინე ჟღენტი, მედეა ადეიშვილი*****

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია*
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია**
ბერლინის ურბანის კლინიკა***

აბსტრაქტი. გალაქტიკური პროცესების ევოლუცია მოიცავს გრავიტაციულ და ჰიდროდინამიკურ არამდგრადობებს, ფაზურ გარდაქმნებს, ახალი ფორმების წარმოშობას, რომელთაგან ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს განსხვავებული, მაგრამ ფუნქციონალურად ურთიერთდამოკიდებული შესაძლებლობების საფუძველზე ცოცხალი ორგანიზმები. გალაქტიკები, ვარსკვლავთ გროვები და პლანეტები ძალზე საინტერესო კოსმოსური ობიექტებია. ირმის ნახტომის (ჩვენს) გალაქტიკაში, მზის სისტემაში და პლანეტა დედამიწაზე ეკოლოგიური პირობების შექმნა ისეთი სპეციფიური მექანიზმების შედეგია, რომელთა გამოკვლევა წარმოადგენს მეცნიერების მნიშვნელოვან თეორიულ და პრაქტიკულ ამოცანას.

საკვანძო სიტყვები: ეკოლოგია, ევოლუცია, ირმის ნახტომი, ფაზური გარდაქმნა, გალაქტიკა.

ითვლება, რომ გალაქტიკები ეს არის ვარსკვლავებისგან, პლანეტებისაგან, სხვადასხვა ტიპის დიფუზიურ ვარსკვლავთშორისი ნივთიერებებისაგან (პლაზმა, ატომები, მოლეკულები, მტვერაკები), ელექტრომაგნიტური კვანტებისაგან, რელატივისტური ნაწილაკებისაგან და ასევე მეცნიერებისათვის ჯერჯერობით უცნობი ნივთიერებებისაგან, რომელსაც პირობით ფარული მატერია უწოდეს, [1,2] შედეგენილი სისტემა. სხვა განსაზღვრებებში დომინირებს დინამიურობის, ასიმეტრიულობის, პულსაციის, ჰიდროსკოპული ეფექტების თემა [3]. ასევე ხაზგასმულია, რომ გალაქტიკა არის უწყვეტად და დინამიურად განვითარებადი სისტემა, რომლის სიცოცხლისეული რითმი არის დროის ფუნქცია და ხდომილებები კი არ აფიქსირებენ დროის სვლას, არა სიჩქარეები და ევოლუციის სახეები აითვლებიან რაღაც სკალაზე, არამედ თვით დრო აღნიშნავს (ქმნის) მოვლენებს და განსაზღვრავს ევოლუციას [4].

ევოლუცია შეიძლება განვიხილოთ როგორც თვითორგანიზებად პროცესთა უსასრულო ჯაჭვი, სადაც ციკლთაგან ყოველი მოიცავს არამდგრად მდგომარეობაში გადასასვლელ შედარებით მდგრად სტადიას. შემდეგ არამდგრადობა ქმნის თვითორგანიზაციის პროცესს, რომელიც შემდგომში წარმოშობს შედარებით მდგრადი ევოლუციური მდგომარეობის ახალ სტრუქტურას. მნიშვნელოვანია, რომ თვითორგანიზაციის ცალკეული ცვლილების დინამიკა ძირითად აღმოჩნდება არაწრფივი. მათ შორის გადასვლები ატარებენ ბიფურკაციის ხასიათს და ბევრ რამეში წააგავს თერმოდინამიკაში არსებულ ფაზურ გადასვლებს [5].

სამყაროსა და გალაქტიკის ევოლუციის კვლევის ახალი მიდგომა მდგომარეობს მასში, რომ გიგანტური მოლეკულური ღრუბლები და მათში ჩასახული ვარსკვლავები განიხილებიან როგორც ჩაკეტილი ეკოლოგიური სისტემის ანალოგები,

რომელთა წარმოშობის მექანიზმი მდგომარეობს მასში, რომ ყველა მასიური ვარსკვლავისა და ზეახალთა ყველა აფეთქების ქარების ერთობლივი მოქმედება მშობელთა ასოციაციის ირგვლივ წარმოქმნის ზეგარსს, რომლის გაფართოება მოლეკულური აირის ნარჩენებში ინიცირებს ვარსკვლავთწარმოქმნის ახალ ტალღას [6]. მეორე ნაშრომში შემოდის რუბრიკა „გალაქტიკური ეკოლოგიის“ სახელწოდებით, რომელიც არსებითად ჯერ კიდევ დაუმთავრებელი და გაუხსნელია [7]. ამჟამად მიმდინარეობს მკვრივი ვარსკვლავური სისტემების ეკოლოგიურ მახასიათებელთა შესწავლა [8].

გამოთქმულია მოსაზრება მასთან დაკავშირებით, რომ ცოცხალი ორგანიზმების წარმოშობა თეორიულად დასაშვებია ადრეული სამყაროს ეპოქაში, დაწყებული იმ პერიოდიდან, როცა მას შეუსრულდა ორი მილიონი წელი. სამყაროს ევოლუციის მიხედვით და ფიზიკური პირობების ცვლილებისას ცვალებადობდა ცოცხალი ნივთიერებების ფორმებიც. ასე რომ, ნივთიერების წარმოშობის ეპოქაში, ცოცხალი ორგანიზმების იმავე ფორმით არსებობა, როგორც დღესაა, შეუძლებელი იყო. ატომების წარმოშობის ერაში სივრცე იყო ბრტყელი და ორგანიზმების არსებობის შესაძლო ადგილი იყო მეტაგალაქტიკების 36°C ტემპერატურის მქონე გარეუბნები. სამყაროს გაფართოებისა და გაციების მიხედვით ცოცხალი არსებები გადასახლდნენ შესაფერის ადგილებში. განვლილ ეპოქებში სიცოცხლის ფორმები იცვლებოდა მრავალჯერ ვარსკვლავებამდელ ერაში. სამყარო ფართოვდებოდა და მიმდინარეობდა ვარსკვლავთშორისი სივრცის გაცივება და ვარსკვლავების წარმოშობა, რომლებზეც ხდებოდა ცოცხალი ორგანიზმების გადასახლება. როცა ჯერ კიდევ არ იყო პლანეტები ცოცხალი ორგანიზმების არსებობის შესაძლო ადგილი იყო აირთხევადმტვროვანი ღრუბლის სფერული ფენა 36,3°C ტემპერატურით. ეს სფერო მოთავსებული იყო იუპიტერისა და მერკურის ორბიტებს შორის. ვარსკვლავები იზადებოდნენ ცივი აირის ღრუბლებში. როგორც წესი გახურებისა და იონიზაციის წყაროს წარმოადგენდა ახალგაზრდა ვარსკვლავები, ამიტომ იონირებული აირის დიდი რაოდენობა მოწმობს ინტენსიურ ვარსკვლავთწარმოშობაზე. ცივი მოლეკულური ღრუბლები და მასთან დაკავშირებული კაშკაშა არეები კონცენტრირდებოდნენ გალაქტიკური სიბრტყის მახლობელ სპირალურ სახელოებში [7, 8].

გამოსაკვლევი მოვლენების ბუნების გასარკვევად მივმართეთ ფაზურ გადასვლებს. **რ. პენროუზი** თვლის [9], რომ **ჰამილტონ-იაკობის** შრომებიდან გამომდინარე [10], მექანიკის მატერიალურმა წერტილმა - ნაწილაკმა - ბუნების აღწერაში დაკარგა ფუნდამენტური როლი და გახდა მხოლოდ ერთ-ერთი შესაძლო ეფექტური კერძო მოდელი. ბუნებისათვის მატერიალურ სუბსტანციებს (ფიზიკურ ცვლადებს) წარმოადგენს არა ნაწილაკები, არამედ ენერგია და ინფორმაცია - ენტროპია. წარმოიქმნება ახალი ცნება სივრცის შესახებ: თითოეულ „ნაწილაკს“ თავისი ნაზრდი შეაქვს 6N-განზომილებიანი (სამი მდებარეობის კოორდინატი და სამი იმ-

პულისის კოორდინატი ყოველი ნაწილაკისათვის) ფაზური სივრცის მოცულობის ელემენტის განსაზღვრის შემადგენლობაში. ამ მოცულობაში **ჰამილტონის** განტოლების მეშვეობით აღწერენ სისტემის მოცემული ელემენტების სიმრავლეთა მოძრაობასა და მდგომარეობას. მაგალითად, ჩვენს მოლეკულურ აიროვან სივრცეს [10]. მყარი სხეულების სტრუქტურის აღწერისას ეყრდნობიან წარმოდგენებს კრისტალებისა და კვაზიკრისტალების შესახებ (მათში ირღვევა წესიერი გეომეტრიული ფორმების შეფუთვის პერიოდულობა). სიცოცხლის მნიშვნელოვან სტრუქტურას წარმოადგენენ კვაზიკრისტალები. „კრისტალის“ ცნების საფუძვლად ძვეს ერთნაირ კონფიგურაციაში ერთნაირი ატომებისაგან წარმოქმნილი ერთი და იგივე ელემენტის სივრცეში პერიოდული განმეორების პრინციპი. ელემენტის ფორმის მიხედვით სხვადასხვა იქნება კრისტალის გარეგანი სახე. მაგრამ კრისტალის მჭიდრო შეფუთვა უნდა ხდებოდეს ფაზურ სივრცეში, რამდენადაც ბუნების ელემენტარული მდგენელები თავის თავში უწყვეტად აერთიანებენ მდგომარეობასა და მოძრაობას. ფაზური სივრცის დამადასტურებელი **ჰაულის** აკრძალვის პრინციპი წარმოადგენს ასეთი შეფუთვის დამადასტურებელ წესს [11].

უხეში დაყოფის (ფლუქტუაციის) ერთი უჯრედის კუთვნილი ფაზური სივრცის წერტილები ერთმანეთისგან განურჩევლად (მაკროსკოპულად) ითვლებიან. ენტროპია იზდება იმიტომ, რომ ისრების მიმართულებით დაკვირვებისას დროთა განმავლობაში, როგორც წესი, გადავდივართ სრულ უფრო მსხვილ უჯრედებზე. უფრო მცირე ზომების უჯრედებზე გადასვლას მივყავართ ენტროპიის შემცირებაზე. ფლუქტუაციას თან ახლავს ენტროპიის შემცირება. ჩვეულებრივ ენტროპიის მნიშვნელოვანი დაქვეითება არ ხდება, მაგრამ ძალიან იშვიათ შემთხვევაში ხდება უზარმაზარი ფლუქტუაცია და ენტროპია შეიძლება არსებითად შემცირდეს და ხანგრძლივი დროის მანძილზე დარჩეს ასეთი დაქვეითებული [9].

ფაზური გადასვლები სამყაროსთვის თავიდანვეა დამახასიათებელი. სამყარო არასოდეს ყოფილა ცარიელი, ის წარმოადგენდა განსაკუთრებულ ფონურ ველს, რომელიც დღეს ცნობილია **ჰიგსის** ველის სახით, რომელშიც არ მოქმედებდნენ არანაირი ძალა-ენერგიები, გარდა გრავიტაციულისა და დომინირებდა სიმეტრია. გამონაკლისს წარმოადგენდა სინგულარობა - სამყაროს პროდუქტი, მისი ყველა ძალა-ენერგიის განსახიერება. სამი ურთიერთქმედების ძალის სინგულარობაში არსებული ძაბვების სიჭარბე წყდება წინანდელი ერთიანობის დაშლით და ფონური ველის კვანტების მასისა და მუხტის მინიჭებით.

სამყაროს გაციებასთან ერთად უნდა განხორციელებულიყო ფაზური გადასვლების პროცესები, სიმეტრიის სპონტანური რღვევები, რომლებიც ცვლიდნენ სივრცის ბუნებას, რაშიც ერთვებოდა ფონური ველი, რომელიც სუსტ ურთიერთქმედებას აიძულებდა ძლიერისაგან განსხვავებულად მოქცეულიყვნენ. მსგავსად იმისა, თუ როგორ გადადის წყალი მეტასტაბილურ მდგომარეობაში, როცა გარეგა-

ნი ტემპერატურა სწრაფად ეცემა წყლის გაყინვის წერტილზე დაბლა და შემდეგ იყინება, რითაც ასრულებს ფაზურ გადასვლას ფარული სითბოს გამოყოფით, სივრცის ბუნების ცვლილება იწვევს ფაზურ გადასვლებს გარეთ ენერგიის გადაცემით [9]. გრავიტაციული პროცესების შესწავლა გზას ხსნის ადრეული პერიოდის სამყაროს ფიზიკური მოვლენების გაგებისაკენ, რომლებიც მიმდინარეობენ კვანტურ-მქანიკურ დონეზე. შესაძლოა უცნაურად მოგვეჩვენოს გრავიტაციული ურთიერთქმედების არსებობა სამი სხვა ძალა-ურთიერთქმედების გამოყოფამდე, რამდენადაც მაშინ არ არსებობდა მასები, რომლებიც შექმნიდა გრავიტაციულ ურთიერთქმედებას. მაგრამ ეს აიხსნება პირველად ფონურ სივრცეში ანუ ფიზიკურ ვაკუუმში შინაგანი ფლუქტუაციების დაშვებით. ს. კარლიპი ვარაუდობს, რომ გრავიტაციის კვანტურ თეორიაში ფლუქტუაციას განიცდის თვით სივრცე-დრო და შესაძლოა, გრავიტაცია ვლინდება მხოლოდ სხვა ძალებთან და ნაწილაკებთან ურთიერთქმედებაში [12].

როცა კვანტური დონე უკან დარჩა და ყველაფერი იყო მზად, რომ მოქმედება დაწყებულიყო, დადგა ქიმიური, თერმოდინამიკური და მექანიკური პროცესების მიმდინარეობის პერიოდი. რაც შეეხება არაერთგვაროვნებისა და არამდგრადობის მდგომარეობათა ბუნებას, ისინი ვლინდებიან უკვე ფიზიკური ვაკუუმის დონეზე, სადაც უწყვეტად ხდება ვირტუალური ელემენტარული ნაწილაკების დაბადება, ურთიერთქმედება და გაქრობა. გარეგანი ველების არსებობის დროს ვაკუუმში მდგრადია, ე.ი. მასში მიმდინარე პროცესები არ იწვევენ რეალური (ხანგრძლივად არსებული) ელემენტარული ნაწილაკების წარმოშობას, ხოლო გარეგანი ველის არსებობისას ელემენტარულ ნაწილაკთა ნაწილი იძენს ენერგიას, რათა გახდეს რეალური. ეს პროცესი განაპირობებს გარეგანი ველის მეშვეობით ვაკუუმიდან ელემენტარული ნაწილაკების კვანტური წარმოშობის ეფექტს და მას ფაზურს უწოდებენ. გარეგან ველში ელემენტარული ნაწილაკების წარმოშობის მიზეზი შეიძლება იყოს ელექტრული ველი. სამყაროს ფორმირების საწყის პერიოდში გამოსხივება იყო ისეთი ცხელი, რომ სითბური მოძრაობების შედეგად ელექტრონები მოგლეჯილი იყვნენ ბირთვებიდან, ნეიტრალური ატომები არ არსებობდნენ და კოსმოსური გარემო იმყოფებოდა სრულ პლაზმურ მდგომარეობაში. კოსმოსური პლაზმის თავისებურებებს აკუთვნებენ ტურბულენტობას, გამოსხივებასთან ურთიერთქმედებას, ზეგამტარობას, მაგნიტო-ჰიდროდინამიკური ტალღების წარმოშობას მაგნიტური ძალების ზემოქმედების შედეგად [13].

გამოსხივება და იონირებული ნივთიერება, ერთმანეთთან ურთიერთქმედებისას ელექტრომაგნიტური ძალების გამო იმყოფებოდნენ თერმოდინამიკურ წონასწორობაში. ტემპერატურის შემცირების მიხედვით იწყება პირველადი ნუკლეოსინთეზის პროცესი: წარმოიქმნება ყველაზე მსუბუქი ელემენტების ბირთვები (დიდი რაოდენობით წყალბადისა და ჰელიუმის ბირთვები, ხოლო ასევე პროცენტის

ასეული წილით - ლითიუმი, ბერილიუმი და ბორი). ასე წარმოიქმნება პირველადი ნივთიერება ყველაზე ძველი ვარსკვლავების ფორმირებისთვის [14]. იმის შედეგად, რომ იცვლება ტემპერატურა, წნევა, სიმკვრივე, გარემო ვერ იქნება „მშვიდად“, როცა მასში მოქმედებს მიზიდულობის გაუწონასწორებელი ძალა. ასეთი მდგომარეობა არამდგრადია. კოსმოსური ფრაგმენტაციისა და სისტემების ფორმირების პროცესი რეგულირდება გრავიტაციული, ადიაბატური და ენტროპიული არამდგრადობის მექანიზმებით გარემოს საერთო სიმკვრივიდან საწყისი სუსტი გადახრა ძლიერდება, ე.ი. ადგილი აქვს შენელებულ გაფართოებას. კოსმოლოგიური გაფართოებიდან პირველად მოწყდა ნივთიერების უზარმაზარი მასები, რომლებიც გალაქტიკების გროვებისა და ზეგროვების მასების რიგის იყო. შემდეგ განვითარდა ამ მასების დანაწევრების პროცესი და წარმოიშვა ობიექტების კოსმოსური იერარქია.

გალაქტიკური სტრუქტურის ელემენტებს წარმოადგენდა სუსტი განრთქმული არარეგულარული წარმონაქმნები, რომლებიც ფიზიკაში მცირე შემფოთებებად იწოდებიან. მათ წარმოშობას წინ უსწრებდა მიკროსკოპული გადახრა ერთგვაროვნობიდან და იზოტროპულობიდან, რომლებიც თავიდანვე არსებობდნენ, შესაძლოა ერთი სინგულარობის სუპერძალიდან ოთხი ურთიერთქმედების ძალების გამოყოფის პროცესის შედეგად. დასაწყისში პლაზმის არაერთგვაროვნებები თითქოს შეყინული იყო გამოსხივების „შეუშვოთებელ“ ფონში, ისინი არ განიწოვებოდა და არ ძლიერდებოდნენ პირველი მილიონი წლის განმავლობაში. ზომებით ყველაზე მცირე შემფოთებებში მიმდინარეობდა შესქელებული პლაზმის თანდათანობითი დანაწევრება, მაგრამ ასეთნაირად შეიძლება გაქრეს მხოლოდ მზის ერთი მასის შესქელებები. ყველა უფრო დიდი მასშტაბის მქონე დარჩენილი ობიექტები, უცვლელი რჩებიან. წინანდელი ენტროპიული შემფოთებებიდან რეკომბინაციის შედეგად რჩება ნეიტრალური ატომების შესქელებები, რომელნიც შემდგომში დაბრკოლების გარეშე ძლიერდებიან გრავიტაციული არამდგრადობის გამო. ამისთვის აუცილებელია მხოლოდ ერთი პირობა, შემფოთების ზომა უნდა აღემატებოდეს ჯინსის სიგრძეს (კრიტიკული ზომა, რომლის დროსაც მიზიდულობისა და წნევის ანუ გარემოს დრეკადობის ძალები ერთმანეთის რიგის უნდა იყვნენ) [15]. ჯინსის სიგრძე მკვეთრად ეცემა და მისი ზომის რიგის არეში განლაგებულია მილიონამდე მზის მასა. მხოლოდ ასეთ შესქელებებს შეუძლია გამოეყოს და განმხოლოვდეს საერთო კოსმოლოგიური გაფართოებიდან. გრავიტაციული არამდგრადობა ამ შესქელებებს გარდაქმნის საკმაოდ მკვრივ ღრუბლებად, რომელთაც ექნება მეტნაკლებად სფერული ფორმა, მათი შემდგომი ევოლუცია გადადის თანდათანობით გაცივებაში, რასაც მოსდევს გალაქტიკების ცალკეული შესქელებები პროტოვარსკვლავებისა და ვარსკვლავთ გროვების სახით. როდესაც ჯინსის სიგრძე შესქელების ზომის მცირე გადამეტების შემთხვევაში გრავიტაცია დომინირებს, მაგრამ წნევა ისევ

არსებითია, შესქელება იღებს ისევ მეტნაკლებად სფერულ ფორმას. არსებობს ხდომილებათა თანმიმდევრობის რამდენიმე ევოლუციური სქემა, რამაც მიგვიყვანა ნივთიერების არსებულ კოსმოსურ სტრუქტურამდე. ერთ-ერთი მათგანის მიხედვით, პროცესი გულისხმობს ვარსკვლავებისა და გალაქტიკების წარმოშობას მეტა-გალაქტიკური მოლეკულური ღრუბლიდან. შემდეგ განმხოლოებული გალაქტიკური სტრუქტურები გარეგანი აგენტების გავლენით, ითვისებენ შინაგან სინერგეტიკულ ეფექტებს: ვარსკვლავები დროდადრო აფეთქებისას საკუთარ კინეტიკურ ენერგიას გატყორცნიან ვარსკვლავთშორის სივრცეში, რის შედეგადაც იცვლება ვარსკვლავთმახლობელი აირის ფიზიკა ისეთნაირად, როგორც ზეახალი ვარსკვლავის აფეთქებისას მყისიერი გამოფრქვევა ხდება. მოცემულმა მოვლენამ მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა მზის წარმოშობაში [8]. ასე ხდება მძიმე ელემენტარული ნაწილაკების დაბადება, რომლებიც არ არსებობდნენ ადრეული სამყაროს საწყის ეტაპზე და ამის შედეგად იქმნებოდა შესაბამისი პირობები პლანეტების ფორმირებისთვის. სწორედ ამ მიზეზით მძიმე ელემენტების შემცველობა მზეზე უფრო მაღალი აღმოჩნდა, ვიდრე ეს იყო მოსალოდნელი, გალაქტიკაში მისი მდებარეობიდან გამომდინარე. ალბათ, აქ ადგილი უნდა ჰქონდეს უნივერსალური მექანიზმის ამოქმედებას.

არსებობს ძლიერი ჰიდროდინამიკური მოძრაობების კონცეფციები. თავისუფალი კუმშვა ვერ განხორციელდება ერთნაირად, ყველა მიმართულებით ერთ ტემპში. თუ კუმშვის სიჩქარე, რომელიც მიმართულებით რამდენადმე მეტია, ვიდრე ორი სხვა მიმართულებით, მაშინ ამ მიმართულებით ღრუბელი უფრო სწრაფად შემცირდება ზომაში და ამ კუთხით მისი კუმშვის ძალა იქმნება უფრო დიდი, რაც მიგვიყვანს ღრუბლის შემკვრივებამდე, მისი ბლინის ფორმამდე. შეკუმშვის მიხედვით, აირის წნევა რომელიც თავიდან არავითარ როლს არ თამაშობს, თანდათან იზრდება და საბოლოოდ მან უნდა შეწყვიტოს კუმშვა. მაგრამ აქ წარმოიშობა ახალი მოვლენა: აირის მდორე კუმშვა იცვლება ე.წ. დარტყმითი ტალღის გენერაციით, წარმოიშობა კუმშვადი აირის წნევის, ტემპერატურისა და სიმკვრივის ნახტომისებური ცვლილებები. დროთა განმავლობაში საშუალო ფენის ორივე მხარეს წარმოიშობა სიჩქარისა და სიმკვრივის მკვეთრი ნახტომები. ე.ი. წარმოიქმნება ორი დარტყმითი ტალღა, რომლებიც განაცალკევებენ შიდა ფენების აირის კუმშვას გარეგანი „ახალი“ აირის კუმშვისაგან. დარტყმითი ტალღების ფრონტებზე მიმდინარეობს გარედან შემოჭრილი აირის კინეტიკური ენერგიის ნაწილის სითბოში გარდაქმნა. შეკუმშული აირი თბება და მისი ტემპერატურა იზრდება. ფენის შიდა მკვრივი არეები - პროტოგროვები - განიცდიან ფრაგმენტაციებს და ამზადებს გალაქტიკების წარმოშობის საფუძვლებს. გალაქტიკების მსხვილმასშტაბური განაწილებიდან გამომდინარე, ასეთი გაერთიანების სტრუქტურა მოგვაგონებს სფერული, ან ელიფსურ უჯრედებს, უფრო მეტიც - რაღაც რეგულარულ ჰარმონიულ სი-

ცარიელებს.

კ. ვაიცხევერს [16] ეკუთვნის ჰიპოთეზა, რომელიც შემდეგ განავითარა **გ. გა-
მოცმა** [17] იმის შესახებ, რომ გალაქტიკების ბრუნვითი მოძრაობები თავისი წარმო-
შობით განპირობებულია კოსმოსური გარემოს თავდაპირველი ბრუნვითი გრიგა-
ლური მოძრაობებით, რომლებიც წარმოიშვნენ იმავე პროცესში, რომელშიც გაჩნდა
თვით სამყარო და წარმოიქმნა საერთო გაფართოება. გრიგალური მოძრაობების
მნიშვნელოვან თვისებას წარმოადგენს მათი ნაკადში „ჩაყინვა“: გარემოს მოცემუ-
ლი ნაწილაკების მომცველი გრიგალი მათგან კი არ გადადის სხვა ნაწილაკებში,
არამედ მყარადაა მათთან დაკავშირებული და ნაკადის მიერ ხდება მათი ერთი ად-
გილიდან მეორეზე გადატანა. მაგრამ დიდი სიჩქარეების დროს წარმოიშობა ახალი
მოვლენა - ტურბულენტობა: გრიგალები ურთიერთქმედებენ ერთმანეთთან, მი-
მოცვლიან ენერგიას, იშლებიან უფრო მცირე მასშტაბის მოძრაობებად ან ერთიან-
დებიან და წარმოქმნიან უფრო დიდი მასშტაბის გრიგალებს. გარემოს თითოეული
ელემენტი ამ შემთხვევაში მონაწილეობენ ორ მოძრაობაში: საერთო გაფართოებაში,
რომელიც ხდება **ჰაბლის** სიჩქარით და შემთხვევითი სიჩქარის მქონე ქაოსური
გრიგალურ მოძრაობაში. გარემოს სხვადასხვა უბნების ერთმანეთზე ზედდება იწ-
ვევს, ან გაიშვიათებას, ან შესქელებას. რეკომბინაციის ეპოქაში ნივთიერების იონი-
რებული მდგომარეობიდან ნეიტრალურში გარდაქმნა ნაწილაკებს ათავისუფლებს
გამოსხივების ფოტონური ბმებისაგან და ამის გამო გარემოში საკმაოდ სწრაფად
ეცემა ბგერის სიჩქარე და წაშლილ რამდენიმე კილომეტრის ტოლი ხდება. ამ ეპოქაში
პირველადი გრიგალების სიჩქარე სულ მცირე 100-ჯერ მეტი უნდა იყოს ბოლო სი-
დიდეზე. ამიტომ გრიგალური მოძრაობები საწყის ეტაპზე მყოფი ბგერამდელიდან
გარდაიქმნება ზეგერით სიჩქარედ. ამრიგად აღიძვრებიან დარტყმითი ტალღები,
რომლებსაც შეუძლია აირის შეკუმშვა და ამის გარდა საკმაოდ მკვერივი სხეულების
წარმოშობა [12].

გალაქტიკამდელი შემფოთებები ფორმირდებიან აირის სუსტი შესქელებების
ერთობლიობის სახით, რომელთაგან თითოეული იწყებს პირველადი ნივთიერებე-
ბის ურთიერთ კოსმოლოგიური განლტოლვის სიჩქარეზე დამატებული სიჩქარით
მოძრაობას. განსაკუთრებული ინტერესის შემცველია სიტუაციები, როცა ადგილი
აქვს ღრუბელთა შეჯახებას, რომლის დროსაც წარმოიქმნება შეკუმშული აირის ფე-
ნა, სიმკვრივის, სიჩქარისა და ტემპერატურის ნახტომისებური ცვლილებებით.
დარტყმითი ტალღა - ასეთი ნახტომის განსაკუთრებული ტიპია, რომლის დროსაც
იცვლება ფრონტის მართობული სიჩქარის კომპონენტი, ხოლო მხები უცვლელი
რჩება. თუ დარტყმითი ტალღის ფრონტზე შემოჭრილი ნაკადი უგრიგალოა, მაშინ
ფრონტის გადაკვეთისას ის გადაეწყობა და შეიძლება გახდეს გრიგალური. აიროვა-
ნი მასების არაცენტრალური დაჯახების დროს თითოეული ღრუბლის მასალა არა
მარტო ქუცმაცდება, არამედ ცოცავს ერთი ღრუბლის მეორისგან გამყოფი ზედაპი-

რის გასწვრივ. მხეხი (ტანგენციალური) სიჩქარის ასეთი წყვეტა დიდხანს ვერ არსებებს და იშლება დროთა განმავლობაში. საწყისი მცოცავი ტანგენციალური მოძრაობის სიჩქარეები საწყისს უქმნიან გრიგალურ მოძრაობებს შეკუმშული აირის ფენაში.

ამ ჰიდროდინამიკური არამდგრადობის ბუნება შეიძლება წარმოვადგინოთ როგორც ორი მეზობელი ფენის მხეხი სიჩქარის ნახტომი, როგორც ტანგენციალური წყვეტა, გრიგალი, რომელიც მოთავსებულია მოლეკულური აირის ღრუბელთა უგრიგალო მოძრაობიდან წარმოქმნილ სიბრტყეში, როცა ამ ღრუბელთა ზეგერითი შეჯახება წარმოშობს არაეოლუციურ (გარეგანი მიზეზით გამოწვეულ და არა მოძრაობის საკუთარი ეოლუციით) ჰიდროდინამიკურ წყვეტას. ლაპარაკია ეოლუციური პროცესების შერწყმაზე, როცა ადგილი აქვს აირის მოცემულ მასაში გრავიტაციული არამდგრადობის განვითარებას და არაეოლუციური პროცესების შესახებ, რომელთა შედეგს წარმოადგენს მხეხი წყვეტები (წყვეტების სისტემა) და აირის მასაში სხვადასხვა მხარეს გავრცელებული დარტყმითი ტალღები.

ტანგენციალური წყვეტების არეებში წარმოიშობა ქაოსური მოძრაობები, რომელთაც გააჩნიათ სხვადასხვა მასშტაბები და ინტენსიობები და ენერგიას იღებენ აირის მხეხი მოძრაობიდან. ზოგადად გარემოს ქაოსურ მოძრაობაში ადგილი აქვს დაგრიგალებებს. კერძოდ, თვით ტანგენციალური წყვეტა - ეს უკვე გრიგალია სიბრტყეში ლოკალიზებული. ამ დროს ტანგენციალური წყვეტიდან წარმოქმნილი შემფოთებები თან წარიტაცებენ მხოლოდ ენერგიას და არა დაგრიგალებებს [12], გრიგალს შეუძლია გაჩნდეს და გაქრეს, მაგრამ სუფთა უგრიგალო მოძრაობა შეუძლებელია. მაგრამ გრიგალი არ წარმოიშობა და არ ისპობა, თუ ჰიდროდინამიკურ მოძაობებში არ არის წყვეტები, არაბაროტროპულობა, სიბლანტე.

მნიშვნელოვანი დაგრიგალების მქონე შემფოთებების წარმოშობა და გაძლიერება, ხოლო შემდეგ ტანგენციალური წყვეტების გრიგალებად დაშლა განაპირობებს პროტოგროვების ფენაში, ინტენსიურ შიდა მოძრაობებს, რომელიც წარმოიშობა გალაქტიკათშორისი გარემოს უმსხვილესი ღრუბლების ზეგერითი შეჯახებისას. გრიგალური მოძრაობების რთული აბურდული ხასიათი, რაც მხეხი წყვეტების არამდგრადობითა და დაშლითაა გამოწვეული, აიროვან პროტოგროვებში უშვებს ტურბულენტობის განვითარებას. ასე, რომ გალაქტიკათშორისი გარემოში წარმოიქმნება ტურბულენტური ფენები, რომელშიც, აირი შეკუმშულია, ძლიერ გაცხელებული და რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, გააჩნია შიდა გრიგალური ბრუნვითი მოძრაობები. თუ მთელი წარმონაქმნის მასა გალაქტიკების გროვების მასის რიგისაა, მაშინ შიდა გრიგალები მოიცავს აირის მასებს, რომლებიც ცალკეული გალაქტიკების მასების სადარია. განმხოლოება და გრავიტაციული გრიგალური კონდენსაცია მათ გარდაქმნის სწრაფად მბრუნავ სპირალურ გალაქტიკებში. ყველაზე მსხვილი გრიგალები წარმოიქმნება მოძრაობათა ერთობლიობაში: ტურბულენტუ-

რი ფენები - პროტოგროვები - გრიგალური ბირთვები. თავისი ენერგიით მათ შეუძლია შეინარჩუნოს და კვებოს მცირე მასშტაბის გრიგალები. დროის მიხედვით ყალიბდება გრიგალთა მწყობრი იერარქია მცირე რაოდენობის მსხვილი გრიგალებიდან მცირე ზომის დიდი რაოდენობის გრიგალებზე ენერგიის კასკადური გადაცემით. პროტოგალაქტიკური გრიგალები წარმოიშობიან იზოტროპულად გაფართოებად სამყაროში მეტაგალაქტიკური სტრუქტურის მთელი წინმსწრები ევოლუციის როგორც კანონზომიერი შედეგი. თვით ის მოძრაობები, რომლებიც ქმნიან მსხვილმასშტაბურ შესქელებებს - მეტაგალაქტიკური გარემოს ღრუბლები, პროტოგროვების ფენებში წარმოქმნიან შიდა ტურბულენტურ გრიგალებს [12].

არამდგრადობისა და დინამიკური ქაოსის შედეგად შექმნილი სამყაროს უზარმაზარი მასები თავისი ზემოქმედებით ამცირებენ განუზღვრელობას, ე.ი. ქაოსობას ნაწილაკების მოძრაობაში [18].

ვარსკვლავთა რადიაციის, ზეახალ ვარსკვლავთა ანთებებისა და ვარსკვლავური ქარის ზემოქმედებით ადგილი აქვთ ვარსკვლავური აირის ცივი ფაზიდან ცხელ ფაზაში გადასვლას. ქაოსურად მოძრავი დიფუზიური ღრუბლების შეჯახებებს მივყავართ მათ შეერთებამდე და კონცენტრაციამდე, რის შედეგადაც წარმოიშობა გიგანტური მოლეკულური ღრუბლები, რასაც თან მოსდევს ეროზია, გრავიტაციული არამდგრადობისა და ვარსკვლავთწარმოქმნის ახალი ფაზის დადგომა [12].

მოვლენათა არსი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, რომ „ვარსკვლავთშორის გარემოში ციკლურ ცვლილებებს აქვთ ისეთივე ბუნება, როგორც პერიოდულ ცვლილებებს მარტივ ეკოლოგიურ სისტემებში“. მაგალითად, კუნძულის ჩაკეტილ ეკოლოგიურ სისტემაში განსაზღვრული პერიოდულობით დაიკვირვება კურდღლების, ირმებისა და ფოცხვერების რაოდენობების მკაფიო მინიმუმები და მაქსიმუმები. მტაცებელთა როლში შეიძლება მოვიაზროთ ულტრაიისფერი რადიაცია, ზეახალ ვარსკვლავთა ანთებები, რომლებიც შლიან გიგანტურ მოლეკულურ ღრუბლებსა და წარმოიქმნება ვარსკვლავები. ამ შემთხვევაში სპირალურ გალაქტიკებში ასეთი მსხვილმასშტაბური გრძელპერიოდული ციკლები წყდება სიმკვრივის სპირალური ტალღების გავლის დროს. ამიტომ აღწერილი სურათი ყველაზე თვალნათლივ რეალიზდება ირეგულარულ გალაქტიკებში. ისინი შესაძლებელია კორონაციის არეებში, ან სპირალური გალაქტიკების პერიფერიებში, ჩვენი გალაქტიკის ანალოგიურად [19].

უნდა აღინიშნოს, რომ გალაქტიკა არაა მყარი სხეული, არამედ წარმოადგენს ცალკეული ობიექტების ერთიანობას, რომელიც შეკავებულია საერთო გრავიტაციული ველით. გალაქტიკები არ ბრუნავენ მყარი სხეულისნაირად. მათი სხვადასხვა მდგენელები ასევე მოძრაობენ. მათ შეიძლება ჰქონდეთ ბრუნვის სხვადასხვა სიჩქარეები ცენტრიდან ერთსა და იმავე მანძილზეც კი. ამ დროს თითოეული ობიექტი

აღწერს რთულ ჩაუკეტელ ტრაექტორიას გალაქტიკების მასური ცენტრის ირგვლივ. გალაქტიკების ბრუნვის ხასიათზეა დამოკიდებული მის დისკზე სპირალური შტოების ფორმა და ორიენტაცია.

ფორმირების ხანგრძლივი გზის გავლის შემდეგ, გალაქტიკები წარმოგვიდგებიან, როგორც ემპირიული ობიექტები მათი საერთო და უნიკური მახასიათებლებით, რომელთა მიხედვითაც ჩვენ ვახდენთ მათი ევოლუციის რეკონსტრუქციას. ჰაბლის კლასიკურ კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს გალაქტიკების დამზერილი ფორმები [20,21]. შემდგომში უ. მორგანმა გაანალიზა მათი ცენტრალური კონდენსაციის ოპტიკური სპექტრი და სისტემის ცენტრისაკენ ვარსკვლავთ კონცენტრაციის ხარისხი და გააკეთა დასკვნა გალაქტიკათა ევოლუციის მიმართ. ჟერარდ დე ვაკულერმა გაარკვია სპირალური გალაქტიკების კლასიფიკაცია და დაასკვნა, რომ არაწესიერი გალაქტიკები წარმოადგენენ მათი ისტორიის ნაწილს [22]. ვან დერ ბერგმა მორფოლოგიური ანალიზი შეადარა ნათობის ტიპის მიხედვით გალაქტიკების კლასიფიკაციას [23]. თანამედროვე კლასიფიკაციები გამოყოფს ბირთვების აქტიურობის თვისებებს და მათში ენერგიის გამოყოფის ფორმებს.

თავისებურ პერიოდულ ცხრილამდე კიდევ შორსაა, მაგრამ გალაქტიკების კლასიფიცირება თანდათან რთულდება და თავის თავში მოიცავს შემდეგ ტიპებს:

ა) სპირალური. მათ ყოფენ ორ ქვეტიპად: ნორმალური სპირალები (S) და გადაყვანები ანუ გადამკვეთი (ბარიანი) სპირალები (SB). ორივე ქვეტიპი იყოფა სახელოთა (შტოების) სიმრავლის ხარისხის მიხედვით: S_a -მკვეთრად მომრგვალებული სახელოებიდან S_c -მათ შორის დიდი მანძილების მქონეებამდე. ეს უკანასკნელნი სწრაფად შორდებიან გალაქტიკების ცენტრს. ასეთ მიმდევრობას ქმნიან გადაკვეთილი სპირალებიც: SB_a , SB_b , SB_c . სპირალური გალაქტიკების ქვეჯგუფებს ჰაბლი უწოდებდა ადრეულს $I(S)_{\text{Ia}}$ და SB_c , შუალედურებს (S_b და SB_b) და გვიანდლებს (S_c და SB_c);

ბ) ელიფსური. შემდგომში შემოიღეს კლასიფიკაცია, რომელიც მათ ყოფდა კომპაქტურ, გლობალურ და გვიანდელ ტიპებად;

გ) უწესო ანუ ირეგულარული.

ოდნავ ვარიერებული ფორმით ჰაბლის კლასიფიკაცია დღესაც გამოიყენება. არსებითია, რომ კლასიფიკაციები წარმოადგენენ გალაქტიკების უზარმაზარ სახესხვაობებს. ამა თუ იმ მოვლენის გამო თითქმის ყოველი მათგანი უნიკალური და განუმეორებელია. ბირთვების მახასიათებელი გამოვლინებების მიხედვით გალაქტიკები იყოფიან სეიფერტულ, რადიგალაქტიკურ, კვაზარულ და ლაცერტიდულ ჯგუფებად. თითქმის ყოველთვის ვარსკვლავები ყალიბდებიან გალაქტიკების დისკებში, რომელშიც კონცენტრირდება ვარსკვლავთშორისი გარემო [1]. ვარსკვლავთწარმოშობის ტემპი და არეების განლაგება, რომლებშიც ხდება მათი დაბა-

დება, დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, რომლებიც აჩქარებენ, ან ანელებენ, აირის ვარსკვლავებში გარდაქმნის პროცესს. ამ ფაქტორების გამოვლენა პირდაპირაა დაკავშირებული გალაქტიკების მორფოლოგიაზე, რამდენადაც მათი გარეგანი სახე თითქმის სრულად განისაზღვრება მათში ვარსკვლავთწარმოქმნის არეების განაწილებით.

ტიპებით მახლობელ სპირალურ სისტემებს შორის განსხვავება შეიძლება განვიხილოთ ორი გალაქტიკის მაგალითზე. ესენია - ირმის ნახტომი და ანდრომედას ნისლული და მათი მორფოლოგიური ტიპები $S(B)bc$ და Sb . ფორმით ისინი თითქმის არ განსხვავდებიან, მაგრამ ფიზიკური თვისებებით განსხვავებები სავსებით არსებითია. მიუხედავად იმისა, რომ მათი დისკები მეტნაკლებად მსგავსია, სფერული ქვესისტემები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან: ანდრომედის ბალჯის ნათობა სამჯერ აღემატება ჩვენი გალაქტიკისას. მასში მნიშვნელოვნად მეტია სფერული გროვები, ხოლო პერიფერიებში მოთავსებულია ორი ძლიერი ელიფსური თანამგზავრი. ამავდროულად ირმის ნახტომის პერიფერიულ ნაწილში ჩვენ ვხედავთ ორ მსხვილ უწყსო თანამგზავრს - მაგელანის ღრუბლებს და ჩვენს დისკში აირის შემცველობა რამდენადმე მაღალია. შესაძლოა, ეს განსხვავებები რაღაცნაირად იყვნენ ერთმანეთთან დაკავშირებული? დისკებში აირის მსგავსი განაწილების დროს ჩვენს გალაქტიკაში ვარსკვლავთწარმოქმნის ტემპი ნიშვნელოვნად მაღალია, ვიდრე ანდრომედში, ამიტომ ამ გალაქტიკების ჩათვლა ერთმანეთის ასლებად გაუმართლებელი იქნებოდა. განსხვავება ეხება მორფოლოგიურ ტიპებს, ღერძების თანაფარდობებს, სიჩქარეთა დისპერსიებს და ბალჯში სფერულ გროვათა რაოდენობებს. ასევე გასათვალისწინებელია დისკის მახასიათებლები: ნათობები, ფერის მაჩვენებლები, აირის შემცველობები, ბრუნვის სიჩქარეები, ინფრაწითელი ნათობები და აირის გრადიენტები. იმისათვის, რომ ერთმანეთს მივამსგავსოთ ორი გალაქტიკა, დაგვჭირდება პროცესების მართვა პროტოგალაქტიკების ღრუბლების ფორმირების ეტაპზე, და შესაძლოა მათაც არ ექნებოდა შესაბამისი შედეგი სამყაროში გალაქტიკების არაერთგვაროვანი ადგილამდებარეობის გამო.

ჩვენი გალაქტიკა სპირალურია. სპირალური სახელოების წარმოშობის ერთ-ერთი თეორია ამბობს სიმკვრივის ტალღებზე, რომლებიც ვრცელდებიან ვარსკვლავურ დისკებზე, ისე როგორც წყლის ზედაპირზე. მეორე მიდგომა ეფუძნება მას, რომ სპირალურ შტოებს შეიძლება არც კი გააჩნდეს ტალღური ბუნება. მოკლე სპირალური უბნები გამოწეილია დისკის დიფერენციალური ბრუნვით, რაც დაკავშირებულია ვარსკვლავთა დაბადების უწყვეტად წარმოქმნით და გამქრალ არეებთან. ვარსკვლავთწარმოქმნით მომწიფებული არეები ასტიმულირებენ ვარსკვლავთა მეზობელ არეებში წარმოშობას, ასე რომ აირის არსებობის შემთხვევაში მთელ პროცესს ექნება მიუღწევადი ხასიათი.

ყველა ვარსკვლავი შედის ამა თუ იმ სისტემის შემადგენლობაში. აქამდე ასტრონომიას არ აღმოუჩენია მნათობი, რომელიც თავისუფლად და განმარტოებულად იმოძრაებდა სამყაროში. ვარსკვლავური სისტემების კლასიფიკაცია მოიცავს: 1. ორმაგ და ჯერად (სამმაგი და ა.შ.) ვარსკვლავურ სისტემებს, რომელთა რაოდენობაა ~ 50%; 2. გაბნეული ვარსკვლავური გროვები; 3. სფერული ვარსკვლავური გროვები; 4. ვარსკვლავური ასოციაციები; 5. ვარსკვლავური აიროვანი კომპლექები [21]. ვარსკვლავები იზადებიან დიდი ჯგუფებით. ფორმირების პერიოდში ისინი ძალიან მკვრივებია, მაგრამ არსებობს რამდენიმე მოვლენა-მიზეზი, რომელთა ძალითაც გროვები ნაწილობრივ, ან მთლიანად იშლებიან. ყველაზე მნიშვნელოვანი ფორმირებადი გროვებიდან ვარსკვლავთშორისი აირის ნარჩენების გამოფრქვევაა. წარმოშობილი ცხელი პლაზმური სფერო თავის მაღალი წნევით არღვევს მშობელ ღრუბელს, და ვარსკვლავთა ახალწარმოქმნილი ჯგუფი აღმოჩნდება იმ „ჩამჭერიდან ამოდებული“, რომელიც იყო მასიური ღრუბელი. ამ ახალწარმოქმნილ ვარსკვლავთ ჯგუფს ელოდება სამი შესაძლო ფინალი: ა) ვარსკვლავთა ქაოსური მოძრაობა იმდენად სწრაფია, რომ ისინი გადალახავენ ურთიერთმიზიდვას და სამუდამოდ განილტოლვებიან წარმოშობის ადგილიდან: წარმოიშობა ახალგაზრდა ვარსკვლავების გაფართოებადი ღრუბლები - ასოციაციები; ბ) ვარსკვლავთა ურთიერთმიზიდვა საკმარისია, რომ ისინი ადგილზე დარჩნენ: წარმოიქმნება გრავიტაციულად შეკავშირებული სისტემა - ვარსკვლავური გროვა; გ) ნელა მოძრავი გროვა რჩება ადგილზე და წარმოშობს გრავიტაციულად შეკავშირებულ გროვას, ხოლო უფრო დინამიურები განილტოლვებიან ასოციაციების სახით.

გალაქტიკების ისტორიაში ყველაზე ძველი მოწმეებია ვარსკვლავთა სფერული გროვები, რომელთა რაოდენობა სულ 180-ია და ასევე გაბნეული გროვები, რომლებიც 2200-მდეა დაფიქსირებული და ორივე ერთად მხოლოდ 2%-ს შეადგენს. გამოვლენილია ძალიან დაშორებული ძნელად დასაკვირვებელი ძველი სფერული გროვებიც, რომელთა თავისებურებაა ერთობ დიდი მასა და მცირე ზომები. რაც უფრო შორსა ვართ გალაქტიკის ცენტრიდან, მით მეტია უხილავი მასის (ფარული მატერიის) ნაწილი: ვარსკვლავები და აირი იქ საერთოდ არ შეიმჩნევა, ხოლო მიზიდულობის წყარო დაიკვირვება. მაგრამ მზის მახლობლობაში ფარული მატერია ძალზე მცირეა.

გალაქტიკების წარმოშობის თანამედროვე თეორია, ამტკიცებს, რომ მსხვილი ვარსკვლავიერი სისტემების ფორმირებისათვის საწყის მასალას წარმოადგენდა სივრცეში არაერთგვაროვნად განაწილებული ფარული (ბნელი) მატერია. მისი ბუნება ლოკალიზებულია უცნობი ტიპის ელემენტარულ ნაწილაკებში, რომელთაც არ გააჩნია ძლიერი ურთიერთქმედება და ელექტრული მუხტი, ე.ი. არაა ეს ბარიონული ნივთიერება და ჩვეულებრივი აირი (წყალბადურ-ჰელიმიური პლაზმა), რომლის კუმშვამ და გაცივებამ ფარული მატერიის გრავიტაციულ ველში განაპი-

რობა ვარსკვლავთა უსწრაფესი წარმოშობა და გალაქტიკების სტრუქტურების ფორმირება.

გალაქტიკების ყველაზე სწრაფი ზრდა მიმდინარეობს პირველ 1-2 მილიარდ წელში. ჩვენს გალაქტიკაში იმ ეპოქიდან შემორჩა სფერულის მსგავსი გროვები და სქელი დისკების შემქმნელი ყველაზე ძველი ვარსკვლავები. ევოლუციასთან ერთად ელიფსურმა გალაქტიკებმა სწრაფად დაკარგეს ვარსკვლავთშორისი აირის მარაგები, ვარსკვლავთა ფორმირება შეჩერდა და სისტემების უმეტესობა ნელა ბერდებოდა, არსებული ცვლილებების გარეშე. ოდნავ მოგვიანებით შეწყდა ვარსკვლავთწარმოქმნა იმ გალაქტიკებში, რომელთაც ასტრონომები ლინზისებურს უწოდებენ [24]. სხვა საქმეა სპირალური და არაწესიერი გალაქტიკები. მათი ჩამოყალიბება გაიჭიმა მილიარდობით წელი და დღესაც არაა დასრულებული. ეს შეიძლება დაკავშირებული იყოს ვარსკვლავთწარმოქმნაზე აირის უფრო კანონზომიერ ხარჯვაზე და ასევე გალაქტიკათშორისი სივრციდან მათში აირის ახალი ულუფის მუდმივ შემოდინებაზე.

ჩვენი გალაქტიკის დისკის ვარსკვლავთა ქიმიური შედგენილობა პრაქტიკულად არ შეცვლილა უკანასკნელი 8-9 მილიარდი წლის მანძილზე, რაც მიუთითებს გალაქტიკების ურთიერთქმედებისა და შერწყმის წამყვან როლზე მათ ევოლუციაში. ხოლო ყოველი შერწყმა - ეს მთელი სისტემის მასის არა მარტო ზრდაა, არამედ ელიფსური გალაქტიკის ვარსკვლავთა ლითონური შემცველობის მომატებაცაა.

ალტერნატიული თვალთახედვა მასში მდგომარეობს, რომ გალაქტიკის ფორმირებაში ფუნდამენტური წვლილი შეაქვს არა ფარულ მატერიას, არამედ ბარიონულ ნივთიერებებს, რომელიც გრავიტაციული ზემოქმედებით კონცენტრირდება ჰალოს ირგვლივ ფარულ მატერიასთან ერთად.

ამრიგად, ადრეულ სამყაროში პირველად ფორმირდებიან მცირე ბნელი ჰალოები, ხოლო მასში - ჯუჯა გალაქტიკები. ბნელი ჰალოების ფორმირების აირი, რომელიც შეადგენს ბნელი მატერიის ~ 25%. სფერულ მოცულობაში თანაბრად ნაწილდება ბნელი ჰალო, რომელიც უზრუნველყოფს შეკუმშვის შეჩერებისათვის საკმარის წნევას. შემდეგ აირი თანდათან გამოსხივდება, ცივდება და ილექება დისკზე, რამდენადაც ენერგია თან მიაქვს გამოსხივებას, ხოლო იმპულსი არსად არ ქრება. აიროვან დისკში იწყება ვარსკვლავთწარმოქმნის პროცესი: მცირე ბნელი ჰალოს ცენტრში ყალიბდება მცირე ზომის დისკური გალაქტიკა. ურთიერთგრავიტაციის მოქმედებით მცირე ბნელი ჰალოები განაგრძობენ დაახლოებას, დაჯგუფებას და შერწყმას. ორი ბნელი ჰალოს შერწყმისას, მათი ორი დისკური გალაქტიკა ასე შეერწყმიან ერთმანეთს (დროში ერთმანეთისგან შეყოვნებით) და წარმოქმნიან ერთ ელიფსურ გალაქტიკას. შემდეგ თითქმის ჩამოყალიბებული გალაქტიკა ერწყმის მეორეს და წარმოქმნის უფრო მსხვილ ელიფსურ გალაქტიკას. ციკლები შეიძლება განმეორდეს [7, 21].

ამასთან დაკავშირებით მიზანშეწონილია განვიხილოთ გარედან ძალა-ენერგიის მოდინება, როგორცაა ირმის ნახტომის გალაქტიკის ფუნქციონირების მექანიზმის ნაწილი. სრულ იზოლაციაში არ შეიძლება მოხვედრილიყო ვარსკვლავი, რომელიც შეიძლებოდა დაშლილიყო ელემენტარულ ნაწილებად. ჩვენი გალაქტიკის განუხრელი მიახლოების პროცესი ანდრომედას ნისლეულის გალაქტიკასთან წარმოადგენს ასეთი სახის მექანიზმის გამოვლენას.

გალაქტიკების მორფოლოგიური ტიპების ფორმირების საკვანძო საკითხი ხდება მისი დროითი სკალა. კოსმოლოგიურ მოდელში გრავიტაციული შექუჩება ბნელი მატერიისათვის დასაწყისში მიმდინარეობს ტალღურად, შემდეგ იშლება ნამცეცხად, შემდეგ ისინი კოლაფსირებენ და იწყება ერთმანეთთან დაახლოება და შერწყმა გრავიტაციული ზემოქმედების შედეგად. ამ მოდელში გრავიტაციული იერარქიული თავმოყრის კონცეფციის ჩარჩოებში ყველა დრო საკმაოდ მკაცრადაა განაწილებული. მაგალითად, მასიური ელიფსური გალაქტიკები უნდა ჩამოყალიბდნენ სულ ბოლოს და შედარებით არც თუ დიდი ხნის წინ [7].

გალაქტიკების გლობალური ევოლუციით მართული ფიზიკური მექანიზმების კლასიფიკაცია მოიცავს ორ ძირითად მახასიათებელს: სივრცის მასშტაბებსა (შინაგანი და გარეგანი) და დროის მასშტაბებს (სწრაფი და ნელი). მექანიზმის სიჩქარე ფასდება მახასიათებელი დროის ფარდობით ორი მნიშვნელობით მახლობელ დინამიკურ დროსთან: გალაქტიკის ბრუნვის პერიოდთან და მისი თავისუფალი ვარდნის დროსთან, ე.ი. კოლაფსთან. ცალკეული გალაქტიკის ფარგლებში სწრაფი მექანიზმები - ესაა რამდენიმე ასეული მილიონი წლების განმავლობაში მოქმედი მექანიზმები. ნელი მექანიზმები გალაქტიკაში ქმნის მნიშვნელოვან ცვლილებებს მხოლოს მილიარდობით წლების განმავლობაში.

შიდა მექანიზმები მოქმედებენ იზოლირებულ გალაქტიკებში. გარეგანი მექანიზმების გასაშვებად აუცილებელია გვერდითი ძალები (აგენტები) - მეზობელი გალაქტიკები, ან გალაქტიკათშორისი გარემო, რომელიც ახორციელებს ვარსკვლავთწარმოქმნას, აირის წრებრუნვას და ლითონებით გამდიდრებას. ენერგოგამოყოფა ხდება ვარსკვლავური ქარის მეშვეობით და ზეახალი ვარსკვლავების აფეთქებით. შიდა საუკუნებრივი ევოლუციის მექანიზმებს შორის აღსანიშნავია გალაქტიკის დისკში ბარიონული ნივთიერების წანაცვლება (პირველ რიგში აირის გადაადგილება, შესაძლებელია თუ არსებობს იმპულსის გადანაწილების მექანიზმი). მათ შორის აირისა და ვარსკვლავების მომენტების ეფექტური გადაადგილება მიმდინარეობს, თუ დისკში ირღვევა ღერძული სიმეტრია და ვარსკვლავებისა და აიროვანი ღრუბლების ორბიტები, რომლებიც წარმოადგენენ ბრტყელ წრეწირებს ღერძსიმეტრიულ პოტენციალში. მათი ცენტრი მოთავსებულია გალაქტიკის დისკის ცენტრში და არსებითად არაწრიული ხდებიან.

გარე საუკუნეობრივი ევოლუციის შემთხვევაში მოქმედებენ გალაქტიკების

ურთიერთქმედებასთან დაკავშირებული გრავიტაციული ეფექტები.

ლიტერატურა

1. Zeilik H. Astronomy. New York, 1994.
2. ადეიშვილი თ. ასტროფიზიკის საფუძვლები. ქუთაისი, 2015.
3. Шуваев Г. Концепция научной картины Мира. Циклоническая Вселенная. Ярослав. 2014.
4. Paraev V. A. Philosophy of sciences, №3, 2009.
5. Ebeling W., Feisel R. Chaos and cosmos, M., 2005.
6. Лозинская Т. Взрывы звезд и звездный ветер в галактиках. Москва, УРСС, 2013.
7. Galaxies. Moscow, Fizmatlit Publ., 2013.
8. Tsvart S. Scientific American, №1, 2010.
9. Penrose R. The Emperor`s New Mind: Concerning Computers, Mind and The Laws of Physics. M., 2003.
10. Ландау Л., Лифшиц Е. Механика, М., Физматлит, 2004.
11. Hazen A. The Intelligence of Nature and the Human Mind. M., 2000.
12. Carlip S. Scientific American, №12, 2012.
13. Левитан Е. Физика Вселенной: экскурс в проблему. Москва, УРСС, 2013.
14. Gurevich L. Chernin F. The Origin of Galaxy and Stars. M., 2013.
15. ↑Астронет. Гравитационный коллапс. www.astronet.ru Дата обращения: 15.04.21. Архивировано ↑ 15.04.21.
16. Weitsakker C.F. Von. Physics and Philosophy. The Physicists Conception of Nature. Ed. J. Mehra. Dordrecht Boston, 1973.
17. Gamow G. Creation of the Universe. Viking Press, 1952.
18. Янчилин В.Л. Квантовая теория гравитации. М., УРСС, 2002.
19. Лозинская Т. Взрывы звезд и звездный ветер в галактиках, М., УРСС, 2016.
20. ↑Hubble E.P. Extragalactic nebulae [1] (ინგლ.)//Astrophys. J., Vol. 64, 1926.
21. ადეიშვილი თ. და სხვ. ასტრონომიის საფუძვლები. II ნაწილი, ქუთაისი, 2015.
22. ↑Gerard De Vaucauleurs // GenevaStar [↑].
23. ხარაძე ე. ასტრონომიის ამოცანები, მეთოდები და მიღწევები უძველეს დროიდან მიმდინარე საუკუნის მიწურულამდე. თბილისი, მეცნიერება, 1995.
24. ხარაძე ე. ზოგადი ასტროფიზიკის კურსი. თბილისი, თსუ-ის გამომცემლობა, 1982.

Evolution and ecology of Galactic processes

SUMMARY

Evolution of galactic processes reveals gravitational and hydrodynamic instability, phase transition, emergence of new forms, including living substance. Different but functionally interrelated possibilities are responsible for them. Galaxies, clusters and planets unique. Ecological conditions in the Milky Way galaxy, in the Solar system and on the planet Earth evolved under the impact of very specific mechanisms.

Keywords: Ecology, evolution, galaxies, phase transition

კაცობრიობის გლობალური ეკოლოგიური პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები

თეიმურაზ ადუიშვილი, ნანა ბერძენიშვილი, ეკატერინე ჟღენტი

ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

აბსტრაქტი: დღეისთვის ჩვენი პლანეტა განიცდის გარემო პირობების მრავალრიცხოვან გავლენას, რომელთაგან ზოგიერთი ლოკალურია, ხოლო დანარჩენები ყველა ქვეყნისთვის საერთოა. წარმო-
ვადგინოთ თანამედროვეობის ყველაზე არსებითი მწვავე ეკოლოგიური პრობლემები.

შესავალი: ათ ძირითად ეკოლოგიურ პრობლემას ჩვენს პლანეტაზე წარმოად-
გენს:

1. კლიმატის ცვლილება;
2. ენერგიის გამომუშავება;
3. წყლის დაჭუჭყიანება;
4. ბიომრავალფეროვნება და მიწათმსარგებლობა;
5. ქიმიური ტოქსიკური ნივთიერებები და მძიმე მეტალები;
6. ჰაერის დაბინძურება;
7. ნარჩენების გადამუშავება;
8. ოზონის ფენის რღვევა;
9. თევზჭერა;
10. ტყის გაჩეხვა.

მოკლედ, განვიხილოთ ისინი.

1.1. კლიმატის ცვლილება. გლობალური დათბობა დღეისათვის ითვლება კლიმა-
ტის ცვლილების არსებით მიზეზად და მისი შედეგები სულ უფრო საგრძნობი გახ-
დება უახლოეს 100 წლის განმავლობაში. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების მთავ-
რობები ახორციელებს წინააღმდეგობრივ სამუშაოებს კლიმატის ტრანსფორმაციის
მავნე მოქმედებების წინააღმდეგ. ერთ მხრივ, ყველა აცხადებს პრობლემის გადაწყ-
ვეტის საკუთარ მოსაზრებას, რაზეც მეტყველებს შესაბამისი მსოფლიო შეთანხმე-
ბები (მაგალითად, კიოტოს ოქმი)[1], ხოლო მეორე მხრივ, არანაირი რეალური არ-
სებითი ქმედება არაა მიღებული. არსებობს კურიოზული კვლევები, რომელთა მი-
ხედვით, დღეისთვის არსებობს გლობალური დათბობის სიდიდის 2°C-ით შემო-
საზღვრის მხოლოდ ერთი რეალური შესაძლებლობა. ამის მიხედვით, განვითარე-
ბული ქვეყნების ეკონომიკებმა უნდა შეწყვიტონ საკუთარი განვითარება და გადა-
ვიდნენ ანტიზრდის სტრატეგიაზე[2].

1.2. ენერგიის გამომუშავება. ენერგიის გამომუშავების პროცესი წარმოადგენს ეკო-

ლოგიური ზიანის ძირითად წყაროს, რაც უპირატესად ხდება ნამარხი წიაღისეული საწვავის მოხმარების შედეგად. ქვანახშირის, ნავთობისა და აირის ელექტროსადგურები წარმოადგენს მთელ პლანეტაზე ენერგიის ძირითად წყაროს და ხელს უწყობს ატმოსფერული სათბურის აირების ფორმირებას. რა თქმა უნდა, არსებობს ენერგიის ალტერნატიული წყაროები, კერძოდ, მზის, ქარის, ჰიდროელექტროსადგურის და სხვა. მათ შეუძლიათ საზოგადოების მთელი ენერგეტიკული მოთხოვნილებების მცირე ნაწილის დაფარვა. განახლებული წყაროებიდან მიღებული ენერგიის ზრდა წარმოადგენს ყველაზე მნიშვნელოვან ნაბიჯს გარემოს დეგრადაციის შემცირებაში.

1.3.წყალი. როგორც მსოფლიოში ყველაზე მშრალი დასახლებული კონტინენტი - ავსტრალია წარმოადგენს ყველაზე დაუცველ ქვეყნის ნაწილს წყლის დაბინძურებისადმი. მრავალი სხვა ქვეყნის დედაქალაქები ასევე წააწყდა სასმელი წყლის უკმარისობას და იძულებულია მის სარგებლობაზე შეზღუდვები დააწესოს. სოფლის მეურნეობა წარმოადგენს ძირითად მიზეზს წყლის რესურსების დეგრადაციაში და მის დაბინძურებაში. ამ დარგის მიმართულებით მორწყვის არარაციონალური მეთოდების გამოყენება სასუქისა და პესტიციდების უგეგმო ხმარება წყლის ობიექტების დაჭუჭყიანების მთავარი მიზეზია[3].

1.4.ბიომრავალფეროვნება და მიწათსარგებლობა. მიწის არარაციონალურმა გამოყენებამ მიგვიყვანა მრავალი ფასეული ეკოსისტემის დეგრადაციამდე და შეუცვლელი ბიომრავალფეროვნების დაკარგვამდე. მაგალითად, ავსტრალიაში არსებობს ათამდე მეტი სახეობა, რომლებიც გაქრობის ნუსხაში არიან მოქცეული და ეს ტენდენცია არ ავლენს შეჩერების არანაირ ნიშანს. უნდა გვესმოდეს, რომ სიცოცხლისთვის აუცილებელი ჩვენი რესურსი უბრალოდ არ მოიცემა. ის მიიღება სხვადასხვა ეკოსისტემის სიმდიდრით: ჟანგბადის წარმოქმნით, წყლის ბუნებრივი ფილტრაციით, საკვები ნივთიერებების წრებრუნვით და სხვა. ყველაფერი ეს ცოცხალი ბუნების რთული მექანიზმის სხვაობის შედეგია. მასში ადამიანი ერთ-ერთი რგოლია. ამიტომ, გარემოს დეგრადაციის შედეგად ბიომრავალფეროვნების დაკარგვა საფრთხის ქვეშ აყენებს ადამიანის სიცოცხლეს. ამ მიზეზით, ბუნებრივი სიმდიდრის შენარჩუნებასა და დაცვას დიდი მნიშვნელობა აქვს ყველა ცოცხალი ორგანიზმისთვის.

1.5.ქიმიური ტოქსიკური ნივთიერებები და მძიმე მეტალები. თუმცა ქიმიკატები და ტოქსიკური ნივთიერებები თავისთავად არსებობენ ბუნებაში, მაგრამ უკანასკნელი 150 წლის მანძილზე ადამიანი აქტიურად აყენებს ზიანს გარემოს, რისთვისაც იყენებს ტექნოგენური წარმოშობის ბუნებრივ დამაბინძურებელს. არსებობს ასეთი დამლუპველი ზემოქმედების მრავალი წყარო, რომელთაც ზოგჯერ კოლოსალური ზარალი მოაქვს და ეს განსაკუთრებით საგრძნობია მრეწველობაში და სოფლის მეურნეობაში. ტოქსიკური ნივთიერებებით დაბინძურებული ეკოსისტე-

მა, ურთულესი გასასუფთავებელია და პრაქტიკულად იშვიათად თუ ახდენს ვინმე მის განხორციელებას. ამასთან, მავნე ნაერთების წარმოების შემცირება და მათი გამობოლქვის მინიმიზაცია წარმოადგენს გარემოს დაცვის მნიშვნელოვან ნაწილს [4].

1.6 ჰაერის დაბინძურება. ჰაერის დაბინძურებასთან დაკავშირებული პრობლემების განხილვისას, ყველაზე ხშირად მსჯელობენ სათბურის აირების გამობოლქვაზე. მაგრამ, არსებობს ნეგატიური ზემოქმედების მრავალი სხვა ფორმა, რომლებიც გავლენას ახდენენ ჩვენი პლანეტის ატმოსფეროზე. ნამარხი სათბობის, განსაკუთრებით, ქვანახშირის წვისას, ჩვენთვის კარგად ცნობილი ნახშირბადის ორჟანგის (ნახშირმჟავა აირის) გარდა, წარმოიშვება სხვა მრავალი ნაერთი. გოგირდი და აზოტი ასევე წარმოადგენენ ქვანახშირის წვის გვერდით პროდუქტებს და შეუძლიათ მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური პრობლემების გამოწვევა. მჟავა წვიმებს, რომლებიც ამ ორი ნაერთისგან არის განპირობებული, შეუძლია როგორც ცოცხალის, ისე ბუნებრივი გარემოს დაზიანება. ჰაერის დაბინძურება ასევე შეიძლება გამოიწვიოს ატმოსფეროში მტვერისა და სხვა ნივთიერებების გამოყოფამ, რომლებიც მოქმედებენ ცხოველებისა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

1.7. ნარჩენების გადამუშავება. ნარჩენების მიმართ არარაციონალურმა დამოკიდებულებამ მთელ პლანეტაზე რიგ ეკოლოგიურ პრობლემამდე მიგვიყვანა. თანამედროვე საზოგადოებამ მნიშვნელოვნად გაზარდა ნარჩენების რაოდენობა, რომელიც მუდმივად მატულობს საწარმოო პროცესების დაუსაბუთებელი და უაზრო ტემპების გამო, რაც თავის მხრივ დაკავშირებულია მოსახლეობის რაოდენობის სწრაფ ზრდასთან და მომსახურების აუცილებლობასთან. წარმოქმნილი ნარჩენების მოცულობის შესამცირებლად მთავრობებს, საწარმოებსა და კერძო პირებს ეძლევა რეკომენდაცია არსებული გადამუშავებული პროდუქტის კიდევ გადამუშავებისა და მეორადი ნედლეულის გამოყენების შესახებ. ამ პროცესს მინიმუმამდე დაჰყავს ნარჩენთა რაოდენობა, რომელიც ასიმილირებული უნდა იქნას და შეამცირებს სასარგებლო წიაღისეულისა და სხვა რესურსების მოპოვებას, რომლებიც ახალი პროდუქციის მისაღებად გამოიყენება.

1.8. ოზონის ფენის რღვევა. დედამიწის ოზონის ფენის რღვევას უმთავრესად უკავშირებენ ატმოსფეროში ქლორფტორ ნახშირწყლების (ქფნ) გაფრქვევას. როცა ქფნ აღწევს ატმოსფეროს მაღალ ფენებს, ისინი შლიან ოზონის მოლეკულებს და ქმნიან ე.წ. ოზონურ ხვრელებს, რომელთაგან ყველაზე დიდი იმყოფება ანტარქტიდის თავზე. ამასთან აზონის ფენა ძალზე მნიშვნელოვანია, რადგანაც ის ახდენს მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების ბლოკირებას, რომელიც თავისთავად პირდაპირი დასხივებისას ახდენს ცოცხალი ორგანიზმების ქსოვილთა სერიოზულ დაზიანებას და თვით კიბოს უჯრედების განვითარებას. ოზონის ფენის რღვევის პროცესის შესამცირებლად ბევრ საწარმოში აიკრძალა ქლორფტორ ნახშირწყლების გამოყენება[5].

1.9. ოკეანეები და თევზჭერა. მსოფლიო ოკეანეების მრავალ ზონაში გამოლეულია თევზის მარაგები. ძვირადღირებული თევზების სახეობები განიცდიან პოპულაციის კატასტროფულ დაქვეითებას. ე.წ ვირთევზას კრიზისი (თევზჭერის შედეგად ატლანტიკური ვირთევზას მკვეთრი შემცირება) წარმოადგენს პლანეტის ბუნებრივი რესურსების ექსპლუატაციისადმი ადამიანთა მზაობის მაგალითს. დღეისათვის არსებობს სხვა სახეობის თევზების ორგანიზმების მრავალფეროვნება, რომლებიც განიცდიან ჭერის არარაციონალური მეთოდების გამოყენებას. საჭირო კონტროლის გარეშე ეს მნიშვნელოვანი რესურსები, რომლებზეც ისე ვართ დამოკიდებული, როგორც პურზე, კვების მხრივ არადომინირებადი იქნებიან.

1.10. ტყის გაჩეხვა. ტყის ჩეხვა მთელ მსოფლიოში სულ უფრო საშიშ ხასიათს იღებდა ჯერ კიდევ კოლონიზაციის ეპოქიდან დაწყებული. ამჟამად ტყის მასიური განადგურება მიმდინარეობს მთელ პლანეტაზე და მოიცავს თვით პარკებსა და დაცულ ტერიტორიებს, რაც დედამიწაზე ჟანგბადის გამომუშავების ძირითადი წყაროა. ფლორას არანაკლებ ზიანს აყენებს მჟავა წვიმები, რომელთა მიზეზი სხვადასხვა საწარმოებია, რომელთაგან მეტალურგიულ საწარმოებს წამყვანი ადგილი უკავია. თავიანთი ფუნქციონირების დროს ისინი ატმოსფეროს გოგირდითა და აზოტის ჟანგულობით აბინძურებენ.

2. მოსახლეობის ეკოლოგიური აღზრდა. წარმოების ზრდის პროცესში წარმოიშობა კითხვები, რომლებიც მჭიდროთაა დაკავშირებული გარემოს დაცვასთან. ადამიანისა და ბუნების ურთიერთდამოკიდებულებას ყოველთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა. ჯერ კიდევ გასულ საუკუნეში კაცობრიობამ გაიაზრა, რომ ბიოსფეროს რღვევასა და მის შედეგად შექმნილ პროცესებს შეუძლია პლანეტურ კატასტროფამდე მიყვანა. პლანეტის ინდუსტრიალიზაციის დამანგრეველმა შედეგებმა კაცობრიობა გადამწყვეტი ზომების წინაშე დააყენა. ეკოლოგიურმა პრობლემებმა გამოავლინეს მოვლენათა განვითარების ორი ვერსია. ან კაცობრიობა მოძებნის ბუნებათსარგებლობის სხვა უფრო რაციონალურ გზას, ან კიდევ ის იარსებებს საკუთარ ნარჩენებში.

უნდა შევნიშნოთ, რომ დედამიწას გადაარჩენს მხოლოდ ადამიანთა ერთობლივი მოღვაწეობა, მათი პრობლემისადმი გაცნობიერებული დამოკიდებულება და ბუნების კანონების ღრმა ცოდნა. ადამიანი წარმოადგენს ბუნების განუყოფელ ნაწილს. ამიტომაც ეკოლოგიური განათლება პრიორიტეტულ მნიშვნელობას იძენს. პლანეტის თანამედროვე მდგომარეობის პრობლემათა უმეტესობა მოსახლეობის ეკოლოგიური განათლების დაბალ დონეზე მეტყველებს [6]. ამიტომ გარემოს დაცვის ფუნდამენტური საფუძვლების სწავლება აუცილებელია დავიწყოთ ყველა სკოლამდელ ზოგად საგანმანათლებლო დაწესებულებაში. მაგრამ ეკოლოგიური ცოდნა უნდა ისწავლებოდეს არა მარტო დისციპლინების სახით, არამედ უნდა ვრცელდებოდეს მასობრივი ინფორმაციის საშუალებით [7].

ეკოლოგიური განათლება ყალიბდება სულიერ-ადათობრივი აღზრდის დარგში მთავრობის მიზანმიმართული მოქმედების შედეგად. ასეთი მიდგომა მდგომარეობს ადრეული ასაკიდან მოსახლეობის ეკოლოგიური კულტურისადმი დაინტერესებაში. სულიერ-ადათობრივი აღზრდა უნდა დამკვიდრდეს თითოეული ადამიანის მსოფლმხედველობაში და შექმნას აქტიური პოზიცია. არა მარტო უნდა ვილაპარაკოთ ეკოლოგიური კულტურის შესახებ, არამედ საზოგადოება უნდა ჩაერთოს აქტიურ მოქმედებებში ნაგვისაგან გასუფთავების, ახალი მცენარეების დარგვის, ფრინველებისთვის საკვების მომზადების და ღონისძიებების ჩატარების მეშვეობით. მნიშვნელოვანია ბუნებისა და ეკოლოგიური კულტურისადმი მიძღვნილი წიგნების მუდმივი გამოფენების გახსნა. სამწუხაროდ, მრავალი მოქალაქე დაბნეულია გარემოს მდგომარეობის მიმართ[8]. ამისათვის უნდა მოეწყოს დისკუსიები ეკოლოგიურ საკითხებზე და ასევე სხვადასხვა ეკოლოგიური თამაშობები და ლიტერატურულ-მუსიკალური საღამოები, რომელთა მიზანი იქნება საზოგადოების ყურადღების აქტუალურ პრობლემებზე აქცენტირება. იმისათვის, რომ ეკოლოგიური აქციები ატარებდეს სიმბოლურ ხასიათს, ისინი უნდა ტარდებოდეს ეკოლოგიური კალენდრის დღეებში. ყურადღება უნდა მივაქციოთ დედამიწის დღეს, მზის დღეს, ფრინველთა საერთაშორისო დღეს. უნდა გვახსოვდეს, რომ ეკოლოგიური კულტურა დაბადების მომენტიდან მიუწვდომელია ადამიანისთვის და ის ყალიბდება მისი მთელი სიცოცხლის განმავლობაში. ეს ხანგრძლივი და უწყვეტი პროცესია, თანაც, ძალიან რთული და მრავალასპექტური. კაცობრიობა მრავალჯერ შეხვდება ეკოლოგიურ პრობლემებს. ეს გარდაუვალია. ამისთვის საზოგადოებაში აუცილებლად უნდა დამკვიდრდეს ეკოლოგიური მსოფლმხედველობის საფუძვლები.

3. საყოფაცხოვრებო ნარჩენები, როგორც გლობალური პრობლემა

ნაგვის ლიკვიდაცია - თანამედროვე ცივილიზაციის გლობალური პრობლემაა. ნარჩენების დაგროვებას ზიანი მოაქვს არა მარტო ეკოლოგიისათვის, არამედ მოიცავს სერიოზული სოციალურ და ეკონომიკურ სფეროებს. კაცობრიობის მიერ შექმნილი ნარჩენების მასშტაბი კოლოსალურია. ცნობილია, რომ ერთი ევროპული ოჯახი საშუალოდ წელიწადში ტონის რიგის სამომხმარებლო ნარჩენებს იძლევა. დიდი ბრიტანეთი იმავე პერიოდში აწარმოებს 27 მილიონ ნარჩენებს, რუსეთი-150 მილიონს, აშშ - 250 მილიონ ტონაზე მეტს. თუ ამ მნიშვნელობებს დავუმატებთ ყოველდღიურად გამომუშავებული სამრეწველო ნარჩენების რაოდენობას, მივიღებთ უზარმაზარ ციფრს[9]. ნაგავსაყრელზე დაწვა და ნიადაგში ჩამარხვა უტილიზაციის ყველაზე ცნობილი ხელმისაწვდომი მეთოდებია. რამდენად ეფექტურია ისინი? ნაგვის წვის დროს, ჰაერში დიდი რაოდენობით გაიფრქვევა ზიანის მომტანი და მავნე ქიმიური ნივთიერებები. ღია საყრდენები, გარდა იმისა, რომ ავრცელებენ სიმკრალეს, არის მწერებისა და მღრღნელების საბუდარი, რაც მრავალი ინფექციური

დაავადების წყარო და გამავრცელებელია. ნაგვის ჩაფვლამ, განსაკუთრებით თუ კეთდება საკონტროლოდ (რაც არც თუ იშვიათად ხდება), შეიძლება მიგვიყვანოს საშიშ შედეგებამდე: გრუნტის წყლების დაბინძურებამდე, ან არაკონტროლირებად აალებამდე. ეს ხდება მაშინ, როცა ბიოგაზი, რომელიც წარმოიშობა ჰაერის მიუწოდებლობისას ნარჩენების დაშლის შედეგად, განიცდის აალებას. გარდა ამისა, მეთანი, რომელიც შეადგენს ბიოგაზის 70% და გამოიყოფა ლპობადი ნარჩენებისაგან, მაღალი კონცენტრაციის დროს განაპირობებს მცენარეულობის განადგურებას. ნარჩენთა ჩამარხვა და ღია ნაგავსაყრელების განვრცობა არ შეიძლება უსასრულოდ გაგრძელდეს. ალბათ, მომავალში, ამისთვის ტერიტორიაც არ დარჩება. თუ განვიხილავთ ჩვენს ქვეყანას, მხოლოდ მის დედაქალაქ თბილისში წლიურად დაახლოებით 4-5 მილიონი ნარჩენი წარმოიქმნება. მათ შორის გადამუშავებაზე მიდის საყოფაცხოვრებო ნარჩენთა 10% და სამრეწველოსია 59%. დარჩენილი კი ღვება სანაგვეთა გიგანტურ სივრცეებში. არსებულ ნაგავსაყრელთა შესაძლებლობები კიდევ 5 წელს თუ იკმარებს. შემდეგ რა იქნება?

ინფექციური დაავადებები, მიწისქვეშა წყლების დაბინძურება, ნიადაგის დაჟუჭყიანება და ატმოსფეროში დიდი რაოდენობით მეთანის გამოყოფა - ეს მხოლოდ მცირე ფრაქციაა იმისა, რაც ხდება ნარჩენთა უტილიზაციის ასეთი მიდგომის დროს. რა გზით ვებრძოლოთ დაბინძურებას? პრაქტიკულად მსოფლიოს ყველა ეკოლოგი აცხადებს ნაგვის მეორად ნედლეულად გადამუშავების აუცილებლობაზე შემდგომი რეგენერაციული კრემაციის პერსპექტივით.

მრავალი განვითარებული ქვეყანა მიისწრაფის ნაგვის გადამუშავებისკენ. დასავლეთ ევროპაში ფუნქციონირებს ქარხნები, რომლებიც აღჭურვილია სპეციალური მოწყობილობებით: ლენტებით (მოიცავენ განმაცალკევებელ დამახარისხებლებს და ოპტიკური გადამწოდების მეშვეობით ახარისხებენ ნარჩენებს). კანონმდებლობა თვითონ მოქალაქეებს ავალდებულებს ნაგვის დახარისხებას. დასავლურ სამყაროში ეს თითქმის ეროვნული იდეაა: სწორად დახარისხებას ასწავლიან საბავშვო ბაღებიდან, ხოლო შესაბამისი პროპაგანდა წარმოებს ტელევიზიის მეშვეობით.

დღეისათვის კარგად ესმით, რომ ნარჩენები ნედლეულის ამოუწურავი წყაროა. მაგალითად, ამერიკის შეერთებულ შტატებში ნაგავს იყენებენ როგორც ენერგიის წყაროს და ამისათვის სარგებლობენ ნაგავსაყრელი აირით. როგორც ითქვა, ნარჩენის ლპობის შედეგად გამომუშავდება მეთანი, რომელსაც აგროვებენ და იყენებენ როგორც საავტომობილო საწვავს, ან კიდევ ელექტროენერგიის მისაღებად. მართალია ეს აირი მონაწილეობს „სათბური ეფექტის“ ფორმირებაში[10], ამიტომ, დღეისათვის მეცნიერები ეძებენ მეთანის მიღების ოპტიმალურ პროცესებს, რათა ის გახადოს ეკოლოგიურად უფრო სუფთა. მსოფლიო ავერაჟი მასში მდგომარეობს, რომ ნარჩენები, რომლებიც შედგებიან არაქტიკული ღირებულების მქონე ლითონ-

ნებისგან, მინისგან, რეზინისგან, ხისგან, აგურისგან, პლასტიკატებისაგან და სხვა, ჩავაყენოთ საზოგადოების სამსახურში. თუმცა ამერიკაში, ევროპაში, აზიაში და სხვაგან ხდება ამ ნაგვის არასრული გადამუშავება, მაგრამ ბოლო წლებში ის მაინც აღწევს 50%, თანაც პროგნოზირებენ შემდეგ ზრდასაც. ამ მხრივ რუსეთში უფრო მძიმე მდგომარეობაა. იქ ხდება ნარჩენთა 20%-ის გადამუშავებას. იგივე მდგომარეობაა საქართველოშიც. საქმე მასშია, რომ ნარჩენთა უტილიზაცია ჩვენთან ცალმხრივად ესმით. ამჯობინებენ ნაგავი შეაგროვონ და გადაიტანონ სპეციალიზირებულ ადგილებში, თანაც მათ მოსაწყობად ხშირად იყენებენ ნაყოფიერ მიწებს.

დიდ ბრიტანეთში გამოიყენება ნაგვის გადამუშავების კიდევ ორი მეთოდი: 1. ნაგვის კომპოსტირება აერობული დუდილის გზით. მისი უპირატესობა მასში მდგომარეობს, რომ ამ დროს ილუპება მიკროორგანიზმთა მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რომლებიც პოტენციურად მავნეა ადამიანის ჯანმრთელობისთვის. ნახშირბადოვანი უტილიზირებული ნარევი გამოიყენება სათბობის სახით, ყველა დანარჩენი მიდის გასანოყიერებლად, მეორე მეთოდია პიროლიზი. ეს არის ჟანგბადის გარეშე ნარჩენთა დაქუცმაცების პროცესი. ამ პროცესის მიმდინარეობისას წარმოქმნილი აირები ჩაიჭირება სპეციალური მოწყობილობებით. აირებიცა და მყარი ნარჩენებიც გამოიყენება სათბობის სახით. ამგვარად, გადამუშავდება რეზინა, პლასტმასი და ა.შ.

იტალიაში ორგანული ნარჩენების გადასამუშავებლად აქტიურად გამოიყენება მიწის ჭიები. ეს პრაქტიკა გავრცელებულია დასავლეთის ქვეყნებში.

იაპონელები ნაგვის დაწვისას მას ყოფენ ოთხ ნაწილად: აალეხადი ნაგავი, არაალეხადი ნაგავი, მსხვილგაბარიტული და შესანახი ნაგვები. დაწვის შედეგად შლაკებიდან და ლითონიდან აკეთებენ ფანერის საფუძველს იატაკებისათვის და ქვაფენილის ფილებს ქუჩებისათვის. ასევე იღებენ ელექტროენერგიასაც. გაბარიტული ნაგვისაგან ღებულობენ რკინას, ალუმინს, სპილენძსა და ა.შ. იაპონიაში დღეისათვის ნარჩენი ნაგვის მხოლოდ 10% ექვემდებარება ჩაფვლვას.

საბჭოთა კავშირის ყოფილ რესპუბლიკებში და მათ შორის საქართველოში ნარჩენთა გადამუშავებელი საწარმოები ძალზე მცირეა და ამ ხარვეზის გამოსწორება გადაუდებელ ამოცანას წარმოადგენს.

ლიტერატურა:

1. Организация объединённых наций. Изменение климата. Официальный сайт ООН. Архивировано 21 июня 2021 г.
2. Climate change impacts in the USA. 2013-ISBN9780160924026.
3. Michael E. Mann, Henrik Selin. Global warming. Britannica Com. არქივირებულია 20.08.2008
4. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის “ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლე-

მეზობელი” შრომათა კრებული, თ. ადეიშვილის რედაქტორობით გამოცემული ტომი XI, თბილისი 2024.

5. ადეიშვილი თ; ნავერიანი თ, ნაკაშიძე ვ. კოსმოგენური ფაქტორების გავლენა ბიოსისტემაზე. ქუთაისი, 2010

6. ადეიშვილი თ; ჯიქია მ; ჩხიროძე დ; ადეიშვილი თინ. გლობალური დათბობის თავიდან აცილებისა და მასთან ადაპტაციის მეთოდები. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის “ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები” შრომათა კრებული, ტომი XI, თბილისი, 2024.

7. გოგიბერიძე ი; დოგრაშვილი თ. უმცროსკლასელთა ეკოლოგიური განათლების ზოგიერთი ასპექტი. ს/კ “ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები” შრომათა კრებული, ტომი XI, თბილისი, 2024.

8. Elizbarashvili N. at all. Landscapes Structure, Functions and Development Trends. open Journal of Ecology, Vol. 12, No.1, 2022.

9. Hansen J. et al. Global warming in the twenty first century: an alter nativ scenario AS of USA: Journal, Vol. 97, No. 18, USA, 2000.

10. Adeishvili T, Adeishvili M. The Influence Of Humen Activity On Climat. Int. Scientific Conference, Modern Problems of Ecology. Procceding, Vol. XI, Tbilisi, 2024.

Global Environmental Problems of Humanity And Ways to solve Them

SUMMARY

The work presents the most pressing ecological problems of our time: cimate change, energy production, water pollution, "biodiversity and land use, chemical toxic substances and heavy metals, air pollution, waste recycling, ozon layer, oceans and seas, and deforestation.

სექცია – Section II

სოციალური ეკოლოგია Social ecology

ჯავახეთის ენერგიის სააკუმულაციო ელსადგურების კომპლექსი, როგორც საფუძველი საქართველოში მწვანე ენერგეტიკის განვითარებისა

ამირან აფციაური

ქუთაისის ტექნოლოგიური აკადემია

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი: სტატიაში ნაჩვენებია რომ, ისეთ პირობებში, როდესაც ენერგიის აკუმულაციის ერთიანი, ტექნიკურად გამართული და პოლიტიკურად სტაბილური საერთაშორისო ენერგოქსელის შექმნის პრობლემა ხელს უშლის ეკოლოგიურად უსაფრთხო ენერგეტიკის განვითარებას, საქართველოში ბუნებრივად არსებული წალკა-ფარავნის ტბათა სისტემა იძლევა უნიკალურ საშუალებას იმისა რომ, მოსახლეობის დიდი ნაწილი უზრუნველყოთ საკუთარი საოჯახო ენერგოდანადგარებით, ავამაღლოთ ენერგოქსელის სტაბილურობა და იმავდროულად, ვაწარმოოთ მეზობელ ქვეყნებთან დაგროვებული დენით ვაჭრობა.

საკვანძო სიტყვები: ენერგიის აკუმულაცია, განახლებადი ენერგეტიკა, ეკოლოგიურად უსაფრთხო ენერგეტიკა.

მასალა სამიოდე წლის წინ მოვამზადე და ჩვენს ენერგეტიკოსებსაც წარვუდგინე. დაინტერესდნენ კიდევ, თუმცა, რა ხდება, უცნობია. როგორც ჩანს, პროექტი, ბიზნესის კუთხით, არასათანადოდ მომგებიანად ჩათვალეს.

ამ პროექტით ჩვენ ვაცხადებთ რომ, გარკვეული სახსრების გაღების შემთხვევაში, 200 ათასზე მეტ ოჯახს ექნება საკუთარი უფასო ენერგიის წყარო, ხოლო საქართველოს ექნება რეგიონის მასშტაბით უძლიერესი ენერგიის სააკუმულაციო სისტემა (ენერგიის საწყობი), რითაც ის აამაღლებს ქსელის სტაბილურობას და მიიღებს გარკვეულ მოგებას ენერგიის ყიდვა-გაყიდვით.

ბუნებრივია რომ, ასეთი პროექტის განხორციელება და მოსახლეობის კეთილდღეობაზე ზრუნვა, სახელმწიფოს საზრუნავია. ბიზნესმენები და კერძო ინვესტორები სრულიადაც არ არიან დაინტერესებული იმით რომ, მოსახლეობამ დენი აღარ იყიდოს. რა თქმა უნდა, ისინი სცდებიან, რადგან ენერგიაზე მოთხოვნილება სულ უფრო იზრდება, არსებული ჰიდრო და თბორესურსები კი მცირდება და მიღევადია. ელექტროტრანსპორტზე მოთხოვნილების მკვეთრი ზრდა იმდენად გაზრდის ედლექტროდენზე მოთხოვნილებას რომ, მათ კონკურენციისა არ უნდა ემინოდეთ.

სათბობი დედამიწაზე თავდება, გარემოს დესტაბილიზაცია კი ჰიდრორესურსების სტაბილურობას ემუქრება. მიუხედავად ამისა, ბიზნესმენები ფულს შედარებით რენტაბელურ ჰიდროენერგეტიკაში დებენ. მათ იციან რომ, დანახარჯებს რამდენიმე წელში ამოიღებენ და შემდეგ, წლების განმავლობაში, სუფთა მოგებაზე იმუშავენ, თუმცა, ავიწყდებათ და არც აინტერესებთ, რა იქნება უფრო შორეულ მომავალში, რა ემუქრება ჩვენს ბუნებას, მომავალ თაობას, ჩვენ შვილებს.

წინამდებარე სტატიით მსურს ჩვენს საზოგადოებას მივაწოდო ჩემი მოსაზრე-

ბები და წინადადებები საქართველოში ენერგიის სააკუმულაციო სისტემების განვითარების მიმართულებით. ალბათ საჭიროა გავითვალისწინოთ რომ, აღნიშნულ პრობლემას აქვს ორი ძირითადი თავისებურება:

ა. ენერგიის სააკუმულაციო სისტემების განვითარება, პირველ რიგში, მიზნად ისახავს განახლებადი ენერგეტიკის ახალი, სახელმწიფო პროგრამებით გათვალისწინებული, მიმართულებების ხელშეწყობას და ერთიანი ენერგოქსელის მუშაობის ოპტიმიზაციას. შესაბამისად, ასეთი სისტემის შექმნა წარმოადგენს, პირველ რიგში, სახელმწიფოს ზრუნვის საგანს. იმავდროულად, აღნიშნულ სფეროში კერძო კაპიტალის მოზიდვაც შესაძლებელია, თუკი იქნება შესაბამისი ხელშეწყობა და პარტნიორობა სახელმწიფოს მხრიდან, კერძოდ, თუკი სახელმწიფო დაადგენს ენერგიაზე ბიზნესმენებისათვის მიმზიდველ ყიდვა-გაყიდვის ტარიფებს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, იმედს გამოვთქვამ რომ, საქართველოს ხელისუფლება გახდება ერთერთი მხარდამჭერი აქ წარმოდგენილი მოსაზრებებისა.

ბ. იმის გამო რომ, ენერგიის სააკუმულაციო სისტემები შედარებით ნაკლებადაა განვითარებული, ახალია (განსაკუთრებით საქართველოსათვის) და განიცდიან მუდმივ განვითარებას, მიზანშეწონილია ყურადღება მიექცეს ყველა შესაძლო ტექნოლოგიას და პრაქტიკულად განხორციელდეს რამდენიმე პილოტური პროექტი დიდი ფინანსური დანახარჯებისა და რისკების გარეშე. ამასთან ერთად, არსებული მონაცემებიდან გამომდინარე, ყურადღებას იმსახურებს და, თავს უფლებას მივცემ, შევაფასო რამდენიმე ძირითადი მიმართულება.

წყალბადის წარმოება და სხვა ქიმიური ტექნოლოგიები - ენერგიის აკუმულაციის ეს მეთოდი განსაკუთრებით საინტერესოა ენერგიის სეზონური აკუმულაციის თვალსაზრისით. ეს მიმართულება ასევე შედარებით დიდ კაპიტალდაბანდებას მოითხოვს, დაკავშირებულია მაღალ ტექნოლოგიებთან და კარგად უნდა იქნას გააზრებული როგორც წარმოება, ისე რეალიზაცია. საქართველოს ეკოლოგიის მეცნიერებათა აკადემია უპირობოდ დაუჭერს მხარს ჭარბი ენერგიით წყალბადის და სხვა ისეთი პროდუქტების წარმოებას, რომლებიც არ აბინძურებენ გარემოს. რეალიზაციის სიიოლის თვალსაზრისით, უპრობლემოდ გამოიყურება ამონიუმის წარმოება. ამასთან ერთად, თუკი გავითვალისწინებთ ორგანული საწვავის მოსალოდნელ დეფიციტს, შედარებით შორეული მომავლისათვის, წყალბადი განიხილება როგორც ძალზედ პერსპექტიული საწვავი სატრანსპორტო და სტაციონალური თბური ენერგოდანადგარებისათვის. შესაბამისად, აქტუალური გახდება თბოსადგურების წყალბადზე გადაყვანაც. თხევადი წყალბადის წარმოებას ძირითადად უპირატესობა აქვს ენერგიის წარმოების სეზონური დეფიციტის პრობლემის თვალსაზრისით.

ელექტროქიმიური ტექნოლოგია ქიმიური ბატარეების გამოყენებით (ე.წ. BESS) - 2022 წლის სტატისტიკური მონაცემებით, ამ სახის სააკუმულაციო სადგურის კა-

პიტაღორას კილოვატსაათზე გაანგარიშებით 350 - 380 დოლარს შეადგენდა. 2 mWh ტევადობის ერთი ცალი სტანდარტული ბატარეის განთავსებას დაახლოებით 100 კვ.მ. ფართობი სჭირდება. საყურადღებოა სხვა გარემოებაც. გარდა იმისა, რომ, ელექტროქიმიური ტექნოლოგიის ღირებულება, ჰიდროაკუმულაციურ ტექნოლოგიებთან შედარებით, უკვე 30 % -ით უფრო იაფია, ის ძალიან სწრაფად ვითარდება და მუდმივად ჩნდება ინფორმაციები უფრო და უფრო სრულყოფილი ბატარეების შექმნის შესახებ. არსებული პროგნოზებით, ამ ტექნოლოგიის ღირებულება 10-15 წელიწადში განახევრდება, რასაც, პირველ რიგში, ელექტროტრანსპორტის სწრაფი განვითარება განაპირობებს. 60 mWh ტევადობის ასეთი სადგურის შექმნას 20 მილიონ დოლარამდე ესაჭიროება. ამასთან ერთად, კარგი იქნება, თუ დაიწყებენ შედარებით მცირე ტევადობის სადგურების შექმნას, მაგალითად 600-700 ათას დოლარად, მიმდინარე მონაცემებით, საწყის ეტაპზე, სახელმწიფო, საგრანტო დაფინანსებით (ან წილობრივად, დაინტერესებულ ინვესტორთან ერთად) შესაძლებელი იქნება, შეძენილი იქნას 2 mWh ტევადობის პირველი სტანდარტული კონტეინერი. შემდგომ წლებში კი, საჭიროებიდან გამომდინარე, ახალი ტექნიკის წამატებით, თანდათან შეიქმნება დიდი ტევადობის სააკუმულაციო სადგურების სისტემა. ამასთან, დანახარჯები საგრძნობად მცირდება, რადგან ქიმიური აკუმულაციის ტექნოლოგიები ძალიან სწრაფად ვითარდება

ელექტროქიმიური ტექნოლოგია მეორადი აკუმულატორების გამოყენებით, შენობის შიგნით და ნახმარი აკუმულატორების გარემოში ემისიის საშიში შესაძლებლობის აღკვეთა- ამ ტიპის პროექტები ასევე განხორციელებულია მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნებში. საქართველოში, მეორადი ბატარეების უტილიზაციაზე პასუხისმგებლობა ეკისრება რამდენიმე კომპანიას, რომლებსაც შემოყავთ მავნე ნივთიერებათა შემცველი ტექნიკა. არსებული ინფორმაციით, ეს კომპანიები, გარკვეული თანხის გადახდით, იბარებენ ჰიბრიდული მანქანების ნახმარ აკუმულატორებს. ჩვენთვის ცნობილია, რომ, ამ ეტაპზე, აკუმულატორები, დახარისხების გარეშე, მიაქვთ გადამუშავებაზე. იმ შემთხვევაში, თუკი მოეწყო საამქრო, სპეციალური დამხარისხებელი მოწყობილობით, შესაძლებელია შეიქმნას სააკუმულაციო სადგური ე.წ. In-House სისტემით, რომლის კაპიტალდაზღვრვა ერთ mWh - გაანგარიშებით შეიძლება შემცირდეს 100 ათას დოლარამდე, ანუ, იქნება თითქმის ოთხჯერ უფრო იაფი, ვიდრე ახალი ქიმიური ბატარეების გამოყენების შემთხვევაში. შესაბამისად, თუკი სახელმწიფო გასცემს გრანტებს, 200 ათასამდე დოლარის ოდენობით, შესაძლებელია შეიქმნას 2 mWh ტევადობის რამდენიმე სააკუმულაციო სადგური მუდმივად განახლებადი ბატარეებით. ასეთი ტიპის სადგურების დღიური შემოსავალი დამოკიდებული იქნება იმაზე, თუ როგორი იქნება სატარიფო სისტემა ენერგიის ყიდვა-გაყიდვაზე. მხოლოდ ენერგიის ყიდვა-გაყიდვით ასეთი სადგურის მიერ ხარჯების ამოღებას შესაძლოა საკმაოდ დრო დასჭირდეს, მაგრამ თუკი ის დაამ-

ყარებს კონტაქტებს იმ საწარმოებთან, რომლებიც, გადამუშავების მიზნით, ჩაიბარებენ ნახმარ აკუმულატორებს, ვითარება მკვეთრად შეიცვლება. ამასთან ერთად, იმის გამო რომ, ეს საკითხი დაკავშირებულია მავნე ნივთიერებების უტილიზაციასთანაც, სახელმწიფოს მხრიდან გრანტების გამოყოფის შემთხვევაში, გადაწყდება ეკოლოგიური პრობლემა, ხოლო სადგურის მიმდინარე შემოსავლები თავისუფლად შეინახავს მომსახურე პერსონალს და საგრძნობ მოგებასაც დატოვებს. ამასთან, იმის გათვალისწინებით რომ, აკუმულატორების ტევადობა სწრაფად იზრდება, სადგურის ენერგოტევადობაც და შემოსავლებიც დროში მუდმივად ზრდადი იქნება.

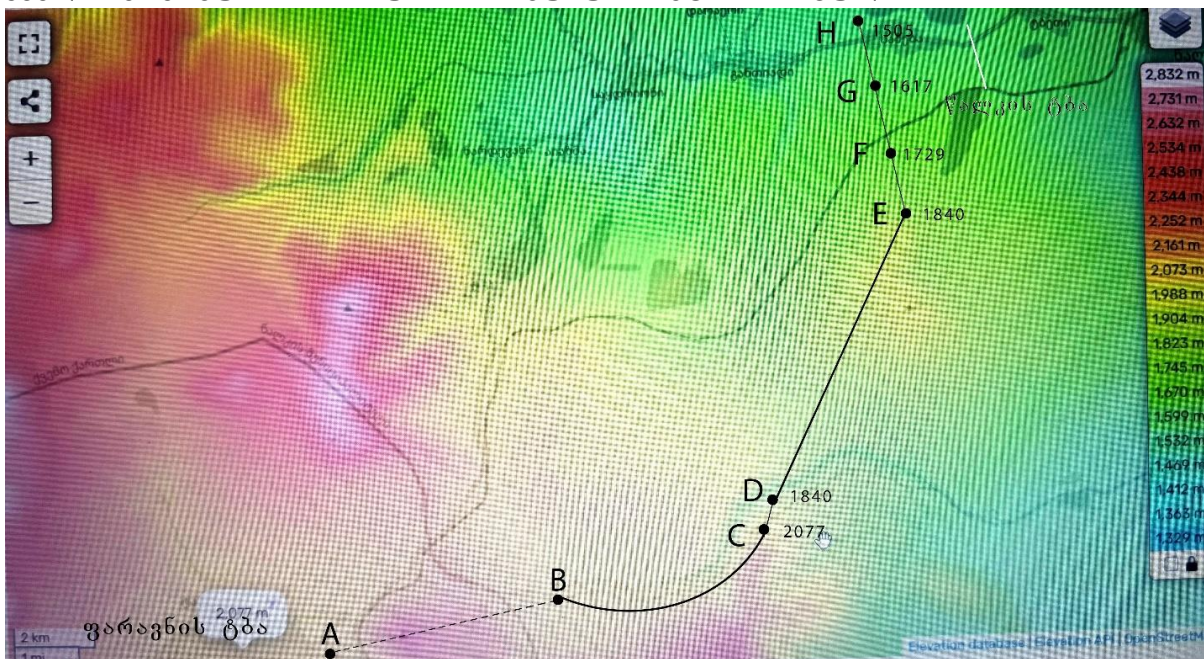
ჰიდროსააკუმულაციო სადგურები - ეს ტექნოლოგია განსაკუთრებით საინტერესოა საქართველოს მსგავსად მთაგორიანი და ბუნებრივი რეზერვუარებით მდიდარი რეგიონებისათვის. კაპიტალდაზანდებები განსაკუთრებით მცირდება, თუკი გვაქვს შეწყვილებული წყალსაცავები. პირველი ჰიდროსააკუმულაციო სადგურის მშენებლობა შვეიცარიაში ჯერ კიდევ XIX საუკუნის მიწურულს დაიწყო. ამჟამად მთელ მსოფლიოში მრავალი ასეთი სადგური მოქმედებს, ხოლო ლიდერი, ამ მიმართულებით, ჩინეთია. ამ ქვეყანაში, ამჟამად, დადგმული ჰიდროსააკუმულაციო სადგურების ჯამური სიმძლავრე 40,56 გიგავატი და ამდენივე მშენებლობის პროცესშია. მიმდინარე წლის დასაწყისში კი, ხეიბეის პროვინციაში გაშვებული იქნა მსოფლიოში ყველაზე მძლავრი, 3,6 გიგავატი სიმძლავრის სადგური. ამ სადგურის ქვედა რეზერვუარის მოცულობა 71,6 მლნ. კუბური მეტრია. ზედა რეზერვუარის მოცულობა კი 45 მილიონი კუბური მეტრი. შედარებისათვის, წყლის ეს მოცულობა შეგვიძლია მივიღოთ თუ ფარავნის ტბას ფაქტიურად სრულად ამოვტუმბავთ. რეზერვუარების დასაკავშირებლად გაკეთდა გვირაბების სისტემა ჯამური სიგრძით 50 კილომეტრამდე და მოეწყო უდიდესი მიწისქვეშა ელსადგური. პროექტი დაჯდა 2,6 მილიარდი დოლარი.

ჯავახეთის რევერსული სადგურების სისტემის შესაძლო ძირითადი მაჩვენებლები.

საქართველოში ჰიდროსააკუმულაციო სისტემის განვითარების თვალსაზრისით, ყურადღებას იმსახურებს ჯავახეთის ტბათა სისტემა. ძალიან დიდი, რეგიონული მნიშვნელობის სააკუმულაციო ტევადობა შეგვიძლია მივიღოთ ფარავანისა და წალკის ტბების შეწყვილებით. (სურათი 1). ამ ორი დიდი ტბის სარკის ზედაპრი (35 კვ.კმ.) თითქმის თანაბარია (მანძილი 30 კილომეტრამდე, დონეთა სხვაობა 570 მეტრამდე). იმისათვის რომ შეიქმნას ჩინური სადგურის თანაზომადი, ანუ მსოფლიოში უდიდესი ჰიდროსააკუმულაციო სადგური, ფარავანისა და წალკის ტბების დონეთა ციკლური ცვალებადობა 40 სანტიმეტრამდე უნდა დაიგეგმოს, რაც, ეკოლოგიური თვალსაზრისით, ალბათ არასწორია. თუმცა, თუ დავუშვებთ დონის მერყეობას 10 სანტიმეტრის ფარგლებში, სრულიად რეალურია განხორციელდეს 1

გიგავატი სიმძლავრის პროექტი. კერძოდ, შესაძლებელია ბულაგდაღის მთასა და სამებას შორის, აშენდეს 590 მკტ ჯამური სიმძლავრის სამი რევერსული ელსადგური (წერტილები F,G,H), ხოლო ჭოჭიანის ხევში რევერსული ელსადგური სიმძლავრით 410 მკტ. (წერტილი D)

საპროექტო ჰიდროელექტროსადგურის სამშენებლო მაჩვენებლები: ტბებს შორის დამაკავშირებელი არხების სისტემის საერთო სიგრძე 26-29 კმ (იხ, სურათი 1.). მათ შორის გვირაბი ფარავნის ტბიდან მდინარე ჭოჭიანის სათავეებამდე, ჭოჭიანის მთის ქვეშ - 6 კმ (მონაკვეთი AB), დაღმავალი და აღმავალი არხი მდინარე ჭოჭიანის მარჯვენა სანაპიროზე კიდურა წერტილებით 2077 მ. დონეზე - 6.5 კმ (მონაკვეთი BC). დახრილი არხი პირველ ელსადგურამდე 0.5 კმ. (მონაკვეთი CD), დაღმავალი და აღმავალი არხი კიდურა წერტილებით 1840 მეტრის დონეზე (მონაკვეთი DE), ბულაგდაღის მთის ფერდობზე, სიგრძით 7-8 კმ. (ამასთან, ამ მონაკვეთზე, იმისათვის რომ მთები არ გაიჭრას, არაა გამორიცხული, საჭირო გახდეს გვირაბების გაჭრა ჯამური სიგრძით 1,5 კმ). დახრილი არხი ბულაგდაღის მთის ფერდობიდან სამებამდე, 197 მკტ სიმძლავრის სამი რევერსული ელსადგურით F, G, H წერტილებში (მონაკვეთი EH), რომელთა შორის მანძილი საშუალოდ 1750 მეტრია, ხოლო დონეთა სხვაობა 112 მეტრი. თითოეულ სადგურს უნდა ჰქონდეს ქვედა რეზერვუარი მინიმუმ 80 000 კუბური მეტრის მოცულობით.



სურათი 1. ჯავახეთის ენერგიის სააკუმულაციო სისტემის ტოპოგრაფიული სქემა (პირველი მიახლოებით)

სადგურის მუშაობის ძირითადი მაჩვენებლები: 5 საათიანი მუშაობის განმავლობაში ატუმბული წყლის მოცულობა - 40 მლნ მ³, წყლის დონის მომატება ფარავ-

ნის ტბაზე (კლება წალკის ტბაზე) - 11 სმ, წყლის წამური ხარჯი არხებში - 225 მ³/წმ, არხების (გვირაბების) განივი კვეთის ფართობი - 45 მ². წყლის მოძრაობის სიჩქარე არხებში და გვირაბებში - 5 მ/წმ. არხების სიგრძის გათვალისწინებით, რევერსულ რეჟიმში მუშაობის დროს, სისტემის წყლით შევსებას დასჭირდება 10-12 წუთი, დანადგარების მიერ მოხმარებული სიმძლავრე წყლის ატუმბვის დროს -1320 მვტ, გამომუშავებული სიმძლავრე -1000 მვტ, ენერგიის წლიური გამომუშავება - 1800000 მვტ*სთ, დამატებით დადგმული მზის და ქარის ელსადგურების სიმძლავრე - 1200 მვტ. უნდა აღინიშნოს რომ, დაახლოებით ასეთი მაჩვენებლები აქვს რუსეთში ყველაზე დიდ ზაგორსკის რევერსულ ელსადგურს, სიმძლავრით 1200 მვტ. დონეთა სხვაობით 104 მ. ამ სადგურის ზედა და ქვედა რეზერვუარი დაკავშირებულია 7.5 მეტრი დიამეტრის 10 მმ. სისქის მილებით, რომლებიც გარედან დაცულია 40 სანტიმეტრიანი რკინაბეტონის გარსაცმით.

სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტი. აღნიშნული პროექტის განხორციელება საშუალებას მისცემს 200 ათასამდე მოსახლეს შეიძინოს საკუთარი, მზის ან ქარის, საერთო ქსელზე მიერთებული ელსადგური. ასეთ საოჯახო დანადგარებს არ დასჭირდებათ საკუთარი აკუმულატორები და ძვირად ღირებული ინვესტორები, რაც იმდენად გააიაფებს მათ შეძენას რომ, ისინი ადვილად შეიძენენ მათ, მით უფრო, თუ სახელმწიფო დაეხმარება საკუთარ მოსახლეობას შეღავათიანი სესხებით და ეკოლოგიური პროექტებისათვის გამიზნული გრანტებით.

საორიენტაციო კაპიტალდაზანდება: ჩინური გამოცდილებიდან გამომდინარე, პროექტის განხორციელებაზე ხარჯები 800 მილიონ დოლარს არ უნდა ასცდეს. ხარჯების დაზუსტება შესაძლებელი იქნება მას შემდეგ, რაც დადგინდება ტბების დამაკავშირებელი არხების ზუსტი კონფიგურაცია და ცნობილი გახდება შესასრულებელი სამუშაოების სპეციფიკა.

ლიტერატურა:

1. Robert A. Huggins. [Energy Storage](#). — Springer Science & Business Media, 2010-09-01. — 424 c. — [ISBN 9781441910233](#).
2. [Packing some power](#) // The Economist. — 2012-03-03. — [ISSN 0013-0613](#)

Energy Storage Power Plant Complex of Javakheti as a Basis for Green Energy Development in Georgia

Summary

The article shows that in conditions when the problem of creating a unified, technically perfect and politically stable international energy storage system hinders the development of environmentally friendly energy, the natural Tsalka-Pararavni lake system in Georgia provides a unique opportunity to provide a large part of the population with their own household energy installations, increase the sustainability of the energy system and simultaneously trade accumulated electricity with neighboring countries.

საქართველოს მცინვარული აუზების თანამედროვე მდგომარეობა

გ. კორძაზია*, ლ. შენგელია*, გ. თვაური**, მ. ძაძამია***, გ. გულიაშვილი***

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო.

**ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ე. ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო.

***გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო, გარემოს ეროვნული სააგენტო, თბილისი, საქართველო.

აბსტრაქტი: სტატიაში წარმოდგენილია საქართველოს მცინვარული აუზების დეტალური შესწავლის შედეგები. კვლევის მთავარი მიზანია არა მხოლოდ ამ აუზების საერთო დეგრადაციის შეფასება, არამედ ყველა მცინვარულ აუზში არსებული მცინვარებისა, რომლებიც კლასიფიცირებულია ფართობით. კვლევა მოიცავს როგორც დასავლეთ, ასევე აღმოსავლეთ საქართველოს, რაც ხელს უწყობს შედეგების რეგიონულ შედარებას მით უმეტეს ქვეყნის ამ ნაწილებს შორის კლიმატის მკვეთრი განსხვავების გამო. ანალიზი ეფუძნება დისტანციური ზონდირების მონაცემებს, გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემის (GIS) ტექნოლოგიების და მცინვარების სავსე დაკვირვებების კომბინაციას, რაც უზრუნველყოფს მცინვარული დეგრადაციის სიჩქარისა და მასშტაბის სანდო შეფასებას.

საკვანძო სიტყვები: თანამგზავრული დისტანციური ზონდირება; კლიმატის ცვლილება; საქართველოს მცინვარული აუზები.

შესავალი

ტექნოლოგიურმა მიღწევებმა შესაძლებელი გახადა გლაციოლოგიაში დისტანციური ზონდირების მეთოდების გამოყენება, რაც აეროფოტოგრაფიიდან ინოვაციური მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული გამოსახულებების გამოყენებამდე განვითარდა. ამ ინსტრუმენტების გამოყენებით შესაძლებელი გახდა მცინვარული აუზების მონიტორინგის წარმოება გაუმჯობესებული სიზუსტითა და ეფექტურობით. მცინვარებზე ტრადიციული სახმელეთო დაკვირვებების წარმოება საჭიროა, თუმცა მაღალი ხარჯების გამო მათი წარმოების მასშტაბი კვლავაც შეზღუდული რჩება.

გლობალურმა დათბობამ, რომელიც დაიწყო დაახლოებით მე-20 საუკუნის შუა ხანებში, მნიშვნელოვნად იმოქმედა დედამიწის კრიოსფეროზე. დედამიწის ყველაზე მოწყვლადი მცინვარული რეგიონებია ანდეზი, ალპები, პირენეები და კავკასია. გლაციოლოგიურ კვლევებში შემდგომი ინოვაციური განვითარება დაფუძნებულია მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრებული დისტანციური ზონდირების (თდზ) გამოყენებაზე, რომლებიც უზრუნველყოფენ აუცილებელ დროით და სივრცით გარჩევადობას. თდზ-ის მონაცემები და მიწისპირა დაკვირვებები უზრუნველყოფენ მცინვარებზე კლიმატის ცვლილების გავლენის მაღალი სანდოობით განსაზღვრას. ამას ადასტურებს კლიმატის ცვლილების მთავრობათაშორისი პანე-

ლის (IPCC) მეცნიერთა და წამყვანი ექსპერტების მიერ ჩატარებული კვლევები კრიოსფეროს დარგში [1, 2].

ვინაიდან მყინვარები კლიმატის ცვლილების მგრძნობიარე ინდიკატორია, მათი შესწავლა ძალზედ მნიშვნელოვანია კლიმატის რეგიონალური ცვლილების ტენდენციების დასადგენად. საქართველოში მყინვარების დეგრადაციამ უკვე გამოიწვია მყინვარული წარმოშობის კატასტროფული მოვლენები, როგორცაა ბუბას მყინვარის ნგრევა 2023 წელს, რამაც დიდი ზიანი და ადამიანური მსხვერპლი გამოიწვია [3]. მსგავს მოვლენებს ადგილი ქონდა მესტიის მუნიციპალიტეტში 2019 წელს და ყაზბეგის მუნიციპალიტეტში 2014 წელს [4], რაც ხაზს უსვამს მყინვარების ინტენსიური კვლევის აუცილებლობას.

მყინვარების დეგრადაციის დეტალური კვლევის გზით შესაძლებელია კლიმატის ცვლილების ანალიზისა და მომავალი ტენდენციების განსაზღვრისთვის მნიშვნელოვანი ინფორმაციის მიღება, რადგან მყინვარები, როგორც ამინდის, კლიმატისა და მიწისპირა ზედაპირის დამახასიათებელი პროდუქტი, არა მხოლოდ მოწყვლადია კლიმატის ცვლილების მიმართ, არამედ პირდაპირ ახასიათებს კლიმატის მიმდინარე ცვლილებას.

ეროვნულ დონეზე, მყინვარების კვლევა საქართველოსთვის მნიშვნელოვან სტრატეგიულ საქმიანობას წარმოადგენს. ამ მიზნით, ბოლო წლებში ქვეყანაში დაინერგა თდზ-ის ინოვაციური ტექნოლოგიის გამოყენება, რომლის საფუძველზე შესაძლებელი გახდა კლიმატის ცვლილების შესახებ ჩარჩო კონვენციისადმი საქართველოს მეოთხე [5] და მეხუთე ეროვნულ შეტყობინებებში მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობის გაშუქება.

1. კვლევის მეთოდები

საქართველოს მყინვარები კავკასიონის ქედის გასწვრივ მდებარეობს და 12 მყინვარულ აუზშია გადანაწილებული - ექვსი დასავლეთ საქართველოში (ბზიფი, კელასური, კოდორი, ენგური, ხობისწყალი, რიონი) და ექვსი აღმოსავლეთ საქართველოში (ლიახვი, არაგვი, თერგი, ასა [არხოტისწყალი], არგუნი, პირიქითი ალაზანი).

კვლევაში კომპლექსურადაა გამოყენებულია მაღალი გარჩევადობის თდზ ტექნოლოგიები, ისტორიული და ღია წყაროებიდან მიღებული მონაცემები, გეოგრაფიული საინფორმაციო ტექნოლოგიები [6–8] და ექსპერტული ცოდნა.

კვლევა მოიცავს კატალოგის ისტორიულ მონაცემებს (ერთი ვადა) და შერჩეულ სამ ძირითად ვადაზე, თდზ-ის გამოყენებით განსაზღვრულ ინფორმაციას, კერძოდ 2010 წ. (პირობითად თდზ 1); 2015 წ. (პირობითად თდზ 2) და 2020 წ. (პირობითად თდზ 3) მონაცემებს. ამ ვადებზე განსაზღვრულია მყინვარების მახასიათებელი პარამეტრები: მყინვარის ფართობი, მორფოლოგიური ტიპი, ექსპოზიცია, სიგრძე, მინიმალური და მაქსიმალური სიმაღლე, ფირნის ხაზის სიმაღლე და

აბლაციის ფართობი. მყინვარები კლასიფიცირებული არის ზომის მიხედვით: პატარა ($0.1-0.5 \text{ კმ}^2$), საშუალო ($0.5-2.0 \text{ კმ}^2$) და დიდი ($>2.0 \text{ კმ}^2$).

გამოწვევები, როგორცაა ღრუბლის საფარი, ისტორიული მონაცემების და ღია მონაცემთა ბაზებში კონტურების გავლების უზუსტობები, მოგვარდა ხარისხის კონტროლის ღონისძიებების, 3D ვიზუალიზაციისა და მყინვარების კონტურების დიგიტალიზაციის გამოყენებით.

ავტორების კვლევის მეთოდოლოგია [9, 10] შესაბამისობაშია საუკეთესო პრაქტიკებთან [8, 11, 12], რაც შესაძლებელს ხდის მყინვარების მდგომარეობის ერთდროულად განსაზღვრას დიდ ფართობებზე საჭირო გარჩევადობითა და მაღალი საიმედოობით.

მონაცემთა ძირითადი წყაროებია:

- Landsat 5, 7 და 8-ის სურათები ($15-30 \text{ მ}$ გარჩევადობა);
- მაღალი გარჩევადობის SPOT 6 სურათები ($1-1.5 \text{ მ}$), Azercosmos-ის მეშვეობით [13];
- 1960-იანი წლების ისტორიული მყინვარების ინვენტარიზაცია და ტოპოგრაფიული რუკები;
- NASA-ს ღია წყაროს მონაცემები და კოსმოსიდან გლობალური ყინულის გაზომვების (GLIMS) მონაცემთა ბაზა;
- Google Earth-ის სურათები ($0.5-0.8 \text{ მ}$ გარჩევადობა).

2. საქართველოს მყინვარული აუზების თანამედროვე მდგომარეობა

ზემოთმოყვანილი ტექნოლოგიური ბაზისის გამოყენებით ჩატარდა დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარული აუზებისათვის ფართო მასშტაბის კვლევითი სამუშაოები.

- განისაზღვრა მყინვარების ძირითადი მახასიათებლები სამ ძირითად ვადაზე, რასაც დაემატა კატალოგისა და ტოპოგრაფიული რუკების მონაცემები.
- დადგენილ იქნა მყინვარული აუზებში შემავალი ყველა მყინვარის (დიდი, საშუალო, მცირე) დინამიკა რიცხობრივად კლასიფიკაციის შესაბამისად, ანუ განსაზღვრულ იქნა მყინვარული აუზების უკანდახევის დინამიკა დასავლეთ (ცხრილი 1) და აღმოსავლეთ (ცხრილი 2) საქართველოსათვის ცალ-ცალკე.

ცხრილი 1

დასავლეთ საქართველოს მცენარეების ფართობების და რაოდენობის განაწილება მცენარულ აუზებში ზომების, კატალოგის და თღზ-ის მონაცემების მიხედვით

დასავლეთ საქართველო										
მცენარული აუზები			მცენარეების ფართობები				მცენარეების რაოდენობა			
№	სახელწოდება და მცენარის №	ზომა	კატ.	თღზ 1	თღზ 2	თღზ 3	კატ.	თღზ 1	თღზ 2	თღზ 3
1	ბზიფი 1-13	მცირე	2,3	2,4	2,3	1,9	8	12	9	9
		საშ.	5,7	2,3	0,8	0,8	5	3	1	1
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	8,0	4,7	3,1	2,7	13	15	10	10
2	კელასური 14-16	მცირე	0,4	0,1	0	0	2	1	0	0
		საშ.	0,8	0,8	0,7	0,6	1	1	1	1
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	1,2	0,9	0,7	0,6	3	2	1	1
3	კოდორი 17-136	მცირე	20,7	23,4	19,8	17,2	82	125	106	96
		საშ.	34,5	20,4	18,0	12,5	35	23	18	13
		დიდი	9,1	6,2	3,9	3, 6	3	2	1	1
		სულ	64,3	50,0	41,7	33,3	120	150	125	110
4	ენგური 137-332	მცირე	27,9	33,3	26,5	22,1	102	169	150	122
		საშ.	80,1	59,4	43,8	39,7	70	57	44	38
		დიდი	213,3	178,7	157,0	135,2	24	25	23	19
		სულ	321,3	271,4	227,3	197,0	196	251	217	179
5	ზობისწყ. 333-334	მცირე	0,2	0,2	0,1	0,1	2	2	1	1
		საშ.	0	0	0	0	0	0	0	0
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	0,2	0,2	0,1	0,1	2	2	1	1
6	რიონი 335-409	მცირე	7,8	13,7	11,8	9,6	36	66	56	53
		საშ.	27,9	14,5	13,3	11,4	29	15	14	13
		დიდი	35	29,0	20,7	20,2	10	9	8	8
		სულ	70,7	57,2	45,8	41,2	75	90	78	74
7	სულ		465,7	384,4	318,7	274,9	409	510	432	375

ცხრილი 2

აღმოსავლეთ საქართველოს მცენარეების ფართობების და რაოდენობის განაწილება მცენარულ აუზებში ზომების, კატალოგის და თდზ-ის მონაცემების მიხედვით

აღმოსავლეთ საქართველო										
მცენარული აუზები			მცენარეების ფართობები				მცენარეების რაოდენობა			
№	სახელწოდება და მცენარის №	ზომა	კატ.	თდზ 1	თდზ 2	თდზ 3	კატ.	თდზ 1	თდზ 2	თდზ 3
1	ლიახვი 1-22	მცირე	3.8	1.6	0.9	0.4	21	12	7	3
		საშ.	1.7	1.2	0.9	0.8	1	1	1	1
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	5.5	2.8	1.8	1.2	22	13	8	4
2	არაგვი 23-27	მცირე	0.5	0.4	0.4	0.3	4	1	1	1
		საშ.	0.7	0	0	0	1	0	0	0
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	1.2	0.4	0.4	0.3	5	1	1	1
3	თერგი 44-111	მცირე	12.2	11.2	6.6	4.2	48	53	34	29
		საშ.	11.5	4.5	6.9	8.1	12	4	5	6
		დიდი	40.2	36.3	28.9	24.5	8	8	6	4
		სულ	63.9	52.3	42.4	36.8	68	65	45	39
4	ასა 1-3	მცირე	0.8	1.4	1.0	0.6	2	3	3	2
		საშ.	0.9	0	0	0	1	0	0	0
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	1.7	1.4	1.0	0.6	3	3	3	2
5	არღუნი 10-15	მცირე	1.3	0.8	0.3	0	6	6	3	0
		საშ.	0	0	0	0	0	0	0	0
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	1.3	0.8	0.3	0	6	6	3	0
6	პირიქითი ალაზანი 6-33	მცირე	5.9	5.4	3.0	1.0	23	26	22	8
		საშ.	3.3	0	0	0	5	0	0	0
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	9.2	5.4	3.0	1.0	28	26	22	8
7	სულ		82.8	63.1	48.9	39.9	132	114	82	54

3. შედეგები:

ა. დასავლეთ საქართველოში კატალოგის მიხედვით სულ აღრიცხულია 409 მცენარე, რომელთა ჯამური ფართობია 465,7 კმ². 2010 წელს ამ მცენარეების ფართობი გახდა 384,4 კმ², 2015 წელს – 318,7 კმ², ხოლო 2020 წელს – 274.9 კმ². რაც იმას ნიშნავს, რომ მცენარეების საერთო ფართობი 60 წლის განმავლობაში შემცირდა 81.3 კმ²-ით ანუ 17.5 %-ით, კიდევ 5 წლის შემდეგ შემცირდა კიდევ 17.1 %-ით, ხოლო კიდევ 5 წლის შემდეგ შემცირდა 47.5-ით ანუ 13.7 %-ით. ჯამური ფართობი (კატალოგით) 465.7 კმ² 2020 წლისათვის გახდა 274.9 კმ² ანუ შემცირდა 190.8 კმ²-ით

(41.0 %-ით) .

განვიხილოთ მცენარეების რაოდენობრივი ცვლილება, რომელიც არცთუ რეპრეზენტაციული სიდიდეა, მაგრამ პროცესის განვითარებაზე წარმოდგენას გვიქმნის. მცენარეების რაოდენობა კატალოგით იყო 409, ხოლო 2020 წ. – 375, ანუ შემცირდა 8.3 %-ით. აღსანიშნავია, რომ 2010 წელს მცენარეების რაოდენობა 409-დან იზრდება 510-მდე (19 %). ეს მატება ხდება მცირე მცენარეების რაოდენობის ზრდის გამო, რაც უკავშირდება დიდი და საშუალო მცენარეების დანაწევრებას. ხოლო 2010 წლიდან შემდეგ ვადებზე იკლებს. 2010 წლისათვის მცენარეების რაოდენობა არის 432 და 2020 წლისათვის სულ დარჩენილია სხვადასხვა ზომის 375 მცენარი. შემცირება მთელი პერიოდისათვის შეადგენს 34-ს, რაც პროცენტულად არის 8.3 %.

ბ. აღმოსავლეთ საქართველოში კატალოგის მიხედვით სულ აღრიცხულია 132 მცენარი, რომელთა ჯამური ფართობია 82,8 კმ². 2010 წელს ამ მცენარეების ფართობი გახდა 63,1 კმ². 2015 წელს – 48,9 კმ², ხოლო 2020 წელს – 39,9 კმ². რაც იმას ნიშნავს, რომ მცენარეების საერთო ფართობი 2010 წლისათვის შემცირდა 19,7 კმ²-ით, ანუ 23,8 %-ით, 5 წლის შემდეგ შემცირდა – 14,2 კმ²-ით ანუ 22,5 %-ით, ხოლო კიდევ 5 წლის შემდეგ – 9,0- კმ²-ით ანუ 18,4 %-ით. ჯამური ფართობი (კატალოგით 82,8 კმ²) 2020 წლისათვის გახდა 39,9 კმ², ანუ შემცირდა 42.9 კმ²-ით (51.8 %).

მცენარეების რაოდენობა კატალოგით იყო 132. 2010 წელს ამ მცენარეების რაოდენობა გახდა 114 ანუ შემცირდა 18-ით (13,6 %), 2015 წელს – 82 ანუ შემცირდა 32-ით (28,1 %) და კიდევ 5 წლის შემდეგ, ე.ი. 2020 წლისათვის შემცირდა 28-ით (34,1 %). ასე რომ 2020 წლისათვის 132 მცენარიდან სულ დარჩა სხვადასხვა ზომის 54 მცენარი, რაც იმას ნიშნავს, რომ მცენარეების საერთო რაოდენობა შემცირდა 78-ით (59,1 %). ფაქტიურად აღმოსავლეთ საქართველოში მცენარეების ფართობი და რაოდენობაც ორჯერ და მეტჯერ შემცირდა.

დასკვნა. მცენარეების დეგრადაციის კვლევა ცალ-ცალკეა ჩატარებული დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოსათვის, რაც განპირობებულია ქვეყნის ამ ნაწილების კლიმატში დიდი განსხვავებით. კერძოდ, აღმოსავლეთ საქართველოს კლიმატი იმ ქვერეგიონში, სადაც მცენარეები არის გავრცელებული, ხასიათდება ნამდვილ ზაფხულს მოკლებული, მაღალი მთიანეთის ზომიერად მშრალი ჰავით, ხოლო დასავლეთ საქართველოს ის ქვერეგიონი, სადაც მცენარეები არის, ხასიათდება მაღალმთის ნოტიო ჰავით მუდმივი თოვლით და მცენარეებით.

მიღებული შედეგების შედარება გვარწმუნებს, რომ მცენარეების დეგრადაცია აჩქარებულია და ეს პროცესი გაცილებით სწრაფად მიმდინარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, ვიდრე დასავლეთ საქართველოში.

მადლიერება

კვლევა განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით [FR-21-1996].

ლიტერატურა

1. M. Tignor et al. IPCC (2018). The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. A Special Working Group II Technical Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland. - 755 p.
2. B.C. Bates et al. IPCC (2008). Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change and Water. IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland. - 210 pp.
3. Glacial disaster in Showi municipality. <https://nea.gov.ge/Ge/News/117>.
4. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvaure, M. Dzadzamia.(2015). Research of Devdoraki Glacier Based on Satellite Remote Sensing Data and Devdoraki Glacier Falls in Historical Context//American Journal of Environmental Protection, Volume 4, Issue 3-1, pp. 14–21.
5. George Kordzakhia. Fourth National Communication of Georgia, Under the United Nations Framework Convention on Climate Change. 4.4 Glaciers (2021). Tbilisi, pp. 241-250.
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/4%20Final%20Report%20-%20English%202020%2030.03_0.pdf.
6. Khalsa, S.J.S. Dyurgerov, M.B.; Khromova, T.; Raup, B.H.; and Barry R. G. Space-Based Mapping of Glacier Changes Using ASTER and GIS Tools, IEEE Transactions on geoscience and remote sensing, 2004, vol. 42, No. 10, 21-77.
7. Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V., and Böhner, J. (2015): System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4, Geosci. Model Dev., 8, 1991-2007, doi: 10.5194/gmd-8-1991-2015
8. Gorelick N., Hancher M., Dixon M., Ilyushchenko S., Thau D., Moore R., 2017 Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, Remote Sensing of Environment, ISSN 0034-4257
9. Kordzakhia G. I., Shengelia L. D., Tvaure G. A., Dzadzamia M. Sh. The climate change impact on the glaciers of Georgia. In Journal-World Science, vol. 1, № 4(44), Warsaw, Poland, 2019, pp. 29-34.
10. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvaure, M. Dzadzamia, G. Guliashvili, S. Beridze. Study of Large Glacier Retreat in Rivers Enguri and Rioni Basins. IH SAS, Bratislava, Slovakia, E-Book, pp. 1–7.
11. Petri Pellikka, W. Gareth Rees - Remote Sensing of Glaciers Techniques for Topographic, Spatial and Thematic Mapping of Glaciers 2010, 330 p.
12. Xiaofei Wang, Yue Huang, Tie Liu, Weibing Du. Impacts of climate change on glacial retreat during 1990-2021 in the Chinese Altay Mountains. CATENA Volume 228, July 2023, article id 107156, pp. 1-15.
13. Azercosmos Space Agency of the Republic of Azerbaijan.
<https://www.iafastro.org/membership/all-members/azercosmos.html>.

The Modern state of glacial basins of Georgia

Summary

This article presents the results of a comprehensive study of the glacial basins of Georgia. The primary objective is not only to assess the overall degradation of these basins, but also to analyse the dynamics of change in all constituent glaciers, categorised by size—large, medium, and small—across three time periods. The study encompasses both Western and Eastern Georgia, facilitating a regional comparison. The analysis is based on a combination of remote sensing data, geographic information system (GIS) technologies, and field-based glacier observations, offering a reliable assessment of the rate and extent of glacial degradation.

Keywords: climate change; glacial basins of Georgia, satellite remote sensing.

საავტომობილო გზების მშენებლობის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ზოგიერთი აქტუალური საკითხი

ლუიზა ბუბაშვილი, რუსუდან ელიზბარაშვილი

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: სტატიაში განხილულია საქართველოში საავტომობილო გზების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პროცესის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების (გზშ) აქტუალური საკითხები. იგი რეგულირდება გარემოს დაცვისა და მდგრადი განვითარების პრინციპებზე დაფუძნებული საკანონმდებლო ჩარჩოთი და ითვალისწინებს როგორც ბუნებრივ, ისე სოციალურ და კულტურულ ფაქტორებზე შესაძლო ზემოქმედებების ანალიზს. მათ შორის მნიშვნელოვანია მიწის რესურსების მართვა, ბიომრავალფეროვნებისა და ეკოსისტემების დაცვა, ატმოსფერული ჰაერისა და წყლის დაბინძურების რისკები, ხმაურისა და ემისიების გავრცელება, კულტურული მემკვიდრეობის შენარჩუნება და მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის შეფასება. გზშ მოიცავს როგორც მოკლევადიან, ასევე გრძელვადიან შედეგების შეფასებას და ითვალისწინებს ადგილობრივი მოსახლეობის ინფორმირებასა და ჩართულობას. აღნიშნული მიდგომა უზრუნველყოფს პროექტების შესაბამისობას ეროვნულ და საერთაშორისო სტანდარტებთან, ხელს უწყობს გარემოსდაცვითი რისკების შემცირებას და სოციალურ-ეკონომიკური პირობების გაუმჯობესებას.

საკვანძო სიტყვები: გარემოზე ზემოქმედება, მდგრადი განვითარება, საავტომობილო გზები, გეოეკოლოგია, საზოგადოება, მოდერნიზაცია, ლანდშაფტის მართვა, კულტურული მემკვიდრეობა.

საქართველოში საავტომობილო გზების მშენებლობა და გარემოზე ზემოქმედების შეფასება, რეგულირდება არაერთი კანონით, რომელთა შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს შემდეგ კანონებს და გარემოსდაცვით ტექნიკურ რეგლამენტებს; საქართველოს კანონი გარემოს დაცვის შესახებ (1996წ.); საქართველოს კანონი „ნიადაგის დაცვის შესახებ“ (1994 წ.); საქართველოს კანონი „წყლის შესახებ“ (1997წ.); საქართველოს კანონი „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ“ (1999წ.); საქართველოს მთავრობის დადგენილება №424 „ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის მოხსნის, შენახვის, გამოყენებისა და რეკულტივაციის შესახებ“ (2013 წ.); საქართველოს კანონი „გარემოს დაცვის შეფასების კოდექსი“ (2017 წ.) და საქართველოს კანონი „ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ“ (2005 წ.).

საავტომობილო გზის გარემოზე ზემოქმედების შეფასება მოითხოვს ისეთი პარამეტრების გათვალისწინებას, როგორიცაა: გზის ტექნიკური (საინჟინრო) მახასიათებლები, მიწის ათვისება (სამუდამო დაკარგვა), ინფრასტრუქტურული მომსახურების შესაძლო პრობლემები (გადამცემი ხაზები, წყალმომარაგება, გაზმომარაგება და სხვ.), კერძო საკუთრების და ბიზნესების პრობლემები და კომპენსაციის შესაძლებლობა, მოძრაობის ინტენსივობა, ადგილობრივი გზების ხასიათი (ალტერნატიული დატვირთვის შემთხვევაში), შესაძლო ემისია და ხმაური, ეკოლოგიური ფაქტორები (ფლორა და ფაუნა, ეკოსისტემები და ლანდშაფტები, სენსიტიური უბნები), ლანდშაფტის შესაძლო ტრანსფორმაცია, მდინარეული ქსელი (მათ შორის თევზის მიგრაციის შენარჩუნების პრობლემა) და ზედაპირული ჩამონადენი,

წყლის ხარისხის შესაძლო ცვლილება, გეოლოგიური აგებულება და სეისმური თავისებურებანი, გეომორფოლოგიური და გეოდინამიური თავისებურებანი, კლიმატის ზოგიერთი მახასიათებლის (ქარი, რადიაცია, ნალექების განაწილება, თოვლის საფარი და სხვ.) ცვლილება, გამწვანების შესაძლებლობა, ნიადაგის სტრუქტურის თავისებურებათა გამოვლენა (მათ შორის ეროზიის განვითარების შესაძლებლობა, კარიერების გამოვლენა და ნარჩენების განთავსება, არქეოლოგიური და კულტურული უბნების გამოვლენა და კვლევა.

გარემოზე ზემოქმედების შეფასებისთვის ასევე განიხილება შემდეგი ინფორმაცია:

- ✓ საავტომობილო გზის მდებარეობა საერთაშორისო და ადგილობრივი გზების მიმართ,
- ✓ პრიორიტეტული სამეურნეო პროექტები რეგიონში (ადგილზე) და გზის ხელშემწყობი ფაქტორები,
- ✓ სატვირთო და მგზავრთა ნაკადები,
- ✓ განსახლების დაგეგმარება.

გარემოზე ზემოქმედების შეფასება იწყება საავტომობილო გზის გეოგრაფიული და ტექნიკური მახასიათებლების აღწერით, სადაც ძირითადი აქცენტი კეთდება გეოგრაფიული ობიექტების ფორსირებაზე, შესაძლო სატრანსპორტო კვანძებზე, ხიდებსა და გზაგამტარებზე და სხვადასხვა სახის ხელოვნურ ნაგებობებზე.

საავტომობილო გზის მშენებლობისა და ექსპლოატაციის გარემოზე ზემოქმედების შეფასებისთვის მნიშვნელოვანია ადმინისტრაციული და სოციალურ-ეკონომიკური ვითარების ანალიზი (ნ. ელიზბარაშვილი, გ. სანდოძე. 2023). პირველ რიგში, გასაკეთებელია იმ დასახლებული პუნქტების ჩამონათვალი, რომელზეც უშუალო გავლენას ახდენს საავტომობილო გზა. გარდა ჩამონათვლისა, აუცილებელია ადგილობრივი მოსახლეობის დემოგრაფიული „ქცევის“, შემოსავლების, დასაქმების სტრუქტურის და უმუშევრობის ხარისხის, ეკონომიკის ძირითადი დარგების ხვედრითი წილის და ისტორიულ-გეოგრაფიული პროცესების შესწავლა. ასევე საინტერესოა ისეთი სოციალური საკითხების განხილვა, როგორიცაა განათლება, ჯანდაცვა, მეცნიერება და კულტურა, სპორტი და სხვ. არსებით საკითხთა შორის ასევე მოიაზრება წყალმომარაგებისა და კანალიზაციის სისტემა, ინფრასტრუქტურა და კომუნალური ხარჯები, ისტორიულ-კულტურული გარემო, არქეოლოგიური და ისტორიული ძეგლები, აგრეთვე მათი შესაძლებელი ცვლილების თავისებურებანი.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს მიწის ფონდი და სხვა ბუნებრივი რესურსების რაოდენობრივ-ხარისხობრივი მაჩვენებლები, მათი სახელმწიფოებრივი და ადგილობრივი მნიშვნელობა, განვითარების და ტრანსფორმაციის შესაძლებლობანი (ელიზბარაშვილი, და სხვ. 2018) .

ცნობილია, რომ კეთილმოწყობილი საავტომობილო გზა ცალსახად გააუმჯობეს-

სებს არსებულ სოციალურ-ეკონომიკურ ვითარებას, გაზრდის ტვირთბრუნვისა და მგზავრთბრუნვის მაჩვენებლებს, რეგიონთშორის კავშირებს, ტურისტულ ნაკადებს, სოფლის მეურნეობის წარმოებას, კერძო და გზისპირა ბიზნესის შესაძლებლობებს, გააჯანსაღებს საცხოვრებელ გარემოს, შეამცირებს ხმაურსა და მტვერს.

საავტომობილო გზის მშენებლობის და ექსპლოატაციის გარემოზე ზემოქმედების შეფასებისას მნიშვნელოვანია მისი როგორც მოკლევადიანი (1 - 3 წლის ფარგლებში), ისე საშუალო (3-5 წლის) და გრძელვადიანი (5-10 წლის ფარგლებში) ხასიათის განხილვა.

მოსახლეობისა და ადგილობრივი ბიზნესისთვის მნიშვნელოვანია ისეთი ინფორმაციის მიწოდება, რომელიც უკავშირდება მიწის ფონდის ცვლილებებს, მისი შესყიდვისა და განსახლების პროცედურებს. ასევე არსებითია მოსახლეობის დროებითი დასაქმების, საყოფაცხოვრებო ინფრასტრუქტურის ტრანსფორმაციის და განახლების, ბიზნესზე შესაძლო ზემოქმედების განხილვა და ინფორმირება. ამგვარი მიდგომით გამოირიცხება შესაძლო კონფლიქტების განვითარება.

სახელმწიფოს (საავტომობილო გზების დეპარტამენტის) და მსოფლიო ბანკის მიერ მიღებულია არაერთი პრინციპი (მსოფლიო ბანკის გარემოსდაცვითი და სოციალური სტანდარტები 2018), რომლებიც უზრუნველყოფენ ზემოქმედების ქვეშ მყოფი ადგილობრივი მოსახლეობისთვის მატერიალური ზიანის მინიმუმამდე დაყვანას, ზარალის კომპენსაციას, შემოსავლების რეაბილიტაციას და დახმარებას, სოციალურად დაუცველთა და ლტოლვილთა დახმარებას, ამგვარი პროცესის სამართლიანობას და გამჭვირვალობას.

საავტომობილო გზის მშენებლობის და ექსპლოატაციისას გარემოზე პოტენციური ზემოქმედება შესაძლებელია იყოს (ნ.ელიზბარაშვილი, 2016):

- ✓ ლანდშაფტის ბუნებრივი მახასიათებლების (კომპონენტების - რელიეფი, მიკროკლიმატი, წყლები, ნიადაგი, მცენარეულობა, ეკოსისტემები, ჰაბიტატები, ეკოტონები, რეკრეაციული ფასეულობები) განადგურება;
- ✓ ცხოველთა მიგრაციის გზების გადაკეტვა;
- ✓ გეოდინამიური პროცესების (მეწყერი, ეროზია, დატბორვა, ქვათაცვენა და სხვ.) პროვოცირება და სტიმულირება;
- ✓ ნაშალი მასალის რაოდენობის ზრდა მიმდებარე ტერიტორიებსა და მდინარეებში (წყლის ბუნებრივ და ხელოვნურ ნაკადებში);
- ✓ ჰაერის, ნიადაგებისა და წყლის დაბინძურება;
- ✓ განსახლების და ბიზნესის ტრანსფორმაცია;
- ✓ მიწათსარგებლობის ფორმების ცვლილება;
- ✓ არქეოლოგიურ და კულტურულ მემკვიდრეობაზე ზემოქმედება;
- ✓ ინფრასტრუქტურის ობიექტების დაზიანება;
- ✓ ტექნოგენური ავარიების საფრთხის ზრდა;

- ✓ კარიერების და ნაგავსაყრელების წარმოქმნა (საყოფაცხოვრებო, სამშენებლო და ინერტული ნარჩენების სახით).

ატმოსფერულ ჰაერში მოსალოდნელი ემისიები უკავშირდება ტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობას, რომელიც სასურველია შესწავლილ იქნეს სხვადასხვა მონაკვეთისთვის როგორც არსებულ ვითარებაში, ისე პერსპექტივაში. აქვე გასათვალისწინებელია ექსტრემალური ატმოსფერული მოვლენების ალბათობა, რაც დამახასიათებელია მოცემული რეგიონისთვის. კვლევისას გამოსავლინებულია მავნე ნივთიერებათა კონცენტრაციის არეალები, მათი კავშირი სხვა კლიმატურ (მეტეოროლოგიურ) მახასიათებლებთან. აუცილებელია საავტომობილო მოძრაობის და კლიმატის პროგნოზული მდგომარეობის გათვალისწინებაც, რაც განხილულია სხვადასხვა წლების ეროვნულ შეტყობინებებში.

ცნობილია, რომ გზის მშენებლობასთან დაკავშირებული ხმაური საშუალოდ ვრცელდება 300 მეტრის რადიუსში, ხოლო მოძრაობასთან დაკავშირებული ხმაური ვრცელდება გზის ღერძიდან 200 მეტრამდე (General EHS Guidelines (2007)). გასაგებია, რომ დასახლებული პუნქტების არეალებში განსახორციელებელ ღონისძიებათა შორის დასაგეგმია ხმაურის შემცირების ტექნიკური და ადმინისტრაციული (მოძრაობის რეგულირების) რეგულაციები.

წყლების დაბინძურება უკავშირდება: საწვავის ან ზეთის დაღვრა/გაჟონვას, ზედაპირულ წყლებში ნარჩენების ატივინარებას, წყლის საყოფაცხოვრებო დანიშნულებით გამოყენებას, სატრანსპორტო საშუალებების რეცხვას და წყლის ნაკადების გადალახვას. დაბინძურებული წყლები სწრაფად გადაადგილდება, რაც ზრდის ზემოქმედების არეალს. ამის გამო, ზემოქმედების შეფასებამ მნიშვნელოვანი ფართობი უნდა მოიცვას, ვიდრე მხოლოდ მდინარის მიმდებარე ხეობის ნაწილი.

ნიადაგზე ზემოქმედების შეფასებისას განიხილება: ჰუმუსოვანი ფენის მოხსნის მასშტაბები და შედეგები, ნიადაგის გადარეცხვის ან ქარისმიერი ეროზიის შესაძლებლობა, გამოფიტვის პროდუქტის გავლენა მიმდებარე ტერიტორიებსა და წყლებზე.

გზების მშენებლობისას განსაკუთრებულ ზეგავლენას ცოცხალი სამყარო განიცდის. მათზე ზემოქმედების მასშტაბების განსაზღვრა, მათი მდგრადობის ანალიზი და შენარჩუნებისთვის საქმიანობის განსაზღვრა გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანაა. იგივე ითქმის ფაუნაზე შესაძლო ზემოქმედებაზე - გზის მშენებლობამ და ექსპლოატაციამ შესაძლოა გამოიწვიოს სახეობების ჰაბიტატების განადგურება, ფრაგმენტაცია, მიგრაციის გზების დეგრადაცია, საბუდარის (თავშესაფრის) მოშლა ან სახეობის შეშფოთება.

მშენებლობის პროცესში შესაძლებელია ისეთი არქეოლოგიური ძეგლის განადგურება, რომელიც არაა ცნობილი და არ განხილულა მისი შესაძლო არსებობა. რისკის შემცირების მიზნით ხორციელდება არქეოლოგიური ზედამხედველობა. მისი

პროცედურები ხორციელდება კანონის „კულტურული მემკვიდრეობის შესახებ“ (2007 წ.). მიხედვით, ხოლო ქმედებები თანხმდება კულტურისა და ძეგლთა დაცვის სახელმწიფო უწყებებთან.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ნ. ელიზბარაშვილი (2016). გამოყენებითი გეოგრაფიის საფუძვლები. თბილისი, 502 გვ;
2. ნოდარ ელიზბარაშვილი, ჰეინო მეესენი, თომას კოლერი და სხვ. მთიანი რეგიონების მდგრადი განვითარება და რესურსების მართვა. - თბილისი, გამომც. „დანი“, 2018, 310 გვ.
3. ავტომაგისტრალის E-60 ხევი-უბისას ფ2 მონაკვეთის მოდერნიზაციისათვის შემუშავებული გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში;
4. ელიზბარაშვილი ნოდარ, სანდოძე გელა. 2023 "გარემოზე ზემოქმედების შეფასება". გვ. 238-245; თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა;
5. საქართველოს საავტომობილო გზების დეპარტამენტის ვებგვერდი (www.georoad.ge);
6. მსოფლიო ბანკის გარემოსდაცვითი და სოციალური სტანდარტები 2018;
7. IFC Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines – General EHS Guidelines (2007)

Some current issues in environmental impact assessment of road construction

Summary

This article discusses the Environmental Impact Assessment (EIA) process for the construction and operation of motor roads in Georgia, which is regulated by a legislative framework based on the principles of environmental protection and sustainable development. The EIA involves an analysis of potential impacts on natural, social, and cultural factors. Key aspects include land resource management, biodiversity and ecosystem protection, risks of air and water pollution, noise and emissions, preservation of cultural heritage, and assessment of the socio-economic conditions of the local population. The EIA considers both short-term and long-term effects and emphasizes the importance of public awareness and community engagement. This approach ensures compliance with national and international standards, reduces environmental risks, and contributes to the improvement of socio-economic conditions.

Keywords: environmental impact, sustainable development, roads, geoecology, society, modernization, landscape management, cultural heritage.

პალიასტომის ტბაში წყლის მასების დინამიკაზე ფსკერის რელიეფის გავლენის რიცხვითი მოდელირება

აკაკი გირგვლიანი, აკაკი ძნელაძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ნაშრომში წარმოდგენილია პალიასტომის ტბის ორგანოზომილებიანი რიცხვითი მოდელი. შემუშავებული მოდელის საშუალებით გათვლილია ტბაში წყლის ნაკადების ცირკულაციის სურათები ფსკერის რელიეფის სხვადასხვა ხელოვნური მოდიფიკაციების შემთხვევაში. მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე მიღებულია დასკვნები და გამოუმუშავებულია შესაბამისი რეკომენდაციები წყალსაცავის მდგომარეობის შემდგომი გაუარესების თავიდან ასაცილებლად.

საკვანძო სიტყვები: რიცხვითი მოდელირება, გადატანა-დიფუზიის განტოლებები, პალიასტომის ტბა, წყლის მასების დინამიკა.

პალიასტომის ტბა წარმოადგენს კოლხეთის ეროვნული ნაკრძალის უმნიშვნელოვანეს შემადგენელ ნაწილს და დიდ გავლენას ახდენს რეგიონის მიკროკლიმატის ფორმირებაზე. წყალსაცავი მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს კოლხეთის დაბლობის ბიომრავალფეროვნებას და შეუძლია სერიოზული როლი შეასრულოს საქართველოში ეკოტურიზმის შემდგომი განვითარების საქმეში. სამწუხაროდ პალიასტომი განიცდის მნიშვნელოვან ანთროპოგენურ ზემოქმედებას ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად და დღეისათვის უკვე მიღებული აქვს მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური დაზიანებები, როგორიცაა: გამლაშიანება, ფლორისა და ფაუნის ცვლილება-გადარბევა, ფსკერული ნალექები, წყლის მასების ფიზიკო-ქიმიური შემადგენლობის ცვლილება და სხვა (wikipedia, 2024). განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ცვლილება ტბამ განიცადა გსული საუკუნის 20-იან წლებში, როცა სპეციალურად გათხრილი არხის საშუალებით პალიასტომი შავ ზღვას შეუერთეს. დროთა განმავლობაში დიდი ღელვებისა და ზვირთების შედეგად ხელოვნურად გაჭრილი არხი გაფართოვდა და პალიასტომი უკვე დიდი სრუტით უკავშირდება ზღვას. მასში ოდესღაც მტკნარი წყალიც გახდა მარილიანი, რამაც სერიოზული ცვლილებები გამოიწვია ტბის ჰიდრობიოლოგიურ-ჰიდროქიმიურ შენადგენლობაში. იმისათვის, რომ არ მოხდეს ბუნებრივი გარემოს არსებული მდგომარეობის შემდგომი შეუქცევადი გაუარესება, საჭიროა აუზის სხვადასხვა მახასიათებლების თეორიულად დასაბუთებული შეფასება და მათი შესაძლო ცვლილებების პროგნოზირება გარეგანი ხელოვნური ზემოქმედებების პირობებში. აღნიშნული ამოცანის წარმატებით გადაჭრა შესაძლებელია მხოლოდ მათემატიკური მოდელირების მეთოდების გამოყენებით, რაც სხვადასხვა იმიტაციური ვარიანტების თეორიულად გათამაშების საშუალებას გვაძლევს.

ტბის სხვადასხვა ფიზიკური პარამეტრების შესწავლისას განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება წყლის მასების დინამიკური მახასიათებლების შეფა-

სებას, ვინაიდან მათზე არის დამოკიდებული აუზში მიმდინარე მრავალი ფიზიკური, ბიოლოგიური და ქიმიური პროცესები. ისეთ მცირე ზომების მქონე წყალსაცავში, როგორიცაა პალიასტომის ტბა (სიგრძე - 5,8 კმ, სიგანე - 5,2 კმ, მაქსიმალური სიღრმე < 4 მ) წყლის მასების ძირითად მამოძრავებელ ძალას წარმოადგენს ატმოსფერული ზემოქმედება - ქარის ხახუნის დამაბულობის ძალები წყლის ზედაპირზე, ამასთან წყლის ნაკადების ცირკულაციას მნიშვნელოვანწილად განაპირობებს ფსკერის რელიეფი.

ატმოსფერული ქარის ზემოქმედების შედეგად ტბაში განვითარებული დინამიკური პროცესების შესასწავლად ჩვენს მიერ შემუშავებული იქნა მათემატიკური მოდელი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია წყლის ნაკადების ცირკულაციისა და ტბის თავისუფალი ზედაპირის ფორმირების რიცხვითი გათვლა (გირგვლიანი, 2015; გირგვლიანი 2016).

აღსანიშნავია, რომ რიცხვითი მოდელი საშუალებას იძლევა ამოცანის სხვადასხვა ვარიანტების იმიტირების საშუალებას. შესაბამისად შესაძლებელი ხდება სხვადასხვა პარამეტრების ხელოვნური ცვლილების შედეგად ბუნებრივ გარემოში მოსალოდნელი ცვლილებების პროგნოზირება.

მოცემულ ნაშრომში ჩვენს მიზანს წარმოადგენდა ტბის რელიეფის ხელოვნურად გაზრდის შემთხვევაში აუზის დინამიკური მახასიათებლების მოსალოდნელი ცვლილების შეფასება. ამ მიზნით ჩატარებული იქნა რიცხვითი ექსპერიმენტები ექვსი სხვადასხვა ვარიანტისათვის:

- ვარიანტი 1. მთელი აუზის სიღრმე გაზრდილია 2 მეტრით;
- ვარიანტი 2. მთელი აუზის სიღრმე გაზრდილია 2-ჯერ;
- ვარიანტი 3. სიღრმე გაზრდილია ტბის დასავლეთ ნახევარში 2 მეტრით;
- ვარიანტი 4. სიღრმე გაზრდილია ტბის ჩრდილოეთ ნახევარში 2 მეტრით;
- ვარიანტი 5. სიღრმე გაზრდილია ტბის აღმოსავლეთ ნახევარში 2 მეტრით;
- ვარიანტი 6. სიღრმე გაზრდილია ტბის სამხრეთ ნახევარში 2 მეტრით;

თვითოეულ ვარიანტში რიცხვითი ექსპერიმენტები ტარდებოდა რეგიონში მოქმედი ორი ტიპური ქარის ზემოქმედების ქვეშ ნულოვანი (შეუმფოთებელი) მდგომარეობიდან სტაციონალური რეჟიმის დამყარებამდე. პალიასტომის თავზე მოქმედი ქარის ტიპების გამოსავლენად ჩვენ ხანგრძლივად ვაკვირდებოდით გარემოს ეროვნული სააგენტოს ვებ-გვერდზე (<http://meteo.gov.ge>) მოცემულ ინფორმაციას ქ. ფოთში ამინდის შესახებ. აღნიშნული ინფორმაციიდან იკვეთება, რომ რეგიონში დომინირებს შავი ზღვის მხრიდან მონაბერი 10-15 მ/წმ სიჩქარის დასავლეთის ქარი. ოდნავ დაბალი სიხშირით შეინიშნება აღნიშნულის საპირისპიროდ მოქმედი იმავე სიჩქარის აღოსავლეთის ქარი. სწორედ ამ ორი ტიპის ქარების ზემოქმედების პირობებში ტარდებოდა ყველა რიცხვითი ექსპერიმენტი. თითოეულ ექსპერიმენტში სისტემის კვაზისტაციონალური რეჟიმი მყარდება თვლის დაწყებიდან

დაახლოებით 36-40 საათის შემდეგ. მოცემულ ნაშრომში წარმოდგენილია ტბაში წყლის ნაკადების ცირკულაციის სურათები თვლის დაწყებიდან 48 საათის შემდეგ.

რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგები: ნახ.1.-ზე წარმოდგენილია წყლის მასების ცირკულაციის სურათები რეალურად არსებული ფსკერის რელიეფის შემთხვევაში. აქ საყურადღებოა ორი ძირითადი ფაქტი:

1. წყლის ნაკადების მაქსიმალური სიჩქარეები 37-38 სმ/წმ-ის ფარგლებშია;
2. ქარის მიმართულების ცვლილება საპირისპიროთი იწვევს წყლის ნაკადების ცირკულაციის ცვლილებას ასევე საპირისპიროთი.

აღსანიშნავია, რომ ქარის მიმართულების ცვლილებასთან დაკავშირებული წყლის მასების ცირკულაციის მიმართულების ცვლა ანალოგიურად ხორციელდება აბსოლუტურად ყველა ექსპერიმენტში.



ნახ. 1. წყლის ნაკადების ცირკულაციის სქემა რეალური ფსკერის რელიეფის შემთხვევაში: a) დასავლეთის ქარი, $U_{\max}=37.4$ სმ/წმ; b) აღმოსავლეთის ქარი, $U_{\max}=37.5$ სმ/წმ.

ვარიანტი 1: მთელ აუზში ხელოვნურად 2 მეტრით გაზრდილი ფსკერის სიღრმის შემთხვევაში ჩატარებული თვლის შედეგად მიღებული ცირკულაციის სურათები გამოსახულია ნახ. 2.-ზე. მათი შედარებით ნახ.1.-ზე გამოსახულ შედეგებთან ადვილად შევამჩნევთ, რომ ცირკულაციის სურათი ნაწილობრივ შეიცვალა, განსაკუთრებით ეს გამოკვეთილია ტბის ჩრდილო საზღვართან, რაც იმით არის განპირობებული, რომ აქ რეალურ ვარიანტში აუზი ყველაზე დაბალი სიღრმეების მქონეა. სიღრმეების გაზრდამ მცირედით (3-4 სმ/წმ) გაზარდა წყლის ნაკადების მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარეებიც.

ვარიანტი 2: მთელ აუზში ხელოვნურად 2 - ჯერ გაზრდილი ფსკერის სიღრმის შემთხვევაში ჩატარებული თვლის შედეგად მიღებული ცირკულაციის სურათები გამოსახულია ნახ. 3-ზე. მოცემულ შემთხვევაში წყლის ნაკადების ცირკულაციის ხასიათის ცვლილებასთან ერთად მნიშვნელოვნად (1.6-ჯერ) იზრდება დი-

ნების სიჩქარეები. ეს განპირობებულია იმით, რომ ამ ვარიანტში 2-ჯერ იზრდება ფსკერის რელიეფის ჰორიზონტალური გრადიენტების (dH/dx , dH/dy) მნიშვნელობები მთელს არეში.



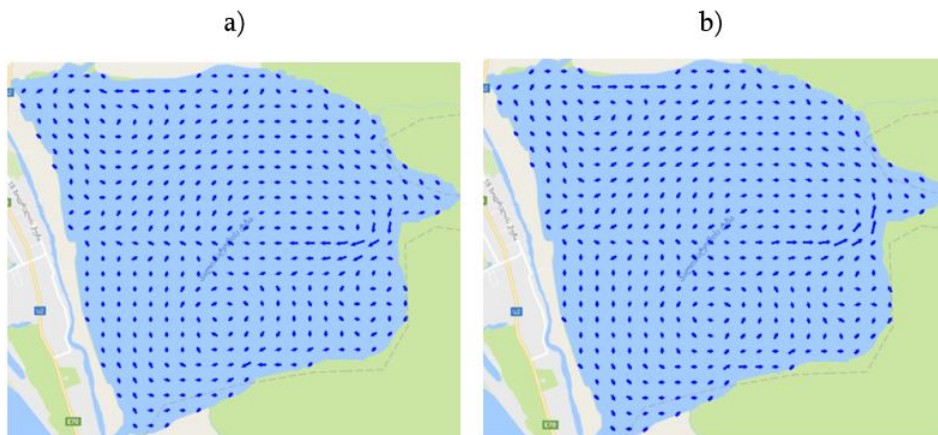
ნახ. 2. წყლის ნაკადების ცირკულაციის სქემა (ვარიანტი 1):

a) დასავლეთის ქარი, $U_{\max}=42$ სმ/წმ; b) აღმოსავლეთის ქარი, $U_{\max}=41.2$ სმ/წმ.



ნახ. 3. წყლის ნაკადების ცირკულაციის სქემა (ვარიანტი 2):

a) დასავლეთის ქარი, $U_{\max}=59.3$ სმ/წმ; b) აღმოსავლეთის ქარი, $U_{\max}=61.2$ სმ/წმ.



ნახ. 4. წყლის ნაკადების ცირკულაციის სქემა (ვარიანტი 4):

a) დასავლეთის ქარი, $U_{\max}=57.3$ სმ/წმ; b) აღმოსავლეთის ქარი, $U_{\max}=56.2$ სმ/წმ.

დასკვნა: ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ პალიასტომის ტბის გეომეტრიის ხელოვნურმა ცვლილებამ შეიძლება გამოიწვიოს მისი დინამიკური მახასიათებლების (ღელვა-ნაპირების ეროზია) მნიშვნელოვანი ცვლილება, რის გამოც ამ საკითხთან დაკავშირებული ნებისმიერი პროექტის განხორციელება საჭიროებს მოსალოდნელი შედეგების დამატებით დეტალურ გამოკვლევას.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. გირგვლიანი ა., (2015), წყლის ნაკადების დინამიკური მახასიათებლების რიცხვითი მოდელირება „ბრტყელი“ წყალსაცავებისათვის. // აწსუ მოამბე, № 2(6), ქუთაისი, გვ. 132-138
2. გირგვლიანი ა., (2016), წყალსაცავებში წყლის ნაკადების ჰორიზონტალური ცირკულაციის მათემატიკური მოდელირება.// აწსუ მოამბე, № 1(7), ქუთაისი, გვ. 145-151
3. wikipedia , (2024), პალიასტომი.
<https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9E%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%90%E1%83%A1%E1%83%A2%E1%83%9D%E1%83%9B%E1%83%98>

Numerical modeling of the influence of bottom relief on the dynamics of water masses in Lake Paliastomi
Summary

The paper presents a two-dimensional numerical model of Lake Paliastomi. The developed model was used to calculate the circulation patterns of water flows in the lake in the case of various artificial modifications of the bottom relief. Based on the analysis of the obtained results, conclusions were drawn and appropriate recommendations were developed to prevent further deterioration of the reservoir.

Keywords: numerical modeling, transport-diffusion equations, Paliastomi Lake, water mass dynamics.

აჭარაში ბუნებრივი რესურსების დაცვისა და ეკოლოგიური მდგრადობის პერსპექტივები ეკოტურიზმის განვითარების პირობებში

მამუკა გოგელია, ნუნუ ნაკაშიძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი. ნაშრომში განხილულია აჭარის რეგიონში ბუნებრივი რესურსების დაცვისა და ეკოლოგიური მდგრადობის უზრუნველყოფის საკითხები ეკოტურიზმის განვითარების პირობებში. კვლევაში გაანალიზებულია აჭარის ეკოტურისტული პოტენციალი, მიმდინარე პროექტები და ეკოტურიზმთან დაკავშირებული გამოწვევები, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა გააჩნია რეგიონის მდგრადი განვითარებისათვის, ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებისა და ადგილობრივი თემების სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესების კუთხით. კვლევის შედეგებით დადგენილ იქნა, რომ აჭარაში ეკოტურიზმის მდგრადი განვითარების უდიდესი პოტენციალი არსებობს და უზრუნველყოფს ბუნებრივი რესურსების დაცვასა და ეკოლოგიურ მდგრადობას. აჭარის უნიკალური ბუნებრივი რესურსები, მათ შორის დაცული ტერიტორიები, ბიომრავალფეროვნება და ლანდშაფტური მრავალფეროვნება, წარმოადგენს მყარ საფუძველს ეკოტურიზმის განვითარებისათვის. ეკოტურიზმს შეუძლია მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინოს ბუნებრივი რესურსების დაცვასა და ეკოლოგიურ მდგრადობაზე. ეს გავლენა შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი, რაც დამოკიდებულია ეკოტურიზმის მართვის ეფექტურობაზე. დადებითი გავლენა მოიცავს: დაცული ტერიტორიების ფინანსური მდგრადობის გაუმჯობესებას; ეკოტურიზმიდან მიღებული შემოსავლები შეიძლება გამოყენებულ იქნას კონსერვაციული ღონისძიებებისთვის; ადგილობრივი მოსახლეობის ჩართულობა კონსერვაციულ აქტივობებში; ეკონომიკური სარგებლის მიღება ზრდის ადგილობრივი თემების მოტივაციას, ჩაერთონ ბუნების დაცვის ღონისძიებებში; გარემოსდაცვითი ცნობიერების ამაღლება; ეკოტურისტული აქტივობები ხელს უწყობს ვიზიტორების და ადგილობრივი მოსახლეობის გარემოსდაცვითი ცნობიერების ზრდას; ეკოტურიზმი წარმოადგენს ალტერნატივას ისეთი საქმიანობებისთვის, რომლებიც უარყოფით გავლენას ახდენს გარემოზე (მაგ., უკანონო ჭრა, ბრაკონიერობა); პოტენციური უარყოფითი გავლენა მდგომარეობს შემდეგში: ჰაბიტატების დეგრადაცია: ტურისტული ინფრასტრუქტურის განვითარებამ და ვიზიტორთა მომატებულმა რაოდენობამ შეიძლება გამოიწვიოს ჰაბიტატების დეგრადაცია; ნარჩენების მართვის პრობლემები; ტურისტული ნაკადების ზრდა შეიძლება დაკავშირებული იყოს ნარჩენების რაოდენობის ზრდასთან; გარემოზე ზეწოლა; ტურისტების არაკონტროლირებადმა ნაკადებმა შეიძლება გამოიწვიოს გარემოზე ზეწოლა, განსაკუთრებით სენსიტიურ ზონებში;

საკვანძო სიტყვები: ეკოტურიზმი, ბიომრავალფეროვნება, მდგრადი განვითარება, ბუნებრივი რესურსები, ეკოლოგიური მდგრადობა.

გლობალური კლიმატის ცვლილებისა და ბიომრავალფეროვნების კარგვის ფონზე, ეკოტურიზმი წარმოადგენს ტურიზმის მდგრად ფორმას, რომელიც ხელს უწყობს ბუნებრივი რესურსების დაცვასა და კონსერვაციას. აჭარა მდებარეობს საქართველოს სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში და გამოირჩევა მრავალფეროვანი ბუნებრივი რესურსებით. რეგიონი მოიცავს შავი ზღვის სანაპირო ზოლს, მთიან რელიეფს, კოლხური ტიპის ტყეებს, მდინარეებსა და ალპურ მდელოებს. აჭარის ბუნებრივი რესურსების განსაკუთრებულ ღირებულებას განაპირობებს მისი უნიკალური ბიომრავალფეროვნება, მათ შორის ენდემური სახეობები და ჰაბიტატები. აჭარის რეგიონში არსებული დაცული ტერიტორიები წარმოადგენს ეკოტურიზმის განვითარების მნიშვნელოვან პოტენციალს. მათ შორის აღსანიშნავია: მტირალას ეროვ-

ნული პარკი; კინტრიშის დაცული ტერიტორიები; მაჭახელას ეროვნული პარკი; გოდერძის ნამარხი ტყე[4,5,6].

ეკოტურიზმი, როგორც კონცეფცია, ეფუძნება შემდეგ პრინციპებს: ბუნებრივი გარემოს კონსერვაცია; კულტურული მემკვიდრეობის შენარჩუნება; ადგილობრივი თემების მონაწილეობა და ეკონომიკური სარგებლის მიღება; გარემოსდაცვითი ცნობიერების ამაღლება; ტურიზმის ნეგატიური ზეგავლენის შემცირება. სიღარიბის დაძლევა, ღირსეული სამუშაო და ეკონომიკური ზრდა, პასუხისმგებლიანი მოხმარება და წარმოება, კლიმატის ცვლილების წინააღმდეგ ბრძოლა და ხმელეთის ეკოსისტემების დაცვა.

აჭარის რეგიონში ეკოტურიზმის განვითარების პოტენციალი მოიცავს შემდეგ მიმართულებებს: ნატურალისტური ტურები: ფრინველებზე დაკვირვება, ბოტანიკური ტურები, ფოტომონადირეობა; სათავგადასავლო აქტივობები: ლაშქრობა, მთამსვლელობა, ველოტურები, საცხენოსნო ტურები; სასოფლო ტურიზმი: ტრადიციული აჭარული სახლების მონახულება, კულინარიული ტურები საგანმანათლებლო ტურები: ეკოლოგიური განათლება, ენდემური სახეობების შესწავლა; კულტურული ტურიზმი: ტრადიციული ხალხური რეწვა, ფოლკლორი, ისტორიული ძეგლები. ბოლო წლებში აჭარის რეგიონში ეკოტურიზმის განვითარებას მიენიჭა პრიორიტეტული მნიშვნელობა[1,7] .ამ ტენდენციას ადასტურებს ვიზიტორთა რაოდენობის დინამიკა აჭარის დაცულ ტერიტორიებზე, რომელიც წარმოდგენილია ცხრილში 1[2,3].

ცხრილი №1

ვიზიტორთა რაოდენობა აჭარის დაცულ ტერიტორიებზე (2020-2024წლები)

დაცული ტერიტორია	2020	2021	2022	2023	2024
მტირალას ეროვნული პარკი	8,542	12,654	18,976	23,541	28,763
კინტრიშის დაცული ტერიტორიები	4,231	7,532	11,247	14,532	18,975
მაჭახელას ეროვნული პარკი	3,875	6,453	9,876	13,542	17,653
გოდერძის ნამარხი ტყე	2,154	4,326	7,854	9,875	12,543
სულ	18,802	30,965	47,953	61,490	77,934

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ვიზიტორთა რაოდენობა აჭარის დაცულ ტერიტორიებზე 2020-2024 წლებში მნიშვნელოვნად გაიზარდა. ეს ზრდა განპირობებულია ეკოტურიზმის პოპულარიზაციით, ინფრასტრუქტურის განვითარებით და ახალი ტურისტული პროდუქტების შექმნით. აჭარის რეგიონში ეკოტურიზმის განვითარებას

ხელს უწყობს სხვადასხვა პროექტები და ინიციატივები, რომლებიც ხორციელდება როგორც სახელმწიფო უწყებების, ასევე საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ. ამ ინიციატივების ძირითადი მიზანია ეკოტურისტული პროდუქტების განვითარება, ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესება და ადგილობრივი თემების ჩართულობის უზრუნველყოფა. ეკოტურიზმიდან მიღებული შემოსავლები მნიშვნელოვან ეკონომიკურ სარგებელს წარმოადგენს ადგილობრივი თემებისთვის. ცხრილში 2 წარმოდგენილია ეკოტურიზმიდან მიღებული შემოსავლების დინამიკა აჭარის რეგიონში.

ცხრილი №2

ეკოტურიზმიდან მიღებული შემოსავლები აჭარის რეგიონში (მლნ ლარი)

კატეგორია	2020	2021	2022	2023	2024
განთავსების ობიექტები	3.2	5.8	8.6	11.4	15.2
კვების ობიექტები	2.1	3.7	5.5	7.3	9.8
ტურისტული მომსახურება	1.5	2.9	4.6	6.2	8.5
ადგილობრივი პროდუქტები	0.9	1.8	2.7	3.6	4.9
სხვა	0.7	1.4	2.1	2.8	3.7
სულ	8.4	15.6	23.5	31.3	42.1

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ეკოტურიზმიდან მიღებული შემოსავლები მნიშვნელოვნად გაიზარდა ბოლო წლების განმავლობაში, რაც ადასტურებს ამ სექტორის ეკონომიკურ პოტენციალს. ეკოტურიზმს შეუძლია მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინოს ბუნებრივი რესურსების დაცვასა და ეკოლოგიურ მდგრადობაზე. ეს გავლენა შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი, რაც დამოკიდებულია ეკოტურიზმის მართვის ეფექტურობაზე. აჭარის რეგიონში ჩატარებული კვლევების თანახმად, ეკოტურიზმის განვითარებამ ხელი შეუწყო ბიომრავალფეროვნების კონსერვაციას და ეკოლოგიური მდგრადობის გაუმჯობესებას. ცხრილში 3 წარმოდგენილია მონაცემები ეკოტურიზმის გავლენის შესახებ ბუნებრივი რესურსების დაცვაზე.

ცხრილი №3

ეკოტურიზმის გავლენა ბუნებრივი რესურსების დაცვაზე აჭარის რეგიონში

ინდიკატორი	2020	2024	ცვლილება (%)
დაცული ტერიტორიების ფართობი (ჰა)	34,500	41,200	+19.4
კონსერვაციაზე გამოყოფილი ფინანსები (მლნ ლარი)	3.2	8.7	+171.9

უკანონო ჭრის შემთხვევები	187	74	-60.4
ბრაკონიერობის შემთხვევები	132	58	-56.1
კონსერვაციულ პროექტებში ჩართული ადგილობრივი მოსახლეობა	345	1,243	+260.3

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ეკოტურიზმის განვითარების პარალელურად გაიზარდა დაცული ტერიტორიების ფართობი და კონსერვაციაზე გამოყოფილი ფინანსები, ხოლო შემცირდა უკანონო ჭრისა და ბრაკონიერობის შემთხვევები. ასევე მნიშვნელოვნად გაიზარდა კონსერვაციულ პროექტებში ჩართული ადგილობრივი მოსახლეობის რაოდენობა.

დასკვნა

ჩატარებული კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ ეკოტურიზმს, როგორც ტურიზმის მდგრად ფორმას, აქვს მნიშვნელოვანი პოტენციალი აჭარის რეგიონში ბუნებრივი რესურსების დაცვისა და ეკოლოგიური მდგრადობის უზრუნველყოფის კუთხით. აჭარის უნიკალური ბუნებრივი რესურსები, მათ შორის დაცული ტერიტორიები, ბიომრავალფეროვნება და ლანდშაფტური მრავალფეროვნება, წარმოადგენს მყარ საფუძველს ეკოტურიზმის განვითარებისათვის.

რეკომენდაციები

ამ მიმართულებით, რეკომენდებულია შემდეგი ღონისძიებების განხორციელება: ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესება: ეკოტურისტული პროდუქტების მდგრადი მართვის სისტემების დანერგვა: ადგილობრივი თემების გაძლიერება: ინსტიტუციური და პოლიტიკური ჩარჩოს გაძლიერება: მონიტორინგისა და შეფასების სისტემის დანერგვა.

გამოყენებული ლიტერატურა.

1. ეკოტურიზმის გავლენის შეფასება ბუნებრივ რესურსებზე - აჭარის გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამმართველო, ბათუმი, საქართველო, 2024
2. ვიზიტორთა სტატისტიკა - აჭარის ტურიზმისა და დაცული ტერიტორიების სააგენტო, ბათუმი, საქართველო, 2024
3. ტურიზმიდან მიღებული შემოსავლების ანალიზი - აჭარის ტურიზმისა და კურორტების დეპარტამენტი, ბათუმი, საქართველო, 2024
4. ც. ჟორჟოლიანი, ე. გორდამე-ბუნების დაცვა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება, ქუთაისი, 2010
5. Ecotourism and Sustainable Development. United Nations World Tourism Organization. „UNWTO”, <https://www.unwto.org/sustainable-development/ecotourismn>, 2023
6. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United

Nations, <https://sdgs.un.org/2030agenda>, 2015

7. What is Ecotourism? The International Ecotourism Society - „TIES” (2022),
<https://ecotourism.org/what-is-ecotourism/>

Prospects for the Protection of Natural Resources and Environmental Sustainability of Adjara in the Context of Ecotourism Development

Summary

The article discusses the features of natural resource protection and environmental sustainability in the Adjara region in the context of ecotourism development. The results of the study showed that Adjara has great potential for sustainable development of ecotourism and ensures natural resource protection and environmental sustainability. Adjara's unique natural resources, protected areas, biodiversity and landscape diversity create a solid foundation for ecotourism development. Ecotourism can have a significant impact on the conservation of natural resources and environmental sustainability. This impact can be both positive and negative, depending on the effectiveness of ecotourism management. Positive impacts include: increasing the financial sustainability of protected areas; Revenues from ecotourism can be used for environmental activities; Involving the local population in environmental activities; Receiving economic benefits increases the motivation of local communities to participate in environmental activities; Increasing environmental awareness; Ecotourism activities contribute to raising the level of environmental awareness among visitors and the local population; Ecotourism is an alternative to activities that have a negative impact on the environment (e.g. illegal logging, poaching); Potential negative impacts include: Habitat degradation: the development of tourism infrastructure and increased numbers of visitors may lead to habitat degradation; Waste management issues: Increased tourist flows may be associated with increased waste; Environmental pressure: Uncontrolled tourist flows may put pressure on the environment, especially in vulnerable areas;

Key words: ecotourism, biodiversity, sustainable development, natural resources, environmental sustainability.

ზამთარში ქ. ქუთაისის ატმოსფერულ ჰაერში ავტომობილებით გამონაბოლქვი PM2.5-ის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება დასავლეთის ძლიერი ფონური ქარის დროს

ნათია გიგაური*, ალექსანდრე სურმავა*, ვეფხია კუხალაშვილი** ლიანა
ინწკირველი*

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

**ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, მიხეილ
ნოდუას გეოფიზიკის ინსტიტუტი

აბსტრაქტი: კომპიუტერული მოდელირებით შესწავლილია ქ. ქუთაისში ავტოტრანსპორტის მიერ გაფრქვეული PM2.5-ის გადატანა - დიფუზიის პროცესი. მოდელირება განხორციელებულია მეზო-მასშტაბის ატმოსფერული პროცესების ევოლუციისა და პასიური ინგრედიენტის გავრცელების განტოლებათა სისტემის ინტეგრირებით რთული რელიეფის მქონე $13.4 \times 13.4 \times 9$ კმ³ სივრცით არეში. მოდელირდება ჰიპოთეტური შემთხვევა, როდესაც ზამთრის სეზონში PM2.5 გაიფრქვევა მიწის ზედაპირიდან 0.3 მ სიმაღლეზე 5 ტიპის ურბანულ ტერიტორიაზე: ავტომაგისტრალები, ქალაქის ცენტრალური ქუჩები, სამრეწველო, სასოფლო ზონები და დაუსახლებელი ტერიტორიები. მოდელირება ჩატარებულია დროის 24 სთ-იანი ინტერვალისათვის. შესწავლილია დაბინძურების გავრცელების კინეტიკა. აგებულია PM2.5-ის კონცენტრაციის სივრცეში განაწილებისა და დროში ცვლილების გრაფიკები. განსაზღვრულია ქალაქისა და მიმდებარე ტერიტორიები სადაც შეიძლება დაფიქსირდეს მაღალი, საშუალო და დაბალი დაბინძურების დონეები. ნაჩვენებია, რომ მაღალი დაბინძურების ტერიტორიების მიდამოებში კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები არ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ ნორმასა და 4-5 და 25 მკგ/მ³-ით ნაკლებია შტაბისა და საშუალო სიმძლავრის ქარის დროს მიღებულ სიდიდეებზე. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ზედა ნაწილსა და სასაზღვრო ფენაში აეროზოლის გავრცელება ხდება ძირითადად ფონური ქარის მიმართულებით და ნაკლებადაა დამოკიდებული ლოკალურ რელიეფსა და გაფრქვევის არეების მდებარეობაზე.

საკვანძო სიტყვები: PM2.5, ატმოსფეროს დაბინძურება, რიცხვითი მოდელირება, კონცენტრაცია, ძლიერი ქარი.

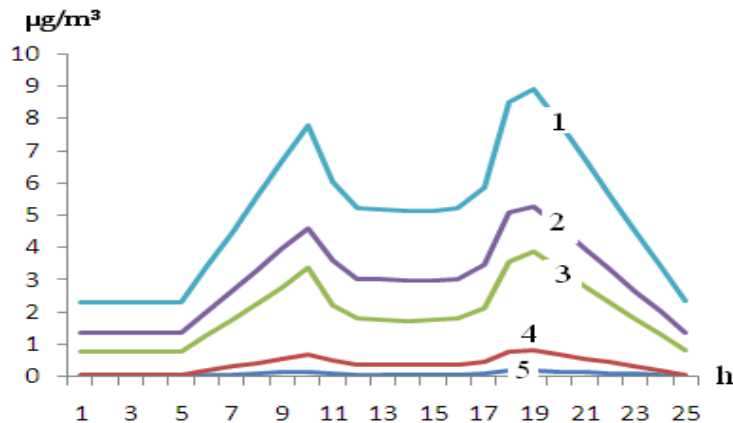
შესავალი. ურბანიზებული ტერიტორიების ოპტიმალური და ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო ლანდშაფტური დაგეგმარება XXI საუკუნის საქართველოს ქალაქების აქტუალური ეკოლოგიური პრობლემაა. ამ თვალსაზრისით აღსანიშნავია ქ. ქუთაისი. ის წარმოადგენს საქართველოსა და მთლიანად სამხრეთ კავკასიის ერთ-ერთ მეტად მნიშვნელოვან, სწრაფად განვითარებად სატრანსპორტო საკვანძო ცენტრს. ვითარდება ქალაქის განაშენიანება და საავტომობილო ქსელი. ქალაქში არაა განლაგებული მსხვილი ინდუსტრიული საწარმოები. შესაბამისად, ქალაქის ატმოსფეროს ეკოლოგიური მდგომარეობა ძირითადად დამოკიდებულია ქალაქის საავტომობილო ინფრასტრუქტურის ოპტიმალურ მართვაზე. ქ. ქუთაისში ატმოსფერული ჰაერის PM 2.5 დაბინძურების მონიტორინგი იწყება 2018 წლიდან. დაკვირვების მონაცემების ანალიზის მიხედვით ქ. ქუთაისი არ მიეკუთვნება მსოფლიოს ძლიერად დაბინძურებული ქალაქების რიცხვს [1, 2], თუმცა, ცალკეული, არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობების შემთხვევებში ჰაერში PM2.5-ის კონ-

ცენტრაცია აჭარბებს ზღვრულად დასაშვებ მნიშვნელობას [1,3]. ინტენსიური განაშენიანების პირობებში ქ. ქუთაისის გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებას, დაბინძურების დონის დიაგნოსტიკურ პროგნოზს და შედეგად ლანდშაფტური დაგეგმარების პრობლემების გათვალისწინებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

კვლევის მეთოდი. მეზომასშტაბის ატმოსფერული პროცესების განვითარების და დამბინძურებელი მინარევების გავრცელების 3D არაწრფივი არასტაციონალური განტოლებების ერთობლივი ინტეგრირებით რიცხობრივად მოდელირდება და შეისწავლება ქ. ქუთაისსა და მიმდებარე ტერიტორიაზე ატმოსფეროში ავტოტრანსპორტის მიერ ჰაერში ემისირებული PM_{2.5}-ის გავრცელება და დროში ცვლილების ხასიათი. სტატია წარმოადგენს [4-6]-ში განხილული ამოცანების შემდგომ განვრცობას ზამთარში ძლიერი ქარის და მშრალი ამინდის შესაბამისი მეტეოროლოგიური პირობების დროს. განიხილება ატმოსფეროს 13.4×13.4×9 კმ³ სივრცული არე. არის ცენტრში მოთავსებულია ქ. ქუთაისი. მოდელირების არეში რელიეფი რთულია. ოროგრაფიის სიმაღლე იცვლება 80 მ-დან 400 მ-მდე. მათემატიკური მოდელის [7,8] განტოლებების რიცხვითი ინტეგრირება განხორციელებულია შესაბამისი საწყისი და სასაზღვრო პირობების გამოყენებით ცხადი ფ. შუმანისა და არაცხადი გ. მარჩუკის რიცხვითი სქემების საშუალებით. რიცხვითი ბადის ბიჯები ჰორიზონტალური მიმართულებით 200 მ-ია, ვერტიკალური მიმართულებით თავისუფალ ატმოსფეროში – 300 მ. ატმოსფეროს მიწისპირა 100 მ სისქის ფენაში ვერტიკალური ბიჯები იცვლება 0.3 -დან 15 მ-მდე. დროითი ბიჯი 1 წმ-ია. გამოთვლები ჩატარებულია 3 დღე-ღამის პერიოდისათვის.

რიცხვითი მოდელირების შედეგები. რიცხვობრივად მოდელირებულია ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში PM_{2.5}-ის განაწილება ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში როდესაც ფონური ქარის სიჩქარე ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის საზღვარზე (100 მ) 11 მ წმ-ია. მისი სიდიდე წრფივად იზრდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად და 9 კმ-ის სიმაღლეზე აღწევს 26 მ/წმ-ს. ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენასა და თავისუფალ ატმოსფეროში ქრის დასავლეთის ქარი. ატმოსფეროს ფარდობითი ტენიანობა 50%-ია. დაშვებულია, რომ ატმოსფეროს PM_{2.5} დაბინძურება ხდება ავტოტრანსპორტის მოძრაობის შედეგად ქალაქისა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე. აეროზოლის გაფრქვევა ხდება მიწის ზედაპირიდან 0.3 მ სიმაღლეზე 5 ტიპის არეში: ავტომაგისტრალების, ქალაქის ცენტრალური ქუჩების, საცხოვრებელი, სამრეწველო ზონების, მიმდებარე სოფლების და დაუსახლებელ ტერიტორიებზე. გაფრქვევის სიჩქარე სხვადასხვაა სხვადასხვა უბანში, პერიოდულია 24 სთ-ით და პროპორციულია ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობის. ის მინიმალურია 0–4 სთ დროის ინტერვალში, შემდეგ წრფივად იზრდება 4–დან 10 სთ-მდე და მუდმივია 10–დან 18 სთ-მდე დროის ინტერვალში. 18–24 სთ-მდე ინტერვალში გაფრქვევის

სიჩქარე წრფივად მცირდება და ხდება 0 სთ-ზე არსებული გაფრქვევის სიჩქარის ტოლი. ნახ.1-ზე ნაჩვენებია PM2.5-ის გამოთვლებით მიღებული კონცენტრაციის დროში ცვლილების გრაფიკები დაბინძურების 5 ძირითადი ტიპის პუნქტისათვის. ნახ.1-დან ჩანს, რომ კონცენტრაციის დროში ცვლილება თვისობრივად ერთნაირია დაბინძურების ყველა ტიპის პუნქტებისათვის და ხასიათდება ორი დიდი და ორი მცირე მნიშვნელობების ინტერვალებით.

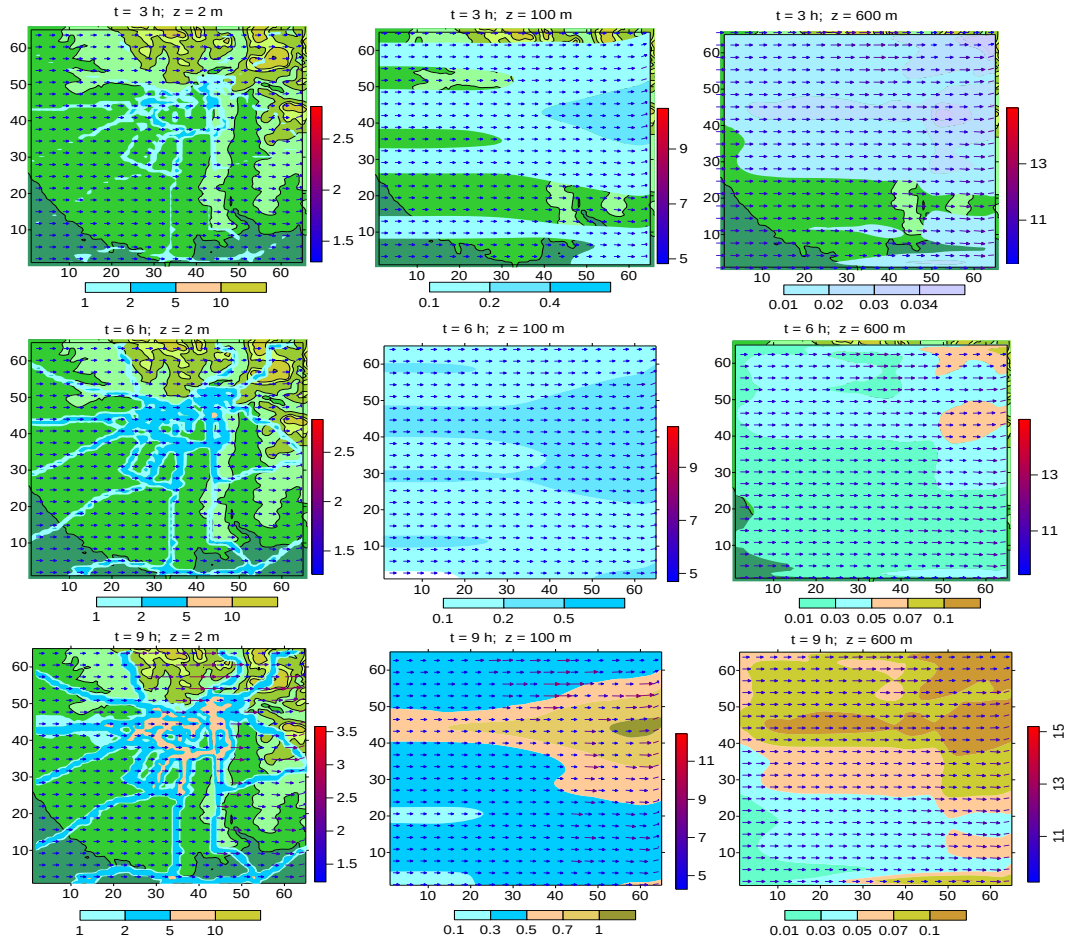


ნახ. 1. გამოთვლებით მიღებული PM2.5-ის კონცენტრაციების დროში ცვლილება ავტომაგისტრალის (1), ქალაქის ცენტრალური ქუჩის (2), სამრეწველო (3), სასოფლო (4) ზონები და დაუსახლებელ (5) პუნქტში მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე.

ძლიერი ქარის დროს კონცენტრაციის დროში ცვლილება ნაწილობრივ განსხვავდება საშუალო ქარის შემთხვევაში მიღებული ცვლილებისაგან. კერძოდ, თუკი ორივე ტიპის ქარის დროს, PM2.5-ის კონცენტრაციების პირველი მაქსიმუმი მიიღება თითქმის ერთი და იგივე დროს 10 სთ-ზე, კონცენტრაციის მეორე მაქსიმუმი ძლიერი ქარის დროს მიიღება 20 სთ-ზე, ხოლო საშუალო სიჩქარის ქარის დროს - 16 სთ-ზე და რჩება უცვლელი 4 სთ-ის განმავლობაში - 20 სთ-მდე. ავტომაგისტრალის, ქალაქის ცენტრალური ქუჩის და სამრეწველო რაიონში 20 სთ-ის მიდამოებში კონცენტრაცია 2 მ სიმაღლეზე დაახლოებით 8,5 და 3 მკგ/მ³-ის ფარგლებშია. სასოფლო ზონებსა და დაუსახლებელ ტერიტორიებზე კონცენტრაციები არ აღემატება 0.5 მკგ/მ³. PM2.5-ის კონცენტრაციის ჰორიზონტალური განაწილების ანალიზისათვის აგებულია დამბინძურებელი ინგრედიენტების გამოთვლებით მიღებული კონცენტრაციების განაწილების იზოზოლები ერთი დღე-ღამის განმავლობაში 3 სთ-იანი ინტერვალით მიწის ზედაპირიდან 2, 100 და 600 მ სიმაღლეებზე (ნახ. 2).

ნახ. 2-დან ჩანს, რომ რელიეფის ზემოქმედება არსებულ ფონურ ქარზე დილის საათებში (3-9 სთ) არ იწვევს ქარის სიჩქარის და მიმართულების მნიშვნელოვან ცვლილებას. ფორმირებული ლოკალური ქარი დასავლეთისა და მისი სიჩქარეები მიწის ზედაპირიდან 2, 100 და 600 მ სიმაღლეზე იცვლებიან დაახლოებით 1-3, 5-8.5 და 10-15 მ/წმ-ის ფარგლებში, შესაბამისად. რაც შეეხება ავტოტრანსპორტის მი-

ერ გაფრქვეულ PM_{2.5}-ის განაწილებას კონცენტრაცია მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე მინიმალურია დილის 3 სთ-ზე.



ნახ. 2. PM_{2.5} –ის კონცენტრაციის ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) და ქარის სიჩქარის (m/s) ველის განაწილება მიწის ზედაპირიდან 2, 100 და 600მ სიმაღლეებზე t = 3, 6 და 9 სთ.

კონცენტრაციები 2 - 5 მკგ/მ³ მიღებულია ქალაქი მუზეუმის, გამარჯვების მუზეუმის, ნიკეას და სულხან-საბას აე-ბის ტერიტორიაზე გამავალ გამზირების მიდამოებში. უფრო მცირე კონცენტრაციები (1-2) მკგ/მ³, მიღებულია ქალაქის ცენტრალური ნაწილებიდან დასავლეთით და სამხრეთის მიმართულებით მიმავალ გამზირებზე (ავტომშენებლის, წყალტუბოს, ნიკეას და სხვა ქუჩების მიდამოებში). დროის შემდგომი მომენტებისათვის (6-9 სთ), ავტომობილების მოძრაობის ინტენსივობის ზრდასთან ერთად იზრდება მიწისპირა დაბინძურების დონე. კონცენტრაციები 2-5 მკგ/მ³, მიღებულია ქალაქის ცენტრალურ ინტენსიურად ურბანიზებულ ტერიტორიებზე, ქუთაისის გარს შემომვლელი მაგისტრალისა და ქალაქიდან გამომავალი გამზირების ქალაქის მიმდებარე მონაკვეთებში. კონცენტრაციების ზრდა გრძელდება 9 სთ-მდე. შედეგად, მიიღება დაბინძურების სურათი, რომლის

დროსაც ქალაქის ცენტრალურ გამზირებზე კონცენტრაცია 5-10 მკგ/მ³-ის ფარგლებშია. კონცენტრაციის ზემოთ აღწერილ ცვლილებას ადგილი აქვს მიწის ზედაპირიდან 100 და 600 მ სიმაღლეებზე. ამ დონეებზე 3, 6 და 9 სთ-ზე კონცენტრაციების მნიშვნელობები 100 მ სიმაღლეზე 0.1-0.6, 0.1-0.8 და 0.1-1.76 მკგ/მ³, ხოლო 600 მ სიმაღლეზე - 0.01-0.04, 0.01- 0.13, და 0.01-0.13 მკგ/მ³ -ის ინტერვალში იცვლება.

დასკვნა. ატმოსფეროში მეზომეტეოროლოგიური პროცესების და გაფრქვეული სორბენტის გავრცელების 3D არაწრფივი არასტაციონალური განტოლებების ინტეგრირებით გამოკვლეულია ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში ავტოტრანსპორტის მოძრაობის შედეგად მოხვედრილი PM2.5-ის სივრცეში განაწილება და დროში ცვლილება ზამთარი ფონური დასავლეთის ძლიერი ქარის დროს. შესწავლილია ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში კონცენტრაციის ვერტიკალური განაწილება დროის სხვადასხვა მომენტებისათვის ავტომაგისტრალის, ქალაქის ცენტრალური ქუჩების, სამრეწველო, სასოფლო ზონებსა და დაუსახლებელ ტერიტორიაზე. განსაზღვრულია აღნიშნულ პუნქტებში კონცენტრაციათა ცვლილების დიაპაზონები. მიღებულია კონცენტრაციათა ჰორიზონტალური განაწილებების სურათები ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში მიწის ზედაპირიდან 2, 100 და 600 მ სიმაღლეებზე. განსაზღვრულია მაღალი დაბინძურების და შედარებით ნაკლებად დაბინძურებული ზონები. ნაჩვენებია რომ ავტოტრანსპორტით გაფრქვეული PM2.5 კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა აღწევს 10 მკგ/მ³ და ის მიიღება ავტომაგისტრალის უშუალო სიახლოვეს. ამასთან ძლიერი ქარის შემთხვევაში ჰაერის დაბინძურების მაქსიმალური დონე დაახლოებით 25 და 4-5 მკგ/მ³-ით ნაკლებია შტილისა და საშუალო სიმძლავრის ქარის დროს მიღებულ დონესთან შედარებით.

მადლიერების გამოხატვა. სამეცნიერო კვლევა დაფინანსებული და შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის FR-22-4765 გრანტის ფარგლებში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Environmental pollution, 2021. https://air.gov.ge/reports_page
2. World's most polluted cities (historicaldata 2017-2022). <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities>.
3. ნ.გიგაური, ა.სურმავა, ვ.კუხალაშვილი, ლ.ინწკირველი, ნ.ბეგლარაშვილი. ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში PM2.5 და PM10-ის გავრცელების გამოკვლევა ექსპერიმენტული დაკვირვებებით. სტუ-ის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ტ.135, 2024, გვ. 82-87. Doi.org/10.36073/1512-0902-2024-135-82-87.
4. Surmava A., Intskirveli L., Kordzakhia G. (2020) Numerical modeling of dust propagation in the atmosphere of a city with complex terrain. The case of background

eastern light air. Journal of Applied Mathematics and Physics, v.8.7:1222-1228. <https://doi.org/10.4236/jamp.2020.87092>.

5. Surmava A., Intskirveli L., Kukhalashvili V. (2021) Numerical Modeling of the Transborder, Regional and Local Diffusion of the Dust in Georgian Atmosphere, p.139, Publishing House, Technical University”, Tbilisi, Georgia. ISBN 978-9941-28-810-4, <http://www.gtu.ge> (in Georgian).

6. ა. სურმავა, ლ. ინჭკირველი, ნ. გიგაური. PM_{2.5} და PM₁₀ მიკროაეროზოლები ქ.თბილისის ატმოსფეროში. თბილისი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლობა, 2021, 94 გვ.

7. S. Chae, J. Shin, S. Kwon, S. Lee, S. Kang, D. Lee. PM₁₀ and PM_{2.5} real-time prediction models using an interpolated convolutional neural network. *Scientific Reports*, volume 11, 11952, 2021. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-91253-9>.

8. J. Deters, R. Zalakeviciute, M. Gonzalez, Y. Rybarczyk. Modeling PM_{2.5} Urban Pollution Using Machine Learning and Selected Meteorological Parameters. Machine Intelligence in Signal Sensing, Processing, and Recognition, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/5106045>.

Numerical modeling of the distribution of PM_{2.5} from vehicle emissions in the ambient air of Kutaisi in winter during strong westerly background winds

Summary

The integration of 3D nonlinear non-stationary equations of mesometeorological processes and dispersion of dispersed sorbent in the atmosphere has been investigated spatial distribution and temporal change of PM_{2.5} emitted into the atmosphere of c. Kutaisi as a result of vehicle traffic during winter with strong background westerly winds. The vertical distribution of atmospheric concentration in the ground layer has been studied for different moments of time along a highways, in central city streets, industrial, rural areas and uninhabited areas. The ranges of concentration changes at these points have been determined. Images of horizontal concentration distributions in the atmospheric boundary layer at heights of 2, 100, and 600 m above the ground surface were obtained. Highly polluted and relatively less polluted zones have been identified. It has been shown that the maximum concentration of PM_{2.5} emitted by motor vehicles reaches 10 µg/m³ and is obtained in the immediate vicinity of the highway. In addition, in the case of strong winds, the maximum level of air pollution is approximately 25 and 4-5 µg/m³ lower than the levels obtained during calm and medium-strength winds, respectively.

Keywords: PM_{2.5}, atmospheric pollution, numerical modeling, concentration, strong wind.

უდაბნოს თერმული წყლის ექსპერიმენტული კვლევა

სიხარულიძე ი., სუმბაძე ც., კორძაია მ.

ი. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
აღ. ნათიშვილის მორფოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

აბსტრაქტი: გამოვიკვლიეთ უდაბნოს თერმული წყლი. ექსპერიმენტი ჩატარდა 20 თეთრ მამრ ვირთაგვზე სხეულის მასით 150-200 გ., რომლებიც ყოველდღიურად 21 დღის განმავლობაში ღებულობდა $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ - მდე შემთბარი მინერალური წყლის აბაზანას 60 წთ განმავლობაში, ხოლო საკონტროლოდ გამოვიყენეთ იგივე წონის 10 მამრი ვირთაგვა, რომლებიც ღებულობდა ამავე ტემპერატურის ონკანის წყლის აბაზანას. ექსპერიმენტის დასრულების შემდეგ შვეისწავლეთ ორივე ჯგუფის ცხოველების კანისა და შინაგანი ორგანოების (კუჭის, ღვიძლის) შედარებითი მორფოლოგია. ვიზუალურად ორივე ჯგუფის ცხოველებში კანი და შინაგანი ორგანოები არ განსხვავდებოდა ერთმანეთისგან, ასევე შენარჩუნებული იყო ორგანოების მიკროსტრუქტურა. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე შესაძლებელია უდაბნოს თერმული წყლის აბაზანების სახით პრაქტიკაში გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: მინერალური წყალი, კანი, კუჭი, ღვიძლი, მორფოლოგია.

საქართველო მდიდარია სასმელი და სხვადასხვა თერმული წყლებით. ადგილობრივი მოსახლეობა ამ ბუნებრივ რესურსს პრაქტიკაში იყენებს - როგორც სასმელად ისევე სამკურნალოდ, მაგრამ ბევრ შემთხვევაში არ არის გამოკვლეული ამ წყლების ზეგავლენა ორგანიზმზე. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე შვეისწავლეთ უდაბნოს თერმული წყლის ზეგავლენა ცხოველების ორგანიზმზე. ჩატარდა უდაბნოს თერმული წყლის ექსპერიმენტული კვლევა ცხოველებზე რომელსაც გააჩნია სუსტი სულფიდური (სუსტი გოგირდწყალბადიანი), სულფატური, ჰიდროკარბონატულ-კარბონატული, კაჟმჟავიანი, კალციუმ-ნატრიუმიანი, ტუტე მინერალური თვისებები [1;2;3].

მასალა და მეთოდები. ექსპერიმენტი ჩატარდა 20 თეთრ მამრ ვირთაგვზე სხეულის მასით 150-200 გ., რომლებიც ყოველდღიურად 21 დღის განმავლობაში ღებულობდნენ $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ - მდე შემთბარ მინერალური წყლის აბაზანას 60 წთ განმავლობაში, ხოლო საკონტროლოდ გამოვიყენეთ იგივე წონის 10 მამრი ვირთაგვა, რომლებიც ღებულობდნენ ამავე ტემპერატურის ონკანის წყლის აბაზანას.

ჩავატარეთ ვირთაგვების კანის და ზოგიერთი შინაგანი ორგანოების - კუჭისა და ღვიძლის მორფოლოგიური კვლევა. ექსპერიმენტის დასრულების შემდეგ ვიღებდით კანის ნიმუშს, კუჭის ფუნდუსის ნაწილის და ღვიძლის დიდი წილის ქსოვილოვან ნიმუშებს, რომლებსაც ვაფიქსირებდით 4 %-იან ფორმალინის ხსნარში. დამატებით შედარებისთვის გამოვიკვლიეთ ინტაქტური ვირთაგვების კანი. მასალა იღებებოდა ჰემატოქსილინ-ეოზინით. პრეპარატების აღწერას ვატარებდით შუქოპტიკურ მიკროსკოპში Ergeval-MF.

მიღებული შედეგების აღწერა: საკონტროლო ჯგუფის ცხოველების კანი ნორმასთან შედარებით ნაკლებ ცვლილებებს განიცდის. ძირითადად აღინიშნება დერ-

მის კოლაგენური ბოჭკოების გაჯირჯვება და ეოზინოფილების დაკლება. ეპიდერმისში აღინიშნება რქოვანა შრის სისქის შემცირება და გრანულარული შრისგან ნაწილობრივი აცლა, რაც თბილი წყლის აბაზანის ზემოქმედების შედეგია. უფრო მეტი ცვლილებები აღინიშნა საკვლევი ჯგუფის ცხოველების კანში. საკუთრივ ეპიდერმისის 2-3 უჯრედების ფენისაგან შედგება, მათში მომატებულია მიტოზური აქტივობა. ბაზალურ შრეშიც მომატებულია „ნათელი“ ციტოპლაზმის მქონე ეპიდერმიოციტები. დერმის სისხლძარღვები გაფართოებულია. ქონის უჯრედებში ეპითელიოციტების რაოდენობა დაკლებულია, ხოლო დეროვანი უჯრედების რაოდენობა მომატებული. ნორმასთან შედარებით მწიფე ეპითელიოციტების ვაკუოლიზაცია ნაკლები ხარისხისაა.

ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ მინერალური წყლის აბაზანები კანზე დადებით გავლენას ახდენს.

21 დღიანი აბაზანის მიღების შემდეგ მაკროსკოპულად როგორც საკვლევი, ისე საკონტროლო ჯგუფის ვირთაგვების კუჭის ლორწოვანი გარსი ნაზი ვარდისფერია, კუჭის ლორწო ზომიერი რაოდენობისაა, დანაოჭება სიგრძივია და კარგად გამოხატული. ლორწოვანი გარსი ინტაქტურია.

შუქოპტიკური მიკროსკოპით ჩანს, რომ კუჭი ამოფენილია მაღალი ცილინდრული ჯირკვლოვანი ეპითელიუმით. უჯრედების აპიკალურ ნაწილში ლორწოს წვეთებია, ხოლო ბაზალურ ნაწილში მრგვალი და ოვალური ფორმის ბირთვებია. ფუნდუსის მიდამოში კუჭის ორმოები ჩადრეკილია ლორწოვანში, ყოველ ორმოში იხსნება 2 ან 3 ჯირკვალი. ლორწოვანის საკუთარი ფირფიტა, რომელიც ჯირკვლებს შორის ვიწრო სივრცეშია მოთავსებული, მხოლოდ ცალკეულ ფენებად არის წარმოდგენილი. საკუთარ ფირფიტებში ვიწრო, გრძელი და მუქი ბირთვები, ფიბრობლასტები, რეტიკულური უჯრედები ნათელი ოვალური ფორმის ბირთვებით და სისხლძარღვებით აღინიშნება. ჯირკვლის უჯრედებს აქვს მკაფიოდ გამოხატული კიდები. ვაკუოლიზაციისა და დისტროფიის ნიშნები აღინიშნება ჯირკვლების აპიკალური ნაწილის მხოლოდ ერთეულ უჯრედებში, რაც დამახასიათებელია ბუნებრივი რეგენერაციული პროცესისთვის.

მაშასადამე, 21 დღიანი კვლევის შედეგად საკვლევი ვირთაგვების კუჭის მაკრო- და მიკრო-სტრუქტურაზე მინერალური წყლის აბაზანები გავლენას არ ახდენს და შეესაბამება ნორმას. არ განსხვავდება საკონტროლო ჯგუფის ვირთაგვების კუჭის ჰისტოლოგიური აგებულებისაგან.

საცდელი და საკონტროლო ჯგუფის ვირთაგვების ღვიძლის მორფოლოგიურმა კვლევამ გვიჩვენა, რომ ორგანოს გარეგანი დათვალიერებისას ჩანს მისი სადა, პრიალა მორუხო-მოყავისფრო ზედაპირი. ღვიძლის სიდიდე ნორმის ფარგლებშია. პალპაციით ღვიძლი რბილი კონსისტენციისაა, წილები თავისუფლად მდებარეობენ მუცლის ღრუში, არ არიან ერთმანეთთან შეხორცებული. მიკროსკოპული

კვლევით ვლინდება - ღვიძლის პარენქიმის წილაკების შენების მკაფიო გამოხატულება, წილაკები პათოლოგიური ცვლილებების გარეშეა. წილაკების შიგნით ჰეპატოციტები განლაგებულია ცენტრალური ვენების გარშემო რადიალური ხარიხების სახით. თვით ჰეპატოციტებში პათოლოგიური ცვლილებები არ ვლინდება. უჯრედებს შორის საზღვრები მკაფიოა. ინტაქტურია ორგანოს სტრომა. შემაერთებული ქსოვილი ჩანს წილაკებს შორის. მორფოლოგიური ცვლილებები არ ვლინდება არც მიკროცირკულაციურ კალაპოტში. აქედან, გამომდინარე ექსპერიმენტის პირობებში შენარჩუნებულია ღვიძლის სტრუქტურა და ფუნქცია.

დასკვნა. მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარე ექსპერიმენტის პირობებში მინერალური წყლის აბაზანები კანზე და სხვა ორგანოებზე დადებით გავლენას ახდენს. კერძოდ, იწვევს კანის განახლების დაჩქარებას, კუჭისა და ღვიძლის მაკრო- და მიკრო-სტრუქტურის ნორმასთან შესაბამისობას. აქედან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მინერალური წყლის აბაზანები შინაგან ორგანოებში არ იწვევს ცვლილებებს და იგი შეიძლება ფართოდ იქნას გამოყენებული პრაქტიკაში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Ефименко Н.В., Репс В.Ф.// Механизмы действияпитьевых минеральных вод.// Курортная медицина, 2013. № 3. С. 106-109.
2. Куликов А.Г., Воронина Д.Д. //Питьевые минеральные воды в лечение и реабилитации: современный взгляд на проблему.//Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2017; № 16(3). С. 116- 120.
3. Quattrini S., Pampaloni B., Brandi M.L.//Natural mineral waters: chemical characteristics and health effects.//Clin Cases Miner Bone Metabolism. 2016 Sep-Dec; № 13(3): p.173–180. Doi: 10.11138/ccmbm/2016.13.3.173.

Impact of Udabno Thermal Water on Internal Organs of Rats

Summary

West studied abnothern waters. Twenty white male rats weighing 150-200 g were used in the experiment. They bathed in mineral water heated to $40\pm 3^{\circ}\text{C}$ for 60 minutes daily for 21 days. As a control group, we used 10 male rats of identical weight, which were bathed in running water of the same temperature. After the experiment, the comparative morphology of the skin and internal organs (stomach, liver) of both groups was studied. Visually, the skin and internal organs of both groups were identical, and the microstructure of the organs was also preserved. Based on the above, it is possible to use abnothern water for taking baths in practice.

Keywords: mineral, water, skin, stomach, liver, morphology.

საავტომობილო ნარჩენების (ჯართის) უტილიზაციის პროცესში გარემოსდაცვითი ტექნოლოგიები

ლ. გობეჯიშვილი, ნ. ხაზარაძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: სტატიაში მოცემულია საავტომობილო ნარჩენების (ჯართის) უტილიზაციის ტექნოლოგიების კომპლექსური ანალიზი. განხილულია მექანიკური, ქიმიური, თერმული და ბიოტექნოლოგიური მიდგომები, რომელთა მიზანია საშიში კომპონენტების გაუვნებელოება, ასევე წარმოდგენილია თანამედროვე ეკოლოგიური ინოვაციები, რომლებიც ხელს უწყობს მდგრად განვითარებასა და გარემოს დაცვის გლობალური მიზნების მიღწევას.

საკვანძო სიტყვები: ჯართი, გადამუშავება, ეკოტექნოლოგია, ნარჩენების მართვა.

თანამედროვე ინდუსტრიული განვითარება წარმოშობს ტექნოგენური ნარჩენების დიდ რაოდენობას, რომელთა შორის საავტომობილო ნარჩენები განსაკუთრებულ ყურადღებას მოითხოვს. მანქანის ექსპლუატაციის ვადის ამოწურვის შემდეგ იგი იქცევა რთულ კომპოზიტურ ნარჩენად, რომლის შემადგენლობა მოიცავს როგორც გადამუშავებად, ასევე საშიშ ელემენტებს. ავტომობილის გადამუშავება მნიშვნელოვანია როგორც ბუნებრივი რესურსების შენარჩუნების, ისე გარემოზე ზემოქმედების შემცირების კუთხით.

არსებობს მასალების შეგროვების სამი ტიპი: დემონტაჟი, დაქუცმაცება და შემდგომი სეპარაცია. ავტომობილის ასაკისა და მოდელის მიხედვით, დემონტაჟის ოპერაციები განსაზღვრავს დარჩენილი ამოღებული ჯართის წონის ბედს. თუ მანქანის მრავალჯერადი გამოყენების ნაწილებს დიდი მოთხოვნა არ აქვს, მაშინ ჯართი შეიძლება გადაეცეს მიმღებ პუნქტებს, საიდანაც საზოგადოების წევრებს შეუძლიათ გადაიხადონ მცირე საფასური ავტონაწილების ხელახლა გამოყენებისთვის და აღდგენისთვის. თუ ჩამოწერილი ნაწილები მოთხოვნადია და მათი ახალ სასიცოცხლო ციკლში დაბრუნება შესაძლებელია, მაშინ კომპანია განახორციელებს ჯართის ინვენტარიზაციას და ავტონაწილები ხელმისაწვდომი გახდება საცალო ვაჭრობისთვის. მოკლედ, დემონტაჟის ოპერაცია ამ კვლევაში განიმარტება, როგორც პროცესი, რომლის დროსაც, გარდა საშიში მასალების (მაგ. აირბალიშების) ამოღებისა და ჭარბი სითხის გადინებისა, მანქანის მეტალის კომპონენტების ამოღება, გაყიდვა და ხელახლა გამოყენება შესაძლებელია.

გლობალურად ყოველწლიურად მილიონობით ავტომობილი გამოდის ექსპლუატაციიდან. თითოეული ასეთი ერთეული მოიცავს ასობით კილოგრამ ლითონებსა და პლასტმასს, ათეულობით ლიტრ ტექნიკურ სითხეს და სხვა ნაერთებს, რომელთა არასწორად მოპყრობამ შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგის, წყლისა და ჰაერის დაბინძურება. ამ პრობლემის გადასაჭრელად, ქვეყნები აქტიურად ნერგავენ

ეკოტექნოლოგიებს, რომლებიც მაქსიმალურად უზრუნველყოფენ ავტომობილის ტოქსიკური კომპონენტების ეფექტიან განეიტრალებას.

საავტომობილო ნარჩენების ტიპები და მათი გადამუშავება

ნარჩენის ტიპი	გადამუშავების მეთოდი	ეკოლოგიური სარგებელი
ლითონის ნაწილები	დნობით გადამუშავება	მინერალური რესურსების დაზოგვა
ზეთები და სითხეები	ფილტრაცია და ხელახალი გამოყენება	ნიადაგისა და წყლის დაბინძურების შემცირება
ბატარეები	მჟავებისა და ტყვიის გამოყოფა	საშიში ნარჩენების შემცირება
პლასტმასი და მინა	დახარისხება და გადამუშავება	ნაგავსაყრელის დატვირთვის შემცირება

ტიპიური საშუალო ზომის ავტომობილი შეიცავს დაახლოებით 1200 კილოგრამ მასალას, რომელთაგან უმეტესობა ლითონებია. მაგალითად, ფოლადი და რკინა, შეადგენს საერთო წონის 60-65%-ს, ალუმინი დაახლოებით 10%-ს. პლასტმასა, რეზინა, მინა და სხვა კომპონენტები შედარებით მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი, თუმცა მათი გადამუშავება ხშირად მეტ სირთულეს წარმოადგენს.

ეკოტექნოლოგიები საავტომობილო ჯარტის გადამუშავებისას ითვალისწინებს მთელ პროცესს-ავტომობილის დაშლიდან დაწყებული, კომპონენტების დახარისხებითა და სხვადასხვა მეთოდით დამუშავებით დამთავრებული.

მას შემდეგ, რაც ხელახალი გამოყენებისათვის გამოსადეგი და სახიფათო მასალა ამოღებულია ჯარტიდან, ხდება შემდგომი დაქუცმაცება ავტომატურ ჰალკ/ბრტყელ ფორმაში და მიწოდება ხდება ავტომატური დაქუცმაცების ქარხნებისთვის. საბაზრო მსუბუქი რკინა (ანუ ვადაგასული საყოფაცხოვრებო ელ.ხელსაწყოები, საყოფაცხოვრებო ტექნიკა) და ავტომობილების ნარჩენები თავსდება კონვეიერის ლენტზე, რომელიც მიემართება ჩაქურჩებიან წისქვილზე, რათა დაქუცმაცდეს საჭირო ზომის ნაჭრებად. ლითონის ჯარტი სხვა სამრეწველო სექტორებიდან, როგორცაა მშენებლობა, მანქანების და მოწყობილობების წარმოებას, ასევე შეიძლება დაემატოს ინგრედიენტების სახით შერეულ, მოძველებულ ლითონის რეცეპტურას, რომელიც დამოკიდებულია ბაზრის პირობებზე და ღირებულებების რყევაზე. მაგნიტური განცალკევება ჩვეულებრივ, თუ არა ყოველთვის, გამოიყენება გადამამუშავებელ ქარხნებში ჯარტის შავი მეტალიდან ფერადი/არამეტალის კომპონენტების გამოსაყოფად.

მექანიკური ტექნოლოგიები: შრედერები, ჰიდრავლიკური წნეხები, ლენტური ტრანსპორტიორები და სეპარატორები გამოიყენება მასალის წინასწარი დამუშავებისთვის. მაღალი სიმძლავრის შრედერის გამოყენება იძლევა ლითონების,

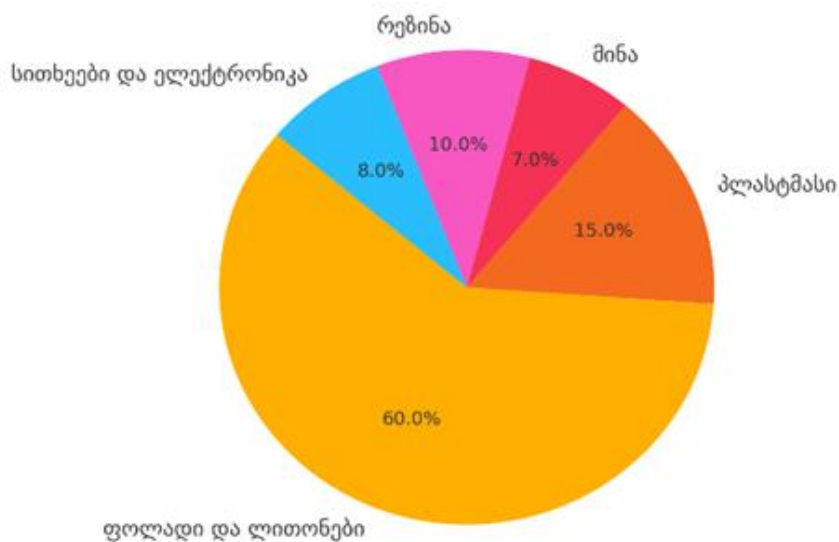
პლასტმასის და ქსოვილების ეფექტიანად განცალკევების შესაძლებლობას.

ქიმიური ტექნოლოგიები: მოიცავს ხსნარების, ნეიტრალიზატორებისა და კატალიზატორების გამოყენებას, რომელიც მიზნად ისახავს საშიში ელემენტების, მაგალითად ტყვიის, მჟავებისა და ზეთების მოცილებას. ქიმიური სტაბილიზაცია აუცილებელია ბატარეებისა და ელექტრონული კომპონენტების დამუშავებისას.

თერმული ტექნოლოგიები: პიროლიზი, ინსინერაცია და პლაზმური დაშლა გამოიყენება არა მხოლოდ ენერგიის მოპოვებისთვის, არამედ არაორგანული ნარჩენების გაუვნებელყოფისთვის. პლაზმური არხების საშუალებით შესაძლებელია რთული პოლიმერული და ნახშირბადოვანი ნაერთების დაშლა.

ბიოტექნოლოგიები: მოიცავს მიკროორგანიზმების გამოყენებას ისეთ პროცესებში, როგორიცაა ბიორემედიაცია. განსაკუთრებით ეფექტურია ტექნიკური სითხეებით დაბინძურებული ნიადაგის და წყლის გასაწმენდად. ბიოფილტრები გამოიყენება აეროზოლური და აორთქლებული ნაერთების გამოსაცალკევებლად.

დიაგრამა 1. ავტომობილის საშუალო შემადგენლობა მასის მიხედვით



საავტომობილო ჯარტის თანამედროვე ეკოლოგიური გადამუშავების ტექნოლოგიები:

- ავტომობილების რობოტიზებული დემონტაჟი;
- პლაზმური გაზიფიკაცია და პიროლიზი ;
- ზეთების ბიოდეგრადაცია ბაქტერიების (დესტრუქტორების) დახმარებით;
- მეტალების დასახარისხებლად გამოყენებული ოპტიკური და მაგნიტური სეპარატორები;
- მრავალსაფეხურიანი ფილტრების განვითარება საწარმოებში ჰაერისა და წყლის გასაწმენდად.

ეს ტექნოლოგიები უკვე დანერგილია ევროკავშირის ქვეყნებში, აშშ-სა და იაპონიაში და ეტაპობრივად ინერგება გარდამავალ ეკონომიკიან ქვეყნებშიც.

საერთაშორისო გამოცდილება:

➤ Honda Eco Factory: ეს ქარხანა სრულად იყენებს დახურულ ციკლურ ტექნოლოგიას, სადაც ნარჩენების 99%-ზე მეტი გადამუშავდება. ქარხანა იყენებს მზის და ქარის ენერგიას, და არ წარმოქმნის დაბინძურებას ადგილობრივ გარემოზე.

➤ Mercedes-Benz Recycling Plant:** ქარხანა სპეციალიზებულია ძრავის კომპონენტების გადამუშავებაში და იყენებს ინოვაციურ რობოტულ სისტემებს.

➤ ARN Auto Recycling: წელიწადში 300,000-ზე მეტი ავტომობილი გადამუშავდება. მათ აქვთ სპეციალური თერმო-ქიმიური ქარხანა პიროლიზის მეთოდით მყარი და პლასტიკური მასალების დასაშლელად.

➤ Tesla Recycling Division: ტესლა აქტიურად მუშაობს ძველი ბატარეების და ელექტრონული კომპონენტების გადამუშავების მიმართულებით. მათ მიერ განხორციელებული ტექნოლოგიური ხაზები აერთიანებენ მექანიკურ და ქიმიურ საფეხურებს.

თანამედროვე ეკოტექნოლოგიები საშუალებას იძლევა შემცირდეს ავტო ნარჩენების ზემოქმედება გარემოზე. მათი ინტეგრაცია შესაძლებელს ხდის ეკონომიკური სარგებლის მიღებას და რესურსების მაქსიმალურ ხელახალ გამოყენებას. სახელმწიფოს, კერძო სექტორის და საზოგადოების ერთობლივი მონაწილეობა გადამწყვეტია მწვანე ტექნოლოგიების მასშტაბურად დანერგვისთვის.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Martinho, G., Pires, A., Saraiva, L. An Overview of Automotive Shredder Residue Recycling in the Circular Economy, Journal of Cleaner Production; 2017;
2. Hopewell, J., Dvorak, R., Kosior, E. Sustainable Treatment of End-of-Life Vehicles: Recycling of Automotive Plastics; Resources, Conservation and Recycling; 2016;
3. Martinho, G., Pires, A., Saraiva, L.; An Overview of Automotive Shredder Residue Recycling in the Circular Economy; Journal of Cleaner Production; 2017;
4. Andrews, G., Pinto, F., Costa, P.; Environmental Assessment of Pyrolysis Technologies for Automotive Waste; Waste Management; 2020;
5. Gaines, L., Dunn, J. B., Sullivan, J. ; Life Cycle Assessment of Electric Vehicle Battery Recycling Processes; Energy Policy; 2021.

Environmental technologies in the process of recycling automotive waste (scrap)

Summary

This paper explores in detail modern ecotechnologies for automotive waste management, including mechanical, chemical, thermal and biological processes. Global case studies are used to illustrate how nations such as Japan, Germany, the Netherlands, the U.S., and China apply these technologies in practice to enhance sustainability and reduce environmental risks

Keywords: scrap, recycling, ecotechnology, waste management.

თბილისის საქალაქო(ურბანული) ეკოპრობლემები

ნანა ბერძენიშვილი, ლიკა თანდილაშვილი

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ეკოლოგიის სამაგისტრო პროგრამის სტუდენტი

აბსტრაქტი: სტატიაში განხილულია ურბანიზებული თბილისის ქალაქგეგმარებითი და სამშენებლო „ბუმი“ გამოწვეული ეკოპრობლემები, გამწვანებული საფარის თანდათანობითი შემცირება და მაღალსართულიანი შენობების „გაჩენა“. განხილულია თბილისის, მტკვრის მარჯვენა და მარცხენა სანაპიროების რაიონების მიმოხილვა. განსაკუთრებული ყურადღება გამახვილებულია ჩუღურეთის მდგომარეობაზე, სადაც მცირედენი გამწვანება და მრავალი შენობა-ნაგებობაა, უამრავი საზოგადოებრივი და კერძო ტრანსპორტი და მოსახლეობის აქტიური მოძრაობა დაიკვირვება მეტროს მიმდებარედ.

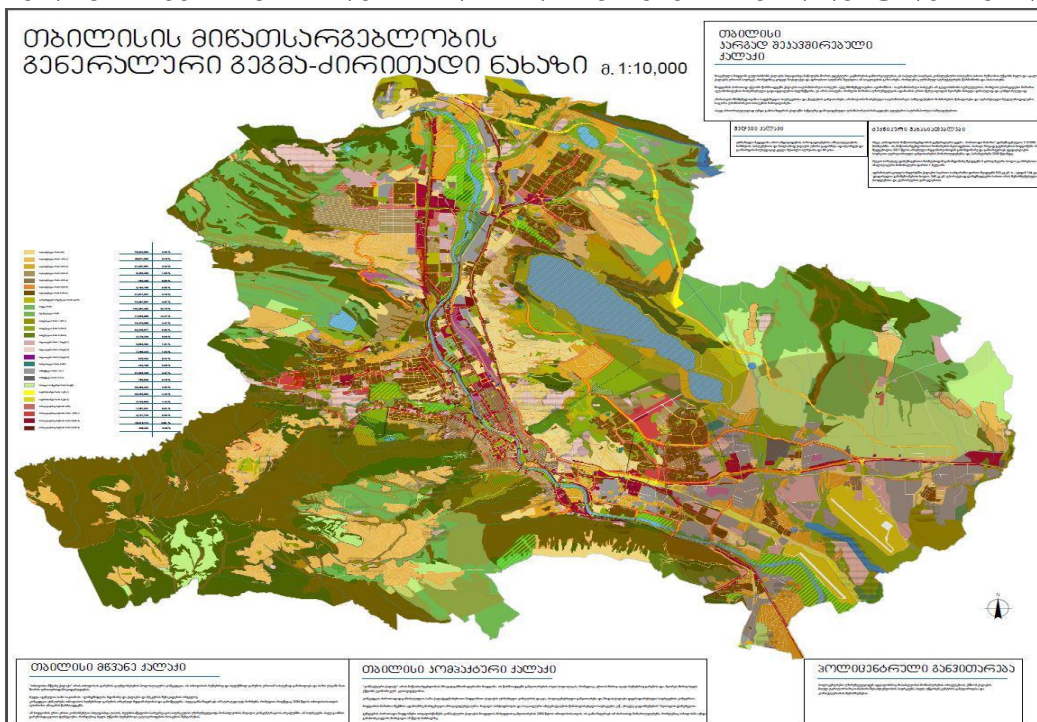
საკვანძო სიტყვები: ურბანიზაცია, ეკოპრობლემები, მწვანე საფარი, ბუნებრივი და ანთროპოგენული გარემო.

თბილისი საქართველოს ყველაზე ურბანიზებული ქალაქია. ურბანიზაცია და მასთან დაკავშირებული გარემოს ცვლილებები თანამედროვე მეცნიერების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გამოწვევაა. მკვლევართა გათვლით, 2050 წლისთვის, მსოფლიოში ქალაქის მოსახლეობის წილი 68%-მდე გაიზრდება (United Nations Human Settlements Programme, 2023). ქალაქის მოსახლეობის რაოდენობის ზრდა, სხვა არაერთ სოციალურ და ეკონომიკურ ასპექტთან ერთად, ბუნებრივი გარემოს ან/და უკვე არსებული სხვა ანთროპოგენური ლანდშაფტების გარდაქმნასაც მოიცავს. ურბანიზაცია მიწათსარგებლობის ცვლილებების მთავარი მაპროვოცირებელი ფაქტორია მთელს მსოფლიოში და მათ შორის საქართველოშიც. ამ პრობლემებთან გამკლავებისას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ისეთ დაგეგმვას, სადაც შენარჩუნებული იქნება ბალანსი ბუნებრივ გარემოს, განაშენიანებასა და მოსახლეობის საჭიროებებს შორის. დედაქალაქ თბილისში განუხრელად იზრდება მოთხოვნა ახალი ტერიტორიების ათვისებაზე, როგორც საცხოვრებლად, ისე სამეურნეო საქმიანობისათვის. ბევრგან ადგილი აქვს არარაციონალურ და არამდგრად მიწათსარგებლობასაც, რისი შედეგიცაა რთული ეკოლოგიური ვითარება. ეს ყველაფერი კი განაპირობებს ისევ და ისევ მოსახლეობისათვის არაკომფორტული საცხოვრებელი გარემოს შექმნას.

თბილისი მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, თბილისის ქვაბულში, ვრცელდება მდ. მტკვრის ორივე სანაპიროზე, ზ.დ. 380–1067 მ სიმაღლეზე. მარცხენა სანაპიროს ადგილის რელიეფი მესამეული დანალექებით არის აგებული. არის როგორც ძველი, ასევე ახალგაზრდა ქანები. მტკვრის მარჯვენა სანაპირო უფრო მაღლა მდებარეობს ვიდრე მარცხენა, უმეტესი ნაწილი მთაგორიანი და ციცაბოა, ძლიერ არის დაღარული მდინარეთა ხეობებითა და ხრამებით. მარცხენა სანაპი-

როს რელიეფი მარჯვენა სანაპიროსთან შედარებით დაბალი მდებარეობით ხასიათდება. გვხვდება დაბალი სერები, გორაკ-ბორცვები, ვაკეები და ტაფობები. მარცხენა ნაპირეთში ფართოდ არის გავრცელებული მტკვრის ტერასები, რომელნიც რელიეფს ერთგვარ საფეხურებრივ ხასიათს აძლევს (უკლება, დ, 1989). ქალაქის ამგვარი რელიეფი განაპირობებს ფრაგმენტულად გადატვირთულ უბნებს და განაშენიანების მიმართულებას. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს ქალაქის ხელსაყრელი და სტრატეგიული გეოგრაფიული მდებარეობა რეგიონში. იგი სატრანზიტო დერეფნის კვანძს წარმოადგენს. განვითარებულია როგორც სახმელეთო, ასევე საჰაერო ტრანსპორტი. გადის ძირითადი სარკინიგზო ხაზი. თბილისის კომპლექსური საზოგადოებრივი სატრანსპორტო კვანძი აქვს. აღნიშნული ფაქტი კი ხელს უწყობს ქალაქში ვაჭრობისა და ტურიზმის განვითარებას.

თბილისის საზღვრის ცვლილება არ მომხდარა 2006 წლიდან 2023 წლამდე. მტკვრის მარცხენა სანაპირო განიცდის განაშენიანებას მეტად, ვიდრე მარჯვენა, რაც დაკავშირებულია მარჯვენა სანაპიროზე არსებულ ძველ ისტორიულ უბნებთან, მაგ: ძველი თბილისი, სადაც იერსახის შენარჩუნების გამო სამშენებლო აკრძალვებია. თბილისის მერიამ 2019 წელს გამოაქვეყნა დედაქალაქის გენგეგმა, რომელიც პარკების განახლებასა და ახლის გაშენებას ავალდებულებს ქალაქს.



სურ.1. თბილისის მეხუთე გენერალური გეგმა (დამტკიცებულია 2019 წელს)

შენობა-ნაგებობების მიერ დაკავებული ყველაზე მეტი ფართობით გამოირჩევა საცხოვრებელი უბანი - ჩუღურეთი (71%). იგი წარმოადგენს უძველეს ურბანულ ცენტრს(ოქროს უბანს), საიდანაც განვითარდა და გაიზარდა ქალაქი. თბილისის

ტერიტორიის ფართობი მუდმივ ცვლას განიცდიდა და განიცდის. პრობლემა შესამჩნევია, რადგან ხდება უამრავი თავისუფალი მიწის ათვისება, რადგან მოსახლეობა ყოველდღიურად იზრდება და თბილისი აგლომერაცია გახდა.

თბილისში ეკოლოგიური მდგომარეობის ხარისხი უშუალო კავშირშია ურბანიზაციისა და განაშენიანების პროცესთან. თბილისის გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისას გასათვალისწინებელია მრეწველობა, ტრანსპორტი, მშენებლობა, მიწათსარგებლობა, ენერგიისა და წყლის მოხმარება, აგრეთვე ქალაქებში წარმოქმნილი ჩამდინარე წყლები, მყარი ნარჩენები და სხვა (სალუქვაძე, 2012).

მთელი თბილისის მასშტაბით მტკვრის მარცხენა სანაპირო არის უფრო ურბანულად დატვირთული, ვიდრე მარჯვენა. დედაქალაქის გენერალური გეგმის ბოლო მონაცემებით, 1 სულ მოსახლეზე გამწვანებული ადგილის ფართობია 5.6 მ². საერთაშორისო სტანდარტით კი გათვალისწინებულია 10-15 მ². თბილისი ამ ნორმას აკმაყოფილებდა მხოლოდ გარკვეულ პერიოდში - ყველაზე მაღალი იყო 1980-იან წლებში - 13.0მ². ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუარესება იკვეთება ისეთ ადგილებში, სადაც მიმდინარეობს სამშენებლო საქმიანობა და მოსახლეობა არის მჭიდროდ დასახლებული. თბილისის ტერიტორიაზე უბნების მიხედვით განსხვავებული ეკოლოგიური ვითარებაა.

გამოიყოფა სამგვარი ეკოლოგიური ვითარება: 1) რთული ეკოლოგიური ვითარება ფიქსირდება თბილისის ტერიტორიის დაახლოებით 12%-ზე (სალუქვაძე, 2012) - გლდანის მიკრორაიონებში; სანზონაში; დიდუბეში; ჩუღურეთში; საბურთალოზე - კოსტავა, ბახტრიონი, დოლიძე, ხილიანი; მთაწმინდაზე - სოლოლაკი; ქვემო სამგორში; ვაზისუბანში; ზემო ავლაბარში. მიზეზებზე, რომ ვისაუბროთ სწორედ ამ ტერიტორიებზე ფიქსირდება მაღალი სიმჭიდროვე, შესაბამისად, მეტი ავტომობილი, მეტი გამონაბოლქვი და მიმდინარეობს ყველაზე მეტი მშენებლობები. ეს ფაქტი კი იწვევს დიდი რაოდენობით ტრანსპორტის გადაადგილებას, საცობებს, ეს კი გამონაბოლქვის ემისიას ზრდის. რაც შეეხება მშენებლობის უარყოფით ეკოლოგიურ გავლენას, ეს არის სამშენებლო მტვერი, რომელიც აბინძურებს ჰაერს. ქარსაცავი ზოლების განადგურებამ გამოიწვია გაბატონებული ქარების წარმოშობა, რომელიც დღეს არის მტკვრისა და ვერეს ხეობაში.

ქარისმიერი ეროზიით გამოირჩევა ნუცუბიძის პლატო, დიდი დილომი, მუხიანი, თბილისის აეროპორტი. ქალაქის ცენტრალურ უბნებში მწვანე საფარის შემცირებამ მკვეთრად იმოქმედა ჰაერზე და გაიზარდა მხუთვარების ეფექტი. მშენებლობის გამო ხეების განადგურება ხელს უშლის ჰაერის გასუფთავებას, ჟანგბადის გამოყოფას. შენდება მრავალსართულიანი ბინები და თანაც, ძალიან ახლო დისტანციით, რაც ხელს უშლის ჰაერის განთავსებას, არ შედის ფანჯრებიდან ბინაში მზე. ეს განსაკუთრებულად ეხება დიდუბე-ჩუღურეთს, რომელიც ძალიან ურბანულ-

ლია. დიდუბე ხომ სატრანსპორტო კვანძია, ამიტომ ჰაერიც ძლიერ დაბინძურებულია და რთული ეკოლოგიური მდგომარეობაა. 2) საშუალო ეკოლოგიური ვითარება ფიქირდება 36% განაშენიანებული ტერიტორიისა (სალუქვაძე, 2012) - შეინიშნება ძირითადად მტკვრის მარცხენა სანაპიროზე, რომელიც უფრო მეტად ურბანულია და უფრო ნაკლები მწვანე საფარით შეინიშნება, ვიდრე მტკვრის მარჯვენა სანაპირო. ეს ტერიტორიები ეკოლოგიური მდგომარეობისა და გარემოს ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით, მოითხოვენ სხვადასხვა სახის ქალაქგეგმარებითი ღონისძიებების გატარებას. ავტოსატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესებას, მოძრაობის ორგანიზებისა და ავტოსატრანსპორტო ქსელის ოპტიმიზაციას; ყოფილი სამხედრო და საწარმოო ტერიტორიების „ბრაუნფილდების“ რევიტალიზაციას, მნიშვნელოვანი ანთროპოგენული ზემოქმედების ქვეშ მყოფი ტერიტორიების ეკორეაბილიტაციას, გამწვანებული არეალების შექმნასა და გამწვანების ალტერნატიული ფორმების დანერგვას და სხვ (სალუქვაძე, 2012). 3) შედარებით კარგი ეკოლოგიური ვითარება - ამ კუთხით მტკვრის მარჯვენა საკურორტო სანაპიროზე გამოირჩევა, სადაც მწვანე საფარი აღრიცხულია დიდგორის ტერიტორიაზე 60,7 კმ², პროცენტული წილი 32%. აქ საკურორტო დასახლებებია, მაგალითად: კიკეთი, კოჯორი, ახალდაბა, ბეთანია, ტაბახმელა, შინდისი, წავკისი, წყნეთი, ოქროყანა. ძველი თბილისიც გამოირჩევა მწვანე საფარის მაღალი პროცენტული წილით - 28%. ყოველივე დაკავშირებულია ძველი იერსახის შენარჩუნებასთან, რის გამოც ნაკლებად ხდება მშენებლობები და ურბანულად ტერიტორიების ათვისება, რაც ერთ-ერთ უპირველეს მტერს წარმოადგენს ქალაქში მწვანე არეალების ზრდისა და განვითარებისათვის. ყოველივე კი დადებით გავლენას ახდენს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე და კომფორტულს ხდის ცხოვრებას (ელიზბარაშვილი, მელაძე, სალუქვაძე, & სვანაძე, 2017).

2021 წლის საქსტატის მონაცემების მიხედვით თბილისში მშენებლობის გაცემის ნებართვების 46.8%-ია და ექსპლუატაციაში მიღებული ობიექტების 30.1%. იმ დროს როცა თბილისი ყველაზე პატარა ფართობით არის წარმოდგენილი და აღნიშნული პროცესებით პირველ ადგილზეა მკვეთრი მაღალი მაჩვენებლით (საქსტატი, 2021).

2024 წლისათვის გაზრდილი მაჩვენებელია კვლავ დედაქალაქში. სამშენებლო ნებართვების - 48%, ექსპლუატაციაში მიღებული ობიექტების - 39% მოდის ქ. თბილისზე (საქსტატი, 2024). აქედან ნებართვები გაიცა მრავალფუნქციური საცხოვრებელი კომპლექსების, სავაჭრო ობიექტების, სასტუმროების, სამრეწველო საწარმოების, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ობიექტების მშენებლობაზე. მწვანე არეალის ყველაზე მაღალი ნიშნულია დაფიქსირებული ვაკეში - 63%. ეს არის ერთ-ერთი ყველაზე პოპულარული უბანი თბილისში. ამიტომ ძვირადღირებულია აქ ბინები და კომერციული ფართები, ვიდრე სხვა უბნებში. აღსანიშნავია

პარკი „მზიური“, რომელსაც უკავია 12.78 ჰა. გამწვანების კუთხით მეორე ადგილი უკავია მთაწმინდის რაიონს - 47%. მესამე ადგილზეა მწვანე საფარის ფართობით კრწანისი - 37%, მწვანე არეალი წარმოდგენილია კრწანისის ტყე-პარკით. სიმწვანით ყველაზე ნაკლებად გამორჩეულია დიდუბე და ისანი. გამწვანების კლების მიხედვით, ჩუღურეთი ბოლო ადგილზეა, მხოლოდ მწვანე არეალის 8 ჰა ფართობის შემცირება ფიქსირდება. დანარჩენ უბნებში, რომლებიც არის - საბურთალო, სამგორი, გლდანი, ნაძალადევი გამწვანება და განაშენიანება მეტ-ნაკლებად თანაბრად. გლდანში კი მშენებლობის „ბუმი“. აქ არაერთი ცათამბჯენები თუ სავაჭრო-კომერციული შენობაა, შესაბამისად, შემცირდა მწვანე ნარგავები.



სურ.2. საქართველოს რეგიონებში მშენებლობაზე გაცემული ნებართვებისა და ექსპლუატაციაში მიღებული ობიექტების პროცენტული წილი 2021 წლისათვის

არსებული გარემო ტოქსიკურია ადამიანთა ჯანმრთელობისათვის. ყველასათვის ცნობილია, რომ მცენარეები ახდენენ გამონაბოლქვი აირების დეტოქსიკაციის პროცესს. 1 ჰა მწვანე ნარგავი საათში შთანთქავს 2 კგ. ნახშირორჟანგს და გამოჰყოფს 200 ადამიანის სამყოფ ჟანგბადს. რაც შეეხება ხმაურს, რომელიც უდიდეს დისკომფორტს ქმნის თანამოქალაქეებისათვის - დადგენილია, რომ ფოთლოვანი მცენარეების ვარჯი შთანთქავს მასზე მოხვედრილ ხმოვანი ენერგიის 26%-ს, ხოლო 74% არეკლავს და გაფანტავს. აღსანიშნავია ანთროპოგენიზაციის გავლენა და მისი უარყოფითი შედეგები ქალაქის მასშტაბით. ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის მიერ ჩატარებული კვლევის მონაცემების მიხედვით, თბილისის ნიადაგებში ტყვიის შემცველობა ზდკ-ს (ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია) 6-10 და მეტ-

ჯერ აღემატება. ყველაზე მაღალი შემცველობა აღინიშნებოდა დიდუბესა და დავით აღმაშენებლის გამზირზე. დღეისათვის თბილისის შემოგარენის ტყეების სტრუქტურა სახეშეცვლილია: პირველადი ტყის საფარი მეორადმა მცენარეულობამ ჩაანაცვლა და დაირღვა თაობათა ცვლა. ხშირად შეხვდებით მრავალჯერ გადაბედილ ხეებსა და კუნძებს. ტყის კალთის შეკრულობა შემცირებულია. შეჭრილია ტყისთვის არატიპური მცენარეები (ლაჩაშვილი, 2014). თბილისი განიცდის მწვანე საფარის ნაკლებობას ურბანული ტერიტორიების ზრდის ფონზე, გარემო პირობების გათვალისწინებით ნაკლებად არის შერჩეული მცენარეთა სახეობები. ეს კი იწვევს მათი სიცოცხლისუნარიანობის შემცირებას და დეგრადაციას. სწორედ ამ ფაქტის წინაშე დგას დღეს თბილისი. იგი ნახევრად უდაბნოს ზონაში მდებარეობს და ეს არ არის წიწვიანი მცენარეებისთვის სახარბიელო პირობა. ამ დროს კი დაახლოებით 100 წლის წინ თბილისში გააშენეს წიწვიანი ტყეები. შემოტანილია უმეტესად ფიჭვი, რადგან იოლად ეგუება სხვადასხვა გარემო-პირობებს (ჯავახიშვილი, 2021), მაგრამ მათი სიცოცხლისუნარიანობის ხანგრძლივობას განსაკუთრებული მოვლა და პირობების შექმნა სჭირდებათ (გელაძე, 2016).

ადამიანის უფლებაა სუნთქავდეს სუფთა ჰაერს და ჯანმრთელობისთვის უვნებელ გარემოში ცხოვრება იყოს უზრუნველყოფილი (მუხლი 29). ყოველივეს კი არეგულირებს საქართველოს კონსტიტუცია. მაგრამ მხოლოდ კანონმდებლობა არ გამოიღებს შედეგს, თუ არა ჩვენი ძალისხმევა ვიზრუნოთ გარემოს გამწვანებასა და სისუფთავეზე. ეს კი თითოეული თბილისელის და ქართველის მოვალეობაა.

ლიტერატურა:

1. ბასილაშვილი, ც. (2021). მდ. მტკვრის ჰიდროგრაფიული ქსელი თბილისის ქვაბულში. მეცნიერება და ტექნოლოგიები , 3(737), 17-29.
2. ბეჟაშვილი, მ., ზედელაშვილი, თ., შარაშიძე, თ., ადეიშვილი, ნ., & დამიანოვიჩი, დ. (2019, ოქტომბერი 22). Tbilisi.gov.ge. Retrieved from მწვანე და სარეკრაციო სივრცის განვითარების სტანდარტი: პარკებისა და ბაღების თანასწორუფლებრივი გამოყენებისთვის. თბილისის მუნიციპალიტეტი: https://tbilisi.gov.ge/img/original/2019/10/22/222_compressed.pdf
3. გარემოს ეროვნული სააგენტო. (2024). საინფორმაციო ბიულეტენი : საქართველოს 2023 წელს სტიქიური გეოლოგიური პროცესების განვითარების შედეგები და პროგნოზი 2024 წლისთვის. გეოლოგიური დეპარტამენტი. თბილისი: საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო.
4. გელაძე, ა. (2016, 07 01). თბილისში წიწვოვანი მცენარეები ბუნებრივად არ ხარობს. Retrieved from კვირა მედიაპოლდინგი: <https://kvira.ge/265671>
5. ელიზბარაშვილი, ნ., მელაძე, გ., სალუქვაძე, ე., & სვანაძე, დ. (2017). საქალაქო აგლომერაციების ლანდშაფტური დაგეგმარების მეთოდოლოგია (თბილისი -

რუსთავის მაგალითზე).

6. ლაჩაშვილი, ნ. (2014). თბილისის მიდამოების ტყეები. თბილისი.
7. სალუქვაძე, მ. (2012). მსხვილი ქალაქის ეკოლოგიური მდგომარეობის კომპლექსური კვლევის თანამედროვე ასპექტები ქალაქგეგმარებითი რეგულირების მიზნით (თბილისის მაგალითზე). თბილისი: სადოქტორო ნაშრომი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი.
8. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №261. (2019, ივნისი 3). ტერიტორიების გამოყენების და განაშენიანების რეგულირების ძირითადი დებულებების შესახებ. Retrieved from საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე: <https://matsne.gov.ge/en/document/view/4579383?publication=0>
9. საქსტატი. (2021). ინფორმაცია მშენებლობაზე გაცემული ნებართვებისა და ექსპლუატაციაში მიღებული ობიექტების შესახებ. Retrieved from chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.geostat.ge/media/38025/29.04.2021.Infographic_GEO.pdf
10. უკლება, დ. (1989). თბილისის და მისი მიდამოების ბუნება. ვ. ჯაოშვილი-ში, წიგნში : თბილისი . ეკონომიკურ -გეოგრაფიული გამოკვლევა . თბილისი
11. United Nations Human Settlements Programme. (2023, October 1). World Cities Report 2022. Retrieved from unhabitat.org: https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf

Tbilisi Urban Ecological Problems Summary

The ecological problems caused by the urban planning and construction “boom” of urbanized Tbilisi, the gradual reduction of green cover and the “emergence” of high-rise buildings are a dangerous phenomenon. In the article, is discussed the districts of Tbilisi, the right and left banks of the Mtkvari River. We paid special attention to the situation in my residential area - Chugureti, where there is little greenery and many buildings, a lot of public and private transport and active movement of the population near the metro.

Keywords: urbanization, ecological problems, green cover, natural and anthropogenic environment.

მდინარე გუბისწყლის ხარისხის კვლევა თანამედროვე ტექნოლოგიებით და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ჩამოყალიბება

ნათია კამკამიძე, გიორგი პერანიძე, თეონა მუმლაძე

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
სსიპ ქუთაისის №33 საჯარო სკოლა, მასწავლებელი
კოლეჯი „კონსტრუქტორ 2“ მასწავლებელი

აბსტრაქტი. წყალი პლანეტის სასიცოცხლო მნიშვნელობის ბუნებრივ რესურსს წარმოადგენს, იგი ფართოდაა გავრცელებული დედამიწაზე, ხოლო სასმელად ვარგისი მტკნარი წყლის რეზერვები ერთის მხრივ არათანაბრადაა გადანაწილებული მთელ მსოფლიოში და მეორეს მხრივ, კი სულ უფრო მცირდება, ამიტომ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება წყლის მოფრთხილებას – რაციონალურად გამოყენებას და დაბინძურებისაგან დაცვას. აღსანიშნავია, რომ ზედაპირული წყლებზე დაკვირვება და მათი ხარისხის მუდმივი კონტროლი თანამედროვე ინოვაციური მეთოდებით რჩება საქართველოში მწვავე ამოცანად. სწორედ ჩვენი კვლევის მიზანია მდინარეების ხარისხის შესწავლა თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით, კერძოდ მდინარე გუბისწყლის მაგალითზე.
საკვანძო სიტყვები: სენსორები, ელექტროგამტარიანობა, საერთო მინერალიზაცია, Arduino UNO R3 დაფა.

შესავალი. გარემოს დაცვითი პროგრამის შეფასებით, მოსახლეობის სწრაფი ზრდა, ურბანიზაცია, გაზრდილი ეკონომიკური აქტივობა, სოფლის მეურნეობის სექტორის გაფართოება და ღია წყლის ობიექტებში ჩაშვებული დაუმუშავებელი კანალიზაციის რაოდენობის შესამჩნევი მომატება, ზედაპირული წყლების დაბინძურების საგანგაშო ზრდის მთავარი მიზეზია, უფრო მეტიც, შესაძლოა, მნიშვნელოვანი უარყოფითი გავლენა იქონიოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე წყლით გადამდები დაავადებების გავრცელებით.

მდინარეში მიკროორგანიზმების და ორგანული ნარჩენების შემცველი დიდი მოცულობის ჩამდინარე წყლების ჩადინება იწვევს წყლის ხარისხის ქიმიური და ბიოლოგიური მაჩვენებლების გაუარესებას, არღვევს ეკოსისტემების ბიომრავალფეროვნებას და იწვევს მიკრობიოლოგიურ დაბინძურებას, ამიტომ საჭიროა წყლის რესურსების მონიტორინგისა და მართვის გეგმარისთვისაც აუცილებელია თანმიმდევრული, კომპლექსური კვლევა ინოვაციური ტექნოლოგიებით, უტყუარი მონაცემების საფუძველზე [1].

ამიტომ ჩვენი ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს ზედაპირული წყლების ეკოლოგიური მდგომარეობის მონიტორინგისათვის თანამედროვე ტექნოლოგიების პროტოტიპის სქემის შექმნა, გაზომვების ჩატარება, მონაცემების ანალიზი და ყოველივე ამის საფუძველზე გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ჩამოყალიბება.

კვლევის ობიექტია მდინარე გუბისწყალი, რომელიც გამოიყენება როგორც სასმელ-სამეურნეო, ასევე რეკრეაციული მიზნებისათვის.

კვლევის მეთოდები. ჩატარდა მდინარე გუბისწყლის მიმდებარე ტერიტორიების სავსე დათვალიერება, რის შედეგად გამოვლინდა, რომ მოსახლეობა მათ მფლობელობაში არსებულ საკარმიდამო ნაკვეთებში, სავარგულებსა და სამეურნეო მიწებზე, მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით იყენებს სხვადასხვა მინერალურ სასუქებსა და შხამქიმიკატებს, ასევე შეინიშნება საპირფარეშოები კანალიზაციის გარეშე, მსხვილფეხა პირუტყვისათვის ნაგებობები, უნებართვო ნაგავსაყრელები, ამიტომ უამინდობის დროს, განსაკუთრებით ხანგრძლივი, ინტენსიური წვიმების პერიოდში, წვიმის წყალს ამ ტერიტორიებიდან მდინარეებში ჩამოაქვს საყოფაცხოვრებო წყლებთან ერთად სხვადასხვა ორგანული და არაორგანული ნივთიერებები, რომლის მდინარეში ჩაშვება სანიტარული ნორმების თანახმად დაუშვებელია.

მდინარე გუბისწყლის ეკოლოგიური მდგომარეობის შესწავლის მიზნით, წყლის კვლევა მოხდა ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით, როგორიცაა: PH მჟავიანობა, საერთო მინერალიზაცია, ელექტროგამტარობა.

სინჯების აღება. სინჯები ავიღეთ მდინარე გუბისწყლის მე-14 კილომეტრზე, სადაც მას უერთდება მდინარე წყალტუბოსწყალი (სურათი#1) შესართავიდან 500 მეტრის ზემოთ, უშუალოდ კალაპოტის შუა გულიდან. რაც შეეხება მეორე სინჯის აღება მოხდა მდინარეების შესართავიდან 500 მეტრის ქვემოთ, სადაც მდინარე გუბისწყალზე განთავსებულია ორი გზაგამტარი ხიდი .



სურათი 1. გუბისწყლის და წყალტუბოს წყლის შეერთება

სინჯების დამუშავება მოხდა ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებით, რისთვისაც შევიმუშავეთ მარტივი სისტემა, რომელიც შედგება შემდეგი კომპონენტებისგან: Arduino UNO R3 დაფა, რომელიც დაფუძნებულია ATmega328-ზე, სამი მნიშვნელოვანი მახასიათებლით და 3 სენსორი: pH მჟავიანობის სენსორი, ელექტროგამტარიანობის სენსორი, საერთო მინერალიზაციის (TDS) სენსორი, რომელიც ერთობლივად ნაჩვენებია (სურათზე 2) [2].



სურათი 2. ა) pH სენსორი, ბ) ელექტროგამტარობის სენსორი, გ) დაშლილი მყარი ნივთიერების (TDS) შემადგენლობის განსაზღვრის სენსორი

პროგრამირება განხორციელდა (IDE) დაფუძნებული ჯავაში პროგრამირების ენით C/C++. IDE-ით, მონაცემების ატვირთვა ხდება Arduino მიკროკონტროლირის დაფაზე დასამუშავებლად. პროგრამის მითითებები შეიძლება მოიძებნოს ინტერნეტში და ჩამოიტვირთოს [3].

კვლევის შედეგები და ანალიზი

მდინარე გუბისწყლის სინჯებში პროტოტიპის გამოყენებით ჩატარებული კვლევის pH-ის, ტემპერატურის და სულ დაშლილი მყარი ნივთიერებების (TDS) შემადგენლობის მონაცემები მოცემულია ცხრილ 1-ში.

ცხრილი 1. გუბისწყლის მდინარის მონაცემები

დასახელება	განზომილება	სინჯი №1	სინჯი №2	ზღვ (სამეურნეო-სა-ყოფაცხოვრებო)
(PH)	-	7,4-7,8	7,9	6,5 ÷ 8,5
საერთო მინერალიზაცია (TDS)	ppm (მგ/ლ)	180	197	1000
ელექტროგამტარობა	მიკროსიმენსი/სმ	268	274	364

სინჯებში სენსორებით გაზომვის შედეგად დაფიქსირდა:

ელექტროგამტარობა (ცხრილი 1.) 1) სინჯი 203, 2) სინჯი 274- ორივე სინჯი საშუალო გამტარია. **მინერალიზაცია (ცხრილი 1.)** 1) სინჯში 180 , 2) სინჯში 197 - ორივე სინჯები არის შედარებით მაღალი მინერალიზაციის. **მჟავიანობა (PH) (ცხრილი 1.)** 1) სინჯი 7,4-7,8; 2) სინჯი 7,9- პირველი სინჯის მჟავიანობა ცვალებადია 7,4-7,6 და მეორე სინჯი კი ტუტეა.

ამრიგად სენსორული სისტემის გამოყენებით ჩატარებული გაზომვებით აღმოჩნდა, რომ მდინარის არაორგანული ნივთიერებებით დაბინძურება დიდია, რადგან საერთო მინერალიზაცია და მჟავიანობა მაღალია, ელექტროგამტარობა კი საშუალოა.

საველე დათავლირების შედეგად გამოვლინდა, რომ აღნიშნულ ტერიტორი-

აზე მოსახლეობის მიერ ხდება მარავალმხრივი დაბინძურება სასოფლო სამეურნეო მიწებიდან პესტიციდებით, მსხვილფეხა პირუტყვის ნაგებობებიდან და ნაგავსაყრელებიდან ორგანული და არაორგანული ნივთიერებებით.

დასკვნები და რეკომენდაციები: ინოვაციური ტექნოლოგიის გამოყენებით შეიქმნა მდინარეების მონიტორინგის პროტოტიპი კერძოდ: Arduino-ზე დაფუძნებული სენსორული სისტემებით; ჩატარდა თანამედროვე ინოვაციური ტექნოლოგიის გამოყენებით სინჯების ფიზიკურ-ქიმიური შედგენილობის კვლევა; გამოყენებული პროტოტიპი გამოირჩევა მრავალი შესაძლებლობებით კერძოდ: დისტანციურ ლეპტოპზე მონაცემთა უტყუარი სახით მიღების, გადამცემის უნარით ნებისმიერ მოცემულ დროის მონაკვეთის და მდებარეობის დროს და ის საუკეთესო გამოსავალია, რადგან ის უზრუნველყოფს საიმედოობას, მასშტაბურობას, სიჩქარეს და თანმიმდევრულობას.

კომბინირებული სისტემა შეიძლება გამოყენებული იქნას წყლის ხარისხის სხვადასხვა ინდექსის (WQI) გაანგარიშებისათვის, მდინარის ეკოლოგიური მდგომარეობის უკეთ განსაზღვრის მიზნით ;

კვლევის შედეგები მიუთითებს მასზე, მდინარე გუბისწყალი დაბინძურებულია ორგანული და არაორგანული ნივთიერებებით, რომელიც სანიტარული ნორმების თანახმად დაუშვებელია და საჭიროა შესაბამისი გარემოს დაცვითი ღონისძიებების გატარება;

იმისათვის, რომ საქართველოში განახლდეს არსებული ჩამდინარე წყლების გაწმენდის სისტემები და აშენდეს ახალი ინფრასტრუქტურა, რომლის საშუალებითაც ჯანმრთელობაზე წყლის დაბინძურებით გამოწვეული მავნე ზემოქმედების შემცირება იქნება შესაძლებელი, საჭიროა დიდი ძალისხმევისა და პოლიტიკური ნების გამოჩენა; თავდაპირველად, აუცილებელია შემუშავდეს მდინარე გუბისწყლის მონიტორინგისა და ინტეგრირებული მართვის გეგმა, სრულად აღიწეროს დაბინძურების წერტილოვანი წყაროები, მოხდეს საკანალიზაციო და სანიაღვრე სისტემების განახლება. დაბინძურების შემცირების მიზნით, გარდა გადასახადების და უკანონო ნარჩენების გადაყრისთვის ჯარიმის შემოღებისა, საჭიროა კიდევ უფრო მეტად წაახალისების, მასტიმულირებელი ღონისძიებების დანერგვა.[4]

გამოყენებული ლიტერატურა:

- 1) ქეთევან მურადაშვილი, ელენე ნიკურაძე, მარიამ წულუკიძე „მდინარე მტკვრის დაბინძურება“. თბილისი: <https://iset-pi.ge/ka/blog>
- 2) “წყლის დაბინძურების შესწავლა არდუინოს გამოყენებით„ https://projecthub.arduino.cc/aman_a_shastri/iot-based-water-quality-sensor-28be4a
- 3) A.Kumar and N.P. Pathak, „Wireless monitoring of volatile organic compounds/ Water vapour/gas pressure/temperature using RF transceiver“. IEEE Transactions on

Instrumentation and Measurement, 67(9), pp. 2223-2234, 2018.

<https://www.researchgate.net/publication/323896327> Wireless Monitoring of Volatile Organic Compounds Water Vapor Gas Pressure Temperature Using RF Transceiver

4) Tabatadze, M., Dvalishvili, N., & Elizbarashvili, M. (2016). „The Impact Of Tbilisi Used Water On Ecochemical State Of Small Rivers Of The City“. Tbilisi: Aerul si Apa: Componente ale Mediului.

<https://www.researchgate.net/publication/307817424> THE IMPACT OF TBILISI USED WATER ON ECOCHEMICAL STATE OF SMALL RIVERS OF THE CITY

Water Quality Study of the Gubistskali River SUMMARY

Water is a vital natural resource of the planet. Despite the fact that it is widely distributed on Earth, the reserves of fresh water suitable for drinking are, on the one hand, unevenly distributed throughout the world, on the other hand, water resources are increasingly depleted, and therefore great importance is attached to water conservation in the world - rational use and protection from pollution. It is worth noting that monitoring surface waters and constant control of their quality using modern innovative methods remains an urgent task, and our study is to check the quality of the Gubistskali River using modern technologies and identify the problems of its pollution from surrounding areas.

Keywords: Sensors, electrical conductivity, total mineralization, Arduino UNO R3 board.

კახეთის ზოგიერთი მუნიციპალიტეტის სასმელი წყლის პოტენციალი და ეკოუსაფრთხოება

ლიკა თანდილაშვილი¹, მაგდა დავითაშვილი, ლამარა ზუროშვილი,
ნანა ბერძენიშვილი, დარეჯან მარგალიტაშვილი
ეკოლოგიის სამაგისტრო პროგრამის სტუდენტი¹
იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ნაშრომში შეფასებულია კახეთის რეგიონის ორი მუნიციპალიტეტის – ყვარელისა და საგარეჯოს – სასმელი წყლის რესურსების პოტენციალი და ეკოლოგიური უსაფრთხოება. კვლევის მიზანია წყლის ხარისხისა და განაწილების შეფასება არსებული ქიმიური და ორგანოლექტიკური მონაცემების საფუძველზე. მონაცემები მიღებულია საქართველოს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანიის კახეთის რეგიონალური ფილიალის კვლევებიდან 2023–2024 წლებში. შედეგებმა აჩვენა, რომ წყლის ხარისხი ძირითადად შეესაბამება ეროვნულ სტანდარტებს, ხოლო უმნიშვნელო გადახრები სიმღვრივის მაჩვენებელში დაკავშირებულია კლიმატურ პირობებთან. ნაშრომი ასევე ხაზს უსვამს კლიმატის ცვლილების გავლენას წყლის რესურსებზე და ეკოლოგიური მართვის აუცილებლობას.

საკვანძო სიტყვები: სასმელი წყალი, კახეთი, წყლის რესურსი, ეკოუსაფრთხოება, ქიმიური ანალიზი, სიმღვრივე, კლიმატის ცვლილება.

შესავალი. წყალი წარმოადგენს დედამიწის ეკოსისტემების ერთ-ერთ ფუნდამენტურ კომპონენტს და განსაზღვრავს პლანეტის კლიმატს. მეცნიერთა აზრით, დედამიწის კლიმატურ სტაბილურობას მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს წყლის სითბოტევადობის უნარი, რადგანაც წყალს გააჩნია დიდი სითბოტევადობა, გაცხელების დროს იგი შთანთქმავს სითბოს, ხოლო გაცივებისას – გასცემს. წყალი წარმოადგენს უნიკალურ, მარტივ და ამავე დროს რთულ ნივთიერებას დედამიწაზე. წყალი თავისი მნიშვნელობით ადამიანის ორგანიზმისთვის მეორე ნივთიერებაა ჟანგბადის შემდეგ. მეცნიერთა უმრავლესობა მიიჩნევს რომ „წყალი მნიშვნელოვანი რესურსია, რომლის ხარისხიც პირდაპირ გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობასა და სიცოცხლის ხარისხზე“ [2, 6].

საზოგადოების ცხოვრების ხარისხი მჭიდრო კავშირშია წყლის ხარისხთან. მართალია, დედამიწის ფართობის 510 მლნ კვადრატული კმ-დან წყალი 71%-ს ანუ 361 მლნ კმ²-ს შეადგენს, მაგრამ ყველა წყალი არ შეესაბამება ადამიანის მოხმარებისთვის განსაზღვრულ სტანდარტებს. ხარისხიანი წყლის პრობლემა ყოველთვის მწვავედ იდგა მთელს მსოფლიოში.

ჯანმრთელობისთვის უსაფრთხო სასმელი წყალი აკმაყოფილებს ქიმიურ, ფიზიკურ და ბაქტერიულ მახასიათებლებს და ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის ან ეროვნულ სტანდარტებს. წყალი განახლებადი და ამოუწურავი რესურსია, თუმცა მისი არასწორი გამოყენება შესაძლოა გახდეს საფრთხის შემცველი. საზოგადოების სხვადასხვა ქმედება იწვევს რეზერვუარების დაბინძურებას, რის შედეგადაც წყალი სასმელად უვარგისი ხდება [8].

წყლის რესურსით საქართველო საკმაოდ მდიდარი ქვეყანაა. მსოფლიოს ბაზარზე საქართველო მიეკუთვნება კონკურენტუნარიან ქვეყნებს ბუნებრივი სასმელი წყლის რესურსით. საერთაშორისო ექსპერტების ხედვით, უახლოეს ათწლეულში სასმელი წყალი მოსახლეობისთვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი რესურსი გახდება [3, 4].

კლიმატის ცვლილების გავლენა სულ უფრო მკვეთრად ვლინდება ბევრ ქვეყანაში და მათ შორის საქართველოშიც, რაც დასტურდება მრავალი დაკვირვებით, მათ შორის კახეთის რეგიონში წყლის რესურსებზეც. ტემპერატურის მატება და შესაბამისად, მყინვარების დნობა მეტ ნალექს გამოიწვევს, მაგრამ ასევე გვექნება რაოდენობრივად დიდი აორთქლებაც, ზოგ ადგილებში ნალექები გაიზრდება, ზოგში კი - შემცირდება და დაიწყება გაუდაბნოების პროცესი. კლიმატის ცვლილების ერთ-ერთი გამოვლინება გვალვაა, რომელიც წარმოადგენს ამინდის ექსტრემალურ გამოვლინებას, როცა დიდი ხნის განმავლობაში ნარჩუნდება მშრალი უნალექო ამინდი მაღალი ტემპერატურით. მშრალი კლიმატის პირობებში ტემპერატურის და ნალექების მცირე ცვლილებამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს წყლის რესურსის მკვეთრად შემცირება [1, 7].

კვლევის მიზანია კახეთის რეგიონის ორი მუნიციპალიტეტის (ყვარელი და საგარეჯო) სასმელი წყლის რესურსების პოტენციალისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების შეფასება.

ამ მიზნის მისაღწევად განსაზღვრულია შემდეგი ამოცანები:

- სასმელი წყლის რესურსების განაწილებისა და პოტენციალის განსაზღვრა;
- წყლის ხარისხის ლაბორატორიული კვლევა ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების საფუძველზე;
- არსებული მონაცემების ანალიზი და ეკოუსაფრთხოების შეფასება.

კვლევის ობიექტი და მეთოდები: კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა კახეთის რეგიონის ორი მუნიციპალიტეტი – ყვარელი და საგარეჯო, სადაც გამოვიკვლიეთ სასმელი წყლის რესურსების განაწილება, ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები და მათი ეკოლოგიური უსაფრთხოება.

სასმელი წყლის სინჯები აღებული იქნა საქართველოს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანიის კახეთის რეგიონალური ფილიალის ლაბორატორიაში, არსებული სტანდარტული პროცედურების შესაბამისად.

გამოყენებული იყო შემდეგი ლაბორატორიული მეთოდები:

- ❖ ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრა: ნიტრატები, ნიტრიტები, ამონიუმის იონი, ქლორიდები, სულფატები, რკინა (Fe^{2+}/Fe^{3+}), საერთო სიხისტე, PH.
- ❖ ჟანგვადობის დადგენა ტიტრაციის მეთოდით – წყალში ორგანული ნივთიერებების შეფასებისთვის.
- ❖ ნარჩენი ქლორის განსაზღვრა – დეზინფექციის ეფექტურობისა და უსაფრთხო-

ების დასადაგენად.

- ❖ ორგანოლეპტიკური ანალიზი: სიმღვრივე, ფერი, სუნი და გემო [9, 10, 11, 13, 14].

კვლევაში გამოყენებულია როგორც მდებარეობის შერჩევითი სინჯები, ისე კვარტალური მონიტორინგის მონაცემები, რომლებიც მოიცავს როგორც ზედაპირული, ასევე გრუნტის წყლების ანალიზს. შეფასება განხორციელდა საქართველოს ტექნიკური რეგლამენტის №58 (15.01.2014) და ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის რეკომენდაციების შესაბამისად [5, 12].

კვლევის შედეგები: ქალაქ ყვარელში წყლის ბუნებრივი რესურსი გამოიხატება ზედაპირულ წყლებში, შესაბამისად, ქალაქ ყვარელში არის ორი სათავე ნაგებობა: „ბურსა“ და „ნახეჩი ხევის“. „ნახეჩი ხევის“ სათავე ნაგებობიდან მარაგდება ქალაქი ყვარლის მოსახლეობის ძირითადი ნაწილი დაახლოებით 70-80%, ხოლო დარჩენი 20-30% „ბურსის“ სათავედან. სასმელი წყლის ქიმიური ანალიზი ყოველდღიურ რეჟიმში ხდება, შესაბამისი სტანდარტების დაცვით.

ქალაქ ყვარელში 2023 წლის I კვარტალში ლაბორატორიაში ორგანოლეპტიკური და ქიმიური მაჩვენებლების 182 სინჯი იქნა აღებული, რის საფუძველზეც დადგინდა: 182 ანალიზიდან ნორმიდან გადახრა დაფიქსირდა 8 ანალიზში, ხოლო 174 ანალიზის პასუხი იყო ნორმის ფარგლებში.

რვავე გადახრა დაფიქსირდა სიმღვრივის მაჩვენებელზე, ლაბორატორიული კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, მიღებული მასალის დამუშავებისა და ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ რვავე შემთხვევაში სიმღვრივის გამომწვევი მიზეზი იყო კლიმატური პირობები, როგორიცაა ძლიერი წვიმა და უხვი ნალექი.

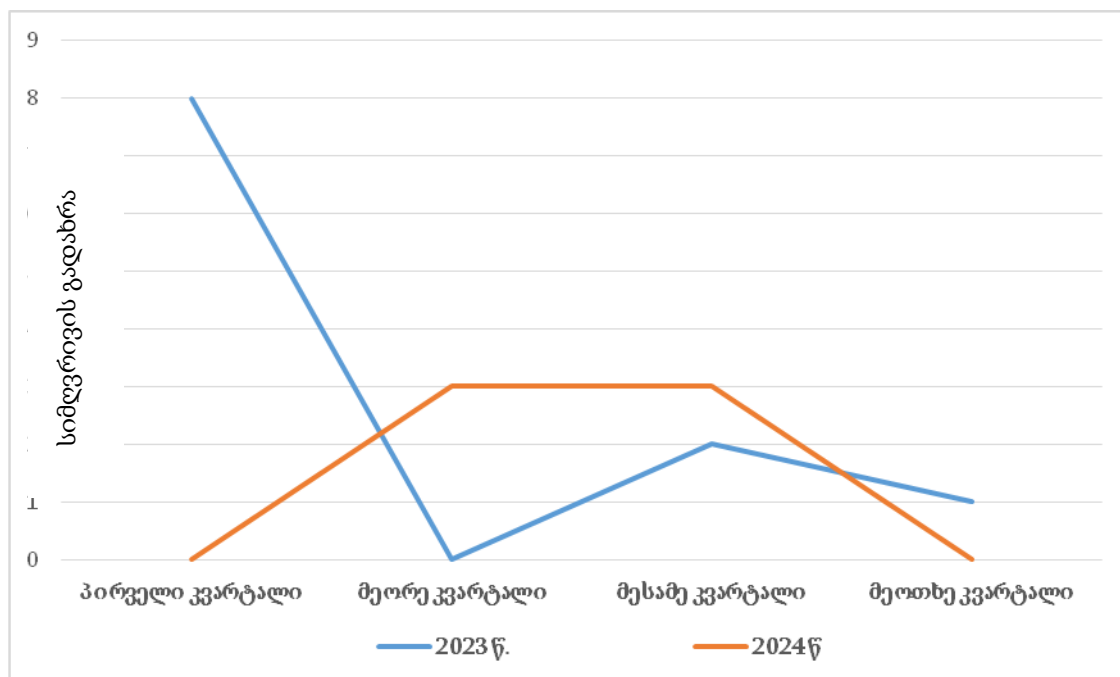
2023 წელს ქალაქ ყვარელში ჩატარდა 564 ანალიზი ორგანოლეპტიკურ და ქიმიურ მაჩვენებლებზე, სასმელი წყლის ხარისხის და უსაფრთხოების გამო, ერთი წლის განმავლობაში გამოვლინდა 11 გადახრა, რაც მოდის სიმღვრივის მაჩვენებელზე, აღნიშნულ დარღვევასთან დაკავშირებით კომპანია მსგავს სიტუაციაში დროებით კეტავს სათავე ნაგებობაზე არსებულ რეზერვუარებს იქამდე, სანამ სიმღვრივის მაჩვენებელი არ ჩადგება ნორმაში.

2024 წლის განმავლობაში სულ აღებული იქნა 536 სასმელი წყლის სინჯი, საიდანაც მხოლოდ 6 ანალიზში დაფიქსირდა გადახრა, კერძოდ ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებელში - სიმღვრივეში.

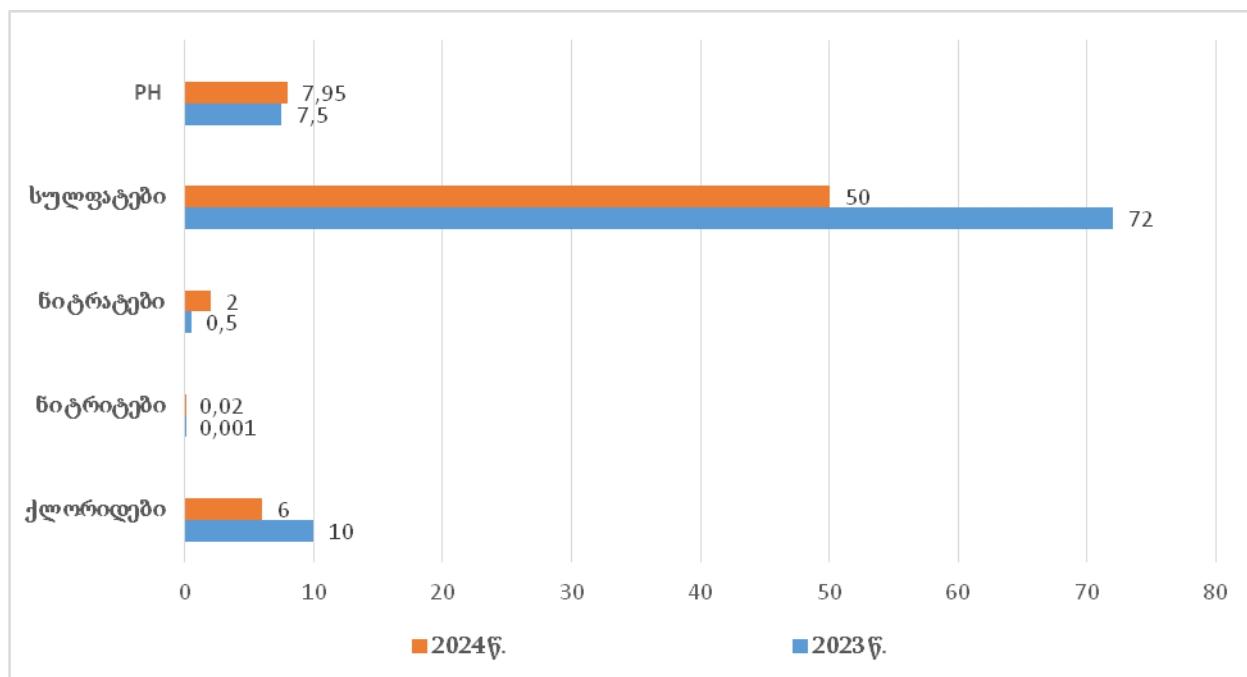
მოცემული მასალის საფუძველზე მონაცემები მიუთითებს, რომ ქალაქ ყვარელში 2023-2024 წლების მონაცემებით დაფიქსირდა, რომ წყლის ორგანოლეპტიკური და ქიმიური მაჩვენებლებიდან მხოლოდ ერთ მაჩვენებელზე, სიმღვრივეზე დაფიქსირდა უმნიშვნელო გადახრა.

ვაკვირდებოდით ასევე, სასმელი წყლის ქიმიურ შედგენილობას ნორმასთან შესაბამისობაში. აღმოჩნდა, რომ ყველა გამოკვლეული პარამეტრის მიხედვით,

სასმელი წყალი ნორმის ფარგლებში. (მონაცემები იხ. დიაგრამა 2)



დიაგრამა 1. ქ. ყვარლის სასმელი წყლის სიმღვრივის მაჩვენებლის გადახრა 2023-2024 წლებში.

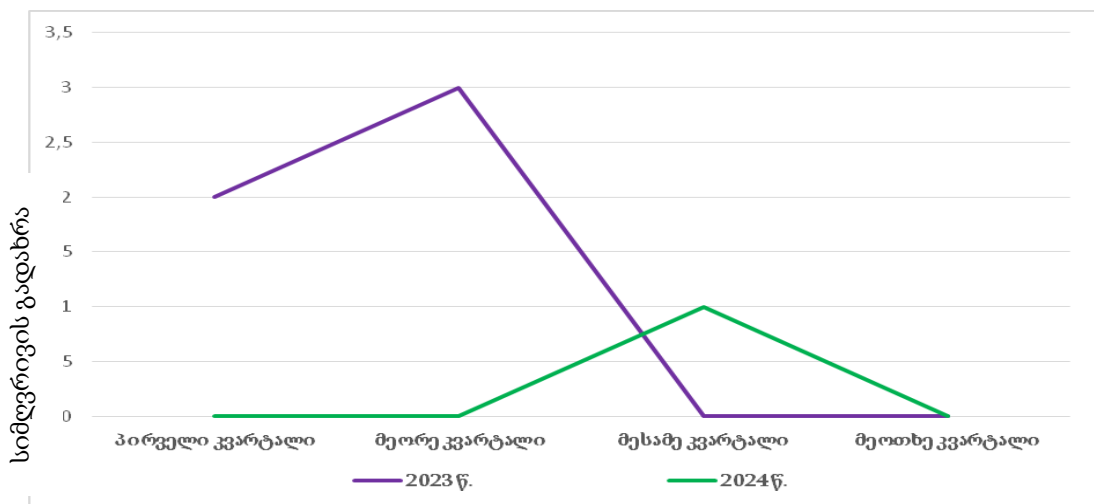


დიაგრამა 2. 2023-2024 წლებში ქ. ყვარლის სასმელი წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგები (მგ/ლ)

ქალაქ საგარეჯოში მოსახლეობა მარაგდება ორი სათავე ნაგებობიდან, როგორც გრუნტის, ასევე ზედაპირული წყლებით. კონკრეტულად „გალერეას“ სათავე ნაგებობიდან ამარაგებს გრუნტის წყლით, ხოლო „ჩანჩქერიდან“, ზედაპირული წყლით. 2023 წელს I კვარტალში აღებული 162 სინჯიდან, ნორმიდან გადახრა - მომატებული სიმღვრივის მაჩვენებელი - მხოლოდ 2 ანალიზში დაფიქსირდა. II კვარტალში 122 ანალიზიდან, 3 მაჩვენებელშია სიმღვრივის მაჩვენებლის ნორმიდან გადახრა დაფიქსირებული. III კვარტალში 153 სინჯიდან ყველა მაჩვენებელი ნორმის ფარგლებშია. IV კვარტალში აღებული 146 ანალიზიდან, ანალოგიურად, მესამე კვარტალისა, ყველა მაჩვენებელი ნორმაშია.

2023 წელს ოთხივე კვარტალში სულ აღებულია 583 სინჯი, საიდანაც სიმღვრივის მაჩვენებელზე გადახრა მხოლოდ 5 ანალიზში გამოვლინდა.

ქალაქ საგარეჯოში 2024 წელს სულ აღებული იქნა 573 სინჯი, საიდანაც გადახრა გამოვლინდა მხოლოდ 5 სინჯში, კვლავ მხოლოდ სიმღვრივის მაჩვენებელზე.

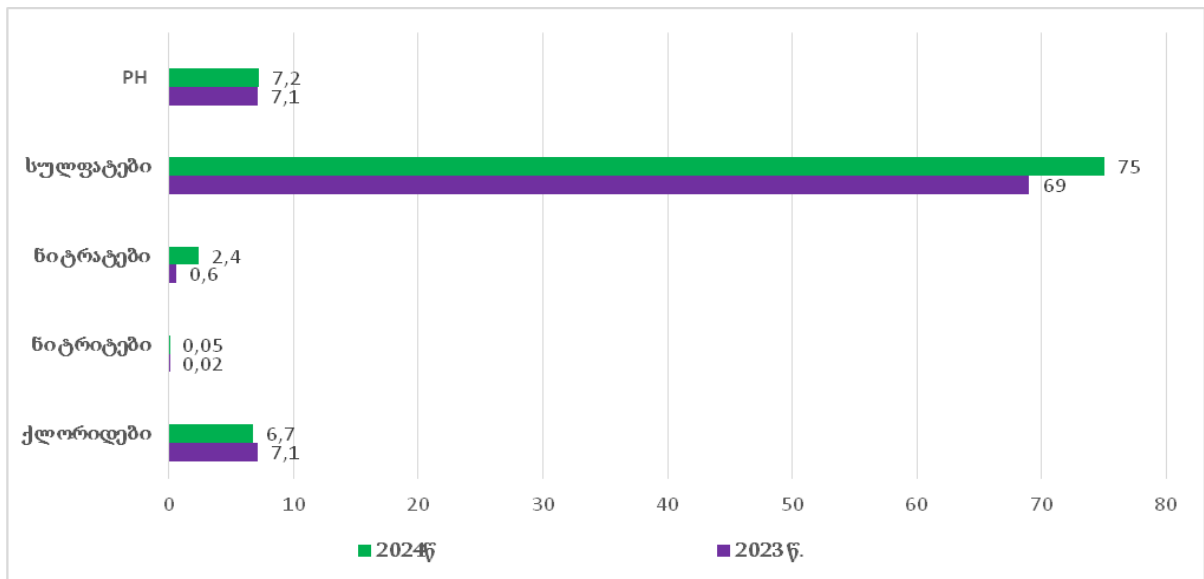


დიაგრამა 3. ქ. საგარეჯოში სასმელი წყლის სიმღვრივის მაჩვენებლის გადახრა 2023-2024 წლებში

რაც შეეხება სასმელი წყლის ქიმიურ შედგენილობას ნორმასთან შესაბამისობაში, ყველა გამოკვლეული პარამეტრის მიხედვით, სასმელი წყალი ნორმის ფარგლებშია. (იხილეთ დიაგრამა 4).

2023-2024 წლების მონაცემებით ქალაქ საგარეჯოში დაფიქსირდა, რომ წყლის ორგანოლექტიკური და ქიმიური მაჩვენებლებიდან მხოლოდ ერთ-ერთ მაჩვენებელზე, სიმღვრივეზე დაფიქსირდა უმნიშვნელო გადახრა.

რაც შეეხება სასმელი წყლის ქიმიურ შედგენილობას ნორმასთან შესაბამისობაში, აღმოჩნდა, რომ ყველა გამოკვლეული პარამეტრის მიხედვით, სასმელი წყალი ნორმის ფარგლებშია.



დიაგრამა 4. 2023-2024 წლებში ქ. საგარეჯოში სასმელი წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგები (მგ/ლ)

მიღებული მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ორივე საკვლევ ქალაქში არსებითად არ არის შეცვლილი წყლის ორგანოლექტიკური და ქიმიური მაჩვენებლები. თუმცა, თითოეული პარამეტრის დეტალურმა შესწავლამ და ანალიზმა აჩვენა, რომ ცალკეულ კვარტლებში სიმღვრივის მაჩვენებელმა განიცადა უმნიშვნელო ცვლილება. დაფიქსირდა, რომ ორგანოლექტიკური მაჩვენებლის ნორმიდან გადახრის ძირითადი მიზეზი ოთხივე სეზონზე არის კლიმატური პირობების ცვალებადობა, რაც გამოიხატება უხვ ნალექში თოვლის და წვიმის სახით.

დასკვნა. კახეთის რეგიონის ორი მუნიციპალიტეტის – ყვარელისა და საგარეჯოს – სასმელი წყლის რესურსების ქიმიური და ორგანოლექტიკური ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ წყლის ხარისხი ძირითადად შეესაბამება როგორც საქართველოს ტექნიკური რეგლამენტის, ისე ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის რეკომენდაციებით დადგენილ ნორმებს.

ორივე მუნიციპალიტეტში გამოვლენილი გადახრები ფიქსირდება მხოლოდ სიმღვრივის მაჩვენებელში და განპირობებულია სეზონური კლიმატური ფაქტორებით, მათ შორის უხვი ნალექითა და ატმოსფერული წყლის ინტენსიური ჩარევით. ნიტრატების, სულფატების, ქლორიდების, რკინისა და pH-ის მაჩვენებლები ნორმის ფარგლებში რჩება.

დასკვნების ძირითადი მიგნებები:

- ❖ სასმელი წყალი ყვარელში და საგარეჯოში ძირითადად ხარისხიანია და მოსახლეობისთვის უსაფრთხოა.
- ❖ სიმღვრივის ინდექსში დაფიქსირებული უმნიშვნელო გადახრები არ ატარებს სისტემურ ხასიათს და დაკავშირებულია ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებთან.

- ❖ წყლის ქიმიური დაბინძურების ნიშნები არ გამოვლენილა, რაც მიუთითებს წყლის რესურსების შედარებით სტაბილურობაზე.

რეკომენდაციები:

1. **მონიტორინგის გაგრძელება** სეზონური ცვალებადობის პირობებში – განსაკუთრებით წვიმიან პერიოდში, როდესაც იზრდება სიმღვრივის მაჩვენებელი.
2. **წყლის სათავე ნაგებობების რეგულარული კონტროლი და გაწმენდა**, რათა მინიმუმამდე შემცირდეს სიმღვრივის ზრდა ბუნებრივი მოვლენების დროს.
3. **კლიმატის ცვლილების გავლენის შეფასების გაგრძელება** – გრძელვადიანი მონაცემების ანალიზით შესაძლებელია დადგინდეს ტენდენციები, რომლებიც მომავალში უფრო მკვეთრ ცვლილებებს გამოიწვევს.
4. **საზოგადოების ინფორმირება** და მონაწილეობის გაზრდა წყლის რესურსების დაცვასა და გამოყენებაში, განსაკუთრებით აგრარული სექტორის საჭიროებების გათვალისწინებით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ბასილაშვილი, ც. (2021). მტკნარი წყლის დეფიციტი - თანამედროვეობის უდიდესი პრობლემა. სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ტ. 131.
2. ბლიაძე, მ., ზიბზიბაძე, მ. (2022). წყალი და წყლის რესურსები. საინფორმაციო მასალა. თბილისი: გარემოსდაცვითი ორგანიზაცია „დავიცვათ საქართველოს სისუფთავე“, სსიპ გარემოსდაცვითი ინფორმაციისა და განათლების ცენტრი.
3. გელაძე, ვ., გელაძე, გ., ბოლაშვილი, ნ., & მაჭავარიანი, ნ. (2008). საქართველოს მტკნარი წყლის რესურსული პოტენციალი და მენეჯმენტი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ტ. 115.
4. ვართანოვი, მ. (2005). საქართველოს წყლის რესურსები და სარწყავი სისტემების ოპტიმალური მართვა. თბილისი: საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია, წყალთა მეურნეობის და საინჟინრო ეკოლოლოგიის ინსტიტუტი.
5. სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების შესახებ. (2014). საქართველოს მთავრობის დადგენილება №58, 2014 წლის 15 იანვარი, ქ. თბილისი. <https://water.gov.ge/public/images/page/pdf/20.pdf?v=2>
6. ტრაპაიძე, ვ. (2012). წყლის რესურსები. თბილისი: თსუ.
7. ყრუაშვილი, ი., ინაშვილი, ი., კუპრავეშვილი, მ., ბზიავა, კ. (2008). წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვა. თბილისი: შპს "ანი".
8. ხომერვი, ი. (2003). წყლის რესურსების ბალანსური კვლევა. თბილისი: თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა.
9. Baird, R. B., Eaton, A. D. & Rice, E. W. (Eds.). (2017). *Standard methods for the*

- examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and the Water Environment Federation (WEF).
10. European Union Drinking Water Directive (2020/2184/EU). (2020). *Directive on the quality of water intended for human consumption*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32020L2184>
 11. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. (2017). World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
 12. Guidelines for drinking-water quality: small water supplies. Small water supplies. (2024). World Health Organization. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/375822/9789240088740-eng.pdf?sequence=1>
 13. International Standard ISO 5667-1. (2023). *Water quality - Sampling - Part 1: Guidance on the design of sampling programmes and sampling techniques*. (Fourth edition). International Organization for Standardization. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/84099/32ceae42113144a6907dbb1a97537903/ISO-5667-1-2023.pdf>
 14. Li, D., & Liu, S. (2018). *Water quality monitoring and management: Basis, technology and case studies*. Academic Press.

Potential and Eco-Safety of Drinking Water Resources in Selected Municipalities of the Kakheti Region

Summary

This study evaluates the potential and ecological safety of drinking water resources in two municipalities of the Kakheti region—Kvareli and Sagarejo. The primary objective is to assess the quality and spatial distribution of water based on available chemical and organoleptic parameters. The data were obtained from studies conducted by the Kakheti Regional Branch of the United Water Supply Company of Georgia during the years 2023–2024. The results indicate that the quality of drinking water largely complies with national standards, while minor deviations in turbidity are attributed to prevailing climatic conditions. The paper also highlights the impact of climate change on water resources and emphasizes the need for sustainable ecological management.

Keywords: drinking water, Kakheti, water resources, eco-safety, chemical analysis, turbidity, climate change, Georgia

შუა დერეფნის ეკონომიკური და ფინანსური პოტენციალი და გარემოსდაცვითი და ეკოლოგიური უსაფრთხოება საქართველოში

დავით ჭიოტაშვილი, ნანა ბერძენიშვილი

ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, გორის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი
გეოგრაფიის დოქტორი, თესაუ-ს ასოცირებული პროფესორი
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი: შუა დერეფანი, რომელიც ევროპასა და აზიას შორის ალტერნატიულ სატრანსპორტო მარშრუტს წარმოადგენს, სულ უფრო აქტუალური ხდება გლობალური ლოჯისტიკური გზების გადანაცვლებისა და რეგიონების პოლიტიკური არასტაბილურობის ფონზე. საქართველოს უნიკალური გეოგრაფიული მდებარეობა მას მნიშვნელოვან ტრანზიტულ ცენტრად აქცევს. ეკონომიკური ანალიზის საფუძველზე, შუა დერეფანის ეფექტიანად გამოყენების შემთხვევაში, საქართველოს შეუძლია გახდეს ერთ-ერთი ძირითადი სატრანზიტო პლატფორმა, რაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს ქვეყნის ძირითად ეკონომიკურ და ფინანსურ მახასიათებლებს, მათ შორის საგარეო ვაჭრობის მოცულობებს, ინვესტიციებს, სამუშაო ადგილების რაოდენობას და ეროვნული ბიუჯეტის შემოსავლებს. მაგრამ პრობლემა იმაში მდგომარეობს, რომ მიუხედავად შუა დერეფანის ეკონომიკური და ფინანსური უპირატესობებისა, უმნიშვნელოვანესია ყურადღება გამახვილდეს ისეთ გარემოსდაცვით და ეკოლოგიურ რისკებზე და გამოწვევებზე, რომელთა იგნორირება ქვეყნის სტრატეგიული განვითარების სერიოზული დაბრკოლება შეიძლება გახდეს.

ნაშრომი მოიცავს საქართველოს გეოსტრატეგიულ პოზიციას და მის როლს შუა დერეფნის (Middle Corridor) განვითარების კონტექსტში და მისი მიზანია გაანალიზოს შუა დერეფნის გავლენა ქვეყნის ეკონომიკურ და ფინანსურ შესაძლებლობებზე, ასევე შეაფასოს არსებული და პოტენციური გარემოსდაცვითი და ეკოლოგიური რისკები, რომლებიც შუა დერეფნის ინტენსიური განვითარების პროცესის თანმდევი იქნება.

ნაშრომში, შუა დერეფნის დადებით ეკონომიკურ და ფინანსურ ეფექტებთან ერთად, განხილულია პოტენციური ეკოლოგიური ზემოქმედებები, როგორებიცაა ბიომრავალფეროვნების შემცირება, ეკოსისტემების რღვევა, კლიმატის ცვლილების რისკი, მიწის ეროზია და ჰაერის და წყლის დაბინძურება, რომლის ფარგლებში შუა დერეფნის პროექტი უნდა განხორციელდეს მდგრადი განვითარების მიდგომებით და ეკოლოგიური შეფასების და მართვის მექანიზმების მკაცრი დაცვით.

საკვანძო სიტყვები: შუა დერეფანი; ეკონომიკური და ფინანსური პოტენციალი; გარემოსდაცვითი რისკები; ეკოლოგიური რისკები; ეკონომიკური და ეკოლოგიური უსაფრთხოება.

შესავალი. 21-ე საუკუნის გლობალური ეკონომიკის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ტენდენცია ტრანსპორტისა და ლოჯისტიკის დარგში საერთაშორისო სატრანზიტო დერეფნების განვითარებაა. გეოპოლიტიკური ცვლილებები, მსოფლიო ვაჭრობის ახალი პრიორიტეტები და რეგიონული კავშირების გაძლიერებისკენ მიმართული ძალისხმევა განსაზღვრავს იმ ახალ შესაძლებლობებსა და გამოწვევებს, რომლებიც ელის ისეთ სტრატეგიულად მნიშვნელოვან ქვეყნებს, როგორიც საქართველოა. ამ კონტექსტში, შუა დერეფანი, რომელიც ჩინეთს, ცენტრალურ აზიას, კასპიის ზღვას, კავკასიასა და ევროპას ერთმანეთთან აკავშირებს, სულ უფრო მეტად აღიქმება როგორც გლობალური ვაჭრობის ალტერნატიული და მზარდი მნიშვნელობის მარშრუტი.

შუა დერეფნის ფარგლებში, საქართველო ფლობს უნიკალურ გეოსტრატეგიულ

პოზიციას, რაც ქვეყნისთვის სერიოზული ეკონომიკური, ფინანსური და პოლიტიკური სარგებლის მომტანი შეიძლება გახდეს. ქვეყანა იმყოფება ევროპასა და აზიას შორის უმნიშვნელოვანეს სატრანზიტო ზონაში, რომელიც საშუალებას იძლევა გააქტიურდეს სატრანსპორტო, ენერგეტიკული და ვაჭრობის ნაკადები. საქართველოში მიმდინარე ინფრასტრუქტურული პროექტები, მათ შორის რკინიგზის მოდერნიზაცია, საზღვაო პორტების - ფოთის, ბათუმისა და ანაკლიის პორტებისა და ასევე მშრალი პორტების განვითარება, საბაჟო სისტემების დიჯიტალიზაცია და ლოჯისტიკური ჰაბების მშენებლობა, მყარ ფუნდამენტს ქმნის შუა დერეფანის ეფექტიანი ფუნქციონირებისთვის.

შუა დერეფნის ეკონომიკური და ფინანსური პოტენციალი საქართველოში გულისხმობს ქვეყნის პოლიტიკური და ეკონომიკური ზრდის პერსპექტივების, ინვესტიციების მოზიდვის, ვაჭრობის გაძლიერების და ადგილობრივი ბაზრის განვითარების შესაძლებლობებს. თუმცა, შუა დერეფნის განვითარება მხოლოდ ეკონომიკურ და ფინანსურ სარგებელზე არ უნდა იყოს ორიენტირებული. ინფრასტრუქტურული პროექტების მასშტაბური რეალიზაცია, გადაზიდვების მოცულობის ზრდა და სატრანსპორტო მარშრუტების ინტენსიური ექსპლუატაცია მნიშვნელოვნად ზრდის გარემოსდაცვითი და ეკოლოგიურ რისკების ალბათობას.

განხილვა და დისკუსია. შუა დერეფანი (Trans-Caspian International Transport Route – TITR), რომელიც გზების, პორტებისა და რკინიგზის კომბინაციას წარმოადგენს, ჩინეთს, ცენტრალურ აზიას კასპიის გავლით აკავშირებს ევროპასთან, რომელიც გადის საქართველოს, აზერბაიჯანისა და თურქეთის ტერიტორიაზე. ის გვთავაზობს ჩრდილოეთის ტრადიციული მარშრუტების ალტერნატივას, დღევანდელი გეოპოლიტიკური რეალობებიდან გამომდინარე. გეოგრაფიულად, შუა დერეფანი გადის საქართველოს მრავალფეროვან ლანდშაფტზე, რაც მოითხოვს ინტეგრირებულ მიდგომას ინფრასტრუქტურის განვითარებისა და გარემოსდაცვითი პროცესების მიმართულებით. შუა დერეფნის ქართული მონაკვეთი მოიცავს ფოთისა და ბათუმის მთავარ პორტებს შავ ზღვაზე, რაც უზრუნველყოფს საზღვაო ტრანსპორტის ხელმისაწვდომობას. თუმცა, სწორედ ეს გეოგრაფიული მდებარეობა აქცევს საქართველოს უნიკალურ ჰაბად, რომელიც უზრუნველყოფს ტრანზიტული ტრანსპორტის მოქნილობასა და საიმედოობას. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ გრძელდება შუა დერეფანის ინფრასტრუქტურის მოდერნიზაცია და გაფართოება, რაც მიზნად ისახავს კიდევ უფრო გააძლიეროს მისი როლი გლობალურ სატრანსპორტო სისტემაში და გააუმჯობესოს საქართველოს ლოჯისტიკური შესაძლებლობები.

საქართველო გადამწყვეტ როლს თამაშობს შუა დერეფნის ფუნქციონირებაში, როგორც სტრატეგიული სატრანსპორტო კვანძი, რომელიც აკავშირებს შავ ზღვას კასპიის ზღვასთან და შემდგომ ცენტრალურ აზიასთან. მისი გეოგრაფიული მდე-

ბარეობა საშუალებას იძლევა გარკვეულად შემცირდეს ტვირთის მიწოდების დრო და ღირებულება ტრადიციულ ჩრდილოეთ მარშრუტებთან შედარებით გეოპოლიტიკური რეალობების გათვალისწინებით.

სტატისტიკის თანახმად, 2023 წელს საქართველოს სატრანსპორტო დარგებმა (საავტომობილო, რკინიგზა და ავიაცია) 27.2 მილიონი ტონა საერთაშორისო ტვირთი გადაზიდა, რაც 2022 წელთან შედარებით 1.6 %-ით მეტია. აღნიშნული დინამიკა 2024 წელსაც გაგრძელდა და იანვარ-აგვისტოს პერიოდში საერთაშორისო გადაზიდვების რეჟიმში გადაზიდულმა ტვირთების რაოდენობამ 18.7 მილიონი ტონა შეადგინა, რაც 2023 წლის ანალოგიურ პერიოდთან შედარებით 3.7%-ით მეტია. რაც შეეხება საქართველოს საზღვაო ნავსადგურებს, სტატისტიკის თანახმად, ფოთისა და ბათუმის საზღვაო ნავსადგურებში 2024 წლის იანვარ-აგვისტოს პერიოდში ჯამურად გადამუშავებულმა ტვირთების რაოდენობამ 8.9 მილიონი ტონა შეადგინა, რაც 2023 წლის ანალოგიურ პერიოდთან შედარებით 8.3%-ით მეტია. აღსანიშნავია, რომ ტვირთების მატება საქართველოს ორივე ნავსადგურში დაფიქსირდა. 2024 წლის იანვარ-აგვისტოს პერიოდში საქართველოს გავლით შუა დერეფანში, მხოლოდ ჩინეთიდან, ან მისი მიმართულებით, გადაზიდული კონტეინერების რაოდენობა 25-ჯერ გაიზარდა და 2023 წლის ანალოგიურ პერიოდთან შედარებით 728.1%-ით მეტია. აღნიშნული შედეგები საკმაოდ შთამბეჭდავია და ამავე დროს საკმაოდ დამაფიქრებელიც.

შუა დერეფნის განვითარების პროცესს, საქართველოს გეოსტრატეგიული ფუნქციის გააქტიურების ფონზე, თან ახლავს გარემოსდაცვითი და ეკოლოგიური რისკების ზრდა. ინფრასტრუქტურული პროექტების მასშტაბური განხორციელება, სატვირთო მოძრაობის ინტენსიფიკაცია და ინდუსტრიული ზონების გაფართოება ქმნის გარემოსთვის მნიშვნელოვან საფრთხეებს, რომლებიც თუ დროულად არ იქნება გათვალისწინებული და მართული, შეიძლება იქცეს სერიოზულ ეკოლოგიურ პრობლემად. შუა დერეფნის სწრაფი განვითარება და საქართველოს სატრანზიტო ინფრასტრუქტურის ინტენსიური ექსპლუატაცია ეკონომიკურ სარგებელთან ერთად მნიშვნელოვანი გარემოსდაცვითი გამოწვევების წინაშე აყენებს ქვეყანას. ეს გამოწვევები მრავალფეროვანია და მოიცავს, როგორც ჰაერისა და წყლის დაბინძურებას, ისე ნიადაგის დეგრადაციას, ბიომრავალფეროვნების შემცირებასა და კლიმატის ცვლილების დამძიმებულ გავლენას.

ერთ-ერთ მთავარ გამოწვევად რჩება ჰაერის დაბინძურება. სატრანსპორტო სექტორის სწრაფი ზრდა, განსაკუთრებით კი მძიმე სატვირთო და ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობა, მნიშვნელოვნად ზრდის ნახშირორჟანგის (CO_2), აზოტისა (NO_2) და მტვროვანი ნაწილაკების ($\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}) ემისიებს. ეს ზეგავლენას ახდენს მოსახლეობაზე, განსაკუთრებით სატრანსპორტო ცენტრებთან და სატრანსპორტო დერეფნებთან ახლოს მცხოვრებ ადამიანებზე. თბილისსა და სხვა ურ-

ბანულ ზონებში ჰაერის ხარისხი ხშირად აჭარბებს ჯანმრთელობისთვის დასაშვებ ზღვარს, რაც საგანგაშო ტენდენციად მიიჩნევა. გარდა ამისა თვალსაჩინოა წყალთან დაკავშირებული ეკოლოგიური საფრთხეებიც. სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურასთან დაკავშირებული ობიექტები, მათ შორის პორტები, ტერმინალები და საწვავის საწყობები, ზრდიან ნავთობპროდუქტებითა და ქიმიური ნივთიერებებით წყლის დაბინძურების რისკს. მდინარე მტკვრის აუზში, რომელიც მოიცავს საქართველოს ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ნაწილებს, უკვე ფიქსირდება აზოტისა და ფოსფატების კონცენტრაციის მატება, რაც მიუთითებს წყლის ორგანული დაბინძურების მზარდ ტენდენციაზე. ასევე აღსანიშნავია, რომ არაორგანიზებული სამრეწველო ჩამონადენები და არასათანადოდ გაწმენდილ სანიაღვრე წყლებთან დაკავშირებული პრობლემები მნიშვნელოვან ზიანს აყენებს წყლის ეკოსისტემებს.

განსაკუთრებულ ყურადღებას საჭიროებს ნიადაგის დეგრადაცია და ეროზიული პროცესებიც. მასშტაბური მშენებლობები, როგორებიცაა საერთაშორისო კატეგორიის გზები, რკინიგზის ხაზები და ლოგისტიკური ჰაბები, ხშირად ტარდება მეწყრულ და ეკოლოგიურად მყიფე ზონებში, სადაც მიწის საფარი დაუცველია. ნიადაგის სტრუქტურის დარღვევა და წყლის ნაკადების გადახრა იწვევს ლოკალურ ეკოსისტემების დესტაბილიზაციას.

მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური საფრთხეა ბიომრავალფეროვნების შემცირება. სატრანსპორტო და ენერგეტიკული ინფრასტრუქტურის მშენებლობა ხშირად უკავშირდება ტყეების გაჩეხვას, იშვიათი სახეობების ჰაბიტატების განადგურებას და მიგრაციული მარშრუტების შეცვლას. ეს განსაკუთრებით საშიშია ეკოლოგიურად სენსიტიური ზონებისთვის, რომლებიც იშვიათი და ენდემური სახეობების საცხოვრებელი გარემოა და რომელთა დაცვა ქვეყნის ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შენარჩუნებისთვის კრიტიკულად მნიშვნელოვანია.

აღნიშნული რისკების საპასუხოდ, აუცილებელია სისტემური და პრევენციული მიდგომების გატარება. პირველ რიგში, აუცილებელია გარემოზე ზემოქმედების შეფასებისა და სტრატეგიული გარემოსდაცვითი შეფასების მექანიზმების გაძლიერება და მათი სავალდებულო გამოყენება ყველა ინფრასტრუქტურულ პროექტზე. მნიშვნელოვანია ეკოლოგიური მონიტორინგის სისტემების განვითარება, განსაკუთრებით ჰაერის, ნიადაგისა და წყლის ხარისხის მიმართულებით, რათა მოხდეს დროული რეაგირება გარემოს დაბინძურების შემთხვევებზე.

ბიომრავალფეროვნების დაცვის კუთხით საჭიროა ეკოლოგიური დერეფნების შექმნა და დაცული ტერიტორიების ქსელის გაფართოება. ეკოლოგიურად მგრძნობიარე ზონებში რეკომენდებულია მარშრუტების თავიდან აცილება, ან ალტერნატიული პროექტირების გამოყენება, რათა მინიმუმამდე დავიდეს ზიანი. ასევე მნიშვნელოვანია, რომ გარემოსდაცვითი პოლიტიკის განხორციელება იყოს კოორდინირებული ეკონომიკურ და ფინანსურ უწყებებთან, მდგრადი განვითარების სა-

ერთო სტრატეგიის მაქსიმალური გათვალისწინებით. გარემოზე ზემოქმედების გადაწყვეტილებებში დიდი მნიშვნელობა უნდა მიენიჭოს საზოგადოებრივ ჩართულობას და გამჭვირვალობას პროექტის მდგრადი პოლიტიკისთვის.

შუა დერეფნის ეკოლოგიური გამოწვევების ეფექტიანი მართვა საჭიროებს ინტეგრირებულ მიდგომას, რომელიც დააბალანსებს ეკონომიკურ მიზნებსა და ბუნებრივი გარემოს დაცვას. მხოლოდ ამ გზით შეიძლება საქართველოს, როგორც სატრანზიტო ჰაზის, მდგრადი და გრძელვადიანი განვითარების უზრუნველყოფა, რისთვისაც აუცილებელია მთელი რიგი ღონისძიებების გატარება:

- გარემოზე ზემოქმედების შეფასების (EIA) ჩატარება;
- სტრატეგიული გარემოსდაცვითი შეფასების (SEA) სისტემის გაძლიერება დიდ პროექტებზე;
- მწვანე ინვესტიციების წახალისება;
- ეკოლოგიური დერეფნების შექმნა, ენერგოეფექტური ინფრასტრუქტურის განვითარება ბუფერული ზონების მეშვეობით და ბიოინჟინერინგი;
- პორტებისა და ლოჯისტიკური ჰაზებისთვის ეკოლოგიური აუდიტის ვალდებულება;
- ეკოლოგიურად სუფთა სატრანსპორტო საშუალებების დანერგვა და მათზე სატრანზიტო მოძრაობის გადატანა;
- ჰაერის მონიტორინგის სისტემების გაძლიერება ყველა მნიშვნელოვან სატრანსპორტო კვანძში;
- წყლის მონიტორინგის სისტემების გაძლიერება ყველა მნიშვნელოვან სატრანსპორტო კვანძში;
- დაცული ტერიტორიების ქსელის გაფართოება.

შუა დერეფნის განვითარება არ შეიძლება განხილულ იქნას მხოლოდ ეკონომიკური თუ ფინანსური სარგებლის კრილში. მისი გრძელვადიანი წარმატება დამოკიდებულია გარემოსდაცვით სტაბილურობაზე. საქართველოს შესაძლებლობა აქვს შექმნას ეკოლოგიურად პასუხისმგებელი სატრანზიტო ქვეყნის მოდელი, რომელიც აერთიანებს ეკონომიკურ ზრდას, საერთაშორისო თანამშრომლობასა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის პრინციპებს.

დასკვნა. შუა დერეფანი წარმოადგენს საქართველოსათვის ისტორიულ შესაძლებლობას, რომელიც სწორი მმართველობითა და მდგრადი განვითარების პრინციპების დაცვით შეიძლება გარდაიქმნას ეროვნული უსაფრთხოების, ეკონომიკური ზრდისა და ეკოლოგიური ბალანსის ერთობლივ სტრატეგიულ მიღწევად. შუა დერეფანის განვითარებას საქართველოში, ერთი მხრივ უზარმაზარი ეკონომიკური და ფინანსური პოტენციალი აქვს, რაც ხელს უწყობს მშპ-ს ზრდას, ახალი სამუშაო ადგილების შექმნას და უცხოური ინვესტიციების მოზიდვას. თუმცა, იმისათვის, რომ პროექტი იყოს წარმატებული და გრძელვადიანი, აუცილებელია პირველადი

ყურადღება მიექცეს გარემოს უსაფრთხოებას, გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების მინიმუმამდე დაყვანასა და რეგიონის მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფას. ეს მოიცავს არა მხოლოდ ეკონომიკურ სარგებელს, არამედ ბუნებრივი რესურსების და ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას.

შუა დერეფნის ეფექტური და მდგრადი ინტეგრაცია საქართველოს ეკონომიკაში უნდა განხორციელდეს ქვეყანაზე გარემოსდაცვითი რეგულაციების მკაცრი დაცვით, სახელმწიფო და კერძო სექტორის პარტნიორობაზე დაფუძნებული მოდელის განვითარებით, რეგიონული თანამშრომლობის გაღრმავებითა და ევროკავშირის სტანდარტებთან შესაბამისობის უზრუნველყოფით.

შუა დერეფნის წარმატებული განვითარება ქვეყნისთვის არა მხოლოდ ლოკალური, არამედ რეგიონული და გლობალური მნიშვნელობის ფაქტორად შეიძლება იქცეს, თუ იგი დაფუძნებული იქნება ეკონომიკური ეფექტიანობის, სოციალური პასუხისმგებლობისა და ეკოლოგიური მდგრადობის სინთეზზე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური (საქსტატი). (2021–2024). საქართველოს ეროვნული ანგარიშების მონაცემები. URL: <https://www.geostat.ge>
2. საქართველოს ფინანსთა სამინისტრო. (2023). საქართველოს საბიუჯეტო მაჩვენებლები და საჯარო ფინანსების მიმოხილვა. URL: <https://www.mof.ge>
3. საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო. (2023). გარემოს მდგომარეობის წლიური ანგარიში. URL: <https://www.mepa.gov.ge>
4. UN Economic Commission for Europe (UNECE). (2023). Environmental Performance Reviews: Georgia. URL: <https://unece.org>
5. World Bank. (2023). Georgia: Country Economic Memorandum – Connectivity and Resilience. URL: <https://www.worldbank.org>
6. TRACECA (Transport Corridor Europe-Caucasus-Asia). (2023). Annual Report on Corridor Performance. URL: <https://www.traceca-org.org>

Assessing the Economic and Financial Potential of the Middle Corridor and Ensuring Environmental and Ecological Security in Georgia

Summary

The middle corridor, which is an alternative transport route between Europe and Asia, is becoming increasingly relevant in the wake of global logistics shift and political instability in the regions. Georgia's unique geographical location makes it an important transit center. Based on economic analysis, in the event of an effective use of the middle corridor, Georgia can become one of the major transit platforms, which will significantly improve the country's basic economic and financial characteristics, including foreign trade volumes, investments, jobs and national budget revenues. But the problem is that despite the economic and financial

advantages of the middle corridor, it is important to focus on such environmental and environmental risks and challenges that can be ignored by the country's strategic development.

The work includes the geostrategic position of Georgia and its role in the context of the development of the Middle Corridor and its purpose is to analyze the influence of the middle corridor on the country's economic and financial capacity, as well as evaluate existing and potential environmental and environmental risks that will be followed by the process of intensive development of the corridor.

The work, along with the positive economic and financial effects of the middle corridor, discusses potential ecological impacts such as reducing biodiversity, decomposition of ecosystems, risk of climate change, land erosion, and air and water pollution, in which the middle corridor project should be carried out with sustainable development approaches and environmental evaluation.

Keywords: Middle corridor; Economic and financial potential; Environmental risks; Ecological risks; Economic and ecological security.

სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის აგროსაწარმო გარემო საქართველოში

როზა ლორთქიფანიძე, თეონა მუმლაძე

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი, საქართველო
პროფესიული განათლების მასწავლებელთა კოლეჯი „კონსტრაქტი 2“, საქართველო

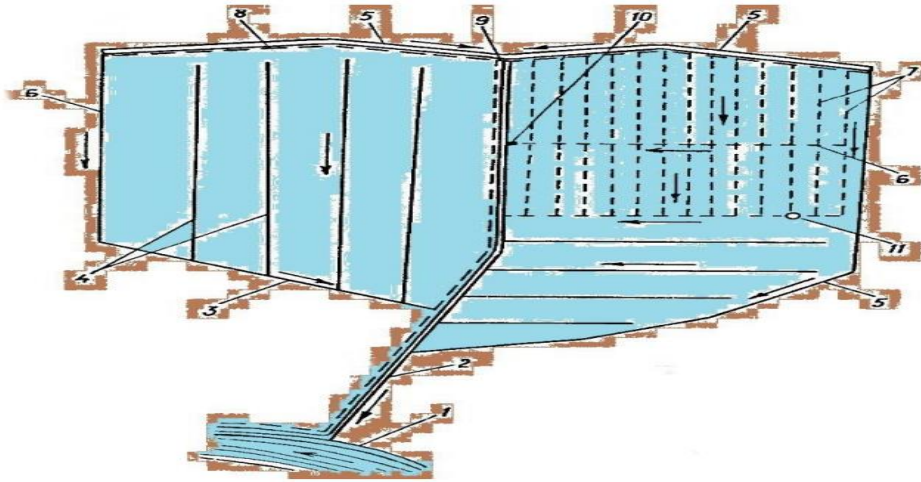
აბსტრაქტი: სასოფლო სამეურნეო მელიორაცია წარმოადგენს ნიადაგის რესურსების გაუმჯობესებისა და მათ სამეურნეო საწარმო ბრუნვაში ჩართვის პროცესს, რომლის მიზანია აგრარული წარმოების სტაბილურობისა და ეფექტიანობის უზრუნველყოფა. აგრომელიორაციის სისტემებით, რომლებიც მოიცავს სარწყავ, დრენაჟულ, აგროტექნიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ ღონისძიებებს, განაპირობებენ მიწის სავარგულთა ფუნქციონალურ შესაძლებლობათა შენარჩუნებასა და გაუმჯობესებას, აგრეთვე ნიადაგ-კლიმატური პირობების ოპტიმიზაციას. განგრძობადი კლიმატური ცვლილებების, წყალმომარაგების დეფიციტისა და ნიადაგის დეგრადაციული პროცესების ფონზე, მელიორაციის მნიშვნელობა სულ უფრო თვალსაჩინო ხდება, განსაკუთრებით საქართველოს მსგავსი აგრარული ეკონომიკის მქონე ქვეყნებისათვის. სტატიაში გაანალიზებულია მელიორაციის ძირითადი მიმართულებები, მათი აგრარული პოტენციალის გაძლიერებაში შეტანილი წვლილი და აქტუალური გამოწვევები, რომლებიც დაკავშირებულია ინფრასტრუქტურულ, აგროეკოლოგიურ და ადმინისტრაციულ საკითხებთან.

საკვანძო სიტყვები: სასოფლო-სამეურნეო მელიორაცია, დაშრობითი მელიორაცია, ირიგაცია, დრენაჟი, მდგრადი სოფლის მეურნეობა.

დაშრობითი მელიორაცია და გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების დამშრობი სისტემა და მისი ელემენტები. დაშრობითი მელიორაციის ფართო განვითარება, რასაც თან სდევს ტერიტორიების გაწმენდა ტყე-ბუჩქებისაგან, მთელი რიგი კულტურულ-ტექნიკური და მელიორაციული ღონისძიებები ცვლის ლანდშაფტებს. ამასთან დაკავშირებით უკანასკნელ ხანებში საზღვარგარეთის მთელ რიგ ქვეყნებში (აშშ, საფრანგეთი, გერმანია და სხვ.), დაშრობითი სამუშაოების დაბალი ეფექტიანობა ხშირ შემთხვევაში გამოწვეულია მელიორირებული მიწების არასწორი გამოყენებით, როგორც ეს მოხდა, მაგალითად, კოლხეთის დაბლობის დაშრობის დროს, სადაც საუკეთესო პირობებია დაშრობილი მიწების ერთწლიანი და მრავალწლიანი საკვები ბალახებით ასათვისებლად, რაც ჩვენს ქვეყანაში მეცხოველეობის განვითარებისთვის მძლავრი საკვები ბაზის შექმნის საფუძველი გახდებოდა. ჭაობის დაშრობა, ტყე-ბუჩქნარის ამოძირკვა და გაკაფვა აძლიერებს ქარისმიერ ეროზიას. ეს განსაკუთრებით აღინიშნება ისეთ ადგილებში, სადაც ტორფის საფენს წარმოადგენს ქვიშა, ხოლო მონოკულტურას – სათოხნი კულტურები. დეფლაციის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია გამოყენებული იყოს მაღალი აგროტექნიკა, ნიადაგის გამდელოება (ბალახების თესვა, რათა შეიქმნას მკვრივი კორდი), სატყეო-სამელიორაციო და ორგანიზაციული ღონისძიებების გატარება.

დამშრობი სისტემის სქემატური გეგმა შედგება შემდეგი ძირითადი ელემენტებისაგან:

1. დასაშრობი ფართობი – ფართობი, რომელიც გამიზნულია სასოფლო-სამეურნეო ათვისებისათვის;
2. მარეგულირებელი ქსელი – არხების, ან დახურული დრენაჟის სისტემა, რომლის საშუალებითაც დასაშრობ ფართობზე ხდება ნიადაგის წყალ-ჰაერული რეჟიმის რეგულირება, ჭარბი ზედაპირული და გრუნტის წყლების შეკრება და დასაშრობი ტერიტორიიდან გაყვანა.

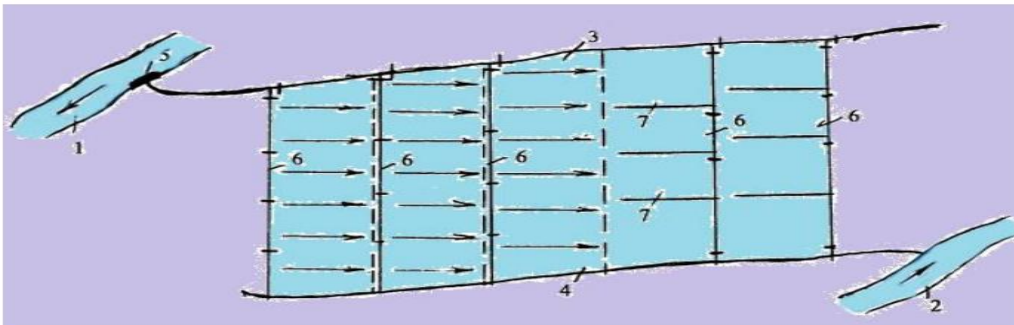


სურათი 1. დამშრობი სისტემის სქემატური გეგმა ნოსირის თხილის ნაკვეთში. 1 – წყალმიმღები; 2 – მაგისტრალური არხი; 3 – ღია კოლექტორი; 4 – ღია შემკრები (მარეგულირებელი არხი); 5 – სამთო გადამჭერი არხი; 6-დახურული კოლექტორი; 7-დახურული დრენები; 8 – მინდვრის გზა; 9-მილხიდი; 10-შესართავი ნაგებობები; 11 – სათვალთვალო ჭა.

მარეგულირებელი ქსელის ფუნქციებს ხშირად ასრულებს ე.წ. გადამღობი ქსელი, რომლის დანიშნულებაც დასაშრობი ტერიტორიის დაცვა გარე ზედაპირული და გრუნტის წყლებისაგან. ეს არხები გადის დასაშრობი ფართობისა და მოსაზღვრე ფერდობის საზღვარზე. გრუნტის წყლის გადამჭერი არხებით, ან დრენებით, უნდა განხორციელდეს დასაშრობი ტერიტორიის მოსაზღვრე ფართობებიდან, მთისწინებიდან წნევით შემოდინებული გრუნტის უდაწნო და დაწნევიანი წყლების გადაჭერა. დამშრობი ქსელის დანიშნულებაც ჭარბი ზედაპირული და გრუნტის წყლების ტერიტორიიდან გაყვანა, ამიტომ ის ყოველთვის ფართობის უდაბლეს ადგილებში უნდა გადიოდეს და წყლის დონეები არხებში ყოველთვის ფართობის ზედაპირის ქვემოთ უნდა იყოს მოწყობილი. ცნობილია, რომ დამშრობი სისტემა ვერ უზრუნველყოფს ნიადაგის ოპტიმალურ წყლოვან რეჟიმის შექმნას. წლის განმავლობაში ატმოსფერული ნალექების არათანაბარი განაწილების გამო პერიოდულად, ზოგჯერ საკმაოდ ხანგრძლივი დროით, ნიადაგის აქტიურ ფენაში შეიმჩნევა ტენიის დეფიციტი, რის გამო დაშრობასთან ერთად ვეგეტაციის ცალკეულ პერიოდებში უნდა მოხდეს მიწების გატენიანება. ამ მიზნით, მხოლოდ დამშრობი სისტემების ნაცვლად ეწყობა ორმაგი ქმედების დამშრობგამატენიანებელი

სისტემები, რომელთა დანიშნულებას წარმოადგენს არა მარტო ჭარბი ტენის გაყვანა დასაშრობი ტერიტორიიდან, არამედ ტენის ისეთი გადანაწილება დროში, რომელიც უზრუნველყოფს საჭირო დაშრობის ნორმასა და შესაბამის ტენიანობას მცენარის ფესვთა გავრცელების არეში. ასეთი სისტემების ძირითადი დანიშნულებაა მიწების დაშრობა, ამიტომ დამშრობ-გამატენიანებელი სისტემებს მიაკუთვნებენ დამშრობი სისტემების ერთ-ერთ სახეობას. დამშრობ-გამატენიანებელი სისტემების საშუალებით ნიადაგის გატენიანება შეიძლება განხორციელდეს როგორც ქვენიადგური წყლებით, ისე ზედაპირული წესით. ქვენიადგური წყლებით გატენიანება გულისხმობს გრუნტის წყლის დონეების რეგულირებას, რაც ხორციელდება დამშრობი სისტემის დარაბვით. რაბები ეწყობა ღია არხებზე და სადრენაჟე კოლექტორების შესართავებთან.

დამშრობილი მიწების ზედაპირული რწყვის დროს წყალი მცენარის ფესვთა გავრცელების ზონაში აღწევს ნიადაგის ზედაპირიდან ინფილტრაციის გზით. ასეთ შემთხვევაში დამშრობ-გამატენიანებელი სისტემა კონსტრუქციულად საირიგაციო სისტემის მსგავსია.



სურათი 2..ზედაპირული მორწყვის დამშრობგამატენიანებელი სისტემის სქემა. 1- სარწყავი წყლის წყარო; 2 - წყალმიმღები; 3 - სარწყავი მაგისტრალური არხი; 4 - დამშრობი მაგისტრალური არხი; 5 - სათაო ფარი; 6 - გამანაწილებელი არხი; 7 - მარეგულირებელი არხი

ზედაპირული მორწყვის დამშრობ-გამატენიანებელი სისტემების მოწყობის დროს შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ორ შემთხვევას: 1. მორწყვის წყარო და წყალმიმღები სხვადასხვაა; 2. მორწყვის წყაროდ და წყალმიმღებად გამოყენებულია ერთი და იგივე მდინარე. ზედაპირული წესით გატენიანებისას გამოიყენება წყლის მიშვება ზოლებში, ან კვლებით მორწყვა, აგრეთვე დაწვიმება.

დამშრობითი მელიორაციის თავისებურებანი საქართველოს დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილში. დასავლეთის რეგიონის სუბტროპიკულ ზონაში, მათ შორის იმერეთის რეგიონში წლის განმავლობაში მეტი ნალექები მოდის ვიდრე ორთქლდება. დანესტიანების კოეფიციენტი 1-ზე მეტია. საშუალო შედარებითი სინოტივე 85-95%-ია. რაც შეეხება ქვემო იმერეთს (75-85%) და მის მდინარეებს: ყვირილა, ხანისწყალი, ძეგრულა, გუბისწყალი, ოღო, წყალტუბოს წყალი და სხვა, ახასიათებს შემოდგომა-ზაფხულის წყალდიდობა. ეს მდინარეები დიდი დახრილობის

გამო დიდი ენერგეტიკული პოტენციით გამოირჩევიან და გადადიან ნაპირებს .ქმნიან მეწყერსაშიშ ზონებს. იმერეთში ნალექების 1700-1800 მმ-მდე მოდის.დასავლეთის სუბტროპიკული ზონა 3600 მმ-ია (გამოირჩევა ჩაქვი). დასავლეთ საქართველოში ატმოსფერული ნალექების სიჭარბე ხელს უწყობს არა მარტო ნიადაგის რელიეფის დახრამვის შეცვლას, ჭარბი ტენის დაგროვებას,დაჭაობებასაც. რაც შეეხება აღმოსავლეთ საქართველოს აქ ატმოსფერული ნალექები 300-600 მმ-ს არ აღემატება ნალექებით გამოწვეული ზედაპირული დაჭაობება იშვიათი მოვლენაა,თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ზედაპირულ ადგილებს ყოველ მხრივ შემადლებული ნაპირებით , სადაც ზედაპირული წყლის დენას სრულებით არ აქვს ადგილი. .აღმოსავლეთ საქართველოში დაჭაობებას ძირითადად გრუნტის წყალი იწვევს .აქედან გამომდინარე დაშრობის ღონისძიებები განსხვავდებიან ერთმანეთისგან დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოში .ამ მხრივ დასავლეთ საქართველოში დაშრობის უფრო რთული კომპლექსია საჭირო ვიდრე აღმოსავლეთში.

დასკვნა: სასოფლო-სამეურნეო მელიორაცია საქართველოში წარმოადგენს კრიტიკულ სტრატეგიულ ინსტრუმენტს აგრარული სექტორის განვითარებისთვის, კლიმატური რისკების შერბილებისთვის და ბუნებრივი რესურსების მდგრადი მართვის უზრუნველყოფისთვის. ეს მნიშვნელობა განსაკუთრებით თვალსაჩინოა იმერეთის რეგიონში, რომელიც წარმოადგენდა ამ კვლევის ფოკუსურ არეალს. რეგიონის რთული გეოგრაფიული მახასიათებლები, ნალექების სივრცითი ვარიაციულობა და მუდმივი ინფრასტრუქტურული ნაკლოვანებები ერთობლივად ხაზს უსვამს მიწის მელიორაციის სისტემების მოდერნიზებისა და რეაბილიტაციის აუცილებლობას.

კვლევამ გამოავლინა რეგიონ-სპეციფიკური გამოწვევები იმერეთში, მათ შორის როგორც სარწყავი, ისე სადრენაჟე ინფრასტრუქტურის მორალური და ფიზიკური დაძველება და არაოპტიმალური მუშაობა. ეს შეზღუდვები აფერხებს არა მარტო სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტიულობას, არამედ წყლის რესურსების რაციონალურ და ეფექტურ გამოყენებასაც. კვლევის შედეგები ქმნის მტკიცე საბუთო-ვანი ბაზას მიზნობრივი, რეგიონულად ადაპტირებული ჩარევების ფორმულირებისა და განხორციელებისთვის. ასეთი ღონისძიებები აუცილებელია მელიორაციის პრაქტიკის გაუმჯობესებისთვის და იმერეთის სასოფლო-სამეურნეო სექტორის გრძელვადიანი მდგრადობის მხარდაჭერისთვის.

ლიტერატურა

1. ლორთქიფანიძე, რ. (2014). სასოფლო-სამეურნეო მელიორაცია - ლექციების კურსი. აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა.
2. გუბელაძე, დ., ხარაიშვილი, ო. (2020). სასოფლო-სამეურნეო მელიორაცია - სახელმძღვანელო. თბილისი.

Agricultural Melioration Environment in Georgia

Summary

Agricultural melioration represents a key component in the improvement and rational use of soil resources, aiming to ensure the stability and efficiency of agrarian production. Melioration systems—which encompass irrigation, drainage, agrotechnical, chemical, and biological measures—contribute to maintaining the productivity of arable land and improve soil-climatic conditions essential for stable yields. In the context of ongoing climate change, water scarcity, and increasing soil degradation, the role of melioration is becoming ever more critical, particularly for agrarian economies such as Georgia. This article analyzes the main directions of melioration, its contribution to strengthening agricultural potential, and the current challenges associated with infrastructural, ecological, and administrative issues. Additionally, it outlines the prospects for the development of melioration systems within the framework of sustainable agriculture.

Keywords: agricultural melioration, drainage melioration, irrigation, drainage, sustainable agriculture.

გლობალური კლიმატური, გეოდინამიკური და ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენა აჭარის ლანდშაფტების ტრანსფორმაციაზე და მისი გეოგრაფიული შედეგები

ფაღავა ნაზიბროლა. ქამადაძე ცირა, ხათუნა ჭიჭილეიშვილი
ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი - აჭარის ლანდშაფტების ტრანსფორმაციაზე გავლენას ახდენს როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური ფაქტორები. ბუნებრივი ფაქტორებიდან, რომელიც გავლენას ახდენს აჭარის ლანდშაფტების ცვლილებებზე, მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია გლობალურ დათბობით გამოწვეულ კლიმატურ ცვლილებებს, კერძოდ, საშუალო წლიური ტემპერატურის თანდათანობით ამაღლების პროცესს, ნალექების წლიური რაოდენობის მატებას. მეორე მნიშვნელოვანი ფაქტორია გეოდინამიკური პროცესების გააქტიურება. სტიქიური გეოდინამიკური და ჰიდროლოგიური პროცესების მკვეთრი მატების ტენდენციაზე შეინიშნება მე-20 საუკუნის ბოლოსა და ახალი ას-წლეულის დასაწყისისთვის. მათი გააქტიურების მთავარი მიზეზი იყო 1988 წლის მიწისძვრა, მაგრამ არსებით როლს (1993 წლის შემდგომ) გლობალური დათბობა თამაშობს, განსაკუთრებით კი მთებში ნალექების მატება. მეწყერები და სელოური ღვარები განსაკუთრებით გააქტიურდა 1996 წლიდან, როცა ნალექების დონე არსებითად გაიზარდა. 2004 წლის სექტემბერში რამდენიმე დღე-ღამე გაბმული თავსხმა წვიმები დაფიქსირდა.

საკვანძო სიტყვები - ლანდშაფტი, კლიმატი, მეწყერი, ღვარცოფი.

აქტუალობა. საკითხი ძალზედ აქტუალურია, რადგან საქართველოს უკიდურეს სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში, კერძოდ აჭარაში, ლანდშაფტების ტრანსფორმაციის დონე ძალზე მაღალია ზღვისპირა მხარეში და საკმაოდ მაღალი მაღალმთიან აჭარაში. ასევე საკმაოდ ცვლილება განიცადა ლანდშაფტის შემადგენელი კომპონენტების პარამეტრებმა, განსაკუთრებით კლიმატურ მაჩვენებლებმა. ამიტომ ნაშრომის მიზანია - დავადგინოთ კლიმატის გლობალური ცვლილების ზეგავლენით რამდენად შეიცვალა ტემპერატურისა და ნალექიანობის მაჩვენებლები.

ნაშრომის ამოცანას წარმოადგენს დავადგინოთ კლიმატის ცვლილების გავლენით გამოწვეული გეოდინამიკური და ანთროპოგენური ფაქტორის გავლენით წარმოშობილი პროცესების გააქტიურების სიდიდე.

საწყისი მონაცემები და კვლევის მეთოდები. მეტეოროლოგიური პუნქტების მონაცემების მიხედვით გლობალური დათბობის პირობებში აჭარის ტერიტორიაზე ტემპერატურის მნიშვნელოვანი აწევა არ აღინიშნება. აღნიშნულ პერიოდში ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების სიჩქარე ბათუმსა და ქედაში შედარებით ნაკლებია 0,02 და 0,8°C-ით, ხოლო ამავე პერიოდში ხულოში ტემპერატურის ზრდის სიჩქარე შეადგენდა მხოლოდ 0,01°C-ს, რაც სტატისტიკური თვალსაზრისით უმნიშვნელოა.

მხოლოდ 3 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები, რა თქმა უნდა, ვერ იძლევა აჭარის კლიმატის ცვლილებების სრულყოფილ სურათს, რადგან ის განპირობებულია რთული ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებით.

ძირითადი შედეგები. აჭარის კლიმატის ცვლილებებზე შედარებით დეტალურად შეიძლება მსჯელობა წლიური ტემპერატურისა და ნალექების ბადური მონაცემებით პუნქტიდან 25 კმ-ის გავრცელებით, რომელიც აღინიშნება საქართველოს მთელ ტერი-

ტორიაზე [1]. ბადური მინაცემების მიხედვით აჭარის ტერიტორიაზე გამოყოფილია 6 წერტილი: № 63 (სიმაღლე ზ.დ. 10 მ.), 64 (820 მ.), 65 (1580 მ.), 79 (1180მ.), 80 (1390 მ.), 81 (1420 მ.). №1 ცხრილში ნაჩვენებია წლიური ტემპერატურისა და ნალექების ჯამის ცვლილებების სიჩქარე 1930-2010 წწ. [4,5,6,10].

ცხრილი №1

წლიური ტემპერატურისა და ნალექების ჯამის ცვლილების სიჩქარე 2000-2020 წწ.

(ბოლო 20 წლის მანძილზე) [9]

წერტილი ბადეში	ადგილის სიმაღლე მ.	ცვლილების სიჩქარე ბოლო 10 წლის მანძილზე		
		წლიური ტემპერატ. 0°C	ნალექების წლ. ჯამი მმ.	ნალექების წლიური ჯამი %
63	10	-0.08	-27	-1
64	820	-0.02	-12	-1
65	1580	0.08	71	7
79	1180	-0.05	29	1
80	390	-0.02	77	6
81	1420	0.06	70	7

№1 ცხრილიდან დგინდება, რომ აჭარის ტერიტორია გამოირჩევა კლიმატის კონტრასტული მაჩვენებლებით. ზღვასთან ახლოს მდებარე წერტილებში №63,79 აღინიშნება აცივება, მაგრამ ამავდროულად დათბობა აღინიშნება სანაპიროსაგან მოშორებულ და სიმაღლის მატებასთან ერთად (№7,8) ამასთან ერთად აღინიშნება ნალექების მატების ტენდენცია. ცალკეულ წერტილებში (№65,81) ნალექების წლიური ჯამის ზრდამ 7%-ს მიაღწია ბოლო 10 წლის მანძილზე, რაც 70-80 მმ-ს შეადგენს წელიწადში.[11]

თანამედროვე პერიოდში დადგენილია საქართველოს ბუნებრივი ლანდშაფტების ტრანსფორმაცია გამოწვეული გლობალური დათბობით – კერძოდ აღმოსავლეთ საქართველოს სტეპებისა და ნახევარუდაბნოების ლანდშაფტების გაუდაბნოების პროცესი, კავკასიის მყინვარების უკანდახევა და ა.შ.[2,3]. აჭარის ტერიტორიისათვის გლობალური დათბობის ზეგავლენა შესამჩნევია, როგორც სანაპირო, ისე მაღალმთიან რაიონებში, სადაც ნალექების ზრდის გამო, გეოდინამიკური პროცესების გააქტიურების შედეგად აღინიშნება მეწყერებისა და ღვარცოფების გააქტიურება.

ცხრილი №2-ში წარმოდგენილია სტიქიური გეოდინამიკური და ჰიდროლოგიური პროცესების რაოდენობა მე-20 საუკუნის ბოლოსა და ახალი ასწლეულის დასაწყისისთვის[11].

ეს მცირედი მონაცემები მიუთითებს სტიქიური გეოდინამიკური და ჰიდროლოგიური პროცესების მკვეთრი მატების ტენდენციაზე მე-20 საუკუნის ბოლოსა და ახალი ასწლეულის დასაწყისისთვის. აღნიშნულიდან ეს ეხება მეწყერებსა და ღვარცოფებს (სელურ პროცესებს). მათი გააქტიურების მთავარი მიზეზი იყო 1988 წლის მიწისძვრა, მაგრამ არსებით როლს (1993 წლის შემდგომ) გლობალური დათბობა თამაშობს, განსაკუთრებით კი მთებში ნალექების მატება. მეწყერები და სელური ღვარები განსაკუთრებით გააქტიურდა 1996 წლიდან, როცა ნალექების დონე არსებითად გაიზარდა. 2004 წლის სექტემბერში რამდენიმე დღე-ღამე გაბმული თავსხმა წვიმები და-

ფიქსირდა. ქობულეთისა და ხელვაჩაურის რაიონებში დაინგრა 46 საცხოვრებელი სახლი, წყობიდან გამოვიდა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, ტყის მასივები, საავტომობილო მაგისტრალები, ელექტროგადამცემი ხაზები და ა.შ. გლობალური დათბობის და ასევე სტიქიური გეოდინამიკური და ჰიდროლოგიური პროცესების შედეგად აჭარის ტერიტორიაზე 4500 ჰა დაზარალდა [9].

ცხრილი №2.

სტიქიური გეოდინამიკური და ჰიდროლოგიური პროცესების რაოდენობა რაიონების მიხედვით [9]

სტიქიური პროცესები	რაიონი	1981-1986 წწ.	1987-1992 წწ.	1993-1998 წწ.	1999-2004 წწ.	2015-2024 წწ.
მეწყერები	ხულო	26	30	54	44	37
	შუახევი	18	21	47	31	-
	ქედა	10	13	33	31	3
	ხელვაჩაური	23	18	36	29	69
	ქობულეთი	13	15	26	29	-
სელი	ხულო	24	15	21	20	-
	შუახევი	5	4	7	6	-
	ქედა	2	4	6	6	-
	ხელვაჩაური	3	0	3	4	-
თოვლის ზვავი	ხულო	8	6	6	7	-
	შუახევი	6	2	0	2	-
	ხელვაჩაური	2	2	2	2	-
	ქობულეთი	2	1	3	2	-

მე-20 საუკუნის ბოლოსა და ახალი ასწლეულის დასაწყისისთვის აღნიშნული პროცესების ინტენსიური ზემოქმედების შედეგად, ასევე ანთროპოგენური დატვირთვით მოხდა აჭარის ლანდშაფტების არსებითი ცვლილება. არსებული კარტოგრაფიული მასალების, რუკების და ლიტერატურული მასალების საფუძველზე შეგვიძლია 10 ბალიანი სისტემით დავადგინოთ აჭარის ლანდშაფტების ცალკეული კომპონენტების ცვლილების დონე, დაწყებული გასული საუკუნის 30-40-იანი წწ. დღემდე (ცხრილი №25).

ცხრილი №3.

აჭარის ლანდშაფტების ცალკეული კომპონენტების ცვლილება ბალებში [9]

ლანდშაფტის ტიპი	რელიეფი	ნიადაგი	წყლები	მიკრო კლიმატი	მცენარეულობა	ცხოველთა სამყარო
ვაკე	9-10	9-10	9-10	9-10	9-10	9-10
დაბალმთიანი ტყიანი	-	7-9	7-9	7-9	7-9	7-9
საშუალო მთიანი ტყიანი	-	4-7	-	-	4-7	4-7
მაღალმთიანი და ალპური მდელოებით	-	2-4	-	-	2-4	2-4

ცხრილი №3-დან ჩანს, რომ თითქმის მთლიანადაა შეცვლილი აჭარის ვაკის ლანდშაფტები, რომელიც ოპტიმალური ნიადაგ-კლიმატური პრობებით გამოირჩევა, ძლიერი ანთროპოგენური წნეხის ქვეშ აღმოჩნდა, რის გამოც არსებითადაა შეცვლილი არსებული ყველა ბუნებრივი კომპონენტი. თითქმის მთლიანად გაიჩეხა კოლხური ტყე და მისი ნარჩენები შემონახულია მხოლოდ ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში [4,5,6].

გაჩეხილი ტყის ადგილას ამჟამად გაშენებულია ციტრუსებისა და ჩაის პლანტაციები. სანაპირო ზონაში გააქტიურებულია სანაპიროს აბრაზიული პროცესები, რაც გამოწვეულია, პირველ რიგში, გლობალური დათბობით – კერძოდ ზღვის შემოტევით, მეორის მხრივ ანთროპოგენური ზემოქმედებით, ძირითადად სანაპირო ზონიდან და მდ. ჭოროხის შესართავიდან სამშენებლო მასალების ინტენსიური გატანით. სანაპირო ზონის აბრაზიის კიდევ ერთი მიზეზია თურქეთის ტერიტორიაზე მდ. ჭოროხზე კაშხლების მშენებლობა. ნაყოფიერ მიწებზე უარყოფითად მოქმედებს ეროზიული პროცესები. ყველა ჩამოთვლილი ფაქტორი არსებით გავლენას ახდენს აჭარის სანაპირო ზონის და ვაკის ლანდშაფტებზე, რომელთა ტრანსფორმაციის ხარისხი საკმაოდ მაღალია. შედარებით ნაკლებად დაზიანდა დაბალმთიანი ტყის ლანდშაფტები, მაგრამ ძლიერ შეიცვალა ნიადაგის თვისებები, წყლის რესურსები, მიკროკლიმატი, მცენარეულობა და ცხოველთა სამყარო, ამავე დროს აქაური რელიეფი პრაქტიკულად არ შეცვლილა. საშუალომთიანი ტყის, ასევე მაღალმთიანი ალპური მდელოების ლანდშაფტებში მცირედ შეცვლილია ნიადაგური საფარი, მცენარეულობა და ცხოველთა სამყარო. ველაზე ნაკლებად ტრანსფორმირებულია მაღალი მთის ლანდშაფტები. მათ ტრანსფორმაციაში მთავარი როლი შეასრულა გლობალურმა კლიმატურმა, სტიქიურმა გეოდინამიკურმა და ჰიდროლოგიურმა პროცესებმა.

დასკვნები და რეკომენდაციები:

- მოხდეს მეწყრული ფერდობის დატერასება და მოეწყოს საფეხურისებრი ფერდობსამაგრი კონსტრუქციები, სამშენებლო წესებისა და ნორმების სრული დაცვით; აუცილებელია მათი საძირკველი მოეწყოს ძირითად ქანებზე დაფუძვნებით.
- ფერდობზე სამშენებლო და გაწმენდითი სამუშაოები განხორციელდეს მაღალი ჰიფსომეტრიული სიმაღლიდან დაბალი ნიშნულისაკენ.
- საავტომობილო გზის გასწვრივ მოეწყოს ფერდოსამაგრი კონსტრუქცია, სამშენებლო წესებისა და ნორმების სრული დაცვით; აუცილებელია მათი საძირკველი მოეწყოს ძირითად ქანებზე დაფუძვნებით.
- აუცილებელია ფერდობსა და შიდა სასოფლო გზებზე მოეწყოს ზედაპირული და ჩამონადენი წყლების განტვირთვის მიზნით სანიაღვრე არხები.
- საავტომობილო გზის ქვემოთ, უსახელო ხევში მოეწყოს ღია ღვარცოფგამტარი ტიპის კონსტრუქცია, შესაბამისი პროექტის საფუძველზე.
- უსახელო ხევის აღნიშნული მონაკვეთის ორივე მხარეს მოეწყოს ფერდოსამაგრი კონსტრუქციები, სამშენებლო წესებისა და ნორმების სრული დაცვით; აუცი-

ლებელია მათი საძირკველი დაფუძნდეს ძირითად ქანზე.

- დამეწყრილ ფერდობზე გაშენდეს ფესვმაგარი ხე-მცენარეები.

ლიტერატურა:

1. თავართქილაძე კ., შენგელია ი. ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების ზოგიერთი თავისებურებანი საქართველოს ტერიტორიაზე. გეოგრ. ინსტ. შრ., 1 (80), 2006.
2. მუმლაძე დ., ლომიძე ნ. საქართველოს თერმული ველის ცვლილება კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე. ჰიდრომეტ. ინსტ. შრ., 118, 2008.
3. ნიჟარაძე ნ., ჯიბუტი ნ. – აჭარის ასსრ. ბათუმი. 1957.
4. ფალავა ნ.ზ. – აჭარის ბუნებრივ-ანთროპოგენური ლანდშაფტები. მონოგრაფია. ბათუმი. 2006.
5. ფალავა ნ.,- აჭარის ნიადაგებზე აგრო-საწარმოო გავლენა და მისი ანთროპოგენური ტრანსფორმაცია. თბილისი., კავკასიის გეოგრაფიული ჟურნალი №10. 2008 წ.
6. ფალავა ნ., - აჭარის ლანდშაფტების მოდიფიკაცია და კლასიფიკაციის საკითხები. // საქართველოს გეოგრაფიული ჟურნალი. №6. თბილისი .2004.
7. ჯავახიშვილი შ. ატმოსფერული ნალექები საქართველოს ტერიტორიაზე. თბ., 1981.
8. Элизбарашвили Э.Ш. Влияние горного рельефа на распределение тепла и увлажнения. Известия АН СССР.,серия географ.,№2, 1984.
9. Э.Ш.Элизбарашвили., В.Э. Горгишели., Т.З.Пагава., Ц.Дж.Камададзе.,- Влияние глобальных климатических, геодинамических и антропогенных факторов на трансформацию ландшафтов Аджарий. УДК551.59.Ереван., 2013.
10. Элизбарашвили Э.Ш., Татишвили М.Р., Элизбарашвили М.Э., Элизбарашвили Ш.Э., Месхия Р.Ш.Тенденции изменения температуры воздуха в Грузии в условиях глобального потепления.-Метеорология и гидрология, 2013, №4, с.29-36.
11. Кондратьев К.Я. 1992. Глобальный климат. Наука (358).

The influence of global climatic, geodynamic and anthropogenic factors on the transformation of the landscapes of Adjara and its geographical consequences

Summary

Both natural and anthropogenic factors influence the transformation of Adjara's landscapes. Among the natural factors influencing the change in Adjara's landscapes, climate change caused by global warming occupies an important place, in particular, the

process of gradual increase in average annual temperatures and increase in annual precipitation. The second important factor is the activation of geodynamic processes.

One of the factors in the transformation of Adjara's landscapes are changes caused by anthropogenic impact. As a result of active anthropogenic impact, the landscapes of the Adjara plain, which have optimal soil and climate conditions, have been almost completely changed and have been subjected to strong anthropogenic pressure, as a result of which all existing natural components have been significantly changed. The Colchis forest was almost completely cut down, its remains have been preserved only in the Batumi Botanical Garden.

Keywords: landscape, climate, landslide, mudslide.

ზოგადი რეკომენდაციები დაბა აბასთუმნის გამწვანების სრულყოფისათვის

რამაზ კილაძე, დავით კილაძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: აბასთუმანი შესანიშნავი სამთო-კლიმატური კურორტია, რომლისადმი ინტერესი ყოველთვის იყო, თუმცა განსაკუთრებული ყურადღება მის მიმართ გამოიჩინა რუსეთის დიდმა მთავარმა გიორგი ალექსანდრეს-ძემ (ნიკოლოზ II-ის ძმა), რომლის ხარჯითაც აშენდა საკმაოდ რაოდენობის შენობა-ნაგებობები და მათ შორის, ალექსანდრე ნეველის სახელობის ტაძარი, რომელიც მეტად საინტერესოა არქიტექტურული თვალსაზრისით და მოქმედ ტაძრად ითვლება. აბასთუმნის კლიმატს და ბალნეოლოგიურ მონაცემებს განცვიფრებაში მოჰყავთ შემთხვევით თუ სამკურნალოდ ჩამოსული ადამიანები. აქედან გამომდინარე, დღევანდელი ხელისუფლების მიერ აბასთუმნისადმი დაინტერესება და წარმოებული სამუშაოები, რომლებიც აქტიურად ტარდება ბოლო წლების განმავლობაში. რესტავრაცია გაუკეთდა XIX საუკუნის დასაწყისში აშენებულ ნაგებობებს, კეთდება გზები და მოედნები, შესაბამისად ქუჩის მიმდებარე ტერიტორიების მოწესრიგება-კეთილმოწყობა. სწორედ ამ მიმართულებით ჩატარებულ გამწვანება - განაშენიანებას ეხება თქვენს წინაშე წარმოდგენილი ნაშრომი.

საკვანძო სიტყვები: ბალნეოლოგია, ფლორა, გამწვანება, ყინვაგამძლეობა, აგროტექნიკა, რეკონსტრუქცია, დარგვითი ნახაზი, ფოტოსინთეზი.

აბასთუმანი დაბად მოიხსენიება 1926 წლიდან და მდებარეობს ადიგენის რაიონში, განთავსებულია იგი მესხეთის ქედის სამხრეთ კალთაზე მდ. ოცხეს ხეობაში. ზღვის დონიდან 1340 მ-ზე. ადიგენიდან დაცილებულია 25 კმ-ით, ხოლო ახალციხიდან 28 კმ-ით. საშუალო წლიური ტემპერატურა $6,4^{\circ}\text{C}$ (იანვრის $-6,5^{\circ}\text{C}$, ივლისისა $17,2^{\circ}\text{C}$). ნალექები 626 მმ-ია წელიწადში; ფარდობითი ტენიანობა ზაფხულში 50%-ს აღწევს, სხვა დროს ზომიერია. მთის სუფთა ჰაერი, ზომიერად მშრალი ჰავა, მზის ნათების ხანგრძლივობა (3 ათასი საათი წელიწადში) ტუბერკულოზის მკურნალობის ძირითადი ფაქტორებია. აქ უძველესი დროიდანვე ცნობილი იყო ჰიპერთერმული (ტემპერატურა $39-48,5^{\circ}\text{C}$), სუსტად მინერალიზებული ($0,4-0,5$ ჰექტოლიტრი) ქლორსულფატნატრიუმიანი წყაროები - (გოლიათისა - ტემპერატურა $48,5^{\circ}\text{C}$, გველისა - ტემპერატურა 42°C , სურავანდისა - ტემპერატურა 39°C).

ეს არის ზოგადი დახასიათება აბასთუმნის კლიმატური პირობების. რა თქმა უნდა, ამ მაჩვენებლებსაც თავისი ზეგავლენა აქვს ქალაქში განთავსებულ მცენარეთა საფარზე, მაგრამ მაინც კურორტ აბასთუმნის გამწვანებისათვის მეტად რთულია მცენარეთა ასორტიმენტის შერჩევა ჰავის სპეციფიურობიდან გამომდინარე, რაც გამოიხატება უპირველეს ყოვლისა, მისი მცენარეული საფარის შეზავებული ფიტოცინდურობითა და ჯანმრთელობისთვის უნიკალურობის გამო. ჰავა აქ კონტინენტურია, ზამთარი ცივი (მინიმალური -32°) დიდთოვლიანი, ზაფხული (მაქსიმალური 37°) თბილი, ხოლო ალაგ-ალაგ მეტად ცხელი და გაუსაძლისი.

აბასთუმნის რელიეფიც საკმაოდ რთული და მთაგორიანია, რაც ასევე აუცი-

ლებელს ხდის დასამატებელი ასორტიმენტი კიდევ უფრო გულმოდგინედ და დაკვირვებით იქნას შერჩეული.

აბასთუმნის ფლორაში მერქნოვანი მცენარეები მიჩნეულია ლანდშაფტური კომპოზიციის საფუძვლად. მით უმეტეს, რომ ისინი მრავალი საუკუნეების განმავლობაში ჩამოყალიბებული ლანდშაფტია და გავლილი აქვთ ურთულესი თანაცხოვრების გზა. ამასთან, თუ გავითვალისწინებთ 200-220 წლის წინ აგებულ ისტორიულ შენობა-ნაგებობებს, რომლებმაც დროსა და ჟამს გაუძლეს და იმდენად საინტერესოა დღევანდელი გადმოსახედიდან, რომ სახელმწიფომ მიიღო გადაწყვეტილება მათი რესტავრაციის შესახებ, ალბათ გასაგები გახდება საზოგადოების საყოველთაო ინტერესი. ესეც, რა თქმა უნდა, ართულებს ასორტიმენტის შერჩევის პროცესს, რადგანაც ასევე გასათვალისწინებელია შენობა-ნაგებობების ერთი და ორსართულიანობა, განსხვავებული გეგმარება და არქიტექტურა, ინდივიდუალობა და ორნამენტები. ამიტომ ასორტიმენტში აუცილებელად არის შესატანი უფრო დაბალი სიმაღლის მცენარეები, განსაკუთრებით ბუჩქები, რომლებიც დიდად არ შეცვლიან კურორტის ჰაერის შემადგენლობას, მაგრამ თავის სიტყვას იტყვიან კურორტის ლანდშაფტურ-დეკორატიული იერ-სახის მიცემაში.

აუცილებლადაა გასათვალისწინებელი ისიც, რომ აბასთუმნის ქუჩის გამწვანებაში არსებული ხემცენარეების (ცაცხვი, კავკასიური ნეკერჩხალი, დეკა, არყი, ვერხვი, იფანი, აკაცია, ცხენისწაბლი) დიდი ნაწილი წლების განმავლობაში იზრდებოდა, მშვენდებოდა (მათი ესთეტიკური, ფუნქციონალური და ეკოლოგიური უნარები) და ასაკოვანი ხდებოდა, უკვე საჭიროებს გარკვეულ აგროტექნიკურ ჩარევას, რაც გამოიხატება მათ სხვა-ფორმირებაში და ესეც გასათვალისწინებელია ღონისძიებების დასახვის დროს. კერძოდ, უშუალოდ გამწვანების სამუშაოების ჩატარების წინ უნდა შექმნილიყო სამუშაო ჯგუფი, რომლებიც ჩაატარებდნენ ზემოთ დასახელებულ სამუშაოებს, რაც ნაწილობრივ შესრულდა კიდევ. კერძოდ, მდინარე ოცხეს ნაპირებთან მოდიებული იქნა მოსასვენებელი ადგილები,

აბასთუმანში რუსთაველის და ფალიაშვილის ქუჩების მიმდებარედ არსებული მცენარეები დატანილი იქნა გეგმაზე, დაფიქსირდა მათი ბიოეკოლოგიური და მორფოლოგიური მდგომარეობა; ჩაინიშნა ცუდი აღნაგობის ეგზემპლარები; განისაზღვრა მათ მიმართ საჭირო აგროტექნიკური ღონისძიებები; შეიქმნა კომპოზიციების და ჯგუფური ნარგაობების სქემები.

შეირჩა ხებუჩქოვან მცენარეთა ასორტიმენტი, ეკოლოგიური და ბიოლოგიური ნიშან-თვისებების გათვალისწინებით (მარადმწვანეობა, ყვავილობის დრო და ხანგრძლივობა, სურნელება, მავნებელ-დაავადებების მიმართ მდგრადობა და ა.შ.). სწორედ ამ მახასიათებლებით დაკომპლექტდა კომპოზიციები და ჯგუფური ნარგაობები.

დაიხაზა დენდროლოგიური პროექტი; მოხდა ცალკეული კომპოზიციების

ვიზუალიზაცია-მასზე დატანილი იქნა შერჩეული მცენარეები.

იმავედროულად განხორციელდა:

1. გამხმარი და იერსახედაკარგული ხეების ამოძირკვა, დახერხვა და ტერიტორიიდან გატანა;
2. წვერხმელი და დამტვრეული ტოტების მქონე ხეების ფორმირება-დამუშავება და დეკორაციული იერსახის მიცემა;
3. დამუშავდა ქალაქის მთავარი გზის და მდინარე ოცხეს მიმდებარედ არსებული ხე-ბუჩქები (სხვა-ფორმირება);
4. ჩატარდა დენდროლოგიური და დარგვითი ნაზახების მიხედვით დასარგავ მცენარეთა ორმოების ამოღება და მცენარეთა დარგვაზე მონიტორინგი. დარგული მცენარეებისთვის ჭიგოების დამაგრება და მორწყვა;
5. მოხდა დარგვის შემდგომი აგროტექნიკური ღონისძიებების (სარეველების მოსპობა, შემობარვები, სასუქის შეტანა, მორწყვა, დარგული მცენარეების ფორმირება, გაზონის გათიბვა და ა.შ.) შესრულების თანმიმდევრობა და რეკომენდაციების დაცვა.

სამუშაოები დაიწყო 2023 წლის სექტემბერში. პირველ რიგში შესწავლილი იქნა მთავარი ქუჩის არსებული მცენარეული საფარი, სადაც იყო როგორც დეკორატიული, ასევე ხეხილ-კენკროვანი მცენარეები. შემდეგ შეიქმნა დენდროლოგიური პროექტი, დაკვალვითი და დარგვითი ნაზახები, რომელთა მიხედვით განხორციელდება შევუდექით 2024 წლის გაზაფხულზე.

ამ პერიოდისათვის უკვე ყველა კვლევითი და კამერალური სამუშაოები დამთავრებული იყო. მოხდა ყინვაგამძლეობის, დეკორატიულობის და სხვა ნიშნებით შერჩეული ასორტიმენტის შეთანაწყობა და განლაგება ქუჩის პერპექტივის გათვალისწინებით, ღია სივრცეების შეფარდება ნახევრად ღია და დახურულ ლანდშაფტებთან, რამაც მნიშვნელოვნად გაზარდა ობიექტის ლანდშაფტურ-დეკორაციული ღირებულება და ესთეტიკური იერ-სახე.

მცენარეთა დარგვები განხორციელდა სამ ეტაპად, პირველი ეტაპი 2024 წლის გაზაფხულზე, როცა შემოტანილი იქნა ბ-ნი ზურაბ კიკნაძის მიერ საკმაოდ კარგი ხარისხის ხებუჩქოვანი მცენარეები კონტეინერებით, კერძოდ: *Tilia caucasica* Rupr., *Acer negundo* L., *Acer japonica* L., *Cedrus deodara* Laws. 'argentea', *Pinus mygo* 'Mops', *Cupressus Arisonica* 'Fastigiata', *Abies pinsaro* 'Clauca', *Picea excelsa* Link., *Liliodendron tulipiferum* L., *Liquidambar styraciflua* L., *Betula litwinowii* A. Doluch., *Hibiscus siriacus* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Viburnum opulus* L., *Pyracantha coccinea* Koem., *Photinia fraseri* 'Pink Marble' (ბუჩქი) და *Criptomeria japonica* 'Elegans'. დაირგო 250-მდე ძირი მცენარე.

არანაკლებ საინტერესო იყო დეკორაციულ მცენარეთა ასორტიმენტი, რომლებიც შემოტანილი იქნა ქობულეთის რ-ნის, სოფელი ხუცუბნიდან შ.პ.ს. „აგროდეკორსერვისის“ მიერ. მის მიერვე იქნა ტრანსპორტირებული და დარგული დაბა აბასთუმანში სპეციალისტების მეთვალყურეობის ქვეშ. ჩატარდა დარგვის შემდგომ-

მი აუცილებელი ტექნიკური თუ აგროტექნიკური სამუშაოები (მცენარეთა გასწორება და მორწყვა, მიწის შემოტეპნა, ჭიგოს დამაგრება და ა.შ.) მცენარეთა ასორტიმენტში იყო: *thuja occidentalis* 'Smaragd', *thuja occidentalis* 'Little Champion', *thuja occidentalis* 'Compacta', *thuja occidentalis* 'forever gold', *thuja occidentalis* 'danica', *thuja occidentalis* 'Piramidal', *Abelia cinensis* R.Br, *Eleagnus ebbingel* 'Cilt edge', *Euonymus japonica* 'gold', *Euonymus japonica* 'bravo', *Euonymus japonica* 'green spire', *Phanero glauca* და *Photinia fraseri* 'Little Red Robin' შტამბზე. მეორე ეტაპზე დაირგო 380-მდე ძირი ხე და ბუჩქი.

ამავე ეტაპზე მცენარეები დაირგო ასევე სხვა ლოკაციებზეც. კერძოდ, ალექსანდრე ნეველის სახელობის ტაძრის, წმინდა გიორგის სახელობის ეკლესიის და სტადიონის მიმდებარე ტერიტორიებზე.

მესამე ეტაპის დარგვები განხორციელდა 2025 წლის 21- 25 ივნისს. შერჩეული იქნა 15 დასახელების მცენარე, კერძოდ, წითელი ნეკერჩხალი - 15 ძირი, ყვითელი ნეკერჩხალი- 10 ძირი, ჭანჭყატი ოქროსფერი, დიდი - 13 ძირი, ჭანჭყატი ბურთისებური (მწვანე) – 15 ძირი, ტუია ლითლჩემპიონი - 15 ძირი, წყავი მრგვალი - 20 ძირი, ბზა - 10 ძირი, ჭანჭყატი ოქროსფერი, პატარა - 15 ძირი, ღვია დამფენი - 30 ძირი, ღვია 'უელსის პრინცი' - 15 ძირი, გრაკლა თეთრყვავილა - 10 ძირი, გრაკლა - ვარდისფერი - 10 ძირი, კოწახური 5 ძირი, აბელია 10 ძირი, ტუია სმარაგდის 120 ძირი.

მესამე ეტაპზე სულ დაირგო 313 ძირი ზემოთ დასახელებული ასორტიმენტიდან ხე და ბუჩქი, რომლებსაც ჩაუტარდათ დარგვის წინ და დარგვის შემდგომი აგროტექნიკური ღონისძიებები (ფესვთა სისტემის შეკვცა, ღეროების ფორმირება, მცენარის ღეროს გარშემო ე.წ. „ჯამის“ გაკეთება მორწყვის გაადვილების მიზნით, ჭიგოს დასობა და მასზე მცენარის აკვრა, მორწყვა და ა.შ.).

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ აბასთუმანში ჩატარებულ ინფრასტრუქტურულ სამუშაოებთან შესაბამისობაშია ცენტრალური შოთა რუსთაველის და მისი გაგრძელება ზაქარია ფალიაშვილის ქუჩების მწვანე ნარგაობა, რომლებიც როგორც ზემოთ აღინიშნა, შერჩეული იქნა უპირველეს ყოვლისა - ყინვაგამძლეობის და მეორე - დეკორაციული ნიშან-თვისებების მიხედვით. ყინვაგამძლეობისას გათვალისწინებული იქნა, რომ შერჩეულ ასორტიმენტში შემავალ სახეობებს გაეძლოთ არანაკლებ -20 -22 °C-ით ყინვისათვის, ამავე დროს ფოტოსინთეზის პროცესში დიდი ცვლილებები არ შეეტანათ ატმოსფეროს ჰაერის შემადგენლობაში.

რაც შეეხება სხვა მოთხოვნებს, ძირითადი აქცენტი გაკეთდა დაბალ ბუჩქებზე, მათ ფერადოვნებაზე. საჭიროდ არ ჩაითვალა, რომ დარგულიყო დიდი ზომის ხეები ან ბუჩქები, რომლებიც ჩაკეტავდნენ ხედვის არეს და ის სილამაზე, რაც ამ ქუჩების ორთავე მხარეს არის, დარჩებოდა ვიზიტორთა აღქმის გარეშე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ლობჯანიძე ზინა. აბასთუმნის ისტორია. 2007 წ., გვ. 75;
2. ტყავაძე მ., კილაძე რ., გუბელაძე ე. დეკორაციული დენდროლოგია. წიგნი I, დამხმარე სახელმძღვანელო. ქუთაისი, აწსუ გამომცემლობა, 2011, გვ.330.
3. ტყავაძე მ., კილაძე რ., გუბელაძე ე. დეკორაციული დენდროლოგია . წიგნი II, ნაწ. I. დამხმარე სახელმძღვანელო. ქუთაისი, აწსუ გამომცემლობა, 2014, გვ. 256.
4. ტყავაძე მ., კილაძე რ., გუბელაძე ე. დეკორაციული დენდროლოგია . წიგნი II, ნაწ. II. დამხმარე სახელმძღვანელო. ქუთაისი, აწსუ გამომცემლობა, 2015, გვ. 243.
5. ქსე, ტომი 1, 1975, გვ. 682.

General recommendations for improving the greenery of the Abastumani township

Summary

Abastumani is a remarkable mountain-climatic resort that has always attracted interest. However, it drew particular attention from Grand Duke George Alexandrovich of Russia (brother of Nicholas II), who financed the construction of numerous buildings, including the Church of Saint Alexander Nevsky, which is especially interesting from an architectural standpoint and is still considered an active church. The climate and balneological features of Abastumani amaze both casual visitors and those who come for medical treatment. This explains the current government's interest in Abastumani and the extensive work carried out in recent years. Restoration has been completed on buildings constructed at the beginning of the 19th century; roads and squares are being built, and adjacent street areas are being landscaped and improved. The present paper focuses specifically on the greening and urban development carried out in this regard.

Key words: balneology, flora, Greenery, frost resistance, agricultural technology, reconstruction, planting scheme, photosynthesis.

ნანონაწილაკებისგან შემდგარი ნანოკომპოზიტური მასალის ლაზერით დასხივებისას წარმოშობილი ზოგიერთი ფიზიკური ეფექტის შესახებ

ლ. ხვედელიძე

მრავალპროფილიანი სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი კავკასია 2010

აბსტრაქტი. ნაშრომში განხილულია ნანოკომპოზიტური მასალის ლაზერით დასხივებისას წარმოშობილი ზოგიერთი ოპტიკური და სითბური ეფექტები. შემოთავაზებულია ერთი ფიზიკურ-მათემატიკური მოდელი. მოყვანილია შესაბამისი ამონახსნი და აღნიშნულია მსგავსი სახეობის მასალების გამოყენების შესაძლებლობის პერსპექტივა.

საკვანძო სიტყვები: ნანოკომპოზიტი, ლაზერით დასხივება, ფიზიკური ეფექტები, სტეფანის ამოცანა, ფიზიკურ-მათემატიკური მოდელი.

შესავალი

ბოლო წლებში მნიშვნელოვნად გაიზარდა ინტერესი ნანოკომპოზიტური ნანომასალების პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობებისადმი. ამასთან, მნიშვნელოვანია შესაბამისი ექსპერიმენტების შედეგად მოხერხდეს რიგი ფუნდამენტური საკითხების დადგენა და მოხდეს მათი ფიზიკურ-მათემატიკური მოდელის დაზუსტება, რასაც დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა ენიჭება როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული მიზნებისთვის (ნანოელექტრონიკაში, ნანომედიცინაში, ნანოტექნოლოგიებში და ა.შ.).

ნაშრომში [1] განხილული იყო დიელექტრიკულ ნანოკომპოზიტში სინათლის სხივის არაწრფივი გავრცელება, რომლის დროსაც გათვალისწინებული იყო ზოგიერთი შესაძლო კვანტური ეფექტი. მიღებული შედეგების დაზუსტების მიზნით მიზანშეწონილია დადგენილი იყოს ამ დროს ნანოკომპოზიტში მიმდინარე მიკროპროცესების შედეგად წარმოქმნილი ზოგიერთი ფიზიკური ეფექტის შესაძლო გავლენა რეალურ ფიზიკურ სურათზე.

მოცემულ ნაშრომში განხილულია ნანოკომპოზიტური მასალის ლაზერით დასხივებისას წარმოშობილი ზოგიერთი ფიზიკური ეფექტი კვანტური ფიზიკის ზოგადი დებულებების საფუძველზე. ამასთან, შესაბამისი კერძო შემთხვევების განხილვისას მიზანშეწონილია, რომ ნაშრომში განხილული ფიზიკური ეფექტები გათვალისწინებული იქნას ნანოკომპოზიტური მასალის ლაზერით დასხივების დროს.

თეორიული მოდელი. როგორც ცნობილია, მყარ სხეულებში სითბო გადაეცემა ქაოსურად სხეულის შემადგენელი ატომების და მოლეკულების რხევის შედეგად. ასეთი რხევების გავრცელება მოსახერხებელია განვიხილოთ როგორც წრფივი სპექტრის ნაწილაკების - ფონონების გავრცელება. ბერა - ასევე რხევის გავრცელება, მაგრამ შესაბამის ტალღებს გააჩნიათ გავრცელების მიმართულება. გავრცელე-

ბის ერთიანი მექანიზმი ვლინდება იმაში, რომ მაკროსკოპულ სხეულებში სითბო-გადაცემის კოეფიციენტი და ბგერის სიჩქარე ერთმანეთის პროპორციულია [3.4]. აღნიშნული საკითხი მეტად აქტუალურია ტექნიკისა და ტექნოლოგიების მრავალი განხრისათვის, მათ შორის ბიოსამედიცინო მასალების შექმნისა და გამოყენების შემთხვევისათვის.

სითბოგამტარობის შეფასებისთვის გამოვიყენოთ ზოგადი ფენომენოლოგიური შეფასება [4,5]:

$$\lambda = \alpha V l, \quad (1)$$

სადაც λ - კომპოზიტის სითბოგამტარობა, (W/(m.k)); V-ნიმუშში სითბოს გადამტანი ნაწილაკების მახასიათებელი სიჩქარეა. სითბოს გადატამტანია ფონონი, რომლისთვისაც მახასიათებელი სიჩქარე არის მასალაში ბგერის სიჩქარის ტოლი, (მ/წმ), l - ფონონის თავისუფალი განარბენის სიგრძე, (მ), α - მოცულობითი სითბო-აკუსტიკური კოეფიციენტი, რომელიც ფონონების კონცენტრაციის პროპორციულია (ჯ/მ³K), k_B - ბოლცმანის მუდმივაა, და ახასიათებს მოცულობას, რომელშიც ფონონების ბალისტიკური მოძრაობა გარდაიქმნება ქაოსურად. აშკარაა, რომ ეს მოცულობა პროპორციულია l^3 -ის და $\alpha = k_B (C l^3)$, სადაც C უგანზომილებო სიდიდეა და ტოლია ერთის.

რადგან უმეტეს შემთხვევაში ნანონაწილაკების კომპოზიტის სითბოგამტარობა არსებითად მცირეა მაკრონაწილაკების სითბოგამტარობაზე, ბუნებრივია ვივარაუდოთ, რომ კომპოზიტის სითბოწინაღობაში ძირითად წვლილს გვამღევს ფონონების გაბნევა კომპოზიტის მარცვლების საზღვარზე. შესაბამისად თავისუფალი განარბენის სიგრძის მახასიათებლად ავიღოთ მანძილი კომპოზიტის არაერთგვაროვნებებს შორის, რომელიც განისაზღვრება კომპოზიტში რენტგენის სხივების კოჰერენტული გაბნევის მიდამოთი. ფონონების კონცენტრაცია ცალსახად განისაზღვრება ბოზე-აინშტაინის განაწილებით და არ არის დამოკიდებული კონკრეტული ნიმუშის სახეობაზე. შესაბამისად უნდა ვივარაუდოთ, რომ (1) გამოსახულებაში პროპორციულობის კოეფიციენტს სხვადასხვა ნიმუშისათვის ექნება მახლობელი მნიშვნელობა.

დაუშვათ, ნანოკომპოზიტური ნახშირბადის მილი, რომელშიც მოთავსებულია გრაფენის ნანონაწილაკები (ნანოკომპოზიტი), იმყოფება ლაზერის სხივით დასხივების ზემოქმედების ქვეშ. თავად გრაფენი ჩავთვალოთ ელექტრულ ტალღამტარად. შესაბამისად, ნანომოწყობილობა მთლიანობაში ჩავთვალოთ ლითონ-დიელექტრიკის ერთიან სისტემად. ასეთი სისტემის სითბოგამტარობის მექანიზმის დადგენა საინტერესოა დასმული ამოცანის განხილვის შემთხვევაში.

სითბოგამტარელობის იდეალიზირებული მექანიზმი მეტალი-დიელექტრიკის საზღვარზე შემოთავაზებულია ნაშრომში [6]. ჩვენ შემთხვევაში

„ლითონად“ შეიძლება ჩავთვალოთ გრაფიტის მაგვარი მიდამო, რომლის სითბოგამტარობაა λ_{Gr} . ნაშრომში [6,7] ნაჩვენებია, რომ კაპიცას სითბოწინაღობა დამოკიდებულია ფონონებს და ელექტრონებს შორის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტზე, რომლისგანაც შედგება მეტალი θ ; იგი იზომება $W/(m^2 K)$ და თვითონ მეტალის სითბოგამტარობისაგან. სითბოგამტარობის კოეფიციენტი, განპირობებული კაპიცას სითბოწინაღობით, შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\lambda = \frac{l\sqrt{\theta\alpha V}}{N}; \quad (2)$$

სადაც N საზღვრების რაოდენობაა, რომელსაც გადაკვეთს ფონონი განარბენის სიგრძეზე λ . ჩავსვათ კოეფიციენტი α მნიშვნელობა (2) გამოსახულებაში და ჩავთვალოთ, რომ $\sqrt{C} \approx 1$. მივიღებთ შეფასებას ერთი საზღვრისათვის

$$\lambda = \sqrt{k_B \theta V}.$$

გადასვლით მიდამოში მოქმედებს ორივე მექანიზმი: ჩვეულებრივი მაკროსკოპული სხეულის სითბოგამტარობის და სითბოგამტარობის, რომელიც განპირობებულია ფონონების გაბნევით კომპოზიტის ნიმუშსა და გრაფიტისმაგვარ ნიმუშის მიდამოს შორის. სითბური ნაკადის თანდათანობითი გავრცელებისას კომპოზიტში ხდება მათ შორის საზღვრების გადაკვეთა და თუ გამოვიყენებთ ელექტროსითბურ ანალოგიას თანდათანობითი მიერთების შემთხვევისათვის, შეიძლება დავწეროთ, რომ

$$\lambda = \frac{\alpha V l}{1 + \frac{N \alpha V}{\sqrt{\theta \alpha V l}}}; \quad (3)$$

აშკარაა, რომ, როდესაც საზღვრები მცირეა ან არ არსებობს ($N=0$) ეს გამოსახულება გადადის (1) გამოსახულებაში, ხოლო საზღვრების გარკვეული რაოდენობის შემთხვევაში კი (2) გამოსახულებაში.

გრაფიტის „მინაერთის“ გამოვლენა, რომლის წილიც კომპოზიტის სითბოგამტარობაში ტოლია c -სი, შეიძლება გავითვალისწინოთ წრფივ მიახლოებაში შემდეგნაირად: $\lambda = \lambda_D - (\lambda_D - \lambda_{Cr})c$, სადაც λ - როგორც წინათ, კომპოზიტის სითბოგამტარობის კოეფიციენტი, λ_D - ნიმუშის მარცვლების სითბოგამტარობის კოეფიციენტი, λ_{Cr} - გრაფიტის მსგავსი ნაწილის სითბოგამტარობის კოეფიციენტი.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულის ანალოგიურად შეგვიძლია ჩავწეროთ

$$\lambda = \lambda_D - \left(\lambda_D - \lambda_{Cr} + \frac{\alpha V l}{1 + \frac{N \alpha V}{\sqrt{\theta \alpha V l}}} \right) c. \quad (4)$$

თითქმის სრული გრაფიტიზაციის არ არსებობის დროს კომპოზიტის სითბოგამტარობა გადადის შესაბამისად λ_D და λ_{Cr} -ში, რადგან ამ დროს საზღვრების

რაოდენობა უმნიშვნელოა.

(4) გამოსახულება შემოთავაზებული მოდელის ფარგლებში შეგვიძლია ჩავთვალოთ ძირითად გამოსახულებად. ამასთან, სავარაუდოა, რომ სითბოგადაცემის ცვლილების მსგავსი მექანიზმი დამახასიათებელი იქნება ნაწილაკების ნებისმიერი სახეობის კომპოზიტისათვის. ამ მოსაზრებას ფაქტიურად ადასტურებს ნაშრომებში [7,8] მიღებული შედეგები.

იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ ნაწილაკების ტემპერატურული რეჟიმი, საჭიროა მოვახდინოთ ლაზერული ზემოქმედების რიცხვითი მოდელირება. თუ უგულებელვყოფთ ლაზერული გამოსხივების შთანთქმას ნაწილაკების მიერ, მაშინ შეიძლება შემოვიფარგლოთ ერთგანზომილებიანი მიახლოებით, რადგანაც ლაზერული გამოსხივების ინტენსივობა თანაბრადაა განაწილებული დასხივებული ზონის მიხედვით, ხოლო მისი ზომა რამდენჯერმე აღემატება სითბური დიფუზიის სიგრძეს. იგი იმპულსური გათბობის ხანგრძლივობის დროზეც კი მთელი რიგით მეტია. ერთგანზომილებიან არაწრფივ სითბოგამტარობის განტოლებას სტეფანის პირობით ფაზური გადასვლის საზღვარზე ექნება სახე [9]:

$$\rho(x, T)[c(x, T) + L\delta(T - T_m)] \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[k(x, T) \frac{\partial T}{\partial x} \right] + Q(x, t); \quad (5)$$

$$\left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = 0,$$

$$T|_{x=D} = T|_{t=0} = T_0;$$

სადაც T -ტემპერატურა, $T_0 = 300\text{K}$, t -დროა, x -კოორდინატა მიმართულია ნიმუშის შიგნით, ρ -სიმკვრივეა, c -კუთრი სითბოტევადობაა, k -სითბოგამტარობა, L -სრული დნობის სითბო, T_m -დნობის ტემპერატურა, $\delta(T)$ -დირაკის ფუნქციაა. $Q(x, t)$ ფუნქცია აღწერს სითბოს გამოყოფას ლაზერული გამოსხივების შთანთქმის დროს:

$$Q(x, t) = \alpha(T)(1 - R)q(t) \exp \left\{ - \int_0^x \alpha(T(x')) dx' \right\}; \quad (6)$$

სადაც α -შთანთქმის კოეფიციენტი, R -არეკვლის კოეფიციენტი, $q(t)$ -ლაზერის იმპულსის ფორმაა და აქვს სახე:

$$q(t) = \frac{W}{\tau_p} \sin^2 \left(\frac{\pi t}{2\tau_p} \right). \quad (7)$$

კონკრეტული ნივთიერების შესწავლის დროს საჭიროა გავითვალისწინოთ ოპტიკური და სითბური პარამეტრების ტემპერატურული დამოკიდებულება, ასევე ფაზურ მდგომარეობაზე მათი დამოკიდებულება. ზღვრამდე რეჟიმისათვის გამოსახულებაში შემავალი δ -ფუნქცია აუცილებელია იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ მონოკრისტალის დნობის საწყისი.

ცნობილია, რომ ცალკეული ნანონაწილაკის როგორც სისტემის კონკრეტული ფიზიკური თვისებების გამოთვლა გამძლეებულია, რადგანაც იგი შედგება მრავალი ნაწილაკისაგან, რომლებიც ეთანადებიან კვანტური მექანიკის კანონებს. ცნობილია ასევე, რომ კვანტურმექანიკური სისტემის ოპტიკური თვისებები დაკავშირებულია მუხტის მატარებლების ენერგეტიკული მდგომარეობის სპექტრის თავისებურებებთან: დღეისათვის დადგენილად შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ ნანონაწილაკების ოპტიკური და ელექტროფიზიკური თვისებები განსხვავდება მოცულობითი ნიმუშის თვისებებისგან არსებითად, რაც დაკავშირებულია მათი ენერგეტიკული სპექტრის ცვლილებასთან [6-9].

ნანონაწილაკის კვანტური მდგომარეობის სპექტრის განსაზღვრა შესაძლებელია გავლილი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების სპექტრის მიხედვით. თუ შევადარებთ სხვადასხვა ზომის ნანონაწილაკებით შემდგარი ნანოკომპოზიტების გატარების სპექტრს, შესაძლებელია გამოვთვალოთ ამ დროს მიმდინარე პროცესების ზოგადი შტრიხები. თუ ჩავთვლით, რომ ნანონაწილაკების რაოდენობა N არც ისე დიდია და მას ეცემა ბრტყელი ელექტრომაგნიტური ტალღა, რომლის ტალღური ვექტორიც ძევს $(\alpha; y)$ სიბრტყეში, მაშინ სინათლის სხივის ნორმალური დაცემის დროს ნანოკომპოზიტის ბრტყელ საზღვარზე, რომელიც მოთავსებულია x ღერძის პერპენდიკულარულად, გატარების კოეფიციენტისათვის გამოსახულება შესაძლებელია ჩავწეროთ ასეთი სახით [10]:

$$T(\omega; N) = \frac{(1 - [R^2])^2 \cdot \exp(-\beta L)}{1 + R^2 \cdot \exp(-2\beta L)} ; \quad (8)$$

სადაც β -ექსტინქციის კოეფიციენტი, R -სხივის არეკვლის კოეფიციენტი ფენის საზღვართან, რომელიც, როგორც წესი, ექსპერიმენტის დროს ნაკლებია ერთზე, L -მანძილია, რომელიც გადის ნანოკრისტალის კომპოზიტში.

დისკუსია და ანალიზი. ნაშრომში განხილული საკითხი მეტად აქტუალურია მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების სხვადასხვა განხრისთვის. დასმული ამოცანის გადაწყვეტა საშუალებას იძლევა დაზუსტდეს ნანოკომპოზიტური მასალის ლაზერით დასხივებისას წარმოშობილი ზოგიერთი ოპტიკური და სითბური ეფექტები კვანტური ცდომილების საზღვრებში. მოყვანილი ფიზიკური მოდელი საშუალებას იძლევა გავითვალისწინოთ ნანოკომპოზიტის სითბოგამტარობა და სტეფანის ამოცანის საფუძველზე მიღებულია $Q(\alpha, t)$ ფუნქცია, რომელიც აღწერს სითბოს გამოყოფას ლაზერული გამოსხივების შთანთქმის დროს (6). შედეგად დადგენილია, რომ კონკრეტული ნივთიერების შესწავლის დროს საჭიროა გავითვალისწინოთ ოპტიკური და სითბური პარამეტრების ტემპერატურული დამოკიდებულება, ასევე ფაზურ მდგომარეობაზე მათი დამოკიდებულება.

როგორც ცნობილია, ნანონაწილაკის კვანტური მდგომარეობის სპექტრის

განსაზღვრა შესაძლებელია გავლილი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების სპექტრის მიხედვით. ბრტყელი ელექტრომაგნიტური ტალღის დაცემის შემთხვევისთვის, რომლის ტალღური ვექტორიც ძევს $(x; y)$ სიბრტყეში და ვივარაუდებთ, რომ სინათლის სხივის ნორმალური დაცემის დროს ნანოკომპოზიტის რომელიც მოთავსებულია x ღერძის პერპენდიკულარულად, გატარების კოეფიციენტისთვის ჩაწერილია (8) გამოსახულება.

დასმული ამოცანის გადაწყვეტის შედეგად მიღებული შედეგები არსებითია ნანოტექნოლოგიური პროცესების დაზუსტებისთვის და ნანოკომპოზიტების პრაქტიკული გამოყენებისთვის. რადგანაც საკითხი გადაწყვეტილია მიკროზომების დონეზე, ამიტომ მიღებული შედეგები კიდევ უფრო არსებითი ხდება პრაქტიკული მიზნების წარმატებით გადაწყვეტისთვის.

დასკვნა. განხილული ფიზიკურ-მათემატიკური მოდელი შესაძლებლობას იძლევა მოხერხდეს ონკოლოგიური დაავადებების დროს მეთოდის პრაქტიკულად შემუშავება, რასაც დიდი მნიშვნელობა ექნება როგორც ნანოტექნოლოგიებისთვის და ნანომედიცინისათვის, ასევე შესაძლო გამოყენების სხვა სფეროებისთვისაც. მიღებული შედეგები გააადვილებს მთელი რიგი პრაქტიკული მნიშვნელობის საკითხების გადაჭრას, კერძოდ, ნანომედიცინაში შესაძლებელს გახდის სხვადასხვა სახის მძიმე დაავადებების დროულ დიაგნოზირებას. შესაძლებელია ასევე განხილული მოდელის მოდიფიცირება, რასაც ნათელს მოჰყენს შემდგომი ექსპერიმენტული კვლევები.

ნაშრომში დასმული ამოცანა გადაწყვეტილია კვანტური ფიზიკის ზოგადი პრინციპების შესაბამისად, რაც ზრდის მიღებული შედეგების პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობებს. მიღებული შედეგების შედეგად დაზუსტებულია განხილული ამოცანის პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობები და სავარაუდო შედეგების სიზუსტე.

ლიტერატურა:

1. Khvedelidze L. On non-linear spreading of light in dielectric nanocomposite. International Scientific Conference. Vol. 1. 28 December, p 3-5. 2019. Warsaw. Poland.
2. Khvedelidze L. On the nonlinear light scattering in a dielectric nanocomposite. International Scientific Conference. Science and Innovation 2021: Development Directions and Priorities. Melbourne, Australia. August, p. 188-194. 2021.
3. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. //Физическая кинетика. (Теоретическая физика. Т. X). Изд. 2. М.: Физматлит, 2007. 536 с.
4. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. Изд. 3. СПб.: Лань, 2008. 624 с.

5. *Eidelman E.D., Vul A.Y.* // J. Phys.: Condens. Matter. 2007. V. 19. P. 266 210.
6. *Мейлахс А.П., Эйдельман Е.Д.* // Письма ЖЭТФ. 2014. Т. 100. В. 2. С. 89
7. *Pernot G., Stoffel M., Savic I.* et al. // Nature Materials. 2010. V. 9. P. 491–495.
8. *Yu J.-K., Mitrovi S., Tham D., Varghese J., Heath J.R.* // Nat. Mater. 2010. V. 9. P. 491–495.
9. Алфёров Ж.И. Физика и техника полупроводников. (ФТП), 32, 3 (1998).
10. Днепровский В.С., Жуков Е.А., Муляров Е.А., Тиходеев С.П. ЖЭТФ, 74, 77 (2004).
11. Bohren K.H., Huffman D. R. Adsorption and scattering of light by small particles. New York Chichester. 1983.
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред (М., Гостехиздат, 1957).

On some physical effects arising from laser irradiation of nanocomposite materials consisting of nanoparticles

Summary

Based on the general principles of quantum physics, some physical effects arising from laser irradiation of nanocomposite materials are discussed. The considered physical and mathematical model allows us to practically develop a method for oncological diseases, which will be of great importance both for nanomedicine and for various possible applications. Nanotechnology today opens up wide opportunities for solving many practical problems that are quite realistic in the foreseeable future.

სექცია – Section
III
ბიოეკოლოგია
Bioecology

გარემოს ზოგიერთი ფაქტორის გავლენა სტომატოლოგიური პათოლოგიის მიდრეკილების პირებზე

ადეიშვილი თ^{**}, ჟვითიშვილი თ^{**}, ჟღენტი ე^{***}, დავარაშვილი ხ^{*}.

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია^{**}

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია^{***}

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი^{*}

აბსტრაქტი. სტომატოლოგიურ დაავადებათა მატებამ, რომლებიც უკანასკნელ წლებში აღინიშნება მთელ მსოფლიოში, მიგვიყვანა მთელი რიგი სამედიცინო და სოციალურ-ეკონომიკურ პრობლემამდე. შეიძლება დავეთანხმოთ, ან არ დავეთანხმოთ, იმ ეტიოლოგიური ფაქტორების მკვლევარებს, რომლებიც განაპირობებენ პირის ღრუს ქსოვილების დაავადებათა წარმოშობას. მაგრამ, თანამედროვე პერიოდი დაკავშირებულია გარემოს დაბინძურებასთან და აუცილებელი გახდა მათ განვითარებაზე, გარემო დაჭუჭყიანების ფაქტორების მავნე გავლენების შესწავლა.

ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას, რომელმაც უკანასკნელ წლებში მზარდი საფრთხეების ხასიათი შეიძინა, წარმოადგენს ადამიანთა ჯანმრთელობის და მათ შორის სტომატოლოგიური დაავადებების დამოკიდებულება გარემოს დაბინძურების ხარისხზე, შრომისა და ყოფაცხოვრების პირობების მნიშვნელობაზე [1].

1. შესავალი

პირის ღრუს დაავადებათა გაცნობიერების სულ პირველი ნაბიჯებია გდადგმული და მათ უკავშირებდნენ ორგანიზმის საერთო მდგომარეობას. ამ შემთხვევაში დაავადებათა განვითარებაში მიკროფლორის გარდა დიდ ყურადღებას უთმობდნენ ორი - მიკრო და მაკროორგანიზმების სამყაროთა ურთიერთქმედების ორ ფორმას: სხვადასხვა სახის რეზისტენტობებს და იმუნიტეტს. სწორედ, ორგანიზმის დამცველი თვისებების - მისი გამძლეობის და რეზისტენტობის გაგებაში ხედავდნენ ადამიანის ჯანმრთელობისა და მისი პროფილაქტიკის მნიშვნელოვანი პრობლემების გადაწყვეტას [2].

თანამედროვე მედიცინაში დიდი ყურადღება ექცევა სამრეწველო საწარმოებისა და მათი მოქმედების პირობების გავლენას პერსონალის ჯანმრთელობაზე და ასევე მათ მახლობლად მცხოვრები მოსახლეობის მდგომარეობაზე [3].

მსგავსი გამოკვლევებიდან აღვნიშნავთ ბავშვების კბილის კარიესით დაავადებებს მძიმე ელემენტების მარილებით ინტოქსიკაციის დროს.

ამიაკური საწარმოს გარემო ასევე უწყობს ხელს სტომატოლოგიური დაავადებების განვითარებას, რადგანაც სამრეწველო სათავსების ჰაერში ქიმიური ნივთიერებების შემცველობა რამდენჯერმე აჭარბებს ზღვრულად დასაშვებ ნორმებს.

ამრიგად, როგორც მკვლევარები აღნიშნავენ, შრომის განსაკუთრებული პირობები და ჰაერის ქიმიური შედგენილობის თავისებურებები ნეგატიურად მოქმედ-

დებენ ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე და სამრეწველო საწარმოების მუშაკთა სტატუსზე.

ტრადიციულად ჩამოყალიბდა ისე, რომ მნიშვნელოვან განვითარებას, როგორც სამედიცინო მეცნიერების დარგმა, მიაღწია საზღვაო მედიცინამ, რომელიც სწავლობს ჯანდაცვის თეორიასა და პრაქტიკას ზღვებზე და ის იკვლევს მეზღვაურების შრომისა და ყოფა-ცხოვრების პირობებს. ასევე იძლევა ზოგადი და პროფესიული დაავადებების წინააღმდეგ ბრძოლის პროფილაქტიკური ღონისძიებების მეცნიერულ დასაბუთებას.

ჩატარებული მასშტაბური კვლევების მიუხედავად, დღეისათვის არ არსებობს საბოლოოდ ჩამოყალიბებული შეხედულება ძირითადი სტომატოლოგიური დაავადებების ეტიოლოგიაზე და პათოგენეზზე, ხოლო ამასთან დაკავშირებით შემოთავაზებულია მათი პროფილაქტიკისა და მკურნალობის მრავალი განსხვავებული სქემა და სამკურნალო საშუალება.

სტომატოლოგიურ დაავადებათა პროფილაქტიკა დღეისათვის პირველ რიგში უნდა განხორციელდეს კლიმატო-გეოგრაფიული და ეკოლოგიური პოზიციების გათვალისწინებით. დედამიწაზე ცხოვრების პირობები ძირითადად იცვლება და ძლიერ გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე [4].

სტომატოლოგიურ დაავადებათა წარმოშობისა და განვითარების ერთ-ერთ პირობას წარმოადგენს გარემოს თვისებების ცვლილება და მათი გავლენა ადამიანზე, რომელიც ყოველთვის ვერ ეგუება ასეთ რთულ ვარიაციებს [2].

თანამედროვე ადამიანზე მოქმედებს სხვადასხვა ფაქტორები: სოციალური, ეკონომიური, საწარმოო, ურბანიზაციული, ინფორმაციული დატვირთვა და მიგრაციის ზრდა, ძვრადობა, მოსახლეობის მობილობა.

მედიცინის თვალსაზრისით ორგანიზმზე გარემო ფაქტორების ზემოქმედებას შეიძლება მოჰყვეს დამღუპველი შედეგი. ბუნებრივი რესურსების ინტენსიური გამოყენების შედეგად და გარემოზე ტექნოგენური დატვირთვის ზრდის გამო უკანასკნელ ხანებში შეიქმნა კრიტიკული ეკოლოგიური სიტუაცია, რომელიც ზემოქმედებს ადამიანთა ჯანმრთელობაზე [5].

გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან დაწყებული, შეინიშნება მზარდი ინტერესი ეკოლოგიური თუ გეოფიზიკური ფაქტორების სტომატოლოგიური დაავადებების მდგომარეობაზე ზემოქმედების შესწავლის მიმართ, რაც უპირველეს ყოვლისა, განპირობებულია ობიექტური მიზეზებით.

უკანასკნელ ათწლეულებში გამოკვლევათა დიდი რაოდენობა ეძვნება სტომატოლოგიურ დაავადებებზე რადიაციული დაბინძურების გავლენებს. გაზრდილი რადიაციული ფონის პირობებში დაიკვირვება პარადონტის ქსოვილების დაავადების ზრდის ტენდენცია ორგანიზმის რეზისტენტობის შემცირების შედეგად.

2. მიღებული შედეგები

იმ პირებს, რომლებიც იმყოფებოდნენ იონირებული გამოსხივების ქვეშ დაევ-
ვირვებოდნენ გენერალიზებული პარადონტიტის მატარებელი პარადონტის ქსოვი-
ლების სრული დასნეობვება, რაც ხშირ შემთხვევაში სრულდებოდა სიმპტომატუ-
რი კატარული გინგივიტის განვითარებით [6].

გინგივიტითა და პარადონტიტით ავადმყოფთა რიცხვი, რომლებიც ცხოვრო-
ბენ იონირებული გამოსხივებით დაბინძურებულ ტერიტორიებზე მნიშვნელოვ-
ნად მეტია სუფთა რეგიონებში მცხოვრებზე.

დამტკიცდა, რომ ადამიანებზე ნეგატიურ გავლენას ახდენს ჰაერში არსებული
მაღლე ქიმიური ნაერთები. საცხოვრებლებში და სათავსებში მაღლე აირების, აერო-
ზოლებისა და ორთქლის მოხვედრის ძირითადი წყაროებია გამონაბოლქვი აირე-
ბი, ძრავებისა და ქვაბების სათბობისა და ზეთების არასრული წვის პროდუქტები.
დამახასიათებელია სამღებრო კომპოზიციების მომატებული ნორმები, რაც ხდება
დახურულ და ჩაკეტილ სივრცეებში სხვადასხვა მოწყობილობების შეღებვის
დროს. დაყრილი ტვირთების (ხორბალი, ქვანახშირი, მადანი, სასუქი და სხვა მინე-
რალური ნედლეული) გადაზიდვისას გამოვლენილია ჰაეროვანი გარემოს მნიშვნე-
ლოვანი დამტვერიანება, რაც მიმდინარეობს განსაკუთრებული ინტენსიურობით
ღია გემბანებზე და რონოდებზე და მან ასჯერ და კიდევ უფრო მეტად შეიძლება
გადააჭარბოს ზღვრულად დასაშვებ ნორმებს [1].

3. დასკვნები

ამრიგად, ზემოთქმული უჩვენებს უშუალო კავშირს სხვადასხვა სტომატო-
ლოგიურ დაავადებასა გარემოს ეკოლოგიური და გეოფიზიკური მახასიათებლე-
ბის ცვლილებებს შორის.

მსოფლიო და სამამულო ეკონომიკის განვითარება განაპირობებს სამრეწველო
კომპლექსის გაფართოებას. მრეწველობის ცალკეული დარგების მუშაკთა შრომა
დაკავშირებულია შრომის ძალიან საშიშ პირობებთან, რომლებიც ხასიათდებიან
სხვადასხვა ბუნებისა და ინტენსიობის მაღლე სამრეწველო ფაქტორების კომპლექ-
სურ ზემოქმედებასთან. შრომის განსაკუთრებით საშიში პირობები რადიაციული
და ქიმიური სამრეწველო ფაქტორების ზემოქმედებისას განაპირობებენ სტომატო-
ლოგიურ დაავადებათა უფრო გამოხატულ ინტენსიობას, პირველ რიგში კი, პირის
ღრუს პარადონტისა და სანერწყვე გარსის დაავადებათა გაძლიერებას [7].

ლიტერატურა

1. Авалиани С.А. и др. Окружающая среда Оценка риска для здоровья (Мировой опыт). М. Владос – Пресс, 1999.
2. Наша планета – наше здоровье. Доклад ВОЗ по здравоохранению и окружающей среде. М., 1995
3. Davies A. et al. Oral care in advanced disease. Oxford University Press, USA, 2005.
4. ადეიშვილი თ., დავარაშვილი ხ., ჟვიაშვილი თ. სტომატოლოგიური გართულებათა კავშირი ქვეყნის მოსახლეობის სოციალურ-ეკოლოგიურ მდგომარეობასთან. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, ტომი IX, ქუთაისი, 2023.
5. Робинovich И. М. и др. Роль микрофлоры в патологии слизистого рта. Стоматология, №5, 2002.
6. Цепов Л.М. Патология пародонта при системных заболеваниях. Маэстро стоматологии, №1, 2009.
7. Глазунов О.А. Влияние железорудной пыли на состояние организма и стоматологический статус работников промышленности. Вестник стоматологии, №3, 2008.

The Influence of Some Environmental Factors on Individuals Prone To Dental Pathology SUMMARY

One of the most actual problems nowadays, of the scope of growing threat, is the dependence the human health, including dental disease, on the degree of pollution of the environment, the value of work and livine conditions.

Human activity in difficult operating conditions leads to the development of occupational diseases.

ცნობიერების რთული პრობლემა

მაგდანა ჯიქია, თემურ ადეიშვილი, თინათინ ადეიშვილი,
რაფიელ ქართველიშვილი

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი. კაცობრიობის მთელი არსებობის მანძილზე ცნობიერება წარმოადგენს ფილოსოფიისა და ფსიქოლოგიის ერთ-ერთ ძირითად პრობლემას. თითოეული კულტურა და ყოველი ისტორიული პერიოდი იძლეოდა თავის პასუხს ცნობიერების არსისა და ბუნების შესახებ, მისი წარმოშობის, სტრუქტურისა და ფუნქციების ირგვლივ. ეს კითხვები უშუალოდაა დაკავშირებული სამყაროს წარმოშობასთან და ამგვარად წარმოადგენს ონტოლოგიური მიდგომის საფუძველს. ცნობიერების გლობალური ევოლუცია მჭიდროდაა დაკავშირებული მთელი უკიდუგანო სამყაროს ევოლუციასთან. ამიტომ მისი არსისა და ფიზიკური სტრუქტურის გარკვევა კაცობრიობის ერთობ საინტერესო და გადაუჭრელ პრობლემას წარმოადგენს.

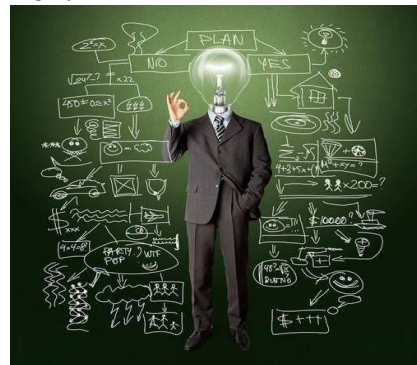
საკვანძო სიტყვები: ნეირონი, პარადიგმა, ინდეტერმინიზმი, ჰიპოთეზა, ონტოლოგია, დუალიზმი, მონიზმი

XX საუკუნის ბოლოს ავსტრალიელი მეცნიერი **დავით ჩალმერსი** მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ თანამედროვე ნეიროფიზიოლოგიისათვის ცნობიერება წარმოადგენს რაღაცით ზედმეტს ტვინის ფუნქციონირების მიმართ და მას უწოდა „ცნობიერების რთული პრობლემა“, რომელიც ფაქტიურად წარმოადგენს ფსიქოფიზიკური პრობლემის თანამედროვე დასმას. აქ მოკლედ შევხებით ინფორმაციულ თეორიას, ემერჯენტულ მატერიალიზმს, პანფსიქიზმსა და კვანტური თეორიის ონტოლოგიას.

ამერიკული ნეიროფიზიკის პოზიციის თანახმად ფსიქიკურ პროცესთა მთელი სიმრავლე შეიძლება აიხსნას ფუნქციონალურ სისტემათა მეშვეობით, რომლებიც შედგება ცალკეული ბლოკებისაგან. ფუნქციონალური სისტემის კონკრეტული ელემენტები (მოდულები, ბლოკები) მიეთანადებიან ტვინში არსებულ მის ნეირონულ კორელიანტებს. ე. ი. პირიქით შეიძლება ითქვას, რომ ტვინი წარმოგვიდგება ძლიერ მაღალდიფერენცირებული და რთული გამომთვლელი სისტემის სახით, მაშინ როცა ცნობიერება ასახიერებს მის შიგნით არსებულ საინფორმაციო პროცესებს. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ტვინი - წარმოგვიდგება ძალიან რთულ კომპიუტერად, რომელიც შედგება ცალკეული უფრო წვრილი ბლოკებისაგან, რომლებიც ახორციელებს ინფორმაციის გაცვლას და მისი დახმარებით ერთიმეორის მართვას.

დავით ჩალმერსმა ყურადღება მიაქცია იმ სირთულეებს, რომლებიც გამოვლინებას იწყებენ ცნობიერებაზე ასეთი შეხედულების დროს. **ჩალმერსის** აზრით ცნობიერების ყველა პრობლემა შეიძლება დავყოთ ადვილი პრობლემების სიმრავლედ, რომლითაც დღეს აქტუალურადაა დაკავებული კოგნიტური ნეირომეცნიერება (ყურადღების, მეხსიერების, ანალიზის, ინფორმაციის გადამუშავებისა და

სხვ. ე. ი. სახელდობრ ისეთი ფიზიკური ობიექტი როგორიცაა ტვინი ამუშავებს ინფორმაციას და მართავს თავის ბლოკებს) და ერთ რთულ პრობლემად (რატომ არსებობს საერთოდ ცნობიერება და კვალა), რომელიც წარმოადგენს კედელს, რომელზეც იმსხვრევა ცნობიერების ყველა ნეიროკოგნიტური თეორია. **ჩალმერსი** თავისი პოზიციის სასარგებლოდ ერთ-ერთ არგუმენტად იყენებს წარმოსახვით აზრობრივ ექსპერიმენტს ფილოსოფიურ **ზომბებთან** ერთად. ექსპერიმენტის პირობის მიხედვით - ეს არის **ჩალმერსის** ორეული, რომელსაც არ გააჩნია განცდები და თუნდაც რომელიმე ფენომენალური სამყარო, მაგრამ ამავდროულად წარმოადგენს მის სრულ ფიზიკურ ასლს [1]. მაშინ ფიზიკისა და კერძოდ ნეიროფიზიკის საფუძვლებიდან გამომდინარეობს, რომ ტვინი **ჩალმერსის** მიხედვით და მისი ფილოსოფიური ზომბისა ერთნაირია. მაშინ ნეირონთა ფუნქციონირება და მათი ქცევებიც არ უნდა განსხვავდებოდნენ. მათ შორის რომელს გააჩნია ცნობიერება? აუცილებელია ამ პრობლემაზე აქცენტირება, რადგანაც ნეიროფიზიკისათვის მართლაც არ არსებობს განსხვავება **ჩალმერსსა** და მის ფილოსოფიურ ზომბს შორის, მისთვის ცნობიერება მართლაც ეპიფენომენურია, ე. ი. ის არსებობს, მაგრამ არაფერზე არ ახდენს გავლენას. ცნობიერებაზე ნეიროკოგნიტური საინფორმაციო მიდგომის რეაბილიტაციის მცდელობისას, **ჩალმერსმა** დასვა შემდეგი კითხვა: „დავუშვათ ცნობიერებითი პროცესები რაღაც ხარისხში შეიძლება დავიყვანოთ ტვინში მიმდინარე საინფორმაციო პროცესებზე, მაგრამ მაშინ რატომ არ მიმდინარეობენ ისინი სიბნელეში და რატომ არ შეიმეცნებიან ისინი? ტვინს შეუძლია ინფორმაციის გადამუშავება და მასზე ადეკვატურად პასუხის გაცემა. მაგრამ რატომღაც ჩვენ კიდევ განვიცდით ამ იმფორმაციას, ე. ი. ვგრძნობთ სხვადასხვა ემოციებს, ვხედავთ ფერებს და ა. შ. რატომ არაა ჩვენს შიგთავსში ყველაფერი ბნელი?“



ტვინი, როგორც კომპიუტერი

ჩალმერსის კითხვებზე პასუხის გაცემისას, **დუბროვსკის** [1] შემოაქვს ცნება „ინფორმაცია ინფორმაციის შესახებ“ და გამოჰყოფს განსაკუთრებულ პირობებს, რომელთა დროსაც ფიზიკურ სისტემაში ინფორმაციული პროცესები მიმდინარეობენ „არა სიბნელეში“, არამედ განცდებით. **დუბროვსკის** მიხედვით, ტვინში საინფორმაციო პროცესები ორდონიანია. პირველი დონე - ესაა ტვინში უშუალო ნეირონული აქტივაცია, მაგალითად, ესაა ინფორმაცია მხედველობის ველში იმ მგელ-

ზე, რომელიც უყმუის მთვარეს და ასევე ინფორმაცია ნაღვლის გრძნობის შესახებ ლიმფურ სისტემაში, რომელიც გამოწვეულია ადამიანში ამ სურათის მეშვეობით. მაგრამ - მეორე დონე თავის მხრივ ეს არის უკვე ინფორმაცია ინფორმაციის შესახებ, ანუ ინფორმაცია მგლისა და ნაღვლის შესახებ ტვინის მთელი ეგო-სისტემისათვის. სახელდობრ ეს მეორე დონის ინფორმაცია, ინფორმაცია ეგო-სისტემისათვის უკვე წყვეტს მიმდინარეობას სიბნელეში და გარდაიქმნება განცდად და ცნობიერებად.

მაგრამ ტვინის ეგო-სისტემა - ეს უბრალოდ ნეირონთა სიმრავლეა (რომლებშიც აისახება ინფორმაცია) და ტვინის სხვა ნაწილები, არ წარმოადგენს სირთულეს შექმნას კომპიუტერში ისეთივე ეგო-სისტემა. მასში ასევე აისახება საინფორმაციო პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობენ მთელ სისტემურ ბლოკში, მაგრამ განცდები და ცნობიერება კომპიუტერს არა აქვს. ამავდროულად ადამიანს ფენომენალური ცნობიერება რატომღაც მაინც წარმოექმნება, ამიტომ შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ **დუბროვსკის** საინფორმაციო მიდგომა ვერ წყვეტს ცნობიერების რთულ პრობლემას და თუ ფიზიკურ ეგო-სისტემა არა, არამედ მეობა, „მე“ სუბიექტი ქმნის მეორე დონის ფიზიკური საინფორმაციო პროცესებს განცდებისეულს, მაშინ უკვე უნდა დაისვას სხვა კითხვები - „რას წარმოადგენს ეს სუბიექტი, რომელიც ქმნის ასეთ „ჯადოქრულ“ გარდაქმნებს? რატომ არსებობს სუბიექტი და როგორაა დამოკიდებული ტვინზე? შეიძლება თუ არა ითქვას, რომ სუბიექტი „მე“ - ესაა საინფორმაციო პროცესები ტვინში. არა. ინფორმაციას შეიძლება წარმოადგენდეს მხოლოდ მოდელი, სახე „მე“, რომელიც ინახება ტვინის განყოფილებებში და დაკავშირებულია მეხსიერებასთან, რომელიც აქტიურდება დროის ყოველ მომენტში და ამკვიდრებს პიროვნების იგივეობას. მაგრამ მაშინ რას წარმოადგენს თვით „მე“, რომელიც ყოველთვის არსებობს ცნობიერებაში და ქმნის საინფორმაციო პროცესებს განცდებისეულს. ასეთ შემთხვევაში ეს ემერჯენტული მოვლენა არ დადის ფიზიკურ ინფორმაციულ პროცესებამდე, რაც ნიშნავს, რომ ინფორმაციული მიდგომა არასრული ყოფილა, რადგანაც სახელდობრ „მე“ ქმნის იმის შესაძლებლობას, რომ უმაღლესი დონის ფიზიკურმა საინფორმაციო პროცესებმა „არ გადავიდნენ სიბნელეში“.

და ბოლოს, კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი შენიშვნა, რომელიც უნდა გაკეთდეს ცნობიერების ნეიროკოგნიტური მოდელებისა და **დუბროვსკის** საინფორმაციო მიდგომის მიმართ: ფიზიკური მატარებლისაგან განცალკევებით აღებული სუფთა ინფორმაცია წარმოადგენს მხოლოდ ადამიანურ აბსტრაქციას. რეალურ ფიზიკურ სამყაროში ასეთი საგნები უბრალოდ არ არის, არამედ არის მხოლოდ ნეირონები, რომლებიც თავიანთი წინაპრების დაბოლოებებზე მიმოიცვლებიან მედიატორებით და აქტივირებენ, ან ახშობენ ერთმანეთს. ცნობიერებისადმი ინფორმაციული მიდგომის კონტექსტში **ჩალმერსის** მხოლოდ ორ ასპექტურ თეორიაში ცნება ინფორმაცია გამოიყენება კორექტულად.

განცდების ინფორმაციასთან დაუყვანლობის აღიარებამ **ჩალმერსი** მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ ერთი და იგივე ინფორმაცია ერთდროულად რეალიზდება

როგორც ფიზიკურ, ისე ფენომენალურ სამყაროში [2]. სხვანაირად, ჩალმერსის ორ ასპექტოვან თეორიაში თვით სუფთა ინფორმაცია წარმოადგენს აბსტრაქტულ არსს, რომელიც აკავშირებს ფიზიკურს და ფენომენალურს. ე. ი., ჩალმერსის მიხედვით, ფიზიკურ სამყაროში (ტვინში) მიმდინარეობს ფიზიკურ-ინფორმაციული პროცესები, ხოლო ფენომენალურ სამყაროში (ცნობიერება) - ფენომენალური საინფორმაციო პროცესები. მაგრამ ისინი და სხვები ახდენენ ერთი და იგივე ინფორმაციის რეალიზაციას. მაგალითად, თუ მე ვხედავ მგელს, რომელიც უყმუის მთვარეს და განვიცდი ნაღვლიანობას, მაშინ ინფორმაცია მთელ ამ სურათზე და ჩემს გრძნობებზე ერთდროულად რეალიზდება ფიზიკურ სამყაროში და ამავე დროს, ჩემს ფენომენალურ ცნობიერებაში ვხედავ შავ მგელს, რომელიც შემფოთებულია მთავარით და განვიცდი ნაღველს. ამრიგად, განცდები ჩალმერსისათვის ეს არაა „ინფორმაცია ინფორმაციაზე“. არა ინფორმაციული პროცესი ტვინში და საერთოდ არა ინფორმაცია, არამედ კვალია. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ინფორმაციის რეალიზაციის ორ ასპექტური თეორია არ წყვეტს ცნობიერების რთულ პრობლემას. რატომ რეალიზდება ინფორმაცია ფენომენალურ სამყაროში. თუ მას შეუძლია რეალიზაცია მხოლოდ ფიზიკურში (ტვინში)?

ემერჯენტული მატერიალიზმი აყენებს იდეას იმის შესახებ, რომ ცნობიერება და განცდა წარმოადგენს „განსაკუთრებულ“ ფიზიკურ მოვლენებს, რომლებიც წარმოიშობიან ნეირონთა ისეთ დიდ და რთულ სისტემაში გაერთიანებისას, როგორიცაა ტვინი. ემერჯენტის ცნების განმარტებისას, აუცილებელია გავაცალკევოთ ძლიერი და სუსტი ემერჯენტი.

სუსტი ემერჯენტი - ეს სისტემური თვისებაა, რომელიც სრულად გამომდინარეობს მასში შემავალი სისტემის ელემენტებიდან და „ემერჯენტულია“ მხოლოდ იმიტომ, რომ ჯერ შეუსწავლელია ის კანონები, რომელთა მიხედვითაც ფუნქციონირებენ სისტემის ელემენტები. სუსტი ემერჯენტული მატერიალიზმი ონტოლოგიურ დონეზე არანაირ ახალს არ გვატყობინებს და სრულიად ფიზიკალისტურია.

ძლიერი ემერჯენტი - ესაა სისტემური თვისება, რომელიც არ გამომდინარეობს ელემენტების თვისებებიდან. და როცა ცნობიერება როგორც ემერჯენტული თვისება, რომელიც წარმოიქმნება როგორც დიდ სისტემაში ნეირონთა გაერთიანების დროს, არ გამოიყვანება თვით ნეირონთა ფიზიკური თვისებებიდან. ამიტომ ფილოსოფიური ზომბები ლოგიკურად შეუძლებელი იქნება, რადგანაც ცნობიერების გარეშე მათ არ ექნებათ ემერჯენტული ფიზიკური თვისებები. ე. ი. არ იქნებიან რეალურად ფიზიკურად იდენტურები რეალურ ადამიანთან.

მაგრამ თუ ცნობიერება - ესაა მაღალგანვითარებული მატერიის ფიზიკური ემერჯენტული თვისება, მაშინ ის, როგორც ფიზიკური თვისება, უნდა ჩანდეს მესამე პირის პოზიციიდან. ნეირონთა ფიზიკური თვისება (ელექტრული მუხტი მემბრანაში, მასა) ჩანს აქედან, მაგრამ ცნობიერება, როგორც ფიზიკური თვისება მესამე პირის პოზიციიდან არ ჩანს ისე უშუალოდ, ჩანს მხოლოდ პირველი პირის პოზიციიდან, ამიტომ ის არ შეიძლება იყოს ემერჯენტული ფიზიკური თვისება. ე. ი.

ემერჯენტული მატერიალიზმი არ შეიძლება იყოს სწორი. თუ ცნობიერება მაინც არის ტვინის ემერჯენტული თვისება, მაშინ ის უნდა იყოს არაფიზიკური ახალი თვისება.

მატერიის ონტოლოგიური აღნაგობის ანალიზისას **ბ. რასელმა** ყურადღება მი-აქცია მას, რომ ფიზიკური სამყარო წარმოდგენადია როგორც სხვადასხვა ფიზიკურ პარამეტრთა ფარდობების სიმრავლე საკუთარი წარმოდგენის გარეშე იმის შესახებ, რასაც წარმოადგენენ ეს პარამეტრები [3]. როგორც **დ. ჩალმერსი** აღნიშნავს „ჩვენ პირდაპირ არ გაგვაჩნია არანაირი წარმოდგენა ფიზიკის შინაგანი თვისებების შესახებ. მათი ადგილი ვაკანტურია და ფენომენალური თვისებები გამოიყურებიან არა ნაკლებ ღირსეულ კანდიდატებად მათ როლზე, ვიდრე სხვები [1]. იმისათვის, რომ გავარჩიოთ ელექტრონთა შინაგანი თვისებები მაღალდონობრივი ფენომენალური ცდისაგან, **ჩალმერსმა** მათ **პროტოფენომენალურები** უწოდა, ხოლო მესამე პირის პოზიციიდან სუბიექტურად გამოიყურება როგორც ფიზიკური ნაწილაკი, რომელსაც გააჩნია მუხტი და მასა. მაშინ „ელექტრონი ელექტრონისათვის“ ეს რაღაც მარტივი, პროტოფენომენალურია, ხოლო „ტვინი ტვინისათვის“ - ეს რაღაც უფრო რთული, ე. ი. ფენომენალური ცნობიერებაა.

რასელის იდეა ლამაზია, მაგრამ ასეთ თეორიაში ცნობიერება შეიძლება შედგებოდეს, ან ტვინის ნაწილაკთა პროტოფენომენალური ასპექტებისაგან, ან მათ მიმართ რაღაც ემერჯენტულისაგან. ელექტრონის შიგა ასპექტი - ეს კერძოდ ფენომენალურად წარმოდგენილი მასა და მუხტია, და ეს ზუსტი არაა ცნობიერებაში. თუ მთელი ტვინის პროტოფენომენალური ასპექტები ურთიერთქმედების დროს წარმოშობენ ემერჯენტულ ფენომენალურ თვისებას (ცნობიერებას), მაშინ ის უნდა დაიკვირვებოდეს გარედან როგორც ახალი „ფიზიკური თვისებები“. მაგრამ ის არ ჩანს, ე. ი. **რასელისა** და **ჩალმერსის** პანფსიქიზმი ვერ წყვეტს ცნობიერების რთულ პრობლემას.

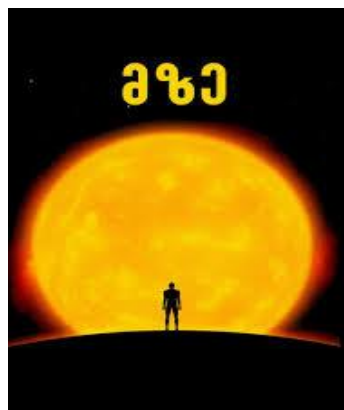
XX საუკუნის დასაწყისში აღმოცენდა კვანტური მექანიკა, რომელმაც დაამსხვრია კლასიკური წარმოდგენა სამყაროს შესახებ. მისი მთავარი განსხვავება კლასიკურისაგან იყო ის, რომ ფიზიკური ობიექტები იმყოფებოდნენ არა ერთ ფიქსირებულ მდგომარეობაში, ან ადგილზე, არამედ ერთდროულად მრავალ ადგილზე [1, 4]. ე. ი. ელექტრონი შეიძლება ერთდროულად იმყოფებოდეს ათასზე მეტ ადგილას, რაც გაუგებარია სამყაროს კლასიკური გაგებით.

ახლანდელ ეტაპზე ჯერ კიდევ გაუგებარია, მოქმედებს თუ არა კვანტური ფიზიკის კანონები მხოლოდ მცირე ფიზიკური ობიექტებისათვის. თუ ისინი ვრცელდებიან დიდ ფიზიკურ ობიექტებზეც და მათ შორის ტვინზეც. ამჟამად მეტნაკლებად დამკვიდრებულ პარადიგმას წარმოადგენს ის, რომ მიკროსამყაროში მოქმედებს კვანტური ფიზიკის ინდეტერმინისტული კანონები, ხოლო მაკროსამყაროში **აინშტაინ - ნიუტონის** დეტერმინისტული კანონები. ტვინი წარმოადგენს მაკროობიექტს, მაგრამ ამავდროულად ის შედგება კვანტური ობიექტებისაგან, რომლებიც მასში მოქმედებენ ნეირონულ პროცესებზე [5].

კვანტური ფიზიკის ჩამოყალიბებიდან გარკვეული დროის შემდეგ ზოგიერთმა ნეირომეცნიერმა დაიწყო კონკრეტული ჰიპოთეზების წამოყენება თავის ტვინში მნიშვნელოვანი კვანტური ეფექტების არსებობის შესახებ. **ჰამეროფმა, ეკლზმა, ფიშერმა, პოზნერმა** და სხვებმა სხვადასხვა დროს გამოთქვეს აზრი თავის ტვინში კვანტური ეფექტების არსებობის შესახებ, მაგრამ ჯერჯერობით ამ ჰიპოთეზებიდან ექსპერიმენტულად არც ერთი არაა დაფიქსირებული.

უპირველეს ყოვლისა აუცილებელია გაირკვეს ცნობიერების კვანტური თეორიის არსი და არა კონკრეტულად ტვინში სად მიმდინარეობენ კვანტური პროცესები. თუ ნეირონებს შორის სიგნალების გადაცემა მიმდინარეობს კვანტური და არა კლასიკური ფიზიკის კანონებით, მაშინ „ახლა“ ტვინი იმყოფება არა ერთ მკაცრად დაფიქსირებულ მდგომარეობაში, არამედ ერთდროულად უამრავ მდგომარეობაში. ასეთ შემთხვევაში ცნობიერებას ყოველ მეცში შეუძლია აირჩიოს რომელ კვანტურ მდგომარეობაშია შესაძლო სიმრავლიდან რომელიმე ერთი, ე. ი. განახორციელოს ტვინის ტალღური ფუნქციის რედუქცია. ამრიგად, კვანტურ თეორიებში ცნობიერების გააზრებისას ყალიბდება თავისუფალი არჩევის ონტოლოგიური დასაბუთება. ასევე აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ცნობიერების კვანტური ონტოლოგიები უნდა დაიყოს ორ ტიპად: დუალისტური - არსებობს ცნობიერება და მისგან გამოცალკევებით ტვინი, რომელიც იმყოფება კვანტურ მდგომარეობათა მრავალსახეობაში; მონისტური: ცნობიერება ეს არის „შიგნიდან“ ტვინის კვანტურ მდგომარეობათა სიმრავლე.

უფრო დამაჯერებელია მეორე ტიპის ონტოლოგია, რომელიც დამატებით უნდა იყოს შეერთებული პანფსიქიზმთან. მოცემული მონისტური ონტოლოგია ცნობიერების კვანტური ონტოლოგიის ჩარჩოებში შეიძლება აღიწეროს შემდეგნაირად: თუ შევხედავთ ფიზიკურ სამყაროს, ისე როგორც ის წარმოდგენილია ცნობიერებაში, მაშინ ჩვენ მას ვხედავთ ყოველთვის ისეთნაირად, როგორც ის იყო რამდენიმე მილიწამის წინ. მაგალითად, ახლა მე ვხედავ მზეს, მაგრამ სინამდვილეში მე ვხედავ მზეს ისეთს, როგორიც ის იყო რვა წუთის წინ. და თუ მე ვხედავ ადამიანს, მაშინ მე მას ვხედავ არა აწმყოში, არამედ როგორიც ის იყო წარსულში, რამდენიმე მილიწამის წინ.



მე ვხედავ მზეს



მე ვხედავ ადამიანს

ყველაფერი, რაც იმყოფება ცნობიერებაში - ესაა ფიზიკური სამყაროს გამოსახულება როგორც ის იყო წარსულში. არის მხოლოდ ერთი გამონაკლისი, მხოლოდ თვით „მე“, თვით თავისუფალი შერჩევის პროცესი ტვინის მომავალი მდგომარეობის ერთ-ერთი ვარიანტი წარმოგვიდგენს არა წარსულს, არამედ სახელდობრ ტვინის მდგომარეობის შერჩევის ამ პროცესს. და ზოგჯერ ცნობიერება - ესაა ის, როგორ გამოიყურება ტვინი პირველი პირის პოზიციიდან, ე. ი. ცნობიერება - ესაა „კვანტური ტვინი კვანტური ტვინისათვის“, რომელიც ასრულებს ტვინის ტალღური ფუნქციის კოლაფსის პროცესს. მაგრამ რატომ კვანტური ტვინი კვანტური ტვინისათვის შიგნიდან გამოიყურება როგორც ფენომენალური ცნობიერება და არა ფიზიკურ ნაწილაკთა სიმრავლე? აუცილებელია დავუმატოთ, რომ ცნობიერება ესაა:

- „მე“ (სუბიექტი),
- ტვინის კვანტურ მდგომარეობათა სიმრავლე;
- ამ კვანტურ მდგომარეობათა „მიკუთვნება „მე“ მდგომარეობისადმი.

ფაქტიურად ცნობიერება - ესაა სახელდობრ, ტვინის კვანტურ მდგომარეობათა „მე“-სადმი მიკუთვნება. ამიტომ ვერ ვიტყვით რომ ცნობიერება წარმოადგენს სუფთა ფიზიკურს, რამდენადაც „მე“-ს გარეშე შეუძლებელია ავხსნათ ტვინის ტალღური ფუნქციის კოლაფსი.

კვანტური ონტოლოგიის გამოყენება ცნობიერების რთულ პრობლემაში ახალ შესაძლებლობებს ხსნის ცნობიერების ფილოსოფიისათვის, მაგრამ მაინც აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ცნობიერების ეპიფენომენალობის პრობლემას ის წყვეტს მხოლოდ ნაწილობრივ. თუ დ. ჩალმერსის წარმოსახვით ექსპერიმენტს გავუკეთებთ დამატებას, შეიძლება წარმოვიდგინოთ კვანტური ფილოსოფიური ზომბი, რომელსაც ექნება რეალური ადამიანის მსგავსი კვანტური ტვინი, მაგრამ არ ექნება ფენომენალური ცნობიერება, რომელიც შემთხვევითი რიცხვების კვანტური გენერატორის დახმარებით ავტომატურად შეარჩევს ტვინის ერთ-ერთ შესაძლო მდგომარეობას. და მაშინ ისევ კვანტური ფილოსოფიური ზომბი გვერდიდან არაფრით არ იქნება განსხვავებული რეალური ცოცხალი ადამიანისაგან. ამიტომ, სამწუხაროდ, ცნობიერების არც ერთი შესაძლო კვანტური თეორია მომავალში პოტენციურადაც კი ვერ შეძლებს ცნობიერების რთული პრობლემის გადაჭრას.

ბოლოს დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ არც ინფორმაციული მიდგომა, არც ცნობიერების ემერჯენტულობის იდეა და არც ცნობიერების კავშირი შრე-დინგერის ტალღური ფუნქციის კოლაფსთან არ წყვეტს ცნობიერების რთულ პრობლემას. შესაძლოა მოცემული პრობლემა საერთოდ არ იხსნება ანალიზური აზროვნების ფარგლებში და მეცნიერებს არ სურთ ცნობიერების ილუზიად გაცხადება. მაშინ საჭიროა დამატებით ფიზიკურ-ფიზიოლოგიურ - ფილოსოფიური მდგომარეობის შემუშავება და გამოყენება, რომლებიც რადიკალურად იქნებიან არსებულიაგან განსხვავებული.

ლიტერატურა

1. Дубровский Д. И. Зачем субъективная реальность или «почему информационные процессы не идут в темноте?» (ответ Д. Чалмерсу). Вопросы философии, 2007, №3.
2. Чалмерс Д. В поисках фундаментальной теории. М. ULSS, 2013.
3. Грин Б. Ткань космоса. Пространство, время и текстура реальности. М.: Лиبراком, 2011.
4. Eccles J. C. Do mental events cause neural events analogously to the probability fields of quantum mechanics? 1986. v. 227, n.1249.
5. ადეიშვილი თ., ჯიქია მ., ადეიშვილი მ. ტვინის, ცნობიერებისა და აზროვნების ფიზიკური საფუძვლები. ქუთაისი, 2020.

The complex problem of consciousness

Summary

It may be concluded that, neither informational approach, nor the idea of the emergence of consciousness, nor the connection of consciousness with the collapse of the Schrödinger's wave solve the complex problem of consciousness. This problem may not be solved in the framework of analytical thinking at all, and scientists are not willing to declare consciousness as illusion. In this case it is necessary to develop and use additional physical-physiological-philosophical conditions which will be totally different from the existing ones.

Key words: neuron, paradigm, indeterminism, hypothesis, ontology, dualism, monism.

ხელოვნური კომპიუტერული რადიაციის გავლენა კბილებზე და მათი ნეკროზი

დავარაშვილი ხ., ჟვიაშვილი თ., ადუშვილი თ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი. კომპიუტერული ნეკროზი - ეს პათოლოგიური მდგომარეობაა, რომლის დროსაც მიმდინარეობს მაგარი ქსოვილების სიკვდილი (ფუნქციის დაკარგვა) ელექტრომაგნიტური ტალღების გამო. ასეთი მდგომარეობა არ შეიძლება იყოს მშვიდი, ვინაიდან პაციენტს აწუხებს ისეთი სიმპტომები, როგორიცაა: ემალის მაღალი მგრძნობიარობა; კარიესთან კავშირის არმქონე ბნელი ლაქები და პირის ღრუს სიმშრალე.

შესავალი. ამ ავადმყოფობით უფრო ხშირად ავადდებიან 30 წლამდე ასაკის ისეთი ადამიანები, რომლებიც დღე-ღამეში კომპიუტერთან ატარებენ 10-12 საათს. პათოლოგიური პროცესი ვითარდება თანდათანობით. იმისათვის, რომ მაგარი კბილების ქსოვილები დაირღვეს ელექტრომაგნიტური ტალღების გავლენით მოითხოვება დაახლოებით ათი წელი.

მაგრამ, თანამედროვე ადამიანის ყოფა მჭიდროდაა დაკავშირებული ელექტრომაგნიტურ გამომსხივებლებთან. ბევრი კომპიუტერთან ატარებს არა მარტო სამუშაოზე, არამედ მის შემდეგაც ჰობის სახით. ამის შედეგად, ამ ავადების განვითარების ვადა ზოგიერთ პირებში 2 წლამდე მცირდება.

მაგარი ქსოვილების ნეკროზი - ესაა კბილის მაგარი ქსოვილების სისტემური მრავალრიცხოვანი დაზიანება, რაც იწვევს ემალისა და დენტინის ზედაპირზე დეფექტის წარმოქმნას. მაგარი ქსოვილების ნეკროზი ვითარდება კბილების ამოჭრის შემდეგ სხვადასხვა მავნე ფაქტორების გავლენის შედეგად. ამჟამად ეს პათოლოგია შეადგენს კბილის მაგარი ქსოვილების ყველა არაკარიოზული ავადების თითქმის 9%-ს. ის თანაბარი რაოდენობით გვხვდება ქალებში და კაცებში.

ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედებით პათოლოგიის განვითარება - ეს არის პათოლოგიური რეაქციათა ნამდვილი ჯაჭვი. პირველ რიგში ელექტრომაგნიტური ტალღები მოქმედებენ ოდონტობლასტზე. ამ უჯრედების განადგურებას მივყავართ კბილების მნიშვნელოვანი კომპონენტების დაზიანებამდე. კვლევის დროს ირკვევა, რომ კალციუმი იხსნება 77%-ით სწრაფად, ხოლო ფოსფორი - 91%-ით. ეს ციფრები მართლაც უჩვენებს პრობლემის აქტუალობას.

ელექტრომაგნიტური ველების გავლენით ასევე იცვლება მყარი კომპონენტების ელექტოგამტარობა, რაც საბოლოოდ იწვევს ემალის მჟავებით დაზიანების რისკის ზრდას.

არსებითია, რომ ემალის კარგავს დამცველობით ფუნქციას, ამიტომ ის უფრო სწრაფად იშლება.

1. ძირითადი გამოვლინებები და გართულებები.

კბილების ნეკროზს ახლავს არასპეციფიკური სიმპტომები, რომლებიც სხვა სტომატოლოგიურ დაავადებათა მსგავსია. ამიტომ პათოლოგიური პროცესის დიაგნოსტიკას უნდა ახორციელებდეს მხოლოდ კვალიფიცირებული სტომატოლოგი [2].

დაავადების ადრეული ეტაპზე აღინიშნება მგრძნობიარობის მომატება საკვების ქიმიური კომპონენტებისადმი, ტემპერატურისადმი და მექანიკური ზემოქმედებისადმი. ჰიპერესტენზია პაციენტს უქმნის მნიშვნელოვან დისკომფორტს და მოითხოვს სტომატოლოგის აუცილებელ ზედამხედველობას. თუ თავის დროზე არ გამოვავლენთ პათოლოგიურ პროცესს, მაშინ შეიძლება მივიღოთ წარმოსახვითი გაუმჯობესება. საქმე ისაა, რომ კომპიუტერული ნეკროზის დროს კბილები არ გვტკივა, მაგრამ ისინი განაგრძობენ რღვევას. გართულებულ მდგომარეობაში ზოგიერთი პაციენტი მიმართავს ექიმს ესთეტიკური ეფექტის გამოვლენის გამო. მყარი ემალის ზედაპირზე ჩნდება მრავალრიცხოვანი მიხაკისფერი ლაქები.

კიდევ ერთი სიმპტომი შეიძლება იყოს პირის სიმშრალე, რომელიც წარმოიშობა ნერწყვის შემცირებისა და მისი სიბლანტის გადიდების გამო. ის ასევე აქვეითებს ორგანიზმის დამცველ თვისებებს და ადამიანს შეიძლება დაეწყოს პირის ღრუს ინფექციურ-ანთებითი დაავადებები (მაგალითად, სტომატიტი).

ავადმყოფობას ასევე გააჩნია თანმხლები პათოლოგიები, რომელთა რიცხვს მიეკუთვნება: ღვიძლის დაავადება; სისხლის შედედების დროის გაზრდა და ნეიროდერმიტი.

დღეისათვის გრძელდება პათოლოგიის შესწავლა და შეიძლება გამოვლინდეს ახალი სიმპტომები და თანმხლები დაავადებები.

პათოლოგიის მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს სიმპტომატიკის სიმცირე. მრავალი პაციენტი ვერ ამჩნევს პათოლოგიურ ცვლილებებს, რაც იწვევს ჯანმრთელობის არსებით პრობლემებს. პაციენტის ორგანიზმის დამცველი ფაქტორების დაქვეითებისას ხშირად დაიკვირვება სხვადასხვა ინფექციები და ვითარდებიან ისეთი პათოლოგიები როგორიცაა: კარიესი, პულპიტი და პერიოდონტიტი [3].

ამის შედეგად პაციენტი შეიძლება წააწყდეს არა მარტო ესთეტიკურ მიმზიდველობას და ღეჭვითი ფუნქციის დარღვევას, არამედ მყარი ძირების მთლიან დაკარგვასაც. ზოგიერთ პაციენტისათვის მრავალრიცხოვანი გაშუქებები და რღვევის პათოლოგიური სიჩქარე შეიძლება გახდეს ფსიქოლოგიური დისკომფორტის მიზეზი.

დაავადების დროულად აღმოჩენის მიზნით აუცილებელია სტომატოლოგის რეგულარული კონსულტაცია პროფილაქტიკური მიზნით. სპეციალისტის მიერ კბილების დათვალიერება გამოავლენს სხვადასხვა ეტაპზე პათოლოგიურ ცვლილებებს და ამით შენარჩუნებული იქნება კბილების ღეჭვითი უნარიანობა. პათო-

ლოგიის დიაგნოსტიკა შედგება შემდეგი ძირითადი ეტაპებისაგან:

1. **დათვალიერება.** გასინჯვის დროს აღმოჩენილი იქნება კბილების დაავადების კერები. გადაგვარების დეფექტები და კერები ფიქსირდებიან არა მარტო გვირგვინის ნაწილში, არამედ ძირების არეებშიც.

2. **ელექტროდონტომეტრია.** ეს პროცედურა აუცილებელია პულპის სიცოცხლისუნარიანობის შესაფასებლად. ასევე ფასდება ნერვული სისხლძარღვების კონეზის საპასუხო რეაქცია ელექტრულ დენზე.

3. **ორთოპანტომოგრამა.** ამ დროს გადაღებული სურათი საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს დაქვეითებული მინერალიზაციის კერები, ასევე ძვლის ქსოვილის ატროფიის უბნები.

ავადობის დიაგნოსტიკისას მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ანამნეზი. ამიტომ უკიდურესად მნიშვნელოვანია სტომატოლოგმა იცოდეს კომპიუტერთან მუშაობის ხანგრძლიობის შესახებ [4].

2. შეიძლება თუ არა პათოლოგიის განკურნება.

კბილების მყარი ქსოვილების ნეკროზის განკურნებისას აუცილებელია შევზღუდოთ პაციენტზე მავნე ფაქტორის ზემოქმედება. მოცემული სახის პათოლოგიაში აუცილებელია კომპლექსური მკურნალობის განხორციელება: საერთო და ადგილობრივი. საერთო მკურნალობა მიმართული უნდა იყოს ორგანიზმის რეაქტიულობისა და იმუნური სისტემის ამაღლებისაკენ. ადგილობრივი მკურნალობა ხორციელდება ექიმ-სტომატოლოგების მიერ.

დაავადების საწყის სტადიებზე კბილების მაგარი ნაწილების გასამაგრებლად გამოიყენება რემინერალიზებადი თერაპია, კალციუმის პრეპარატების მეშვეობით. ღრმულების წარმოქმნისას მიმდინარეობს დეფექტების დაგმანმა თანამედროვე დაბჯენითი მასალებით. მძიმე სტადიების დროს, როცა დაიკვირვება მყარი ქსოვილების გამოხატული დაზიანებები, ახორციელებენ კბილების აღდგენას ორთოპედიული კონსტრუქციებით. კონსტრუქციის ფორმას არჩევენ ორთოპედ-სტომატოლოგი, ინდივიდუალურად ყოველი პაციენტისათვის.

კბილების მყარი ქსოვილების ნეკროზის პროფილაქტიკისათვის პაციენტებმა აუცილებელია დაიცვას საწარმოებში არსებული უსაფრთხოების წესები, გამოიყენოს ინდივიდუალური თავდაცვის საშუალებები, შინაგანი ორგანოების პათოლოგიის შემთხვევაში გაიაროს დისპანსერული დათვალიერება ზოგადი პროფილის ექიმებთან, არ გამოტოვოს რეგულარული დათვალიერებები ექიმ-სტომატოლოგთან, ჩაიტაროს პირის ღრუს სანაცია და დაიცვას მისი ჰიგიენის მაღალი დონე [5].

ლიტერატურა:

1. Ломияшвили Л.М. Борисенко М.А. Клинико-лабораторная диагностика органов и тканей полости рта лиц, работающих под воздействием электромагнитного излучения. Институт стоматологии, №1, 2007.
2. ადგიშვილი თ., ჟვიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ., ადგიშვილი მ. სტომატოლოგიური ეკოლოგიის ზოგიერთი აქტიური პრობლემების შესახებ. საერთაშორისო ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ მოხსენებათა კრებული, ქუთაისი, 2013
3. ჟვიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ. სტომატოლოგიურ დაავადებათა პროფილაქტიკის ძირითადი პრინციპები. საერთაშორისო ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომები. ტომი IX, ქუთაისი, 2023
4. Кулаков А., Рабухина Н., Аржанцев А. Диагностическая значимость методик рентгенологического исследования при дентальной имплантации. «Стоматология», 1, 2006.
5. Sturdevant C.M. The Art and The Science of Operative Dentistry. Mosby, New-York, 1995.

The effect of human computer radiation on teeth and their necrosis

SUMMARY

The paper discusses dental and aral pathologies during necrotic processes of hard tissues resulting from exposure to computer electromagnetic radiation and presents methods for their treatment.

საწარმოო ფაქტორების გავლენა ყბა-სახის არეზე

თ. ჟვითიაშვილი, ო. ჟვითიაშვილი, ხ. დავარაშვილი, თ. ადეიშვილი

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი. ბიოლოგიური ბუნების არახელსაყრელი ფაქტორების გავლენა ხელს უწყობს ადამიანის ორგანიზმში სხვადასხვა პათოლოგიური პროცესების ჩამოყალიბებას, რითაც გავლენას ახდენს კბილ-ყბის სისტემაზე. ნაშრომში წარმოდგენილია მონაცემები ამ ფაქტორების პირის ღრუსა და ყბა-სახის არის ქსოვილებზე გავლენის შესახებ.

შრომისუნარიან მოსახლეობაში სტომატოლოგიურ დაავადებათა ძალიან ფართომასშტაბური გავრცელება ექიმ-სტომატოლოგთა ყურადღებას ადამიანის შრომითი საქმიანობის პირობებზე და ხასიათზე ახდენს კონცენტრირებას. ამასთან დაკავშირებით არანაკლები მნიშვნელობა აქვს მშრომელთა პირველად და პერიოდულ სამედიცინო დათვალიერებას. პროფესიული ვარგისიანობის ექსპერტიზაში ექიმ-სტომატოლოგის მონაწილეობა მოითხოვს შესაბამის ცოდნას შრომის სანიტარულ-ჰიგიენურ საკითხებში. დღეისათვის დაგროვილია საკმარისი მასალა კბილ-ყბის სისტემაზე ქიმიურ-ფიზიკური საწარმოო ფაქტორების მავნე ზემოქმედების მტკიცებულების შესახებ.

ინფორმაცია ბიოლოგიური საწარმოო ფაქტორების შესახებ ძალიან გაბნეულია. მოცემულ ნაშრომში მოცემულია მასალები სამშენებლო გარემოს ბიოლოგიური ფაქტორების პირის ღრუსა და ყბა-სახის არის მდგმარეობაზე გავლენის შესახებ.

საწარმოო ბიოლოგიური ფაქტორები ყურადღებას იქცევს მათი წყაროების მნიშვნელოვან გავრცელებასთან, მიკრობიოლოგიური სინთეზის უსწრაფეს განვითარებასთან, ბიოტექნოლოგიების გართულებასთან, საწარმოო ინფექციური აგენტის მაღალ კონტაგიოზურობასთან, სანიტარულ-ჰიგიენური და სანიტარულ-პროფლაქტიკური ღონისძიებების არასრულყოფილებასთან დაკავშირებით. მუშა-მოსამსახურეების ორგანიზმზე ბიოლოგიური ფაქტორების ზემოქმედებით გამოწვეული პროფესიული დაავადებების ხვედრითი წონა XXI საუკუნის მეორე ათწლეულის დასაწყისში შეადგენდა 3,76% და მას გააჩნდა კლების ტენდენცია პროფესიულ დაავადებებთან და ინტოქსიკაციებთან შედარებით [1]. მიკრობიოლოგიური მრეწველობის მზარდი როლი, რომელიც დაკავშირებული იყო ამინომჟავების, ვაქცინების, იმუნოგენური პრეპარატების, საკვები დანამატების, ცილოვან-ვიტამინური კონცენტრატების წარმოებასთან, მიმდინარეობდა გარემოს ობიექტების ანთროპოგენური ბიოლოგიური დაბინძურების ზრდის ფონზე. სამრეწველო წარმოებაში ბაქტერიების, აქტინომიცეტების საფუარების და სხვათა გამოყენება განაპირობებდა ბიოლოგიური დაბინძურების სრულიად ახალი სახეების - მიკროორგანიზმებისა და მათი პროდუქტების წარმოქმნას, რომლებიც ასევე აბინძურებდნენ

ჰაერს და სათავსებს.

გამოყოფენ ბიოლოგიურ ფაქტორთა ორ ჯგუფს:

1. ტექნოგენური ჯგუფი, რომელიც დაკავშირებულია ბიოტექნოლოგიის, წარმოებისა და სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის განვითარებასთან, მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ორგანული ნედლეულის სხვადასხვა სახეობის გადამუშავების ინდუსტრიის განვითარებასთან.

2. ბუნებრივი ჯგუფი (ადამიანების, ცხოველებისა და ფრინველების დაავადებათა აღმოჩენები, გადამტანები და მატარებლები და სხვ.) ე.ი. ბუნებრივი პროცესების ელემენტები, რომლებიც განსაზღვრული პირობების დროს არახელსაყრელ გავლენას ახდენენ ადამიანზე.

ტექნიკური ჯგუფის საწარმოო ბიოლოგიურ ფაქტორთა ზემოქმედება დამახასიათებელია ისეთი საწარმოების მუშაკთათვის, როგორიცაა სასოფლო-სამეურნეო, კვების, ფარმაცევტული და მიკრობიოლოგიური სინთეზის მრეწველობები.

პურსაცხოები და საკონდიტრო საწარმოების სანიტარულ-ჰიგიენური პირობები ხასიათდებიან სამუშაო ადგილებზე შაქრისა და ფქვილის მტერის დასაშვები კონცენტრაციის მნიშვნელოვანი სიჭარბით. აღინიშნება, რომ საკონდიტრო და პურის საცხოები საწარმოების მუშაკებში პარადონტის დაავადებას გააჩნია გავრცელების მაღალი დონე, ხოლო მისი დაავადების ხარისხი მძიმე ხასიათისაა. საკონდიტრო და პურსაცხოები საწარმოების მუშაკთა პირის ღრუს ქსოვილთა მდგომარეობის კლინიკურ ფუნქციონალურ კვლევებში გამოვლენილია სტომატოლოგიურ დაავადებათა მიმდინარეობის თავისებურებები და სამრეწველო ფაქტორთა ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულებები [2,3].

ამ გამოკვლევების მიხედვით საკონდიტრო და პურსაცხოები საწარმოების მშრომელებში პარადონტის ანთებითი დაავადების განვრცობადობა 100%-მდე აღწევს 5 წლის განუწყვეტელი მუშაობის განმავლობაში. მეკონდიტრებისა და პურის მცხოველთა მუშაობის სტაჟის გადიდებით პარადონტის ანთებითი დაავადებების სტრუქტურაში აჭარბებს პარადონტიტის საშუალო და მძიმე ხარისხი. პარადონტის კლინიკური მდგომარეობა ხასიათდება ანთების კლინიკური ინდექსების უფრო მაღალი დონით და პარადონტური ჯიბეების ღრძილოვანი სიღრმის PH მჟავიანობის დონის მომატებით. მიკროცირკულარული აშლილობების პათოგენეზში პარადონტის ანთებითი პროცესების დროს, მეკონდიტრებსა და პურის მცხოველებში დომინირებს კაპილარულ კალაპოტში სისხლის დინების შენელების გამოხატული მოვლენა [4]. გამოვლენილია, რომ საკონდიტრო წარმოების ფაქტორთა ერთობლივი გავლენა ხელს უწყობს კარიოზული და არაკარიოზული წარმოშობის კბილების მაგარ ქსოვილთა დასნეობვებას და აქვს საკონდიტრო ფაბრიკაში მუშაობის სტაჟზე მისი განვრცობადობის დამოკიდებულებები.

მიკრობიოლოგიური სინთეზის წარმოების თავისებურებებს წარმოადგენს

ბაქტერიების, სოკოების, ვირუსების ცხოველებისა და მცენარეების უჯრედების მეშვეობით პრეპარატების მიღება. ამ პროცესის ბიოტექნოლოგიური წარმოების ძირითად არახელსაყრელ ფაქტორებს წარმოადგენს ცოცხალი და მკვდარი ორგანიზმები, ცხოველქმედების პროდუქტები, ცილების მტვერი და ასევე აქტიური ქიმიური ნივთიერებები, რომლებიც ხვდებიან სუნთქვის ორგანოებში და ილექებიან პირის ღრუს ლორწოვან გარსზე აეროზოლების სახით. მიკროორგანიზმ-პროდუქტებს შეუძლია გავლენა მოახდინონ ორგანიზმის მიკროფლორაზე, ანდა განაპირობოს მისი სენსიბილიზაცია. ცალკეულ შემთხვევაში სიცოცხლისუნარიანმა სოკო-პროდუცენტებმა შეიძლება გამოიწვიონ ტკივილშემქმნელი მოქმედებები, განსაკუთრებით იმ პირებში, რომელთაც აქვთ ორგანიზმის დაბალი გამძლეობა და იწვევს კანდიდოზურ დაავადებებს. ანტიბიოტიკებთან კონტაქტის მქონე პირებს, ალერგიული დაავადებები ხშირად უვლინდებათ კანის, საცრემლეებისა და სუნთქვის ორგანოების დაზიანების სახით. შეიძლება შეგხვდეს ალერგიული დერმატოზები, ზედაპირული კანდიდოზები და კანდიდოზომატარებლობა. ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევები, რომლებიც უტარდებათ ანტიბიოტიკების მწარმოებელ მუშაკებს პირის ღრუს, ყელისა და ცხვირის არეებში გამოავლინა მიკრობული ბიოცენოზის რღვევა ლორწოვანი გარსების სუბატროფიკული, ჰიპერპლასტიკური და კატარული პროცესების განვითარებით. ასევე გამოვლინდა ორგანიზმის ანტიმიკრობული რეზისტენტობის დაქვეითება, მათ შორის პირის ღრუს ადგილობრივი იმუნიტეტის მაჩვენებლებზე.

ისეთი მუშაკების კომპლექსური გამოკვლევებით, რომელთაც საწარმოო კონტაქტი ჰქონდათ ტეტრაციკლინის მტვერთან და სხვა ანტიბიოტიკებთან, გამოვლენილია სპეციფიკური სტომატოლოგიური სიმპტომატიკა. გამოკვლეულ მუშაკებში დომინირებდა ჩივილები პირის ღრუს სიმშრალეზე და სიმხურვალეზე, ლორწოვანი გარსის, ენისა და ტუჩების წვა. ვიზუალურად აღინიშნებოდა პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის ცვლილებები. ღრძილების პათომორფოლოგიურმა კვლევებმა უჩვენა მრავალი სოკოსებრი წარმონაქმნი მაკოზის კლინიკური არარსებობის დროსაც. პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის ცვლილება ხდებოდა კბილების კარიესის მაღალი ინტენსიობის დროს. კბილების კარიოზული პროცესების განვითარების მექანიზმების შესწავლის მიზნით ა. ლებედევმა [5] მოცემული კატეგორიის მუშაკებზე ჩაატარა პირის ღრუს ყველა ქსოვილის გამოკვლევა, პირის სითხის შემადგენლობის განსაზღვრით. კლინიკურ ეპიდემიოლოგიური გამოკვლევებისას გამოვლენილია თავისებურებები კბილების კარიესის განვითარებასა და მიმდინარეობაში [6]. მათ შორის მნიშვნელოვანია კარიოზული პათოლოგიის მაღალი გავრცელობა და ინტენსიობა. ანტიბიოტიკების წარმოების მუშაკებში კბილების კარიესის გავრცელება ყველა ასაკის ჯგუფებში 82,0%-დან 100%-მდეა. კარიოზული დაავადებები ლოკალიზდებოდნენ ზედა ყბის ფრონტალურ კბილებზე.

ბიოლოგიურ ფაქტორებთან საწარმოო კონტაქტი აქვს სასოფლო-სამეურნეო დარგის სპეციალისტებსა და მუშაკებს. პესტიციდებისა და ბიოლოგიური შხამი-მიკატების ინტენსიური გამოყენება არღვევს ორგანიზმის ფერმენტაციულ აქტიურობასა და უჯრედული მეტაბოლიზმს, ხოლო არახელსაყრელი ბიოლოგიური ეფექტები წარმოიშობიან როგორც უშუალოდ, ისე მომდევნო პერიოდებში. სასოფლო-სამეურნეო კომპლექსის მუშაკთა შორის ინფექციური დაავადებების რისკის ჯგუფში პირველ ყოვლისა იმყოფებიან ვეტერინარული ზედამხედველობის სამსახურები და მეფრინველეობისა და მეცხოველეობის საწარმოთა მშრომელები. მოცემული სპეციალობის პირებს აღენიშნებათ პროფესიული ინფექციური დაავადებები, რომელთა წარმომქმნელებად გვევლინებიან პათოგენური ბაქტერიები, ვირუსები, სოკოები, ჰელმინთები და სხვ.

ბიოლოგიური ფაქტორები წარმოადგენს ყველა იმ ფაქტორთაგან დომინირებადს, რომლებიც გავლენას ახდენენ სამედიცინო მუშაკების ჯანმრთელობაზე. ამ ჯგუფის პროფესიულ დაავადებებს მიეკუთვნებიან ინფექციური და პარაზიტული დაავადებები, რომლებიც ისეთი ინფექციების გვარისანია, რომლებთანაც კონტაქტობენ მუშაკები: ტუბერკულოზი, ტოქსოპლაზმოზი, ვირუსული ჰეპატიტი, სიფილისი და სხვები [7].

ლიტერატურა:

1. Рубцова В.Н., Мореханова М.Ю. Здоровье работников сельского хозяйства и модернизация трудовых отношений. Научное обозрение, №8, 2015.
2. ადეიშვილი თ., ჟვითიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ., ადეიშვილი მ. მედიცინის საბუნებისმეტყველო საფუძვლები ნაწილი I, ქუთაისი. 2014
3. Курякина Н.В., Точилловская А.В. Болезни Пародонта и состояние гигиены полости рта у кондитеров: Депонир. Во ВНИИМИ. №23398. – 1994.
4. Скирта Г.Т., Кричена Е.К. Распространенность и интенсивность заболеваний производства. СБ. Тезисов Всесоюзной конференции. М., 2003.
5. Лебедов А.В. Состояние гигиены полости рта у рабочих производства антибиотиков. Маэстро стоматологии, №1, 2007
6. Adeishvili T., Davarashvili Kh. Et al. Climat charge and oral Health. Internat. Scientif conference “Modern Problems of Ecology”. Procceding, Vol. XI, 2024.
7. Касарев В.В., Бабанов С.А. Профессиональные болезни: Учеб. Пособие. М., ИНФРА-М, 2011.

The Influence of Workplace Factors On the Maxillofacial Area

SUMMARY

Adverse Workplace impacts of Biological nature facilitate the establishment of pathological processes in humans. It affects of dentoalveolar system. Researche information about influence of workplace biological factors on the state of oral mucosa and maxsillofacical tissues is given in the article.

ზაფხულის პერიოდის კლიმატის გავლენა ადამიანის კბილების მდგომარეობაზე

დავარაშვილი ხ., ჟვიაშვილი თ., ჟვიაშვილი ო., ჯიქია მ.

ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი. ზაფხულის პერიოდში მრავალი ჩვენგანი ზრუნავს მზის დამწვრობის, ჰიდრატაციის და ორგანიზმის საერთო მდგომარეობის დაცვაზე. მაგრამ, ხშირად გვავიწყდება კბილებისა და მთლიანობაში პირის ღრუს დაცვა გაზრდილი რადიაციისაგან. ზაფხულში ვლინდება მრავალი საშიშროება, რომლებიც უარყოფითად იმოქმედებს კბილ-ყბის სისტემაზე, თუ მას არ მიექცევა დროული ყურადღება.

1. ზაფხულის სეზონის გავლენა კბილ-ყბის სისტემაზე

ზაფხული ისეთი პერიოდია, როცა თითოეული ჩვენგანი ხშირად იცვლის თავის ჩვევებს და ცხოვრების სტილსა და ფორმას. ჰაერის კონდენციონერები, გამაგრილებელი სასმელები, პიკნიკები, და ქუჩის თავყრილობები ხდებიან ჩვენი ყოველდღიურობის ნაწილი. მაგრამ, ეს ცვლილებები შეიძლება ატარებდეს ნეგატიურ ხასიათს და მოქმედებდეს კბილების სიჯანსაღეზე. ჯერ-ერთი, ჰაერის კონდენციონერებმა და ვენტილატორებმა შეიძლება გამოიწვიოს პირის ღრუს სიმშრალე. ნერწყვის გამომუშავების შემცირებამ, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მჟავების ნეიტრალიზაციაში და კბილების დაცვაში, შეიძლება მიგვიყვანოს კარიესის განვითარების რისკის მომატებამდე და პირის ღრუს სხვა პრობლემებამდე [12].

ზაფხული - ეს ისეთი სეზონია როცა ადამიანი ხმარობს შაქრის მაღალი შემცველობის მქონე უფრო მეტ სასმელსა და ტკბილეულობას. ნაყინი, უალკოჰოლო სასმელები, ხილის წვენები და სხვა პოპულარული არჩევანია ზაფხულის ცხელ დღეებში გასაგრილებლად. მაგრამ ამ პროდუქტების ხშირმა ხმარებამ შეიძლება გამოიწვიოს პირის ღრუს მაღალი მჟავიანობა და კბილის ემალის დეგრადაცია. მჟავები მოქმედებენ ემალზე, არღვევენ მის სტრუქტურას და ხელს უწყობენ კარიესის წარმოშობას [3]. გარდა ამისა ტკბილეულობას შეუძლია გამოიწვიოს კბილოვში საჭმლის ნარჩენების დაგროვება, რაც ხელს უწყობს ბაქტერიების გამრავლებას და ნადებების წარმოშობას.

ზაფხული ცხოვრების აქტიური მიმდინარეობის პერიოდია და სუფთა ჰაერზე დიდი ხნით ყოფნის დროა. პიკნიკები, პლაჟზე ბანაობა, გრილ-სალამოები და სხვა ღონისძიებები ხშირად გარემოცულია ტკბილი სასმელების ხშირი მოხმარებით. მათგან უმეტესობა შეიცავს შაქრებისა და მჟავების დიდ რაოდენობას, რაც უარყოფითად მოქმედებს კბილებზე. მაგალითად, გაზირებული სასმელები და ხილის წვენები შეიძლება იყოს განსაკუთრებით მავნეები, რამდენადაც შეიცავენ დიდი ოდენობით შაქარს და მჟავებს, რომლებიც შლიან კბილების ემალს და ხელს

უწყობენ კარიესის განვითარებას. გარდა ამისა, მუქი სასმელების ხმარებამ (ყავა, ჩაი, წითელი და შავი ღვინოები და ასე შემდეგ) შეიძლება ხელი შეუწყოს კბილებზე ლაქების გაჩენას.

2. კბილების დაცვა მზის გამოსხივებისა და გაზრდილი ტემპერატურის ზემოქმედებისაგან

როცა ჩვენ ვეხებით კბილების დაცვის საკითხს, მაშინ ჩვეულებრივ ვფიქრობთ პირის ღრუს სწორ ჰიგიენაზე, ჯანსაღ კვებაზე და ხტომატოლოგთან რეგულარულ ვიზიტზე. მაგრამ, არის კიდევ ერთი ფაქტორი, რომელიც ხშირად ყურადღების მიღმა რჩება, თუმცა მნიშვნელოვანია ჯანმრთელი კბილების შენარჩუნებისათვის. ეს გახლავთ მზის გამოსხივებისა და მომატებული ტემპერატურისაგან განპირობებული მავნე ზემოქმედებისაგან დაცვა [4].

მზის სხივებისა და ექსტრემალური რიცხვის ზემოქმედებისას, კბილები შეიძლება მოექცეს მთელი რიგი ნეგატიური ზემოქმედების პირობებში, დაწყებული დისკომფორტიდან და ემალის დაზიანებიდან ისეთი სერიოზული პირობებით დამთავრებული, როგორიცაა კბილების მგრძნობელობა, კარიესი და მათი ფერის ცვლილება.

კბილის ემალის ერთ-ერთი ძირითადი მტერია ულტრაიისფერი სხივები (უის), რომლებიც წარმოადგენს მზის გამოსხივების ხილული სპექტრის უკიდურესად მოკლე ტალღოვან ნაწილს. ულტრაიისფერი სხივები (უის) ვრცელდება კბილის სტრუქტურის სიღრმეში, შლიან ემალს და აზიანებს დენტინს, რაც იწვევს მტკივნეულ შეგრძნებებს და საბოლოოდ კბილების დაკარგვას.

გარდა ამისა, მაღალ ტემპერატურას ასევე შეუძლია კბილებზე უარყოფითი გავლენის მოხდენა. ისინი აფართოებენ და ამცირებენ (კუმშავენ) კბილების ქსოვილებს, რაც იწვევს მიკრონაპრალებს და რღვევებს კბილის ემალში. ეს გზას უხსნის სხვადასხვა ინფექციებს და პირის ღრუს ავადობებს.

იმისათვის, რომ კბილები დავიცვათ მზის გამოსხივებისა და მაღალი ტემპერატურისაგან უნდა განვახორციელოთ სიფრთხილის რამდენიმე მარტივი ღონისძიება:

1. გამოვიყენოთ მზის საშუალებები ტუჩებისა და პირის ღრუს მახლობელი კანისათვის. ეს დაგვცხმარება შევამციროთ უის ზემოქმედება კბილებზე და ღრძილებზე.
2. ცხელ ამინდში უარი უნდა ვთქვათ ისეთ ცხელ სასმელებზე და საკვებზე, როგორიცაა ცხელი ყავა, ჩაი ან სუპი. ე.ი. უნდა გავაცივოთ ისინი ოთახის ტემპერატურამდე, სანამ მივირთმევდეთ.
3. ზაფხულის ცხელ პერიოდში უნდა ვატაროთ ქუდი, რათა თავიდან ავიცილოთ კბილებზე და ღრძილებზე მზის პირდაპირი შემოქმედება.
4. რეგულარულად უნდა მივმართოთ სტომატოლოგს კბილებისა და ღრძილების

მდგომარეობის პროფესიული შეფასების მიზნით. სტომატოლოგი გამოავლენს მზის გამოსხივებასთან და გაზრდილ ტემპერატურასთან დაკავშირებულ პრობლემებს და შემოგვთავაზებს მკურნალობისა და თავდაცვის შესაბამის ღონისძიებებს.

პირის ღრუს სწორი გამოვლენა შეამცირებს კბილებისა და ღრძილების გამომშრალეობის ალბათობას, რაც შეიძლება გამოიწვიოს მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებამ.

მზის გამოსხივებისა და მაღალი ტემპერატურისგან კბილების დაცვა წარმოადგენს პირის ღრუს საერთო სიჯანსაღის მნიშვნელოვან ნაწილს. სწორი ჰიგიენა და გარემო პირობებისადმი გააზრებული დამოკიდებულება დაგვეხმარება დიდი ხნის განმავლობაში შევინარჩუნოთ ჯანსაღი კბილები.

ზაფხულის სიცხის პირობებში მნიშვნელოვანია არა მარტო ორგანიზმზე და ჰიდრატაციაზე მზრუნველობა, არამედ კბილებისა და პირის ღრუს სიჯანსაღის შენარჩუნება. ამის განხორციელების ერთ-ერთი მთავარი ხერხია ისეთი პროდუქტების მოხმარება, რომლებიც დაგვეხმარება კბილ-ყბის სისტემისავე ჯანმრთელობის შენარჩუნებაში [5]. განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი.

1. **ახალი ხილი და ბოსტნეული:** ზაფხულის პერიოდში ჩვენს განკარგულებაშია ახალი ბოსტნეულისა და ხილის დიდი მრავალფეროვნება. ისინი მდიდარია ვიტამინებითა და მინერალებით, რომლებიც ხელს უწყობენ პირის ღრუსა და კბილების გაჯანსაღების პროცესს. მაგალითად, ფორთოხალი, ვაშლი და სტაფილო შეიცავს C-ვიტამინს, რომელნიც ებრძვიან ღრძილების ანთებას და ამაგრებენ ემალს. ანანასი შეიცავს ფერმენტ ბრომელაინს, რომელიც აფერხებს ანთებით პროცესებს და აუმჯობესებს საჭმლის მონელებას.
2. **მწვანე ჩაი.** ეს პროდუქტი მდიდარია ისეთი ოქსიდენტებით, როგორიცაა კატექინები, რომლებსაც გააჩნია ანთების საწინააღმდეგო თვისებები და გვეხმარება კარიესისა და ღრძილების ანთების გამომწვევი ბაქტერიების წინააღმდეგ ბრძოლაში. ის ასევე ხელს უწყობს სუნთქვის გაუმჯობესებას.
3. **რძის პროდუქტები.** ისეთი რძის პროდუქტები, როგორიცაა იოგურტი და ხაჭო, მდიდარია კალციუმითა და ფოსფორით, რომელიც აუცილებელია კბილების გასამაგრებლად და პირის ღრუში PH -ის რეგულირებისათვის. გარდა ამისა მათში არსებული ბიოტიკები განაპირობებს პირის ღრუში ჯანსაღი მიკროფლორის შენარჩუნებას და ამცირებს კარიესის განვითარების რისკს.
4. **კაკლები და თესლები.** ისეთი კაკლები და თესლები, როგორიცაა ნუში, ნიგოზი და მხესუმზირას თესლი მდიდარია ცხიმოვანი მჟავებით, E-ვიტამინითა და კალციუმით. ისინი ხელს უწყობენ კბილის ემალის გამაგრებას და პირის ღრუს ჯანმრთელობას.
5. **წყალი.** აუცილებელია აღინიშნოს სიცხის პირობებში წყლის საკმარისი რაოდენ-

ნობით მოხმარების მნიშვნელობა. წყალი გვეხმარება საჭმლის ნარჩენების კბილებიდან გამოსუფთავებაში, ამცირებს კარიესის განვითარების რისკს და ინარჩუნებს პირის ღრუში სინოტივის აუცილებელ დონეს.

გარდა ამისა აუცილებელია:

ა. სხვადასხვა სახეობის საკვების თერმული დამუშავების ხერხების განვითარება; ბ. საკვების დანამცეცება და დარბილება; გ. კონცენტრირებული საკვების მიღება; დ. საკვების ადრე უცნობი ახალი სახეობის გამოყენება და სხვ. [6].

3. ზაფხულის პერიოდში კბილების ჯანმრთელობის შენარჩუნების ძირითადი რეკომენდაციები

1. ყურადღება უნდა მიექცეს დიეტას და უნდა შეიზღუდოს მაღალი შემცველობის შაქრებისა და მჟავების, ტკბილეულობისა და სასმელების მოხმარება;
2. დღეში ორჯერ რეგულარულად უნდა განხორციელდეს კბილების წმენდა, რისთვისაც უნდა გამოვიყენოთ რბილი კბილის ჯაგრისები და ფტორის შემცველი პასტები;
3. გამოყენებული უნდა იქნას კბილის ძაფები და პირის ღრუს სავლებები, რათა კბილები გასუფთავდეს საჭმლის ნარჩენებისაგან და ბაქტერიებისაგან, რომლებიც გროვდებიან კბილებშორის შუალედებში;
4. უნდა გვახსოვდეს პირის ღრუს ტენიანობის მნიშვნელობის შესახებ. ამისათვის მიღებული უნდა იქნას წყლის საკმარისი რაოდენობა, რათა თავიდან ავიცილოთ პირის ღრუს სიმშრალე;
5. უნდა შემცირდეს გაზირებული სასმელებისა ხილის წვენების მიღება. მათი ხმარებისას გამოყენებულ უნდა იქნას წვრილი მილები, რათა შემცირდეს კბილებთან კონტაქტი;
6. კბილები დავიცვათ მზის გამოსხივებისაგან, რისთვისაც გამოვიყენოთ ქუდები და თავსაბურავები, ასევე ვისარგებლოთ მზის დამცველი მიზეზით, რომელსაც გააჩნია დაცვის მაღალი ფაქტორები;
7. მკაცრად უნდა ვაკონტროლოთ სტომატოლოგთან რეგულარული ვიზიტები. კბილების პროფესიული წმენდა და დათვალიერება დაგვეხმარება შექმნილი პრობლემების გადაჭრაში, რათა დროულად აღმოვაჩინოთ კბილ-ყბათა სისტემის დაავადებები და ცვლილებები.

ზაფხულის სეზონი წარმოადგენს საშიშროებას კბილებისათვის კარიესის მომატებული რისკის, მაღალი შაქრიანი პროდუქტების მიღებისა და მზის გამოსხივებისა და მომატებული ტემპერატურის გამო. მაგრამ სწორი კვების, პირის ღრუს რეგულარული ჰიგიენის და მზისგან დაცვის რეკომენდაციების მეშვეობით შეიძლება შევინარჩუნოთ კბილების ჯანმრთელობა და ზაფხულის შვებულება გავატაროთ უსაფრთხოდ - პრობლემების გარეშე [7].

ლიტერატურა:

1. ადეიშვილი თ., ჯიქია მ., ადეიშვილი მ. მედიცინის კოსმოგეოფიზიკური საფუძვლები, ტომი 3, ქუთაისი, 2017
2. ადეიშვილი თ., ჟვიაშვილი და სხვ. მედიცინის საბუნებისმეტყველო საფუძვლები, ტ. 1, ქუთაისი, 2014
3. შიშნიაშვილი თ. სტომატოლოგიურ დაავადებათა პროფილაქტიკა. კბილის კარიესის პროფილაქტიკა, თბილისი, 2008
4. Гилева О. Консервативно – профилактическая стоматология. Пермский медицинский журнал, №6, 2018.
5. Lingstrom P. et al. Food starches and dental carries. Crit Rev. Oral Bid. Med., 11(3), 2000
6. Похолов Г. И др. Профилактика стоматологических заболеваний. М., 2006
7. Sagihi Shamany M. et al. Periodontal deseas and teas teeth as risk for cancer. J. cancer rev, Vol 4, №4, 2011

The influence of Summer climat on the condition of human teeth

SUMMARY

This paper concerns complications of dental – maxillary systems caused by the summer season. However, through proper nutrition, regular oral hygiene, and Sun protection recommendations we can maintain dental health.

მთვარის გავლენა დედამიწისმიერ ეკოლოგიურ პროცესებზე

ადეიშვილი თეიმურაზ, კვარაცხელია ოთარ, ჟვითიაშვილი თენგიზ,
დავარაშვილი ხათუნა

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ე. ხარაძის სახელობის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია

აბსტრაქტი. დედამიწა და მთვარე იმდენადაა ერთმანეთთან დაკავშირებული, რომ ჩვენს პლანეტას რომ არ გააჩნდეს ბუნებრივი თანამგზავრი, მაშინ მისი განვითარების ისტორია იქნებოდა სრულად სხვა და სიცოცხლე მასზე შეიძლება არც კი განვითარებულიყო.

1. მთვარის მოკლე დახასიათება

მთვარე წარმოადგენს ჩვენი პლანეტის ბუნებრივ კოსმოსურ თანამგზავრს და ამასთან არის ღამის ცის ყველაზე კაშკაშა ობიექტი. ის ნებისმიერი ზომის ტელესკოპში შთამბეჭდავი სანახავია [1,2]. პირველი ადამიანი, რომელმაც ეს სიამოვნება მიიღო და თავისი დაკვირვებების შთამომავლობისათვის უკვდავყოფა შეძლო იყო **გალილეო გალილეი**. მან, თავისი მცირე ზომის ტელესკოპით შეძლო მთვარეზე აღმოეჩინა მთები, კრატერები და ვრცელი და ბნელი ზონები, რომლებიც მას წყლით ავსებული საცავებისა და მთების სახით წარუდგინა.

მწელია იმის თქმა თუ რატომ აირჩიეს მთვარის ზღვებისათვის ესა თუ ის დასახელება, თუმცა სახელწოდებები წყნარი ზღვა, ნათელი ზღვა და სიცივის ზღვა, რა თქმა უნდა, არაა ჩვეულებრივი ზღვები, არამედ საკმაოდ ბრტყელი უზარმაზარი დაბლობებია, რომლებშიც არც ჰაერია და არც წყალი [3].

მთვარის თითქმის მთელი ზედაპირი დაფარულია კრატერებით. ისინი განსაკუთრებით მკაფიოდ ჩანს თერმინატორის მახლობლობაში. სხვადასხვა ზომის კრატერი ნათლად ჩანს წვიმების ზღვაში მდებარე ღია დაბლობზე [4]. ზოგიერთი მათგანი შიგნით გლუვი და ბრტყელია, ხოლო ზოგიერთში მოჩანს ერთი, ან რამდენიმე გორაკი. ხშირად კრატერის შიგნით შემჩნეულია უფრო მცირე კრატერები. დეტალური გამოკვლევები უჩვენებს, რომ მთვარის ზედაპირი დაფარულია ურიცხვი მსხვილი და წვრილი კრატერებით, თითქოს ის ძლიერი საფანტით იყოს დაცხრილული.

მთვარის ზოგი კრატერი ხილული ზედაპირის ცენტრის ოდნავ დაბლაა მოთავსებული. მას ხშირად რგოლურ მთებიან კრატერს უწოდებენ. მისი ფსკერის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილია ბრტყელი. რგოლის მსგავსი შიგა მთები ხშირად ფენოვანი და ტერასისებურია. ზოგჯერ მათ შიგნით უფრო მცირე ზომის კრატერებიცაა განლაგებული.

მთვარის მთებსა და „ზღვებზე“ გადაჭიმულია ნათელ სხივთა სისტემა, რო-

მელნიც ყველაზე კარგად ჩანს სავსე მთვარეობის დროს, მაგრამ სავსეობით ქრებიან მთვარის სხვა ფაზების დროს.

კიდევ ერთი საინტერესო წარმონაქმნია დამზერილი მთვარეზე. ესაა დაახლოებით 113 კმ-ის სიგრძის სწორი კედელი. ის ჩანს როგორც ბნელი (მუქი) ხაზი, რაც იმას ნიშნავს, რომ ის წარმოადგენს ციკაბო კედელს (რღვევის ხაზს), რომლის წარმოშობა შეიძლება დაკავშირებული იყოს მიწისძვრებთან. ასეთი წარმონაქმნები დედამიწაზე გვხვდება და ისინი კავშირშია მიწისძვრის ეპიცენტრებთან.

მთვარის ზედაპირზე ძალზე ბევრი საინტერესო წარმონაქმნია: ცალკეული კრატერები, კვლები, სხივები, ზღები, მთები და სხვა და მათი დაწვრილებით აღწერისათვის დიდი დროა საჭირო, თუმცა აქ მიზანშეწონილიც არ არის.

კაცობრიობის უდიდეს სამეცნიერო-ტექნიკურ მიღწევად ითვლება მთვარეზე ადამიანის მიერ შესრულებული ექსპედიციები და მათი დედამიწაზე წარმატებით დაბრუნება. პილოტირებული აპარატის „აპოლონის“ მთვარის ზედაპირზე დაშვება წარმოადგენს, ე.წ. „მაგარი“ და „რბილი“ დაჯდომის პროგრამის კულმინაციას. მთვარის უამრავი ფოტოგრაფია, მსხვილმასშტაბური გამოსახულებების შესწავლა, მთვარის ნივთიერების ნიმუშთა დაწვრილებითი ანალიზი, ტელემეტრიით გადმოცემული მთვარისძვრის სეისმოგრამები, ეროზიის პროცესის შესწავლა, რადიოლოკაციური გაზომვები, ჩატარებული ულტრაიისფერი და ინფრაწითელი გაზომვები, მთვარის დედამიწაზე გავლენის პროცესების შესწავლა-აი მოკლედ ჩვენი ბუნებრივი თანამგზავრის შესახებ მოპოვებული სამეცნიერო მონაცემების კოლოსალური მოცულობა. ახლა ჩვენ გაცილებით მეტი ვიცით მთვარის შიგა და ზედაპირული აგებულების შესახებ, ვიდრე იგივე სტრუქტურებზე დედამიწის შესახებ გასული საუკუნის დასაწყისში. უამრავ ძველ კითხვას გაეცა პასუხი, მაგრამ წარმოიშვა ბევრად ახალი და უფრო რთული კითხვები, რომელზედაც აუცილებელი შეიქნა დამატებული პასუხების გაცემა.

„აპოლონთა“ ეკიპაჟების მიერ მოპოვებულმა ინფორმაციამ დაადასტურა არსებული წარმოდგენები მთვარის შესახებ. მთვარის ზღვები კიდევ უფრო უსიცოცხლო აღმოჩნდა, ვიდრე დედამიწის უდაბნოები, ხოლო მთები - უფრო მკაცრი ვიდრე ჩვენი პლანეტისა, მეცნიერული საფარის გავრცელების ზემოთ. მთვარეზე არ იცვლება ამინდი იმიტომ, რომ არ არის ჰაერი, მასზე არც ღრუბლებია, არც წვიმები და არც ბგერა ვრცელდება. მთვარის გამოქვაბულების წყვდიადში მეფობს მუდმივი სიმშვიდე, რომელიც დროდადრო ირღვევა სუსტი მთვარის ძვრების მიერ.

მთვარის ცაზე ვერ შეამჩნევთ რაიმე ფერს, იქ მხოლოდ სიშავეა, რომელსაც ცივი ორკვირიანი ზამთრის პირობებში განჭოლავს ვარსკვლავების სინათლე. შემდეგ იგივე ხანგრძლივობის დღის პერიოდში თვალის მომჭრელი მზის სინათლე და მაღალი ტემპერატურა ისადგურებს.

მთვარის გამოკვლევები აჩვენებს, რომ მიწიერი ლაბორატორიული სტანდარტების მიხედვით, მისი ატმოსფერო პრაქტიკულად ვაკუუმი. აქ მხოლოდ მზის ქარის ნაწილაკები დაიკვირვება.

უპირველეს ყოვლისა მთვარეს ატმოსფერო არ გააჩნია მისი მცირე მასის გამო. მის ზედაპირზე არსებული გრავიტაციის ძალა არასაკმარისია იმისათვის, რომ არ მოხდეს მოლეკულებისა და ატომების საპლანეტათშორისო სივრცეში გაფანტვა. ნებისმიერი სხეული, რომელსაც გააჩნია 2,4 კმ/წმ-ზე მეტი სიჩქარე, მთლიანად გამოვა მთვარის გრავიტაციული კონტროლიდან.

რამდენადაც, მოლეკულათა შორის ყოველთვისაა ისეთები, რომელთაც გააჩნიათ გაფანტვის კრიტიკულზე მეტი, ან მისი ტოლი სიჩქარე, ამიტომ წყალბადისაგან შემდგარი ატმოსფერო თითქმის მყისიერად განიცდის დისიპაციას. ჯანგბადისა და აზოტის დისიპაცია მნიშვნელოვნად ნელა მიმდინარეობს. მაგრამ ასტრონომიულად შედარებით მოკლე დროში, მთვარე დაკარგავდა ყოყოველგვარ ატმოსფეროს, თუ რა თქმა უნდა მას ასეთი გააჩნდა.

აქტიურ ძალებს შორის, რომელთაც შეუძლიათ შეცვალოს მთვარის ზედაპირი მნიშვნელოვანია შემდეგი: ადამიანის ზემოქმედება; მეტეორიტიული დაბომბვა; მაღალენერგიული ნაწილაკების დასხივება და სხვა. არც ერთ ამ ფაქტორებს არ შეუძლია გამოიწვიოს მთვარის ზედაპირის ზედა ფენების ანუ რეგოლიტის ძლიერი ცვლილებები, თუმცა ზოგიერთ მათგანი უკვე მილიონობით წლის განმავლობაში ზემოქმედებს მასზე. ალბათ ადამიანი მაინც შეძლებს მთვარის ზედაპირის მნიშვნელოვან გარდაქმნას და აქედან გამომდინარე არსებითი ეკოლოგიური ცვლილებების გამოწვევას, თუმცა ეს შორეული მომავლის საქმეა.

მეტეორის, ან მეტეორიტების მთვარის ზედაპირთან შეჯახება მიმდინარეობს მინიატურული აფეთქებით და სხვა მიმართულებით გრუნტისა და ჩამოვარდნილი სხეულების ნაწილაკთა გაბნევით, რომელთა ნაწილი შეიძლება თვით დედამიწის გრავიტაციული ველით იქნას „ჩაჭერილი“.

მთვარის შუადღიდან შუადღემდე მის ზედაპირზე ტემპერატურის ცვლილების დიაპაზონი ძალიან დიდია და შეადგენს 250°C-ზე მეტს, მაგრამ ცვლილება ნელა მიმდინარეობს [5].

დედამიწას რომ ატმოსფერო არ გააჩნდეს, მისი ზედაპირი ისეთივე უნაყოფო და უსწორმასწორო იქნებოდა, როგორც მთვარეზეა. დედამიწის თანამედროვე ზედაპირის ფორმა განპირობებულია ჰაერისა და წყლის ერთდროული მოქმედებით. ასეთ ფაქტორს კი მთვარის ზედაპირი მოკლებულია.

ჩვენი ცოდნა მთვარემდე მანძილისა და მისი ტემპერატურის შესახებ შევსებული იქნა რადიოტელესკოპების მიერ მიღებული მონაცემებით. შეიძლება გამოვთვალოთ რადიოიმპულსების მთვარემდე და უკან დედამიწამდე მოძრაობის დრო

და განვსაზღვროთ ზუსტი მანძილი ($L \approx 384393$ კმ) და მისი ხორკლიანობა მეორეს მხრივ, მიმღებ რადიომოწყობილობებს შეუძლია განსაზღვროს მთვარის ზედაპირიდან მოსული რადიოგამოსხივების ნაკადი და ამის მიხედვით გაზომოს ტემპერატურა. ყველა ნივთიერება გამთბარ მდგომარეობაში ასხივებს მეტ ენერგიას სპექტრის მთელ ხილულ დიაპაზონში. რადიოტალღებს შეუძლია შეაღწიოს მთვარის ზედაპირის ზედა ფენებში და მოგვცეს ცნობები მისი ტემპერატურის შესახებ. მთვარის ეკვატორზე, დაახლოებით 1 მ სიღრმეზე მისი ტემპერატურა არ იცვლება და დაახლოებით შეადგენს 50°C -ით.

ყველაზე დიდი სიურპრიზი, აპოლონ - 12, 14, 16 ეკიპაჟების მიერ წარმოებულმა სეისმურმა გზომებმა უჩვენეს. მთვარე, სეისმური თვალსაზრისით, ძალიან მშვიდია. მასზე არ არის ქარები, ზღვის მიმოქცევები, ტალღები, ხელოვნური აფეთქებები. აქედან გამომდინარე, მთვარის სეისმოგრაფები ძალზე მგრძნობიარენია.

როგორც მოსალოდნელი იყო, რხევები დარეგისტრირდა მთვარის მთის ფერდობზე ქანების ჩამოშლის დროსაც. ზოგიერთი მთვარისძვრა დაკავშირებულია მისი ზედაპირის შიგა მოვლენებთან, ხოლო ზოგი მეტეორიტების ჩამოცვენასთან. მოულოდნელობას წარმოადგენდა მთვარის ძვრების პერიოდული ხასიათი, რაც დაკავშირებულია დედამიწის მიმოქცევის მოქმედებასთან. ეს არის პირველი პირდაპირი დამამტკიცებელი საბუთი დედამიწის სხვა კოსმოსურ სხეულზე მოქმედების შესახებ.

ღრმად განლაგებული კერების მიწისძვრები გვაწვდის მონაცემებს სეისმური ტალღების სიჩქარეებზე და მთვარის შიგა აგებულებაზე. ცნობილია მთვარის აგებულების უამრავი მოდელი, მაგრამ საერთო სურათი ასეთია: თუ მთვარეს გააჩნია ბირთვი, ის ძირითადად რკინის უნდა იყოს და ზომები დაახლოებით 300-400 კმ-ზე ნაკლებს შეადგენს, ხოლო ცენტრის ტემპერატურა 1600°C -ს უნდა შეადგენდეს.

მთვარის კოსმოსური გამოკვლევების პროგრამის კულმინაციას წარმოადგენდა მისი ზედაპირის გრუნტის ნიმუშების დედამიწაზე ჩამოტანა და მათი ანალიზი. დედამიწაზე მთვარის 9 სხვადასხვა რაიონის ნივთიერება ჩამოიტანეს ამერიკულმა და საბჭოთა ავტომატურმა და პილოტირებულმა ექსპედიციებმა. ამ გამოკვლავთა შედეგები შეიძლება სამ ჯგუფად დავყოთ: ა. ქიმიური შედგენილობა და სტრუქტურა. ანუ მთვარის ქიმია და გეოლოგია; ბ. მთვარის ქრონოლოგია და ევოლუცია; გ. მზის ქარის მთვარის ქანებში შეღწევა, მიკრომეტეორული დაბომბვის ზემოქმედება, მაგნეტიზმში და მთვარის მახლობელი გარემოს გამოკვლევები.

2. მთვარის ზოგადი გავლენა დედამიწაზე

დიდი ხანია ისტორიას ჩაბარდა ის დრო, როცა ადამიანები თვლიდნენ, რომ მთვარის საიდუმლო ძალები გავლენას ახდენენ მათ ყოველდღიურ ცხოვრებაზე. ეს საკითხი ასტროლოგიის სფეროს განეკუთვნება, რომელიც უძველეს ხანაში წარ-

მოიშვა ძველ შუმერში და მისი მოძღვრების თანახმად თითქოს ციური სხეულები და მათ შორის მთვარე, განაგებდნენ ადამიანთა ბედს [6]. ახლა არავის მოუვა აზრად თავისი წარმატება მთლიანად მთვარეს, ან სხვა რომელიმე მნათობს მიაწეროს. თუმცა, ციური სხეულები და, პირველ ყოვლისა, მთვარე მართლაც ახდენენ სხვადასხვანაირ გავლენას დედამიწაზე და მის მობინადრეებზე, მაგრამ ეს ზემოქმედება ძირითადად განპირობებულია ფიზიკისა და, კერძოდ, დინამიკის კანონებით.

მთვარე იმდენად დიდია და ახლოსაა ჩვენთან, რომ საკვანძოვარეობის დროს ის დედამიწაზე ქმნის ისეთ განათებულობას, რომელიც საკმარისია მრავალი პრაქტიკული მიზნისათვის. ის საკმაოდ მასიურია იმისათვის, რომ შეცვალოს დედამიწის ფორმა და ღია ზღვებსა და ოკეანეებში გამოიწვიოს მოქცევა-უკუქცევითი მოვლენები (ეს მზესაც შეუძლია, მაგრამ მისი სიმძორის გამო სუსტია). მთვარის მიზიდულობის ძალა წარმოადგენს ძირითად ძალას, რომელიც იწვევს დედამიწის პოლუსების პრეცესიას [7]. ამ ძალის ზემოქმედებით გამოწვეული დამუხრუჭება ცვლის დღე-ღამის ხანგრძლივობას. დროდადრო მთვარის ჩრდილი აღწევს დედამიწაზე და იწვევს მზის ნაწილობრივ თუ სრულ დაბნელებას. აი ასეთნაირად გვამცნობს ჩვენი ყველაზე ახლო მეზობელი თავის არსებობას. იმისათვის, რომ გვარკვეოთ ჩამოთვლილი მოვლენების გამომწვევი მიზეზები, დავიწყეთ მთვარის ფორმისა და მოძრაობის განხილვით.

მთვარის მოძრაობის ყველაზე საკვირველი თავისებურება მასში მდგომარეობს, საკუთარი ღერძის გარშემო მისი მოძრაობის სიჩქარე ემთხვევა დედამიწის გარშემო მოქცევის საშუალო კუთხურ სიჩქარეს. ამიტომ მთვარე ყოველთვის მოქცეულია დედამიწისაკენ ერთი და იგივე ნახევარსფეროთი.

რადგანაც მთვარე უახლოესი ციური სხეულია, მისი დედამიწიდან დაშორება მაქსიმალური სიზუსტითაა ცნობილი და სანტიმეტრის რიგითაა გაზომილი.

დედამიწის ატმოსფერო იმდენად ამრუდებს სინათლის სხივებს, რომ მთელ მთვარეს შეიძლება შევხედოთ ჯერ კიდევ მზის ამოსვლამდე ან ჩასვლის შემდეგ. საქმე ისაა, რომ ატმოსფეროში შემოსული სინათლის სხივების გარდატეხა შეადგენს $\sim 0,5^\circ$ -ს ანუ იმდენს, რამდენსაც უტოლდება მთვარის კუთხური დიამეტრი. ამრიგად, როცა ჭეშმარიტი მთვარე ზედა კიდით ჰორიზონტზე ოდნავ დაბლაა, მაშინ მთლიანი მთვარე ჰორიზონტზე მოჩანს. რაც მეტია ჰორიზონტის სიმაღლე, მით ნაკლებია ატმოსფერული რეფრაქცია, ხოლო ზენიტში კი ის ნულს უტოლდება.

დედამიწაზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს მოქცევა-უკუქცევის გამომწვევი ძალა. ის წარმოადგენს მთვარის მიერ დედამიწის იზიდულობის პირდაპირ შედეგს. ჯერ კიდევ **ი. ნიუტონი** თვლიდა, რომ მოქცევა-უკუქცევები წარმოადგენდა მსოფლიო მიზიდულობის კანონის დამამტკიცებელ მოვლენებს. რადგანაც ეს ძალა მანძილის კვადრატის უკუპროპორციულია, ამიტომ დედამიწის მთვარისაკენ მი-

მართული მხარე 7%-ით მეტი ძალით მიიზიდება, ვიდრე მისი საწინააღმდეგო - დაშორებული მხარე. დედამიწის ცენტრში მიზიდულობის ძალა ზუსტად უტოლდება იმ ძალას, რომელიც საჭიროა მთვარის ორბიტაზე შესაკავებლად. ძალათა ასეთი სხვაობა იწვევს პლანეტის ფორმის დამახინჯებას. ის ჭიმავს სფეროს მთვარე-დედამიწის შემაერთებელი წრფის გასწვრივ და იწვევს სხვადასხვა ეკოლოგიურ ცვლილებებს.

მოქცევა-უკუქცევათა ყველაზე საინტერესო თავისებურება მასში მდგომარეობს, რომ წარმოიქმნება ორი მოქცევითი კუზი: ერთი დედამიწის მთვარისაკენ მიმართულ მხარეს. ეს მოვლენა შეიძლება აიხსნას, თუ მხედველობაში მივიღებთ იმ ფაქტს, რომ დედამიწის მთვარესთან უფრო ახლოს მდებარე ნახევარსფერო მიიზიდება უფრო ძლიერად, ვიდრე ცენტრი, ხოლო ცენტრი-უფრო ძლიერად, ვიდრე მთვარისაგან უფრო დაშორებული დედამიწის ნახევარსფერო. ეს იწვევს პლანეტის კუმშვას დედამიწა-მთვარის შემაერთებელი წრფის პერპენდიკულარული მიმართულებით. მოქცევა-უკუქცევის ძალების გავლენით დედამიწა განიცდის არსებით ეკოლოგიურ ვარიაციებს და იღებს ელიფსოიდის ფორმას.

მოქცევა-უკუქცევის შესაბამისი ექსპერიმენტის ჩატარების შედეგად მიღებული იქნა გასაოცარი შედეგი-დედამიწა აღმოჩნდა დრეკადი სხეული. ის მთლიანობაში ემორჩილება მოქცევა-უკუქცევის ქმედებებს, მაგრამ მათი შეწყვეტის შემდეგ, მყისიერად უბრუნდება საწყის ფორმას.

მოქცევა-უკუქცევები ძირითადად მთვარის მიზიდულობითაა განპირობებული, მაგრამ ამ მოვლენებში მზესაც შეაქვს არსებითი წვლილი, თუმცა მისი მიზიდულობა თითქმის ორჯერ მცირეა. მზე ზუსტად მთვარის მსგავსად მოქმედებს დედამიწაზე. როცა მზე და მთვარე ერთ სწორ ხაზზეა განლაგებული (ეს ხდება ახალმთვარეობის, ან სავსემთვარეობის დროს), მაშინ მათი მიზიდულობის ძალები იკრიბება, ხოლო როცა ისინი ერთმანეთთან ადგენენ მართ კუთხეს, მაშინ მიზიდულობა მინიმალურია. ამის გამო ახალი, ან სავსემთვარეობის დროს დაიკვირვება **სიზიგენური** ანუ მაქსიმალური მოქცევები და უკუქცევები. მათ შორის, პირველ და მესამე მეოთხედებში მიმდინარეობს კვადრატული მოქცევა-უკუქცევები, რომელთა ამპლიტუდები ორჯერ სუსტია, ვიდრე სიზიგენური.

მოქცევა-უკუქცევის ამპლიტუდაზე მოქმედებს კიდევ ერთი ფაქტორი. როცა მთვარე ყველაზე ახლოსაა დედამიწასთან (პერიჰელიუმშია), მისი მიზიდულობა მეტია, ვიდრე მაშინ, როცა ის დედამიწიდან ორბიტის მაქსიმალურად დაშორებულ წერტილშია (აფელიუმშია). მანძილის ასეთი ცვლილების გამო მოქცევის წარმომქმნელი ძალა დაახლოებით 70 პროცენტით იცვლება.

მაღალგანედოვან დასაკვირვებელ სადგურებში კარგად ვლინდება ეფექტი, რომელიც დაკავშირებულია ცის ეკვატორის მიმართ ეკლიპტიკის დახრასთან. რამდენადაც დედამიწის ბრუნვის ღერძი დახრილია მთვარის ორბიტის სიბრტყისად-

მი, ამიტომ ერთ დღე-ღამეში რეგისტრირებული ორი მოქცევის სიმაღლე განსხვავებულია ერთმანეთისაგან. ზოგიერთ სადგურში შეიმჩნევა მხოლოდ ერთი მოქცევის მოვლენა.

განსაკუთრებით საინტერესოა მთვარესთან დაკავშირებული ბუნებრივი მოვლენა - ე.წ. მზის დაბნელება. დროგამოშვებით მზე, მთვარე და დედამიწა ისე განლაგდებიან ერთმანეთის მიმართ, რომ მთვარე გზას უღობავს მზის სხივებს დედამიწის ზედაპირის შედარებით ვიწრო ზოლში. მზის სრული დაბნელების ზოლში მოხვედრილი დამკვირვებელი ვერ ხედავს მის პირდაპირ სხივებს. მაგრამ ის ხედავს გვირგვინს - მზის ატმოსფეროს ყველაზე გაიშვიათებულ ზონას და მაღალ პროტუბერანცებს. ჩრდილის კონუსის გარეთ, ნაწილობრივ დაბნელების ზონაში მყოფი დამკვირვებლისათვის, მზის დისკის მხოლოდ ნაწილია დაფარული. მზის სრული დაბნელების ხანგრძლივობა არასოდეს არ აღემატება 8 წუთს. ჩვეულებრივ ის უფრო ნაკლებ დროს გრძელდება.

მთვარის დაბნელება მზისაზე უფრო იშვიათი მოვლენაა, მაგრამ დედამიწის ნახევარზე მეტი ტერიტორია ყოველთვის მისაწვდომია დამკვირვებლისათვის. ზოგჯერ, წლის განმავლობაში, მთვარის არც ერთი დაბნელება არ ხდება. ამ მოვლენის მაქსიმალური შემთხვევა წელიწადში შეიძლება იყოს სამი. მზისა და მთვარის დაბნელების მაქსიმალური საერთო რიცხვი კალენდარული წლის განმავლობაში 7-ის ტოლია. 5-მზის და 2-მთვარის, ან 4 - მზის და 3 - მთვარის დაბნელებები. მთვარე განაპირობებს დედამიწის ბრუნვის სიჩქარის ცვალებადობას და აქედან გამომდინარე, დღე-ღამის ხანგრძლივობის ვარიაციებს, რაც მოქცევა-უკუქცევითი ხახუნის ძალებითაა გამოწვეული და ჩვენს პლანეტაზე მრავალი ბიო-ეკოლოგიური ცვლილების განმაპირობებელია.

3. მთვარის გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე

მოფლიოში მრავალი მილიონი ადამიანია დარწმუნებული მათ ქცევებზე და ჯანმრთელობაზე მთვარის გავლენაში. მაგალითად, აშშ-ში ექთნების 80% და ექიმთა 64% თვლის, რომ სავსემთვარეობა დაკავშირებულია ფსიქიური და ნევროლოგიური დაავადებების გამწვავებასთან. შესაძლოა, საქმე გვქონდეს კოგნიტურ დამახინჯებასთან, რომელიც მიკერძოებული მტკიცებულებების სახითაა ცნობილი [8, 9]. ადამიანი ცდილობს შეამჩნიოს, დაიმახსოვროს ინფორმაცია, რომელიც შეესაბამება მის რწმენას. მათ შეუძლია მიკერძოებულად შეაფასონ ხდომილებები, რომლებიც განხორციელდა „მარცხიან“ დღეებში (რიცხვებში) და ნაკიან წლებში. თავის მხრივ, იმის ღრმა რწმენას, რომ სავსემთვარეობისას უნდა ველოდოთ რაღაც ცუდს, თვითონ შეუძლია მიგვიყვანოს უარყოფთ შედეგებამდე (თვითშთაგონების შემთხვევაა). ამ თვალსაზრისის მომხრეები ამტკიცებენ, რომ საჭიროა მიზანმიმართულად იმ ინდივიდების გამოკვლევა, რომლებიც თვლიან, რომ მათზე გავლენას ახდენს მთვარე [10].

ერთ-ერთი დადასტურება გახლავთ ის, რომ მთვარის მიზიდულობა გავლენას ახდენს ორგანიზმში არსებულ სითხეზე. ეს სიმართლეა, მაგრამ გავლენა იმდენად უმნიშვნელოა, ვერც კი შეძლებს ადამიანის მდგომარეობაზე არსებით გავლენას. ახალმთვარეობისას, ორგანიზმში სითხის წნევა იკლებს, ამიტომ ეს პერიოდი ძნელი გადასატანია ჰიპერტონიკებისათვის და ასევე შეუძლია გამოიწვიოს ემოციური ფონი დეპრესიებისადმი მიდრეკილ ადამიანებში. სავსემთვარეობის დროს სისხლი, პირიქით, ჭარბად მიედინება თავისკენ. ამიტომ ეს პერიოდი საშიშია ჰიპერტონიისა და მანიებისაკენ მიდრეკილი ადამიანებისაკენ.

მიზიდულობის ძალა დამოკიდებულია ობიექტების მასაზე და მათ შორის მანძილზე. რაც უფრო მასიურია ობიექტი, მით უფრო ძლიერია მისი გრავიტაციული ველი და რაც უფრო ახლოსაა მასთან მეორე ობიექტი, მით უფრო ძლიერად მიიზიდება ის. მთვარესთან მიახლოებული დედამიწის მხარე განიცდის უფრო ძლიერ მიზიდვას, ვიდრე მისი საპირისპირო მხარე. მაგრამ, ადამიანის სხეული იმდენად მცირე მასისაა ასეთი სახის მიქცევა - მოქცევითი პროცესები არ არის მნიშვნელოვანი და მათ რეგისტრირებას ძალზე მგრძნობიარე აპარატურა სჭირდება. ასევე ითქმის მცირე ზომის წყალსატევებზე, ტბორებზე და აუზებზე.

კიდევ ერთი მტკიცებულების თანახმად, კაშკაშა ღამის სინათლე სავსემთვარეობის დროს გავლენას ახდენს ბიორიტმებზე და მათი მეშვეობით ადამიანი ჯანმრთელობაზე და ქცევაზე. ამით უნდა აუხსნებოდეს ადამიანთა მოუსვენარი ძილი, აგრესიულობა და ფსიქოფიზიკური გართულებები. ეს უფრო სარწმუნო ვერსია, ვიდრე გრავიტაციული. სინათლის ნაკადი მართლაც ახდენს ჰორმონ მედატონინის გამომუშაობაზე გავლენას. ეს კი აღძრავს ჩაძინების რეაქციებს და აღაგზნებებს და ასევე მართავს ორგანიზმში მიმდინარე სხვა მრავალ პროცესს.

ადამიანის განწყობილების ცვლილება, გაღიზიანებადობა, გაზრდილი დაღლილობა - ყველაფერი ეს ადამიანის ორგანიზმზე მთვარის გავლენის შედეგია. ამასთან ერთად დადგენილია გულის მუშაობის ამჩქარებელი ნივთიერებების ქიმიური შედგენილობა. ეს არის აცეტილქოლინი და სეროტონინი. მათი შემცველობა ცვალებადია და ვარირებს დღე-ღამური ციკლის მიხედვით. ახალმთვარეობისა და სავსემთვარეობის შემდეგ სისხლში ჩნდება ნორადრენალინი. ყველა ეს ქიმიური ნაერთი, მონაწილეობს ნერვული იმპულსების გადაცემაში, ე.ი. ისინი უშუალოდაა დაკავშირებული ტვინთან, ფსიქიკასთან და ნერვულ სისტემასთან [11].

ამჟამად, შეძლება ვივარაუდოთ, რომ მთვარის გავლენა დედამიწაზე ხორციელდება დასახელებული ქიმიური ნივთიერების მეშვეობითაც. ამ შემთხვევაში ზემოქმედება ხდება ჩვენი პლანეტის მთელ ცოცხალ სამყაროზე და კერძოდ ადამიანის სხვადასხვა ორგანოებზე.

4. მთვარის გავლენა ადამიანის კბილებზე

წინა პარაგრაფებში წარმოდგენილი მთვარის ბიოსისტემებზე გავლენის გარდა მეტად არსებითია მისი ადამიანის კბილებზე გავლენის პროცესების შესწავლა--

გამოკვლევა.

ახლა სულ უფრო მეტი და მეტი ადამიანების რწმუნდება მასში, რომ მთვარის ფაზების გავლენას კბილების მდგომარეობაზე და მათ მკურნალობაზე ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს [12].

სტომატოლოგები და მედიკოსები ერთში ნამდვილად სოლიდარულებია: მთვარის ფაზებზე დამოკიდებულია რამდენად წარმატებული იქნება ესა თუ ის ქირურგიული ჩარევა, როგორ სწრაფად შეხორცდება ოპერაციის შემდგომი ჭრილობები და დაიწყება სრული გამოჯანმრთელება. უკანასკნელ ხანებში კბილების მკურნალობა და მათი პროთეზირება მთვარის კალენდრის მიხედვით ძალზე პოპულარული გახდა. მრავალი პაციენტი სტომატოლოგთან მიღებაზე ეწერება მას შემდეგ, რაც წინასწარ შეამოწმებს მთვარის კალენდრით რეკომენდირებულ კბილების ამოღებისა და მკურნალობის შესაძლებლობებს [13].

თუ სტომატოლოგს ვეწვევით მთვარის კალენდრით წარუმატებელ დღეს, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს სერიოზულ გართულებებს. მათ თავიდან ასაცილებლად უნდა შევისწავლოთ მთვარის კალენდრით როდისაა შესაძლებელი კბილების მკურნალობა. როდესაც მთვარეს აქვს ნამგლის ფორმა, მაშინ უნდა გადავდოთ ნებისმიერი მანიპულაციები, რამდენადაც მაშინაა ადამიანის იმუნიტეტი ყველაზე სუსტი. სავსემთვარეობის დროსაც უმჯობესია ნებისმიერი ოპერაციის გადადება, რამდენადაც სწორედ მაშინ აქვს ადგილი სისხლის წნევის ცვალებადობას.

თუ ჩვენ არ ვიცით, როდის მივმართოთ სტომატოლოგს მთვარის კალენდრის მიხედვით, მაშინ უმჯობესია ეს გავაკეთოთ კლებადი ფაზის დროს. სწორედ მაშინ ხდება იმუნიტეტის გაძლიერება, რეგულირდება სისხლის დინება, ქვეითდება მგრძნობელობა. ამიტომ ინიშნება სერიოზული პროცედურები, რომელთა ჩატარება არ შეიძლება სხვა პერიოდებში.

მთვარის კალენდრის მიხედვით, კბილების ამოღებისა და მკურნალობის, თუ კბილ-ყბათა სისტემის სხვა მანიპულაციების ჩასატარებლად, უმჯობესია მთვარის უკანასკნელი ფაზის პერიოდი.

ამრიგად, სტომატოლოგია მედიცინის ნაწილია და მთვარის ფაზების, მზის მდგომარეობისა და ზოდიაქოს ნიშნების გავლენა კბილების მკურნალობის ეფექტურობაზე ასევე დაკვირვება პრაქტიკულ ასტრობიომედიცინაში.

ყოველი ბიოსისტემა მოქცეულია მთვარის ციკლების გავლენის ქვეშ. თუ კბილების მკურნალობას თან ახლავს ძლიერი ტკივილები უნდა გამოვიყენოთ არსებული ცხრილები და სტომატოლოგებთან ვიზიტი შევუსაბამოთ მათ. მთვარის კალენდრით კარგად გამოთვლილი კბილების მკურნალობა მაშინ გვხვდება უფრო სწრაფი და უმტკივნეულო და შემცირდება ნაოპერაციების აღდგენის ვადა და გართულებების წარმოშობის რისკები.

აღმოჩნდა, რომ არასაკმარისია ვიცოდეთ მარტო მთვარის კალენდარი და შესაბამისი ფაზები. კბილებისა და პირის ღრუს წარმატებული და ხარისხიანი მკურ-

ნალობისათვის არსებითია ისიც, სახელდობრ რომელ ზოდიაქალურ თანავარსკვლავედში იმყოფება ჩვენი მთვარე საინტერესო პერიოდში. ასევე მიუღებელია კბილების მკურნალობა მთვარის ზოგიერთ თანავარსკვლავედში ყოფნისას, ხოლო განსაზღვრულში გავლისას, პირიქით, მისაღებია სტომატოლოგთან მკურნალობა.

ლიტერატურა:

1. ხარაძე ე. ასტრონომიის საფუძვლები. I და II ნაწილი. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1974
2. ადეიშვილი თ. და სხვ. ასტრონომიის საფუძვლები, I ნაწილი, დამხმარე სახელმძღვანელო, ქუთაისი, 2012.
3. Kuhn K. Astronomy. New York, 5 st. Poul, 1989
4. ჯაფიაშვილი ვ., კოროლი ა. მთვარის პოლარიმეტრული ატლასი. მეცნიერება, თბილისი, 1982
5. Физика космоса. Советская Энциклопедия, Н., 1986
6. ადეიშვილი თ. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების მოკლე ისტორია. ნაწილი I, ქუთაისი, 2023.
7. ადეიშვილი თ., და სხვ. გეოფიზიკა. ნაწილი I, დედამიწის შიგასფეროს ფიზიკა, ქუთაისი, 2019.
8. ადეიშვილი თ., ჯიქია მ., ადეიშვილი მ. ტვინის, ცნობიერებისა და აზროვნების ფიზიკური საფუძვლები. დამხმარე სახელმძღვანელო, ქუთაისი, 2020.
9. Hempel C.G. The Logical Analysis of Psychology. Theories of the mind. The Pongu in Books, 1991.
10. ადეიშვილი თ. და სხვ. მედიცინის კოსმოგეოფიზიკური საფუძვლები. ქუთაისი, 2017
11. Луна-спутник Земли [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.Grandars.ru/shkola/естествознание/луна.html>.
12. ადეიშვილი თ., ჟვიაშვილი თ და სხვ. მთვარის ფაზების გავლენა კბილებზე. საერთაშორისო ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“. ტომი VII, თბილისი - თელავი, 2020.
13. ადეიშვილი თ., ჯიქია მ., ჟვიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ. „კბილების მკურნალობის მთვარის სრული კალენდარი 2020 წლის მეორე ნახევრისათვის“. საერთაშორისო ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, ტ. VII თბილისი - თელავი, 2020

Influence of lunar Phases on Earth

SUMMARY

The Relationship Between the lunar And Earth Phenomena Are discussed. A Reliable Correlation between those two events is confirmed.

სექცია - Section

4

ადამიანის ეკოლოგია

Human Ecology

ადამიანის სულის ევოლუციურ-ეკოლოგიური პრობლემები

***თეიმურაზ ადეიშვილი, **მედეა ადეიშვილი, ***ეკატერინე ჟღენტი**

***აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი**

**** ბერლინის ურბანის კლინიკა**

*** საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია**

***** საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია**

აბსტრაქტი. რამდენადაც სხვადასხვა მკვლევართა მონაცემები და დასკვნები სულის არსებობისა და მისი განვითარების შესახებ თითქმის ემთხვევიან ერთმანეთს, მაშინ უაზრობა იქნებოდა მათი უარყოფა. ისინი უნდა მივიღოთ, როგორც ობიექტური რეალობა. ამიტომ შესაძლებლად უნდა ჩაითვალოს სულის არსებობა და ევოლუცია დამტკიცებულად ფიზიკური სიკვდილის შემდეგაც და განვიხილოთ არსებული სიკვდილისპირული ცდები.

1. შესავალი. ცოცხალი და არაცოცხალი ობიექტები ისეთი ურთულესი სისტემებია, რომლებიც განიცდიან ძალზე ძლიერ ევოლუციურ-ეკოლოგიურ ცვლილებებს: ყალიბდებიან, ვითარდებიან, ბერდებიან და კვდებიან [1]. ასე გვიჩვენებს უბრალო ცხოვრებისეული დაკვირვებებიც და ბუნების ეს კანონი საყოველთაოა ყველა ცოცხალი თუ არაცოცხალი არსებებისათვის. როგორც სხვა ცოცხალი სისტემები, ადამიანი მისი წარმოშობის თავდაცვისაკენ რაიმე ზემოქმედებისგან, რომელსაც შეუძლია მისთვის ზიანის მოტანა, ან კიდევ, შეიძლება სავსებით დაშალოს იგი როგორც სისტემა. ესაა სისტემის თვითშენარჩუნებისაკენ სწრაფვა. მეორეს მხრივ, ადამიანი - ესაა სისტემა, რომელსაც გააჩნია ერთობ განვითარებული უნარი პროგნოზირებისა და რეგულაციისაკენ. გარემოდან ინფორმაციული სინამდვილის მიღებისა და დამუშავების შემდეგ ადამიანი ცდილობს არამარტო ამა თუ იმ ხდომილების, არამედ მთელი თავისი მომავლის პროგნოზირებას. ამ პროცესს კი ის მიჰყავს საკუთარი ბედის საკითხთან.

რამდენადაც ყველა ცოცხალი მატერიალური სისტემა ჩვენს გარემომცველ სინამდვილეში ადრე თუ გვიან ილუპება, ადამიანიც ბუნებრივია იმ აზრამდე მიდის, რომ ისიც ოდესმე მოკვდება. მაგრამ ის მისი წარმოშობის თვითშენარჩუნებისაკენ შეგნებულად საკუთარი თავისა და ინდივიდუალობის გააზრების უნარის გამო. საკუთარი „მეს“ შეგრძნებისა და ფიზიკური სხეულის ბედის გაგებით, მან მაინც არ იცის თვით „მეს“ ბედი. მეტნაკლებად საიმედო პროგნოზის შესაძლებლობის არსებობა ამ პირობებში განაპირობებს მოუწყობლობისა და დაუკმაყოფილებლობის გრძნობას.

იმიტომ ეშინია ყველას მუდმივი ტანჯვის სიკვდილის შემდეგ, რომ სრულიად არ იცნობს ხალხი სულის ბუნებასა და აგებულებას, ადამიანის ჩასახვისთანავე წარმოიშობა ის თუ შემდეგ ინერგება ორგანიზმის ჩამოყალიბებისას? ილუპება თუ არა სული სიკვდილის შემდეგ სხეულთან განშორებისას? ხომ არ ხდება სულიერ

საგნებში მისი შთაბერვა ღმერთის მიერ?

აქედან გამომდინარე, ადამიანის სიკვდილის, თუ გარდაცვალების საკითხი გამოდის უბრალო შემეცნების ჩარჩოებიდან, რაც განაპირობებს მუდმივ ინტერესს მოცემული პრობლემისადმი [2, 3]. მაგრამ, სანამ უშუალოდ გადავიდოდეთ სიკვდილის თეორიის განხილვაზე, ცოტა გავერკვეთ ტერმინებში და პირველ ყოვლისა მასში თუ რა იგულისხმება „სიკვდილის“ ცნებაში“.

2. სიკვდილი (გარდაცვალება) და მისი არსი

მსოფლიოს სამეცნიერო საზოგადოება ხშირად იბნევა იმის გამო, რომ სიკვდილის ანუ გარდაცვალების ტერმინების ქვეშ გულისხმობენ არა მარტო მატერიალური სისტემის ცხოველქმედების შეწყვეტის მოვლენას, არამედ ამ სისტემის მდგომარეობას სიკვდილის ფაქტის დაფიქსირების შემდეგ. ამ შემთხვევაში ერთი ტერმინის ქვეშ ურევნენ ორი სრულიად განსხვავებული სახის მოვლენას: ერთ-ერთი მათგანი საკმაოდ ხანმოკლეა, ხოლო მეორე გრძელდება ძალზე დიდი ხნის განმავლობაში.

„სიცოცხლე არ ეწინააღმდეგება სიკვდილს, ისე როგორც სიკვდილი არ ეწინააღმდეგება სიცოცხლეს. სიცოცხლის საწინააღმდეგოა უსიცოცხლობა, როგორც სიკვდილის - დაბადება. სიცოცხლისა და სიკვდილის არასწორი შეთანადება და შეპირაპირება იძლევა მრავალი შეცდომის საბაზს და თვითონ ესაა სერიოზული აზრთაბურღვა. საჭიროა სწორედ შევუსატყვისოდ ცნებები, რათა გავერკვეთ მათ ჭეშმარიტ არსში [4].

სიკვდილის არსებობა თითქოს არ გულისხმობს სიცოცხლეს. ის ვარაუდობს დაბადების არსებობას, ე.ი. საბოლოოდ სიცოცხლის არსებობას. სიცოცხლეს გულისხმობს სიკვდილი. „ღმერთმა გიშველოს, სიკვდილო, სიცოცხლე ჰშვენოს შენითა“ (ვაჟა-ფშაველა) [5]. სიკვდილი იწყება სიცოცხლით და როგორ პარადოქსულადაც უნდა მოგვეჩვენოს ეს, მთავრდება სიცოცხლით.

სიცოცხლე უსიცოცხლობის საწინააღმდეგო არსია, როგორც სიკვდილის - დაბადება, რამეთუ სიკვდილი და დაბადება ადამიანური ცხოვრების პოლუსები და საზღვრებია. სიცოცხლის სიცარიელედ ითვლება არსი დაბადებისა და სიკვდილის გარეშე, რადგანაც თუ არ არსებობს დაბადება, მაშინ არ იარსებებს სიკვდილიც [4].

აქედან გამომდინარე, აშკარაა დასკვნა, რომ ნებისმიერი ცოცხალი სისტემა, ოდესღაც წარმოშობილი, დროის განსაზღვრულ მომენტში უნდა მოკვდეს. მხოლოდ ის სისტემები, რომლებიც არასოდეს წარმოშობილან (ე.ი. დაბადებულან), არასდროს გაქრებიან. თუმცა, ასეთი სისტემები გამოდიან ჩვენი რეალური ცდის ფარგლებიდან.

თუ ჩვენ შემოვიფარგლებით მხოლოდ რეალური ცდით და უარვყოფთ რომელიმე ბუნებრივი ძალის არსებობას, მაშინ ისეთი ფენომენის მოღვაწეობის საკითხი, როგორიცაა „ღმერთი“ და რომელსაც მიაწერენ უსასრულო არსებობას, ჩვენ არ

გვანტერესებს. მაშინ ღიად რჩება საკითხი: როდის, დროის რომელ მომენტში კვდება ადამიანი. ამ დროს ჩვენ, როგორც პიროვნებებს, ბუნებრივია გვანტერესებს საკითხი ჩვენი, როგორც პიროვნების არსებობის შეწყვეტის მომენტისა და პირობების შესახებ, ე.ი. ჩვენი „მეს“ არსებობის შეწყვეტის პირობები და მომენტი. თუ გამოვალთ სინამდვილის სუფთა მატერიალური აღქმიდან, რომლის დროსაც იგულისხმება, რომ ცნობიერება წარმოადგენს ბიოკომპიუტერს, რომელიც ფუნქციონირებს სავსე ინფორმაციული ურთიერთქმედების პრინციპით, მისი მუშაობის პრინციპი ასეთია: აზროვნების პროცესში იცვლება ტვინის ელემენტარულ ნაწილაკთა სპინური სტრუქტურა. ნეირონის ყველა მოლეკულის ტორსულ ველთა (სივრცის გრძივით მიღებული ფიზიკურ ველთა) ერთობლიობა წარმოშობს ნერვული უჯრედის ტორსულ ველს, რომელსაც გადააქვს ინფორმაცია მისი აღზნებული თუ მშვიდი მდგომარეობის შესახებ. ნეირონის ტორსული ველი წარმოადგენს თავის ტვინის ქერქის ტორსული ველის ნაწილს, რომელსაც გადააქვს ინფორმაცია იდეების შესახებ. ამრიგად, განსაზღვრული ადამიანის ტვინი გამოდის ტორსული გამომსახივებლის როლში, ხოლო ეს გამომსახივება თავის ირგვლივ ქმნის ფიზიკური ვაკუუმის პოლარიზაციას [6]. ვაკუუმში წარმოქმნილი სპინური სტრუქტურები იმეორებენ ადამიანის თავის ტვინით შექმნილი ტორსული ველის სპინურ სტრუქტურებს [7, 8].

„ჩვენ ვიცით, რომ ტვინი მოკვდავია და ცოცხალი სხეულის ორგანიზებული ენერგია სიკვდილის შემდეგ თითქოს იფანტება და უვარგისია მოქმედებისათვის. ყველაფერი მასზე მოწმობს, რომ ჩვენი ცნობიერება დაკავშირებულია ტვინის სტრუქტურასთან და ორგანიზებულ სხეულოვან ენერგიასთან. ამიტომ, ბუნებრივია წარმოგვედგინა, რომ როცა წყდება სხეულის სიცოცხლე, მასთან ერთად წყდება გონებრივი სიცოცხლეც. [9].

აქვე შევნიშნოთ, რომ შემდგომში გადმოცემის გამარტივების მიზნით ჩვენ ცნება „სიკვდილში“ ვიგულისხმებთ ცოცხალი სისტემის ფიზიკურ სიკვდილს, მისი ფიზიკური სხეულის ცხოველქმედების შეწყვეტას, გარდა იმ შემთხვევებისა, რომელშიც ამ ტერმინის შინაარსი დამატებით იქნება კონკრეტიზირებული. ე.ი. მატერიალისტური თვალსაზრისიდან მიიღება, რომ ფიზიკურ სიკვდილთან ერთად მიმდინარეობს სულიერი სიკვდილიც ანუ ხდება ინდივიდის მოღვაწეობის სრული შეწყვეტა.

მაგრამ, ეს დასკვნა იქნებოდა უდავოდ სწორი მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ადამიანი იქნებოდა სუფთა მატერიალური სისტემა. ადამიანი კი ასეთ სისტემას არ წარმოადგენს. მას მატერიალური მდგენელის გარდა გააჩნია სულიერ-მატერიალური მდგენელიც [3]. ამიტომ, ადამიანის სულიერ-არამატერიალური მდგენელის მოქმედების შეწყვეტის საკითხი გადის ტრივიალური ჩარჩოებიდან.

რა მოსდის ადამიანს მისი ფიზიკური სიკვდილის დროს და როგორია მისი

სულიერ-არამატერიალური მდგენელის შემდგომი ბედი? დაკავშირებულია თუ არა ისინი ერთმანეთთან? გამომდინარეობს თუ არა ერთი მეორისაგან? ამ საკითხებს ახლა განვიხილავთ, რისთვისაც ლაპარაკი იქნება სწორედ ადამიანის სულიერ-არამატერიალური მდგენელის შესახებ, მისი სულის ირგვლივ, რამდენადაც ადამიანის ფიზიკური სხეულის ბედი სიკვდილის შემდეგ კარგად არის ცნობილი და მისი განხილვა არც თუ ისე მიმზიდველია.

ამრიგად, მატერიალური წარმოდგენების მიხედვით, ადამიანის სულიერ-არამატერიალური მდგენელი, რომელიც, მკაცრად თუ ვიტყვით, ამ მოსაზრებების მიხედვით არც კი არსებობენ, სხეულის სიკვდილთან ერთად უნდა ქრებოდეს. რეალურ სინამდვილეში ადამიანის მეორე, არამატერიალური, მდგენელის არსებობის აღიარება წარმოადგენს გარკვეულ იმედს სიკვდილის შემდეგ „სიცოცხლის“ გაგრძელების შესახებ.

საბედნიეროდ, ყველა ადამიანი შეურყევლად არ მდგარა მატერიალურ პოზიციებზე და ამიტომაც არსებობს სხვა წარმოდგენები, რომლებიც ამტკიცებენ ადამიანის სულიერ-არამატერიალური მდგენელის არსებობისა და მოქმედების გაგრძელებას. ეს იგივე ადამიანის სულის არსებობის მტკიცებულებაა ფიზიკური სხეულის სიკვდილის შემდეგ.

მაგალითად, პლატონი, სიკვდილს განმარტავდა, როგორც ცოცხალი ორგანიზმის შინაგანი ნაწილის, ე.ი. სულის, ფიზიკური ნაწილისაგან, ე.ი. სხეულისაგან განშორებას [10]. ხოლო ფართოდ ცნობილი ტიბეტური გარდაცვალების წიგნი [11] დაწვრილებით აღწერს იმ სტადიას, რომელსაც სული განიცდის ფიზიკური სიკვდილის შემდეგ. ამ დროს ძალზე მნიშვნელოვანია, რომ მიუხედავად მრავალმხრე შეხედულებათა განსხვავებულობისა, მათ გააჩნიათ მნიშვნელოვანი მსგავსება ადამიანის ფიზიკური სიკვდილის მომდევნო ხდომილებების წარმოდგენების შესახებ. მაგრამ ეს არის წარმოდგენები. რა ხდება სინამდვილეში?

გენიალური შოთა რუსთაველი თავის ბრწყინვალე „ვეფხისტყაოსანში“ განავრცობს პლატონის ნააზრევს:

„ვიცი, ბოლოდ არ დამიგმოზ ამა ჩემსა განზრახულსა,
კაცი ბრძენი ვერ გასწირავს მოყვარესა მოყვარულსა,
მე სიტყვასა ერთსა გკადრებ, პლატონისგან სწავლა-თქმულსა:
„სიცრუე და ორპირობა ავნებს ხორცსა, მერმე სულსა.““ [12].

რუსთაველის მსოფლგაგებით, ადამიანის სრულფასოვანი მიწიერი თვითგანხორციელების, თვითდამკვიდრების და ბედნიერების საწინდარი სხვა ადამიანებისადმი სიყვარული და თანადგომაა, რაც ამავდროულად მისი სულის იმქვეყნიურ ანუ ფიზიკური სიკვდილის შემდეგდროინდელ ცხოვრებაში „კეთილი“ ხვედრის განმსაზღვრელია. შესაბამისად, სიცრუე, სიყვარულის ღალატი, მოყვასის გაუტანლობა ადამიანს მიწიერ უმრუდებს ცხოვრებას და მოკვდინების შემდგომ პერიოდ-

საც.

„განხორციელებულ ფსიქიურ გამოკვლევებს გააჩნია ზოგიერთი მონაცემი სიკვდილის შემდეგდროინდელი სიცოცხლის შესახებ, რომელიც მეცნიერული თვალსაზრისით დამტკიცებულია. ამ კუთხით არსებობს ისეთი დამაჯერებელი ფაქტები, რომ ვერც ერთი, მეცნიერებაში გათვითცნობიერებული ადამიანი ვერ შეძლებს მის უარყოფას [9].

ს. შულმანი მიგვანიშნებს მონაცემებზე, რომლის მიხედვითაც მეცნიერთა ჯგუფის მიერ დადგენილია, რომ ადამიანის ორგანიზმი სიცოცხლის მდგომარეობიდან სიკვდილის სტადიაზე გადასვლის მომენტში, კარგავს თავისი წონის დაახლოებით 70 გრამს. ესაა სასიცოცხლო ანუ ბიოლოგიური ენერგიის შესქელება, რომელიც განსაზღვრავს ცოცხალი ორგანიზმის „ენერგეტიკულ მარაგს“.

თუ ადრე ექსპერიმენტული მონაცემები იყო ძალზე ეპიზოდური და დანაწევრებული, ამჟამად ბიოფიზიკისა და სამედიცინო ფიზიკის განვითარების შედეგად მეცნიერებამ შეძლო ადრე უიმედო მდგომარეობაში მყოფი ადამიანისთვის სიცოცხლის შენარჩუნება. დღეისათვის ასეთი მონაცემები საკმარისად მრავალრიცხოვანია და შეიძლება მათი სისტემატიზირება და ანალიზი.

სანამ გადავიდოდეთ ამ მონაცემთა ანალიზზე, საჭიროა განვიხილოთ საკითხი ფიზიკური სიკვდილის შემდეგ ადამიანის სულიერ-არამატერიალური მდგენელის არსებობის გაგრძელების პრინციპული შესაძლებლობების შესახებ. გავარკვიოთ საკითხი, შეიძლება თუ არა სინამდვილეში არსებობდეს მოცემული მოვლენა და არსებობს თუ არა ამის წინამძღვრები?

3. ადამიანის სულიერ-არამატერიალური მდგენელის დამადასტურებელი წინამძღვრები

ადამიანის სულიერ-არამატერიალურ მდგენელს, იგივე სულს, უნდა გააჩნდეს ენერგიის რაღაც წყარო სხეულის ფიზიკური სიკვდილის შემდეგ მოქმედების გასაგრძელებლად, რადგანაც სისტემის აქტიური ფუნქციონირება დაკავშირებულია მის განსაზღვრულ ენერგეტიკულ ხარჯთან. ამ დროს ცხადია, რომ მეტნაკლებად ხანგრძლივი არსებობის დროს სისტემას უნდა გააჩნდეს არა შინაგანი, არამედ გარეგანი ენერგიის წყარო.

ცხადია, რომ ადამიანის ფიზიკური სხეულის სიკვდილით სული კარგავს თავისი მოქმედებისთვის აუცილებელი ყველა სახის ენერგიის გამოყენების შესაძლებლობას, რომელიც აქამდე მიეწოდებოდა ამ სხეულის მეშვეობით. რამდენადაც ენერგია ცნობილი ძირითადი მატერიალური წყაროებიდან ადამიანის სიცოცხლეში შემოდის მხოლოდ ფიზიკური სხეულიდან (საკვების, სინათლისა და სითბოს სახით), ამიტომ ფიზიკური სხეულის სიკვდილით სულის ენერგიით მომარაგება ამ არხებით შეუძლებელია.

ენერგიის ერთადერთ წყაროდ რჩება მხოლოდ ენერგიის სულიერ-არამატერი-

ალური სახეები, რამდენადაც სული სუფთა სულიერ-არამატერიალური ობიექტია [2]. ასეთი წყაროს სახით ყველაზე მიღებულად წარმოგვიდგება ინფორმაცია, რამდენადაც ადამიანის სულის ძირითადი მოღვაწეობა (მათ შორის ცნობიერება) ეყრდნობა ინფორმაციასთან მუშაობას, ხოლო ინფორმაციას გააჩნია სავსებით განსაზღვრული ენერგეტიკული შინაარსი.

უფრო ზუსტად, ინფორმაცია წარმოადგენს სულიერ-არამატერიალურ ობიექტთა განსაზღვრულ ენერგეტიკულ მახასიათებელს. ენერგია გადაიტანება თვით სულიერ-არამატერიალური ობიექტებით და ინფორმაციული ენერგია სხვა არაფერია, თუ არა ამ სულიერ-არამატერიალური ობიექტებით გადატანილი ენერგიის გამოყენება. მაგრამ ინფორმაციული ენერგიის გამოყენებისას სულს უნდა გააჩნდეს ამ ენერგიის ათვისების მზა მექანიზმი. ეს აუცილებელი მეორე პირობაა სხეულის ფიზიკური სიკვდილის შემდეგ სულის გაგრძელების შესაძლებლობისათვის: ფიზიკური სიკვდილის შემდეგ აუცილებელია სულის ენერგიით მომარაგება (დამუხტვა) და მისი მოქმედებისას თვით მასში უნდა იყოს ფსიქიური, ინფორმაციული და სხვა რომელიმე სულიერ-არამატერიალური ენერგიის ათვისების, გადამუშავებისა და გამოყენების მექანიზმი. ამასთან, ეს მექანიზმი უნდა მომწოდეს ჯერ კიდევ ადამიანის სიცოცხლეში, რამდენადაც ფიზიკური სხეულის სიკვდილი წარმოადგენს საკმაოდ სწრაფად მიმდინარე პროცესს, რომელიც წყვეტს ენერგიის მატერიალური სახეების მიწოდებას შეკუმშულ ვადებში.

ადამიანში ასეთი მექანიზმის შექმნის წინაპირობებს აგილი აქვს მისი სიცოცხლის პირველი დღეებიდანვე. ადამიანის განვითარებისას (მის სიცოცხლეშივე) ინფორმაციის მიღებისა და გადამუშავების უნარი, რომლის ჩანასახი დაიკვირვება თვით დაბადებიდანვე, სულ უფრო მეტად ვითარდება და სულ უფრო მეტი ხარისხით გადაადგილდება ინფორმაციის მიღებისა და გადამუშავების სულიერ-არამატერიალური ხერხებისაკენ. სწორედ ამას ავითარებენ იოგები, რომლებიც ქმნიან ყოველგვარ საოცრებებს და ენერგიას იყენებენ არა მარტო სულის, არამედ ფიზიკური სხეულის შესანარჩუნებლად. სწორედ ეს ქმნის აუცილებელ პირობებს იმისათვის, რათა ფიზიკური სხეულის სიკვდილის დროს სულმა არ განიცადოს ენერგიის უკმარისობა შემდგომი მოქმედებისათვის.

ასევე, ადამიანის სულმა უნდა შეინარჩუნოს თავისი მთლიანობა. ეს კი ნიშნავს, რომ ე.წ. „სულების პირამიდის“ (სულთა სათავსის) კავშირების გაწყვეტა ფიზიკურ სხეულთან უნდა მიმდინარეობდეს სულის სტრუქტურაში და თვისებებში რაიმე სერიოზული „დარღვევების“ (დაზიანების) გარეშე. წინააღმდეგ შემთხვევაში შეუძლებელია ლაპარაკი პიროვნების სულიერ შენახვაზე [13].

მთლიანობის შენახვის შესაძლებლობის მიმართ, ასევე უნდა არსებობდეს განსაზღვრული წინამძღვრები. პირველ წინამძღვარს წარმოადგენს ის, რომ ფიზიკურ სხეულთან ყველაზე მჭიდროდ დაკავშირებულია მხოლოდ „სულის პირამიდის“

დაბალი ფენები. ეს იკვეთება მასში, რომ ხშირად ადამიანის უმაღლეს ფსიქიურ ფუნქციაზე მისი ფიზიკური სხეულის მდგომარეობა ახდენს ერთობ სუსტ გავლენას. მეორე წინამძღვარს წარმოადგენს „სულის პირამიდის“ უნარი წარმოქმნას არა მარტო „ვერტიკალური“ კავშირები პირამიდის ფენებს შორის, არამედ მრავალი სხვა (მათ შორის ჰორიზონტული) რთული კავშირი. რამდენადაც „სულის პირამიდის“ მნიშვნელოვანი ნაწილის ფორმირება, მიღებული შედეგების თანახმად, მიმდინარეობს უკვე ადამიანის სიცოცხლეში, ე.ი. ძირითადად ჩამოყალიბებულია ფიზიკური სხეულის არსებობისას, „ზედა პირამიდული“ ფენებისათვის წარმოიქმნება შესაძლებლობა ჩამოყალიბდეს კავშირი „სულის სათავის“ იმ ელემენტებთან და ქვესისტემებთან, რომელთაც პირდაპირი კავშირი არ გააჩნიათ ადამიანის ფიზიკურ სხეულთან.

ამ მონაცემების არსებობით აიხსნება ის მთავარი ცნობილი ფაქტი, რომ თვით თავის ტვინის განსაზღვრული უბნების ფრიად სერიოზული დაზიანების შემთხვევაშიც კი, ადამიანს შეუძლია აღადგინოს უმაღლესი ფსიქიური ფუნქციები, რომლებიც ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით თითქოს სამუდამოდ უნდა დაკარგულიყო. ფიზიკურ სხეულთან კავშირების სისუსტე იქედან ჩანს, რომ ფუქნციის აღდგენა მაინც ხდება, მაგრამ ეს აღდგენა მოხდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ წარმოიშობა ახალი რთული კავშირები, რომლებიც ცვლიან დაკარგულებს. ესაა მოვლენები, რომლებიც დაიკვირვებიან რეალურ ცხოვრებაში მატერიალური ორგანოს - თავის ტვინის აღუდგენელი დარღვევების პირობებში.

ამრიგად, ვხედავთ, რომ ადამიანის სიცოცხლეში ყალიბდებიან ის თვისებები, რომლებიც აუცილებელია ფიზიკური სხეულის სიკვდილის შემდეგ მისი სულის დამოუკიდებელი არსებობის შესაძლებლობების უზრუნველსაყოფად.

მაგრამ, ჯერ კიდევ ადამიანის სიცოცხლეში დამოუკიდებელი არსებობისათვის სულის განვითარებას და მასთან დაკავშირებულ შესაძლო ეკოლოგიურ პროცესებს მივყავართ მასთან, რომ რეალურად უნდა გვხვდებოდეს ფაქტები, როცა ეს შესაძლებლობები ვლინდებიან ამა თუ იმ სახით ფიზიკური სიკვდილის დადგომამდე რამდენადმე ადრე.

ერთ-ერთ ასეთ ყველაზე გავრცელებულ ფაქტს შეიძლება მივაკუთვნოთ ადამიანის ძილი [14]. ძილის მოვლენებში მიმზიდველია არა თვით ძილი, როცა ორგანიზმის ფუნქციონირება დაყვანილია მინიმუმამდე, არამედ ძილის დროს ადამიანის რეფლექსისა და საკუთარი „მეს“ თვითცნობიერების შენახვა. ძილის დროს ადამიანის სული თითქოს იშორებს სხეულოვან გარსს და მთლიანობის შენახვით გადადის სხვა სივრცით-დროით სამყაროში. ზოგიერთი მკვლევარი შემთხვევით არ ავლენს ანალოგიას სიკვდილსა და ძილს შორის.

მაგრამ, როგორც უახლესი კვლევები აჩვენებს, ძილის დროს თვითცნობიერების შენახვის უნარის განვითარება ადამიანს შეუძლია მიზანმიმართულად. უკვე

წარმოიშვა ე.წ. აქტიური ძილის მომხრეთა მიმართულება, რომლებიც ამუშავებენ პრაქტიკულ ტექნოლოგიას არა მარტო „მეს“ შენარჩუნების უნარის განვითარების მიხედვით, არამედ ძილში თავისი ქცევის მართვის მიხედვითაც (ე.წ. შემოქმედებითი ოცნება, ხილვა). ეს კი მთელი გარკვეულობით მიუთითებს მასზე, რომ ჯერ კიდევ სიცოცხლეში ადამიანს შეუძლია განავითაროს სულის აქტიური შემოქმედების უნარი ფიზიკური სხეულისაგან მოწყვეტით. თუმცა ძილში არ ხდება სულის სრული განცალკევება ფიზიკური სხეულისაგან.

უფრო მეტიც, მსგავსი უნარი არ წარმოადგენს მხოლოდ კაცობრიობის გვიანდელ გამოგონებას. მაგალითად, მაღალიაში ცხოვრობს ხალხი (ტომი) სენოები, რომლებსაც ძილში აქტიურ მოქმედებას ასწავლიან ადრინდელი ბავშვობიდანვე. ამ ხალხის სოფლის მცხოვრებნი უძველესი დროიდან დაწყებული ყოველდღიურად ერთმანეთს უყვებიან არა მარტო თავიანთი სიზმრების (ხილვების) შინაარსს, არამედ უმცროს თაობას ასწავლიან ხილვებისა და სიზმრების ხდომილებებზე და ობიექტებზე აქტიური რეაგირების ხერხებს და ასევე იყენებენ მთელი სოფლის ყოველდღიური ცხოვრების ძილისა და სიზმრების ყველაზე მნიშვნელოვან ფრაგმენტებს [2].

უფრო ეგზოტიკური (მაგრამ ძალზე მსგავსი) ეფექტს წარმოადგენს ადამიანის მიერ მიღწეული მედიტაციის მოვლენა, როცა სულის სხეულისაგან განცალკევების პროცესი მიმდინარეობს თვით ადამიანის ცნობიერებისა და ნების კონტროლით. სხვადასხვა სკოლების მთელი ქსელი, ამა თუ იმ მიზნის მისაღწევად მედიტაციის გამოყენების დროს, გვაძლევს ძალზე მსგავს სურათებს ამ შემთხვევაში ადამიანის შეგრძნებისა, რომლის ინტერპრეტირება ხდება სხეულისა და სულის კავშირის შესუსტებით და არა სხვა რომელიმე პროცესით.

ხშირად, სულიერი ხილვები მომაკვდავს ეწყება სიკვდილამდე და ის უყურებს გარშემომყოფებს, ლაპარაკობს მათთან და ხედავს მას, ვისაც ვერ ამჩნევენ სხვები.

ნარკოტიკი კეტამინი (ან ციკლოგექსონი), რომელიც გამოიყენება, როგორც ვენისშიგა ანესთეზირებადი ნივთიერება, ზოგიერთ შემთხვევაში ახდენს ისეთ მოქმედებას, რომელიც სხეულის გარეგანი მოქმედების მსგავსია. ის კლასიფიცირდება, როგორც „დისოციატური“ (გამყოფი) ანესთიკი, რამდენადაც მისი ინექციის შემდეგ ადამიანი არა მარტო არ რეგირებს ტკივილზე, არამედ არ რეაგირებს გარემოს მდგომარეობაზე. ის განცალკევებულადაა არა მარტო მის გარშემო მყოფი ადამიანებისაგან, არამედ სხეულის იმ ნაწილებისაგან, რომლიდანაც შედგება [3].

სავსებით შესაძლებელია, რომ ნარკოტიკებისა და ჭარბი ალკოჰოლის ზემოქმედების დროს არა მარტო წარმოიქმნება მსგავსი ეფექტები, არამედ მართლაც ხდება სხეულთან სულის კავშირის შესუსტება, რომელიც ამ დროს იძირება საკუთარი ილუზიების სამყაროში, ისე როგორც სიკვდილის შემდეგ განსაზღვრულ სტადია-

ში, რამდენადაც სულიერ-არამატერიალურ სამყაროში მას შესწევს უნარი გაამატერიალუროს (ე.ი. გახადოს ხილული) საკუთარი აზრსახეები.

სწორედ ასეთი სულის სხეულთან კავშირზე ზემოქმედების სასარგებლოდ ლაპარაკობს ის ფაქტი, რომ ამ დროს დაიკვირვება შიშის გაფანტვის ეფექტი, რომელთაგან მრავალი, როგორც ფსიქოლოგთა გამოკვლევები უჩვენებს, დაკავშირებულია ფსიქიკის „ქვედა“ ფენებთან (ე.ი. სულის პირამიდასთან), რომლებიც, ან გადაეცემიან მემკვიდრეობით (არქეტიპები), ან ჩამოყალიბდნენ ადრეულ ბავშვობაში.

ამრიგად, ადამიანის სულის მოქმედების გაგრძელების პრინციპული შესაძლებლობა მისი ფიზიკური სიკვდილის შემდეგ სრულად მტკიცდება ამ მოქმედების უზრუნველყოფი მექანიზმების გამოვლენის ფაქტებით.

4. სხეულისაგან სულის განშორების პროცესი ფიზიკური სიკვდილის დროს და ახალი პირობებისადმი მისი ადაპტაცია

ამრიგად, ადამიანი კვდება. ეს შეიძლება მოხდეს პრაქტიკულად მყისიერად (მოულოდნელი სიკვდილი), ან თანდათან (ვთქვათ, სიკვდილი ავადმყოფობისაგან, ან სიკვდილი სიბერისაგან). თუ ადამიანი მიიცვლება ბუნებრივი სიკვდილით, მაშინ ის ასწრებს ყველასთვის მთელ რიგ საერთო შეგრძნების განცდას.

მიცვალებულთა ტიბეტური წიგნის [11] მიხედვით, სიკვდილის დამახასიათებელი სამი ძირითადი ნიშანი და მათი სიმბოლური სახეები ასეთია: 1. სხეულში სიმძიმის შეგრძნება; 2. სიცვიის შეგრძნება, თითქოს სხეული აღმოჩნდა წყალში, რომელიც თანდათან გადადის ციებ-ცხელებით სიცხეში; 3. შეგრძნება თითქოს სხეული იშლება უწვრილეს ატომებად. ყოველგვარ ნიშანს თან ახლავს გარეგანი ცვლილებები. მაგალითად, სახის კუნთებზე კონტროლის დაკარგვა, სმენისა და მხედველობის დაკარგვა, წყვეტილი სუნთქვა გონების დაკარგვამდე.

ადამიანი კვდება და იმ მომენტში, როცა მისი ფიზიკური ტანჯვა ზღვარს აღწევს, მას ესმის როგორ აღიარებს ექიმი მის გარდაცვალებას. მას ესმის არასასიამოვნო ხმაური, ხმამაღალი რეკვა, ან ზუზუნი და ამავდროულად ის გრძნობს, რომ მოძრაობს დიდი სიჩქარით გრძელ შავ გვირაბში. ამის შემდეგ ის საკუთარ თავს აღმოაჩენს საკუთარი ფიზიკური სხეულის გარეთ, მაგრამ ჯერ კიდევ უშუალო გარემოცვაში, ის ხედავს თავის ფიზიკურ სხეულს რაღაც მანძილზე, როგორც გვერდითი მაყურებელი. ის აკვირდება მცდელობებს დაიბრუნოს სიცოცხლე, ფლობს ამ უჩვეულო უპირატესობას და იმყოფება რაღაც ემოციური შოკის მდგომარეობაში [3].

რაღაც დროის შემდეგ ის იკრებს აზრებს და თანდათან ეჩვევა თავის ახალ მდგომარეობას. ის ამჩნევს, რომ გააჩნია სხეული, მაგრამ სრულიად სხვა ბუნებისა და თვისებების მატარებელია, ვიდრე ის ფიზიკური სხეული, რომელიც მან დატოვა. მასთან მიდინა სხვა სხეულების სულები, მის შესახვედრად და დასახმარებ-

ლად. ის უკვე ხედავს გარდაცვლილი ნათესავებისა და მეგობრების სულებს და მათ წინ ჩნდება მნათი არსება, რომლიდანაც გადმოდის ისეთი სიყვარული და სულიერი სითბო, რომელსაც ის არასოდეს შეხვედრია. რაღაც მომენტში ის აღმოაჩენს, რომ უნდა დაბრუნდეს უკან დედამიწაზე, რაღაც ბარიერთან მიახლოების შემდეგ, რომელიც წარმოადგენს საზღვარს მიწიერსა და სიკვდილის შემდგომ ცხოვრებას შორის. ამ დროს ის აღვსილია სიხარულით, სიყვარულით და სიმშვიდით. მას შემდეგ, რაც სულმა გაიცნო სხვა ცხოვრება არ სურს უკან დაბრუნება. მიუხედავად მისი არასურვილისა, მაინც რაღაცნაირად უერთდება თავის ფიზიკურ სხეულსა და უბრუნდება სიცოცხლეს. მოგვიანებით ის ცდილობს უამბოს სხვებს ამის შესახებ, მაგრამ მისთვის ძნელია ამის გაკეთება. უპირველეს ყოვლისა მისთვის ძნელია ადამიანურ ენაზე იპოვოს ის ადექვატური კატეგორიები, რომლებიც სჭირთა ამ გარემიწიერი ხდომილებების აღსაწერად [2, 3].

განსაზღვრულ მომენტში მომაკვდავს ესმის, რომ მისი ცნობიერება ფუნქციონირების გაგრძელებისას, აღმოჩნდება ფიზიკური სხეულის გარეთ. მისი მე ტოვებს გარსს, მაგრამ, მაინც განაგრძობს არსებობას და ინარჩუნებს მთლიანობას.

ამ დროს ყველა პირველწყაროში აღინიშნება, რომ მიცვალებული (ე.ი. ფიზიკური სხეულის დამკარგავი) განიცდის სიმშვიდისა და მოსვენების შეგრძნებას. ეს განპირობებული ფიზიკურ სხეულთან კავშირების ძირითადი რაოდენობის დაკარგვით, რომლის შედეგადაც „სულის პირამიდაში“ წყდება ინფორმაციის შემოსვლა ორგანიზმის მდგომარეობის შესახებ.

ბუნებრივია, რომ ამ დროს თითქოს „ითიშება“ ადამიანის პირველადი გრძნობითი ორგანოები და „სულის პირამიდა“ რჩება თავისთავთან მარტო, ორგანიზმთან პირველადი კავშირის გარეშე. ამის შემდეგ ადამიანის მთელი ფსიქიკა თითქოს „ათავისუფლებს“ იმ არხებს, რომლებიც ამოქმედებული იყო ადრე ფიზიკური სხეულის მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციის მისაღებად. უფრო მეტიც, შესაძლოა ამ დროს იკარგება მთელი რიგი მემკვიდრეობითი სულიერ-არამატერიალური სტრუქტურებისა „სულის პირამიდაში“.

რეალურად ამ დროს არ ხდება მყისიერი კარგვა სულისა და სხეულის ყველა კავშირის არხებისა, რაც ადასტურებს, კერძოდ, რეანიმაციის შესაძლებლობას. „სიკვდილის დროს სული გამოთავისუფლდება თანდათან, მით უფრო ხანგრძლივად, რაც უფრო მოტორალური იყო სიცოცხლე“ [15]. მაგრამ თუ ადამიანი მოკლებულია ჩვეულ გრძნობით ორგანოებს, მაშინ როგორ აღიქვამს გარეგან მოქმედებას? ამ კითხვაზე პასუხი მოცემულია ადამიანის უნარში უშუალოდ მიიღოს ინფორმაცია სულიერ-არამატერიალური სამყაროდან და ორ სამყაროს შორის მჭიდრო კავშირების არსებობაში.

მიცვალებულთა ტიბეტური წიგნის მიხედვით „თუ სიცოცხლეში ადამიანი იყო ბრმა, ყრუ და კოჭლი, მაშინ სიკვდილისპირა სამყაროში ის ხედავს, ესმის, და-

დის და ყველა დანარჩენი ორგანო გრძნობიერებით იქნება დაუზიანებელი, აღქმადი და სრულყოფილი [11].

ყოველი სული შეიძლება შევიდეს სხვა სულთან შეხებაში, მხოლოდ მისკენ საკუთარი ყურადღების მიმართვით. ის ხდება იმ სრულყოფილობით თუ სულები დგანან სულიერი განვითარების ერთნაირ დონეზე. მთელი აზრი ელვისებურად გადადის ერთი სულიდან მეორეში და ყოველი სული ხედავს, როგორი იქნება აზრი სხვა სულში [16].

პრინციპში, სიკვდილის შემდეგ ადამიანში ამ თვისებების გამოვლენის პროგნოზირება სავსებით შესაძლებელია თუ გამოვალთ მისი სულიერ-არამატერიალური მდგენელის თვისებებიდან, რომლებიც აუცილებლად უნდა გამოჩნდნენ სულიერ-არამატერიალურ სამყაროში. ეს დასკვნა გამოტანილია პრაქტიკულად იმ ეფექტების ანალოგიურად, რომლებიც ვლინდებიან სიკვდილისპირა განცდებში და მედიტაციის დროს.

აქამდე სიკვდილის პირას მყოფი ადამიანის ფიზიკური სხეულის აღწერისას ჩვენ ვიყენებით მხოლოდ „სულის“ ცნებებს (უფრო სწორად „სულის პირამიდას“). მაგრამ ადამიანის სულიერ-არამატერიალური მდგენელი შედგება არა მარტო „სულის პირამიდისგან“, რომელიც წარმოადგენს არამატერიალური სამყაროს აქტიურ მდგენელს, არამედ მის შემადგენლობაში ასევე შედის ისეთი პასიური ობიექტი, როგორიცაა ადამიანის ფიზიკური სხეულის სახე. ეს ობიექტი ზოგიერთ პირველწყაროში ფიგურირებს „ადამიანის ეთერული სხეულის“ ცნებით, რომელსაც ხშირად **„ფანტომსაც“** უწოდებენ. ბუნებრივია რომ ადამიანის ფიზიკური სიკვდილის დროს ცვლილებას განიცდის სახე - ფანტომიც. აქვს რა სულიერ-არამატერიალური ბუნება, სახე-ფანტომი შორდება ფიზიკურ სხეულს „სულის პირამიდასთან“ ერთად. მაგრამ, რამდენადაც მის წყაროს უშუალოდ წარმოადგენს ცოცხალი ორგანიზმი, ის უფრო დაკავშირებულია ფიზიკურ სხეულთან. ამის გამო, რაღაც დროის შემდეგ სახე-ფანტომი (ადამიანის ეთერული სხეული) შორდება „სულის პირამიდას“ და შემდგომში არსებობს დამოუკიდებელი პასიური სულიერ-არამატერიალური ობიექტის როლში.

„სიკვდილიდან რამდენიმე დღე-ღამის შემდეგ ადამიანი გამოდის ეთერული მდგომარეობიდან (სხეულიდან), რომელიც გარკვეულ დროს ხეტილობს ფიზიკური სხეულის საფლავთან. დატოვებულ ეთერულ სხეულს ზოგჯერ შეიძლება ვგრძნობდეთ სასაფლაოზე, როგორც ხილვას ამჩნევდნენ მგრძნობიარე ადამიანები. რაღაც დროის შემდეგ ის იშლება და განიბნევა ჰაერში [16].

თუ ადამიანის სიცოცხლეში სახე-ფანტომის არსებობა უშუალოდ ნარჩუნდება ორგანიზმის ცხოველმყოფელობით, მაშინ ფიზიკურ სხეულში სასიცოცხლო პროცესების შეწყვეტის დროს და მათი დაშლის პროცესებით შეცვლისას სახე-ფანტომი წყვეტს ორგანიზმიდან საზრდოს მიღებას და თანდათან იშლება.

ამრიგად, ადამიანის სული საბოლოოდ შორდება ფიზიკურ სხეულს, რომელიც ადამიანს აკავშირებს მატერიალურ სამყაროსთან და აღმოჩნდება სუფთა სულიერ-არამატერიალურ სამყაროში, სადაც ობიექტები ურთიერთქმედებენ სრულიად სხვა კანონებით, ვიდრე მატერიალურ სამყაროში მოქმედი კანონები.

სულს ვერ აკავებს ვერანაირი დაბრკოლება, რომელსაც წარმოქმნის სიკვდილი. ის უფრო მოქმედია, რადგანაც მოძრაობს თავის საკუთარ სფეროში სხეულთან ყოველგვარი კავშირის გარეშე.

სული, როგორც სულიერ-არამატერიალური სამყაროს აქტიური ობიექტი, თავისი მოქმედებით მასში წარმოშობს აზროვნებს, აზრსახეებს. მაგრამ ახლა ადამიანისაგან დარჩენილი აქტიური ნაწილი არ არის დამოკიდებული და დაკავშირებული მატერიალურ სამყაროზე და მთლიანად იმყოფება სულიერ-არამატერიალურ სამყაროში.

ლიტერატურა:

1. Zeilik M. Astronomy. New Yourk, 1994.
2. ადეიშვილი თ. „სულისა და სხეულის ერთიანობის ფიზიკური საფუძვლები“. მონოგრაფია. ქუთაისი, 2021.
3. Моуди Р. «Жизнь после жизни». Пер. с английского, М. 1976.
4. Трубников Н. «Перспект книги о смысле жизни». Философский альманах. М., 1990.
5. ვაჟა-ფშაველა. თხზულებათა სრული კრებული. მოგონება, ივერია, ტფილისი, 1890.
6. Mogber B. Biogravitation Experiment Evidence – Int. Tour of Paraphysics. V.11, №5, L., 1977.
7. ადეიშვილი თ., ჯიქია ჯ., ადეიშვილი მ. ტვინის, ცნობიერებისა და აზროვნების ფიზიკური საფუძვლები. ქუთაისი, 2020.
8. ადეიშვილი თ. ვაკუუმის ენერგია და მისი გარდაქმნის გზები. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომების კრებული. თბილისი, 2024.
9. Russel B. Why I Am Not A Cristian. London. Watts & Co, 1927.
10. ↑PLATON. Oeuvres Completes. Paris, 2022.
11. Бардо Т. «Тибетская Книга Мертвых». Пер. А. Боченкова, М., Эксмо, 2005.
12. რუსთაველი შ. ვეფხის-ტყაოსანი, სტროფი 797, ტექსტი და განმარტებები თამაზ ვასაძისა, „დიოგენე“, თბილისი, 2024.
13. Франкл В. «Человек в поисках смысла». М., Изд. «Прогресс», 1990.
14. ადეიშვილი თ., ჯიქია მ., ადეიშვილი მ. „მედიცინის კოსმოგეოფიზიკური საფუძვლები“. ნაწილი III, ქუთაისი, 2016.
15. Галева П. Беседы у Аллана Кардека, М. Амригарусь, 2005.

16. Иванов Ю. «Человек и его душа. Жизнь в физическом теле и астральном мире»
М., Мир, 2008.

Evolutionary–Ecological problems of Human Spirit
SUMMARY

According to the work we can conclude that the human soul eventually separates from the physical body and passes into a purely spiritual – immaterial world, where objects interact according to completely different laws, then those that operate in the material world.

ადამიანის ეკოლოგიის არსი და კვლევის აქტუალური საკითხები

ნოდარ ელიზბარაშვილი¹, მირანდა გურგენიძე²

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის უნივერსიტეტის საქართველოს გეოგრაფიისა და
ლანდშაფტური დაგეგმარების კათედრის გამგე¹
პროგრამის დოქტორანტი²

აბსტრაქტი: ადამიანის ეკოლოგია არის ინტერდისციპლინარული სფერო, რომელიც სწავლობს ადამიანსა და მის ბუნებრივ, სოციალურ და ეკონომიკურ გარემოს შორის კომპლექსურ ურთიერთქმედებებს. მოცემულ სტატიაში განვიხილავთ როგორ მოქმედებს მოსახლეობის ზრდა, ურბანიზაცია, ტექნოლოგია და ბუნებრივი რესურსების მოხმარების ფორმები ეკოსისტემებზე, ბიომრავალფეროვნებაზე და კლიმატის ცვლილებაზე. ადამიანის ეკოლოგიის მიზანია კულტურული და სოციალური ქცევის ჩამოყალიბება, რომლებსაც ექნებათ გარემოსდაცვითი ფუნქცია და მდგრადი განვითარების პრინციპების შესაბამისი საზოგადოებრივი აზროვნების ჩამოყალიბება.

საკვანძო სიტყვები: ადამიანი, ეკოლოგია, გარემო, მდგრადობა, ეკოსისტემა.

ადამიანის ეკოლოგიის არსი. მე-20 საუკუნის 20-იანი წლებიდან იწყება ადამიანის, როგორც ბიოსოციალური არსების შესწავლა, რაც ასევე უკავშირდება საზოგადოების და გარემოს ურთიერთდამოკიდებულების კანონზომიერებების შესწავლას, ადამიანის საცხოვრებელი და სასიცოცხლო სივრცის თავისებურებებს, ფიზიკური და ფსიქოლოგიური შესაძლებლობების დადგენას, გარემოს გავლენას ადამიანის ჯანმრთელობაზე და სხვ. ამგვარი კვლევა „ადამიანის ეკოლოგიის“ სახელითაა ცნობილი, რომელიც როგორც ტერმინი, პირველად ამერიკელმა სოციოლოგებმა რ.პარკმა და ე. ბერჯესმა 1921 წელს გამოიყენეს (Karl S. Zimmerer, 2013). ადამიანის ეკოლოგია დაკავშირებულია მედიცინასთან, გეოგრაფიასთან, დემოგრაფიასთან, ეკონომიკასთან, ფსიქოლოგიასთან, ისტორიასთან, ბიოლოგიასთან, სოციოლოგიასთან და სხვა მეცნიერებებთან. გამოყენებითი გეოგრაფიის თვალთახედვით, საინტერესოა იმ საკითხების შესწავლა, რომელიც უკავშირდება სასიცოცხლო სივრცის გეოგრაფიულ თავისებურებებს, ბუნებრივი გარემოს ელემენტების და ლანდშაფტების გავლენას ადამიანის ფიზიოლოგიურ მახასიათებლებზე (ნ.ელიზბარაშვილი, 2016).

ადამიანის ეკოლოგია მოსახლეობის ცალკეული ჯგუფების სასიცოცხლო სივრცეს სწავლობს როგორც გლობალურ, ისე რეგიონულ და ლოკალურ დონეზე. მასში გამოიყოფა არაერთი ქვემომართულება, რომელთაგან გეოგრაფიისთვის განსაკუთრებით საინტერესოა: დასახლებული პუნქტების ეკოლოგია, პალეოეკოლოგია, სამედიცინო ეკოლოგია, ეთნოეკოლოგია და სხვ. (რ. ელიზბარაშვილი, 2023).

21-ე საუკუნეში ბალანსი ადამიანის განვითარებასა და ეკოლოგიურ მდგრადობას შორის სულ უფრო და უფრო მცირდება. ურბანიზაციამ, ინდუსტრიალიზაციამ და გლობალურმა განვითარებამ შეცვალა ლანდშაფტები და დაარღვია ტრადიციული ეკოლოგიური ურთიერთქმედებები.

ადამიანის ეკოლოგია როგორც სამეცნიერო მიმართულება ჩამოყალიბდა მე-20 საუკუნის დასაწყისში, როდესაც მეცნიერები ცდილობდნენ გაეგოთ, თუ როგორ ურთიერთქმედებს ადამიანი და გარემო ერთმანეთთან ბიოლოგიური, კულტურული და სოციალური მახასიათებლების გათვალისწინებით. ეკოლოგიის, სოციოლოგიის, გეოგრაფიისა და ანთროპოლოგიის გავლენით, ეს სფერო ვითარდება სწრაფი ინდუსტრიული და ურბანული ზრდის კვალდაკვალ. ადრეულმა ეკოლოგებმა (როგორიცაა ელენ სვოლოუ რიჩარდსი აშშ-ში) წვლილი შეიტანეს ადამიანის როლის ჩამოყალიბებაში, არა მხოლოდ, როგორც ბუნების წარმომადგენელი და დამკვირვებელი, არამედ მასში აქტიურად ჩართულ მონაწილედ.

ადამიანის ეკოლოგიის ძირითადი კონცეფცია უკავშირდება მოსაზრებას, რომ ადამიანის ჯანმრთელობა და კეთილდღეობა მჭიდროდ არის დაკავშირებული გარემო პირობებთან. ბუნებრივი გარემოს ის ელემენტები, როგორიცაა სუფთა წყალი, ნაყოფიერი ნიადაგი და ჯანსაღი ჰაერი ქმნის ადამიანის სასიცოცხლო სივრცის საფუძველს. საზოგადოების კულტურული ინსტიტუტები განსაზღვრავენ, თუ როგორ ხდება ამ რესურსების მართვა, მოხმარება და სამომავლო პროგნოზების ჩამოყალიბება. ადამიანის ეკოლოგია სწავლობს ამ სისტემებს, ადაპტაციის ხერხებს და ადამიანის მოქმედების არასასურველი შედეგების თავიდან აცილების მექანიზმებს.

ადამიანის ეკოლოგიის შესწავლის ზოგიერთი აქტუალური საკითხი

ადამიანის ეკოლოგიის კვლევის მასშტაბი შეიძლება იყოს როგორც ლოკალური, ასევე გლობალური. გლობალური სისტემები, როგორიცაა საერთაშორისო ვაჭრობა, კლიმატის ცვლილება და ტრანსსასაზღვრო დაბინძურება, სულ უფრო მეტად მოქმედებს ლოკალურ ეკოსისტემებზე, რაც აუცილებელს ხდის გარემოსდაცვითი პრობლემების კომპლექსურ ანალიზს.

ადამიანის ეკოლოგიის ერთ-ერთი მთავარი მიზანია ადამიანის საქმიანობის გარემოზე ზემოქმედების შეფასება. მათ შორისაა: ტყეების და ჰაბიტატების განადგურება, ინტენსიური სოფლის მეურნეობა, ურბანიზაცია, კლიმატის ცვლილება: სათბობი წიაღისეულის მასშტაბების ზრდა, ნარჩენების გაბნევა, გაუდაბნოების პროცესი, ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის დაბინძურება.

ადამიანის ეკოლოგია იკვლევს არა მხოლოდ ამ პრობლემების მიზეზებს, არამედ მათ უკან არსებულ სოციალურ სტრუქტურებსა და ადამიანთა ქცევის დინამიკას. გარემოს დეგრადაცია ხშირად არაპროპორციულად მოქმედებს მარგინალიზებულ მოსახლეობაზე, როგორც ცალკეულ ქვეყნებში, ასევე გლობალურად. ისეთი საკითხები, როგორიცაა ეკოლოგიური რასიზმი, ეკოლოგიური იმპერიალიზმი და რესურსების უთანასწოროდ გამოყენება, ადამიანის ეკოლოგიის შესწავლის საგანი ხდება.

ეკოლოგიური რასიზმი გულისხმობს გარემოსდაცვითი საფრთხეების არაპროპორციულ გავლენას მოსახლეობის გარკვეულ ნაწილზე და მარგინალიზებულ თემებზე. მაგალითად, სახიფათო ნარჩენების ობიექტები, ნაგავსაყრელები და დამაბინძურებელი ინდუსტრიები უფრო ხშირად განლაგებულია ნაკლები პოლიტიკური ძალის ან ეკონომიკური საშუალებების მქონე დასახლებებთან. მსგავსი ზემოქმედება კი იწვევს ასთმის, კიბოს და ტყვიით მოწამვლის უფრო მაღალ მაჩვენებელს.

საქართველოში, სოფლად და მაღალმთიან რეგიონებში, ვხვდებით ნარჩენების მართვის პრობლემებს. შესაბამისად, მაღალია მდინარეების და ნიადაგების დანაგვიანების ხარისხი, რაც აისახება კვებით ჯაჭვში და განაპირობებს ჯანმრთელობის ხარისხის გაუარესებას.

ისტორიკოს ალფრედ კროსბის მიერ შემუშავებული ტერმინი - *ეკოლოგიური იმპერიალიზმი* გულისხმობს ქმედებებს, როდესაც ბუნებრივი რესურსების მოპოვება, სტრატეგიული ინტერესების გამო, ხორციელდება ადგილობრივი მოსახლეობისა და გარემოს საზიანოდ. მაგალითად, რესურსების მოპოვება ადგილობრივი ეკოსისტემების, ან სამეურნეო კულტურის, ჰიდროლექტოსადგურების მშენებლობა და ურბანული ინფრასტრუქტურის შექმნა ლოკალური ლანდშაფტების სტრუქტურის და ფუნქციონირების გათვალისწინების გარეშე.

ბუნებრივი რესურსების *არათანაბარი განაწილება* (როგორიცაა წყალი, სახნავი მიწა, ენერგიის წყაროები და სხვ.) რეგიონებს, ქვეყნებსა და სოციალურ ჯგუფებს შორის ხშირად იწვევს ეკონომიკურ და გეოპოლიტიკურ დაძაბულობას. ზოგიერთი ქვეყანა იმაზე მეტს მოიხმარს, ვიდრე აწარმოებს, ზოგიერთი რეგიონი მდიდარია ბუნებრივი რესურსებით, თუმცა არ გააჩნია შესაბამისი ინფრასტრუქტურა ან კონტროლი მათ მოპოვება-მოხმარებაზე. თუმცა ხშირად ეს უთანასწორობა არამარტო გლობალურ და რეგიონულ დონეზე, არამედ ლოკალურად (ქვეყნა, მცირე ეთნიკური ჯგუფი, ქალაქი) იჩენს თავს. მაგალითად, საქართველოში სუფთა სასმელი წყალი თითქმის უწყვეტად მიეწოდება დიდი ქალაქების მოსახლეობის უმეტეს ნაწილს, მაშინ როდესაც მთიან სოფლებში, განსაკუთრებით თუშეთში, ხევსურეთში, ლეჩხუმსა და ქვემო ქართლში, მოსახლეობა ხშირად წუხს წყლის სისტემის არარსებობაზე ან მის დაბალ ხარისხზე.

ადამიანის ჯანმრთელობა პირდაპირ კავშირშია ჯანსაღ გარემოსთან და საკვებთან. გარემოს დაბინძურება აისახება არა მხოლოდ გარემოს მდგომარეობის ხარისხზე, არამედ ადამიანის კვების (საკვებზე) ჯაჭვსა და სასმელ წყალზე. წყლის ხარისხის ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენა განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანია.

ადამიანის ეკოლოგიის გეოგრაფიული თავისებურებების კვლევისას არსებითია არაერთი დემოგრაფიული (მოსახლეობის რაოდენობა, ასაკობრივი და სქესობრივი

სტრუქტურა, განსახლების ტიპი), სოციალური (ჯანმრთელობა და სიცოცხლის ხანგრძლივობა, გავრცელებული დაავადებები და გარდაცვალების ძირითადი მიზეზები, კვების სპეციფიკა, საკვების ტიპი და კალორიულობა, საყოფაცხოვრებო კულტურა და ჰიგიენა), კულტურული (საკვების მომზადების და შენახვის წესი, კვების ტრადიციები, საცხოვრებლის ტიპები და სხვ.), ეკონომიკური (სამეურნეო საქმიანობის ტიპი, ენერგიის წყაროები, შრომის და საყოფაცხოვრებო იარაღები, შემოსავლის წყაროები), ეკოლოგიური (გარემომცველი ბუნება, გამოყენებული რესურსები, ეკოლოგიური ვითარება, გარემოსთან ადაპტაცია, კლიმატის ცვლილების გავლენა და სხვ.) მახასიათებლების სივრცე - დროითი ანალიზი (რ. ელიზბარაშვილი, 2023).

დასკვნა: ადამიანის ეკოლოგია უკავშირდება შემდეგ ასპექტებს: სისტემურ აზროვნებას (იგულისხმება ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიკური სისტემების ურთიერთდაკავშირებული ბუნების გააზრება); ურბანულ ეკოლოგიას (იგულისხმება ქალაქად მცხოვრები მოსახლეობის აქტიურ ეკოლოგიურ და რეკრეაციულ საქმიანობა, ენერგო დაზოგვა, ნარჩენების მართვა, მწვანე ინფრასტრუქტურა და ტრანსპორტის განვითარება და სხვ.); გარემოსდაცვით მმართველობას და პოლიტიკას (იგულისხმება ეკოლოგიურად ორიენტირებული სივრცითი დაგეგმარება, ეფექტური გარემოსდაცვითი კანონმდებლობა, ლანდშაფტის მართვა და ლანდშაფტის მომსახურება, მეცნიერების, სამოქალაქო საზოგადოების და კერძო სექტორს შორის თანამშრომლობის ხელშეწყობა).

გარემოზე ზემოქმედების ჯეროვანი შეფასება ადამიანისთვის ჯანსაღი სასიცოცხლო სივრცის შენარჩუნების და გაუმჯობესების არსებითი წინაპირობაა. გარემოზე ზემოქმედების შეფასება მრავალმხრივი სამეცნიერო და პრაქტიკული საქმიანობის შედეგი უნდა გახდეს. ზემოქმედების მრავალფეროვნება უკავშირდება გარემოზე როგორც ბუნებრივი მოვლენებისა და პროცესების, ისე ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის და საზოგადოებრივი აქტიურობის შედეგებს. გარემოზე ზემოქმედების მრავალფეროვნება, მისი სივრცესა და დროში ცვლილების ხარისხი, შეფასების მაღალ საიმედოობას მოითხოვს. ფაქტია, რომ გარემოზე ზემოქმედების სივრცე-დროითი თავისებურებების შეფასება გეოგრაფიული მეცნიერებისთვის ერთ-ერთი უმთავრესი გამოწვევაა, რაც კომპლექსური და სისტემური მიდგომის საფუძველზე უნდა განხორციელდეს.

ადამიანის სასიცოცხლო სივრცის გაუმჯობესება უკავშირდება მდგრადი განვითარების პრინციპების და მოთხოვნების განხორციელებას, მოსახლეობის ჩართულობას და ინფორმირებულებას, ცენტრალური და ადგილობრივი ხელისუფლების შესაბამის ძალიხმევას.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ელიზბარაშვილი, ნოდარი. *გამოყენებითი გეოგრაფიის საფუძვლები*. თბილისი: 2016.
2. Zimmerer, Karl S. "Cultural Ecology and Human Ecology." *Oxford Bibliographies in Geography*. 2013. <https://www.oxfordbibliographies.com/display/document/obo-9780199874002/obo-9780199874002-0041.xml>.
3. ელიზბარაშვილი, რ. „ადამიანის ეკოლოგია და ბუნებრივი გარემოს ელემენტების რეკრეაციული შეფასების ზოგიერთი აქტუალური საკითხი (საქართველოს მაგალითზე).“ *საქართველოს გეოგრაფია*, no. 13 (2023): 57–67. თბილისი: თსუ.
4. "Imperialism, Ecological Imperialism, and Green Imperialism." *Journal of Labor and Society*, 2024, 2–5.
5. Lawrence, R. J. “Understanding Human Ecology: A Systems Approach.” *Housing, Theory and Society* 34, no. 1 (2017): 123–125

The essence of human ecology and current topical issues

Summary

Human ecology is an interdisciplinary field that examines the complex interactions between humans and their natural, social, and economic environments. This article explores how population growth, urbanization, technological advancement, and patterns of natural resource consumption impact ecosystems, biodiversity, and climate change. The objective of human ecology is to shape cultural and social behaviors that fulfill environmental functions and to foster a form of public consciousness aligned with the principles of sustainable development.

Keywords: *Human, Ecology, Environment, Sustainability, Ecosystem*

Disseminated Intravascular Coagulation (DIC) as a Major Risk of Mortality, its Diagnosis and Treatment

Ukleba Ketevan, Chakvetadze Maia

Central European University.
Akaki Tsereteli State University
Georgian Academy of Ecological Sciences

Abstracts: *Disseminated Intravascular coagulation (DIC), also known as thrombohemorrhagic syndrome, represents a universal disorder of hemostasis, characterized by disruption of peripheral blood coagulation.*

In DIC, spontaneous of microthrombi occurs within blood vessels, leading to impaired microcirculation and organ dysfunction, which may progress to acute organ failure. DIC is a life-threatening syndrome, that can be triggered by various diseases and pathological conditions and it frequently ends in mortality (20%-50%). It is crucial to understand its prophylaxis and initiate timely therapy.

A major error is the transfusion of massive or preserved blood. It is recommended to transfuse freshly frozen plasma, rheopolyglucin, albumin, erythrocyte mass and platelet mass.

Keywords: Disseminated, Intravascular, Hemostasis, Erythrocyte mass, Fresh Frozen Plasma. Disseminated Intravascular Coagulation (DIC) is a universal disorder of hemostasis (blood coagulation factors), characterized by impaired coagulation in peripheral blood. [1,6]

Morphologically, it is based on the spontaneous formation of multiple microthrombi within the blood vessels, accompanied by aggregation (clumping) of fibrin (a blood coagulation factor) and blood cells. This leads to impaired microcirculation in organs and tissues, resulting in structural and functional changes. [2,4] The prognosis is often poor and frequently ends in death. In cases of sepsis, DIC syndrome is associated with a significantly higher mortality rate compared to trauma-induced DIC syndrome. [3,5,7]

The causes of DIC syndrome can be divided into several groups:

- Developing as a result of acute infectious-septic processes;
- Induced by massive blood transfusions (e.g., in cases of hemorrhagic shock, trauma, or chronic bleeding);
- Caused by acute poisoning (most often with heavy metal salts, alcohol, or chemical substances);
- Immune and immune complex-related causes (e.g., systemic lupus erythematosus, active hepatitis, liver cirrhosis);
- Triggered by allergic reactions (e.g., venomous snake bites and others).

DIC syndrome can also be caused by cancer, burns, frostbite, and so on.

Phases of Disseminated Intravascular Coagulation (DIC) Syndrome:

- First Phase – Hypercoagulation: Increased coagulation activity; the blood clots earlier than normal.
- Second Phase – Hypocoagulation: Decreased coagulation activity; the blood clots later than normal.
- Third Phase – Fibrinolysis: This is the manifest (clinical) phase, characterized by intense bleeding.

Fourth Phase – Resolution: The intensity of bleeding decreases, but thrombolytic processes are still present, which may lead to liver, kidney, and rarely, respiratory failure.

Clinical Symptoms:



The clinical presentation of DIC syndrome is determined by the underlying disease, the disturbances in the blood coagulation system, and the resulting organ dysfunction. The more acute the DIC syndrome, the more intense the bleeding.

DIC tends to have a subacute course in cases of viral hepatitis and pancreatitis, due to destructive processes in the organs.

Differential diagnosis should be made with:

- Thrombocytopenic purpura
- Hemolytic-uremic syndrome

In the early clinical picture of DIC syndrome, the following signs are noteworthy: Fever up to 39°C, accompanied by sweating, dyspnea, and in some cases, diarrhea and vomiting, which can lead to dehydration. The patient quickly becomes incoherent or unresponsive. Hemorrhagic shock may develop. Arterial and venous pressure drops critically. Acute organ failure occurs. Due to impaired microcirculation in the organs, pulmonary edema may develop. In some cases, a shock lung condition arises — a thrombus enters the lungs via the venous system. Microthrombi damage the mucosal lining of the stomach and duodenum, leading to gastrointestinal bleeding (Melena).

Diagnosis:

Clinical and biochemical blood analysis is required. A coagulogram is performed. A right shift is observed in the leukocyte formula. The platelet count is reduced.

The coagulogram findings are significant: Fibrinogen levels are decreased; D-dimer is elevated; INR (International Normalized Ratio) is elevated; Clotting time is prolonged.

Treatment:

- Elimination of the underlying cause
- Anti-shock measures — restoring blood volume and correcting its composition. For this purpose, Rheopolyglucin, fresh frozen plasma, albumin, platelet and erythrocyte mass

transfusion, and cryoprecipitate are used. In cases of DIC syndrome caused by purulent (infectious) processes, antibiotics are administered alongside heparinization.

To stop internal organ bleeding, radical surgical methods (e.g., organ amputation) may be used in severe cases.

For gastrointestinal bleeding, fibroscopy is used to localize and manage the source.

Prevention: Unjustified hemotransfusion with massive and preserved blood is considered a big mistake.

It is unjustified to transfuse 250-500 ml of blood after surgery unless there is a serious indication. It is advisable to use fresh frozen erythrocyte mass.

Conclusion: Thus, disseminated intravascular coagulation (DIC) is one of the very serious pathological syndromes that develops in many diseases and terminal conditions. It is characterized by activation and subsequent depletion of the coagulation and fibrinolytic systems, which leads to disruption of organ microcirculation and dysfunction. Its prevention and timely therapy are necessary, although the mortality rate remains quite high (up to 20-30%).

References:

1. Disseminated Intravascular Coagulation. www.nhlbi.nih.gov. Retrieved 20 December 2017.
2. Disseminated Intravascular Coagulation (DIC)- Hematology and Oncology. Merck Manuals professional Edition. September 2016. Retrieved 20 December 2017.
3. Levi M. (2007) Disseminated Intravascular Coagulation. Critical Care Medicine. 35(90); 2191-2195.
4. Gando S, Levi M, Toh CH (2 June 2016) „Disseminated Intravascular Coagulation”. Nature Reviews Disease Primers. 2: 16037
5. Davidson's Principles and Practice of Medicine (19ed) Churchill Livingstone. 2002 ISBN 0-443-07-36-9.
6. Mkurnaly.ge
7. Haematology: Basic Principles and Practice (6 ed). Elsevier Saunders. 2012. ISBN 978-1437729283.

დისემინირებული სისხლძარღვში და კოაგულაცია, როგორც ლეტალობის დიდი საფრთხე, მისი დიაგნოსტიკა და მკურნალობა რეზიუმე

დისემინირებული სისხლძარღვში და კოაგულაცია, იგივე თრომბოპემორაგიული სინდრომი (დიკ) წარმოადგენს ჰემოსტაზის უნივერსალურ დარღვევას, რომლისთვისაც დამახასიათებელია პერიფერიული სისხლის შედედების მოშლა. ამ დროს სისხლძარღვის შიგნით ხდება

მიკროტრომების სპონტანური წარმოქმნა, რაც იწვევს მიკროცირკულაციის მოშლას და ორგანოთა დისფუნქციას, რამაც შეიძლება მიგვიყვანოს მათ მწვავე უკმარისობამდე.

დიკ სინდრომი რეალურად არის სიცოცხლისათვის საშიში სინდრომი, რომელიც მრავალმა პათოლოგიურმა მდგომარეობამ შეიძლება გამოიწვიოს და არცთუ იშვიათად დამთავრდეს ლეტალობით. (20%-50%). საჭიროა ვიცოდეთ მისი პროფილაქტიკა და დროული თერაპია.

დიდ შეცდომად ითვლება ჰემოტრანსფუზია მასიური და კონსერვირებული სისხლით. მიზანშეწონილია ახალგაყინული პლაზმის, რეოპოლიგლუკინის, ალბუმინის და ერითროციტარული მასის გადასხმა.

სექცია – Section

V

სულიერების ეკოლოგია Ecology of spirituality

მდგრადი მწვანე საფარი, გამოწვევები და გადაჭრის ეთიკური გზები

დარეჯან ჩხიროძე, ნუნუ ჩაჩხიანი-ანასაშვილი, თეონა მუმლაძე
ქუთაისის უნივერსიტეტი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
კოლეჯი კონსტრუქტორ 2,
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი: თანამედროვეობის პირობებში მდგრადი განვითარებისათვის ბრძოლა ისეთივე მნიშვნელოვანია, როგორც კაცობრიობის ბრძოლა მშვიდობისა და თანაარსებობისათვის. ნებისმიერი სახელმწიფოსათვის ეს პრობლემა ერთნაირად აქტუალურია, რამეთუ დაკავშირებულია კაცობრიობის საერთო ბედთან. მდგრადი სამყარო მასში არსებული ცოცხალი ორგანიზმებით, განსაკუთრებით მწვანე საფარით, განუმეორებელი და უნივერსალურია. მდგრადი სამყაროს უზრუნველყოფა თანამედროვეობის ერთ-ერთი ძირითადი გამოწვევაა. ნაშრომში განხილულია მწვანე საფარი, როგორც გარემოს მდგრადობის ერთ-ერთი მთავარი პირობა და მოცემულია მისი დაცვის გზები.

საკვანძო სიტყვები: მწვანე საფარი, მდგრადი განვითარება, ტყის დაცვა, ტყის პრობლემები.

შინაარსი: სამყაროზე ღვთის მიერ ზრუნვა მინიჭებული მის მიერ ხატად და მსგავსად შექმნილი ადამიანი გაამპარტავნდა და თავის მინიჭებულ უფლებებზე მაღლა დადგა და საკუთარ ხიბლში ჩავარდნილმა ზრუნვა მოვლის ნაცვლად სამყარო და ბუნება მასზე ძალადობის ობიექტად აქცია. საკუთარი შესაძლებლობაში დარწმუნებული არად დაგიდევდა ღმერთის გაფრთხილებას „ნუ დააზიანებ მიწას“. „ათონის წმინდა მთაზე ტყის გასწვრივ მიმავალ ბილიკებზე ბერები ზოგჯერ საგანგებო ნიშნებს აღმართავენ ხოლმე, გზად მიმავალ მოგზაურთა გამხნევებისა თუ გაფრთხილების მიზნით. წმ. იოანე მახარებლის მონასტრის წინამძღვარი კ. პატმოსზე მამა ამფილოქე (გარდ. 1970 წელს) სავსებით იზიარებდა ამ წარწერის შინაარსს. ერთხელ მამა ამფილოქემ თქვა: ”იცი თუ არა, რომ ღმერთმა კიდეც ერთი მცნება დაგვიტოვა ხეების სიყვარულის შესახებ, თუმცა იგი ბიბლიაში შეტანილი არ არის?!“ მამა ამფილოქეს სწამდა, რომ ვისაც ხეები არ უყვარს, მას არც ღმერთი უყვარს. ხის დარგვა მისთვის იმედის, მშვიდობის, სიყვარულის დათესვის ტოლფასი იყო, რის სანაცვლოდაც ადამიანი ღმერთის კურთხევას იმსახურებს.

ადრე ქრისტიანულ ეპოქაში ხეებს საკრარული დანიშნულება ჰქონდა არსებობდა საკულტო მაგ „წმ. გიორგის ტყე“, თუ გავიხსენებთ წინარე ისტორიას ხის საკრალური დანიშნულებაზე, ბუნებაში დარჩენილ ხეთა ნაწილს დღემდე შემორჩა ეს დანიშნულება და ის ოჯახებში გადმოვიდა, მაგ. ნაძვის ხე საახალწლოდ, ბზა სააღდგომო რიტუალის და მრავალი სხვა უამრავი მაგალითები, თუნდაც მუხის ხე რომელზეც ოქროს საწმისი ეკიდა, წმინდა ხეები და წმინდა ტყეები ბუნებრივ სამლოცველოდ აღიქმებოდა, საისტორიო წყაროების მიხედვით წმინდა ტყეები იყო ქრისტიანულ ევროპაში, ამგვარ ტყეებში ხის-

თვის კანის აძრობა ძველ გერმანული კანონმდებლობით სასტიკად ისჯებოდა. წმინდა ტყეები საქართველოში მრავლადაა შემორჩენილი, ისინი ძირითადად სამლოცველოებთან იზრდებოდნენ, ეს მოკლე ექსკურსი ცხადად გვიჩვენებს ტყის, ხეების დანიშნულებაზე, კაცობრიობის ისტორიაში.

თანამედროვე ცივლიზაციების ეპოქაში ხეს ძირითადად სამომხმარებლო დანიშნულება ერგო, ხე გამოიყენებოდა არა მარტო საშენო დანიშნულებით, არამედ მას კომერციული დატვირთვაც მიეცა. მოგებას გამოდევნებული ადამიანები არად დაგიდევდნენ ტყის ძირითად ფუნქციას: წყალდაცვითი და ეროზიისაგან დაცვის. უმოწყალოდ ჩეხდნენ ტყეებს, ყველა ჩეხდა უმოწყალოდ შინაური თუ გარეული, მარტო ჩეხვა არა აკმარეს და მოჭრილი ხის ნარჩენებიც იქვე გამოუტანელი დატოვეს. არ არის გამორიცხული გამხმარი ნარჩენები იყო ერთ-ერთი მიზეზი გახმაურებული **ტყის ხანძრების**, რომელმაც ლამის რამოდენიმე ჰექტარი ტერიტორია მოიცვა. გავრცელებული ხანძრების მიზეზების დადგენა შესაბამისი სამსახურების ფუნქციაა, მაგრამ შედეგი სახეზეა: გადამწვარი ხეები და განადგურებული მწვანე საფარი მასში არსებული ფლორითა და ფაუნით, შეცვლილი კლიმატით, არადექვატური კვამლით, დეპრესირებული მოსახლეობით, შეშინებული ტურისტებით.

ტყის დაცვა. 2012 წლის მონაცემებით იმერეთის რეგიონში ტყით დაფარული ფართობის 97%-ს ეროვნული სატყეო სააგენტო მართავს, ხოლო დანარჩენი დაცული ტერიტორიების ფარგლებშია. ტყეებში მერქნული და არამერქნული რესურსებით სარგებლობის რაციონალურად რეგულირება ერთ-ერთი გარემოსდაცვითი პრობლემაა. 2013 წელს ეროვნული სატყეო სააგენტოს მიერ იმერეთის რეგიონში განხორციელდა დაავადებული წაბლნარი კორომების სანიტარული ჭრების ეფექტიანობის შეფასება და ტყიბულის, ხარაგაულის, ჭიათურის და ზესტაფონის სატყეო უბნების კვლევა. ამ მხრივ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს სახელმწიფო ტყის ფონდის ტერიტორიაზე დაავადებული წაბლნარი კორომების აღდგენა—გაჯანსაღება. 2014 წელს ეროვნული სატყეო სააგენტოს მიერ წარმოდგენილ იქნა ხარაგაულის სატყეო უბნის ტყის მეურნეობის ტაქსაციური აღწერები და მართვის გეგმა. საჭიროა, რომ ასეთი სამუშაო და მართვის გეგმა შესრულდეს ყველა უბნისათვის, რომელთა უმრავლესობა ტყის მოვლისა და აღდგენის ფართომასშტაბიან ღონისძიებებს საჭიროებს.

ქუთაისის მერიის სამსახურის ანგარიშის მონაცემებით ქუთაისის მწვანე საფარი კოლხეთის დაბლობის აღმოსავლეთ ნაწილის გეობოტანიკურ რაიონს განეკუთვნება. ქუთაისსა და მის შემოგარენში წარმოდგენილია, როგორც ბუნებრივი, ისე ხელოვნურად შექმნილი გამწვანებული ზონები – პარკები, საზოგადოებრივი ბაღები, ქალაქის ქუჩების გასწვრივ და სხვადასხვა უბნებში არსებული გამწვანებული ადგილები დარგული ხეებითა და დეკორატიული მცენარეებით. მუხრანის

ტყეში ფლორისტიკული შემადგენლობით წარმოდგენილია ძირითადად იმერული მუხა (*Quercus imeretina*), ეს ჯიში წითელ წიგნშია შეტანილი. მერქიანებიდან აქ გვხვდება აგრეთვე ჰარტვისის მუხა, წაბლი და კავკასიური რცხილა. გარდა აღნიშნულისა აქ გავრცელებულია ისეთი სახეობები, როგორიცაა მურყანი, ჩვეულებრივი ნეკერჩხალი და იფანი.

რაც შეეხება ქალაქის ცენტრალურ უბნებსა და გარეუბნებში, აქ წარმოდგენილია მწვანე საფარის შემდეგი სახეობები: ჰიმალაის კედარი, ჭადარი, ვერხვი, იფანი, ნეკერჩხალი, ცაცხვი, აკაცია, ცხენის წაბლი, კვიპაროსი, ფიჭვი, ირმის რქა, მაგნოლია, კატალპა, ლეგა მუხა და სხვა.

დღეის მდგომარეობით ქალაქში მცხოვრები მოსახლეობის რაოდენობასთან შედარებით, პარკების, ეროვნული ბაღებისა და გამწვანების საერთო ფართობი მცირეა. ქალაქის ქუჩების, მოედნების და სკვერების გამწვანებულ ტერიტორიები განვითარებადი ბიზნესის ობიექტების მშენებლობას ემსხვერპლა. იკვეთება მწვანე ნარგავების ნორმატიული მონაცემების კლების არასასურველი ტენდენცია. მაგალითისათვის მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის რეკომენდაციით (World Health Organization (WHO)), გამწვანებული ტერიტორია სასურველია ფეხით 15 წუთის სავალზე. ინფორმაცია იმაზე, თუ რამდენი კვადრატული მეტრი გამწვანება მოდის ერთ ადამიანზე ქუთაისში ბოლო წლებისთვის არ არსებობს.

ძირითადი პრობლემები: მიზანი და ამოცანები

ქუთაისის მწვანე საფარის რაოდენობის საერთაშორისო სტანდარტთან შესაბამისობაში მოყვანა.

- ✓ მოსახლეობის როლის ამაღლება მწვანე საფარის გაუმჯობესებაში;
- ✓ “გამწვანების დღეების” დაწესება;
- ✓ გამწვანების პრიორიტეტების, პროგრამებისა და გეგმების შემუშავება-განხორციელება;
- ✓ ქუთაისის შემოგარენის მწვანე ნარგავების სარეკრეაციო გეგმის შედგენა;
- ✓ ქალაქის მწვანე არელებისა და მწვანე ნარგავების აღრიცხვა - ინვენტარიზაცია;
- ✓ ქუთაისის ტერიტორიაზე რეკრეაციული და მწვანე ზონების დაგეგმარება და საზღვრების დადგენა;
- ✓ ქალაქის შიდა გამწვანებაში გადაბერებული და ავარიული ხეების ახლით ჩანაცვლება, სპეციალური ტექნიკის მეშვეობით;
- ✓ ფართომასშტაბიანი აღდგენითი ღონისძიებების განხორციელება;
- ✓ მწვანე ნარგავების მონიტორინგის ეფექტური და გამჭვირვალე სისტემის ჩამოყალიბება;
- ✓ მწვანე ნარგავების მართვის სტრუქტურის შემუშავება;
- ✓ შემოგარენის მწვანე ნარგავების კვარტლებად და უბნებად დაყოფა;
- ✓ დასვენების ზონების, გამწვანებული სივრცეების შექმნა მცირე მდინარეებსა და ქალაქის სხვადასხვა უბნებში.

ტყემ და მისმა მიმზიდველმა ბუნებამ ტურისტების დაინტერესება გამოიწვია. ტურიზმის აღორძინება სასურველია, მაგრამ დასაფიქრებელია, რამდენად დაცულია ამ დროს ბუნება ადამიანთა ნეგატიური ზემოქმედებისაგან, როგორცაა კოცონი, დანაგვიანება და სხვა. ნეგატივების თავიდან აცილება პრევენციული ღონისძიებების გააქტიურებით, **ეთიკური გზებით** პრობლემის გადაჭრაა შესაძლებელი, როგორც სამთავრობო ასევე თითოელი მოქალაქის დონეზე. მოუმზადებლობამ არსებულ მდგომარეობის მიმართ, როგორც სამთავრობო, ასევე თითოელი ჩვენგანის დონეზე მკაცრი რეალობის წინაშე დაგვაცენა, დააჩქარა და გაზარდა ზარალი. მაგრამ არასოდეს არ არის გვიან როდესაც არსებობს სიცოცხლე და ჯანსაღი აზრი, მისასალმებელია ინიციატივები განადგურებული ტყის აღდგენისა ხეების დარგვით, პატრიარქის მოწოდება ხეების დარგვის შესახებ, სწორედ ამას გულისხმობს.

შემოვდივარ წინადადებით თითოეულმა ჩვენგანმა ყოველ სარიტუალო თარიღთან დაკავშირებით **დავრგოთ ხე**, თუ დარგვის სეზონი არ არის, ამ შემთხვევაში დავნერგოთ ქოთნის ყვავილების მოყვანის და ჩუქების კულტურა, ეს პროცესი დავიწყოთ დღეს, რომ არ იყოს ხვალ გვიან!!!!

ლიტერატურა:

1. მ. ბანძელაძე დ. ჩხიროძე (2012). ეთიკა და ეკოლოგიის ზნეობრივი საფუძვლები აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა. ქუთაისი. გვ 147-153
2. http://weg.ge/sites/default/files/climate_change_and_sustainable_development.pdf
კლიმატის ცვლილების და მდგრადი განვითარება
3. http://greenalt.org/wp-content/uploads/2016/05/CCC_GEO.pdf
„კლიმატის ცვლილება შესახებ ჩარჩო-კონვენციის ეროვნულ დონეზე განხორციელება
4. <https://www.eiec.gov.Ge/Documents/ViewFile/175>

Sustainable green cover, challenges and ethical solutions

Summary

In modern times, the struggle for sustainable development is as important as humanity's struggle for peace and coexistence. This problem is equally relevant for any state, as it is related to the common destiny of humanity. A sustainable world with its living organisms, especially green cover, is unique and universal. Ensuring a sustainable world is one of the main challenges of modernity.

Keywords: green cover, sustainable development, forest protection, forest problems.

ლაზეთი - წარსული და რეალობა

იაშა თანდილავა

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი: ნაშრომი ეხება ისტორიული კოლხეთის ერთ-ერთ გამორჩეულ ეთნოსს, კერძოდ ლაზებს (ჭანებს), რომლებიც დღევანდელ საქართველოში კომპაქტურად მხოლოდ ერთ სოფელში ცხოვრობენ და ეს არის სარფი, ხოლო სხვები კიდევ საქართველოს სხვადასხვა სოფლებსა და ქალაქებში მცირე რაოდენობით, რომლებსაც მხოლოდ ძვლივსა ახსოვთ მათი ეთნიკური წარმომავლობა, აგრეთვე დღევანდელ თურქეთის რესპუბლიკაში. აქვე საუბარია იმაზე თუ რა წარსული აქვთ მათ და როგორ არის ამოგდებული თანამედროვე ცივილური ევროპის და კულტურული ცივილიზაციის არეალიდან, იმ კულტურისა რომლებსაც ქვია ახლო აღმოსავლეთის, ანატოლიის და შუამდინარეთის უძველესი ცივილიზაცია. მომხსენებელი იმედს გამოთქვამს რომ ეს ყველაფერი შეიცვლება ახალი მსოფლიო ისტორიის ნაშრომებში და ყველაფერი მის ადგილს დაიკავებს. ნაშრომი არ არის ფართო განხილვის თემა. აქ მხოლოდ დასმულია კითხვა და იმედს გამოთქვამს, რომ ის მიიღებს სწორ პასუხს.

ქართველთა ტომები ძირითადად შედგება ქართვების, კოლხების (ლაზ-მეგრელების) და სვანებისაგან, რომელთა პოლიტიკური და კულტურული ერთიანობა დაედო საფუძვლად, ქართველთა ეროვნულ კონსოლიდაციას ქართველურ ენა-კილოთა ჯგუფებს შეადგენს: ქართალური, ზანური (მეგრულ-ლაზური) და სვანური, რომლებიც საერთო-ქართველური ფუძე-ენიდან მომდინარეობენ.

ტერმინ ლაზურის გვერდით ლიტერატურაში გამოიყენება „ჭანური“. ზოგისთვის ამ ტერმინებს სინონიმური მნიშვნელობა აქვს და ორივეს ხმარობს, ხოლო ამ ენაზე მეტყველი, ისინი თავიანთ თავს ლაზს/ლაზებს უწოდებენ და ლაზ-ფუძისგან ნაწარმოები სიტუაციები იციან (ლაზერი, ლაზობა, ლაზისტანი, ლაზინა, ლაზეთი).

ლაზები კომპაქტურად სახლობენ შავი ზღვის სამხრეთ-აღმოსავლეთ სანაპიროზე, საქართველოს საზღვრისპირა სოფელ სარფში და თურქეთის რესპუბლიკის ართვინის ვილაეთის ხოფის, ბორჩხისისა და არჰავის ილჩებსა და რიზეს ვილაეთის ფინდიკლის (ვიწე), ართაშენის, ჩამლიჰის, მშნისა და ფაზარის/ათინა, ილჩეებში. ამასთან ერთად მრავალი ლაზი ცხოვრობს თურქეთის სხვადასხვა ქალაქსა და სოფელში. ლაზთა ცალკეული ოჯახები გაბნეულია დასავლეთ საქართველოს რიგ რეგიონებში/აჭარაში, აფხაზეთში, გურიასა და სამეგრელოში.

თავად ლაზური ენა ხოფური, ვიწურ-არქაბული და ათინურ-ართაშენური დიალექტებს, როგორც ენებს ახასიათებს. აქაც ხოფურში ჩხალურ კილოს გამოყოფენ, ათინურში-ართაშენურს-ვიწურს-არქაბულს კი ვიწური და არქაბული კილოკავების ნაერთად მიიჩნევენ.

რაც უფრო ღრმად მივდივართ ამ ენათა ისტორიულ წარსულში, მით უფრო ცხადი ხდება მათი წარმომავლობა ერთი საერთო ფუძე ენიდან (ჩიქობავა 1938, 446:

1948, 261 შმდ). ბუნებრივად არის, ვინაიდან ყველა ამ ენის მატარებელი ტომები ქართველები არიან, ქართველი ერისა და ქართული კულტურის შემქნელი. დღეისათვის ლაზური-მეგრულის მეცნიერულ შესწავლას მდიდარი ტრადიცია გააჩნია, მაგრამ ჩვენის აზრით ეს არ კმარა იმისათვის, რომ ამ ენებმა გააგრძელონ სიცოცხლე, რადგან ეს ენები მიჩნეულია საერთო ქართულის ფუძე-ძირებად, მათი გაქრობა საფრთხეს შეუქმნის და სხვადასხვა პრობლემების წინაშე აღმოჩნდება ჩვენივე საერთო დედა-ქართული. დიდი ივანე ამბობდა, ჩვენაო დასაბამიდან მიწათმოქმედი ხალხი ვართ და „ბოსტანი“ და „ბაღა“ უცხოთა სიტყვებსა ვიყენებთო და იქვე ამიტომ ღმერთმა დალოცოს ჩვენი წინარე ქართველური ენები. ლაზებში ბოსტანსა და ბაღას ო-მტილ-ე, ო-ნტულ-ე ქვია და დასტურად სულხან-საბას „სიტყვის კონა“ მოყავდა. სულხან-საბას უწერია მტილი, ხოლო ო-ე ლაზურის ფონემური მახასიათებელია. მოგეხსენებათ: მტილი-ო მტილ-ე (თ-ნ/მეტილე, ონტულუ) - ბოსტანი, ბაღა. დღეს სარფში ეს სამიშროება იმდენად მწვავედ არ დგას, ასაკოვნები და საშუალო თაობა იცავს და ინახავს ლაზურ მეტყველებას, რაც შეეხება სასკოლო ასაკის ახალგაზრდებს, აქ გამიჭირდება იმის თქმა, რომ მათ შეძლონ ამ ენის სასიცოცხლოდ გაგრძელება. დამეთანხმებით იმაში, რომ რაიმე გზების გამონახვა აუცილებელია. საქართველოს საპატრიარქოს ფინანსური მხარდაჭერით, თავად უწმინდესისა და უნეტარესის კურთხევით 70 ქართული გვარისგან ავიღეთ-დნმ-ის ანალიზი, მათ შორის ლაზებისაგან. ეს არის ინტერდისციპლინარული მეცნიერება, რომელიც გენეტიკური ანალიზის საფუძველზე (მათემატიკური სიზუსტით) იძლევა ინფორმაციას ერების, ეთნოსების, სუბეთნოსების წარმომავლობის და მათი მიგრაციული პროცესების შესახებ.

ამ კვლევის შედეგები აბსოლიტური სიზუსტით აჩვენებდა ქართველი ერის უძველეს წარმომავლობას და მის კავშირს აღმოსავლეთ ანატოლიის უძველეს ცივილიზაციის კერებთან. ამით კიდევ ერთხელ გახდა ნათელი, რომ: „კავკასიელი ხალხები არიან საერთო გენეტიკური წარმომავლობის და ჩვენი ეთნოგენეზის და განსახლების არეალი, კავკასიასთან ერთად მოიცავს აღმოსავლეთ ანატოლიის კაზადოკიის ჩათვლით“. ამიტომ კიდევ ერთხელ უფრო ხმამაღლა სათქმელი „ურარტულ კულტურასა“ და ქართულ სამყაროსთან ორგანულ კავშირებზე, ურარტუ მთავარი ქვაკუთხედი, შეიძლება ითქვას ქართველთა და ზოგადკავკასიელთა ეთნოგენეზიზმისათვის. თანამედროვე ქართული ისტორიოგრაფია ბუნდოვან და არათანმიმდევრულ კონცეფციებს გვთავაზობს ქართველი ერის ეთნოგენეზის შესახებ. ეს მხოლოდ საბჭოთა პერიოდის კომუნისტური რეჟიმის პოლიტიკური დაკვეთიდან არ მოდის, ჩვენ ცივილიზებული მსოფლიოს კულტურათა არეალიდან ამოგდებული ვართ! და ჩვენს ღვაწლს ურცხვად სხვები ითვისებენ. XXI საუკუნეში საქართველოს არეალში განხორციელებულმა არქეოლოგიურმა გამოკვლევებმა დაგვარწმუნა იმაში, რომ ქართულ კულტურაში დევს ბევრი გაუხსნელი საიდუმლო,

რომელთა ამოცნობა, ახლებურად დაგვანახებს არა მარტო ქართული კულტურის, არამედ მსოფლიო კულტურის მთელ რიგ საკითხებს.

„დღეს როდესაც ქართული სახელმწიფოებრიობა განვითარებულ ქვეყანათა რიგშია მოაზრებული და კვლავ ტერიტორიული მთლიანობის აღდგენა ძალაშია, ქართველ მეცნიერთა უმთავრესი ამოცანაა კულტურული მსოფლიოს წინაშე გამოავლინონ ქართველთა წინაპრები. ძველი იბერიის ინტელექტუალური ღირებულებები, რათა ჩვენი თავი წარმოვადგინოთ ცივილიზებული მსოფლიო საზოგადოების თანასწორუფლებიან წევრად (და ცოტა მეტიც).“

დღევანდელი მდგომარეობით, ის უძველესი და დიდი ლაზიკა, ჭანიკა, ხალდია, ქალდიიდან მხოლოდღა სარფი დარჩა საქართველოში და ისიც ნახევარი სოფელი, მაგრამ მას აქვს მეტად მნიშვნელოვანი დატვირთვა, იგი ხიდია იმ ისტორიულ წარსულთან რომლითაც გადავალთ იმ ჩვენივე მეორე ნაპირზე საიდანაც ზემოთ მოხსენიებული პრობლემურ თემებთან უშეცდომოდ და აუცილებლად მიგვიყვანს. ქართველი მეცნიერები გარდა ისტორიული ტაო-კლარკეთისა საერთოდ არ იცნობენ ჭანიკა-ქალდიას, ამიტომაც ჩვენი ექსპედიცია, რომელიც დაგეგმილი იყო საქართველოს საპატრიარქოს მიერ და მას თავად ეპისკოპოსი და მეცნიერი ანანია ჯაფარიძე ასულდგმულებდა, რადგან ქართველ ისტორიკოსთაგან არავის არ ჰქონდა მეცნიერულად შესწავლილი ეს მხარე, მეგზურად ინგლისელი მეცნიერის ენდი ბაერნის ნაშრომებით ვხელმძღვანელობდით და გზას ვიკვლევდით. ძველი ჭანური ფეოდალური საქართველოს, ჭანიხიტების საგვარეულო ციხე „ჭანიკა“ მაღალი კლდოვანიდან ამაყად გადმოჰყურებს მთელს დღევანდელ „გიუშიშხანეს“ (ვერცხლის საბადოები), საიდანაც ოსმალეთის სახელოსნოს ხაზინის ერთი მეექვსედი ივსებოდა, აქვეა სპერი და კაბადოკია. სპილენძის სახელიც აქედან მოდის „ოსპირლენჯ“. სამწუხაროა, რომ ქართველი მეცნიერების შრომებსა თუ მოხსენებებში გამოთქმული თვალსაზრისები ზოგჯერ მთლიანად ეწინააღმდეგება ქართული ეთნოსის ეთნოგენეზის, კულტურული კუთვნილებისა და ქართული კულტურის თავისთავადობის საკითხებში. ასე მაგალითად, ძვ.წ. III ათასწლეულის პირველ ნახევარში, დასავლეთ საქართველოს სანაპირო ზოლი და ჩრდილოეთ კავკასია ძირითადად აფსუურ-ადიღეურ ენაზე მოლაპარაკე ტომებს უნდა სჭეოდათ. ასევე ძველი პერიოდის საქართველოს ტერიტორია განხილულია „ტრანზიტის პოლიგონად“, სადაც ქართველებთან ერთად ცხოვრობდნენ „N“ რაოდენობისა. არაქართველებისა და ქართველი ეთნოსის ჩამოყალიბება მომხდარა მათი შერწყმის შედეგად. შორს, რომ არ წავიდეთ დღესაც საქართველოში ჩვენს მიერვე საქართველოს კუთხეების ჩამოთვლისას ლაზეთს თითქმის არ ახსენებენ აქაოდა ასეთი ადმინისტრაციული დასახელების ადგილი არ არისო. ოსმალეთის იმპერიის პერიოდშიც არ იყო დაზღვეული ისტორიული რეალობა და ქობულეთიდან ხოფის ვიწემდე „ბათუმ-ლაზისტანის“ სანჯაყის სახელწოდებით იხსენიებოდა. დღეს

ეს ადგილი აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკაა საიდანაც 600 ათასი ეთნიკური ლაზი გაასახლეს ვინ იცის სად. დღეს ამ ერთ მტკაველ ტერიტორიაზე, რომელსაც სარფი ეწოდება, მე თქვენმა მონა მორჩილმა ჩემთვის პატარა ლექსით დიდი ლაზე-თი გავაცოცხლე:

„ხმალი ნაცვეთია
თუმცა ნაზეთია,
სარფი ასეთია
მაგრამ ლაზეთია!

„მომწიფდა დრო, ერთობლივად ვიმსჯელოთ ჩვენი წარსულის შესახებ და მენტალობის ასამაღლებლად სამეცნიერო სივრციდან საზოგადოებაში გადავიტანოთ ინფორმაცია ქართული კულტურის მიღწევებთან დაკავშირებით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

- 1) ნ. ქუთელია - ლაზურის ფონემური სტრუქტურა (თბილისი 2005 ოსუ-ს გამომცემლობა);
- 2) გ. ვახტოზია-ლაზური ენა და მისი ადგილი ქართველურ ენათა სისტემაში (თბილისი, 2005, გამომც. „ნეკერი“)
- 3) გ. ანდრიაძე - ქართველთა ეთნოგენეზის დაავიწყებული ფესვები. (გამომცემლობა „საამი“ 2024)
- 4) მ. ცინცაბაძე - აღმოაჩინე ათასწლეულების საქართველო (თბილისი 2015).

Lazeti - Past and Reality Summary

The work focuses on one of the prominent ethnic groups of historical Colchis — the Lazebi (also known as Chanebi). Today, the Laz people live compactly only in one village in present-day Georgia, which is Sarpi. Others reside in small numbers across various towns and villages throughout Georgia, where only a faint memory of their ethnic roots remains. A significant portion of the Lazeti population now lives in the modern Republic of Turkey.

The work also explores their historical past and highlights how they have been excluded from the narrative of modern, civilized Europe and from the cultural legacy commonly referred to as the ancient civilizations of the Middle East, Anatolia, and Mesopotamia.

The author expresses hope that future works in world history will correct this oversight and restore the Lazeti to their rightful place in history. This work does not aim to provoke a wide-ranging discussion; rather, it poses a single question — one the author hopes will finally receive a just and truthful answer.

„ლაზარე აღდგინდება, იბერია გაბრწყინდება“

დემური ნარჩემაშვილი

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი. მსოფლიოში მიმდინარე ეკოლოგიური კატაკლიზმები დღევანდელი კაცობრიობის აზროვნების მანომეტრია, საზომია. არსებული სისტემით, იდეოლოგიით დედამიწაზე სიცოცხლის დაღუპვა გარდაუვალია. სტატიაში საუბარია არსებულ მდგომარეობამდე მიყვანის მიზეზებზე. ასევე გადმოცემულია მოვლენის არსი (ქრისტეს მეორედ მოსვლის სულიერი გზით, სიტყვის სახით) - ლაზარეს აღდგინებისა და იბერიის გაბრწყინებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ჟამი, მოვლენა, ლაზარე, მღვიმე, ლოდი, ქრისტე.

ჟამია! მოვლენაა!

მოვლენა დროში ეთანხმება მზის სისტემის თევზების თანავარსკვლავედიდან მერწყულის თანავარსკვლავედში გადასვლას, რაც დედამიწაზე სხვადასხვა სახის კატაკლიზმებით აღინიშნება. უნდა გავაცნობიეროთ, რომ ეს ყოველივე კაცობრიობის სულიერ მდგომარეობასთან პირდაპირ კავშირშია. მსოფლიოში მიმდინარე ეკოლოგიური კატაკლიზმები მანომეტრია, საზომია კაცობრიობის დღევანდელი აზროვნებისა. იცვლება დაწოლები დედამიწაზე, იცვლება გარემო. ცვლილება მოითხოვს ადამიანის აზროვნებაშიც და მართვაშიც.

წარმოდგენილი საკონფერენციო თემის მიმართულებაში მონიშნული მაქვს N5- „სულიერების ეკოლოგია“. თავად ამ დასახელების შეტანა ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემებზე ესოდენ მაღალი რანგის კონფერენციის მიმართულებების ჩამონათვალში - უკვე ბევრ რამეზე მეტყველებს.

ჩემს სტატიაში ვისაუბრებ იმ საკითხზე თუ რამ მიიყვანა სამყარო იქამდე, რომ ასე გახშირდა ეკოლოგიური კატარსტოფები მთელი დედამიწის მასშტაბით, და ასე მწვავე გახდა ეკოლოგიური პრობლემა კაცობრიობისათვის. ასევე იმაზეც, თუ რაშია ხსნა და გადარჩენა.

მრავალი მორწმუნე ქრისტიანი მიიჩნევს, რომ მსოფლიოში განვითარებული მოვლენები, სამწუხაროდ, დიდი სიზუსტით მიყვება ბიბლიურ „გამოცხადებაში“ აღწერილს. მთავარი იყო და არის ის, რომ მოვლენას ყველა ელოდა, ველოდით ჩვენი კალენდარული დროით ოცდამეერთე საუკუნის პირველივე წლებში. სწორედ ამ დროისათვის როდესაც მსოფლიოს ფარულ მმართველობას - თალმუდისტ-სიონისტ ებრაელ მასონობას (აქ არ ვგულისხმობ ებრაელ ერს!) განსაზღვრული ჰქონდა (დღესაც აქვს!) დედამიწაზე მსოფლიო ერთმმართველობის დამყარება (ამ დროისათვის ფიქრობდნენ და სხვადასხვა წყაროებში ხმამაღლაც ქონდათ გაცხადებული ანტიქრისტეს ტახტზე დასმა), რასაც უნდა მოჰყოლოდა იმ საშინელებათა დატრიალება, რაც აღწერილია სახარებაში, ზემოთნახსენებ „გამოცხადებაში“ უფლის მეო-

რედ მოსვლის პროცესში. გარკვეული პერიოდიდან მოყოლებული გაბატონებულმა ფინანსურმა ელიტებმა ფულის როლის წინა პლანზე წამოწვევით, სხვადასხვა ბინძური მანიპულაციებით, ომებით, ხელთ იგდეს ჯერ უდიდესი ქვეყნების მმართველობა, შემდეგ კი მსოფლიოს უმრავლეს ქვეყნების მმართველობაში თავიანთი მარიონეტები დასვეს. მსოფლიოში ერთგვარი იერარქიული რეჟიმი დაამყარეს.

სწორედ ამ გადამეტებულმა სიხარბემ, გაუმაძღრობამ მოიტანა დედამიწისადმი დაუნდობელი მოპყრობა, და დროთაგანმავლობაში კი ის ეკოლოგიური პრობლემები (გლობალური დათბობა, ჰაერის, ზღვებისა და ოკეანეების დაბინძურება, და სხვა), რომლის წინაშე პირისპირ დგას დღეს სრულიად კაცობრიობა. კაპიტალისტურმა იდეოლოგიამ, სისტემის მტაცებლურმა, მგლურმა ბუნებამ, სადაც ძლიერი ანადგურებს სუსტს, სიმდიდრის დასაგროვებლად არაფერზე დაიწია უკან, არ თაკილობენ ყველაზე უზნეო გზებსაც, რამაც მიიყვანა კაცობრიობა აქამდე. დააშორა ადამიანი უფალს, დააცარიელა ზნეობისგან, გადააქცია სარჩოსმადიებელ ბიოლოგიურ რობოტად. ხოლო მეორეს მხრივ უმსხვილესმა ბიზნესმა დედამიწა თავის საჯიჯგნ კერძო საკუთრებად გაიხადა. კაცობრიობის განვითარების გარკვეულ ეტაპზე გაჩნდა უმსხვილესი საერთაშორისო ფინანსისტთა კასტა, რომლებმაც მსოფლიოს მბრძანებლობა განიზრახეს. ასეთმა ჯგუფებმა დაიწყეს ხალხების, ქვეყნების ბედის შეთანხმებულად განსაზღვრა. ხოლო მათი შიდა იერარქიის უმაღლეს საფეხურზე მყოფებმა კი თავი ღმერთების როლში წარმოიდგინეს. ისინი ებრძვიან დედამიწას, გეგმავენ დედამიწის რომელ ნაწილში გააჩაღონ ომები, რომელსაც დასასრული არ უჩანს. საბოლოოდ კი თავისი ქმედებებით დედამიწას განადგურებისთვის ამზადებენ.

დრო ითხოვს რომ ითქვას: ჟამია, მოვლენაა! ესე იგი დრო ითხოვს სათანადო ქმნადობას! მეოცე საუკუნის დასასრულით და ოცდემეერთე საუკუნის დაწყებით, დაიწყო ახალი დრო (ახალი ერა - უფლის წიაღში დაბრუნების, სულიერი შემოქმედებისა), რომელიც შემდგომი კაცობრიული არსებობისათვის ითხოვს ახალ აზროვნებას, ახალ სიტყვას, ანუ ითხოვს მართვის ახალი სისტემის-სისტემების დაწერვას, რაც ადამიანური არსებობის განვითარების უფრო მაღალ საფეხურზე ასვლას განაპირობებს. **თუ არა - დაღუპვაა!..**

რეალურად, მაცხოვარი მეორედ მობრძანდა სულიერი გზით და სიტყვის სახით, რომლის შესახებაც გვამცნო (1995 წლის 9 იანვარს ზუსტად დღის 2 საათზე) მწერალმა, საზოგადო მოღვაწემ, ბიბლიურად სასძლო ადამიანმა, ნუგეშისმცემელმა ბატონმა აკაკი არჩილის ძე ჯორჯაძემ: „**მაღალი ღმერთის სულიერ სამყაროში, დედამიწაზე სიცოცხლის დაღუპვა გადაწყვეტილია, სიცოცხლის დამღუპველი ერები, პიროვნებები შერჩეულია, დაღუპვის დრო განსაზღვრულია**“.

უფლის სიტყვის გაცხადების შემდგომ, 1996 წელს ბატონ აკაკი ჯორჯაძის ბინაში მივიდნენ უმაღლესი სამღვდლო პირები. მათგან ერთმა განაცხადა: „ჩვენ მოვე-

დით სინოდის გადაწყვეტილებით და პატრიარქის ლოცვა კურთხევით; ჩვენ ვიცით, რომ უფლის სიტყვა აქ არის, ჩვენი აქ მოსვლა აღიარების ტოლფასია!“. . შემდეგ მთელი ღამე იდავეს, მოითხოვეს ეკლესიისადმი მორჩილება; ბოლოს გამოთქვეს სურვილი „ინტენსიური“ თანამშრომლობა გავაგრძელოთო და ასე წავიდნენ. თუმცა, გაგრძელება ის იყო, რომ ამ სიტყვას მათ დიდი „ტაბუ“ დაადეს-დაადებინეს! რაც დღესაც გრძელდება.

ასევე აწრიალდნენ მსოფლიო ფარული „მოგვობა“. ნიშნად: 1996 წელს მოსკოვიდან რუსეთის პატრიარქი ალექსი II გვესტუმრა; 1999 წელს ვატიკანიდან რომის პაპი იოანე პავლე II ჩამოვრძანდა; 2000-2001 წლებში გვესტუმრნენ მსოფლიოს ფარული მმართველების (ელიზაბედ II, გარიკ II) მასონთა წარმომადგენლობები. ამ მეორეებს დავალებული ჰქონდათ გადაეწყვიტათ დედამიწაზე ქრისტეს მეორედ მოსვლის (სულიერი გზით, სიტყვის სახით) აღიარება!.. მაგრამ მათაც დუმილი არჩიეს და „ტაბუ“ დაადეს! . .

უფალმა ყველა მათგანი (მეორეები) გაიყვანა წუთისოფლიდან, დატოვა მხოლოდ ილია II, რაც ნიშანია მოვლენის ჭეშმარიტებისა!

სულ ახლახანს კი, 2025 წლის აღდგომა დღეს 20 აპრილს, როდესაც დაემთხვა კათოლიკეთა და მართლმადიდებელთა აღდგომები, დაიდო საყურადღებო ნიშანი - კათოლიკე მიმდინარეობის წინამძღვარი, რომის პაპი ფრანცისკე - ამ დღეს გაიყვანა უფალმა, 88 წლის ასაკში, რაც მოვლენის (ქრისტეს მეორედ მოსვლის) ჭეშმარიტების კიდევ ერთი დასტურია. (რაც გვაფიქრებინებს და გვათქმევინებს „უფალი მეფობს!“).

მოვლენა ნიშნებით შეიცნობა! შევიცნობთ ნიშნებს - შევიცნობთ მოვლენას! შევიცნობთ მოვლენას - არ შევცდებით სწორი გადაწყვეტილების მიღებაში.

შოვის ტრაგედია (რომელიც მოხდა 2023 წლის 3 აგვისტოს) ყველას ერთობლივი შემოქმედებაა, იმ მასონური კლანისა, რომელმაც მოახდინა ქართველ ერზე ზეწოლა მოვლენის არაღიარებისთვის და მას „ტაბუ“ დაადეს. „ტაბუ“ ნიშნავს დუმილს-დადუმებას, ხოლო უფალი ბრძანებს „მე თუ დავდუმდები ქვები აღაღადდებიანო!“ ასევე ამბობს: „მე ახლა თქვენ იგავებით გელაპარაკებით, მოვა დრო და გაცხადებულად გაუწყებთო“. დიახ, შოვის სტიქია, 33 ქართველი ადამიანის ცოცხლად დამარხვით, ცხადი ნიშანია იოანეს ჟამის დადგომისა. 33 ამჟამად მოქმედი ქართული ანბანია - ლაზარეა. „დამარხულ არს ენაი ქართული დღემდე მეორედ მოსვლისა მისისა საწამებლად“. ანუ სულიერი ფორმულა: “ზუნებრივი სტიქიები კაცობრიობის ზნეობის-აზროვნების მანომეტრია“ - სრული სიმართლე აღმოჩნდა. (საყურადღებოა ვერეს ხეობის ტრაგედია, სტიქია გურიასა და ბაღდათში, ხუთი ბავშვის ცოცხლად დაწვა გალში, დიდთოვლობა დასავლეთ საქართველოში... მსგავსის ჩამოთვლა შორს წაგვიყვანს). და ბოლოს, არა არს დაფარული, რაიც არ გაცხადდების!“ გვიწევს ბიბლიის ჭეშმარიტების მტკიცება!

ასევე საყურადღებო ნიშანია გელათის მონასტერი. ჩვენ, ქართველებმა, ვიცით, თუ რა დიდი სულიერი ფუნქცია აკისრია გელათის სამონასტრო კომპლექსს. ის დღეს „მეხამრიდის“ ფუნქციას ასრულებს, რაშიც ასახული ქართველი ერის დღევანდელი მდგომარეობა. ლიბერალურმა (მასონურმა) სამყარომ გამოუცხადა ბრძოლა ჩვენს წარსულს, ისტორიას. ეს ჩანს ყველგან და ყველგან (განსაკუთრებით განათლების სისტემაში). არსებული სისტემის მმართველთა საყურადღებოდ! - გელათი დავით აღმაშენებლის, გიორგი ჭყონდიდელის, იოანე პეტრიწის შექმნილი სულიერი სამყაროა; ასევე ჩვენი დიდი სულიერი მამების, წმინდანებისა და ქრისტეს სახელისთვის შეწირულ წინაპართა სახეა. ნუ ვეთამაშებით ქართველ ერს, მის ისტორიას და მომავალს - მას დიდი ფუნქცია, სულიერი მისია აკისრია კაცობრიობის წინაშე! მოვლენა, რომელიც მიმდინარეობს დედამიწაზე - ყველაფერი ღმერთის ხელშია. მათ შორის ის სამხედრო არსენალიც, რომელიც თქვენი გგონიათ! ბატონებო, („ვისაც ყური აქვს ისმინოს“) ამ მიდგომებით თვითმკვლელობას ჩავდივართ (რასაც ჯერ ვერ აცნობიერებთ, შემდეგ გვიან იქნება!) **გთხოვთ დაფიქრდეთ!** .

ბიბლია, ხშირად იგავებით, სიმბოლოებით, ალეგორიებით გვესაუბრება. იონე ზოსიმეს ძეგლში ვკითხულობთ: „და ესე ენაი მძინარე არს დღესამომდის“. სიტყვა „მძინარე“-ს ბრუნვით მიიღება ფუძე „ძინა“. რომელსაც მივყავართ ბ-ძინა-მდე. **შემთხვევით არაფერი ხდება.** ეს ის პიროვნებაა, რომლის ხელშია დღეს ჩვენი ქვეყნის ძალაუფლება. მან დიდი საქველმოქმედო ღონისძიებები განახორციელა ქართველი ერის „გადარჩენისათვის“. ბევრიც განახორციელებინეს გარედან. მაგალითისთვის: მან დიდი ფინანსური წვლილი შეიტანა **სამების ტაძრის აგებაში**; ასევე, მან შეისყიდა და საქართველოში ჩამოაბრძანა **იოანე ზოსიმეს ძეგლის დედანი („ქებაი და დიდებაი ქართულისა ენისაი“)**. ამ ფაქტორებმა დიდი გავლენა მოახდინეს ქართველი ერის ცნობიერებაზე, ასევე სინოდის წევრებზე. ამ თვალსაზრისით ბიძინა ივანიშვილი ბიბლიური პიროვნებაა, რომელიც ქვეცნობიერში აღიქვამს მოვლენას (ვითარცა „სავლე“), ხოლო მოვლენის აღიარების შემთხვევაში მას გაცნობიერებული ექნება ქრისტეს მეორედ მოსვლა (იქცევა „პავლედ“), **რაც გაუადვილებს ქართველ ერს მასზე ოდითგან დაკისრებული სულიერი მისიის აღსრულებას - მოვლენის, მეორედ მოსვლის აღიარებას და კაცობრიობისათვის მცნობას.**

დავუბრუნდეთ უმთავრეს საკითხს - როგორ ავხსნათ ტაბუ მოვლენას, ანუ როგორ გადავაგოროთ ლოდი მღვიმედან? (სახარების მიხედვით ლაზარე მღვიმეში ასვენია, რომელსაც ლოდი ადევს). ქრისტემ „ლაზარეს“ აღდგინება მოახდინა სიტყვით, იქ მყოფი „ბეთანიელების“ და იუდეველების დახმარებით, „ლოდი“ გადააგორებინა „მღვიმედან“, „შეახსნევინა სახვევები“ და უთხრა „**გახსენი იგი, და გაუშვი წავიდეს**“. დღეს ჟამის პირობებში მოვლენა უპირობოდ ითხოვს ქართული ანბანის („ლაზარეს“) აღდგინებას!

ის „ლოდი“ დროთა განმავლობაში ჩამოყალიბდა „კორპორატიულ კლდედ“, „სახვევებით შეფუთვად“ მსგავსია იმ „ტაბუსი“, რომელიც დაადეს და გაასაიდუმლეს ქართველი ერისთვის და კაცობრიობისთვის.

დროში ურჩი მევენახეების დასჯის მანქანა ჩართულია, ეს გზა გარდაუვალი დაღუპვისაა. ისჯება ქართველი ერი, ისჯება კაცობრიობა (ქართველები ჩვენსავე ქვეყანაში უმცირესობაში გადავდივართ, ხოლო მსოფლიო - ომების ქარცეცხლშია გახვეული). უკეთური და მემრუშე მოდგმა სასწაულს ველით, მაგრამ ურწმუნოებს არ მოგვეცემა იგი თუ არ გამოგვხსენით „მხეც“ და ნინეველთა მსგავსად „არ დავადეთ ბოროტების გზა“. ჩვენმა ეკლესიამ იცოდა და იცის, რომ:

- საქართველო არის ღვთისმშობლის წილხვედრი ქვეყანა;

- ბიბლიური „ლაზარე“ არის ქართული ენა; და რომ ქრისტე სულით და სიტყვის სახით უნდა მოსულიყო ჩვენთან საქართველოში „ლაზარეს გასაცოცხლებლად“, ანუ, ქართულ ენა-ანბანში საწყისიდანვე ჩადებულ და შემდგომ 4000 წლის წინ „მოკლულ“ საგანგებოდ დაფლულ-დამალულ საიდუმლოთა აღსადგენად! რაც შემდგომ სწორედაც გააბრწყინებდა იბერიას! . .

რაში მდგომარეობს „ლაზარეს“ მიძინება თუ სიკვდილი? ლაზარე ენაა („და სახარებასა შინა ამას ენასა ლაზარე ქვია“), მაგრამ იგი „ყოველი საიდუმლოა“, რაც ამ ენაშია „დამარხული“! („ყოველი საიდუმლო ამას ენასა შინა დამარხულ არს“). გამოდის რომ, მღვიმეში „დამარხული“ ლაზარე არის სწორედაც ის ენა, რითაც დღემდე ვსარგებლობთ ქართველები. ესე იგი სიტყვა „მღვიმე“ შეიცავს ისეთ საიდუმლოს, რაც უკავშირდება ქართულ ენას. მაგრამ ამ „მღვიმედან“ რომ გამოვიყვანოთ „ლაზარე“ ჯერ საჭიროა „ლოდის მოხსნა! ჩვენ აქ ყურადღებას ვამახვილებთ, რომ ლაზარეს აცოცხლებს იესო ქრისტე, და ეს უკავშირდება მის მეორედ მოსვლას („და ესე ენაი მოელის დღესა მას მეორედ მოსვლისა უფლისასა!“). სხვაგვარად იგი მკვდარი იყო და, ერთი შეხედვით, ვერც კი წარმოიდგენდნენ მისი გაცოცხლება თუ იყო შესაძლებელი. თვით ლაზარეს და მართა ეუბნება ქრისტეს: -„უფალო, უკვე ყარს, ვინაიდან ოთხი დღის წინ დავასაფლავეთ (11.39). ქმნადობის აღმსრულებლები: „ლოდის გადამგორებლები და სახვევების შემხსნელები არიან იქ მყოფები. ვინ? - სახარების მიხედვით „ბეთანიელები“ და „იუდეველები“; ქრისტეს არა აქვს „ლაზარესთან სხეულებრივი შეხება, იგი „მკვდარს“ აცოცხლებს სიტყვით, რომელსაც აქვს სათანადო სულიერი ძალა. ამ ძალას კი აძლევს მამა - მაღალი ღმერთი.

„მკვდარ“ ლაზარეს „ჩაესმის“ იესო ქრისტეს სიტყვები, როცა ის ჩასძახებს „ლაზარე, გამოდი გარეთ!“ (11.43) და ამით აცოცხლებს იესო მას. ესე იგი „ლაზარეს“ - ენის აღდგინება უკავშირდება ქრისტეს არა სხეულებრივად მოსვლას, რაც მოხდა 2000 წლის წინ, არამედ დაუკავშირდებოა მის სულით და სიტყვით მოსვლას, რაც მოხდა და ხდება ახლა, აქ მყოფი „ბეთანიელებით“ და „იუდეველებით“! და მაინც, ვინ არიან ეს „ბეთანიელები“ და „იუდეველები“ (ლაპარაკი გვაქვს მეორედ მოსვლა-

ზე და ამ დროს აქ მყოფებზე). ეს ვართ ჩვენ ქართველები, და ზოგადად - საქართველოში მაცხოვრებლები, რომლებიც „მართასთან“ და „მარიამთან“ მოვსულვართ სანუგეშებლად. მთლიანი საქართველოა ოჯახი დავითისა, სადაც სახლობს „მართაც“ და „მარიამიც“ სათანადო სააზროვნო-სამეტყველო ენით, და სადაც არის ახლა „მკვდარი, მიძინებული“ „ლაზარე“.

ჟამია: „**მხეცი ეომება კრავს. კრავს მცირე აქვს ძალა, მაგრამ იგი სძლევს მხეცს**“. სად ვიქნებით ჩვენ, ქართველები? - არჩევანი თავისუფალია. ყველაფერი გვაქვს მზად, რომ ერი, ქვეყანა გადავრჩეთ, განვითარების უფრო მაღალ საფეხურზე ასვლით ყოფნა, დედამიწაზე არსებობა გავიხანგრძლივოთ და კაცობრიობასაც მივცეთ გახანგრძლივების შანსი, რომელსაც მოჰყვება ქვეყნის განათება-გაბრწყინება.

ქართული ანზანის ყოველ ასო-ნიშანს გააჩნია თავისი სულიერი ინფორმაციები. მაგალითისთვის, ამონარიდი ბ-ნ აკაკი ჯორჯაძის გადმოცემული მასალებიდან:

„თემა ამოუწურავია. ამჯერად რაზეც ვილაპარაკებთ ერთ-ერთი ძირითადია მოვლენის შესაცნობად. რწმენისთვის მეტი თუ გვინდა ვიცოდეთ, საიდუმლოებებში უნდა ვერკვეოდეთ, რომლებიც განივთებულია სახიერ სიმბოლოებში, რიცხვებში, ასონიმებში (და არა მარტო!); ამ ნიშნების წაკითხვა უნდა ვიცოდეთ. ერთ-ერთი დიდი საიდუმლოს შემცველია სიმბოლო ჯვარი (ორი ხაზის კვეთა!). იგი ქართული ანზანის N 24 ასო ნიშანია ასომთავრულით, „ქ“-ქან (ქა-რთველი, ქა-რთული!), ჯვარზე ქრისტე გააკრეს. . .

ჯვარი სამყაროს ნიშანია, ხაზების კვეთა - ნულოვანი წერილია, ნული არაფერია, მაგრამ მასშია ყველაფერი! ადამიანები აქედან ვიწყებთ ათვლას უსასრულობამდე; ესე იგი ნულში არის მამა, იგი მამისაა, „რომელმან შექმნა სამყარო ძალითა მის ძლიერითა“ - რაც ადამიანებისთვის არ ჩანს, უხილავია. თუ ეს გასაგებია, წარმოვიდგინოთ, და სინამდვილეშიც, სულიერად, ეს ჯვარი ადევს დედამიწას (სხეულს), ადევს ადამიანს (ღმერთმა თავის ხატად შექმნაო კაცი!); კვეთა კი დედამიწაზე - კავკასიაზეა (ამ სიტყვებშიც საიდუმლოა, იხსნება **ქა-რთული** ენით, რაც არისო „ლაზარე“!). დანარჩენიც გასაგები უნდა იყოს, ყოველ შემთხვევაში ქართველისთვის, „ვისაც აქვს ყური სმენად“. ვთქვით - კვეთის ეს წერტილი - მამისაა, მამის საუფლოა! ამ წერტილში არის საწყისიდან ჩადებული მამისგან ადამიანური „თესლი“, საიდანაც უმთავრესად ოთხივ მხრივ („წერტილიდან“ ძირითად ჯვრის ოთხი ხაზით!) გაიშალა იგი და „გაიბერა“, და შეიქმნა კაცობრიული ერთი დიდი „**მარცვალი**“.

ახლა ეს „დიდი მარცვალი“ ღვობა-გახრწნაშია შესული! ჩვენს „ყურს“ ეს თუ ესმის, ათეისტური მეცნიერული მტკიცებულებითაც, სამყარო „არაფრისგან“ - ერთი წერტილიდან შეიქმნა და გარკვეული დროის შემდეგ ისევ გაქრებაო ყველაფერი, იმავ „ნულ“ წერტილში დავბრუნდებით! ესე იგი, „უფლის ხატად“ შექმნილი ადამიანი, ადამიანური არსებობა, სამყაროს უცვლელი კანონით, ჩვენი ნების მიუხედა-

ვად, დაილუპება! ამ კანონს ვერ ვცვლით, ვერ შევცვლით.

მაგრამ, ვიდრე უსასრულო სამყარო, ვიდრე მზის სისტემა დალუპულა, ადამიანურ არსებობას, დროში, ახლა გვიდგას დალუპვა-გაქრობის, „ნულ წერტილში“ დაბრუნების საფრთხე (დავასრულეთ „ტანში“-„ბნელში“ ერთ დიდ წრეზე სვლა!). ჟამია, გავდივართ ბოლო გამოცდას („ტანიდან“-„თავში“, „ბნელიდან“-„ნათელში“ ახალ წრეზე გადავიდეთ თუ არა!) და „რალაც“ გვეკითხება: გადარჩენა გვინდა? ლაპარაკია დედამიწაზე სიცოცხლის, ამ სახით არსებული ცოცხალი სამყაროს გადარჩენაზე.

ცოცხალი სამყაროს საწყისიდანვე განსაზღვრული თვისებაა „ღვთაებრივი აქტი“: რაც იზადება, იგი იზრდება, ვითარდება და კვდება. მაგრამ სიცოცხლის გასაგრძელებლად მისგანვე ახალი იშობა-იზადება.

კაცობრიულ არსებობას (მთლიან „სათესლე მარცვალს“) დაგვიდგა სიკვდილ-გარდაცვალების დღე და ერთდროულად „ღვთაებრივი აქტი“, მოვმწიფდით, მზად ვართ ახლის შობა-დაბადებისთვისაც! ჟამის ეს პროცესი ფიზიკური თვალთ არ ჩანს (იგი ნიშნებით შეიცნობა!), ხოლო რაც ჩანს, არსებული აზროვნება, ყოველდღიურ ყოფაში დანახულიდან, გამოგვარიცხინებს საერთო გარდაცვალებას, “მე“-ჩვენ ვიქნებით და ვიქნებითო. ეს კი უკვე ილუზიაა, რეალობის ცრუ წარმოდგენაა, რაც ჟამის პირობებში აჩქარებს საერთო გარდაცვალებას, და თუ შობაა, აჩქარებს ახლის დაბადებასაც.

„ლბობა-ხრწნაში“ შესული და „ბნელში“ („მიწაში“) მყოფი არსებული ცნობიერების კაცობრიობა, ბატონი „მხეცის“ წყალობით, ცნობიერ-გაუცნობიერებლად, ანუ სულიერ-სხეულებრივად, ყველა მხრიდან ჯვრის კვეთის ამ „ერთ წერტილში“ გვაწვება ქართველობას დასალუპად! აქედან გამომდინარე, ამ გზით, ამ აზროვნებით არსებობის გაგრძელებაზე გაფიქრებაც კი დიდი სიბრძნეა, სიბეცეა; და ერთდროულად კი, რაც პარადოქსულად და შეუძლებლად მიგვაჩნია, ყველა მხრიდან გვაწვება და გვაიძულებს იგი ახლის შობა-დაბადებასაც!

სხვა სიტყვებით, დიდი „მხეცი“, ფეხზე მდგარს გვაქცევს, მისი ნების აღმსრულებლებში გვაქცევს, გვჟღერებს, გვკლავს, რომ საშველად ღმერთს მოვუხმოთ, რომ წამოდგომის სურვილი გავიჩინდეს; სწორედ ამ მიზნით მოსულ უფლის ძე „კრავისკენ“-სიტყვისკენ გავვახედოს და გავიხედოთ. თუ არა სიკვდილია . . .

ფიზიკურად ორივეს დედამიწის დამანგრეველი ძალა უპყრია ხელს, ორივე ქრისტიანული სამყაროა! ორივე ქრისტიანულ მართლმადიდებლურ საქრთველოს გვყავს მოსეული მოსაკლავად! იმ ქვეცნობიერ-გაუცხადებელი იმედით, რომ მათგან ვინც ჯვრის კვეთას ხელში ჩაიგდებს, დედამიწაზე ის გამეფდება ერთპიროვნულად. ანუ დიდი აქტით ფიზიკურად ქრისტიანობა წყვეტს დედამიწაზე სიცოცხლის ყოფნა-არყოფნის საკითხს.

ქრისტიანობამ, კონკრეტულ შემთხვევაში მართლმადიდებლობამ, უნდა შვას

ახალი, კაცობრიული ჯგერის ამ კვეთის „წერტილში“, რადგან სწორედ აქ არის გაცხადებული მამის ნება!..საწყისში აქ იყო ჩაგდებული სიცოცხლის „თესლი“. აქვე უნდა იშვას ახალი „ბავშვი“-ადამიანი, იშვას ახალი სიცოცხლე ნულოვანი წერტილიდან, სიცოცხლის მომცემი ახალი სიტყვა, რათა არსებობის გასაგრძელებლად მიწიდან ახალმა სიცოცხლის ნაყოფმა ამოხეთქოს.

გვიჭირს გაგება, მაგრამ სიკვდილში ცხადდება სიცოცხლის არსი. („სიკვდილი-სა სიკვდილითა დამთრგუნველი“...) თუ შველაა - დედამიწას, კაცობრიულ არსებობას და ზოგადად ამ ცოცხალ სამყაროს, აქედან, ამ „ერთი წერტილიდან“ უნდა ეშველოს! ჩვენ უნდა ვუშველოთ „დასავლეთსაც“, „ჩრდილოეთსაც“ და შემდეგ მთელ მსოფლიოს! (აქ უნდა იშვას ძე იგი ახალი, მსოფლიოს მშველელი „ბავშვი“ უფლის სიტყვა), თუ ...

თუ, რა თქმა უნდა, ჯერ ჩვენ, ქართველობა გადავდგამთ სათანადო ნაბიჯს, გადავდგამთ?!..

არ გადავდგამთ და, დაღუპვაა . . .

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ბიბლია
2. აკაკი ჯორჯაძის ნაშრომები
3. ბუკლეტი „მეტი სინათლე“

"Lazarus will rise, Iberia will shine"

Summary

The complicated ecological situation on Earth has become the topic of many scientific conferences around the world. But, unfortunately, the main reasons for bringing us to this state are being sought incorrectly. Accordingly, they cannot show us right ways to survive. With the existing system, ideology, the destruction of life on Earth is inevitable.

Time demands, so to speak - it is time, it is an event! Therefore - time demands appropriate creativity! The conditions on Earth are changing, the environment is changing. A change is required in human thinking and management. A new time is coming (a new era - of returning to the bosom of the Lord, spiritual creativity); which for further human existence requires new thinking, a new word, that is, it requires the introduction of a new management system-systems, which will lead to a rise to a higher level of development of human existence. If not - it is destruction!

The article discusses the reasons for bringing us to the current state. The essence of the event (the second coming of Christ in a spiritual way, in the form of a word) is also conveyed - for the resurrection of Lazarus and the enlightenment of Iberia.

Keywords: time, event, Lazarus, cave, rock, Christ

პერსონალია

აკადემიკოსი ჯუმბერ (გიორგი) ლომინაძე - 95



მიმდინარე წლის 20 სექტემბერს დაბადებიდან 95 წელი უსრულდება მსოფლიო დონის ქართველ ფიზიკოსს, ფიზიკურ-მათემატიკურ მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორს, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიისა და სხვა მრავალ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსს, საქართველოს კოსმოსური სააგენტოს ხელმძღვანელს, აზასთუმნის ე. ხარაძის სახელობის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის დირექტორს, ქვეყნის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტსა და მისი ფიზიკურ-მათემატიკური განყოფილების აკადემიკოს-მდივანს ბატონ ჯუმბერ (გიორგი) გიორგის-ძე ლომინაძეს.

ჯუმბერ ლომინაძე დაიბადა 1930 წლის 20 სექტემბერს ქ. თბილისში. 1949-1951 წლებში სწავლობდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკა-ტექნიკის ფაკულტეტზე, ხოლო 1951-1955 წლებში მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტზე. 1956-1958 წლებში მუშაობდა „ჩელიაბინსკ-70“-ში - საბჭოთა კავშირის ბირთვული იარაღის დამუშავების ცენტრში. 1958 წლიდან სამუშაოდ გადმოვიდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტში სწავლული მდივნის თანამდებობაზე. 1962-1973 წლებში იყო ი. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის პლაზმური პროცესების მათემატიკური მოდელირების განყოფილების ხელმძღვანელი. 1974-1982 წლებში გახლდათ საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სწავლული მდივნის მოადგილე. 1982 წლიდან იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკისა და ფიზიკის განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი და მისი ვიცე-პრეზიდენტი. 1979-1992 წლებში ბატონი ჯუმბერი იყო საქართვე-

ლოს მეცნიერებათა აკადემიის ევგენი ხარაძის სახელობის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის თეორიული ასტროფიზიკის განყოფილების ხელმძღვანელი, ხოლო 1992-2000 წლებში ამ ობსერვატორიის დირექტორი. 1997-2003 წლებში ის გახლდათ საქართველოს კოსმოსური სააგენტოს თავმჯდომარე და ასევე, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მიხეილ ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის კოსმოსური კვლევების ცენტრის ხელმძღვანელი.

ფიზიკურ-მათემატიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხი მან მოიპოვა 1964 წელს, ხოლო დოქტორის 1974 წელს. წლების განმავლობაში ბატონი **ჯ. ლომინაძე** ეწეოდა პედაგოგიურ მოღვაწეობას თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტსა და სახელმწიფო პედაგოგიურ ინსტიტუტში. 1982 წლიდან არჩეული იყო ამ უმაღლესი სასწავლებლების პროფესორად.

1997-2003 წლებში **ჯ. ლომინაძე** გახლავთ საქართველოს ცენტრალური საარჩევნო კომისიის თავმჯდომარე. 2000 წელს მას მიენიჭა ვახტანგ გორგასლის III ხარისხის ორდენი, ხოლო 2002 წელს დააჯილდოვეს საქართველოს სახელმწიფო პრემიით მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგში 1973-1999 წლებში შესრულებული შრომათა ციკლისთვის - „დინამიკური პროცესები წანაცვლებით დინებებში და მათი გამოვლინება ასტროფიზიკურ ობიექტებში“.

საერთოდ ბატონი ჯუმბერის შრომები ეხება პლაზმაში ციკლოტრონული ტალღების, მათი არამდგრადობისა და ციკლოტრონული ტურბულენტობის თეორიას, პლაზმის ფიზიკისა და მართვადი თერმოზირთვული რეაქციების პრობლემას, პულსარების გამოსხივების მექანიზმებს, აკრეციულ მოვლენებს შავი ხვრელების (ორმოების) სისტემებში, ბირთვული ფიზიკის საკითხებსა და სხვ. ის ავტორია 250-მდე ნაშრომისა და მათ შორის მონოგრაფიებისა. ჯუმბერ ლომინაძის მონოგრაფია „ციკლოტრონული ტალღები პლაზმაში“, ინგლისურ ენაზე ითარგმნა და 1981 წელს გამოქვეყნდა. მისი ინიციატივით დაარსდა პლაზმური ასტროფიზიკის საერთაშორისო სკოლა (Workshop - იტალია, საქართველო, იაპონია).

ბატონმა ჯუმბერმა მონაწილეობა მიიღო საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის ჩამოყალიბებაში და იყო რა მისი ნამდვილი წევრი არაერთხელ მიუღია მონაწილეობა მის მიერ მოწყობილ კონფერენციებში და დაბეჭდილი აქვს ნაშრომები ამ სამეცნიერო ფორუმთა შრომებში.

ცალკე უნდა აღინიშნოს ბატონი ჯუმბერის მონაწილეობა საბჭოთა კავშირის ატომურ პროექტებში, რომელსაც სხვადასხვა შეფასებები ეძლევა თანამედროვე გადასახედიდან. ამ ფაქტორის უფრო ნათლად წარმოსადგენად მიზანშეწონილია ვიხილოთ თვითონ ბატონ ჯუმბერის განმარტებები, რომლებიც მან ჩამოაყალიბა ცნობილ მწერალ ვლადიმერ გუბარევთან საუბრის დროს. შეხვედრისა და საუბრის მიზეზი ამ მწერლის მიერ გამოცემული წიგნი - „ატომური საუკუნე. ბომბები“ იყო. ეს ეხებოდა არზამას - 16“-ს და „ჩელიაბინსკ - 70“-ს, რომლებშიც, როგორც აღვნიშ-

ნეთ, გარკვეულ პერიოდში **ბატონი ჯუმბერძე** მუშაობდა. მათი საუბარი წარიმართა არა მარტო ამ პროექტში მონაწილე ადამიანების ბედზე. თითქმის სრულყოფილად მოვიტანთ მათი საუბრის შინაარსს:

„გ. გუბარევი - როგორ მოხვდით ურალის გასაიდუმლოებულ ცენტრებში სამუშაოდ?

ჯ. ლომინაძე - მე მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტი დავამთავრე 1955 წელს. სწავლის დასრულებისას ხმა გავრცელდა, რომ ჩვენთან ახალგაზრდა ფიზიკოსების ასარჩევად ორი „დახურული“ აკადემიკოსი უნდა ჩამოსულიყო. მაშინ, ახლა უკვე გამოჩენილ მეცნიერებთან ერთად ვსწავლობდი, როგორებიც **საგდევეი, კროხინი, როზანოვი, მორდოვინი** და **ხლებნიკოვი** არიან. ცხოვრებამ ერთმანეთს დაგვაშორა, თუმცა ეს სახელები ძალიან ბევრს ნიშნავს მეცნიერებისათვის. ისინი გახდნენ აკადემიკოსები და მეცნიერებაში ახალი მიმართულებები შექმნეს.

ამრიგად, მაშინ მოსკოვის უნივერსიტეტში ორი ახალგაზრდა სახელგანთქმული მეცნიერი **ანდრეი დიმიტრის ძე სახაროვი** და **იაკობ ზორისის ძე ზელდოვიჩი** ჩამოვიდნენ. მათ 11 ახალგაზრდა ამოარჩიეს და ე.წ. „საფეხბურთო გუნდი“ შექმნეს. ჩვენ გვითხრეს, რომ უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ „ობიექტზე“ გადავიყვანდნენ. ასეც მოხდა: ჩვენ „სრედმაში“ გამოგვიძახეს და მატარებლით ურალში გაგვამგზავრეს. „ობიექტს“ უცნაური სახელი ჰქონდა - „21-ე მოედანი“.

გ. გუბარევი - ოდნავადაც არ გაწუხებთ სინდისი, რომ „საბჭოთა ატომურ პროექტში“ იღებდით მონაწილეობას?

ჯ. ლომინაძე - ამ კითხვას ხშირად მისვამენ, რომ ასეთ საშინელ იარაღს ვაკეთებდით. ზოგიერთი ვერ ხვდება, რომ მაშინ სულ სხვა დრო იყო, სხვა ეპოქა გახლდათ. ჩვენ დარწმუნებული ვიყავით, რომ ქვეყნისთვის უმნიშვნელოვანეს საქმეს ვაკეთებდით. ენთუზიაზმიც შესაბამისი იყო, თავდაუზოგავდ ვმუშაობდით და უზარმაზარი წარმატებები გვქონდა. ბირთვული იარაღის შექმნამ მრავალი ახალი მეცნიერული ტექნოლოგია შექმნა, რომელმაც შესაძლებელი გახადა მათი მშვიდობიანი გამოყენება. იმ დროსთან ძალიან ნათელი მოგონებები მაკავშირებენ. მეუღლესთან ერთად 1996 წელს „ჩელიაბინსკ - 70“-ი მოვინახულეთ. ვნახეთ სახლი, სადაც ვცხოვრობდით. ერთმა უბრალო რუსმა ქალბატონმა მიგვიღო, სუფრაც გაგვიშალა. ჩემი მეუღლეც იცნეს. ის ხომ ექიმად მუშაობდა, ბავშვებს მკურნალობდა.

გ. გუბარევი - მექმნება შთაბეჭდილება, რომ თქვენ, ერთად-ერთი ქართველი მეცნიერი ხართ, რომელიც მონაწილეობდა „ატომურ პროექტში“?

ჯ. ლომინაძე ამ ეტაპზე, როგორც ჩანს, ეს ასეა. სხვა ქართველებს იქ არ შევხვედრივარ. ეს ჩემთვის პატივია, რადგან „ატომურმა პროექტმა“ სამყარო შეცვალა - მასზე მუშაობდა პლანეტის მეცნიერებათა ელიტა და ამ ძალზე პრესტიჟულ სამხედრო პროექტში მონაწილეობა ნებისმიერი მეცნიერისათვის საამაყოა.

ვ. გუბარევი - ვინმე თუ დარჩა ურალში საცხოვრებლად?

ჯ. ლომინაძე - ჩვენი „საფეხბურთო გუნდიდან“ ოთხნი დარჩნენ, მათ შორის ხლებნიკოვი და მორდოვინი. მე სამოციან წლებში წამოვედი. „ობიექტი“ უკვე მზად იყო, სხვა ეპოქა დაიწყო, თან ოჯახური საქმეებიც სამშობლოში დაბრუნებას მოითხოვდა. აქ კი მოულოდნელი რამ მოხდა: აღმოჩნდა, რომ ჩვენი მთავარი კონსტრუქტორი და ხელმძღვანელი და წყალბადისა და ატომური ბომბების ნათლიმა-მა კირილე ივანეს ძე შიოლკინი თბილისელი მეცნიერი იყო. შიოლკინისა და მისი კოლეგების მეცნიერულმა კვლევებმა კაცობრიობა მესამე მსოფლიო ომს გადაარჩინა, მთელი კაცობრიობის მშვიდობიანი ცხოვრება უზუზუნველყო. სამწუხაროდ ურალში ყოფნისას ეს არ ვიცოდი. აქტიურად ვმონაწილეობდი თბილისში მისი ძეგლის გახსნაში, რომელიც მას საკავშირო მთავრობის გადაწყვეტილებით დაუდგეს, როგორც სამგზის სოციალისტური შრომის გმირს. ეს იშვიათი შემთხვევაა და ყოფილ საბჭოთა კავშირში ასეთ მაღალ აღიარებას სულ რამდენიმე პიროვნება ატარებდა. ეს იყო 1982 წელს. მხოლოდ მეოთხედი საუკუნის შემდეგ გაიგო თბილისმა კირილ ეშიოლკინის შესახებ და სრული უფლება აქვს იამაყოს.

ვ. გუბარევი - თქვენ თბილისში დაბრუნდით. იქაური თემატიკა ხომ „ბომბებს“ არ ეხებოდა?

ჯ. ლომინაძე - მე საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტში დავიწყე მუშაობა, სადაც პლაზმის ფიზიკით, კერძოდ, მართვადი თერმობირთვული რეაქციებით, დავკავდი. უპირველეს ყოვლისა, საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის იგორ კურჩატოვის სახელობის ინსტიტუტის თანამშრომლებთან, აკადემიკოსებთან ევგენი ველიხოვთან და ბორის კადომცევთან ვიყავი დაკავშირებული. თანამშრომლობის მეორე მიმართულება საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის კოსმოსური კვლევების ინსტიტუტთან იყო დაკავშირებული, რომელსაც მაშინ ჩემი თანაკურსელი და ძალიან დიდი მეგობარი, აკადემიკოსი როალდ საგდევი ხელმძღვანელობდა (ბატონი როალდი ქართველი ხალხის დიდი მხარდამჭერი იყო. მან მრავალი ქართველს და ამ სტრიქონების მეორე ავტორსაც გაუკვალა გზა).

გასული საუკუნის სამოცდაათიან წლების დასაწყისში აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში მიმიწვიეს სამუშოდ, რომელსაც მაშინ საქვეყნოდ ცნობილი მეცნიერი, ს/მ აკადემიის პირველი ვიცე-პრეზიდენტი, აკადემიკოსი ევგენი ხარაძე ხელმძღვანელობდა. იქ თეორიული ასტროფიზიკის განყოფილება ჩამოვყალიბე. მთლიანობაში, ბომბი - თერმობირთვული რეაქციები (თერმობირთვული რეაქცია - ვარსკვლავების ენერგიის წყაროა) - პლაზმა და პულსარები - კოსმოსი, ეს ერთი და იგივე მოვლენებია. მე მაგალითს, პირველ რიგში, აკადემიკოს იაკობ ზელდოვიჩიდან ვიღებდი, რომელიც „არზამას - 16“-დან ასტროფიზიკაში და კერძოდ, კოსმოლოგიაში წავიდა, ხოლო მეორე რიგში კი, აკადემიკოს როალდ საგდევიდან, რომელიც პლაზმური კვლევებიდან კოსმოსური კვლევებში „გადავიდა“. შე-

იმღება ითქვას, რომ ძალიან კარგი თეორიული ასტროფიზიკის განყოფილება მქონდა. მასში ათეულობით მეცნიერებათა კანდიდატი და დოქტორი მუშობდა, რომელთაგან ზოგიერთი აკადემიის ნამდვილი წევრი გახდა). აქ მიღებულ შედეგებს სხვადასხვა ქვეყნის მეცნიერებიც აღიარებდნენ. ამის შემდეგ აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის დირექტორად ამირჩიეს. ობსერვატორია მთაშია და იქ ხშირად მიწევდა ყოფნა. პარალელურად ვხელმძღვანელობდი ქვეყნის მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკისა და ფიზიკის განყოფილებას და თბილისში მიწევდა ძირითადად მუშობა. პარალელურად თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ვასწავლიდი. ასე, რომ სამუშაოს მეტი რა მქონდა.

ვ. გუბარევი - მე საქართველოში 1991 წლიდან არ ვყოფილვარ. როგორაა მეცნიერების საქმე?

ჯ. ლომინაძე - ჯერჯერობით ის არსებობს. ჩვენ მოწინავე მათემატიკური სკოლა გვაქვს, საუკეთესო ფიზიკა და ასტროფიზიკა, ფილოსოფია, ბიოფიზიკა, ენათმეცნიერება და სხვა. რაც ყველაზე მთავარია, გვყავს კარგი ახალგაზრდობა, რომელთაც ჯერ-ჯერობით აკადემიაში ენთუზიაზმი აკავებს. გადინება კი სულ უფრო აქტიური ხდება. მე თეორიულ ფიზიკასა და მათემატიკაზე ვლაპარაკობ. ექსპერიმენტული მეცნიერება კი, რა თქმა უნდა, კატასტროფული მდგომარეობაში იმყოფება...

ვ. გუბარევი - როგორია თქვენი პროგნოზი?

ჯ. ლომინაძე - მე ოპტიმისტი ვარ. ვერ დავიჯერებ, რომ ის დიდი მეცნიერული მიღწევები, რომლებიც საქართველოშია მიღებული, შეიძლება გაქრეს. თვითონ მეცნიერები არ დაუშვებენ ამას. ცოდნა ყოველთვის ამარცხებს უმეცრებას. სწორედ ამაზე დგას ჩვენი ცივილიზაცია...”

ამით დავამთავრებთ ბატონი ჯუმბერისა და ბატონი ვლადიმერის საუბარს, რადგანაც შემდგომი გაგრძელება უფრო პოლიტიკური ელფერის მატარებელია და ჩვენი ინტერესების ფარგლებს სცილდება.

ერთს კი ნამდვილად დავამატებთ. ბატონ ჯუმბერს ზოგჯერ უწუნებენ მისი არჩევანის იმ მონაკვეთს, რომელიც „ატომურ პროექტში“ მონაწილეობას ეხებოდა. მაგრამ, ამის საპირწონედ ის შეიძლება ითქვას, რომ სამწუხაროდ მეცნიერება ყოველთვის იყო პოლიტიკის ნაწილი. კაცობრიობა ჯერაც არ გამოსულა ამ ჩარჩოებიდან და ისევ პოლიტიკის მსახურად ტოვებს მეცნიერებას. ამიტომაც, მონაწილეობდნენ ბირთვული იარაღის შექმნაში მსოფლიო დონის ისეთი მეცნიერები, როგორებიც იყვნენ ნობელისა და სხვა სახელობითი პრემიების ლაურეატები - ენრიკო ფერმი, ნილს ბორი, რობერტ ოპენჰაიმერი, ედუარდ ტელიერი, ოტო ჰანი, ვერნერ ჰაიზენბერგი, ლევ სცილარდი, იგორ ტამი, ნიკოლოზ სემიონოვი, იაკობ ზელდოვიჩი, იული ხარიტონი, იგორ კურჩატოვი და სხვა მრავალი.

ასე, რომ ბატონი ჯუმბერისადმი ამ კუთხით რაიმე სახის ჩრდილის მიყენება

ზედმეტი მცდელობა იქნება. ის მუდამ დარჩება ქართული ფიზიკურ-ასტროფიზიკური მეცნიერების უდიდეს მკვლევარად და ორგანიზატორად.

ბატონი ჯუმბერი გარდაიცვალა 2014 წლის 20 იანვარს და განისვენებს საბურთალოს საზოგადო მოღვაწეთა პანთეონში, მეუღლესთან, ცნობილ პედიატრ, ქალბატონ ლია ლომინაძესთან ერთად.

ნათელში იყოს მათი სულები სულთა სასუფეველში.

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული
აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი,
აკადემიკოსი **რამაზ ხუროძე**

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა
აკადემიის პრეზიდენტი, ამავე აკადემიის
აკადემიკოსი **თეიმურაზ ადეიშვილი**

თეიმურაზ ადეიშვილი - 75



ფიზიკა-მათემატიკურ მეცნიერებათა დოქტორს, საქართველოს სწავლულ ექსპერტთა საბჭოს პროფესორს, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დამსახურებულ პროფესორს, საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ წევრსა და მის პრეზიდენტს, ცნობილ ფიზიკოსსა და ეკოლოგს თეიმურაზ ადეიშვილს დაბადებიდან 75 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობიდან 50 წელი შეუსრულდა.

თეიმურაზ ადეიშვილი ვანის ერთ-ერთ ულამაზეს სოფელში – ყუმურში დაიბადა 1950 წლის 30 ივლისს, სოციალ-დემოკრატიისა და შემდგომში რეპრესირებულის (1926-1936 წწ.) გიორგი ადეიშვილისა და რიმა თვალაბეიშვილის ოჯახში. მისი წინაპრები მესხეთიდან, კერძოდ, ასპინძიდან – სოფელ ხიზაბავრიდან ჩამოსახლებულან იმერეთში ოთხი საუკუნის წინათ და ისე გამრავლებულან, რომ სოფელი ყუმური ადეიშვილების გვარის ძირითადი სამკვიდრო გამხდარა საქართველოში. განაყოფი წინარე გვარის შთამომავლები დღესაც ცხოვრობენ ხიზაბავრაში.

სოფელი ყუმური მდინარე ყუმურის – რიონის მარცხენა შენაკადის – ხეობაში, მისი შესართავიდან 20 კმ-ში და ზღვის დონიდან 210 მეტრზე მდებარეობს.

ყუმურის საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ, ფიზიკის მასწავლებლის, **ვენერა რუხაძის** რჩევით, თეიმურაზმა მომავალ სპეციალობად ფიზიკა აირჩია და 1967 წელს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტის პირველი კურსის სტუდენტი გახდა.

ფიზიკის ფაკულტეტი მაშინ არა მარტო უნივერსიტეტში, არამედ მთელ ქვეყანაში ითვლებოდა ერთ-ერთ ყველაზე პრესტიჟულ და სწავლის მხრივ ურთულეს ფაკულტეტად.

მესამე კურსზე ასტრონომიის დაუფლება გადაწყვიტა. სტუდენტობის დროს თანამეგობრებმა, კიბერნეტიკოსებმა, ვაჟა ტარიელაძემ და შალვა ბაუჩაძემ

მაც ურჩიეს ასტრონომიულზე გადასვლა, ოღონდ ეს სპეციალობა მაშინ უნივერსიტეტის მექანიკა-მათემატიკის ფაკულტეტზე იყო. ეს საკითხი ასტრონომიის კათედრის მაშინდელი გამგის, მსოფლიოში ცნობილი ასტროფიზიკოსის, შემდგომში საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტის, აკადემიკოს ევგენი ხარაძის-გარეშე არ გადაწყდებოდა. ბატონმა ევგენიმ მისთვის დამახასიათებელი გულ-თბილობით მიიღო სტუდენტი. გადასვლის განზრახვა სხვა, თუნდაც მონათესავე ფაკულტეტზე, არ მოუწონა, წელს დაკარგავ, რადგანაც, სხვანაირად, განსხვავებული საგნების ჩაბარებას ვერ შეძლებო. თუ ასე გაინტერესებს ასტრონომია, დამოუკიდებლად იმეცადინეო და სახელმძღვანელოებიც მიუთითა. თუ მერეც ისევ გენდომება ასტრონომიაში მუშაობა, ამასაც შეძლებ, ფიზიკის ფაკულტეტზე ატმოსფეროს ფიზიკის კუთხით მოემზადები, აერონომიის საკითხებს შეისწავლი და სადიპლომო ნაშრომსაც ამ კუთხით შეასრულებო.

თეიმურაზიც მიჰყვა მის რჩევას და გეოფიზიკის კათედრაზე ატმოსფეროს ფიზიკის კუთხით დაიწყო სწავლა.

სადიპლომო პრაქტიკისა და ნაშრომის შესარულების დრო რომ დადგა, პროფესორ **იოსებ ქურდიანის** ხელშეწყობით, სანქტ-პეტერბურგის (მაშინდელი ლენინგრადის) უნივერსიტეტის ფიზიკის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ჩარიცხეს აკადემიკოს **კირილე კონდრატიევის** ჯგუფში და ხელმძღვანელად პროფესორი **ოლეგ ვასილიევი** დაუნიშნეს.

სადიპლომო სამუშაოს თემა ასე განსაზღვრეს: „მოკლეტალღოვანი რადიაციის ექსპერიმენტული გამოკვლევა დედამიწის ატმოსფეროში“. ის მოიცავდა, როგორც თეორიულ, ისე ექსპერიმენტულ ნაწილს. თეორიული ნაწილი შეეხებოდა მნათი კოსმოსური ობიექტების და მათ შორის – დედამიწის ატმოსფეროებში გამოსხივების გავრცელებას და სხვადასხვა პირობებში მისი აღმწერი დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნებს, ხოლო ექსპერიმენტული – საფრენოსნო აპარატებიდან ამ გამოსხივების ინტენსივობის გაზომვებსა და მათზე დამაბინძურებელი აეროზოლების გავლენას.

სადიპლომო ნაშრომის „ფრიაღზე“ დაცვის შემდეგ, აკადემიკოს **ე. ხარაძის** ძალისხმევით, ის სამთავრობო კომისიამ მოხსნა კახეთში სეტყვის საწინააღმდეგო სამსახურში სამუშაოდ განაწილებიდან და საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში მზე-მთვარე-პლანეტებისა და დედამიწის მაღალი ფენების ფიზიკის განყოფილებაში გაანაწილა.

ობსერვატორიაში დიდხანს არ დარჩენილა – ცნობილმა მეცნიერმა **თეიმურაზ ტოროშელიძემ** მოსკოვში, საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის კოსმოსური გამოკვლევების ინსტიტუტში ერთობლივი სამუშაოების ჩატარება შესთავაზა და ისიც დათანხმდა, რადგანაც სამუშაო პერსპექტიული ჩანდა. **ევგენი ხარაძეც** კეთილგანწყობით შეხვდა მის კანდიდატურას, რადგანაც იცოდა, რომ ლენინგრადში ყოფნი-

სას მას კავშირი ჰქონდა კოსმოსურ ექსპერიმენტთან. **თეიმურაზ ადეიშვილი** შეუდგა დოკუმენტების გაფორმებას, რომელთაგან ყველაზე უფრო ე. წ. „დაშვების“ გაკეთება გაუჭირდა. ბოლოს ისიც მიიღო და ალბათ აქაც ბატონი **ევგენი ხარაძის** უზარმაზარი ავტორიტეტი იყო გადამწყვეტი, რადგან რეპრესირებულთა შვილებს, როგორც წესი, „დაშვებას“ არ აძლევდნენ.

ასე მოხვდა კოსმოსური გამოკვლევების ინსტიტუტის აქტიური მართვადი ექსპერიმენტების ლაბორატორიაში, რომელსაც ცნობილი ქართველი ფიზიკოსი, პროფესორი **გიორგი მანაგაძე** ხელმძღვანელობდა.

საქართველოში დამზადებული საბორტო ხელსაწყოების მეშვეობით ჩატარებული რაკეტული ექსპერიმენტების შედეგები მოხსენდა არაერთ რესპუბლიკურ, საკავშირო და საერთაშორისო სიმპოზიუმს თუ კონგრესს. მათგან, ბატონი **თეიმურაზისთვის**, ალბათ, ყველაზე საინტერესო იყო 1980 წლის ივნისში ბუდაპეშტში ჩატარებული COSPAR-ის (კოსმოსური კვლევის საერთაშორისო ორგანიზაცია) XII კონგრესში მონაწილეობა. საბჭოთა დელეგაციაში, რომელსაც კოსმოსური გამოკვლევების ინსტიტუტის დირექტორი, აკადემიკოსი **როალდ საგდეევი** ხელმძღვანელობდა, ასი მეცნიერი მაინც იყო, მათ შორის, საქართველოდან – ფიზიკურ-მათემატიკურ მეცნიერებათა დოქტორი **გიორგი მაჩაბელი** და **თეიმურაზ ადეიშვილი**. **თეიმურაზ ადეიშვილს** ორი კოლექტიური მოხსენება უნდა წარედგინა ამ კონგრესზე, რომელთაგან ერთ-ერთის ავტორი **რ. საგდეევი** იყო.

ამის შემდეგ **თეიმურაზ ადეიშვილმა** მალე დაიცვა დისერტაცია და მას 1981 წლის ბოლოს ფიზიკურ-მათემატიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხი მიენიჭა.

1974-1978 წლებში საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის კიბერნეტიკის ინსტიტუტში საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიისა კოსმოსური გამოკვლევების ინსტიტუტისა და საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის თანამშრომელთა ერთობლივი ძალისხმევით დამზადდა რაკეტულ-თანამგზავრული პირობების მოთხოვნილების შესაბამისი პირველი ქართული საბორტო ფოტომეტრი – „ფოტოზავრი“. ამ ფოტომეტრების პირველი ვარიანტები სამხედრო მიღებით უკვე მზად იყო 1976 წლის ბოლოს, ხოლო ექსპერიმენტული „ნათლობა“ 1978 წლის სექტემბერში განხორციელდა კაპუსტინ იარის სარაკეტო პოლიგონზე, მოსკოვის გამოყენებითი გეოფიზიკისა და საავიაციო ინსტიტუტების თანამშრომლებთან ერთად. ეს იყო პირველი ქართული კოსმოსური ექსპერიმენტი, რომელიც განხორციელდა **გ. მანაგაძისა** და **თ. ადეიშვილის** (უმუშალო მონაწილე) ხელმძღვანელობით. ალბათ, სწორედ აქედან უნდა დაიწყოს საქართველოში კოსმოსური ერის ათვლა. ამის შემდეგ 10-ზე მეტი კოსმოსური რაკეტულ-თანამგზავრული ექსპერიმენტი განხორციელდა. მათგან განსაკუთრებულად აღსანიშნავია ექსპერიმენტი მაღლივ რაკეტაზე (აპოგეა ~ 1500 კმ) საქართველო – 60,

რომელიც 1981 წლის 18 სექტემბერს, **გიორგი მანაგაძის** ხელმძღვანელობით. მისი ერთ-ერთი მოადგილე საორგანიზაციო საქმეებში **თ. ადეიშვილი** გახლდათ. ამ ექსპერიმენტებში პირველად დაფიქსირდა ატომური ჟანგბადის $O(S)$ აღზნებული დონის ტალღის სიგრძის გამოსხივება 100 ± 130 კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში, რაც გამორიცხულია ღამის ცისა და პოლარული ციალის შემთხვევაში.

საკანდიდატო დისერტაციის დაცვიდან მოკლე ხანში **თეიმურაზ ადეიშვილი**, მშობლების ჯანმრთელობის მდგომარეობის გამო, იძულებული შეიქნა, ქუთაისის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში გადმოსულიყო. ასე დაიწყო მეორე – ე.წ. სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის ეტაპი.

ამ ინსტიტუტში მოხვედრა არ იყო ადვილი. რექტორმა, პროფესორმა **ნოდარ ვალიშვილმა**, კატეგორიულად მოითხოვა **თ. ადეიშვილის** გადმოყვანაზე **ევგენი ხარაძის** თანხმობა. **ევგენი ხარაძე** მაშინ, აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის დირექტორობასთან ერთად, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტიც გახლდათ. მას თავისი გეგმები ჰქონდა საქართველოში და კერძოდ აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში კოსმოსური კვლევების რაკეტულ-თანამგზავრული მეთოდების განვითარების შესახებ. ასეთი მიმართულების კვლევები თუ ქუთაისიდან განხორციელდებოდა, მისთვის, როგორც აკადემიის პრეზიდენტისათვის, არ უნდა ყოფილიყო მიუღებელი, ამიტომ **თ. ადეიშვილს** კარგად დასაბუთებული მხარდამჭერი წერილი გამოატანა.

თეიმურაზ ადეიშვილმა ნაშრომებიც გამოაქვეყნა პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სახელით და ახალი სამეცნიერო მიმართულების ჩამოყალიბებაზეც დაიწყო ფიქრი. მუშაობის დაწყებიდან ექვს თვეში ფიზიკის კათედრის გამგის მოვალეობის შემსრულებლად აირჩიეს. მისი ინიციატივით კათედრაზე დაიწყო სალექციო კურსების შედგენა-გამოშვება, სასწავლო ლაბორატორიების განახლება. ახალი სამეცნიერო მიმართულების შემოტანით კათედრაზე ლექციების წასაკითხად რამდენჯერმე მოიწვიეს ცნობილი მეცნიერები, აკადემიკოსი იური გალპერინი, პროფესორები – **ვლადიმერ ტიომნი** და ცნობილი პლანეტოლოგი **ლეონიდ ქსანფომალიტი**.

ამ ხნის განმავლობაში მომწიფდა აზრი, ქუთაისის მახლობლად ახალი დასაკვირვებელი სადგურის (ობსერვატორიის) დაარსების შესახებ. **თ. ადეიშვილმა** ეს მოსაზრება **გიორგი მანაგაძეს** გაუზიარა. **გიორგი მანაგაძეს** ეს აზრი მოეწონა და **ნოდარ ვალიშვილის** სახელზე შესაბამისი წერილიც მომზადდა. **გიორგი მანაგაძე** შემდეგ აკადემიკოს **რ. საგდევესაც** ელაპარაკა ამ საკითხზე, რადგან წერილზე ხელი **რ. საგდევეს** უნდა მოეწერა. მას იდეა მოეწონა, მაგრამ იმჟამად მოსკოვში არ იმყოფებოდა და წერილზე ხელის მომწერად მისი მოადგილე, პროფესორი **ვიაჩესლავ ბალეზანოვი** შესთავაზა, თვითონ მომავალში დახმარების მზადყოფნა აღუთქვა.

წერილი **ნ. ვალიშვილს** თვითონ **თ. ადეიშვილმა** გადასცა. აზრი მასაც მოეწონა.

ნა, მაგრამ ოდნავ ექვნარევი ღიმილით ჰკითხა, შევძლებთ კი ამოდენა საქმის გაკეთებასო. მოდით, ბატონ **ევგენი ხარაძეს** ვკითხოთ რჩევა და როგორც ის იტყვის, ისე მოვიქცეთო. შესაბამისი წერილიც გაამზადა და თან **ვ. ბალებანოვის** წერილიც დაურთო. **თეიმურაზ ადეიშვილმა** წერილი პირველად აკადემიკოს **ჯუმბერ ლომინაძეს** უჩვენა, მაშინ აკადემიის ფიზიკისა და მათემატიკის გენყოფილების აკადემიკოს-მდივანს. მას აზრი მოეწონა, მაგრამ, ცოტა არ იყოს, უიმედოდ თქვა: არა მგონია, ამას ბატონმა **ევგენიმ** მხარი დაუჭიროს, მაგრამ ჩვენ მაინც ვცადოთო.

ევგენი ხარაძეს არც დადებითი უთქვამს რაიმე და არც უარყოფითი. პასუხის მომზადება ისევ **ჯუმბერ ლომინაძეს** დაავალა მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკისა და მათემატიკის მორიგ სხდომაზე განსახილველად.

თეიმურაზ ადეიშვილმა ისეთი საფუძვლის ძიება დაიწყო, რაც წამოჭრილ საკითხს გაამაგრებდა. ასეთი დოკუმენტი მართლაც აღმოაჩინა. ეს იყო საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის 1983 წლის 13 იანვრის №36 დადგენილება „საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის გეომაგნეტიზმის სამეცნიერო საბჭოს საქმიანობის შესახებ“, რომელიც საკავშირო და რესპუბლიკურ აკადემიებსა და უმაღლეს სასწავლებლებს ავალდებულებდა ატმოსფეროს მაღალ ფენებში და მახლობელ თუ შორეულ, კოსმოსურ სივრცეში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური მოვლენების კვლევების გაფართოებას. ეს საკმაოდ ძლიერი მხარდამჭერი დოკუმენტი იყო. ამასთან ერთად მან მთელი საქართველოსა და მოსკოვის მომიჯნავე დარგებში მომუშავე სამეცნიერო ორგანიზაციები შემოიარა და დასმული საკითხის მიზანშეწონილობაზე შედგენილი შესაბამისი დასაბუთების დოკუმენტზე ყველა ცნობილ მეცნიერს ხელი მოაწერინა და ხელმოწერები ბეჭდით დაადასტურებინა. დაახლოებით 50 ცნობილი მეცნიერის ხელმოწერა შეგროვდა.

ასე მომზადებული შეხვდნენ აკადემიის ფიზიკისა და მათემატიკის განყოფილების სხდომას. ობსერვატორიის დასავლეთ რეგიონში ჩამოყალიბებას განყოფილების თითქმის ყველა წევრმა დაუჭირა მხარი, შესაბამისი წერილიც მომზადდა: შიგ ისეთი აზრი ჩაიდო, რომ საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია მხარს უჭერდა დასმული საკითხის დადებითად გადაჭრას, მაგრამ მხოლოდ მეთოდურად დაეხმარებოდა და ფინანსური უზრუნველყოფა ქ. ქუთაისსა და პოლიტექნიკურ ინსტიტუტს უნდა გაეწია.

პარალელურად ეძებდნენ ობსერვატორიისთვის მინიმალური ხელშემშლელი სიგნალების მქონე ადგილს, რისთვისაც მთელი სამი წელი მიმდინარეობდა გეომაგნეტური ველის რეკოგნოსცირებადი გაზომვითი სამუშაოები. მასში მონაწილეობდნენ ცნობილი სპეციალისტები მოსკოვიდან: აკადემიკოსი იური გალპერინი და პროფესორი **ლეონიდ ბარანსკი**; თბილისიდან: პროფესორები – **არჩილ ხანთაძე** და **ზურაბ შარაძე**; მურომიდან – **გენადი კოზლოვი**; ქუთაისიდან – **თეიმურაზ ადეიშვილი**. სხვა მრავალ შერჩეულ ადგილს შორის (სათაფლია, შაორი, საირმე, ვანი –

ყუმური), თავისი გეოლოგიური და გეოფიზიკური მახასიათებლებით, უპირატესობა მიენიჭა ვანის რაიონის სოფელ ყუმურის მიმდებარე დიდდელის ზონას. ობსერვატორიის ასაშენებელი ადგილიც იქ შეირჩა.

შეიძინეს საკმაოდ დიდი ზომის ფინური სახლი და დაიწყეს დოკუმენტების მომზადება პრობლემური ლაბორატორიის სტატუსის მისაღებად, რაც ერთობ რთული იყო. მისი სპეციფიკიდან გამომდინარე, თუ არ იქნებოდა ობსერვატორიისათვის აუცილებელი შესაბამისი შენობა, სტატუსის საკითხს არავინ განიხილავდა. ამ საქმით განსაკუთრებით დაინტერესდა ვანის რაიკომის პირველი მდივანი **ნოდარ ანდრიაძე**. მისი ამ საქმისადმი ინტერესი განსაკუთრებით მას შემდეგ გაიზარდა, როცა მას ოფიციალური თხოვნით მიმართა საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის **ოტო შმიდტის** სახელობის დედამიწის ფიზიკის ინსტიტუტის დირექტორმა, აკადემიკოსმა **მიხეილ სადოვსკიმ** სოფელ ყუმურში ობსერვატორიის აგებისა და მიწისქვეშა გვირაბის (შტოლნის) გაყვანისას მაქსიმალური დახმარების აღმოჩენის შესახებ.

აიგო ობსერვატორიის მთავარი სამსართულიანი შენობა, გახსნილსახურავიანი დასაკვირვებელი კოშკით. მომდევნო წლებში დაემატა 40 მეტრი სიგრძის გვირაბი, სხვა დამხმარე ნაგებობები და დედამიწის ფიზიკის ინსტიტუტის ნაჩუქარი აპარატურით გაზომვების პირველი ეტაპიც დაიწყო.

მაგრამ ახალი ორგანიზაცია, რომელსაც ვანის **კოსმოფიზიკური ობსერვატორია** ეწოდა, ასე დიდხანს ვერ იარსებებდა. საჭირო იყო პრობლემური ლაბორატორიისა და ობსერვატორიის სტატუსის მიღება და სახელმწიფო დაფინანსებით უზრუნველყოფა, რაც უკვე საბჭოთა კავშირის მინისტრთა საბჭოსთან არსებული მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის საქმე იყო. რადგანაც საქართველოს მთავრობის შესაბამის სტრუქტურებს ყველა აუცილებელი დოკუმენტი უკვე გაგზავნილი ჰქონდათ, საკავშირო მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტმა პრობლემური ლაბორატორიისა და ობსერვატორიის შექმნის საკითხის დაწვრილებით შესწავლა საბჭოთა კავშირის განათლების სამინისტროს დაავალა – დადგენილების პროექტი მას უნდა წარედგინა საკავშირო მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის სხდომაზე. **ნოდარ ვალიშვილი** და **თეიმურაზ ადეიშვილი** მოსკოვში გაემგზავრნენ. განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის მოადგილე, აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა **ი. მაკაროვმა** მომავალი პრობლემური ლაბორატორიის ხელმძღვანელად აუცილებლად ფიზიკურ-მათემატიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, შესაბამისი სპეციალობის პიროვნება მოითხოვა. რადგანაც **თეიმურაზ ადეიშვილი** მხოლოდ მეცნიერებათა კანდიდატი იყო, მისი ხელმძღვანელად დანიშვნა გართულდებოდა. ბევრი უმტკიცა **ნოდარ ვალიშვილმა**, რომ **თ. ადეიშვილის** სადოქტოროს დაცვას ბევრი არაფერი უკლდა, მაგრამ მინისტრის მოადგილისგან პასუხი ცალსახა იყო: „როცა დაიცავს, საკითხიც მაშინ განვიხილო-

თო“. მაშინ **თეიმურაზმა** რექტორის კანდიდატურა შესთავაზა ხელმძღვანელად, მაგრამ ამაზეც უარი მიიღეს, რადგანაც **ნოდარ ვალიშვილი** ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი იყო და მის კანდიდატურას არც კი განიხილავდნენ. ამ რთულ სიტუაციაში გამოსავალი თვითონ **ი. მაკაროვმა** გამოძებნა: ჩვენი სამინისტროს კოლეგიაც რომ დაგეთანხმოთ, მინისტრთა საბჭოს მეცნიერებისა და ტექნიკის კომიტეტი საკითხს მაინც დაბლოკავს ამ მიზეზით და გირჩევთ, გამონახოთ ვინმე ქართველი მეცნიერი, შესაბამისი დარგის დოქტორი, ფორმალური ხელმძღვანელი ის იქნება, ნამდვილი წარმომადგენელი ეს ახალგაზრდაო. ამაზე შეთანხმდნენ და საკითხის მოსაგვარებლად **ნოდარ ვალიშვილმა** ორი დღე ითხოვა.

დერეფანში ბატონმა **ნოდარმა თ. ადეიშვილს** დაავალა: მე ახლა ცოტა სხვა საქმეზე ვიფიქრებ. შენ დატრიალდი და შესაბამისი კანდიდატურა მოძებნე ან საქართველოში, ან, სადაც მოგესურვება, თუნდაც ვლადივოსტოკში, შესაბამისი დასაბუთებული წერილი ორ-სამ დღეში მინისტრის მოადგილესთან რომ მოხვდესო.

თეიმურაზი საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის კოსმოსური გამოკვლევების ინსტიტუტში გაეშურა მის აღმზრდელთან და სამეცნიერო ხელმძღვანელთან **გიორგი მანაგაძესთან**, საქმის ვითარება გააცნო და წერილიც იქვე შეადგინეს. ინსტიტუტი ამ წერილით ადასტურებდა მომავალი პრობლემური ლაბორატორიის მხარდაჭერას. საზოგადოებრივ საწყისებზე სამუშაოთა კოორდინაცია ევალეზოდა კოსმოსური გამოკვლევების ინსტიტუტის აქტიური მართვადი ექსპერიმენტების ლაბორატორიის გამგეს, ფიზიკურ-მათემატიკურ მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორ **გიორგი მანაგაძეს**, ხოლო პრობლემური ლაბორატორიისა და ობსერვატორიის ხელმძღვანელად რეკომენდაცია ეძლეოდა ფიზიკურ-მათემატიკურ მეცნიერებათა კანდიდატს **თეიმურაზ ადეიშვილს**. წერილს აკადემიკოსმა საგდევმა დაუყოვნებლივ მოაწერა ხელი.

ბატონი **ნოდარ ვალიშვილი** ისევ სამინისტროში დახვდა, წერილი საქალაქო დედაქალაქში ჩადო და მინისტრის მოადგილესთან უკვე შემახილით შევიდა: „ესეც ქართველების ორი დღეო“. **იგორ მაკაროვმა**, წერილით კმაყოფილმა, ღიმილით უპასუხა – „მე უფრო ადრე გელოდითო“, თან დასძინა, ახლა მეცნიერებისა და ტექნიკის კომიტეტი „უნდა დაბომბოთ“ მხარდმჭერი წერილებითო.

მხარდაჭერის პირველი წერილი საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტმა აკადემიკოსმა **ალექსანდრე იანშინმა** გააგზავნა, ხოლო მეორეს ხელს აწერდნენ სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ზოგადი ფიზიკისა და ასტრონომიის განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი, ნობელის პრემიის ლაურეატი, აკადემიკოსი **ალექსანდრე პროხოროვი** და საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის ასტრონომიული საბჭოს თავმჯდომარე, აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი **ალა მასევიჩი**.

1988 წლის 20 ივნისის სხდომაზე კომიტეტის უმაღლესმა სამეცნიერო კოლე-

გიამ მიიღო დადგენილება №ИИ21-20-568, რომლის თანახმადაც საქართველოს მთავრობას უფლება ეძლეოდა ქუთაისის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში გაეხსნა ახალი სამეცნიერო-სტრუქტურული ერთეული. ამ დადგენილების საფუძველზე საქართველოს მინისტრთა საბჭოს 1988 წლის 19 ივლისის №430/9 დავალებისა და საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის 1988 წლის 19 სექტემბრის №60 გადაწყვეტილების თანახმად, ქვეყანაში კოსმოფიზიკური გამოკვლევების გაფართოების მიზნით, საქართველოს სახალხო განათლების სამინისტროს ნება დაერთო, ქუთაისის აკადემიკოს **ნიკო მუსხელიშვილის** სახელობის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში ჩამოეყალიბებინა კოსმოფიზიკური გამოკვლევების პრობლემური სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორია ობსერვატორიითურთ.

ამ დოკუმენტების საფუძველზე საქართველოს განათლების მაშინდელმა მინისტრმა გამოსცა ბრძანება **ნ. მუსხელიშვილის** სახელობის ქუთაისის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში 1988 წლის 1 ოქტომბრიდან კოსმოფიზიკური გამოკვლევების პრობლემური სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორიისა და ობსერვატორიის ჩამოყალიბების შესახებ. ხელმძღვანელად დაინიშნა დოცენტი **თეიმურაზ ადეიშვილი**, მეცნიერ-კონსულტანტად, საზოგადოებრივ საწყისებზე, პროფესორი **გიორგი მანაგაძე**.

დამტკიცდა პრობლემური ლაბორატორიისა და ობსერვატორიის ხარჯთაღრიცხვა და საშტატო განრიგი, რაც, მოგვიანებით, 120 საშტატო ერთეული გახდა. ეს იყო დასავლეთ საქართველოს ფიზიკურ-მათემატიკური და ეკოლოგიური პროფილის პირველი სამეცნიერო ორგანიზაცია. ქუთაისის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში გამოყოფილი იქნა 10 ოთახი თეორიული და გამოთვლითი განყოფილებისა და ელექტრონული სამონტაჟო უბნისათვის. ობსერვატორია მდებარეობდა ვანის რაიონის სოფელ ყუმურის განაპირას. დასაკვირვებელი პუნქტები ჰქონდა მარტვილში, წყალტუბოში და ყუმისთავში, მაგრამ ძირითადი სადამკვირვებლო ბაზა მაინც ყუმურში იყო. ასეთივე პუნქტების გახსნა იგეგმებოდა ოზურგეთში, გელათში და საირმეში. მოღვაწეობდნენ ორი აკადემიკოსი (შეთავსებით), ცხრა მეცნიერებათა დოქტორი, ოცდაორი მეცნიერებათა კანდიდატი. წლიური ბიუჯეტი შეადგენდა 1,5 მილიონ მანეთს. ფაქტიურად, ის იყო საშუალო სიდიდის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი.

მთლიანობაში ინსტიტუტ-ობსერვატორიას გააჩნდა ხუთი განყოფილება და სამეურნეო ნაწილი.

პირველ განყოფილებაში მიმდინარეობდა რეგულარული დაკვირვებები იონოსფეროში და მაგნიტოსფეროში გენერირებული დაბალი, ძალიან დაბალი და ზედაბალი სიხშირისა და ოპტიკური დიაპაზონის გამოსხივების შესწავლისა და მიწისძვრის წინამორბედთა დადგენა-გამოკვლევის მიზნით. ასევე მონაწილეობდნენ რაკეტა-თანამგზავრებიდან წარმოებული აქტიური და პასიური ექსპერიმენტების

საშუალებით მახლობელ კოსმოსურ სივრცეში მიმდინარე მოვლენების შესწავლაში და ექსპერიმენტული მასალის დამუშავებაში.

მეორე განყოფილება მოიცავდა გეოქიმიურ, მეტეოროლოგიურ და ჰიდრო-გეოდინამიკურ პარამეტრებზე ჩატარებულ გაზომვებს მიწისძვრის წინამძღვრების გამოვლენისა და სხვა მონათესავე პროცესების გამოკვლევისა და სეისმოაქტიური მოვლენების სწორად შეფასების მიზნით. კერძოდ, დაკვირვებები წარმოებდა რადონის, ოზონის, ნახშიროქსიდის, აზოტის, ატმოსფერული წნევის, ტემპერატურის, ტენიანობის, მზის პირდაპირი რადიაციისა და მიწისქვეშა წყლების დონეებისა და მათი შემადგენლობების ვარიაციებზე. მიმდინარეობდა მიღებული შედეგების წინასწარი ანალიზი.

მესამე განყოფილება ახორციელებდა ბიოსისტემებზე და მოსავლიანობაზე კოსმოსური გამოსხივებისა და კოსმოსური ფაქტორების გავლენის შესწავლას ბუნების ჩვეულებრივი და არაორდინარული მოვლენების დროს. კერძოდ, ხორციელდებოდა ადამიანსა და სხვა ცოცხალ ორგანიზმებზე მიმდინარე ბიოლოგიური პროცესების გამომხატველ 20-მდე პარამეტრზე დაკვირვება და მათი ვარიაციების კანონზომიერებათა კორელაციის დადგენა ბუნების ანომალური მოვლენებთან, მოკლევადიანი სამედიცინო პროგნოზისა და მედიკობიოლოგიური სამსახურის გაუმჯობესების მიზნით.

მეოთხე განყოფილებაში მიმდინარეობდა თეორიული კვლევები მიღებული ექსპერიმენტული მასალების ანალიზისა და შესაბამისი ფიზიკურ-მათემატიკური მოდელების შექმნის მიზნით.

მეხუთე განყოფილებაში ხდებოდა ახალი მიწიერი და საბორტო ხელსაწყო-იარაღების შექმნა-კონსტრუირება. მასში ფუნქციონირებდა სამონიტაჟო და სარემონტო უბნები, ხორციელდებოდა მიღებული ექსპერიმენტული შედეგების მანქანური დამუშავება.

ამ ახალი სამეცნიერო დაწესებულების არსებობის თითქმის 30 წლის მანძილზე მიიღეს პრიორიტეტული სამეცნიერო შედეგები ახლო კოსმოსში მიმდინარე პროცესებისა და სეისმოაქტიური მოვლენების შესწავლის საქმეში.

ამის თაობაზე დაწვრილებით აღარ მოვყვებით.

ერთი სიტყვით, კოსმოფიზიკური გამოკვლევების პრობლემური სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორია-ობსერვატორია საკმაოდ სერიოზულ სამეცნიერო ორგანიზაციად გადაიქცა. აქედან გამომდინარე, დაისვა მისი სტატუსის ამაღლების საკითხი. იმავდროულად პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ხელმძღვანელობაც შეიცვალა, რექტორად აირჩიეს პროფესორი **არჩილ კოსტავა**, ხოლო სამეცნიერო დარგის პრორექტორად – პროფესორი კარლო მგალობლიშვილი. მათი ძალისხმევით, ყოფილი პოლიტექნიკური ინსტიტუტი ქუთაისის ტექნიკურ უნივერსიტეტად გადაკეთდა, ხოლო არსებული პრობლემური სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორია-

ობსერვატორია, საკმაოდ სერიოზული წინააღმდეგობის გადალახვის შემდეგ, 1996 წელს, ქუთაისის ტექნიკური უნივერსიტეტის ფარგლებში დამოუკიდებელი იური-დიული სტატუსის მქონე კოსმოფიზიკური გამოკვლევების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტად, ხოლო 1998 წელს – კოსმოფიზიკისა და ატმოსფეროს ეკოლოგიის სამეცნიერო-კვლევით და სასწავლო ცენტრად.

ამ დროს თემურ ადეიშვილი უკვე ფიზიკურ-მათემატიკურ მეცნიერებათა დოქტორი იყო.

1996 წელს იგი საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ წევრად და იმერეთის რეგიონალური განყოფილების აკადემიკოს-მდივნად აირჩიეს. ამ აკადემიის პრეზიდენტი მაშინ გახლდათ აკადემიკოსი კიაზო ნადარეიშვილი, ხოლო პირველი ვიცე-პრეზიდენტი – აკადემიკოსი მარატ ციციშვილი.

ამ პერიოდში გელათში დაიწყო აკადემიისა და ობსერვატორიის აღდგენა. ხოლო პარალელურად გადაწყდა კურორტ საირმეში აქტინომეტრიული ობსერვატორიის დაარსება. ამ წამოწყებას პირველ ხანებში მთავრობაც შეძლებისამებრ უჭერდა მხარს, რამდენადაც სამი ობსერვატორიის (გელათის, საირმისა და ვანის) განლაგება ე.წ ტრიანგულაციური გამოკვლევების საშუალებას გვაძლევდა, რაც თავისთავად უფრო აზუსტებდა მიწისძვრისა და სხვა კატასტროფული მოვლენის პროგნოზირების მეთოდთა სრულყოფის პრობლემურ ამოცანებს. მაგრამ, მოგეხსენებათ, 2003 წელს ხელისუფლება შეიცვალა. ახალი ხელისუფლების მეცნიერებისა და განათლებისადმი ჩამოყალიბებული პოლიტიკის წყალობით, ქუთაისის ტექნიკური უნივერსიტეტის გაუქმებასთან ერთად, კოსმოფიზიკისა და ატმოსფეროს ეკოლოგიის სამეცნიერო კვლევითმა და სასწავლო ცენტრმა, ვანის კოსმოფიზიკურმა ობსერვატორიამ და საირმის მშენებარე აქტინომეტრიულმა ობსერვატორიამ ფუნქციონირება შეწყვიტა, თუმცა ამ ობსერვატორიებში მიღებული დაკვირვებების დამუშავება დღესაც გრძელდება.

ვანის ობსერვატორიისა და მისი განშტოებების ძირითადი კვლევები, უპირველეს ყოვლისა, მიმართული იყო მიწისძვრის წინამორბედების დაფიქსირებისაკენ და მათ საფუძველზე მისი პროგნოზის მეთოდების სრულყოფისაკენ. როგორც ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, მიწისძვრა საკმაოდ ხანგრძლივი პროცესია თავისი მომზადების, განხორციელებისა და შედეგების სტადიების მიხედვით. მთავარი სეისმური რეალიზაციისა და წონასწორობის პროცესების მიმართ ბიძგის მომზადების პოსტსეისმური მოვლენები მოიცავს არა მარტო ლითოსფეროს ცალკეულ უბანს, არამედ ჰიდროსფეროს, ატმოსფეროს ქვედა და ზედა ფენებს, იონოსფეროს, მაგნიტოსფეროსა და მთლიანად მახლობელ კოსმოსურ სივრცესა და შორეულ კოსმოსსაც კი. სეისმური წინამორბედების ამა თუ იმ გეოსფეროში გამოვლენა მიმდინარეობდა სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების სახით და მათ შორის არსებული მჭიდრო კავშირები ხანგრძლივ და მრავალმხრივ დაკვირვებას მოითხოვდა.

მრავალწლიანი დაკვირვებითი მასალის საფუძველზე დადგინდა ამ კავშირების ამხსნელი რამდენიმე ფიზიკურ-მათემატიკური მოდელი.

2021 წლიდან თეიმურაზ ადეიშვილი საქართველოს ეკოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტია. უკვე რამდენიმე ათეული წელია, მისი რედაქტორობით გამოიცემა რეიტინგული სამეცნიერო ჟურნალი „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, ის ასევე არის ვანის ისტორიულ-ეთნოგრაფიული სამეცნიერო ჟურნალის „მატიანეს“ ერთ-ერთი დამფუძნებელი და რედკოლეგიის წევრი.

მისი ავტორობითა და თანაავტორობით საქართველოსა და საზღვარგარეთის სხვადასხვა პერიოდულ გამოცემებში დაბეჭდილია 250-ზე მეტი ნაშრომი, მათ შორის 30 სახელმძღვანელო და მონოგრაფია: ასტრონომია – ორ წიგნად, გეოფიზიკა – ოთხ წიგნად, მედიცინის საბუნებისმეტყველო საფუძვლები – სამ წიგნად, უმაღლესი მათემატიკა – სამ წიგნად, ასტროფიზიკა, კოსმოლოგია, სამედიცინო ხელსაწყოთმშენებლობა, კოსმოგენური ფაქტორები, ზოგადი ფიზიკა (ინგლისურ ენაზე), ტვინის, ცნობიერებისა და აზროვნების ფიზიკური საფუძვლები, მიწისძვრის წინამორბედები და მისი პროგნოზის შესაძლებლობა, ლექციების კურსი კვანტურ მექანიკაში, ლექციების კურსი ტენზორულ და სპინორულ აღრიცხვაში და სხვა.

ერთ-ერთი მათგანი – „მიწისძვრის წინამორბედები და მისი პროგნოზის შესაძლებლობა“ – თბილისის ი. ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის მიმართულების სტუდენტების სასწავლო დისციპლინების ნუსხაშია შეტანილი.

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია და ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ხელმძღვანელობა და კოლეგები ბატონ თეიმურ ადეიშვილს ულოცავენ საიუბილეო თარიღს და ახალ წარმატებებს ესურვებენ მას.

შინაარსი

კრებულის მთავარი რედაქტორის წინასიტყვაობა _____	5
Prifaca by the Editor – in Chief of the Collection _____	6
შესავალი _____	7

სექცია I section I

თეიმურაზ ადეიშვილი, ოთარ კვარაცხელია, ეკატერინე ჟღენტი, იუზა ადეიშვილი – კოსმოლოგიური თეორიების ევოლუციურ-ეკოლოგიური ხასიათის მოკლე ანალიზი _____	14
თ. ადეიშვილი, ს. შარაშენიძე, დ. ჩხიროძე – ცოცხალი სამყაროს ევოლუციის ეკოლოგიური საკითხები _____	31
თეიმურაზ ადეიშვილი – ევოლუციის ეკოლოგიური პრობლემები ადრეული სტადიის სამყაროში _____	42
თეიმურაზ ადეიშვილი, ეკატერინე ჟღენტი, მედეა ადეიშვილი – გალაქტიკური პროცესების ევოლუცია და ეკოლოგია _____	55
თეიმურაზ ადეიშვილი, ნანა ბერძენიშვილი, ეკატერინე ჟღენტი – კაცობრიობის გლობალური ეკოლოგიური პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები _	71

სექცია II section II

ამირან აფციაური – ჯავახეთის ენერგიის სააკუმულაციო ელსადგურების კომპლექსი, როგორც საფუძველი საქართველოში მწვანე ენერგეტიკის განვითარებისა _____	80
გ. კორძაძია, ლ. შენგელია, გ. თვაური, მ. ძაძამია, გ. გულიაშვილი – საქართველოს მცინვარული აუზების თანამედროვე მდგომარეობა _____	86
ლუიზა ბუბაშვილი, რუსუდან ელიზბარაშვილი – საავტომობილო გზების მშენებლობის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ზოგიერთი აქტუალური საკითხი _____	94
აკაკი გირგვლიანი, აკაკი ძნელაძე – პალიასტომის ტბაში წყლის მასების დინამიკაზე ფსკერის რელიეფის გავლენის რიცხვითი მოდელირება _	99

მამუკა გოგელია, ნუნუ ნაკაშიძე – აჭარაში ბუნებრივი რესურსების დაცვისა და ეკოლოგიური მდგრადობის პერსპექტივები ეკოტურიზმის განვითარების პირობებში	104
ნათია გიგაური, ალექსანდრე სურმავა, ვეფხია კუხალაშვილი, ლიანა ინწკირველი – ზამთარში ქ. ქუთაისის ატმოსფერულ ჰაერში ავტომობილებით გამონაბოლქვი PM2.5-ის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება დასავლეთის ძლიერი ფონური ქარის დროს	109
სიხარულიძე ი., სუმბაძე ც., კორძაია მ. – უდაბნოს თერმული წყლის ექსპერიმენტული კვლევა	115
ლ. გობეჯიშვილი, ნ. ხაზარაძე – საავტომობილო ნარჩენების (ჯართის) უტილიზაციის პროცესში გარემოსდაცვითი ტექნოლოგიები	118
ნანა ბერძენიშვილი, ლიკა თანდილაშვილი – თბილისის საქალაქო (ურბანული) ეკოპრობლემები	122
ნათია კამკამიძე, გიორგი პერანიძე, თეონა მუმლაძე – მდინარე გუბისწყლის ხარისხის კვლევა თანამედროვე ტექნოლოგიებით და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ჩამოყალიბება	129
ლიკა თანდილაშვილი, მაგდა დავითაშვილი, ლამარა ზუროშვილი, ნანა ბერძენიშვილი, დარეჯან მარგალიტაშვილი – კახეთის ზოგიერთი მუნიციპალიტეტის სასმელი წყლის პოტენციალი და ეკოუსაფრთხოება	134
დავით ჭიოტაშვილი, ნანა ბერძენიშვილი – შუა დერეფანის ეკონომიკური და ფინანსური პოტენციალი და გარემოსდაცვითი და ეკოლოგიური უსაფრთხოება საქართველოში	142
როზა ლორთქიფანიძე, თეონა მუმლაძე – სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის აგროსაწარმო გარემო საქართველოში	149
ფაღავა ნაზიბროლა. ქამადაძე ცირა, ხათუნა ჭიჭილეიშვილი – გლობალური კლიმატური, გეოდინამიკური და ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენა აჭარის ლანდშაფტების ტრანსფორმაციაზე და მისი გეოგრაფიული შედეგები	154
რამაზ კილაძე, დავით კილაძე – ზოგადი რეკომენდაციები დაბა აბასთუმნის გამწვანების სრულყოფისათვის	160
ლ. ხვედელიძე – ნანონაწილაკებისგან შემდგარი ნანოკომპოზიტური მასალის ლაზერით დასხივებისას წარმოშობილი ზოგიერთი ფიზიკური ეფექტის შესახებ	165

ადეიშვილი თ., ჟვითაშვილი თ., ჟღენტი ე., დავარაშვილი ხ. – გარემოს ზოგიერთი ფაქტორის გავლენა სტომატოლოგიური პათოლოგიის მიდრეკილების პირებზე	174
მაგდანა ჯიქია, თემურ ადეიშვილი, თინათინ ადეიშვილი, რაფიელ ქართველიშვილი – ცნობიერების რთული პრობლემა	178
დავარაშვილი ხ., ჟვითაშვილი თ., ადეიშვილი თ. – ხელოვნური კომპიუტერული რადიაციის გავლენა კბილებზე და მათი ნაეკროზი	186
თ. ჟვითაშვილი, თ. ჟვითაშვილი, ხ. დავარაშვილი, თ. ადეიშვილი – საწარმოო ფაქტორების გავლენა ყბა-სახის არეზე	190
დავარაშვილი ხ., ჟვითაშვილი თ., ჟვითაშვილი თ., ჯიქია მ. – ზაფხულის პერიოდის კლიმატის გავლენა ადამიანის კბილების მდგომარეობაზე	194
ადეიშვილი თეიმურაზ, კვარაცხელია ოთარ, ჟვითაშვილი თენგიზ, დავარაშვილი ხათუნა – მთვარის გავლენა დედამიწისმიერ ეკოლოგიურ პროცესებზე	199

სექცია IV
 section IV

თეიმურაზ ადეიშვილი, მედეა ადეიშვილი, ეკატერინე ჟღენტი – ადამიანის სულის ევოლუციურ-ეკოლოგიური პრობლემები	210
ნოდარ ელიზბარაშვილი, მირანდა გურგენიძე – ადამიანის ეკოლოგიის არსი და კვლევის აქტუალური საკითხები	223
Ukleba Ketevan, Chakvetadze Maia – Disseminated Intravascular Coagulation (DIC) as a Major Risk of Mortality, its Diagnosis and Treatment	228

სექცია IV
 section IV

დარეჯან ჩხიროძე, ნუნუ ჩაჩხიანი-ანასაშვილი, თეონა მუმლაძე – მდგრადი მწვანე საფარი, გამოწვევები და გადაჭრის ეთიკური გზები	234
იაშა თანდილავა – ლაზეთი - წარსული და რეალობა	238
დემური ნარჩემაშვილი – „ლაზარე აღდგინდება, იბერია გაბრწყინდება“	242

პერსონალია

აკადემიკოსი ჯუმბერ (გიორგი) ლომინაძე - 95	251
თეიმურაზ ადეიშვილი - 75	257

დაკავადონება - ლევან იოზაძე

ქალაქის ზომა 1/8
ნაბეჭდი თაბახი 17



ქ. ქუთაისი, ახალგაზრდობის გამზირი 25-ა
ტელ. 579-10-13-23; 592-02-25-25; 599-18-20-98