

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო
საქართველოს სამოციქულო მართლმადიდებლური ეკლესია
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია (სმეა)
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია (სემა)
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ISSN 1512-1976

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
„ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“

შრომები
ტომი XIII

იბეჭდება საქართველოს სამოციქულო მართლმადიდებლური
ეკლესიის ქუთაის-გაენათის ეპარქიის მიტროპოლიტის მეუფე
იოანეს ლოცვაკურთხევით

თბილისი
2024

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024

კონფერენციის ჩატარების დრო – 2024 წელი, 27-29 სექტემბერი
კონფერენციის ჩატარების ადგილი – საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია,
რუსთაველის გამზირი 52, თბილისი, საქართველო.

კონფერენციის თავმჯდომარე და მოხსენებათა კრებულის მთავარი რედაქტორი:
თეიმურაზ ადგიშვილი – საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტი,
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დამსახურებული პროფესორი, სემას-
აკადემიკოსი.

კონფერენციის საპატიო თავმჯდომარეები:
მეუფე იოანე – საქართველოს სამოციქულო მართლმადიდებლური ეკლესიის ქუთაის-გაენათის
ეპარქიის მიტროპოლიტი, გელათის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტი, სემას-აკადემიკოსი.
ნუნუ მიცკევიჩი – საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის მოადგილე
რამაზ ხუროძე – საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, აკა-
დემიკოსი

კონფერენციის თანათავმჯდომარეები:
ამირან აფციაური – საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის (სემას)-ს ვიცე-პრე-
ზიდენტი, სემას აკადემიკოსი.
ნანა ბერძენიშვილი – სემას-ს მთავარი სწავლული მდივანი და აკადემიკოსი.
გიორგი კორძახია – სემას აკადემიკოსი და სემას ვიცე-პრეზიდენტი.

კონფერენციის სწავლული მდივანი:
ნანა ბერძენიშვილი – თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი, სემას-
ს მთავარი სწავლული მდივანი და აკადემიკოსი.

საორბანიზაციო კომიტეტისა და სარედაქციო-საბამომცემლო საბჭოს წევრები:
ალექსანდროვი ალექსანდრე – ბულგარეთის კოსმონავტი-მფრინავი, კოსმოსური კვლევების
ცენტრი, სემას უცხოელი წევრი; ბულგარეთი; ბელთაძე გურამი – სემას აკადემიკოსი, ნიუ-
იორკი; გუბაძე ნუგზარი – სემას აკადემიკოსი, თბილისი; ელიზბარაშვილი ელიზბარი –
სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, სემას აკადემიკოსი; ელიზბარაშვილი ნოდარი – სემას
აკადემიკოსი, თბილისი; კირთაძე შალვა – აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
რექტორი; პროფესორი, ქუთაისი; კობალიანი როლანდი – საქართველოს სოფლის მეურნეობის
მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი; დადუნაშვილი გია – აწსუ-ს ასოცირებული
პროფესორი; დავითაშვილი მაგდა – სემას აკადემიკოსი, პროფესორი, თელავი; დუმბაძე
გუგული – სემას აკადემიკოსი, პროფესორი, ბათუმი; თავბერიძე სოსო – სამას აკადემიკოსი,
პროფესორი, ქუთაისი; თოფეჩიოღლი აიდინ – პროფესორი, ართვინის უნივერსიტეტი,
თურქეთი; კვარაცხელია ოთარი – სემას აკადემიკოსი, აბასთუმნის ასტროფიზიკური
ობსერვატორიის მეცნიერ-მკვლევარი, აბასთუმანი; ნადარეიშვილი დავითი – სემას
აკადემიკოსი, თბილისი; უკლება ქეთევანი – სემას აკადემიკოსი, აწსუ-ს პროფესორი, ქუთაისი;
ჟვიტიაშვილი თენგიზი – სემას აკადემიკოსი, აწსუ-ს პროფესორი, ქუთაისი; ძაგნიძე ომარი –
სემას აკადემიკოსი, პროფესორი, თბილისი; ჩაჩხიანი ნუნუ – სამას აკადემიკოსი, აწსუ-ს
პროფესორი, ქუთაისი; ჩხიროძე დარეჯანი – სემას აკადემიკოსი, ქუთაისის უნივერსიტეტის
პროფესორი; ცინცაძე თენგიზი – სემას აკადემიკოსი, საქართველოს გეოფიზიკური მუზეუმის
დირექტორი; გირგვლიანი აკაკი – სემას აკადემიკოსი, აწსუ-ს პროფესორი, ქუთაისი; ჯიქია
მაგდანა – კონფერენციის მოხსენებათა კრებულის მთავარი რედაქტორის მოადგილე, სემას
აკადემიკოსი, აწსუ-ს ასოცირებული პროფესორი, ქუთაისი. სალომე შარაშენიძე – კორექტო-
რი, სემას ასოცირებული წევრი.

საკონტაქტო პირები:
თეიმურაზ ადგიშვილი – 557-90-71-54; 574-34-62-15 temuradeishvili@gmail.com
ნანა ბერძენიშვილი – 598-95-07-32. nanaka.berdzenishvili@gmail.com
მაგდა ჯიქია – 577-42-88-72 magdana.jikia@atsu.edu.ge

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
**International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024**

Ministry of Education and Sciences of Georgia
Apostolic Orthodox Church of Georgia
National Academy of Sciences of Georgia (GNAS)
Academy of Ecological Sciences of Georgia (GAES)
Akaki Tsereteli State University
Georgia Technical University
Batumi Shota Rustaveli State University

International Scientific Conference
“Modern Problems of Ecology”

PROCEEDING
Vol. XIII

Printed With the Blessing of The Metropolitan of The Kutaisi-Gaenaty Eparchy
of Apostoli Orthodox Church of Georgis Reverend Ioane

Tbilisi
2024

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
**International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024**

CHAIRMAN OF THE CONFERENCE AND EDITOR IN CHIEF OF THE COLLECTION: President of the Academy of Ecological Sciences of Georgia, Academician of GAES, Emeritus professor of Akaki Tsereteli State University – **Teimuraz Adeishvili**.

HONORARLE CHAIMENS OF THE CONFERENCE:

Reverend Ioane – Mitropolite of the Kutaisi-Gaenati Eparchy of Apostolic Orthodox Church of Georgia
President of the Gelati Academy of Sciences, Academician of GAES

Nunu Mitskevich – Deputy Minister of Education and Sciences of Georgia

Ramaz Khurodze – Vice-president of the Georgian National Academy of Sciences, Academician of GNAS.

VICE-CHAIMENS OF THE CONFERENCE:

Amiran Aptsiauri – Vice-President of GAES, Academician of GAES.

Nana Berdzenishvili – Chief Secretary of GAES and Academician of GAES,.

George Kordakhia – Vice-President of GAES, Academician of GAES.

MEMBERS OF ORGANIZING COMMITTEE AND EDUTORIAL-PUBLISHING BOARD:

Alexsander Alexandrov – Forein member of GAES, Astronaut Pilot of Bulgaria (Sofia); **Beltadze Guram** - Academician of GAES (New-York); **Gubadze Nugzar** – Academician of GAES (Tbilisi); **Elizbarashvili Elizbar** - Academician of GAES (Tbilisi); **Elizbarashvili Nodar**- Academician of GAES (Tbilisi); **Kirtadze Shalva** – Rector of Akaki Tsereteli State University (Kutaisi); **Kopaliani Roland** – Professor, Academician of Agrarian Academy of Georgia (Kutaisi); **Dadunashvili Gia** - professor of ATSU (Kutaisi); **Davitashvili Magda** - Academician of GAES, professor (Telavi); **Dumbadze Guguli** - Academician of GAES, professor of BSU (Batumi); **Tavberidze Soso** - Academician of GAES, professor of ATSU (Kutaisi); **Tokeqchiooglu Aidin** – Professor of Artvini University (Turkey); **Kvaratskhelia Otar** - Academician of GAES; Researcher of Abastumani Astrophysical Observatory Abastumani; **Nadareishvili David** - Academician of GAES; **Ukleba Ketevan** - Academician of GAES, professor of ATSU (Kutaisi); **Zhvitiashvili Tengiz** - Academician of GAES, professor of ATSU (Kutaisi); **Dzagnidze Omar** - Academician of GAES, professor (Tbilisi); **Chachkhiani Nunu** - Academician of GAES, professor of ATSU (Kutaisi); **Ckhirodze Darejan** – Academician of GAES, professor of Kutaisi University (Kutaisi); **Jikia Magdana** – Deputy chief Editor of Proceeding of Conference, Academician of GAES, Associated professor of ATSU, (Kutaisi); **Salome Sharashenidze** – Corrector, Associated number of GAES.

Contacts Persons:

Teimuraz Adeishvili – 577-90-7154 temuradeishvili@gmail.com

Nana Berdzenishvili – 598-95-07-32. nanaka.berdzenishvili@gmail.com

Magdana Jikia – 577-42-88-72 Magdana.jikia@atsu.edu.ge

რედაქტორის წინასიტყვაობა

უკანასკნელ ხანებში ჩვენს ქვეყანაში მიმდინარე სოციალურ-ეკონომიკური ხასიათის ფონზე სასიხარულოა ჯერ კიდევ შემორჩენილი მეცნიერთა აქტიურობა და ამ კონფერენციისადმი გამოჩენილი ინტერესი. წარმოდგენილ მოხსენებებში რამდენადაა ასახული ეკოლოგიური საკითხები, ან ეკოლოგიის - როგორც მეცნიერების კვლევის მიმართულებები, უმრავლეს შემთხვევაში ამ მიმართულებით პასუხი არაერთმნიშვნელოვანია. ჩვენ ყველა სახის ნაშრომი წარმოვადგინეთ და ამით გარკვეულწილად დავუპირისპირდით ოფიციალური მეცნიერებისადმი ნიჰილისტურ დამოკიდებულებას. კონფერენციის მონაწილეთა მაღალი აქტიურობა სამართლიანად ჩაითვალა პროტესტის თავისებურ გამოხატულებად მეცნიერების კლასიკური გაგების წინააღმდეგ და ამიტომაც მხარი დავუჭირეთ ნებისმიერი მიმართულების კვლევას. აქედან გამომდინარე, წინამდებარე შრომების კრებულის მკითხველს ვთხოვთ, ნაკლად არ ჩაგვითვალოს მისი მრავალფეროვნება.

ერთი სიტყვით, მიზანშეუწონლად ჩავთვალეთ კონფერენციის მოხსენებათა არა მარტო თემატური შეზღუდვა, არამედ მათი შინაარსისა და მეთოდის კომენტირება და რედაქტირება. ე.ი. ვიხელმძღვანელებთ ოლიმპიური პრინციპით - მთავარია მონაწილეობა, რაც ერთობ მნიშვნელოვანია ჩვენს შეჭირვებულ ეპოქაში.

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა
აკადემიის პრეზიდენტი **თეიმურაზ ადეიშვილი**

PREFACE OF EDITOR

In recent times, the activity of scientists towards this conference, due to the current sharp social-economic processes in our country, is very pleasant. How the ecology issues are presented in the reports, or ecology, as the subject of science research, and related problems in this regard, basically is ambiguous. We got all Kinds of work and to some extent we confront nihilistic attitude towards the science. The high activity of the participants in the conference was considered to be a different expression of protest against classical understanding of science, and we supported the research of any direction. That is why we ask the reader of the works collection not to consider its diversity as an imperfection.

In a word, it is not necessary to consider the theme limitation of the conference, but also not comment or modify its contents or methods. Therefore, we have been guided by the olimpic principle – the main is participation, which is justified in our troubled era.

Prezident of the Georgian Academy of Ecological
Sciences **Teimuraz Adeishvili**

შესავალი

დღეს ჩვენი პლანეტა მრავალი საშიშროების წინაშეა, რომელთაგან ზოგიერთი ლოკალური ხასიათისაა, ხოლო სხვა დანარჩენი - გლობალური, ე.ი. საერთოა ყველა ქვეყნისათვის. წარმოვადგინოთ, ჩვენი აზრით ყველაზე მნიშვნელოვანი, თანამედროვე ეკოლოგიური პრობლემა:

1. გლობალური დათბობა

კლიმატის ცვლილება და გლობალური დათბობა ითვლება თანამედროვეობის ყველაზე არსებით პრობლემად და მათი შედეგები სულ უფრო საგრძნობი იქნება კაცობრიობისათვის უახლოესი 100 წელი. მთელი მსოფლიოს სახელმწიფოების მთავრობები ახორციელებს წინააღმდეგობრივ სამუშაოებს კლიმატის მავნე ტრანსფორმაციებისადმი წინააღმდეგობის გაწევის კუთხით. ერთის მხრივ, ყველა აცხადებს თავის მზაობას პრობლემის დროულად გადაწყვეტის შესახებ, რაზედაც მოწმობს შესაბამისი საერთაშორისო შეთანხმებები, მაგალითად, კიოტოს ოქმი; მეორეს მხრივ - არანაირი რეალური ქმედებები არაა თითქმის მიღებული. არსებობს კურიოზული კვლევები, რომელთა მიხედვით დღეისათვის არსებობს ერთი რეალური შესაძლებლობა დათბობა შემოსაზღვროს ტემპერატურის სიდიდით, რაც ახასიათებს კლიმატის საშიშ ცვლილებებს. განვითარებული ქვეყნების ეკონომიკებმა უნდა შეზღუდოს საკუთარი განვითარება და გადავიდეს ანტიზრდის სტრატეგიაზე.

2. წყალი

სანამ სამრეწველო ნარჩენები იყრება მდინარეებში და ოკეანეებში, წყალი ხდება ეკონომიკური და პოლიტიკური პრობლემა; ადამიანები იბრძვიან მისი სისუფთავისათვის. მოხმარებისათვის ვარგისი წყლის მიღების ერთ-ერთ მეთოდს წარმოადგენს მისი გამტკნარება.

3. ბუნებრივი რესურსების გამოფიტვა

ეს ხდება სათბობის ნამარხი სახეების აქტიური მოხმარების შედეგად. ამასთან ამ პროცესს მივყავართ სათბურის აირების გამოფრქვევამდე და გლობალურ დათბობამდე. ასე რომ, მთელ მსოფლიოში ადამიანები მიისწრაფიან ენერჯის განახლებადი წყაროებისაკენ, ისეთებისაკენ როგორებიცაა მზის, ქარის, ბიოაირების, ვაკუუმის, გეოთერმული და სხვა სახის ენერჯებისაკენ. ალტერნატიული ენერჯეტიკული წყაროების განვითარების გარეშე კაცობრიობა ვერ გადარჩება!

4. ნარჩენების უტილიზაცია

ეს პრობლემა გაჩნდა რესურსების გაზრდილი მოხმარებისა და პლასტმასების შექმნის შემდეგ. ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოიყოფა განვითარებული ქვეყნები, რომლებიც აწარმოებენ ნარჩენთა უზარმაზარ რაოდენობას, ხოლო შემდეგ მათ ყრიან ოკეანეებში და ნაკლებად განვითარებულ ქვეყნებში. ამ დროს ნარჩენთა გადამუშავებასთან დაკავშირებული პრობლემები, მაგალითად, ბირთვული ნარჩენების უტილიზაცია, წარმოშობს უდიდეს საშიშროებას ჯანმრთელობისათვის.

5. გენოფონდის გაუარესება

უკვე რამდენიმე საუკუნეა მცენარეებისა და ცხოველების სახეობათა რაოდენობა

განუხრელად მცირდება დიდი სიჩქარით. უკვე განადგურდა ცხრა ათასამდე სახეობა და ეს ციფრი განაგრძობს ზრდას. საკუთარი მოთხოვნილებიდან და საჭიროებიდან გამომდინარე, ადამიანი განაგრძობს ცოცხალი ორგანიზმების არსებობის ბუნებრივი გარემოს რღვევას, ტყის გაჩეხვას, წყალსატევების შემცირებას, რისთვისაც ცვლის მდინარეების ბუნებრივ კალაპოტებს და ა.შ.

6. ტყის გაჩეხვა და სატყეო ტერიტორიის დეგრადაცია

ტყის მასივების გაჩეხვის პროცესი უარყოფითად მოქმედებს ბიომრავალფეროვნებაზე და აძლიერებს სათბურის ეფექტს და კლიმატურ ცვლილებებს მთელ დედამიწაზე.

7. ატმოსფერული დაბინძურება

ეს პრობლემა ეხება ყველა სახელმწიფოს, მაგრამ ის განსაკუთრებით მწვავედ დგას განვითარებად ქვეყნებში.

მიუხედავად იმისა, რომ ჩვეულებრივ ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების პრობლემას უკავშირებენ მსხვილ ქალაქებს, მას აქვს გლობალური ხასიათი და მოიცავს პლანეტის ყველაზე შორეულ ნაწილებს. მაგალითად, ანტარქტიდისა და არქტიკის ყინულებში აღმოჩენილია პესტიციდები და სხვა ქიმიური ნივთიერებები, ხოლო მსოფლიო ოკეანის ჩრდილო ნაწილში დრეიფობს ყველასთვის ცნობილ „დიდი ნაგვის ლაქა“.

8. ოზონის პრობლემა

ოზონის ფენა - ეს ე.წ. დედამიწის მზისგან დამცავი სარტყელია, რომელზეც დამოკიდებულია ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან პლანეტის ყველა ცოცხალი არსების დაცვა. ატმოსფეროში ოზონის კონცენტრაცია ყოველთვის სტაბილური იყო, მაგრამ გასული საუკუნის ბოლო მეოთხედში ანტარქტიდის თავზე შეამჩნიეს ოზონის ხვრელი, რომელიც წარმოადგენდა ძალზე დაბალი კონცენტრაციის მქონე O₃-ის წარმოქმნას. 2020 წელს ახალ-ზელანდიელმა მეცნიერებმა ანტარქტიდაში აღმოაჩინეს მსხვილი ატმოსფერული ოზონური ხვრელები, რომელთა შემცირების პროგნოზები საგანგაშოა.

9. მჟავა წვიმები

მჟავა წვიმები წარმოადგენს გაზრდილი მჟავიანობის მქონე ნალექებს, რაც განპირობებულია მჟავე ჟანგეულებით ჰაერის დაბინძურებით. მათში მაღალია აზოტისა და გოგირდის მჟავების შემცველობა. თუ სუფთა წყლის pH შვიდის ტოლია, მაშინ მჟავა წვიმებისათვის შეადგენს 4-5. ძალზე დიდი რაოდენობის მჟავა წვიმები დაიკვირვება განვითარებულ სამრეწველო რეგიონებში და ავტობანების ზონებში, სადაც მაღალია მოსახლეობის სიმჭიდროვე. მჟავა წვიმები დამლუპველად მოქმედებს ნიადაგებზე, მცენარეებზე, ცხოველთა სამყაროზე, წყალსატევებზე. ისინი აზიანებენ ძეგლებსა და შენობა-ნაგებობებს.

10. ნიადაგის გაუდაბნობა და დეგრადაცია

გაუდაბნობა წარმოადგენს გამომშრალი მიწების ბიოლოგიური პროდუქტიულობის დაქვეითების პროცესს. დღეისათვის, ასეთად, დედამიწის ხმელეთის 40%-ია ჩათვლილი. ამ ტერიტორიებზე 2 მილიარდზე მეტი ადამიანი ცხოვრობს და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების თითქმის მესამედია გავრცელებული. ასეთი მიწები მოქცეულია გაუდაბნობის ქვეშ. ნიადაგები, რომლებიც ოდესღაც იყო ნაყოფიერი, ადამიანის გავლენითა და კლიმატის ცვლილებით ეროზიულები გახდნენ. დღეისათვის გაუდაბნობის რისკი მოიცავს 100 ქვეყანაზე მეტს. ევროპული კომისიის მიხედვით, ნიადაგი დეგრადირდა დედა-

მიწის თითქმის 75%-ზე. 2050 წლისათვის ეს მაჩვენებელი თითქმის 90%-ს მიაღწევს. საფრთხის ქვეშაა ინდოეთის, ჩინეთის, აფრიკის უდაბნოებისა და სხვა რეგიონების სოფლის მეურნეობა. აქ მოსავალი შეიძლება მნიშვნელოვნად შემცირდეს და ამისათვის გადაუდებელი ზომების მიღებაა აუცილებელი.

11. აკუსტიკური და ელექტრომაგნიტური დაბინძურება

პლანეტის ქალაქებისა და სამრეწველო რაიონების მაღალი ინტენსიობების ხმაურითა და ელექტრომაგნიტური გამოსხივებით დაბინძურების ადამიანის ჯანმრთელობაზე და ფლორის და ფაუნის მდგომარეობაზე გავლენის გამოკვლევას არსებითი მნიშვნელობა აქვს XXI საუკუნის მსოფლიოსათვის.

თითოეული ეს პრობლემა და მისი მომიჯნავე საკითხები კაცობრიობის ცხოველ ინტერესს იპყრობს და დაუყოვნებლივ გადაჭრას მოითხოვს. ამ მიზნით გარკვეული ღონისძიებებია გატარებული და კიდევ მრავალი დამუშავების პროცესშია. მოკლედ განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი.

გლობალური დათბობის შესანარჩუნებლად მრავალი სახელმწიფო მიზნად ისახავს ნახშირორჟანგისა და სათბურის სხვა აირების ატმოსფეროში გამობოლქვის შემცირებას, რისთვისაც ხელმოწერილია მრავალი შეთანხმება და სახელმწიფო პროგრამა. 2022 წელს მსოფლიოში 57,4 მილიარდი ტონა სათბურის აირი იქნა გამოფრქვეული ატმოსფეროში. სახელმწიფოების მიერ აღებული ვალდებულებები ითვალისწინებს ამ ციფრის 35 მილიარდ ტონამდე შემცირებას, რაც დათბობის 1,5 გრადუსის ფარგლებში შენარჩუნებას განაპირობებს. ამ ციფრის მისაღწევად საზოგადოებრივ ცხოვრებაში ფუნდამენტური ცვლილებების გატარებაა აუცილებელი: კერძოდ, მოგვიხდება ენერჯის ახალ სუფთა წყაროებზე გადასვლა, ტყის გაჩეხვის შემცირება და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის ახალი ეკოლოგიური მეთოდების დანერგვა.

მთელი რიგი ქვეყნები დიდ ყურადღებას უთმობს ოზონის ფენის რღვევის უმწვავესი პრობლემის გადაჭრას. 1985 წელს ხელმოწერილი იქნა ვენის კონვენცია, რომელმაც განამტკიცა საერთაშორისო თანამშრომლობა ამ საკითხში. ერთობლივი მოღვაწეობის შედეგი იყო მონრეალის ოქმის ხელმოწერა 1987 წელს, რომელშიც შეიზღუდა იმ ნივთიერებების წარმოება, რომლებიც არღვევდა ოზონის ფენას. პირველ რიგში სახელმწიფოებს უარი უნდა ეთქვათ ქლორფტორნახშირწყლების დამზადებაზე და გამოყენებაზე. ზოგიერთი მათგანი უკვე არ გამოიყენება, მაგალითად, აშშ-ი. გლობალურ დონეზე მიმდინარე ღონისძიებების გვერდით, ყოველ ადამიანს შეუძლია ამ პროცესში თავისი წვლილის შეტანა იმ ტექნიკის გამოყენებაზე უარის თქმით, რომლებიც შეიცავს ოზონდამრღვევ ნივთიერებებს. შეიძლება ბენზინზე და დიზელზე მომუშავე ავტოტრანსპორტის გამოყენების მინიმალური ზირება და იმ ამწმენდი საშუალებების გამოყენება, რომლებშიც გამოიყოფა ქლორი და ბრომი.

მჟავა წვიმების პრობლემის გადაჭრის ძირითად ხერხს წარმოადგენს აზოტისა და გოგირდის ჟანგების გამონაბოლქვთა რეგულირება. ეს შეიძლება გაკეთდეს ნამარხი საწვავის გამოყენების შეზღუდვით და ენერჯის სხვა სახეებზე - მზის, ვაკუუმის, ქარის, გეოთერმულ, ატომურ, ჰიდროენერგეტიკულზე გადასვლით. ეს გამონაბოლქვთა რაოდენობის შემცირების საშუალებას იძლევა. თითოეულ ადამიანს შეუძლია სატრანსპორტო საშუალე-

ბებისა და ელექტროენერჯის გამოყენების შემცირება, რომელთა წარმოებაზე იხარჯება ბევრი ნამარხი საწვავი.

ექსპერტები თვლიან, რომ დედამიწაზე ტყეების ფართობის კლების ტემპების შემცირება შეიძლება სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების მეთოდებისა და ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებით, რომლებიც არ მოითხოვენ დიდ ფართობებს კულტურათა მოყვანისათვის. ასევე მნიშვნელოვანია ტყის აღდგენითი სამუშაოების შესრულება და გაჩეხვისაგან ან სტიქიური უბედურებისაგან დაზიანებული ტყის ეკოსისტემებისათვის თავდაპირველი სახის დაბრუნება. ამგვარად, ამ ტერიტორიებზე მოხდება წყლის სისტემების, ნიადაგისა და ცხოველთა სამყაროს აღდგენა. არსებითია ტყის ხანძრების თავიდან აცილება და დროული ჩაქრობა.

2020 წელს კლიმატის ცვლილების საკითხებზე გაეროს კონფერენციაზე 100 სახელმწიფოზე მეტმა ვალდებულება აიღო 2030 წლისათვის ტყეების გაჩეხვის შეწყვეტის შესახებ.

1994 წელს გაერთიანებული ერების ორანიზაციამ დააწესა კონვენცია გაუდაზნოების წინააღმდეგ ბრძოლის შესახებ. 120-ზე მეტმა სახელმწიფომ თავის თავზე აიღო ვალდებულებები სახნავი ტერიტორიების დაცვის, გამოფიტული მიწების აღდგენისა და წყალმომარაგების ეფექტური მართვის შესახებ. სპეციალისტთა აზრით გაუდაზნოება და გლობალური დათბობა მჭიდროდაა ერთმანეთთან დაკავშირებული. ამიტომ, ძალისხმევა უნდა წარიმართოს გამობოლქვილი სათბურის აირების შემცირების მიზნით. ამ დროს აზიისა და აფრიკის ცალკეულ რაიონებში, ადგილობრივ დონეზე, სადაც ინდივიდუალურ ფერმერთა რიცხვი დიდია, ექსპერტები ურჩევენ ნიადაგების ბიოლოგიური პროდუქტიულობის შენარჩუნებას მარტივი ლოკალური მეთოდების გამოყენებით. მაგალითად, იქმნება ე.წ. „მარილის ხაფანგები“, რომლებიც აღკვეთენ ნიადაგის ზედაპირზე მარილების მოხვედრას და აჩერებენ წყლის კარგვას. ასევე შეიძლება ერთ ნაკვეთზე სხვადასხვა ვეგეტაციურ პერიოდებში სხვადასხვა კულტურების მონაცვლეობა, რათა თავიდან ავიცილოთ ნიადაგების გამოფიტვა. ასეთი მეთოდი კარგადაა ცნობილი საქართველოს დაბლობ რაიონებში მომუშავე ფერმერებისათვის. ქარის მიერ გამოწვეული ეროზიის შესაჩერებლად გამოიყენება ხეთა რიგითი ზოლები. ასეთი ლოკალური ზომები ხშირად სასურველ შედეგებს იძლევა, თუმცა მომავალში საჭიროა მათი დახვეწა და ახლების შემუშავება.

გარემოს დაბინძურების ტემპების შეჩერება შესაძლებელია ნარჩენთა გადამუშავების ფართო დანერგვით და გამოყოფილი ნივთიერებების (მინა, ალუმინი, პლასტიკატები და ა.შ.) ხელმეორედ გამოყენებით. ეს უზრუნველყოფს ნაგვის მოცულობის შემცირებას, რომელიც ხვდება ნაგავსაყარზე და წყლის არტერიებში. ჯერ-ჯერობით ამ საკითხებში ლიდერებად მსოფლიოში არიან შვეიცარია და ავსტრია. ამ ქვეყნებში ხდება ნარჩენების 60%-ის გადამუშავება. ზოგიერთი ქვეყანა საკანონმდებლო დონეზე ზღუდავს ქიმიური ნივთიერებების იმ სახეების მოცულობებს, რომელთა გამოყენება დაშვებულია მრეწველობაში და აწესებენ ჯარიმებს ჭარბი გამონაბოლქვების დროს.

ასევე მნიშვნელოვანია გამწმენდი სისტემების ფართომასშტაბური გამოყენება გრუნტის წყლებისა და მსოფლიო ოკეანის დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად.

დედამიწის რესურსების გამოფიტვის მიზეზებს წარმოადგენს პლანეტის ჭარბი მოსახლეობა და მოხმარების ყოველწლიური ზრდა.

დედამიწის მოსახლეობის სიჭარბე განხორციელდა სიკვდილიანობის (მათ შორის ახალგაზრდობის) შემცირებით, ჯანდაცვის სისტემის განვითარების ფონზე და კონტრაცეპციის არასაკმარისი გამოყენების დროს. მსოფლიოს ჯანდაცვის ორგანიზაციის (მჯო) მონაცემების მიხედვით, განვითარებად ქვეყნებში 200 მილიონზე მეტი ქალი, რომლებიც არ გეგმავდნენ მშობიარობას, არ სარგებლობდნენ კონტრაცეპციის საშუალებებით. ამჟამად 130 მილიონამდე გოგონა არ დადის სკოლაში და მათი 10% ვერასოდეს დაეუფლება წერა-კითხვას.

ექსპერტთა აზრით, დედამიწის მოსახლეობის სიჭარბის საკითხის გადაჭრისათვის საჭიროა ყველა კატეგორიის ადამიანებისათვის განათლების პოლიტიკის რეალიზაცია და განვითარებად ქვეყნებში ბავშვების ქორწინების პრაქტიკის აღმოფხვრა. მოსახლეობის მზარდი ტემპების შენელებაში კაცობრიობას დაეხმარება უფრო ფართო ინფორმაციის მიწოდება ოჯახის კონტრაცეპციისა და დაგეგმვისა და სქესობრივი აღზრდის საკითხების შესახებ.

პლანეტის ჭარბი მოსახლეობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი შედეგია სწორედ განუახლებელი რესურსების თანდათანობითი გამოფიტვა. მოხმარების საერთო რესურსების ზრდა და ეკონომიკის განვითარება განაპირობებს ნავთობზე, აირებზე, სასარგებლო წიაღისეულზე, ხე-ტყეზე და მტკნარ წყალზე მოთხოვნილებების ზრდას. გაეროს შეფასებით უკანასკნელი 50 წლის განმავლობაში რესურსების მოპოვება გაიზარდა სამჯერ, ხოლო საწვავის ~45%-ით.

პლანეტის ძირითად რესურსებად, რომლებიც იწურება, დღეისათვის თვლიან წყალს, ქვანახშირს, ბუნებრივ აირს, ნავთობს, ფოსფორსა და თევზს.

დედამიწის რესურსების გამოფიტვის მიზეზებს წარმოადგენს მზარდი მოსახლეობის მიერ მოხმარების ყოველწლიური ზრდა. ეს დაკავშირებულია მრეწველობის ყველა სექტორის განვითარებასთან: სამშენებლოსთან, ენერგეტიკულთან, კვებისა და სხვებთან. ტყის გაჩეხვა განაპირობებს ეკოსისტემის გამოფიტვასა და რღვევას, სოფლის მეურნეობის განვითარება მიწების გამოფიტვასა და ეროზიას. ასევე, ანთროპოგენური საქმიანობის შედეგად პლანეტის რესურსები და პირველ რიგში, წყალი - ბინძურდება.

ბუნებრივი რესურსების გამოფიტვისა და ამოწურვის პრობლემის გადაჭრის მიზნით მრავალი ქვეყანა გადადის განახლებადი და მდგრადი ენერჯის წყაროების გამოყენებაზე, რომელთაგან ხაზი უნდა გაესვას მზის, ქარის, გეოთერმულ, ვაკუუმურ და ჰიდროკინეტიკურ ენერჯებს. შემუშავებულია შესაბამისი პროგრამები, რომლებიც მიმართულია ტყეების გაჩეხვის შეზღუდვისაკენ, ხოლო ნავთობპროდუქტების მწარმოებლები ნერგავენ ეკონომიური წარმოების მეთოდებს. წყლის რესურსებისა და ბიომრავალფეროვნების შენახვის მიზნით მუშავდება წყალჭაობიანი სავარგულებისა და სანაპირო ეკოსისტემების დაცვის პროგრამები, რომელთა პრაქტიკაში განხორციელება დიდ წვლილს შეიტანს ბუნებრივი რესურსების შენარჩუნებისა და მათი რაციონალურად გამოყენების საქმეში.

მიუხედავად წარმოდგენილი მეთოდებისა და ღონისძიებების მოსალოდნელი

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
**International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024**

ეფექტურობისა და სარგებლიანობისა ისინი მოითხოვს გაფართოებას, უფრო ღრმა შესწავლასა და შეფასებებს დედამიწის, როგორც ადამიანთა ჯერ-ჯერობით ერთად-ერთი საცხოვრისის გადარჩენისა და კაცობრიობის ცხოვრებისეული დონის ამაღლების მიზნით.

სწორედ ამ მიზანს ემსახურება წარმოდგენილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, რომელიც ეძღვნება საქართველოში ეკოლოგიური მეცნიერების ერთ-ერთი ფუძემდებლის, ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის დამაარსებლისა და პირველი პრეზიდენტის აკადემიკოს კიაზო ნადარეიშვილის დაბადების 95 წლის იუბილეს.

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

სექცია - Section

I

გეოეკოლოგია

Geoecology

ვაკუუმის ენერგია და მისი გარდაქმნის გზები

თეიმურაზ ადეიშვილი

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი. მეცნიერები უკვე საუკუნეებია იკვლევენ ვაკუუმიდან ენერგიის მიღების ურთულეს პრობლემებს. მხედველობაშია ენერგიის პრინციპულად ახალი, რეალურად შესაძლებელი ვაკუუმური წყარო, რომელიც შეიძლება გახდეს ეკოლოგიურად სუფთა უზარმაზარი ენერგიის გენერატორი.

საკვანძო სიტყვები. ვაკუუმი, ვაკუუმური ოკეანე, ჰოუკინგის გამოსხივება, კაზიმირის ეფექტი, ეკოლოგიურად სუფთა ენერგია, ტორსული ველი, კვანტური გრიგალები, ნულოვანი ფლუქტუაციები.

1. ფიზიკური ვაკუუმი

ჩვენი გალაქტიკის - იგივე ირმის ნახტომის - მიღმა მილიონობით და მილიარდობით სინათლის წლის მანძილებზე განლაგებულია სხვა გალაქტიკები, ვარსკვლავთა გროვები, გალაქტიკური ჯგუფები, რომელთა რაოდენობა ასევე მილიარდობით ფასდება. თანამედროვე მონაცემებით მთელი სამყაროს ნივთიერების ~98% სწორედ ვარსკვლავებშია თავმოყრილი [1,2].

რა არის მოთავსებული გალაქტიკებსა და ვარსკვლავებს შორის? მათ შორის მანძილები მრავალჯერ აღემატებიან ამ ობიექტების საკუთარ ზომებს. გალაქტიკები და ვარსკვლავები კი მხოლოდ ცალკეული „წერტილები“ და „კუნძულები“ ამ უსასრულო სამყაროში.

ყველაფრის ჩამოთვლა, რაც ავსებს გალაქტიკათაშორისო, ვარსკვლავთშორისო და პლანეტათაშორისო სივრცეს და მათ შორის მზის სისტემის შიგნით ავსებულ სივრცეს, ძალიან მრავალფეროვანი და ტევადი აღმოჩნდება. ესაა კოსმოსური პლაზმა - იონირებული აირი, კოსმოსური სხივები, მტვროვანი ნაწილაკები, მეტეორული ნივთიერებები, ელექტრომაგნიტური ველები და სხვა [3].

რა მოხდება თუ კოსმოსური სივრცის რაიმე მოცულობიდან ამოვიღებთ ყველაფერს, რაც კი შეიძლება? რა დარჩება ამის შემდეგ - აბსოლუტური სივარიელები თუ მაინც რაღაც უჩვეულო თვისებების მქონე ფიზიკური სისტემა ანუ ვაკუუმი? მხედველობაში გვაქვს არა „ტექნიკური ვაკუუმი“, რომელიც წარმოიქმნება რაიმე ჭუნჭულიდან ჰაერის ამოტუმბვის შედეგად, არამედ მატერიის რაღაც განსაკუთრებული მდგომარეობა.

იმის შესახებ, რომ ბუნებაში უნდა არსებობდეს რაღაც „ცარიელი არარაობა“ ფიქრობდნენ ძველი ეპოქის ფილოსოფოსები. თუმცა ისეთი გამოჩენილი მოაზროვნე, როგორც იყო **არისტოტელე**, ანალოგიურ თვალსაზრისს არ იზიარებდა, მას აკვირვებდა ის, რომ არსებობს „რაღაც“ და არა „არაფერი“. მაგრამ თავის ცნობილ „ფიზიკაში“ ის ამტკიცებდა, რომ „ბუნებას ემინია სივარიელის“.

მიუხედავად ამისა იყო დრო, როცა თვლიდნენ, რომ სამყარო შედგება ნივთიერებები-საგან და ცარიელი სივრცისაგან (რომელიც მოკლებულია მატერიას) - თავისებური უნივერსალური არენისაგან, რომელშიც მიმდინარეობს ბუნების ყველა ფიზიკური პროცესი.

არისტოტელესაგან განსხვავებულ პოზიციას იკავებდა **გალილეო გალილეი**, რომელიც თვლიდა, რომ ბუნებას „ემინია“, სიცარიელის, მაგრამ განსაზღვრულ პირობებში: მყარი სხეულების დრეკადობას ის ხსნიდა იმით, რომ ამ სხეულების შემადგენელ წვრილ ნაწილაკებს შორის არსებობენ თავისუფალი სივრცეები - თავისებური „ფორმები“, რომლებიც არ არიან ნივთიერებით ავსებული.

მაგრამ მეცნიერების განვითარებასთან ერთად, „სიცარიელის“ ცნებამ განიცადა არსებითი, პრინციპული ცვლილებები. გაირკვა, რომ აბსოლუტური სიცარიელე ბუნებაში არ დაიკვირვება. ამ თვალსაზრისით სინამდვილესთან ახლოს მაინც **არისტოტელე** იყო. ის არის იქაც კი, სადაც სავსებით არ არის რაიმე სახის ნივთიერება. უკვე XIX საუკუნეში, გამოჩენილმა ფიზიკოსმა **მაიკლ ფარადეიმ**, რომელმაც ბუნების სხვადასხვა ფუნდამენტურ პროცესებს შორის ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენაც აღმოაჩინა, მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მატერია არსებობს ყველგან და არ არსებობს შუალედური სივრცე, რომელსაც ის იკავებს. სივრცის ნებისმიერი ნაწილი ყოველთვის ავსებულია მატერიის რომელიმე სახით - სხვადასხვა გამოსხივებითა და ველებით.

თუმცა თვით ასეთი შესწორებების დროსაც კი სივრცე მაინც რჩებოდა უბრალო სათავსოდ, რომელიც ავსებული იყო ურიცხვი მატერიალური ობიექტებით.

XIX საუკუნის დასაწყისში ოპტიკის განვითარებამ მეცნიერები აიძულა ეფიქრათ მასზე, თუ რას წარმოადგენს სინათლე და რანაირად ვრცელდება ის. გამოითქვა მოსაზრება, რომ ბგერითი ტალღების მსგავსად, სინათლის ტალღებიც ვრცელდებიან განსაკუთრებულ დრეკად გარემოში, ყველაფრის ამავსებელ ე.წ. „ეთერში“. ეთერის რხევები, ეს იგივე სინათლის ტალღებია.

მაგრამ მალე აღმოჩნდა ფაქტი, რომელიც ეთერის ჰიპოთეზასთან შეურიგებელ წინააღმდეგობაში მოვიდა. აღმოჩნდა რომ სინათლის ტალღებს გააჩნდა განივი ხასიათი. სხვა სიტყვებით სინათლის ტალღაში რხევების მიმართულება მისი გავრცელების მიმართულების პერპენდიკულარულია. მაგრამ განივი ტალღები შეიძლება გავრცელდნენ მხოლოდ მყარ სხეულებში. ეთერი კი არ შეიძლება იყოს მყარი, რადგანაც წინააღმდეგ შემთხვევაში მასში ვერ იმოძრაებდნენ ციური სხეულები.

მიუხედავად ამისა, წარმოდგენები ეთერის შესახებ სხვადასხვა ვარიანტში, კიდევ დიდხანს არსებობდნენ, სანამ **ა. აინშტაინის** მიერ შექმნილმა ფარდობითობის თეორიამ ბოლო არ მოუღო მას [4]. ამჯერად, უკვე საბოლოოდ აღმოჩნდა, რომ სინათლისათვის საჭირო არ იყო მატერიალური გადამტანი. სინათლის სხივები თვითონ წარმოადგენდნენ განსაკუთრებული სახის მატერიას.

მხოლოდ XX საუკუნის დასაწყისში კვანტური ფიზიკის განვითარებასთან დაკავშირებით წარმოდგენები „სიცარიელის“ შესახებ ახალ დონეზე ავიდა. მათ განვითარებაში უდიდესი როლი ითამაშა ცნობილმა ფიზიკოსმა **პოლ დირაკმა** [5]. ვაკუუმის შესწავლას ის ძალზე დიდ მნიშვნელობას ანიჭებდა. „ვაკუუმის ზუსტი აღწერის პრობლემა, - წერდა **დირაკი**, - ჩემი აზრით წარმოადგენს ფიზიკოსების წინაშე დღეისათვის მდგომ ძირითად პრობლემას. მართლაც, თუ თქვენ ვერ შეძლებთ ვაკუუმის სწორად აღწერას, მაშინ რაიმე უფრო რთულის აღწერის იმედი არ უნდა გექონდეს“. მაგრამ ფიზიკური ვაკუუმის თეო-

რის აგების ამოცანა გაცილებით რთული აღმოჩნდა, ვიდრე დირაკი ფიქრობდა. მისი შრომებიდან გამომდინარეობდა, რომ ე.წ. „ვაკუუმური ზღვა“ თითქმის არანაირად არ ავლენდა საკუთარ თავსა და მისგან მიღებულ შედეგებს.

მიუხედავად ამისა, მეცნიერების შემდგომი წინსვლისას, დაგროვდა სულ უფრო მეტი ფაქტი, რომლებიც მასზე მოწმობდნენ, რომ „ფიზიკური ვაკუუმი“ არა უბრალოდ მეცნიერების მიერ სუფთა პირობითი გამოწავლია, არამედ მატერიის რეალური ფიზიკური მდგომარეობაა. იგივე დირაკი ვარაუდობდა, რომ ვაკუუმიდან თუ გარეგანი ენერგეტიკული ზემოქმედების შედეგად შეიძლება ელექტრონის „ამოგლეჯა“ და მისი რეალურ ნივთიერ ნაწილაკებად გარდაქმნა, მაშინ „ვაკუუმურ ოკეანეში“ მის ადგილას უნდა დარჩეს თავისებური „ხვრელი“, რომელსაც ექნება ელექტრონის ყველა თვისება, მაგრამ დადებითი მუხტი. ამ მოსაზრების გამოთქმიდან ერთი წლის შემდეგ ასეთი „დადებითი ელექტრონი“ – „პოზიტრონი“ ექსპერიმენტულად დაარეგისტრირეს კოსმოსურ სხივებში.

შემდგომში გაირკვა კიდევ უფრო მეტად გასაკვირი ფაქტორები. აღმოჩნდა, რომ ნივთიერების, ველებისა და გამოსხივების გარდა არსებობს კიდევ ერთი ერთობ უჩვეულო მატერიის არსებობის „ფარული“ ფორმა - ფიზიკური ვაკუუმი. თუმცა ის არც სრულად ფარულია. სივრცის ყოველ წერტილში ყოველ წამში ფიზიკური ვაკუუმი წარმოშობს ნაწილაკებსა და ანტინაწილაკებს, რომლებიც მაშინვე ანიჰილირდებიან და ისევ შთაინთქმებიან „ვაკუუმურ წყვილადში“.

კერძოდ, დადგინდა, რომ ფიზიკური ვაკუუმიდან წარმოქმნილი ელექტრონი როგორც რეალური ნაწილაკი იარსებებს ძალზე მცირე დროის განმავლობაში, სულ რაღაც 10^{-22} წამის მანძილზე და არანაირად არ გამოავლენს თავს, ე.ი. ურთიერთქმედებაში არ შევა რომელიმე სხვა რეალურ ნაწილაკთან.

ასევე გაირკვა, რომ ელექტრონი, მიკროსამყაროს ზოგიერთი ფუნდამენტური კანონის თანახმად, არასოდეს არანაირი გარემოებების დროს არ იქნება მოსვენებულ მდგომარეობაში. მისთვის შეუძლებელია მთელი ენერგიის წართმევა და ნებისმიერ პირობებში იგი იმოძრაავდეს.

ეს არის ძირითადი საკვანძო მტკიცებულება ვაკუუმის თანამედროვე წარმოდგენებზე. ნებისმიერი მიკროსისტემა ყოველთვის უნდა მოძრაობდეს. სივრცის ნებისმიერი მცირე მოცულობაში უწყვეტად იზადებიან წყვილები - „ნაწილაკი - ანტინაწილაკი“. ისინი წარმოიქმნებიან და მყისვე იწყებენ ანიჰილაციას, ასხივებენ სინათლის კვანტებს, რომლებიც თავის მხრივ მყისეულად შთაინთქმებიან. განხილული მოცულობის ნებისმიერ წერტილში ყოველთვის არსებობს მრავალნაირი ნაწილაკი და გამოსხივების კვანტები.

ვაკუუმიდან წარმოქმნილი ელემენტარული ნაწილაკები არა მარტო ელექტრონები და პროტონებია, არამედ უნდა არსებობდეს მათი უზარმაზარი სიმრავლე. მსგავს „უხილაკ“ ნაწილაკებს „ვირტუალური“ უწოდეს. ისინი ერთდროულად კიდევ არსებობენ და არც არსებობენ. ითვლება, რომ ვაკუუმში გვხვდებიან ელემენტარულ ნაწილაკთა ყველა შესაძლო სახეობა. მაგრამ ჩვეულებრივ პირობებში მათი ენერგია არასაკმარისია, რათა გამოაღწიონ რეალურ სამყაროში და გარდაიქმნან ჩვეულებრივი ნივთიერების ნაწილაკებად. ასეთი ნაწილაკების არსებობას მეცნიერებმა „ვაკუუმის ნულოვანი რხევები“ უწოდეს [6].

ისმის კითხვა „ნულოვანი რხევები“, თუკი არაა „ნულოვანი“? შესაძლებელია თუ არა მათი აღმოჩენა? შესაძლებელია განსაკუთრებული გარემოებების დროს, ნულოვანი რხევები იწყებენ თავისთავის გამჟღავნებას. ამ დროს უნდა წარმოიშვას სპეციფიკური ეფექტები, რომელთა რეგისტრაცია პრინციპში შესაძლებელია და ზოგიერთი მათგანი დღეს ფიქსირებულია.

ისე გამოდის, რომ სწორედ ფიზიკური ვაკუუმია ყველა არსებულის საფუძველი. საინტერესოა, რომ ანალოგიური იდეა თავის დროზე გამოთქვა ესტონელმა მეცნიერმა აკადემიკოსმა **ჰუსტავ ნაანმა** [7]. მისი მტკიცებულებით, „სამყაროს საფუძველს წარმოადგენს ვაკუუმური ოკეანე, ხოლო ყველა ხილული კოსმოსური ობიექტი, ეს მხოლოდ მსუბუქი რიყეა მის ზედაპირზე“.

ძალზე საინტერესო აღმოჩნდა ამ მიმართულებით ჩატარებული პირველი ექსპერიმენტის ისტორია. რომელმაც უჩვენა, რომ ვაკუუმში წარმოადგენს ფიზიკურად რეალურ „რადაცას“. შემთხვევით არ უწოდებიათ მისთვის „საუკუნის ექსპერიმენტი“. როდესაც 1930-იან წლებში **პოლ დირაკმა** გამოთვალა წყალბადის ატომის გამოსხივების სპექტრი. მაშინ გაირკვა, რომ ე.წ. მეორე ენერგეტიკული დონე, რომელზეც არსებობა ელექტრონს შეეძლო, სინამდვილეში იყო ერთმანეთთან შერწყმული ორი დონე.

რამდენიმე წლის შემდეგ ამერიკელმა ფიზიკოსმა **ლ. პასტერნაკმა**, წყალბადის ოპტიკური სპექტრის კვლევისას, კერძოდ, ელექტრონის მეორე დონიდან პირველზე გადასვლისას მიმდინარე პროცესების შესწავლისას აღმოაჩინა, რომ ამ დროს წარმოიშობა არა ერთი, არამედ ორი სპექტრული ხაზი. მაგრამ ეს შედეგი მიღებულ იქნა ხელსაწყოს შესაძლებლობის ზღურბლზე და მიღებულ დასკვნას სერიოზული ყურადღება არ მიაქცევს.

თუ მეორე დონე მართლაც ორად იხლიჩებოდა, მაშინ მათ შორის უნდა არსებობდეს გადასვლა და როგორც გამოთვლები უჩვენებდა გამოსხივების შესაბამისი ხაზი უნდა მოთავსებულიყო რადიოდიამეტრში. ამ მოსაზრების შესამოწმებლად ამერიკელმა ფიზიკოსმა **ვილის ლემზმა** გადაწყვიტა რადიოლოკაციური აპარატურის გამოყენება. როცა დაგეგმილი ექსპერიმენტი განხორციელდა **ლემზმა** აღმოაჩინა რადიოუბანში გამოსხივებული მეორე ხაზი [8].

დირაკი მცირედ შეცდა დასკვნების გამოტანისას. მან ვერ გაითვალისწინა წყალბადის მეორე დონის გახლეჩის გამომწვევი ფიზიკური ეფექტი და იხილავდა მხოლოდ პროტონისა და ელექტრონისაგან შედგენილ სისტემას. ხოლო რეალურ სამყაროში ასეთი იზოლირებული სისტემა უბრალოდ არ არსებობს - არის ფიზიკურ ვაკუუმში „ჩამირული“ პროტონი და ელექტრონი. პროტონი მძიმე ნაწილაკია და ის ვაკუუმის რხევებს არ ექვემდებარება, მაშინ როცა ელექტრონი ამ რხევების გავლენით თვითონ იწყებს რხევას, რაც იწვევს **ლემზის** მიერ აღმოჩენილი ენერგეტიკული დონის გახლეჩას.

ჯერ კიდევ მეორე მსოფლიო ომამდე საბჭოთა ფიზიკოსმა **დიმიტრი ბლოხინცევმა** აკადემიკოს **ი. ტამის** სემინარზე სავსებით სწორი ახსნა მისცა პასტერნაკის ცდის შედეგებს. მისი მტკიცებით მსგავსი ეფექტი შეიძლება გამოიწვიოს ფიზიკური ვაკუუმის რხევებმა. **ბლოხინცევის** იდეა იმდენად უჩვეულოდ მოეჩვენათ, რომ მას სერიოზულად არავინ მოკიდებია.

საერთოდ გასული საუკუნის 40-იანი წლების ბოლომდე ფიზიკოსთა უმრავლესობას ფიზიკური ვაკუუმი რაღაც მატერიალური სამყაროს მიღმა არსებულად მიაჩნდათ.

დავუბრუნდეთ მოვლენებს, რომლებიც მიმდინარეობენ ფიზიკურ ვაკუუმში და დღე-ისათვის მათ რეალობაში ეჭვი არავის შეაქვს.

ცნობილია, რომ ორი სხვადასხვა ნიშნის ელექტრული მუხტი სივარცელში მიიზიდებიან ერთმანეთის მიერ რაღაც ძალით. მაგრამ თუ მოვათავსებთ რაიმე გარემოში, მაშინ მისი გავლენით მუხტებს შორის ურთიერთქმედების ძალა შეიცვლება. მაგალითად, წყალში ის 80-ჯერ შესუსტდება. რაღაც ანალოგიური ხდება ფიზიკურ ვაკუუმში. თუ მასში მოათავსებულა, ვთქვათ, დადებითად დამუხტული ბირთვი, მაშინ ის იწყებს ურთიერთქმედებას ელექტრონებთან და პოზიტრონებთან - მიიზიდავს ელექტრონებს და განიზიდავს პოზიტრონებს. ამის შედეგად ორი მუხტი ერთმანეთთან ურთიერთქმედებს კულონის კანონისაგან განსხვავებულად. ეს გადახრა დაიკვირვება ამაჩქარებლებზე ჩატარებულ ცდებში. მაგალითად, დიდი ენერჯის ელექტრონების კონის პროტონებზე გაბნევა ფიზიკური ვაკუუმის გავლენით მთლად ისე არ მიმდინარეობს, როგორც ეს სივარცელში უნდა მიმდინარეობდეს. ამრიგად, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ფიზიკური ვაკუუმი წარმოადგენს გარემოს, რომელიც არაფრით „ნაკლებია“ იმ გარემოებზე, რომლებსაც ბუნებაში ვხვდებით. მაგრამ, ჩვენთვის ცნობილ რომელ გარემოებს ჰგავს ის? - აი რაშია კითხვა: ლითონს?, ნახევარგამტარს?, სითხეს?. უკანსკნელი გამოკვლევები უჩვენებს, რომ მრავალ დამოკიდებულებაში ფიზიკური ვაკუუმი იქცევა როგორც ზეგამტარი.

ზეგამტარობა - ერთობ საინტერესო მოვლენაა, როცა ზოგიერთ ლითონში ტემპერატურის - 250°C - მდე დაცემისას ელექტრული წინააღმდეგობა მისი წრაფის ნულისაკენ, ე.ი. ხდება არა უსასრულოდ მცირე, არამედ სავსებით ქრება. სპეციალისტებმა ჩაატარეს ასეთი ცდა. ჩაკეტილ კონტურში, რომელიც მოთავსებული იყო თხევად ჰელიუმში, გაატარეს დენი. ის ცირკულირებდა კონტურში ყოველგვარი ცვლილების გარეშე 14 თვის განმავლობაში, მანამდე, სანამ არ დაშალეს კონტური. ზეგამტარობის მოვლენის აღმოჩენიდან გავიდა თითქმის 40 წელი. სანამ გაერკვეოდნენ მოვლენის ფიზიკურ მექანიზმებში. ნივთიერების კრისტალური მესრის გავლენით ზეგამტარებში განსაზღვრულ პირობებში ელექტრონები ურთიერთმიიზიდებიან და წარმოქმნიან ბმულ წყვილებს. მათთვის კანონზომიერია განლაგდნენ ქვედა ენერგეტიკულ დონეზე. ამრიგად, ზეგამტარის შიგნით წარმოიქმნება თავისებური ქვესისტემა, ნულის ტოლი ენერჯის მატარებელი გუნდი, რომელსაც გააჩნია ზეგამტარობის თვისებები. უხეშად რომ ვთქვათ, ეს ქვესისტემა უზრუნველყოფს ელექტრონთა ხახუნის გარეშე მოძრაობას. ესაა ზეგამტარობა [9].

1967 წელს ამერიკელმა ფიზიკოსმა ს. ვაინბერგმა და ინგლისში (ტრიესტში) მცხოვრებმა და მომუშავე პაკისტანელმა ფიზიკოსმა ა. სალამმა, წარმოადგინეს ფიზიკური ვაკუუმის ერთობ საინტერესო თეორია, რომელიც ძალზე გვაგონებს ზეგამტარობის თეორიას. მათი თეორიიდან გამომდინარე, ფიზიკურ ვაკუუმშიც შეიძლება ქვედა ენერგეტიკულ დონეზე წარმოიშვას ნაწილაკთა ჯგუფი - ე.წ. კონდენსატი. ამ შემთხვევაში დადასტურდა ძალზე საინტერესო ფაქტი: მასზე, რამდენი ნაწილაკი აღმოჩნდება ასეთ ჯგუფში (გუნდში), დამოკიდებულია რეალურ ნაწილაკთა ფიზიკური მახასიათებლები, მაგალითად,

მათი მასები [10].

ამრიგად, თანამედროვე ფიზიკას გააჩნია იმის დამაჯერებელი მტკიცებულებები, რომ „ფიზიკური ვაკუუმი“ სინამდვილეში არა „არაფერი“, არამედ მაინც „რაღაცა“ და ზოგი მეცნიერის აზრით ყველაფერია. ყველაზე მთავარი კი მასში მდგომარეობს, რომ ჩვენი გრძნობითი ორგანოებისათვის მიუწვდომელი და მათ ფარგლებს გარეთ არსებული მატერიის ეს ფარული გამოუცნობი ფორმა შეიძლება რაღაც პირობებში წარმოქმნიდეს ნივთიერ ნაწილაკებს, იყოს ენერჯის უშრეტი წყარო და ასეთი პირობები შეიქმნას როგორც გარე ძალების ზემოქმედებით, ისე სპონტანურად, თვითნებურად.

2. ვაკუუმის ფორმები

გარდა ფიზიკური ვაკუუმისა, რომელშიც იგულისხმება კვანტური ველის ყველაზე დაბალი ენერგეტიკული მდგომარეობა, შეიძლება შემოვიღოთ ტექნიკური ვაკუუმის, კოსმოსური ვაკუუმის, აინშტაინის ვაკუუმის, ცრუ ვაკუუმისა და აბსოლუტური ვაკუუმის ცნებები. მოკლედ განვიხილოთ ისინი.

2.1. ტექნიკური ვაკუუმი

პრაქტიკაში ძლიერ გაიშვიათებულ აირს ტექნიკური ვაკუუმი ეწოდება. მაკროსკოპულ მოცულობებში იდეალური ვაკუუმის მიღწევა შეუძლებელია, ხოლო მიკროსკოპული მოცულობებისას მისი მიღწევა პრინციპში შესაძლებელია.

ამ ვაკუუმის გაიშვიათების ხარისხის ზომას წარმოადგენს აირის მოლეკულების თავისუფალი განარბენის λ სიგრძე, რომელიც დაკავშირებულია აირში მათ ურთიერთშეჯახებასთან და იმ ჭურჭლის მახასიათებელ α ზომასთან, რომელშიც აირია მოთავსებული.

მკაცრი მიდგომით, ტექნიკურ ვაკუუმს უწოდებენ ჭურჭელში, ან მილსადენში, მოთავსებულ აირს, რომლის წნევა დაბალია ატმოსფერულზე. მეორე, განსაზღვრების თანახმად, როცა აირის მოლეკულები, ან ატომები, შეწყვეტენ ურთიერთშეჯახებას და აირის აეროდინამიკური თვისებები იცვლებიან სიბლანტისეულით, ამბობენ დაბალი ვაკუუმის შესახებ (~ 1 მოლეკულა 1 კუბურ სანტიმეტრში) [11].

ტექნიკური ვაკუუმის მიღწევისა და შენარჩუნებისათვის გამოყენებულ აპარატებს ვაკუუმურ ტუმბოებს უწოდებენ. აირების შესრუტვისა და აუცილებელი ხარისხის ვაკუუმის შესაქმნელად გამოიყენება ე.წ. გეტერები. უფრო ფართო ტერმინი - ვაკუუმური ტექნიკა, ასევე მოიცავს ხელსაწყოებს ვაკუუმის გაზომვისა და კონტროლისათვის, ვაკუუმურ კამერაში საგნებზე მანიპულირებისა და ტექნოლოგიური ოპერაციების ჩატარებისათვის და ა.შ. მაღალვაკუუმური ტუმბოები წარმოადგენენ რთულ ტექნიკურ ხელსაწყოებს. მათ ძირითად ტიპებს წარმოადგენს ე.წ. დიფუზიური ტუმბოები, რომელთა მუშაობის პრინციპი ეფუძნება მუშა აირის ნაკადით ნარჩენი აირის მოლეკულების წარტაცებას. გეტერული იონირებული ტუმბოები, რომლებიც ემყარებიან აირის მოლეკულების გეტერში (მაგალითად, ტიტანში) ჩანერგვას და კრიოსორბციული ტუმბოები, რომლებიც ძირითად გამოიყენება ფორვაკუუმის შესაქმნელად.

თვით იდეალურ ვაკუუმში სასრული ტემპერატურის დროს არსებობს რაღაცნაირი თბური გამოსხივება (ფოტონური აირი). მასში მოთავსებული სხეული ადრე თუ გვიან მოვა თბურ წონასწორობაში ვაკუუმური კამერის კედლებთან თბური ფოტონების მიმოც-

ვლის ხარჯზე.

ვაკუუმში წარმოადგენს კარგ თერმოიზოლატორს. მასში თბური ენერჯის გადატანა წარმოებს მხოლოდ თბური გამოსხივების ხარჯზე, ხოლო კონვექცია და თბოგამტარობა გამორიცხებულია.

ტექნიკური ვაკუუმში ფართოდ გამოიყენება ელექტროვაკუუმურ ხელსაწყოებში: რადიოლამპებში; ელექტრონურ-სხივურ მილაკებში და სხვა.

2.2. კოსმოსური ვაკუუმი

კოსმოსური სივრცე წარმოადგენს არაიდეალურ ვაკუუმს. მისი გაიშვიათებული პლაზმა ავსებულია დამუხტული ნაწილაკებით, ელექტრომაგნიტური და გრავიტაციული ველებით და ნივთიერებით.

კოსმოსურ სივრცეს გააჩნია ძალიან დაბალი სიმკვრივე და წარმოადგენს ფიზიკური ვაკუუმის საუკეთესო მიახლოებას. ის არაა სავსებით სრულყოფილი. თვით ვარსკვლავთმორისო სივრცეში ერთ კუბურ სანტიმეტრში არის წყალბადის რამდენიმე ატომი. იონირებული ატომური წყალბადის სიმკვრივე ადგილობრივი ჯგუფის გალაქტიკათაშორისო სივრცეში შეფასებულია როგორც $\sim 7 \cdot 10^{-29}$ გ/სმ³ [12].

ვარსკვლავები, პლანეტები და მათი თანამგზავრები თავიანთ ატმოსფეროებს იკავებენ გრავიტაციული ძალით და მათ არ გააჩნიათ მკვეთრად შემოხაზული საზღვარი. დედამიწის ატმოსფეროს წნევა ეცემა ექსპონენციალური კანონით და 100 კმ სიმაღლეზე შეადგენს $\sim 3,2 \cdot 10^{-2}$ პა. ამ სიმაღლეს **კარმანის** ხაზს უწოდებენ, რომელიც წარმოადგენს კოსმოსურ სივრცესთან საზღვრის საერთო განსაზღვრებას. ამ ხაზის ზემოთ აირის იზოტროპული წნევა სწრაფად ხდება უმნიშვნელო მზის გამოსხივების დინამიკურ წნევასთან შედარებით. თერმოსფეროში წნევის, ტემპერატურისა და კონცენტრაციების დიდი გრადიენტებია და იცვლებიან კოსმოსური ამინდის მიხედვით.

კარმანის ხაზს ზემოთ რამდენიმე ასეულ კილომეტრზე ატმოსფეროს სიმკვრივე ჯერ კიდევ საკმარისია, რათა არსებითი წინააღმდეგობა გაუწიოს დედამიწის ხელოვნურ თანამგზავრებს. ისინი ძირითადად მოძრაობენ იმ ზონაში, რომელსაც დედამიწის დაბალი მახლობელი ორბიტა ეწოდება და გარკვეული ენერგეტიკული დანახარჯებია საჭირო სტაბილური ორბიტის შესანარჩუნებლად. კოსმოსური სივრცე ავსებულია დიდი რაოდენობის კოსმოსური რელიქტიური გამოსხივებით და მისი ტემპერატურა შეადგენს 270° C [13].

ასეთი გამოსხივება თეორიულად ნაწინასწარმეტყველები იყო ამერიკელი მეცნიერის **გ. გამოვის** მიერ დიდი აფეთქების თეორიის ჩარჩოებში. მიუხედავად იმისა, რომ დღეისათვის დიდი აფეთქების პირველსაწყისი თეორიის მრავალი ასპექტი გადახედულია, რელიქტიური გამოსხივების ეფექტური ტემპერატურის შეფასების მეთოდები მაინც უცვლელი დარჩა. ექსპერიმენტალურად მისი არსებობა დადასტურდა 1965 წ. ამერიკელი მეცნიერების **ა. პენზიასისა** და **რ. ვილსონის** მიერ.

2.3. ცრუ ვაკუუმი

ცრუ ანუ მეტასტაბილური ვაკუუმი ველის კვანტურ თეორიაში წარმოადგენს მდგომარეობას, რომელიც არაა გლობალური მინიმალური ენერჯის მდგომარეობა და შეესაბამება მის ლოკალურ მინიმუმს. ასეთი მდგომარეობა მეტასტაბილურია, მაგრამ მას შეუძ-

ლია „გვირაბირება“ ჭეშმარიტი ვაკუუმის მდგომარეობაში.

სამყაროს ინფლაციური თეორიის [2] მიხედვით ცრუ ვაკუუმიდან სამყაროს წარმოშობის შემდეგ მყისვე შეიძლება წარმოქმნილიყო არა ერთი, არამედ მრავალი გალაქტიკა (მათ შორის ჩვენიც) და ამ შემთხვევაში დიდი აფეთქება იქნებოდა ცრუ ვაკუუმის ჩვეულებრივში გადასვლის პროცესი.

ამ თეორიის თანახმად, ცრუ და ჭეშმარიტი ვაკუუმის ზონებს შორის უნდა იყოს შუალედური ზონა, რომელშიც ცრუ გადადის ჭეშმარიტ ვაკუუმში. არსებობს მოსაზრება, რომ ჩვენ ვარსებობთ ცრუ და არა ჭეშმარიტ ვაკუუმში.

2024 წლის 24 იანვარს ცნობილი გახდა, რომ მეცნიერებმა **ბოზე-აინშტაინის** კონდენსატში აღმოაჩინეს ცრუ ვაკუუმის დაშლა [15].

2.4. აინშტაინის ვაკუუმი

აინშტაინის ვაკუუმი ზოგჯერ გვხვდება ზოგად ფარდობითობის თეორიაში ცარიელი, უმატერიო სივრცე-დროის აინშტაინისეული განტოლებების ამოხსნების შემთხვევაში. მისი სინონიმია აინშტაინის სივრცე.

აინშტაინის განტოლებები აკავშირებს სივრცე-დროის მეტრიკას (მეტრიკულ ტენზორს) ენერგია-იმპულსის ტენზორთან. ის ზოგადი სახით ასე ჩაიწერება [15].

$$G_{\mu\nu} + \Delta g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu} \quad (1)$$

სადაც აინშტაინის $G_{\mu\nu}$ ტენზორი წარმოადგენს მეტრიკული ტენზორისა და მისი კერძო წარმოებულების განსაზღვრულ ფუნქციას;

Δ - კოსმოლოგიური მუდმივაა;

$g_{\mu\nu}$ - მეტრიკული ტენზორი;

$T_{\mu\nu}$ - ენერგია-იმპულსის ტენზორი;

$\pi = 3,14$;

C - სინათლის სიჩქარეა ვაკუუმში;

G - **ნიუტონის** გრავიტაციული მუდმივა.

ამ განტოლებათა ვაკუუმური ამონახსნები მიიღება მატერიის არარსებობისას, ე.ი. სივრცისა და დროის განხილულ არეში ენერგია - იმპულსის ტენზორის ნულთან იგივე რად ტოლობის დროს: $T_{\mu\nu} = 0$. ხშირად Δ წევრს ასევე თვლიან ნულის ტოლად, განსაკუთრებით ლოკალური (არაკოსმოლოგიური) ამონახსნების გამოკვლევების შემთხვევაში. მაგრამ აკადემიური ამონახსნების განხილვისას, როცა დელტა წევრი განსხვავებულია ნულისაგან (Δ - ვაკუუმში) მიიღება ისეთი მნიშვნელოვანი კოსმოლოგიური მოდელები, როგორცაა **დე სიტერის** მოდელი ($\Delta > 0$), **ანტი - დე სიტერის** მოდელი ($\Delta < 0$).

ტრივიალური ვაკუუმური ამონახსნი აინშტაინის განტოლებებისათვის წარმოადგენს **მინკოვსკის** ბრტყელ სივრცეს. ე.ი. ფარდობითობის სპეციალურ თეორიაში განხილულ მეტრიკას.

სხვა ვაკუუმური ამონახსნები აინშტაინის განტოლებებისათვის მოიცავს შემდეგ შემთხვევებს:

1. **მილნის** კოსმოლოგიური მოდელი - **ფრიდმანის** მეტრიკის კერძო შემთხვევა ენერგიის

ნულოვანი სიმკვრივისათვის;

2. შვარცშილდის მეტრიკა, რომელიც აღწერს გეომეტრიას სფერულად სიმეტრიული მასის ირგვლივ;
3. კერის მეტრიკა, რომელიც აღწერს გეომეტრიას მბრუნავი მასის ირგვლივ;
4. ბრტყელი გრავიტაციული ტალღა და სხვა ტალღური ამონახსნები

2.5. აბსოლუტური ვაკუუმი

აბსოლუტური ვაკუუმი, ანუ აბსოლუტური სიცარიელე - ესაა სივრცე - დროში არსებული ხვრელი, სადაც არ არსებობს აბსოლუტურად არაფერი მატერიალური, არც მატერია, არც თვით დრო-სივრცე. მისი სინონიმებია: 1. სიცარიელე, აუვსებლობა, რაიმეს არარსებობა; 2. რაღაცა - კატეგორია, რომელიც აფიქსირებს რაიმე არსის არარსებობას ანუ საერთოდ ყოფიერების უარყოფას. ესაა აზროვნების სახე, რომელიც დაკავშირებულია რაც უნდა იყოს იმის არარსებობასთან.

როგორც აღინიშნა, ფიზიკურ ვაკუუმში ვგულისხმობთ სივრცეში ნივთიერებისა და ნაწილაკების სავსებით არარსებობას. კიდევაც, რომ მივადწიოთ პრაქტიკულად ასეთ მდგომარეობას, ის მაინც არ იქნება აბსოლუტურად ცარიელი. ველის კვანტური თეორიის თანახმად, ვაკუუმში მუდმივად წარმოიშობიან ვირტუალური ნაწილაკები. ამიტომ ჭურჭლიდან ჰაერის ჩვეულებრივი ამოტუმბვით ვერ მივიღებთ აბსოლუტურ ვაკუუმს, რამდენადაც ჭურჭელში გარედან შემოდინან ახალი ნაწილაკები და ველები. გარდა ამისა ვაკუუმის ფლუქტუაციის გამო თვით ჭურჭელში „არაფრისაგან“ მუდმივად წარმოიქმნება ვირტუალური ნაწილაკები. აბსოლუტური ვაკუუმი ბუნებაში არ არსებობს [15].

3. ფიზიკური ვაკუუმის პოლარიზაცია და მისი მექანიზმები

ვაკუუმის პოლარიზაცია წარმოადგენს მასში ნაწილაკთა წყვილის წარმოშობისა და ანიჰილაციის ვირტუალურ პროცესებს, რომლებიც განპირობებულია კვანტური ფლუქტუაციებით. ეს პროცესები ქმნის ურთიერთმოქმედი კვანტური ველების სისტემათა ყველაზე დაბალ (ნულოვან) მდგომარეობას [16].

აბსტრაქტული აბსოლუტური ვაკუუმისაგან განსხვავებით რეალური - ფიზიკური ვაკუუმი შეიძლება განვიხილოთ როგორც „საშუალოდ“ ცარიელი. მაგრამ როგორ გულმოდგინედაც არ უნდა გამოვაცარიელოთ, ან დავაეკრანოთ სივრცის განსაზღვრული ნაწილი, მასში ჰაიზენბერგის პრინციპის თანახმად შეიძლება არსებობდნენ ვირტუალური ნაწილაკები და ასევე შესაძლებელია ნაწილაკისა და მისი ანტინაწილაკის წყვილის „დაბადება“. ეს ე.წ. რ. ფეინმანის დიაგრამის ვირტუალური მარყუჟია, რომელიც შეიძლება არსებობდეს ძალზე მცირე დროის განმავლობაში კვანტური განუზღვრელობის საზღვრებში, რათა არ დაირღვეს ენერჯის შენახვის კანონი, მაგრამ თუ ფიზიკურ ვაკუუმზე იმოქმედებს გარეგანი ველი, მაშინ შესაძლებელია რეალური ნაწილაკების წარმოშობაც. ვაკუუმთან ნაწილაკების ურთიერთქმედება განაპირობებს ნაწილაკების მასებისა და მუხტების ცვლილებებს.

$$\delta t \approx \frac{\hbar}{\delta E} \quad (2)$$

კვანტურ ელექტროდინამიკაში ფიზიკური ვაკუუმის პოლარიზაცია წარმოადგენს ვირტუალური ელექტრონულ-პოზიტრონული და ასევე მიუონ-ანტიმიუონური და ტაუ-

ონ-ანტიტაუნური წყვილების ვაკუუმიდან წარმოშობა ელექტრომაგნიტური ველის გავლენით. ვაკუუმის პოლარიზაცია იწვევს შესწორებებს კვანტური ელექტროდინამიკისა და ნეიტრალური ნაწილაკების ელექტრომაგნიტურ ველთან ურთიერთქმედების კანონების მიმართ [16].

კვანტურ ელექტროდინამიკაში ვაკუუმის პოლარიზაცია გლიუონებით განაპირობებს ფერადი მუხტის ანტიეკრანირებასა და თავისუფალი კვარკების დაუკვირვებლობას. ძალზე მცირე მანძილებზე (10^{-33} სმ, ე.წ. **პლანკის** სიგრძე), წარმოიშობა კვანტური ეფექტების კავშირი გრავიტაციულთან. ზემოთხსენებული ვირტუალური ნაწილაკები თავის ირგვლივ ქმნიან შესამჩნევ გრავიტაციულ ველს, რომელიც ამახინჯებს სივრცის გეომეტრიას. ასეთი სხეულების მასა (პლანკისეული მასა) [2]

$$m = \sqrt{\frac{hc}{g}} \quad (3)$$

დაახლოებით ტოლია 10^{19} გევი-ს, ხოლო ტალღის სიგრძე

$$\lambda \approx \frac{h}{mc} \quad (4)$$

დაახლოებით უდრის 10^{-33} სმ და ის **პლანკის** სიგრძის სახელწოდებითაა ცნობილი. ვაკუუმის გრავიტაციული პოლარიზაციის პროცესები მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ კოსმოლოგიაში.

მეორეს მხრივ, სავსებით შესაძლებელია, რომ ასეთ მანძილებზე ტრადიციული წარმოდგენები სივრცე-დროის შესახებ მიუღებელი ხდება და ადგილს უთმობს კვანტური გრავიტაციის თეორიებს.

4. ვაკუუმის პოლარიზაციით გამოწვეული ეფექტები

გარდა **ლეიბურის** წანაცვლებისა ფიზიკურ ვაკუუმში შეიძლება მიმდინარეობდეს შემდეგ მოვლენები:

1. ანომალური მაგნიტური მომენტი;
2. დელბრიუკის გაბნევა;
3. უნრუს ეფექტი;
4. ჰოუკინგის გამოსხივება;
5. შარნჰოსტის ეფექტი;
6. კაზიმირის ეფექტი.
7. წარმოვადგინოთ ეს მოვლენები ძალზე მოკლედ.

4.1. კაზიმირის ეფექტი.

კაზიმირის ეფექტი (უფრო ზუსტად **კაზიმირ - ჰოლდერის** ეფექტი) მდგომარეობს ორი გამტარი დაუმუხტავი სხეულის ურთიერთმიზიდვაში. ვაკუუმში კვანტური ელექტროსაშუალებების ზემოქმედების დროს ყველაზე ხშირად ლაპარაკია ორ პარალელურ დაუმუხტავ სარკულ ზედაპირზე, რომლებიც ერთმანეთთან ახლო მანძილზე არიან მოთავსებული. მაგრამ **კაზიმირის** ეფექტი არსებობს უფრო რთული გეომეტრიის დროსაც.

ოპტიკურად ანიზოტროპული სხეულისათვის ასევე შესაძლებელია **კაზიმირის** გრეხვითი მომენტის შექმნა, რომელიც დამოკიდებულია ამ სხეულთა მთავარი ოპტიკური დერ-

ძეგის ურთიერთორიენტაციაზე [17].

კაზიმირის ფექტის მიზეზს წარმოადგენს ფიზიკურ ვაკუუმის ენერგეტიკული რხევები მასში ე.წ. ვირტუალური ნაწილაკების მუდმივი წარმოქმნისა და გაქრობის გამო. ის 1948 წელს იწინასწარმეტყველა ჰოლანდიელმა ფიზიკოსმა **ჰენდრიკ კაზიმირმა** და 1957 წელს დადასტურდა ექსპერიმენტულად. გავრცევით მის ფიზიკურ არსში.

ველის კვანტური თეორიის თანახმად, ფიზიკური ვაკუუმი არ წარმოადგენს აბსოლუტურ სივრცეებს. მასში მუდმივად იბადება და ქრება ვირტუალურ ნაწილაკთა და ანტინაწილაკთა წყვილები, ე.ი მიმდინარეობს მუდმივი ფლუქტუაციები, რომლებიც ამ ნაწილაკთა ველებთანაა დაკავშირებული. კერძოდ, მიმდინარეობს ფოტონებთან დაკავშირებული ელექტრომაგნიტური ველების რხევები (ფლუქტუაცია), რომლებიც ამ ნაწილაკთა ველებთანაა დაკავშირებული. ვაკუუმში იბადებიან და ქრებიან ვირტუალური ფოტონები, რომლებიც შეესაბამებიან ელექტრომაგნიტური სპექტრის ყველა ტალღის სიგრძეს.

ვაკუუმში ისეთი მაკროსკოპული სხეულების შესატანად, რომელთაც არ გააჩნიათ მუხტი, უნდა შესრულდეს განსაზღვრული სამუშაო, რომელიც მოითხოვება ვაკუუმური ფლუქტუაციების ველისათვის სასაზღვრო პირობების შესაცვლელად. ამ სამუშაოს მოდული ვაკუუმის ნოლოვანი რხევების ენერჯიათა სხვაობის ტოლია სხეულების არსებობისა და არაარსებობის დროს [18].

მაგალითად, სოვრცეში ახლოს განლაგებულ სარკულ ზედაპირებს შორის სასაზღვრო პირობები ფლუქტუაციის ველისათვის ვაკუუმთან შედარებით უსხეულებოდ იცვლებიან შემდეგნაირად. განსაზღვრულ რეზონანსულ სიგრძეებზე (რომლებიც ზედაპირებს შორის თავსდება მთელ, ან ნახევარ მთელ ციფრჯერ) ელექტრომაგნიტური ტალღები ძლიერდებიან. ყველა დანარჩენ სიგრძეებზე, პირიქით, ეს ტალღები იხშობიან. ე.ი. იხშობა შესაბამისი ვირტუალური ნაწილაკების (ფოტონების) წარმოქმნაც. ეს ხდება იმის შედეგად, რომ ფირფიტებს შორის არსებულ სივრცეში შეიძლება არსებობდნენ მხოლოდ მდგარი ტალღები, რომელთა ამპლიტუდები ნულის ტოლია. ვირტუალური ფოტონების წნევა შიგნიდან საბოლოოდ ორივე ზედაპირზე აღმოჩნდება უფრო მცირე, ვიდრე მათზე გარედან წარმოებული წნევა, სადაც ფოტონთა წარმოშობა არაფრითაა შეზღუდული. რაც ახლოსაა ერთმანეთთან ზედაპირები, მით უფრო ნაკლები სიგრძის ტალღები აღმოჩნდება მათ შორის რეზონანსში და მეტი აღმოჩნდება ჩანაშობილი. ვაკუუმის ასეთ მდგომარეობას ლიტერატურაში ზოგჯერ **კაზიმირის ვაკუუმსაც** უწოდებენ. ამის შემდეგ ზედაპირებს შორის იზრდება მიზიდულობის ძალა.

4.2. კაზიმირის ძალის სიდიდე

მიზიდულობის ძალა, რომელიც მოქმედებს ერთეულოვან ფართზე $\frac{F_G}{A}$ ვაკუუმში მოთავსებული ორი პარალელური იდეალური სარკული ზედაპირისათვის [19]-ის თანახმად შეადგენს:

$$\frac{F_G}{A} = \frac{hc\pi^2}{240d^4} \quad (5)$$

სადაც h -დაყვანილი პლანკის მუდმივაა, C - სინათლის სიჩქარეა ვაკუუმში, d -ზედაპირებს

შორის მანძილი.

აქედან ჩანს, რომ **კაზიმირის** ძალა ფრიად მცირეა. მანძილი, რომელზეც ის მოქმედებს რამდენადმე შესამჩნევად, რამდენიმე მიკრომეტრს შეადგენს, მაგრამ, მანძილის მეოთხე ხარისხის უკუპროპორციულობის გამო ის ძალიან სრაფად იზრდება უკანასკნელის შემცირებით.

უფრო რთული გეომეტრიის შემთხვევაში კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა და ნიშანი იცვლება, რის გამოც **კაზიმირის** ძალა შეიძლება იყოს როგორც მიზიდულობის, ისე განზიდულობის.

2011 წელს ჩალმერსის უნივერსიტეტის მეცნიერთა ჯგუფმა დაადასტურა **კაზიმირის** ეფექტი. მათ მიიღეს სარკის ანალოგი, რომელიც მაგნიტური ველის ზემოქმედებით ირხეოდა. ეს საკმარისი აღმოჩნდა ამ ეფექტის დასაკვირვებლად. მოწყობილობა ასხივებდა მიკროტალღების მქონე ფოტონების ნაკადს, თანაც მათი სიხშირე ტოლი იყო „სარკის“ რხევის სიხშირის ნახევრის, სწორედ ასეთი ეფექტი იწინასწარმეტყველა კვანტურმა მექანიკამ [20].

4.3. ჰოლენგის გამოსხივება

ახლა განვიხილოთ ინგლისელი ასტროფიზიკოსისა და ფიზიკოსის **სტეფან ჰოლენგის** აღმოჩენა, რომელიც ამტკიცებს, რომ შავმა ორმომ კვანტური პროცესების შემდეგ შეიძლება გამოსხივოს სითბური ტალღები, რომელიც თავის მხრივ ამცირებს ორმოს ზედაპირის ფართობს [2].

ჯერ განვიხილოთ თვით **ს. ჰოლენგის** მიერ წარმოდგენილი ამ პროცესის ახსნა. ეს ეფექტი არაბრუნვადი შავი ორმოების შემთხვევისათვისაც კი დაკავშირებულია ისეთი ზონების არსებობასთან, რომლებშიც არსებობს უარყოფითი ენერჯის მქონე ორბიტები. მაგრამ, ბრუნვადი შავი ორმოებისაგან განსხვავებით, ეს ზონები მოთავსებულია მისი ჰორიზონტის შიგნით. ამ ჰორიზონტის გარეთ ადგილი აქვს ისეთ კვანტურ ფლუქტუაციებს, რომელთა შედეგადაც წარმოიქმნება ვირტუალურ ნაწილაკთა წყვილები. შესაძლოა, რომ ამ ნაწილაკთაგან ერთ-ერთი იმყოფება უარყოფითი ენერჯის ისეთ მდგომარეობაში, რომელიც კლასიკურ ფიზიკაში აკრძალულია. მაგრამ გვირახის კვანტური ეფექტის მეშვეობით დაკავშირებულია უარყოფითი ენერჯის ნებადართულ მდგომარეობებთან ჰორიზონტის შიგნით. თუკი ადგილი აქვს გვირახის ეფექტს, მაშინ ჰორიზონტის შიგნით იარსებებს უარყოფითი ენერჯის მქონე ნაწილაკები და აქედან გამომდინარე, შემცირდება მისი ჰორიზონტის ზედაპირის ფართობი. მეორე ნაწილაკს ექნება დადებითი ენერჯია და შეიძლება დატოვოს ჰორიზონტის ზონა. თუ ადგილი არა აქვს გვირახის ეფექტს, მაშინ ვირტუალური წყვილი უბრალოდ განიცდის რეკომბინაციას.

გვირახის ეფექტის ალბათობა უნდა განისაზღვროს შავი ორმოსკენ მიმართული ზედაპირული გრავიტაციით. ასეთი სახით განსაზღვრულ ალბათობას მივყავართ ნაწილაკთა გამოსხივების ენერჯის და სხეულის თბური გამოსხივების სპექტრების თანხვედრებთან.

ჰოლენგის თბური გამოსხივების ეფექტი ისევე მისაღებია ე.წ. „მუდმივი“ შავი ორმოების შემთხვევაში, როგორც გრავიტაციული კოლაპსის შედეგად წარმოქმნილი ორმოების დროს. მას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს კვანტური მექანიკის, ფიზიკური ვაკუუმისა და ფარდობითობის ზოგადი თეორიის კანონების ურთიერთშეთანხმების დროს. ის ასევე

მნიშვნელოვანია ასტროფიზიკისა და კოსმოლოგიისათვის. თვით **ს. ჰოუკინგმა** უკვე შემოგვთავაზა მისი დამატებითი ორი შესაძლებლობა, რომელთაგან პირველი ეფუძნება მას, რომ დროის მახასიათებელი t მასშტაბი, რომლის განმავლობაშიც M მასის შავი ორმო თბური გამოსხივების სახით კარგავს თავისი მასის ნახევარს, გამოსახება ფორმულით [21]:

$$\tau \approx 10^{10} \left(\frac{Mg}{10^{15}g} \right)^3 \text{ წელს} \quad (6)$$

ჰოუკინგის მიერ შემოთავაზებული მეორე შესაძლებლობა ეხება ნაკლებ მასიურ შავ ორმოებს, რომლებსაც შეეძლო სამყაროს განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე წარმოშობა და აფეთქება. მან ივარაუდა, რომ დაშლის შედეგად წარმოქმნილ გამოსხივებას შეეძლო დღეისათვის რეგისტრირებული $\sim 2,7^{\circ}\text{C}$ გრადუსიანი ფონური რელიქტიური გამოსხივების წარმოშობა.

4.4. ანომალური მაგნიტური მომენტი წარმოადგენს ელემენტარული ნაწილაკის მაგნიტური მომენტის სიდიდის გადახრას ნაწილაკის მოძრაობის კვანტურ მექანიკური განტოლებებით ნაწინასწარმეტყველები მნიშვნელობისაგან. კვანტურ ელექტროდინამიკაში ელექტრონისა და მიუონის ანომალური მაგნიტური მომენტი გამოითვლება რადიაციული შესწორებების მეთოდით, ხოლო კვანტურ ქრომოდინამიკაში მაგნიტური მომენტები ძლიერად მოქმედი ნაწილაკებისათვის გამოითვლება ოპერატორული გაშლის მეთოდით [22].

4.5. დელბრიუკის გაბნევა

დელბრიუკის გაბნევა - ფოტონთა გაბნევა ძლიერი ელექტრომაგნიტური ველის (მაგალითად, კულონური ველი ატომბირთვში) ვირტუალურ ფოტონებზე. ეს კვანტური ელექტროდინამიკის პირველი ნაწინასწარმეტყველები არაწრფივი ეფექტი [23], კომპტონის ეფექტისაგან განსხვავებით არ ცვლის ფოტონის ენერგიას იმ ათვლის სისტემაში, რომელშიც ველის ვექტორული პოტენციალი გაბნევის წერტილში ნულის ტოლია. **დელბრიუკის** გაბნევა შეიძლება მიმდინარეობდეს როგორც ფოტონის სპინის შენახვით, ისე მისი ინვერსიით.

4.6. შარნჰორსტის ეფექტი წარმოადგენს ჰიპოთეზურ ცდას, რომელშიც სინათლის სიგნალს შეუძლია იმოდროს ორ ერთმანეთთან განლაგებულ ფირფიტას შორის, სინათლის სიჩქარეზე უფრო სწრაფად. ეს მოვლენა ნაწინასწარმეტყველები იყო **კლაუს შარნჰორსტისა და გაბრიელ ბარტონის** მიერ. **შარნჰორსტმა** ეფექტი მიიღო კვანტური ელექტროდინამიკის მათემატიკური გაანალიზების შედეგად [24].

4.7. უნრუს ეფექტი, ანუ უნრუს გამოსხივება - ველის კვანტური თეორიის მიერ ნაწინასწარმეტყველები ათვლის აჩქარებულ სისტემაში სითბური გამოსხივების დაკვირვების ეფექტია, როცა ეს გამოსხივება არ არსებობს ათვლის ინერციულ სისტემაში. სხვა სიტყვებით, აჩქარებული დამკვირვებელი თავის ირგვლივ შეამჩნევს გამოსხივების ფონს, მაშინ როცა აუჩქარებელი დამკვირვებელი ვერაფერს ხედავს. ძირითადი კვანტური მდგომარეობა (ფიზიკური ვაკუუმი) ათვლის ინერციულ სისტემაში გვეჩვენება არანულოვანი ტემპერატურის მქონედ.

ეს ეფექტი პირველად ნაწინასწარმეტყველები იქნა 1976 წელს ბრიტანეთის კოლუმბიის უნივერსიტეტში უ. უნრუს მიერ [25].

5. ფიზიკური ვაკუუმის არსის ახალი წარმოდგენები

თანამედროვე ფიზიკურ თეორიებში წარმოდგენილია ტენდენცია სამგანზომილებიანი ობიექტიდან - ნაწილაკებიდან - ნაკლები განზომილებების მქონე ახალი ტიპის ობიექტებზე გადასვლის შესახებ. მაგალითად, გრავიტაციულ კოსმოლოგიაში სუპერსიმების განზომილება ნაკლებია სივრცე - დროის განზომილებაზე [2, 12]. ითვლება, რომ ნაკლები განზომილების ფიზიკურ ობიექტებს უფრო მეტი საფუძველი გააჩნიათ პრეტენზია გააჩნდეთ ფუნდამენტურ სტატუსზე.

ამ თვალსაზრისით ნამდვილ გადატრიალებად ითვლება ვ.ჟვირბლისის თეორია [26]. ის თანხმდება რომ ფიზიკური ვაკუუმი უწყვეტი მატერიალური გარემოა, ე.წ. „პიანოს ძაფის“ ანალოგიურად, რომელიც წარმოადგენს პირობითად კვადრატებად დაყოფილ უსასრულოდ მკვრივად ავსებულ ორგანზომილებიან სივრცეს. ავტორი გვთავაზობს ფიზიკური ვაკუუმის თავისებურ მოდელს - „ჟვირბლისის ძაფი“, რომელიც უსასრულოდ მჭიდროდ ავსებს პირობითად ტეტრაედრებად დაყოფილ სამგანზომილებიან სივრცეს. ეს უდიდესი გარღვევაა ფიზიკური ვაკუუმის არსის გარკვევაში. ჟვირბლისი ფიზიკური ვაკუუმის მოდელის სახით განიხილავს ერთგანზომილებიან მათემატიკურ ობიექტსაც. სხვა მოდელებისაგან განსხვავებით ამ მოდელში დისკრეტულობას ყველაზე მცირე ადგილი უკავია, ხოლო ზღვარში ვგულისხმობთ, რომ სივრცის ზემკვრივი ავსების დროს გარემო (ვაკუუმი) უწყვეტი ობიექტური რეალობაა.

მასთან დაკავშირებით, რომ ფიზიკური ვაკუუმი პრეტენზიას აცხადებს ფუნდამენტურ სტატუსზე და თვით მატერიის ონტოლოგიურ ბაზისზე, მას უნდა გააჩნდეს მაქსიმალური განზოგადოება და არ უნდა ჰქონდეს მრავალი ობიექტისა და მოვლენისათვის დამახასიათებელი კერძო ნიშნები. ცნობილია, რომ ობიექტისათვის რაიმე დამატებითი ნიშან-თვისებების მინიჭება აქვეითებს ამ ობიექტის უნივერსალობას. მაგალითად, საწერი კალამი - უნივერსალური ცნებაა. მისთვის რაიმე ნიშნის დამატება ავიწროებს ამ ცნებებით მოცული ობიექტების წრეს (რკინისა და ხის კალამი, პასტის კალამი, ავტოკალამი და სხვა). ამრიგად, მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ პრეტენზია ონტოლოგიურ სტატუსზე შეიძლება ჰქონდეს მხოლოდ ისეთ არსს, რომელიც მოკლებულია რაიმე ნიშან-თვისებებს, ზომებს, სტრუქტურასა და სხვა, რომლის მოდელირებაც შეუძლებელია, რამდენადაც ნებისმიერი მოდელი ითვალისწინებს დისკრეტული ობიექტების გამოყენებასა და ნიშან-თვისებებითა და ზომებით აღწერას. ფუნდამენტურ სტატუსზე პრეტენზიის მქონე ფიზიკური არსი, არ უნდა იყოს რაიმესაგან შედგენილი, რამდენადაც შედგენილ არსს გააჩნია მეორადი სტატუსი მისი შემდგენლის მიმართ.

ამრიგად რაღაც არსისათვის ფუნდამენტურობისა და პირველადობის მოთხოვნის შესრულებას თან უნდა ახლდეს შემდეგი პირობები [27]:

1. არ უნდა იყოს შედგენილი;
2. უნდა ჰქონდეს ნიშან-თვისებებისა და მახასიათებლების უმცირესი რაოდენობა;
3. უნდა გააჩნდეს უდიდესი განზოგადოება ობიექტებისა და მოვლენების ყველა ნაირ-

გვარობისათვის;

- უნდა იყოს პოტენციურად ყველაფერი და აქტიურად არაფერი;
- არ უნდა ჰქონდეს რაიმე სახის ზომები.

არ იყოს შედგენილი ნიშნავს, რომ თავისთავში არაფერს შეიცავს, გარდა თვით თავის-თავისა. ნიშან-თვისებებისა და მახასიათებლების უმცირეს რაოდენობასთან დაკავშირებით იდეალურია მოთხოვნა - სავსებით არ ჰქონდეს ისინი. ობიექტებისა და მოვლენების მთელი ნაირგვარობისათვის გააჩნდეს მაქსიმალური ზოგადობა ნიშნავს არ ჰქონდეს კერძო ობიექტების ნიშნები, რამდენადაც ნებისმიერი დაკონკრეტება ავიწროებს ზოგადს. იყოს პოტენციურად ყველაფერი და აქტიურად არაფერი ნიშნავს იყოს უხილავი, მაგრამ ამასთანავე შეინარჩუნოს ფიზიკური ობიექტის სტატუსი. არ გააჩნდეს რაიმე ზომიერი, ეს ნიშნავს იყოს ნულოვან განზომილებიანი.

ჩამოვლილ ხუთ მოვლენას ვერ აკმაყოფილებს ნივთიერი სამყაროს არც ერთი დისკრეტული და ველის არც ერთი კვანტური ობიექტი. ამიტომ, ფიზიკური ვაკუუმი, თუ მას ჩავთვლით მატერიის ყველაზე ფუნდამენტურ მდგომარეობად, უნდა იყოს უწყვეტი (კონტინუალური). გარდა ამისა, მათემატიკის მიღწევებისა და კერძოდ, კანტორის კონტინუუმ-ჰიპოთეზის ფიზიკურ არსში გადატანით, მივდივართ ფიზიკური ვაკუუმის მრავლობითი სტრუქტურის წარუმატებლობამდე. ეს ნიშნავს, რომ ფიზიკური ვაკუუმი შეუძლებელია გავაიგივოთ ეთერთან, დაკვანტულ ობიექტთან, ან ის ჩავთვალოთ რაიმე დისკრეტული ნაწილაკებისაგან შედგენილად, მაშინაც კი თუ ეს ნაწილაკები ვირტუალურია. ფიზიკური ვაკუუმი უნდა განვიხილოთ როგორც ნივთიერების ანტიპოდი. ამრიგად, ნივთიერებებსა და ფიზიკურ ვაკუუმს ჩვენ ვიხილავთ როგორც დიალექტიკურ წინააღმდეგობრიობას. ერთიანი სამყარო წარმოდგენილია ნივთიერებასა და ფიზიკურ ვაკუუმთან ერთად. ამ არსებობისადმი ასეთი მიდგომა შეესაბამება **ნ. ბორის** დამატებითობის პრინციპს. სწორედ დამატებითობის ასეთ დამოკიდებულებაში უნდა განვიხილოთ ნივთიერება და ფიზიკური ვაკუუმი.

ასეთი სახის უხილავ ფიზიკურ ობიექტებს, რომელსაც არ გააჩნია სტრუქტურა, ფიზიკა ჯერ არ შეხვედრია. ფიზიკოსებს მოუწია ასეთი ბარიერის გადალახვა და უწყვეტობის თვისებების მქონე ახალი ფიზიკური რეალობის - ფიზიკური ვაკუუმის არსებობის აღიარება. უწყვეტობის თვისებით შემოსილი ფიზიკური ვაკუუმი აფართოებს ცნობილ ფიზიკურ ობიექტთა კლასს. მიუხედავად იმისა, რომ ფიზიკური ვაკუუმი წარმოადგენს ასეთ პარადოქსულ ობიექტს, ის სულ უფრო მეტად ხდება ფიზიკის შესწავლის საგანი. ამავდროულად, მისი უწყვეტობის გამო მოდელურ წარმოდგენებზე დაფუძნებული ტრადიციული მიდგომა ფიზიკური ვაკუუმისადმი არ გამოდგება. ამიტომ მეცნიერებას მოუწევს მისი შესწავლის პრინციპულად ახალი მეთოდების შემუშავება. ასეთი არსის ბუნების შესწავლა საშუალებას მოგვცემს ახლებურად შევხედოთ ასტროფიზიკისა და ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკის მრავალ მოვლენას. მთელი ხილული სამყარო და ფარული მატერია იმყოფება უხილავ, კონტინიალურ ფიზიკურ ვაკუუმში [6]. ის გენეტიკურად წინ უსწრებს ფიზიკურ ველებსა და ნივთიერებას, ამიტომ ისინი მისგან წარმოიშვებიან. ე.ი. მთელი სამყარო არსებობს ფიზიკური ვაკუუმის კანონებით, რომლებიც სრულყოფილად

ჯერაც უცნობია.

ფიზიკური ვაკუუმის ბუნების შეცნობასთან დაკავშირებული პრობლემების ჯაჭვში არსებობს მნიშვნელოვანი გასაღები რგოლი, რომელიც მისი ენტროპიის შეფასებას ეკუთვნის. ფიზიკურ ვაკუუმს უნდა გააჩნდეს ყველაზე დიდი ენტროპია ყველა ცნობილ ფიზიკურ ობიექტსა და სისტემას შორის.

ამიტომ ზემოთ წარმოდგენილი პირველადობისა და ფუნდამენტურობის ხუთი კრიტერიუმი მასზე მიუთითებს, რომ ასეთ მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს მაქსიმალურ ენტროპიის ობიექტი. ჩვენი აზრით, ფიზიკური გადასვლა - ვაკუუმი - ნივთიერება მიეკუთვნება თვითორგანიზაციის პროცესებს.

ისე როგორც **ბოლცმანისა** და **ჰიბსის** თეორემები გახდნენ თერმოდინამიკაში ძირითადი ინსტრუმენტები, ფიზიკური ვაკუუმისათვის უნდა ვეძებოთ თავისი ინსტრუმენტი თვითორგანიზაციის პროცესზე **ბოლცმანის** თეორემის განზოგადოების საფუძველზე. ასეთი გარღვევითი მიდგომა უკვე იკვეთება. ფიზიკური ვაკუუმის შესწავლისათვის მისაღებ ასეთ პრინციპულად ახალ მიდგომას აყალიბებს **ი. კლიმონტოვიჩის** მიერ დადგენილი ენტროპიის შემცირების კანონი [28].

იქედან გამომდინარე, რომ ფიზიკური გადასვლა - ვაკუუმი - ნივთიერება უნდა მიეკუთვნოს თვითორგანიზაციის პროცესს, ისმება ამოცანა **ბოლცმანის** თეორემის განზოგადოების საფუძველზე ფიზიკური ვაკუუმის კვლევის ახალი ინსტრუმენტის მოძებნის შესახებ. რამდენადაც ფიზიკურ ვაკუუმს გააჩნია მაქსიმალური ენტროპია, ყველა ცნობილ ფიზიკურ ობიექტსა და სისტემას შორის, ამიტომ ამ საკითხის კონტექსტში აუცილებელია ენტროპიის კვლევის დამადასტურებელი კანონის მოძებნა.

თერმოდინამიკაში ძირითადი კანონია ენტროპიის ზრდის კანონი, რომელიც ჩამოყალიბებული იყო **ბოლცმანის** მიერ იდეალური აირის მაგალითზე და მას **ბოლცმანის H** - თეორემასაც უწოდებენ. **ი. კლიმონტოვიჩმა** დაამტკიცა, რომ თვითორგანიზაციის პროცესისათვის მოქმედებს სხვანაირი კანონი - ე.წ. **ენტროპიის** შემცირების კანონი. **ბოლცმანის H** -თეორემის ანალოგს ღია სისტემებისათვის წარმოადგენს **კლიმონტოვიჩის S** -თეორემა [28], რომლის არსი შემდეგში მდგომარეობს: „თუ ქაოსურობის საწყისად მივიღებთ წონასწორულ მდგომარეობას, რომელიც პასუხობს მართვადი პარამეტრების ნულოვან მნიშვნელობებს, მაშინ ამ მდგომარეობიდან დაშორებისას შესაბამისი პარამეტრების ცვლილების შედეგად საშუალო ენერჯიის მოცემული მნიშვნელობის შესაბამისი ენტროპია მცირდება“ [29].

ჩვენი საუკუნის დასაწყისში გამოჩნდა ინფორმაციები ენტროპიის კვლევის კანონის შესახებ. ავსტრალიის ეროვნული უნივერსიტეტის მეცნიერებმა ექსპერიმენტულად აღმოაჩინეს, რომ მიკრონული ზომების ნაწილაკების ტრაექტორიის მცირე დროებში აშკარად დაიკვირვებოდა ენტროპიის კლება [30]. ეს ექსპერიმენტი და ამ საუკუნის დასაწყისში ჩატარებული სხვა ცდები ადასტურებენ **ი. კლიმონტოვიჩის** მიერ ღია სისტემებისათვის დადგენილ ენტროპიის კვლევის კანონს.

6. ფიზიკური ვაკუუმის ენერგეტიკული ფენომენი

ნობელის პრემიის ლაურეატ **რ. ფინმანისა** და **ჯ. უილერის** გამოთვლების მიხედვით

ფიზიკური ვაკუუმის ენერგეტიკული პოტენციალი იმდენად დიდია, რომ ჩვეულებრივი ელექტრული ნათურის მოცულობაში მოთავსებული ვაკუუმის ენერგია იკმარება მსოფლიო ოკეანის ასადულებლად. მაგრამ ჯერჯერობით ენერგიის ნივთიერებიდან მიღების ტრადიციული სქემა არამარტო დომინირებადია, არამედ ერთადერთად ითვლება. გარემოში ძველებურად იგულისხმება ნივთიერება, რომელიც ძალზე ცოტაა და გვავიწყდება ფიზიკური ვაკუუმი, რომელიც ბევრია და მასში ნივთიერება „ცურავს“. სახელდობრ, ასეთმა მოძველებულმა მიდგომამ იქამდე მიგვიყვანა, რომ კაცობრიობა, რომელიც უხვ ენერგიაში უნდა „ბანაობდეს“ ენერგეტიკულ „შიმშილს“ განიცდის [31].

ახალ ვაკუუმურ მიდგომაში იქედან გამოდიან, რომ გარსმომცველი გარემო სივრცე - ფიზიკური ვაკუუმია და წარმოადგენს ენერგოგარდაქმნის სისტემის განუყოფელ ნაწილს. ამ შემთხვევაში ვაკუუმური ენერგიის მიღების შესაძლებლობა ექვემდებარება ფიზიკურ ახსნას ყოველგვარი ბუნებრივი კანონებიდან გადახრის გარეშე. იკვეთება ენერგეტიკული დანადგარების შექმნის გზები, რომელთაც გააჩნია ჭარბი ენერგობალანსი და მათ მიერ გამოქვეყნებული ენერგია აღემატება კვების პირველადი წყაროს მიერ დახარჯულს. ასეთი ენერგობალანსის მქონე დანადგარებს შეუძლია გვიჩვენოს გზები ბუნებაში დაგროვილი უზარმაზარი ენერგიისაკენ.

დღეისათვის კაცობრიობა მწვავედ საჭიროებს არსებული ენერგეტიკული ტექნოლოგიების შეცვლას ახალი, სუფთა ეკოლოგიურით, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბიოსფეროს შენარჩუნებას. ეს უპირველეს ყოვლისა შეეხება ქვანახშირის, ნავთობის, აირის, ურანის ბუნებრივი მარაგების წვაზე დამყარებულ ენერგეტიკას. აქედან მიღებული ენერგიის დონე დაბალია და ენერგომომარაგების პრობლემა კრიზისული რჩება. გარდა ამისა, სასარგებლო წიაღისეულის მარაგი თანდათან იწურება და სანდო შეფასებების თანახმად დარჩენილი ბუნებრივი სათბობის მარაგი კაცობრიობას კიდევ 100 წელს ეყოფა.

ატომურ ენერგეტიკას, გარდა ექსპლუატაციური ხასიათის საშიშროებისა, გააჩნია ბირთვული ნარჩენების ჩაფვლისა და უტილიზაციის გადაუწყვეტელი პრობლემები. სულ უფრო შორეული ხდება იმედები მართული თერმობირთვული სინთეზის პროგრამის წარმატებით რეალიზაციის შესახებ. მისმა გადაჭრის ვადამ უკვე რამდენჯერ გადაიწია და მეცნიერება 2050 წლამდე ჯერ-ჯერობით გამოსავალს ამ კუთხით ვერ ხედავს.

მზის ენერგიის ელექტრულში გადამუშავება იგეგმება გიგანტური კოსმოსური ელექტროსადგურების შექმნის გზით. დედამიწაზე ენერგიის ტრანსპორტირება შესაძლებელია მიკროტალღურ დიაპაზონში. ამ ამოცანის შესრულების გზაზე ვხვდებით გადამცემი და მიმღები ზემადალსიხშირული დიაპაზონის სისტემების პრობლემებს, რომლებიც თავისთავად საშიშია დედამიწის ბიოსფეროსათვის და თვით კოსმოსური ელექტროსადგურებისათვის.

ბიოსფეროსათვის უვნებელი ეკოლოგიურად სუფთა ენერგიისა და მისი მიღების ხერხების უზრუნველყოფა, მიუხედავად ამ მიმართულებით დახარჯული უზარმაზარი სახსრებისა, კაცობრიობამ ჯერ-ჯერობით მაინც ვერ შეძლო. ამის მიზეზი კი ისაა, რომ კვლევები მიმდინარეობს ტრადიციული მიმართულებებით, რომლებიც არსებული წარმოდგენების ჩარჩოებში მიგვიყვანს მხოლოდ ამჟამინდელი მიდგომების მცირე „კოსმეტიკურ“

სრულყოფამდე და არ შეუძლია საბოლოო მიზნის მიღწევა. შეზღუდული რაოდენობის ენერგორესურსები სვამს ენერჯის მიღების სრულიად ახალი მეთოდების ძებნის ამოცანებს. თუ გავანალიზებთ ენერჯის მიღების ყველაზე გავრცელებულ მეთოდებს, მაშინ შევამჩნევთ გარკვეულ კანონზომიერებას, რომლის არსი შემდეგში მდგომარეობს. ენერგეტიკული გარდაქმნების მთელ ჯაჭვში საბოლოო პროდუქტს წარმოადგენს ნივთიერება, თანაც ის, როგორც წესი უფრო საშიშია ბიოსფეროსათვის, ვიდრე საწყისი ენერგომატარებლები. ეს პირველყოვლისა შეეხება ბუნებრივი სათბობის წვაზე დაფუძნებულ ენერგეტიკას, ატომურ ენერგეტიკასა და თერმობირთვულ სინთეზს. კაცობრიობა უკვე მიეჩვია იმ აზრს, რომ ენერჯის მისაღებად საჭიროა ვიმოქმედოთ ნივთიერებაზე და საბოლოო სტადიაში ასევე მივიღოთ ნივთიერება. უფრო მეტიც, ასეთი გზა თითქოს ერთადერთი შესაძლებლობაა. მაგრამ ასეა ეს?

ამოცანა მასში მდგომარეობს, რომ ვიპოვოთ ტრადიციული სქემისაგან - „ნივთიერება დასაწყისში - ნივთიერება საბოლოოდ“ - თავისუფალი ენერჯის მიღების სრულიად ახალი მეთოდები. მიუხედავად, ასეთი პარადოქსული ფორმულირებისა, პრობლემის გადაწყვეტა არსებობს და ის ზემონახსენები ფიზიკური ვაკუუმია, რომელსაც გააჩნია უზარმაზარი ენერჯია და ის მათემატიკურად ასე გამოისახება [32]:

$$W = \frac{\hbar}{2} \sum_K \omega_K \quad (7)$$

სადაც $\omega_K = KC$ არის სინათლის სიჩქარის და ტალღური ვექტორის ნამრავლი, \hbar -დაყვანილი პლანკის მუდმივა.

ამიტომ დღეისათვის ენერჯის მიღების ახალი ხერხების ძებნის მიმართულებამ ფიზიკური ვაკუუმის ზონაში გადაინაცვლა და მისი ინტენსიობა უკანასკნელ წლებში მკვეთრად იზრდება.

სრულიად რეალურ გახდა პრინციპულად ახალი გენერატორების შექმნა, რომლებიც გამოიყენებს გარემოში არსებული ფიზიკური (შესაძლოა ტექნიკურიც) ვაკუუმის ენერჯიას და მას გარდაქმნის ენერჯის მოხერხებულ ფორმად. არსებობს ამის სერიოზული ექსპერიმენტული მტკიცებულებებიც. დღეისათვის დაგროვდა დიდი რაოდენობის ექსპერიმენტული ფაქტი, რომლებიც ადასტურებს ენერჯის ისეთი დონეების მიღებას, რომლებიც აღემატებიან პირვანდელი წყაროს მიერ დახარჯული ენერჯის რაოდენობას. როგორც წესი, მსგავსი მოვლენები გამოვლინდებიან ფიზიკურ ვაკუუმთან დაკავშირებულ კვლევებში, რომლებიც ინტენსიურად ტარდება გერმანიაში, აშშ-ი, რუსეთში, იაპონიაში, შვეიცარიაში, საქართველოში და სხვაგან. გენერატორის გამოსავალზე ხდებოდა ჭარბი ენერჯის გამოვლინება, რომელიც აღემატებოდა კვების წყაროდან მოხმარებულ ენერჯიას. ე.ი., როგორც მას ხშირად უწოდებენ, ენერჯის „არაფრისაგან“ მიღების ფაქტი მრავალ ექსპერიმენტშია დაფიქსირებული. საუბარი სრულიადაც არაა მუდმივ ძრავაზე - ე.წ. „პერპეტუალ მობილეზე“, რამდენადაც ყველა ფაქტორების, მათ შორის ვაკუუმის ენერჯის გათვალისწინება და კორექტული გამოთვლები არ ადასტურებენ თერმოდინამიკის კანონების რღვევას. მიღებული ენერჯის სიდიდეში თავისი წვლილი შეაქვს ფიზიკურ ვაკუუმს, რაც განაპირობებს ჭარბ ენერგობალანსს [33].

ამერიკელმა მეცნიერმა **ჯ. გრიგსმა** (ჯორჯიის შტატი, კარტესვილი) გამოიგონა მოწყობილობა - „ჰიდროსენსური ტუმბო“, რომელიც გამიზნული იყო წყლის გასაცხელებლად და ორთქლის მისაღებად [34]. ასეთ ტუმბოზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა არაერთხელ გამოავლინეს ჭარბი თბური ენერჯის დიდი რაოდენობა, რომლის „მოგება“ 168% შეადგინა. **გრიგსმა** თავის დროზე ვერ ახსნა ამ ფენომენის არსი.

1959 წ. საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის მეტალურგიის ინსტიტუტში ჩატარდა ექსპერიმენტების სერია ნახევარგამტარული თერმოელემენტების გამოყენებით, რომლებშიც ჭარბი ენერჯები დაფიქსირდა. ის დაიკვირვებოდა მაშინაც, როცა განხორციელდა თერმოზატარეის გარემოსაგან სრული იზოლაცია [35].

შვეიცარიაში შექმნილია კონვერტერი, რომელიც წარმოადგენს ელექტროსტატიკური ძრავისა და მანქანის კომბინაციას. მისი წონა 20 კგ-ია. კონვერტერი დისკების ბრუნვით გამოიმუშავებს ელექტროენერჯიას, რომელიც მნიშვნელოვნად აღემატება მის ამუშავებაზე დახარჯულს და ჯამში შეადგენს 3 კვატს [36].

ი. ბაუროვის შრომებში წარმოდგენილია ამძრავი გენერატორები, რომლებშიც გამოყენებულია ფიზიკური ვაკუუმის ენერჯია. ექსპერიმენტულადაა გამოკვლეული თეორიულად ნაწინასწარმეტყველები ურთიერთქმედება და მისი შესაბამისი ძალები. ავტორის აზრით [37] მატერიალური სხეულების მოძრაობისა და ფიზიკური ვაკუუმის ხარჯზე მნიშვნელოვნად ძლიერდება ეს ახალი ურთიერთქმედება. დემონსტრაციულ მოდელებში გაკონტროლებულია გამოსავალი სიმძლავრე, ის შეადგენს 50 ვატს და წარმოიქმნება ფიზიკური ვაკუუმისაგან.

კ. შოულდერსის მიერ დაპატენტებულ მოწყობილობაში ვაკუუმური ენერჯია იტუმბება იმპულსური განმუხტვის გაიშვიათებული მილიდან. დატვირთვა მიერთებულია მილის გარეთა მხარეს მოთავსებულ ხვიაზე, მოწყობილობაში იქმნება მაღალი სიმკვრივის იმპულსური განმუხტვის დენი, რომლის დროსაც ელექტროდებს შორის წარმოიშობა პლაზმური წარმონაქმნი - ტოროიდული ფორმის ელექტრონული შესქელება. მისი კათოდის ანოდისაკენ მოძრაობისას წარმოიშობა დამატებითი დენი, რომლის ენერჯია 30-ჯერ აღემატება განმუხტვაზე დახარჯულ ენერჯიას [39].

წარმოდგენილი და სხვა ენერგეტიკული ფენომენების (მათი დეტალურად ჩამოთვლა შორს წაგვიყვანს) ახსნა არსებული ფიზიკური შეხედულებების პოზიციიდან წარმატებული აღმოჩნდა. ამჟამად მიმდინარეობს ჭარბ ენერჯიაზე პასუხისმგებელი მექანიზმების ძებნის აქტიური პროცესი, ფიზიკური ვაკუუმის თეორიის ჩათვლით. სახეზეა ისეთი სიტუაცია, როცა ექსპერიმენტული შედეგები უჩვენებს, რომ კაცობრიობა მიადგა ენერჯის მიღების უახლესი ხერხების პრაქტიკული რეალიზაციის პროცესს, რომელიც წარმოუდგენელი იყო რამდენიმე ათეული წლის წინ. ჭარბი ენერჯის მიღების ახალი მეთოდების მონოპოლიის დასაუფლებლად მისწრაფვიან აშშ-ის, გერმანიის, რუსეთის, საფრანგეთის, შვეიცარიის, იაპონიის, საქართველოსა [39] და სხვა ქვეყნების მკვლევარები.

ერთ-ერთი ასეთი დანადგარი დამზადებულია გერმანელი მეცნიერის **მარკუს რეიდის** მიერ, რომელიც შექმნილია თვითდამტენი ბატარეის ბაზაზე და უკვე რამდენიმე ათეული წელია ქუთაისის ტექნოლოგიურ აკადემიაში ფუნქციონირებს ამ აკადემიის რექტორის, სა-

ქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტისა და მისი ნამდვილი წევრის, პროფესორ **ამირან აფციაურის** მკაცრი მეთვალყურეობის ქვეშ [39]. ეს ხდება მაშინ, როცა თვით სკოლის კურსიდან ცნობილია, რომ საერთოდ მარგი ქმედების კოეფიციენტი ნაკლებია 100%-ზე. მაგრამ უნდა გვახსოვდეს, რომ თუ დანადგარი „ლია“, ე.ი. შეუძლია გარემოსთან ენერგეტიკული მიმოცვლა, მაშინ ეს წესი არ მოქმედებს. ასეთი „გამოსავლის“ ხარჯზე მისი მკვ პრინციპში შეიძლება მილიონ პროცენტსაც აღწევდეს, მაგრამ ამ შემთხვევაში დაისმება კანონიერი კითხვა: საიდან მოდის ეს ჭარბი გარეგანი ენერგია, რა არის მისი წყარო? სამწუხაროდ ასეთი კვლევები ჯერ-ჯერობით ძალზე ცოტაა ჩატარებული. სამწუხაროა ეს ფაქტი, რადგანაც არსებობს სერიოზული საფუძველი ვიფიქროთ, რომ მოწყობილობებში, რომელთა მკვ 100%-ზე მაღალია, ენერგია მოდის ფიზიკური ვაკუუმიდან იმის ხარჯზე, რომ მასში ადგილი აქვს განსაკუთრებულ „კვანტურ გრიგალებს“. ამ ამდელვებელი პრობლემის თეორიული გამოკვლევები საშუალებას იძლევა ვივარაუდოთ, რომ ფიზიკური ვაკუუმი თავის თავში მოიცავს ენერგიის უსასრულოდ დიდ რაოდენობას. ასეთი თეორიული სამუშაოები და პრაქტიკული ცდები წარმოადგენს **აინშტაინის** გამოკვლევების შემდგომ განვითარებას. ისე როგორც აინშტაინმა განავითარა **ნიუტონის** ფიზიკა, თითქმის 40 წლის წინათ ამერიკელმა ფიზიკოსებმა, **აინშტაინის** მოსწავლემ **დ. უილერმა** შეასრულა მთელი რიგი გამოთვლები, რომლებმაც უჩვენა, რომ ფიზიკური ვაკუუმის ფლუქტუაციის ენერგია 10^{95} გ/სმ³ სიმკვრივის ექვივალენტურია, მაშინ როცა ატმომბირთვის სიმკვრივე შეადგენს $\sim 10^{10}$ გ/სმ³. ამ სიდიდეთა თანაფარდობა ადასტურებს ფიზიკური ვაკუუმისა და თერმობირთვული წყაროების ენერგოტევადობების უზარმაზარ სხვაობას [40].

7. ფიზიკური ვაკუუმიდან ჭარბი ენერგიის მიღების კვლევების მიმართულებები

უკანასკნელ წლებში ჭარბი ენერგიის მოწყობილობების შექმნისა და ამ ენერგიის განმაპირობებელი ფიზიკური მექანიზმების გამოვლენის სამუშაოებში ჩაერთო თითქმის ყველა ქვეყნის მოწინავე მეცნიერი. გამალებული ბრძოლა ახალი ენერგიის მიღების საიდუმლოების ხელში ჩასაგდებად უკვე დაწყებულია, რაც გარკვეულწილად **გრისისა** და **შოულდერის მიერ** მიღებულმა პატენტებმა განაპირობა. დღეისათვის ჭარბი ენერგიის მიღების სამუშაოები მიმდინარეობს რამდენიმე მიმართულებით: თბური ენერგია; ელექტროენერგია; მექანიკური ენერგია.

ვაკუუმური ენერგიის პრობლემებისადმი დიდ ინტერესს იჩენს ამერიკის კოსმოსური სააგენტო (NASA), რომელიც ჭრის ისეთ პრობლემებს, რომლებიც რამდენიმე წლის წინათ შეიძლება ფანტასტიკურად მოგვჩვენებოდა. 1997 წელს ჩატარდა NASA -ს სამუშაო ჯგუფის სხდომა, რომელზეც განიხილება კოსმოსურ კვლევებში და ახალი ძრავების შექმნაში აუცილებელი ხერხები და მეთოდები, რომლებიც არ მოითხოვდნენ საბორტო საწვავის ხანგრძლივი ფრენებისათვის საჭირო მარაგებს. განიხილებოდა ენერგიისა და მათ შორის ვაკუუმურის მიღების ახალი მეთოდები, რომლებსაც შეეძლო მეცნიერული გარღვევის უზრუნველყოფა, ახალ პრინციპებზე მომუშავე ეპოქალური ძრავების შექმნაში.

ენერგიის ახალი სახეების ძებნის კვლევების ინტენსიობა იზრდება რუსეთშიც. პუბლიკაციების ზრდის მიხედვით შეიძლება ვიმსჯელოთ ამ პრობლემისადმი სამეცნიერო

ინტერესების მკვეთრი აქტივიზაციის შესახებ. სამუშაოები ეხება ვაკუუმური პრობლემის როგორც თეორიული ასპექტების, ისე პრაქტიკული გამოყენების სფეროებს. ვაკუუმური ენერგია გამოვლენილია მექანიკური ენერგიის ფორმით. ამ მიზნებისათვის დიდი იმედები მყარდება ე.წ. ტორსულ ველებზე [42]. ამერიკაში, გერმანიაში, იაპონიაში და სხვა ქვეყნებში იკვლევენ როგორც ვაკუუმური ენერგიის თეორიულ პრობლემებს, ისე მისი პრაქტიკული გამოყენების საკითხებს. ვაკუუმური პრობლემებისადმი მიძღვნილი პუბლიკაციების რაოდენობას მკვეთრი ზრდის ტენდენცია აქვს [43-50]. ზოგიერთ მკვლევარი ეფუძნება კაზიმირის ეფექტს, რომლის არსი მდგომარეობს ფიზიკური ვაკუუმის ფლუქტუაციის ხარჯზე ძალის გამოვლენაში, რომლის დროსაც დაიკვირვება ვაკუუმის ელექტროგამტარ ფირფიტებთან ურთიერთქმედება. ამ ეფექტის გამოყენებით ენერგიის მიღების ხერხები ითვალისწინებს წნევის ელექტრობაში გარდაქმნას, რომელიც ხორციელდება ფირფიტებზე ვაკუუმური სტრუქტურების მეშვეობით [51].

აქტიურად მიმდინარეობს გამოკვლევები, რომლებიც დაფუძნებულია ვაკუუმის ნულოვანი რხევების იდეაზე. ფიზიკურ ვაკუუმში აღმოჩენილია ელექტრომაგნიტური ველები, რომლებიც მასში არსებობენ აბსოლუტური ნულის მახლობლობაშიც. გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ მათი ენერგია ძალზე დიდია. ესაა ე.წ. ვაკუუმის ნულოვანი გამოსხივება. ენერგიის მიღების მიზნით ვაკუუმის ნულოვანი რხევების გამოყენების იდეას მიყვავართ ძირითადი ხერხების არსებობამდე, რომელთა მეშვეობითაც ვაკუუმს შეუძლია გამონათავისუფლოს თავისთავში არსებული კოლოსალური ენერგია.

მსოფლიოში მიმდინარეობს ყველა ამჟამად დამუშავებული ტექნოლოგიური გადწყვეტილებების აქტიური პატენტირება, რომლებიც დაკავშირებულია ვაკუუმური ენერგიის მიღების ახალ მეთოდებთან [52, 53]. ამ კვლევებში ვაკუუმი გათვალისწინებულია, როგორც ბუნებრივი მატერიალური გარემო, რომლებზე შემოქმედებითაც შეიძლება უზარმაზარი ენერგიის მიღება. ამის შედეგად ჩნდება შესაძლებლობა ენერგეტიკული გარდაქმნების საბოლოო ეტაპზე ეკოლოგიურად საშიში ნივთიერების ნაცვლად მივიღოთ ბუნებრივი მატერიალური გარემო-ვაკუუმი. ამ დროს წყდება არა მარტო ენერგიის მიღების ამოცანა, არამედ ენერგიის მიღების თვით პროცესის ეკოლოგიური სისუფთავის პრობლემა.

ლიტერატურა

1. Hoyle H. Nature of the Universe. //Oxford, 1950
2. ადეიშვილი თ. ასტროფიზიკის საფუძვლები. //ქუთაისი, 2015
3. ადეიშვილი თ. სამყაროს ვაკუუმიდან წარმოშობის შესაძლებლობა. ს/კ/ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“. შრომები, ტ. VII, თბილისი - თელავი, 2020.
4. Эйнштейн А. Сборник научных трудов. Т.4, М. 1967
5. Dirac P.A.M. A new basis for cosmology. Procesing of the royal socialy of London. A. 16511921, 1938.
6. ადეიშვილი თ., ბერძე მ., სანიკიძე თ. ფიზიკური ვაკუუმი - ეკოლოგიურად სუფთა ენერგიის უზარმაზარი წყარო. ს/კ. „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“. შრომები, ტ. VI, 2018
7. Наан Г.И. Физика вакуума. Научно-популярный Журнал «Познавайка». WWW. Poznawaika. org fizica.

8. Lamb J.W.E., Retherford R.C. Fine structure of Hydrogen Atom by a microwave Method. Phys. Rev., vol. 72, 1947
9. Линтон Э.А. Сверхпроводимость. Изд. «Мир», М., 1964
10. Вайнберг С. Все еще неизвестная Вселенная (пер.с англ.). Изд. «Альпина Фикин», 2020
11. Todokoto M. Study of the local Group by use of the Virial Theorem. Pub. Of the Astronomical Society of Japan. Journal, Vol. 20, 1968
12. ადეიშვილი თ., ხვედელიძე ლ., ნავერიანი თ. ასტრონომიის საფუძვლები. ნაწილი 11, ქუთაისი, 2015
13. ადეიშვილი თ. კოსმოლოგია. ქუთაისი, 2014
14. Zenesiny A. et al. Fals vacuum decay via bulle formation in ferroma gnetic supefluids Nature Physycs. 2024. P. 1-6
15. ადეიშვილი თ., კვარაცხელია ო. და სხვ. ფიზიკური ვაკუუმის არსი. ს/კ. „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, შრომათა კრებული, ტომი VII, ბათუმი, 2022.
16. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. М; Егугориал УРСС, 2005
17. Бараш Ю.С., Ганбирг И.Л. Электромагнитные флуктуации в веществе и молекулярные силы между телами. УФН, Т.116, 1975
18. Ициксон К., Зюбер Ж. Квантовая теория поля. Т.1, Москва, Мир, 1984
19. Садовский М.В. Лекции по квантовой теории поля. Москва – Ижевск, 2003
20. Wilson C. et al. Nature, №479, P. 376, 2005
21. Howking S. and Penrose R. The Nature of Space and Time. Princeton. Princeton University Pres, 1996
22. Joffe B., Smilga A.V. Nucleon Magnetic moments and properties of the vacuum in QCD. Nuclea-Physics, B 232, 1984
23. Дельбрюковское рассеяние //Физическая энциклопедия, Том 5, М., 1988
24. Scharnhorst R. The velocities of light in modified QED. Vacua Annales phys. T. 7, 1998
25. Unruh W.G. Notes on black-hole evaporation. Physical Review D. 14(4): 870-892, 1976.
26. Жвирблис В. Не мировой эфир, а физический вакуум. Http: //re-tech. Narod/fizique/teor/vacuum.htm
27. ადეიშვილი თ. და სხვ. გრავიტაციული მუდმივას ცვლილების საკითხისათვის. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“. შრომათა კრებული, ტომი V, ქუთაისი, 2017.
28. Климонтович Ю.Л. Уменьшение эетропии в процессе самоорганизации. S тероема. Письма в ЖТФ, Т.8, 1983
29. Апшинов В.И., Климонтович Ю.Л., Сачков Ю.В. Естественные и развитие: Диалог с прошлым, настоящим, будущим. Http: //dr-gng.dp/lib-rary/хаос/pos 1. htm
30. Wang G.W. et al. Physics. Rev. Lett., V.89, 05060, 2002
31. Adeishvili T. Physics. Source of Lectures. Kutaisi, 2020
32. Физическая этциклопедия. Главный редактор Прохоров А.М., М: «Советская Энциклопедия», 1988
33. Гарбарук В.Р., Косинов Н.В. Мир стремится к вакуумной энергии. Физический вакуум и природа, №2, 1999
34. James L Griggs. Apparatus for heating fluids. US patent 5, Griggs. Apparatus for heating fluids. US patent 5,188,090,5
35. Техника молодежи. №9, 1990, стр. 36-38.
36. Niper Hans A. Revolution in Technik, Medizin, Gesellschaft. 1983
37. Бауров Ю.А. О структурое физического пространства и новом виде взаимодействия,

- Сознание и физическая реальность. Том 1, №46 1996
38. Shoulders Kenneth R. Energy Conversion Using High Charge Density. US Patent 5,018,180, 1991
 39. Анциаури А. Неравновеная термодинамика. Как использовать тепло природы. ЛАР ЛАМ ВЕРТ Academic Publilishing. Saarbruken, 2012
 40. Косинов Н.В. Эманация вещества вакуумом и законы структурогенеза. Физический вакуум и природа, «1, 1999
 41. Millis M. Challenge to Create the Soarce - Drive Journal of Propulsion and Power. № 1, 1997
 42. Косинов Н.В. Физический вакуум и природа, №4, 2000
 43. Ruthoff H.E. Alternative Energy Sources: Good News / Bad News and the 1 – watt challing International Simposium on Energy. Denver, Colorado, 1994
 44. Ruthoff H. E. Zero-Point Energy: An Introduction, Fusion Facts, 3, 1991
 45. Ruthoff H.E. The Energetic Vacuum: Implications for Energy Research And Technology. 13, 1990
 46. Ruthoff H.E. Source of Vacuum Electromagnetic zero-point Energy. Phys. Rev. A. 40, №1, 1989
 47. Ruthoff H.E. Gravity as a Zero-Point-Fluctuation Force. Phys. Rev. A99, 1989
 48. Haisch B, et al. Inertia as Zero-Point field Lorentz Force. Phys. Rev. A, 49, №2, 1994
 49. Forvard R.L. Extracting Electrical Energy from the Vacuum by cohesion charged conctuctors. Phys. Rev. B.15, 1984
 50. Milloni P.W. The Quantum Vacuum, Academic Press, San-Diego, CA, 1994
 51. Cole D.C., et al. Extracting Energy and Heat From the vacuum. Phys. Rev., E, V48, 1998
 52. Патент США №4622510
 53. Абраменко Р.Ф., Николаева В.И. Квантовая Энергетика Электронного Бозе-Конденсата в окружающей среде. М. «Химия», 1991

Vacuum Energy and Ways of its Transformation Summary

Issues of obtaining of ecological clean energy from the physical vacuum are reviewed. In these studies, the vacuum is considered as a natural material environment, which be get a huge amount of clean energy.

საქართველოს მცინვარების ელექტრონული ატლასის შექმნა

გ. ი. კორძაბია*, ლ.დ. შენგელია*, გ.ა. თვაური**,
მ. შ. ძაძამია***, გ.ნ. გულიაშვილი***

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,
** ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ე. ანდრონიკაშვილის
ფიზიკის ინსტიტუტი
*** გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტო

აბსტრაქტი: „შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით [FR-21-1996] მიმდინარეობს დამამთავრებელი სამუშაოები ორენოვანი (ქართულ-ინგლისურ ენებზე) „საქართველოს მცინვარების ელექტრონული ატლასის“ შესაქმნელად, რომელშიც განთავსდება, როგორც ძველი ყოფილი საბჭოთა კავშირის მცინვარების კატალოგის შესწორებული მონაცემები, ასევე ამ საუკუნის სამკადიანი (2010, 2015, 2020 წ.წ.) უახლესი ინფორმაცია საქართველოს მცინვარების შესახებ. „საქართველოს მცინვარების ელექტრონული ატლასი“ წარმოადგენს გეოინფორმაციული სისტემების ფუნქციონალური შესაძლებლობების შეხამებას: მცინვარების შესახებ მრავალშრიანი ინფორმაციის შენახვა, ინფორმაციის მოპოვებისათვის თავისუფალი ნავიგაციის შესაძლებლობები, მონაცემთა დამატების ადვილად შესასრულებელი პროცესი, უკვე არსებული ინფორმაციის კორექტირების შესაძლებლობები, ინფორმაციის ასახვა ფენებად და სხვა.

საკვანძო სიტყვები: თანამგზავრული დისტანციური ზონდირება; კლიმატის ცვლილება; საქართველოს მცინვარების ელექტრონული ატლასი.

მცინვარების შესწავლისა და კვლევის სხვადასხვა ეტაპზე შეიქმნა ყოფილი საბჭოთა კავშირის მცინვარების კატალოგის (შემდგომში კატალოგი) სხვადასხვა გამოცემა [1-4], რომლის მნიშვნელობიდან გამომდინარე იგი გაციფრულდა და ატვირთულ იქნა მსოფლიო კატალოგში [5]. საქართველოს ურთულესი მცინვარული სისტემა ამ კატალოგში შემადგენელ ნაწილად იყო შეყვანილი და მისი გამოყენება საკმაოდ სირთულეებთან არის დაკავშირებული.

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედებით მცინვარების დეგრადაციის პრობლემას მეცნიერულად დასაბუთებული პასუხი რომ გაეცეს, მიწისპირა დაკვირვებების გამოყენებით პრობლემის გადაწყვეტა შეუძლებელია, რადგანაც ეს მეთოდოლოგია ვერ იძლევა მცინვარების მახასიათებელ მონაცემებს. ამავდროულად კატალოგში მთელი რიგი მცინვარების მონაცემები არაზუსტია. ამ პრობლემის გადაწყვეტისათვის საჭიროა მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების (თდზ) გამოყენება, რადგან თდზ დიდი რეგიონებისათვის მცინვარების ერთდროული შესწავლის საშუალებას იძლევა საჭირო დეტალიზაციითა და სიზუსტით შეზღუდული რესურსებისა და დროის პირობებში [6-9].

ავტორთა მიერ ჩატარებულმა ტექნოლოგიურმა და მეთოდოლოგიურმა კვლევებმა აჩვენა, რომ მცინვარების დეგრადაციის დინამიკის შესწავლა ინოვაციური მაღალი გარჩევადობის თდზ-ის საფუძველზე ეფექტურია, რადგან საუკეთესო პრაქტიკები [10-12] გამოყენებულია შემუშავებულ მეთოდებთან ერთად [6, 13-15].

მცინვარებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების გამო მიმდინარეობს მცინვარების ინტენსიური არაწრფივი დეგრადაცია რაც გამოიხატება თუნდაც იმაში, რომ დროის მცირე შუალედებში ხდება მცინვარების ძირითადი მახასიათებლების მნიშვნელოვანი ცვლილება. ამდენად დღის წესრიგში დადგა საქართველოს მცინვარების დამოუკიდებელი, თანამედროვე სრულყოფილი ელექტრონული ატლასის შექმნა. ამ ატლასში შედის წლების მანძილზე ჩატარებული კვლევების საფუძველზე გასწორებული კატალოგის, ასევე ამ საუკუნის სამედიანის (2010, 2015, 2020) უახლესი ინფორმაცია საქართველოს მცინვარების შესახებ. უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენი კვლევების საფუძველზე კატალოგში გასწორდა მონაცემები დასავლეთ საქართველოს 108 მცინვარის (მთლიანი რაოდენობის 26,4%) და აღმოსავლეთ საქართველოს 7 მცინვარის (მთლიანი რაოდენობის 5,3%) შესახებ.

თანამედროვე ელექტრონული ატლასის შექმნა მოიცავს სხვადასხვა ინოვაციური სისტემების გამოყენებას. მაგალითისათვის ეს გეოინფორმაციული სისტემების ფუნქციონალური შესაძლებლობების ეფექტური გამოყენების, ინფორმაციის კომფორტული ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფის საშუალებას იძლევა. ატლასი მოიცავს მცინვარების შესახებ დიდი მოცულობის მრავალფეროვან ინფორმაციას ოთხ სხვადასხვა ვადაზე. აღსანიშნავია, რომ დამუშავებული სისტემა საშუალებას იძლევა ადგილი ჰქონდეს ახალი მონაცემების ადვილად დამატებას, ინფორმაციის სხვადასხვა შრედ ასახვას, ინტერაქტიურ დიალოგს, საცნობარო ან განმარტებითი ინფორმაციის ჩამოტვირთვის ოპერაციებს, ინტერნეტის გლობალურ სისტემასთან წვდომას და მისი ტელესაკომუნიკაციო სივრცედ გამოყენებას, ინტერფეისის არაკვალიფიციური მომხმარებლისთვის ადაპტირებას და სხვა.

საქართველოს მცინვარების ორენოვანი ელექტრონული ატლასი აერთიანებს კარტოგრაფიულ და საინფორმაციო მონაცემებს. ეს ინფორმაცია წარმოდგენილია ორი ბლოკის სახით, საქართველოს აღმოსავლეთი და დასავლეთი ნაწილებით, რაც განპირობებულია ქვეყნის ამ ნაწილებს შორის კლიმატის დიდი სხვაობით.

საქართველოში მცინვარების დეგრადაცია გაცილებით სწრაფად მიმდინარეობს აღმოსავლეთში, ვიდრე ქვეყნის დასავლეთ ნაწილში, რაც განპირობებულია, იმით, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს ჰავა ძირითადად მშრალი და კონტინენტურია, ხოლო დასავლეთ საქართველოს ჰავა ძირითადად სუბტროპიკული და ნოტიოა.

მაშასადამე აღნიშნულ ორ ბლოკში წარმოდგენილია მცინვარები: დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარული აუზებიდან (6 მცინვარული აუზი დასავლეთ და 6 მცინვარული აუზი აღმოსავლეთ საქართველოში).

კარტოგრაფიული ბლოკი მოიცავს: თემატურ ციფრულ ფენებს, რომლებიც ასახავენ მცინვარების განაწილებას შესასწავლ ტერიტორიაზე, კერძოდ ტოპოგრაფიულ რუკებს (1977 წ.) და როგორც ზემოთ აღნიშნა მცინვარების ოთხ რეპერულ მდგომარეობას: 1. საწყისი - კატალოგის საბოლოო გასწორებული მდგომარეობა და სამი მდგომარეობის მონაცემები, რომლებიც განსაზღვრულია მაღალი გარჩევადობის დედამიწის თანამგზავრების დისტანციური ზონდირების (თდზ) საფუძველზე. კერძოდ: 2. მცინვარების მდგომარეობა 2010 წ. (თდზ 1); 3. მცინვარების მდგომარეობა 2015 წ. (თდზ 2); და 4. მცინვარების მდგომარეობა 2020 წ. (თდზ 3). საჭიროების და მიხედვით გამოიყენება თდზ-ის საფუძ-

ველზე არარეპერულ დროით მომენტებში განსაზღვრული თანამგზავრული მონაცემები, რაც განპირობებულია ელექტრონულ ატლასში მოყვანილ მონაცემთა ბაზების ინფორმატიულობის უზრუნველსაყოფად.

ცალ-ცალკე ფენად არის ელექტრონულ ატლასში დიდი და სახელდებული საშუალო მყინვარების სურათები, ხოლო რაც შეეხება შედარებით ნაკლებად მნიშვნელოვან საშუალო და მცირე მყინვარებს მათი მდებარეობა მოცემულია ხეობებში ისტორიული ტოპოგრაფიული რუკების და თდზ 1-ის, თდზ 2-ის და თდზ 3-ის საფუძველზე.

კარტოგრაფიულ ბლოკში არის შესაძლებლობა მარტივად მოვნახოთ ცალკეული მყინვარების მონაცემები, კერძოდ ვნახოთ ჩვენთვის საინტერესო მყინვარების მახასიათებელი პარამეტრები: სიგრძე, ფართობი, მინიმალური და მაქსიმალური სიმაღლეები, წონასწორობის და ფირნის ხაზის სიმაღლეები, აბლაციის (აკუმულაციის) არეების ფართობები, საწყისი და სამი საბაზისო (რეპერული) მდგომარეობის მიხედვით.

ორენოვანი (ქართულ-ინგლისური) „საქართველოს მყინვარების ელექტრონული ატლასის“ საბოლოო გამოყენებითი ფორმატი განთავსდება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის (წამყვანი ორგანიზაცია) ვებ გვერდზე და ხელმისაწვდომი იქნება მყინვარების კვლევის და შედეგების გამოყენებით დაინტერესებული სპეციალისტებისათვის.

ქვეყანაში, მიღებული შედეგების ძირითადი მომხმარებელია გარემოს ეროვნული სააგენტო, რადგან მთავრობის დადგენილებით ეს ორგანიზაცია ვალდებულია ქვეყანაში გლაციოლოგიური სამუშაოების წარმოებაზე და მყინვარების შესახებ მონაცემებით ყველა დაინტერესებული სამთავრობო თუ არასამთავრობო ორგანიზაციის და კერძო პირების მომსახურებაზე. ამავდროულად, „საქართველოს მყინვარების ელექტრონული ატლასის“ ხელმისაწვდომობა ხელს შეუწყობს საზოგადოების ცნობიერების ამაღლებას და საქართველოს მყინვარებისადმი ინტერესის გაძლიერებას, გაზრდის ქვეყნის მიმზიდველობას ტურისტული და ალპინისტური თვალსაზრისით, რაც მნიშვნელოვანია ქვეყნის სოციალური და ეკონომიკური განვითარებისათვის.

მადლიერება

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

ლიტერატურა

1. В.Ш. Цомая. Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 3, ч. 1, Закавказье и Дагестан, Л.: Гидрометеиздат, 1975, 95 с.
2. В.Ш. Цомая, О.А. Дробышев. Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 11, Северный Кавказ, Л.: Гидрометеиздат, 1977, 71 с.
3. В.Д. Панов Э.С. Боровик. Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 12, Северный Кавказ, Л.: Гидрометеиздат, 1977, 51 с.
4. Маруашвили Л. И., Курдгелаидзе Г. М., Лашхи Т. А., Инашвили Ш. В. Каталог Ледников СССР. Т. 9, вып. 1, ч. 2-6, Закавказье и Дагестан, Л.: Гидрометеиздат, 1975. 86 с.
5. WGMS and NSIDC World glacier inventory. Compiled and made available by the World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland, and the National Snow and Ice Data Center, Boulder CO, USA. Digital media. 1989, updated 2012

6. Kordzakhia G. Georgia's Fourth National Communication of Georgia, Under the United Nations Framework Convention on Climate Change, 4.4 Glaciers (2021). Tbilisi: 241-250. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/4%20Final%20Report%20-%20English%202020%2030.03_0.pdf
7. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. Impact of Modern Climate Change on Glaciers in East Georgia // Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 10, #4, 2016, pp. 56–63.
8. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. Research of Glaciers Variation Dynamics in East Georgia Under the Impact of Modern Climate Change, Proceedings of the Fourth Plenary Conference and Field Trips of UNESCO–IUGS–IGCP 610 project „From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary“ (2013–2017), 2-9 October, 2016, pp. 96-100, Printed in Georgia, Georgian National Academy of Sciences, Georgia, Tb., 2016, pp. 96-100.
9. G. I. Kordzakhia, L. D. Shengelia, G. A. Tvauri, M. Sh. Dzadzamia. The Climate Change Impact on the Glaciers of Georgia//Word Science, № 4(44) Vol.1, April 2019, Publisher – RS Global Sp. z O.O, Scientific Educational Center Warsaw, Poland, DOI: 10.31435/rsglobal_ws, 2019, pp. 29–34.
10. 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.
11. Petri Pellikka, W. Gareth Rees - Remote Sensing of Glaciers Techniques for Topographic, Spatial and Thematic Mapping of Glaciers 2010, 330 p. 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.
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. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, 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.
14. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri. Impact of Climate Change on Glaciers of the Inguri River Basin (Georgia). Proceeding of WRFER International Conference. Barcelona, Spain, 23 September 2023, WRFER International Conference. Barcelona, Spain, 2023, pp. 1–4.
15. George Kordzakhia, Larisa Shengelia, Genadi Tvauri, Murman Dzadzamia. Current Climate Change Impact on the Mtkvari (Kura) River Basin Glaciers Degradation. BULLETIN OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 2020, vol. 14, 83-89.

Creation of electronic atlas of glaciers of Georgia Summary

The final works to create a bilingual (Georgian-English) "Electronic Atlas of Glaciers of Georgia", are underway with the financial support of the Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia [FR-21-1996]. This electronic atlas will include both the old former Soviet Union catalogue corrected data and the latest determined information for three dates (2010, 2015, 2020). Electronic Atlas of Glaciers of Georgia represents a combination of functional capabilities of geoinformation systems: storage of multi-layered information about glaciers, free navigation capabilities for obtaining information, an easy-to-follow process for adding data, adjusting existing information, overlaying information, and more.

გლობალური დათბობის ფიზიკური საწყისები

ადეიშვილი თეიმურაზ, ბერძენიშვილი ნანა

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი. ნაშრომი ეძღვნება დედამიწის კლიმატის დათბობის თანამედროვე პრობლემების ზოგადი კანონზომიერებების მიმოხილვას. ის მოიცავს მთლიანად დედამიწის კლიმატის რყევებს დროთა განმავლობაში, რომელიც გამოიხატება ამინდის პარამეტრების სტატისტიკურად საიმედო გადახრებში ხანგრძლივი პერიოდის (მილიონამდე წლების) მანძილზე.

საკვანძო სიტყვები. ანთროპოგენური ფაქტორი, გლობალური დათბობა, სათბურის აირები, გლობალური ტემპერატურა, მყინვართა დნობა, მზის ნათობა, მზის აქტიურობა, კლიმატური მოდელები.

1. შესავალი

გლობალური დათბობა წარმოადგენს დედამიწის კლიმატური სისტემის საშუალო ტემპერატურის გრძელვადიან მომატებას. ეს პროცესი საუკუნეებია, რაც მიმდინარეობს და სპეციალისტთა უპირატესად დიდი ნაწილის აზრით მისი გამომწვევი ძირითადი მიზეზებია ადამიანის საქმიანობა - ანთროპოგენური ფაქტორი [1].

1850 წლიდან ჰაერის ტემპერატურა ყოველ ათწლეულში იყო წინა ათწლეულზე მაღალი [2]. 1750-1800 წლებში ადამიანი პასუხისმგებელია საშუალო გლობალური ტემპერატურის $0,8-1,2^{\circ}\text{C}$ - ით მატებაზე. შემდგომი მატების ალბათური სიდიდე XXI საუკუნეში კლიმატური მოდელების საფუძველზე შეადგენს $0,3-1,7^{\circ}\text{C}$ სათბურის აირების ემისიის მინიმალური რაოდენობისათვის, ხოლო $2,6-4,8^{\circ}\text{C}$ - მაქსიმალური სცენარისათვის [3]. გლობალური დათბობის შედეგები მოიცავს ზღვის დონის აწევას, ნალექების რეგიონალურ ცვლილებებს, უფრო ხშირ ექსტრემალურ ამინდის მოვლენებს, მაგალითად, სიციხე და უდაბნოების გაფართოება. როგორც გაეროს ვებგვერდები უჩვენებს, არსებობს იმის საგანგაშო მონაცემები, რომ საზღვრულ მარჯვენა მხარეს გადამეტება, რომელსაც მიყვავართ ეკოსისტემებში და ჩვენი პლანეტის კლიმატურ სისტემებში შეუქცევად ცვლილებებამდე, უკვე მოხდა.

1988 წელს გაეროს მონაწილეობით ობიექტური სამეცნიერო მონაცემების მოპოვების მიზნით შეიქმნა სამთავრობათაშორისი ჯგუფი კლიმატის ცვლილებების ექსპერტთა (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change) მონაწილეობით (კცესჯ), რომელიც მუშაობდა გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის ეგიდით.

შემდგომმა წლებმა განაპირობა გლობალური დათბობის მიზეზთა შეფასებაში კონსენსუსის მიღწევა. კცესჯ - ის მეოთხე შეფასებით მოხსენებაში (2007წ) ხაზი გაესვა იმის 90%-იან ალბათობას, რომ ტემპერატურის ცვლილების დიდი ნაწილი გამოწვეულია ადამიანის საქმიანობის შედეგად სათბურის აირების კონცენტრაციის მატებით. თავის მეხუთე მოხსენებაში (2014წ) კლიმატის ცვლილების სამთავრობათაშორისო ჯგუფმა განაცხადა: „დადგინდა ადამიანის გავლენა ატმოსფეროსა და ოკეანის ტემპერატურის მატებაზე, გლო-

ბალური ჰიდროლოგიური ციკლის ცვლილებაზე, თოვლისა და ყინულის რაოდენობის შემცირებაზე, ზღვის გლობალური საშუალო დონის მომატებაზე და ზოგიერთ ექსტრემალურ კლიმატურ ცვლილებებზე. ერთობ ალბათურია, რომ ადამიანის გავლენა იყო XX საუკუნის შუა ხანებიდან დამზერილი დათბობის მიზეზი [4].

2021 და 2022 წლებში გამოვიდა კვლევა - ის მეექვსე შეფასებითი მოხსენება. მისი მომზადების ფარგლებში 2018 წელს გამოსულ სპეციალურ მოხსენებაში „გლობალური დათბობა 1,5° C“ მსოფლიოს მასშტაბით ფართოდ გაშუქდა მასობრივი ინფორმაციის საშუალებებში.

როგორც **ბ.სანტერის** პუბლიკაციაშია ნაჩვენები 2016 წლიდან დამაჯერებლობის ხარისხმა მასში, რომ კლიმატის ცვლილება გამოწვეულია ადამიანის საქმიანობით, ე.წ. „ოქროს სტანდარტს (99,9999%)“ მიაღწია.

გლობალური ტემპერატურის ზრდის შედეგს წარმოადგენს ზღვის დონის მატება, ნალექების რაოდენობის ცვლილება და უდაბნოების ზრდა. დათბობის სხვა შედეგებს მიეკუთვნება სიციხის, გვალვებისა და თავსხმა წვიმების სიხშირის ზრდა, ოკეანის დაჟანგვა, ტემპერატურული რეჟიმის ცვლილების გამო ბიოლოგიური სახეობების გადაშენება. კაცობრიობისათვის მნიშვნელოვან შედეგებს წარმოადგენს სასურსათო უსაფრთხოება, რომელიც შეიძლება შეიქმნას მოსავლიანობაზე ნეგატიური გავლენის გამო (განსაკუთრებით ეს შეეხება აზიასა და აფრიკას) და ზღვის დონის მომატებით ადამიანთა არსებობის ადგილების დაკარგვით.

გლობალური დათბობის საწინააღმდეგო პოლიტიკა მოიცავს მის შემსუბუქებას სათბურის აირების შემცირების ხარჯზე და ასევე ადაპტაციას მისი ზემოქმედებისადმი. მომავალში, ზოგიერთის აზრით შესაძლებელი იქნება გეოინჟინერია. მსოფლიოს ქვეყნების უმეტესობა მონაწილეობს გაეროს ჩარჩო კონვენციაში კლიმატის ცვლილების საკითხებში. ისინი დათანხმდნენ აირების ემისიების მნიშვნელოვნად შემცირების აუცილებლობას გლობალური დათბობის 2,0°C-ით შემოსაზღვრის მიზნით.

2000-2010 წლებში სათბურის აირების ემისია წელიწადში 2,2%-ით გაიზარდა, ხოლო 1970-2000 წლებში ზრდა შეადგენდა 1,3%-ს წელიწადში.

II ტემპერატურის ცვლილება

ჰაერის საშუალო ზედაპირული ტემპერატურა 1901-2012 წლებში გაიზარდა $0,89 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$ -ით. უაღბათესია, რომ 1983-2012 წლების 30 წლიანი პერიოდი ყველაზე თბილი იყო ჩრდილო ნახევარსფეროში უკანასკნელი 800 წლის განმავლობაში [6]. სათბურის აირებით გამოწვეულმა კლიმატის ცვლილებებმა უკვე XX საუკუნის პირველ ნახევარში, გავლენა მოახდინეს მცენარეების განვითარებაზე. კერძოდ, გაიზარდა გვალვიანობის რისკი მსოფლიო მასშტაბით.

ჰაერის ტემპერატურის პირდაპირი გაზომვით გამოვლენილი დათბობა თანხმობაშია დაკვირვებათა ფართო სპექტრთან, რომელიც შესრულებულია მრავალი დამოუკიდებელი კვლევითი ჯგუფის მიერ [7,8]. ასეთი დაკვირვებების მაგალითები შეიძლება იყოს ზღვის დონის ზრდა (გამოწვეულია გაცხელებისას წყლის თერმული გაფართოებით), მყინვარების დნობა, ოკეანის თბოტევადობის ზრდა, ტენიანობის მომატება, ატმოსფერული ოპტი-

კური პროცესების გაძლიერება, გაზაფხულის შედარებით ადრე დადგომა და სხვა. ასეთი მოვლენების თანხვედრის ალბათობა ძალზე მცირეა.

რამდენიმე ათწლეულის მასშტაბში ატმოსფეროს დათბობის პროცესი საგრძნობლად სტაბილურია, ვიდრე ათწლეულთა რიგის ფარგლებში. 10-15 წლის პეროდები ხშირად უჩვენებს დათბობის უფრო სუსტ, ან უფრო ძლიერ, ტენდენციებზე [6]. ასეთი შედარებით მოკლევადიანი რყევები ზედ ედებიან დათბობის ხანგრძლივ ტრენდებს და შეუძლიათ დროებით მათი შენიღბვა. ატმოსფერული ტემპერატურების ფარდობით სტაბილურობას 2002-2003 წლებში ზოგიერთი მეცნიერი გლობალური დათბობის „პაუზას“ ან „შეჩერებას“ უწოდებდა, რაც ასეთი ეპიზოდის მაგალითი შეიძლება იყოს. თუმცა ზედაპირული ტემპერატურის ზრდის ტემპები ამ პერიოდში შემცირდა, ოკეანე მაინც განაგრძობდა სითბოს დაგროვებას, თანაც პირვანდელზე უფრო ღრმად.

ყოველი წელიწადი 1986-2013 წლებში უფრო ცხელი იყო 1961-1990 წლების საშუალოზე. წლის მდგომარეობის დაკვირვებით ისტორიაში [20] ყველაზე თბილი წელი მოდის უკანასკნელი 22 წლის განმავლობაში და უკანასკნელი 2015-2018 წელი ყველაზე თბილია, რომელთაგან მაქსიმუმი 2016 წელზე დაიკვირვება.

დედამიწის სხვადასხვა ნაწილში ტემპერატურა სხვადასხვანაირად იცვლება. 1979 წლიდან ტემპერატურა ხმელეთზე ორჯერ მეტად გაიზარდა ვიდრე ოკეანის თავზე. აქ ტემპერატურა იზრდება უფრო ნელა იმის გამო, რომ ოკეანეს უფრო დიდი თბოტევადობა აქვს და აორთქლებაზე ენერჯის ხარჯიც მეტი აქვს [9]. ჩრდილო ნახევარსფერო უფრო სწრაფად თბება, ვიდრე სამხრეთი, ოკეანეში მერიდიანული სითბოს გადატანის გამო. ასევე თავისი წვლილი შეაქვს პოლარული რეგიონების ალბედოთა სხვაობას. არქტიკაში დათბობის ტემპები ორჯერ აღემატება საშუალო მსოფლიო მნიშვნელობებს. თუმცა ჩრდილო ნახევარსფეროში სათბური აირების ემისია გაცილებით მეტია სამხრეთზე, დათბობაში განსხვავებათა მიზეზი ამაში არ არის, რამდენადაც ძირითადი სათბური აირების სიცოცხლის ხანგრძლივობა მათ ატმოსფეროში ეფექტურად გადაადგილების საშუალებას აძლევს. ოკეანეთა თერმული ინერცია და კლიმატური სისტემის სხვა ელემენტების ნელი რეაქცია ნიშნავს, რომ კლიმატს ასწლეულები დასჭირდება წონასწორული მდგომარეობის მისაღწევად [10].

III დათბობის მიზეზები (გარეგანი ზემოქმედებები)

ჩვენი პლანეტის კლიმატური სისტემა რეაგირებს გარეგანი ზემოქმედებების (ინგლ. external forcings) ცვლილებებზე, რომლებიც კლიმატს მიმართავენ, ან დათბობის, ან კიდეც აცივებისაკენ. ასეთი ზემოქმედებების მაგალითებია: ატმოსფეროს აიროვანი შედგენილობის ცვლილება, მზის ნათობის ვარიაციები, ვულკანური ამოფრქვევები, მზის გარშემო დედამიწის ორბიტული მოძრაობის ცვლილებები.

3.1 სათბურის აირების გამოფრქვევები

დედამიწა გარდაქმნის მასზე დაცემული მზის ხილული სინათლის ენერჯიას ჩვენი პლანეტიდან კოსმოსში გასულ ინფრაწითელ გამოსხივებად. სათბურის აირები ართულეზენ ამ პროცესს, რადგან ნაწილობრივ შთანთქავენ ინფრაწითელ გამოსხივებას და აკავებენ კოსმოსურ სივრცეში გამავალ ენერჯიას ატმოსფეროში, სადაც სათბურის აირების დამატე-

ბით კაცობრიობა კიდევ უფრო ზრდის ატმოსფეროში ინფრაწითელი ტალღების შთანთქმის პროცესს, რაც განაპირობებს დედამიწის ზედაპირთან ტემპერატურის ზრდას.

სათბურის ეფექტი აღმოჩენილი იყო **ჟოზეფ ფურიეს** მიერ 1896 წელს.

დედამიწაზე ძირითადად სათბურის აირებს წარმოადგენენ: წყლის ორთქლი (დაახლოებით პასუხისმგებელია 36-60% სათბურის ეფექტზე, ღრუბლების გაუთვალისწინებლად) და ოზონი $-O_3$ (3-7%), აზოტი N_2 და ჟანგბადი O_2 და სხვა აირები, რომელთა მოლეკულებს გააჩნიათ ელექტრული პოტენციალის მკაცრად სიმეტრიული განაწილება, გამჭირვალეა ინფრაწითელი გამოსხივებისათვის და სათბურის ეფექტისათვის არანაირი მნიშვნელობა არ გააჩნიათ. წყლის ორთქლის თავისებურებას წარმოადგენს კონდენსირების უნარი და ატმოსფეროში მისი კონცენტრაციის ჰაერის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება, რაც კლიმატურ სისტემაში მას დადებითი უკუკავშირის თვისებას ანიჭებს.

ყველა სათბური აირის თითქმის ნახევარი, მიღებული კაცობრიობის სამეურნეო საქმიანობის მსვლელობისას, ატმოსფეროში რჩება. ნახშირორჟანგის ყველა ანთროპოგენური გამონაბოლქვის დაახლოებით 3/4 უკანასკნელი 20 წლის განმავლობაში ნავთობის ბუნებრივი აირის და ქვანახშირის მოპოვებისა და წვის შედეგი გახლდათ. ამასთან ნახშირორჟანგის ანთროპოგენურ გამონაბოლქვთა მოცულობის თითქმის ნახევარი დაკავშირებულია მიწისზედა მცენარეულობასთან და ოკეანესთან. CO_2 -ის დანარჩენ გამონაბოლქვთა დიდი ნაწილი გამოწვეულია ლანდშაფტის ცვლილებით და პირველ რიგში ტყის გაჩეხვით. მაგრამ გაეროს კლიმატის ცვლილების ექსპერტთა სამთავრობათაშორისო ჯგუფის მონაცემებით CO_2 -ის საერთო ანთროპოგენური გამონაბოლქვის მესამედი ტყის განადგურების შედეგი აღმოჩნდა. ყველა სათბური აირის თითქმის ერთი მეოთხედი წარმოადგენდა სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის შედეგს.

3.2. მდიდრების გავლენა

ოქსფამისა (17 საერთაშორისო სოციალური ორგანიზაციის) და სტოკჰოლმის გარემოს ინსტიტუტის 2015 წლის მონაცემებით ყველაზე უზრუნველყოფილი ადამიანების 10% -ზე მოდის CO_2 -ის გამონაბოლქვთა 50%, გამონაბოლქვთა 15% მოდის ყველაზე მდიდრების 1%ზე, რაც დაახლოებით 2-ჯერ აღემატება 50%-ზე მოსული საშუალო ფენის მიერ ერთობლივ გამონაბოლქვს. თანაც CO_2 -ის გამონაბოლქვთა ნეგატიური შედეგები ყველაზე ძლიერად მოქმედებს მსოფლიო მოსახლეობის ღარიბ ნაწილზე[11].

3.3 მძიმე აეროზოლური ნაწილაკები და ჭვარტლი

1960-იანი წლებიდან თითქმის 1990 წლებამდე დაიკვირვებოდა მზის სინათლის ნაკადის თანდათანობითი შემცირება. ამ მოვლენას გლობალური დაბნელება უწოდეს [12,13]. მის მთავარ მიზეზს წარმოადგენს მტვროვანი ნაწილაკები, რომლებიც ატმოსფეროში ხვდებიან ვულკანური ამოფრქვევებისა და საწარმოო საქმიანობის შედეგად. ატმოსფეროში ასეთი ნაწილაკების არსებობა ქმნის გამაგრილებელ ეფექტს, რომელიც იქმნება მათ მიერ მზის სინათლის ეფექტური არეკვლის შედეგად. ნამარხი სათბობის წვის ორი გვერდითი პროდუქტი $-CO_2$, აეროზოლები რამდენიმე ათწლეულია აკომპენსირებენ ერთმანეთს და ამ პერიოდში ამცირებდნენ დათბობის ეფექტს. აეროზოლური ნაწილაკების რადიაციული ზემოქმედება დამოკიდებულია მათ კონცენტრაციაზე. გამოფრქვეული ნაწილაკების

შემცირებისას კონცენტრაციის კლება განისაზღვრება ატმოსფეროში მათი სიცოცხლის ხანგრძლივობით, რომელიც ერთი კვირის რიგისაა. ატმოსფეროში ნახშირორჟანგს გააჩნია ასწლეულების რიგის არსებობის ხანგრძლივობა. ამრიგად, აეროზოლთა კონცენტრაციის ცვლილებას შეუძლია მხოლოდ დროებით გადაავადოს CO₂-ით გამოწვეული დათბობა [14].

ნახშირბადის მცირედისპერსიული ნაწილაკები (ჰვარტლი) ტემპერატურაზე მათი გავლენის მიხედვით მხოლოდ CO₂-ს ჩამორჩებიან. მათი მოქმედება დამოკიდებულია მასზე, თუ სად იმყოფებიან ისინი - ატმოსფეროში თუ დედამიწის ზედაპირზე. ატმოსფეროში ისინი შთანთქმევენ მზის ენერგიას, ახურებენ ჰაერს და აცივებენ ზედაპირს. ჰვარტლის მაღალი შემცველობის იზოლირებულ რაიონებში, მაგალითად, ინდოეთის სასოფლო რაიონებში, დედამიწის ზედაპირზე დათბობის 50%-მდე ინიღბება ჰვარტლიანი ღრუბლებით, განსაკუთრებით მცინვარებზე და თოვლზე ჰვარტლის ნაწილაკების დალექვისას მათი შემცირებით იწყება ზედაპირის გახურება.

გარდა უშუალო ზემოქმედებისა მზის ენერგიის გაბნევისა და შთანთქმის გზით, აეროზოლური ნაწილაკები შეადგენენ ტენის კონდენსაციის ცენტრებს და მცირე დისპერსიული წვეთების დიდი რაოდენობისაგან ხელს უწყობენ ღრუბლების ფორმირებას. ასეთი ღრუბლები უფრო ძლიერად ირეკლავენ მზისიერ სინათლეს, ვიდრე უფრო მსხვილი წვეთებისგან შედგენილი ღრუბლები. აეროზოლური ნაწილაკების ასეთი როლი უფრო ძლიერადაა გამოსახული ზღვის თავზე წარმოქმნილი ღრუბლებისათვის, ვიდრე ხმელეთზე. აეროზოლთა ირიბი ეფექტები განუსაზღვრელობის ყველაზე დიდი წყაროა სხვადასხვა სახის რადიაციული ზემოქმედებების შეფასებებში. აეროზოლური ნაწილაკების გავლენა გეოგრაფიულად არათანაბარია. ის ყველაზე უფრო გამოსახულია ტროპიკებში, სუბტროპიკებში, კერძოდ კი აზიაში [14].

3.4. მზის აქტიურობის ცვლილება

მზის ნათობა და მისი სპექტრი იცვლებიან დროით ინტერვალებში რამდენიმე წლიდან ათასწლეულებამდე. ამ ცვლილებებს აქვს პერიოდული მდგენელები, რომელთაგან ყველაზე გამოხატულია მზის აქტიურობის 11-წლიანი ციკლი (შვაბეს ციკლი [15]). ცვლილებები ასევე მოიცავს აპერიოდულ რხევებს. მზის აქტიურობის უკანასკნელი ათწლეული იზომება თანამგზავრების მეშვეობით. უფრო ადრეული პერიოდებისთვის ის გამოითვლება ინდიკატორების გამოყენებით. მზის რადიაციის ცვლილებები გავლენას ახდენს დედამიწის კლიმატზე.

საერთო მზისიერ რადიაციაში ცვლილებები ერთობ მცირეა პირდაპირი გაზომვებისათვის იმ ტექნოლოგიების გამოყენებით, რომლებიც ხელმისაწვდომი იყო თანამგზავრული ერის დაწყებამდე. უკანასკნელი სამი 11 წლიანი ციკლის განმავლობაში მზის აქტიურობა იცვლებოდა თოთქმის 0,1% ამპლიტუდით. პირდაპირი გაზომვების დროს ადგილი აქვს უმნიშვნელო უარყოფით ცვლილებას. დედამიწის გარეგან საზღვარზე მიღებული მზისიერი ენერგიის რაოდენობა საშუალოდ შეადგენს 1361 ვატ/მ² [16]. უფრო ადრეული პერიოდისათვის მზის ნათობის პირდაპირი გაზომვები არ არსებობს. მთლიანობაში დომინირებს აზრი, რომ მზის გამოსხივების ინტენსიურობა, რომელმაც დედამიწაზე მოაღწია

უკანასკნელი 2000წლის განმავლობაში შედარებით მუდმივი იყო. მზის ნათობის ვარიაციები, ვულკანურ მოქმედებებთან ერთად, სავარაუდოდ ხელს უწყობდნენ წარსულში კლიმატის ცვლილებას, მაგალითად, მანუდერული მინიმუმის დროს. იმისათვის, რომ ავხსნათ კლიმატის თანამედროვე ცვლილება ეს ვარიაციები ერთობ სუსტია [17]. უკანასკნელ ათწლეულში მათი გავლენა უმნიშვნელოა სიდიდით და მიმართულია აცივების მხარეს.

თანამედროვე დათბობის შესაძლო მიზეზების წინააღმდეგ არსებულ სხვა არგუმენტად გვევლინება ატმოსფეროში ტემპერატურულ ცვლილებათა განაწილება. მოდელები და დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ დათბობა სათბურის ეფექტის გაძლიერების შედეგად განაპირობებს ატმოსფეროს ქვედა ფენების (ტროპოსფეროს) გახურებას და მისი ზედა ფენების ერთდროულ გაცივებას. თუ დათბობა იქნებოდა მზის ზემოქმედების შედეგი, მაშინ ტემპერატურის მომატება დაიკვირვებოდა მთელ ატმოსფეროში.

IV უკუკავშირები

კლიმატური სისტემა მოიცავს რიგ უკუკავშირებს, რომლებიც ცვლიან სისტემის რეაქციას გარეგან ზემოქმედებებზე. დადებითი უკუკავშირები აძლიერებენ კლიმატური სისტემის გამოძახილს საწყის ზემოქმედებაზე, ხოლო უარყოფითები - ამცირებენ.

უარყოფით უკუკავშირებს მიეკუთვნებიან: ატმოსფერული წყალი (ჰაერის გათბობისას ტენიანობის ზრდა ხელს უწყობს დამატებით დათბობას წყლის ორთქლის სათბურის თვისებების გამო, ალბედოს ცვლილება (დათბობის კვალდაკვალ პლანეტაზე მცირდება თოვლისა და ყინულის ფართობი, რაც იწვევს მზის ენერჯის შთანთქმის ზრდას და დამატებით დათბობას), ღრუბლის საფარის ცვალებადობა (შეიძლება გამოიწვიოს როგორც დათბობა, ისე აცივება), ნახშირბადური ციკლის ცვლილება (მაგალითად ნიადაგიდან COX-ის გამოყოფა [13, 18].

მთავარ უარყოფით უკუკავშირს წარმოადგენს კოსმოსურ სივრცეში დედამიწის ზედაპირიდან გახურებისას გამოყოფილი ინფრაწითელი გამოსხივების გაზრდა. სტეფან-ბოლცმანის კანონის მიხედვით, ტემპერატურის გაორმაგებისას ზედაპირიდან ენერჯის გამოსხივების ზრდა 16-ის ტოლია.

უკუკავშირები მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს სათბურის აირების კონცენტრაციის ზრდისადმი კლიმატური სისტემის მგრძობიარობის განსაზღვრაში. დიდი მგრძობიარობა ნიშნავს სათბურის აირების ზემოქმედების მოცემულ დონეზე დიდი დათბობის გამოვლენას. ზოგიერთი უკუკავშირის (განსაკუთრებით ღრუბლებისა და ნახშირბადური ციკლის) სიდიდის მაღალი განუზღვრელობა იმის მთავარი მიზეზია, რომ კლიმატურ მოდელებს შეუძლია დათბობის შესაძლო სიდიდეთა მხოლოდ დიაპაზონების პროგნოზი და არა მათი ზუსტი მნიშვნელობებისა ემისიის მოცემული სცენარისათვის.

V კლიმატური მოდელები

კლიმატური მოდელები წარმოადგენს კლიმატური სისტემების რიცხვით აღწერას მისი ძირითადი ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პარამეტრების წარმოდგენებზე დაყრდნობით. კლიმატური მოდელები შეიძლება იყოს სხვადასხვა ხარისხის სირთულის. მაგალითად, შეიძლება აიგოს მოდელი ყოველი კლიმატური კომპონენტისათვის და ასევე

მთლიანად დედამიწის ატმოსფეროსათვის. მოდელები გამოიყენება კლიმატის კვლევისა და პროგნოზირებისათვის, და ასევე ამინდის უფრო მოკლევადიანი წინასწარმეტყველებისათვის.

5.1 საერთო ცირკულაციური მოდელი (სცმ)

დედამიწის ატმოსფეროს, ან ოკეანის, საერთო ცირკულაციური მოდელი - ეს არის სხვადასხვა ენერჯის (მზის ენერჯია, ფარული სითბო) თერმოდინამიკური მდგენელების მქონე მბრუნავი სფეროსათვის ნავიე-სტოქსის განტოლებებზე დაფუძნებული მათემატიკური მოდელი, რომელიც წარმოადგენს გეოფიზიკური ჰიდროდინამიკის განვითარების შედეგს. ეს განტოლებები წარმოადგენს ბაზისს იმ კომპლექსური კოდისათვის, რომელიც გამოიყენება დედამიწის ატმოსფეროს, ან ოკეანის, მოდელირებისათვის. ატმოსფერული, ან ოკეანური სცმ წარმოადგენს გლობალური კლიმატური მოდელების ძირითად ელემენტებს, რომლებიც ასევე მოიცავენ ზღვის ყინულს და ხმელეთის ზედაპირს. საერთო ცირკულაციური და გლობალური კლიმატური მოდელები ფართოდ გამოიყენება ამინდის პროგნოზის, კლიმატის გაგებისა და მისი ცვლილების პერსპექტიული შეფასებისათვის.

საერთო ცირკულაციის მოდელები - ესაა დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემები, რომლებიც ეყრდნობიან ფიზიკის, ჰიდროდინამიკისა და ქიმიის კანონებს. მოდელის გასაშვებად მეცნიერები ქმნიან სპეციალურ ბადეს პლანეტის მთლიანად გადასაფარავად, მასზე იყენებენ ძირითად განტოლებებს და აფასებენ მიღებულ შედეგებს. ატმოსფერული საერთო ცირკულაციის მოდელები აფასებენ ქარს, სითბოს გადატანას, რადიაციას, ფარდობით ტენიანობას და ზღვის ზედაპირის მდგომარეობას ბადის თითოეულ უჯრედში, ხოლო შემდეგ საზღვრავენ ურთიერთქმედებას მეზობელ უჯრედებთან.

5.2 ატმოსფერული და ოკეანური ზოგადი ცირკულაციური მოდელები (ზცმ)

არსებობს როგორც ატმოსფერული, ისე ოკეანური მოდელები, რომლებიც აღწერენ საერთო ცირკულაციას. ისინი შეიძლება იყენებოდნენ ერთმანეთთან კავშირში და ამიტომ ასეთ მოდელის ოკეანე-ატმოსფეროს ერთობლივ მოდელს უწოდებენ. სხვა კომპონენტების დამატებისას ერთობლივი მოდელი ხდება ძირითადი გლობალური კლიმატური მოდელისათვის.

თანამედროვე ტენდენციები ისეთია, რომ ზოგადი ცირკულაციის მოდელები მთავარი ელემენტები ხდებიან. დედამიწის სისტემის მოდელებში (ინგლ. Earth system models), თუ რასაკვირველია მათ შევუთავსებთ გრენლანდიისა და ანტარქტიდის ყინულოვანი საფარების მოდელებს, ატმოსფეროს ქიმიურ მოდელებს და ეკონომიურ მოდელებსაც კი, ატმოსფეროს ქიმიის მოდელი შეიძლება დაეხმაროს ზცმ-ს, რათა უკეთ იქნას ნაწინასწარმეტყველები ნახშირბადის დიოქსიდის კონცენტრაციის ცვლილება. ასეთი მიდგომა საშუალებას იძლევა გავითვალისწინოთ სისტემათაშორისი უკუკავშირები: მაგალითად, ატმოსფეროს ქიმიის ჩართვა, აადვილებს ანტარქტიდის თავზე ოზონის ხვრელის აღდგენაზე კლიმატის ცვლილების შესაძლო ეფექტის შესწავლას. კლიმატის ცვლილების ზუსტი პროგნოზი დამოკიდებულია ფიზიკური, ქიმიური და სოციალური მოდელების სიზუსტეზე. უკანასკნელ ხანებში მიღწეულია მნიშვნელოვანი პროგრესი მოდელში უფრო რეალური, ფიზიკური და ქიმიური პროცესების ჩართვით, თუმცა მაინც დარჩა მნიშვნელოვანი ცდომი-

ლებები, განსაკუთრებით, როცა ლაპარაკია დედამიწის პოპულაციის, ინდუსტრიისა და ტექნოლოგიების განვითარების პროგნოზზე.

5.3 კლიმატის წარმომქმნელი ფაქტორები

პლანეტის კლიმატი დამოკიდებულია ასტრონომიული და გეოგრაფიული ფაქტორების მთელ კომპლექსზე, რომლებიც გავლენას ახდენენ მზის რადიაციის ჯამურ რაოდენობაზე, ასევე მის სეზონურ, ნახევარსფერულ და კონტინენტურ განაწილებაზე. სამრეწველო რევოლუციის დაწყებისთანავე ადამიანის საქმიანობა გახდა კლიმატის შემქმნელი ფაქტორი. გამოყოფენ კლიმატის შემქმნელ სამ მთავარ ფაქტორს: 1. მზის რადიაცია; 2. ატმოსფეროს ცირკულაცია; 3. ადგილის რელიეფი.

გარდა ამისა ასტრონომულ ფაქტორებს მიეკუთვნება: 1. მზის ნათება; 2. პლანეტის მდებარეობა და მოძრაობა მზის მიმართ; 3. დედამიწის ბრუნვის ღერძის დახრის კუთხე მისი ორბიტის სიბრტყისადმი; 4. დედამიწის ბრუნვის სიჩქარე; 5. მახლობელ კოსმოსურ სივრცეში მატერიის სიმკვრივე.

დედამიწის ბრუნვა თავისი ღერძის გარშემო განაპირობებს ამინდის დღე-ღამურ ცვლილებას. დედამიწის ბრუნვა მზის გარშემო და ბრუნვის ღერძის დახრა ორბიტის სიბრტყისადმი იწვევს ამინდის პირობების სეზონურ და განედურ განსხვავებას [19]. დედამიწის ორბიტის ექსცენტრისიტეტი გავლენას ახდენს ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროებს შორის სითბოს განაწილებაზე და ასევე სეზონური ცვლილებების სიდიდეზე. დედამიწის ბრუნვის სიჩქარე პრაქტიკულად არ იცვლება და მუდმივად მოქმედი ფაქტორია. დედამიწის მოძრაობის გამო ადგილი აქვს პასატებსა და მუსონებს და ასევე წარმოიშობა ციკლონები.

გეოგრაფიული ფაქტორებია: 1. დედამიწის ზომები და მასა; 2. სიმძიმის ძალის სიდიდე; 3. ჰაერის შედგენილობა და ატმოსფეროს მასა; 4. გეოგრაფიული განედი; 5. სიმაღლე ზღვის დონიდან; 6. ზღვისა და ხმელეთის განაწილება; 7. ოროგრაფია; 8. ოკეანური დინებები; 9. ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათი - ნიადაგობრივი, მცენარეული, თოვლისა და ყინულოვანი საფარები.

5.4 კლიმატის ცვლილებისა და გლობალური დათბობის კრიტიკული ფაქტორები

კლიმატის ცვლილების კრიტიკული ფაქტორები წარმოადგენს კლიმატური სისტემის ისეთ ელემენტებს, რომელთა ცვლილებები არსებით გავლენას ახდენენ მთლიანობაში დედამიწის კლიმატზე. დედამიწის გეოლოგიურ ისტორიაში ასეთი ცვლილებები არაერთხელ მომხდარა, და გეოლოგიური განზომილებებით საკმაოდ სწრაფადაც. თანამედროვე ეტაპზე კლიმატის ცვლილების კრიტიკული ფაქტორები განსაკუთრებით ინტერესს იწვევენ გლობალური დათბობის მიზეზების შესწავლის თვალსაზრისით. ზოგიერთ რეგიონში ტემპერატურის საშუალო სტატისტიკური მნიშვნელობიდან გადახრას (მაგალითად, არქტიკაში) შეუძლია გაუშვას დადებითი უკუკავშირის მექანიზმები, რის შედეგადაც საშუალო ტემპერატურის ზრდა კიდევ უფრო სწრაფად ხდება [20]. დინამიკური სისტემების თეორიაში კარგადაა ცნობილი კრიტიკული მოვლენები, როცა სისტემის ცალკეული პარამეტრების მცირე ცვლილებებს შეუძლია მისი თვისობრივად ახალ მდგომარეობაში გადაყვანა. დედამიწის კლიმატური სისტემა იმდენად რთული და მრავალფაქტორულია, რომ აქამდე

სამეცნიერო წრეებში არ არსებობს თანხმობა მასში, თუ რომელი ფაქტორები ახდენენ კლიმატზე კრიტიკულ გავლენას. მიუხედავად ამისა, დადებითი უკუკავშირის ზოგიერთი მექანიზმი საიმედოდაა დადგენილი და აქტიურად შეისწავლება. ახლა წარმოვიდგინოთ გლობალურ კლიმატზე მოქმედი კრიტიკული ელემენტები [21].

- არქტიკის ზაფხულის ყინულის ფართობი. გავლენა დედამიწისა და ეკოსისტემის არევის უნარიანობაზე;
- გრენლანდიის მყინვარები. მათი დნობა იწვევს ზღვის დონის მომატებას.
- ატლანტური თერმოჰალინური (თერმომარილოვანი) ცირკულაცია. გავლენას ახდენს ევროპის კლიმატზე;
- ელ-ნინიო. მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში იწვევს გვალებს;
- ინდოეთის ზაფხულის მუსონები. იწვევს გვალებს, ჰაერის მასების გადატანას;
- საჰარისა და დასავლეთ აფრიკის მუსონები. ჰაერის მასების მოძრაობა;
- ამაზონის ტროპიკული ტყეები ქმნის ბიომრავალფეროვნებას და ზრდის ნალექების რაოდენობას;
- სუბარქტიკული ტყეები. ცვლის ეკოსისტემებს.

გარდა ზემოთჩამოთვლილი ელემენტებისა, რომელთა გავლენა რაოდენობრივად და შესწავლილი და რომელთათვის ხელმისაწვდომია დედამიწის კლიმატზე გავლენის რიცხობრივი შეფასებები, გამოყოფენ სხვა ფაქტორებსაც, რომლებიც არანაკლებ ზემოქმედებას ახდენენ კლიმატის ცვლილებაზე და გლობალურ დათბობაზე, მაგრამ ჯერ კიდევ არასაკმარისად არიან შესწავლილი.

მათ რიცხვს შეიძლება მიეკუთვნოს:

- ანტარქტიდის სიღრმისეული წყლები. ოკეანური ცირკულაცია, ნახშირბადის ფიქსაცია;
- ტუნდრის მცენარეულობა, რომელიც ნაწილობრივ განაპირობებს დათბობასა და ეკოსისტემის ცვლილებას;
- მუდმივი გამყინვარება. მეთანის გამოფრქვევა და ნახშირორჟანგის მომატება;
- ზღვის მეთანოჰიდრატები. მეთანის გამოფრქვევა;
- ოკეანის დაჟანგვა, ზღვის ეკოსისტემის ცვლილება.
- არქტიკული ოზონი. ულტრაიისფერი დასხივება.

რამდენადაც კლიმატური სისტემა წარმოადგენს მთლიანს, და მათში ყველა მოვლენა ურთიერთდამოკიდებულია, რომელიმე კრიტიკული ელემენტის ზღურბლის გადამეტებამ შეიძლება თან მიიყლოს სხვა ელემენტების ჯაჭვური ზემოქმედება. მაგალითად, ყინულების დნობას და ოკეანის დონის მომატებას შეიძლება თან ახლდეს არქტიკაში ტემპერატურული რეჟიმის ცვლილება და ამან გამოიწვიოს მუდმივი გამყინვარების სულ უფრო მეტი ეფექტური დნობა და ატმოსფეროში დამატებითი მეთანის გამოფრქვევა, რაც თავის მხრივ დააჩქარებს და გააძლიერებს სათბურის ეფექტს და დათბობას [22].

ლიტერატურა:

1. Организация Объединенных Наций. Изменение климата. Официальный сайт ООН. Архивировано 21 июня 2021 г.
2. Michael E. Mann, Henrik Selin. Global warming. (ინგლ). Britannica.Com. არქივირებულია 20.08.2008.
3. Climat Change Impacts in the United States. (ინგლ)-2013.-ISBN 9780160924026.
4. JPCC AR 5 WG2 A (2014), Field, C.B ; at al. Climat Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulneability.
5. Emissions still increasings, according to leaked JPCC findings,, with urgent action required to avent worst effects. საარქივი ასლი 19.10.2017. Wayback Machine Friday 17 January.
6. Техническое резюме, стр. 37 в IPCC AR5WG1. 2013.
7. Kennedy J.J et al. How do we know the World has warmed? In: Global Climate, 2009.
8. ადგიშვილი თ. მიწისძვრის წინამორბედები და მისი პროგნოზის შესაძლებლობა, ქუთაისი 2021.ISBN-978-9941-8-3436-3.
9. ROWAN T. Sutton, Buwen Dong, Jona than M. Gregory. Journal of Geophysical Reaserch Letters, 2007- Vol. 34, NO.2 p. 202701.
10. Mil J et al. How much more Global Warning and Sea level Rise (ი ნ გ ლ) // Science.-2005.-18 March, vol. 307 № 5716, p. 1769-1772
11. How the rich are driving climate change Архивная копия от 05ноября 2021 г.
12. Surface Radiation II Climate Change, 2007 Working Group I: the physical Sience Basic.
13. ადგიშვილი თ. გეოფიზიკა, ატმოსფეროს ფიზიკა ნაწ. I, II, ქუთაისი 2018.
14. Romanathan V at al. Global and regional climate changes due to black carbon. Nature Geosciencies : J 2008 , vol.1. no. 4.
15. ადგიშვილი თ, ნავერიანი თ, ნაკაშიძე ვ. კოსმოგენური ფაქტორების გავლენა ბიოსისტემებზე. ქუთაისი, 2010.
16. Willson R.C et al. Secular total soplar air radiance trend during solar cycles 21-23. Geophysical Researche Letters, 2003, vol.30 , №5.
17. Changes in Solar Brightness Too Week To Explain Global Warming: Journal-UCAR 2006.
18. ადგიშვილი თ. , ბერძენიშვილი ნ. და სხვა. სატრანსპორტო კოსმიური სისტემების გავლენის გავლენა დედამიწის ატმოსფეროზე. საერთაშორისო კონფერენციის „ეკოლოგიის პრობლემები“ შრომები, ტ. IX, ქუთაისი, 2023.
19. ადგიშვილი თ. და სხვა. ასტრონომიის საფუძვლები ტომი I, II. ქუთაისი 2012,2014.
20. Timothy M. Lenton H, et al. Climate tipping points-too risky to let against // Nature , 2019 №11, vol 575.
21. Lenton H, et al. Tipping elements in the Earth climate system// Proceedings of the National Academy of siences.-2008-02-07.-vol.105,iss6.
22. Juan C. Rocha et al. Cascading regime shifts within and across scales// science. 2012, 12-21, vol. 332.

**Physical Origins of Global Warming
Summary**

The work discusses modern views of climate warming. Since the mid-20th century Climate scientists have gathered detailed observations of various weather phenomena and of related influences on climate. These date indicate that Earth’s climate has changed over almost every conceivable timescale since the beginning of geologic time and that human activities since at least the beginning of the industrial revolution have a growing influence over the pace and extend of present-day climate change.

შავი ზღვის ჰიდროფიზიკური პროცესების შესწავლა რიცხვითი მოდელების გამოყენებით

დემური დემეტრაშვილი**, ვეფხია კუხალაშვილი*, დიანა კვარაცხელია*

*ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

აბსტრაქტი. სტატიაში განიხილება შავი ზღვის ჰიდროფიზიკური პროცესების შესწავლა რიცხვითი მოდელების საშუალებით, რომელთა ინტენსიური შემუშავება დაიწყო გასული საუკუნის 60-70-იანი წლებიდან. ყურადღება გამახვილებულია შავი ზღვის საქართველოს სექტორში რეგიონული ჰიდროთერმოდინამიკური პროცესების შესწავლაზე ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის ზღვის დინამიკის რეგიონული მოდელის საფუძველზე.

საკვანძო სიტყვები. ზღვის ცირკულაცია, ატმოსფერული ზემოქმედება, განტოლებათა სისტემა, რიცხვითი მეთოდი.

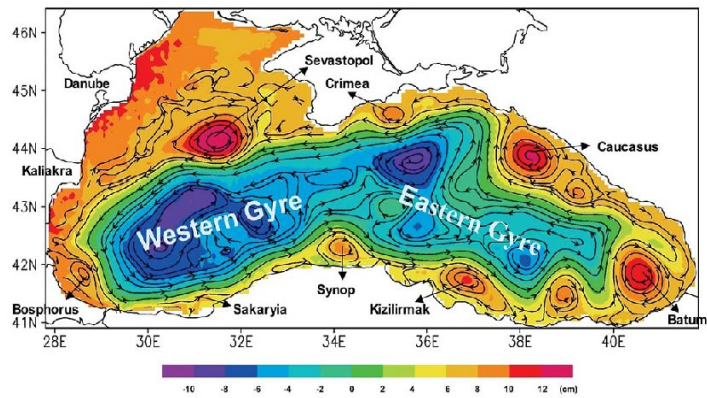
შავი ზღვის ჰიდროდინამიკური პროცესების შესწავლა რიცხვითი მოდელების ინტენსიური გამოყენებით დაიწყო გასული საუკუნის 60-70-იან წლებში. რიცხვითი მოდელები ეფუძნება დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებს, რომელთა ამოხსნა ხორციელდება სასრულ-სხვაობითი (რიცხვითი) მეთოდების გამოყენებით [1]. ადრეულ გამოკვლევებში მკაფიოდ გამოირჩეოდა ორი სახის მოდელები: დიაგნოსტიკური და პროგნოსტიკული. მათ შორის შედარებით მარტივია დიაგნოსტიკური მოდელები, რომლებშიც სიმკვრივის ველი განისაზღვრება დაკვირვების მონაცემთა საფუძველზე (და არა ამოხსნის პროცესში) [2].

სრულყოფილების თვალსაზრისით გაცილებით მნიშვნელოვანია პროგნოსტიკული მოდელები, რომლებსაც საფუძვლად უდევს ოკეანის ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრული სისტემა. პიონერული შრომა ამ მიმართულებით შესრულებული იყო ყოფილ საბჭოთა კავშირში - სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ციმბირის განყოფილების გამოთვლით ცენტრში (ქ. ნოვოსიბირსკი, აკადემქალაქი) [3], სადაც განტოლებათა სისტემის ამოსახსნელად გამოყენებული იყო გახლეჩის ორციკლიანი მეთოდი [1]. იგივე მეთოდი გამოყენებული იყო [4]-ში.

გასული საუკუნის 70-80-იანი წლების გამოთვლითი ტექნიკის დონე არ იძლეოდა არასტაციონარული სივრცითი ამოცანების რეალიზაციას სასურველი სივრცითი გარჩევისუნარიანობით. ბოლო ათეულ წლებში გამოთვლითი ტექნიკის პროგრესმა არსებითად ხელი შეუწყო შავი ზღვის დინამიკის რიცხვითი მოდელების სივრცითი გარჩევისუნარიანობის საგრძნობ ამაღლებას, რამაც უფრო საიმედო და ადექვატური გახადა ზღვის დინამიკური პროცესების მოდელირების შედეგები (მაგ., [5-8]). მოკლედ აღვწეროთ ზოგიერთი მათგანი.

ცნობილი POM (Princeton Ocean Model) მოდელი გამოიყენებოდა შავ ზღვაში ქარის-

მიერი და თერმოხალინური ცირკულაციის შესასწავლად კლიმატური მონაცემების გამოყენებით [5]. POM იყენებს ვერტიკალზე ზღვის ფსკერის ტოპოგრაფიის მიმყოფ σ კოორდინატს და სანაპირო ხაზის მიმყოფ ორთოგონალურ მრუდწირულ კოორდინატთა სისტემას. ზღვის ზედაპირი მოდელირებულია თავისუფალი ზედაპირის სახით. POM მოდელი რეალიზებული იყო მთლიანად შავი ზღვის აუზისათვის 5 კმ სივრცითი ბიჯით ზღვის სამხრეთ სანაპირო აკვატორიისათვის, სადაც ზღვის ტოპოგრაფია გამოირჩევა მკვეთრი არაერთგვაროვნებით, ხოლო ზღვის ღია ნაწილში, სადაც ზღვის ტოპოგრაფია თითქმის ბრტყელია, სივრცითი ბიჯი იყო 15 კმ. [6]-ში ოკეანის **DieCAST (The Dietrich Center for Air Sea Technology)** მოდელი ადაპტირებული იყო შავი ზღვისათვის, სადაც მოდელირებული იყო ზღვის დინამიკური პროცესები $1/12^{\circ}$ (5 საზღვაო მილი) ჰორიზონტალური გარჩევისუნარიანობით და 20 დონით ვერტიკალზე. ნახ.1-ზე ნაჩვენებია მოდელირებით მიღებული ზღვის დონისა და დენის წირების სურათი შავი ზღვისათვის, საიდანაც კარგად ჩანს, რომ მოდელი კარგად ასახავს ზღვის ზოგადი ცირკულაციის ძირითად თავისებურებებს - ციკლონური ხასიათის ზღვის ძირითად დინებას, ციკლონურ გრიგალებს ზღვის ღია ნაწილში და ანტიციკლონურ სანაპირო გრიგალებს.



ის დონეები და

დენის წირები შავი ზღვის ზედაპირზე [6].

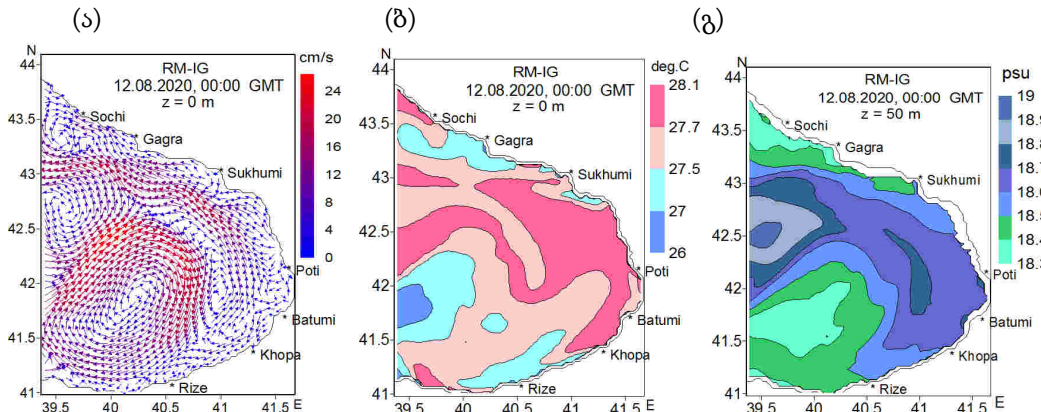
აღსანიშნავია [7]-ში განხილული რიცხვითი მოდელი, რომელიც დაფუძნებულია სფერულ კოორდინატთა სისტემაში ჩაწერილ სრულ განტოლებათა სისტემაზე. მოდელს გააჩნია 4×4 კმ გარჩევისუნარიანობა ჰორიზონტებზე და 40 დონე ვერტიკალზე.

გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტში განხორციელდა [3] მოდელის სრულყოფა ძირითადი ფიზიკური ფაქტორების გათვალისწინებით და ერთდროულად მოდელის სივრცით გარჩევისუნარიანობის გაზრდით [8].

გასული საუკუნის ბოლოს შეიქმნა მყარი საფუძველი, რათა შემუშავებულიყო ევროპის ცალკეული ზღვებისათვის მოკლევადიანი პროგნოზული სისტემები, ისეთი როგორც ამინდის პროგნოზებია. შავი ზღვის ოპერატიული ოკეანოგრაფიის უდიდესი მიღწევაა შავი ზღვის დიაგნოზისა და პროგნოზის ოპერატიული სისტემის შემუშავება [9], რაც განხორციელდა ევროკავშირის საერთაშორისო პროექტების ARENA და ECOOP ფარგლებ-

ში. აღნიშნული სისტემის ერთ-ერთი კომპონენტი გახდა მ. ნოდისას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის შავი ზღვის რეგიონული პროგნოზის სისტემა, რომელიც მოიცავს შავი ზღვის საქართველოს სექტორსა და მიმდებარე აკვატორიას [10]. რეგიონული სისტემის ძირითადი ბირთვია შავი ზღვის დინამიკის რეგიონული მოდელი 1 კმ სივრცითი გარჩევისუნარიანობით, რომელიც მიღებულია შავი ზღვის აუზის მასშტაბის დინამიკის რიცხვითი მოდელის [8] ადაპტირების გზით ზღვის განაპირა ადმოსფერულ აკვატორიისათვის.

ზღვის დინამიკის რეგიონული მოდელის საფუძველზე ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა გამოთვლებმა რეალური ატმოსფერული ზემოქმედების გათვალისწინებით აჩვენა, რომ შავი ზღვის საქართველოს აკვატორია ხასიათდება ჰიდროფიზიკური პროცესების მნიშვნელოვანი ცვალებადობით, რასაც თან ახლავს მეზომასშტაბური და სუბმეზომასშტაბური გრიგალური სტრუქტურების ფორმირება [10-13].



ნახ. 2. ზღვის დინამიკის რეგიონული მოდელით მიღებული ზედაპირული დინება (ა), ტემპერატურა (ბ) და მარილიანობა $z = 50$ მ ჰორიზონტზე (გ) 2020 წლის 12 აგვისტოს, 00:00 GMT.

ილუსტრაციის მიზნით ნახ.2-ზე ნაჩვენებია რეგიონული მოდელის საფუძველზე გამოთვლილი ზღვის ზედაპირული დინების, ტემპერატურისა და მარილიანობის სურათები, რომლებიც შეესაბამებიათ 2020 წლის 12 აგვისტოს. სურათები ნაჩვენებია პროგნოზის საწყისი მომენტიდან 72 საათის შემდეგ. პროგნოზული ინტერვალია 9-12 აგვისტო, 2020. ნახ, 2ა -ზე კარგად ჩანს ბათუმის ანტიციკლონური გრიგალი, რომელიც რეგიონული ცირკულაციის მთავარი ელემენტია აღნიშნული დღისათვის. დაიკვირვება აგრეთვე მცირე ზომის გრიგალური სტრუქტურების ფორმირებაც.

მადლიერება. კვლევა განხორციელდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით [გრანტის ნომერი FR-22-365].

ლიტერატურა:

1. Марчук Г. И. Численное решение задач динамики атмосферы и океана. Ленинград, 1974, 303 с.
2. Саркисян А. С. Основы теории расчета океанических течений. Ленинград, 1966, 123 с.

3. Марчук Г. И., Кордзадзе А. А., Скиба Ю. Н. Расчет основных гидрологических полей Черного моря на основе метода расщепления. Изв. РАН, Физика атмосферы и океана, 1975, т.11, №4, с. 379-393.
4. Girgvliani A. Circulation of seasonal variability of the hydrological characteristics of the Black Sea. J. Georgian Geophys. Soc., 1998, v. 3b, pp.17-26.
5. Oguz T, Malalnote-Rizzoli P., Aubrey D. Wind and thermohaline circulation of the Black Sea driven by yearly mean climatological forcing. J. Geophys. Res., 1995, vol. 100, No. C4, pp. 6845-6863.
6. Staneva J. V., Dietrich D. E., Stanev E. V., Bouman M. J. Mesoscale circulation in the Black Sea: New results from DieCAST model simulation. J. Mar. Sys. 2001, 31, pp. 137-157.
7. Zalesny V. B., Gusev A. V., Moshonkin S. N. Numerical model of the Hydrothermodynamics of the Black Sea and the Sea of Azov with variational initialization of temperature and salinity. Izvestiya RAS, Atmospheric and Oceanic Physics. 2013, 49 (6), pp. 699-716. DOI.10.7868/S000235151306014X.
8. Кордзадзе А. А., Деметрашвили Д. И., Сурмава А. А. Численное моделирование гидрофизических полей Черного моря в условиях чередования атмосферных циркуляционных процессов. Изв. РАН, Физика атмосферы и океана, 2008, т.44, №2, с. 227-238.
9. Korotaev G. K., Oguz T., Dorofeyev V. L., Demyshev S. G., Kubryakov A. I., Ratner Yu. B. Development of Black Sea nowcasting and forecasting system. Ocean Science, 2011, 7, pp.629-649. doi: 10.5194/os-7-629-2011/.
10. Kordzadze A. A., Demetrashvili D. I. Operational forecast of hydrophysical fields in the Georgian Black Sea coastal zone within the ECOOP. Ocean Science, 2011, 7, pp. 793-803. www.ocean-sci.net/7/793/2011/.
11. კორძაძე ა., დემეტრაშვილი დ. შავი ზღვის ოკეანოგრაფია წარსულში და თანამედროვე ეტაპზე. თბილის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2017, 187 გვ.
12. Demetrashvili, D., Kukhalashvili, V. High-resolving modeling and forecast of regional dynamic and transport processes in the easternmost Black Sea basin. In: Proceedings of the International Conference on Geosciences (GEOLINKS 2019), 26-29 March, Athens, Greece, 2019, Book 3, v.1, pp. 99-107.
13. Demetrashvili D., Kukhalashvili V., Kvaratskhelia D. Modeling and forecasting of mesoscale circulation and oil pollution transport in the southeastern Black Sea. Journal of Environmental Protection and Ecology. 2024, v. 25, № 1, pp. 42-52.

Study of hydrophysical processes of the Black Sea using numerical models Summary

The article discusses the study of hydrophysical processes of the Black Sea by means of numerical models, the intensive development of which began in the 60-70s of the last century. Attention is focused on the study of regional hydrothermodynamic processes in the Georgian sector of the Black Sea based on the regional model of sea dynamics of M. Nodia Institute of Geophysics of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University.

პალიასტომის ტბის თავზე მოქმედი ატმოსფერული ქარების სტატისტიკური ანალიზი და წყლის ნაკადების ცირკულაციის რიცხვითი მოდელირება

აკაკი გირგვლიანი, აკაკი ძნელაძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ნაშრომში წარმოდგენილია პალიასტომის ტბის არეალში მოქმედი ატმოსფერული ქარის ტიპების სტატისტიკა ბოლო 16 თვის განმავლობაში და შესაბამისი ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე გამოკვეთილია სავარაუდო გაბატონებული ქარის ტიპები. რიცხვითი მოდელის საშუალებით გათვლილია ტბაში წყლის ნაკადების ცირკულაციის სურათები, რომლებიც შეიძლება დამყარდეს მიღებული ქარის ტიპების ხანგრძლივი მოქმედების პირობებში.

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

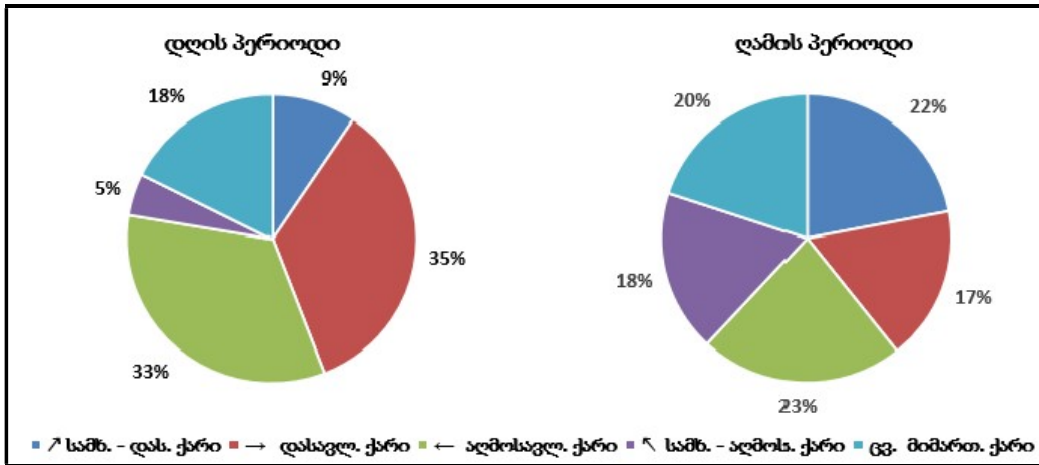
პალიასტომის ტბა წარმოადგენს კოლხეთის ეროვნული ნაკრძალის უმნიშვნელოვანეს შემადგენელ ნაწილს და დიდ გავლენას ახდენს რეგიონის მიკროკლიმატის ფორმირებაზე. წყალსაცავი მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს კოლხეთის დაბლობის ბიომრავალფეროვნებას და შეუძლია სერიოზული როლი შეასრულოს საქართველოში ეკოტურიზმის შემდგომი განვითარების საქმეში. სამწუხაროდ პალიასტომი განიცდის მნიშვნელოვან ანთროპოგენურ ზემოქმედებას ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად და დღეისათვის უკვე მიღებული აქვს მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური დაზიანებები, როგორცაა: გამლასიანება, ფლორისა და ფაუნის ცვლილება-გადარბევა, ფსკერული ნალექები, წყლის მასების ფიზიკო-ქიმიური შემადგენლობის ცვლილება და სხვა (wikipedia, 2024). 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 გვამძლევს.

ტბის სხვადასხვა ფიზიკური პარამეტრების შესწავლისას განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება წყლის მასების დინამიკური მახასიათებლების შეფასებას, ვინაიდან მათზე არის დამოკიდებული აუზში მიმდინარე მრავალი ფიზიკური, ბიოლოგიური და ქიმიური პროცესები. ისეთ მცირე ზომების მქონე წყალსაცავში, როგორცაა პალიასტომის ტბა (სიგრძე - 5,8 კმ, სიგანე - 5,2 კმ, მაქსიმალური სიღრმე < 4 მ) წყლის მასების დინამიკას მთლიანად განსაზღვრავს ატმოსფერული ზემოქმედება - ქარის ხახუნის დაძაბულობა წყლის ზედაპირზე.

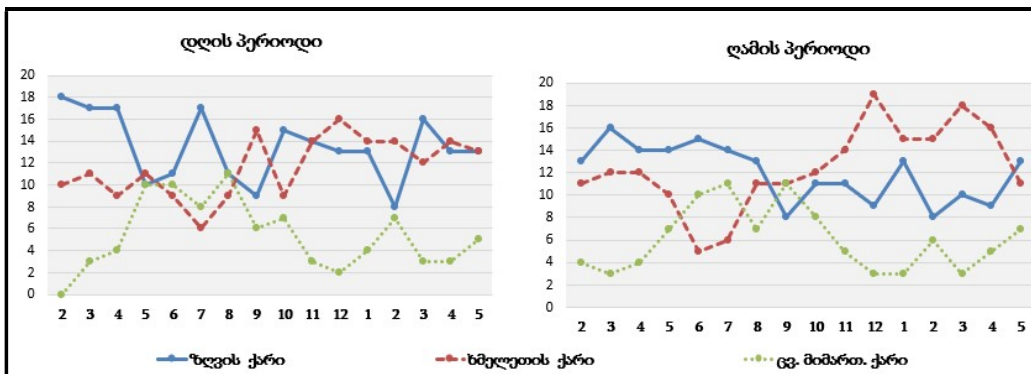
პალიასტომის ზედაპირზე მოქმედი ატმოსფერული ქარის შესახებ ინფორმაციის მოსაპოვებლად ჩვენ ხანგრძლივად ვაკვირდებოდით გარემოს ეროვნული სააგენტოს საიტზე (<http://meteo.gov.ge>) გამოქვეყნებულ ინფორმაციას ფოტში ამინდის შესახებ. ბოლო 16 თვის მანძილზე აღნიშნული ინფორმაციიდან იკვეთება, რომ მოცემულ ტერიტორიაზე ქარის

საშუალო სიჩქარე 10-15 მ/წმ-ის ფარგლებშია. ძალიან იშვიათად ეს სიდიდე შეიძლება გაიზარდოს 25-30 მ/წმ-მდე ან დაეცეს 0-5 მ/წმ-მდე. ამასთან დომინირებს შავი ზღვის მხრიდან მონაბერი დასავლეთის ქარი ან ხმელეთის მხრიდან მონაბერი აღმოსავლეთის ქარი. დაკვირვების პერიოდში დღისით დაფიქსირებული ქარის ტიპების ხვედრითი წილი მიმართულებების მიხედვით წარმოდგენილია დიაგრამაზე (ნახ. 1.).

ქარის ტიპების სიხშირის ცვლილება თვეების მიხედვით 2023 წლის თებერვლიდან 2024 წლის მაისის ჩათვლით წარმოდგენილია გრაფიკების სახით მე-2 ნახაზზე.



ნახ. 1. დაკვირვების პერიოდში დაფიქსირებული ქარის ტიპების ხვედრითი წილი.



ნახ. 2. ქარის ტიპების სიხშირის ცვლილება დროში

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).

ვინაიდან პალიასტომის ტბის სიღრმე საგრძნობლად მცირეა ჰორიზონტალურ ზომებთან შედარებით აღნიშნულ მოდელში გამოიყენება ვერტიკალის მიხედვით ინტეგრირებული წყლის მოძრაობისა და უწყვეტობის განტოლებები და საბოლოოდ ვლებულობით შემდეგ მათემატიკურ ამოცანას: ორგანზომილებიან $D(x, y)$ არეში, რომლის საზღვარი S -

აღიწერება ტბის ფსკერის რელიეფისა და წყლის თავისუფალი ზედაპირის თანაკვეთით განიხილება კერძოწარმოებლიან დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა.

$$\begin{aligned} \frac{\partial uH}{\partial t} + \frac{\partial u^2H}{\partial x} + \frac{\partial uvH}{\partial y} - fvH + gH \frac{\partial \xi}{\partial x} &= F_x \\ \frac{\partial vH}{\partial t} + \frac{\partial uvH}{\partial x} + \frac{\partial v^2H}{\partial y} + fuH + gH \frac{\partial \xi}{\partial y} &= F_y \\ \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial uH}{\partial x} + \frac{\partial vH}{\partial y} &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

სადაც: $u(x, y, t)$ და $v(x, y, t)$ წყლის ნაკადის სიჩქარის ვექტორის კომპონენტებია შესაბამისად OX და OY ღერძების გასწვრივ, ξ - წყლის ზედაპირის გადახრა შეუშფოთებელი მდგომარეობიდან, $H(x, y, t)$ - წყლის აქტიური სიღრმეა, f - კორიოლისის პარამეტრია, g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა დედამიწაზე, F_x და F_y ფუნქციები აღწერენ ქარის ხახუნის დამაბულობას წყლის ზედაპირზე.

(1) სისტემის ამონახსნს ვეძებთ შემდეგი სასაზღვრო და საწყისი პირობებით:

$$\begin{aligned} u = v = 0, & \quad S - \text{საზღვარზე,} \\ u = u^0, \quad v = v^0, \quad \xi = \xi^0 & \quad \text{როცა } t = t^0. \end{aligned} \quad (2)$$

მიღებული (1), (2) არაწრფივი საწყის-სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა ხორციელდება სასრულ-სხვაობიანი მეთოდების გამოყენებით (Aracawa, 1972). რიცხვით ექსპერიმენტებში თვლა მიმდინარეობდა აუზის შეუშფოთებელი (ნულოვანი) მდგომარეობიდან ერთი და იმავე ტიპის ქარის ხანგრძლივი მოქმედების პირობებში სტაციონალური რეჟიმის დამყარებამდე. 10-15 მ/წმ სიჩქარის ქარის მოქმედების პირობებში ასეთი რეჟიმი ფორმირდება თვლის დაწყებიდან 36-40 საათის განმავლობაში. 15 მ/წმ სიძლიერის ქარის მოქმედების დროს წყლის ნაკადის მაქსიმალური სიჩქარე არ აღემატება 40 სმ/წმ-ს. ტიპიური მიმართულების ქარების მოქმედების პირობებში მიღებული წყლის ნაკადების ცირკულაციის სტაციონალური სურათები მოცემულია მე-3 და მე-4 მახაზებზე. მოცემული შედეგებიდან ჩანს რომ ქარის მიმართულების ცვლილება საპირისპიროთი იწვევს წყლის ნაკადების ცირკულაციის ცვლილებას საპირისპიროთი (ციკლონურის - ანტიციკლონურით).



ნახ. 3. წყლის ნაკადების ცირკულაციის სქემა a) დასავლეთის ქარი, b) აღმოსავლეთის ქარი



ნახ.4. წყლის ნაკადების ცირკულაციის სქემა a) სამხ.-დასავლეთის ქარი, b) სამხ.-აღმოსავლეთის ქარი

დასკვნა: ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ წარმოდგენილი მოდელი რეალისტურად აღწერს გარემოში მიმდინარე ფიზიკურ პროცესებს და ატმოსფერული ზემოქმედების შესახებ უწყვეტი ინფორმაციის არსებობის შემთხვევაში მისი საშუალებით შესაძლებელია მონიტორინგის განხორციელება.

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. Arakawa A., (1972), Design of the VCLA general circulation model. -Tech. Rep. of Meteor., Univ. California, N 7, 116 p.
4. wikipedia , (2024), ვ ა ლ ა ს ტ ო მ ი .
<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>

Statistical analysis of atmospheric winds acting on Lake Paliastom and numerical modeling of water flow circulation

Summary

The article presents statistics on the types of atmospheric winds operating in the area of Lake Paliastom for the last 16 months, and based on the analysis of relevant information, the likely predominant types of winds are identified. Using a numerical model, patterns of circulation of water flows in the lake, which can be formed under conditions of long-term exposure to the resulting types of wind, were calculated.

კლიმატური პარამეტრების ცვალებადობა გლობალური დათბობის ფონზე

ნანა ბერძენიშვილი

ი. გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი: ჰაერის ტემპერატურა კლიმატის შემადგენელი ერთ-ერთი ძირითადი ელემენტია. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა იმერეთის ტერიტორიაზე 6°C-დან 14°C-მდე იცვლება. საშუალო წლიური ტემპერატურა ყველაზე მაღალი იმერეთის დასავლეთ და ცენტრალურ რაიონებში აღინიშნება. ეს ადგილები მოქცეულია 140-იანი იზოთერმის ფარგლებში. ჰაერის ექსტრემალურ მაღალ და დაბალ ტემპერატურებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის ჯანმრთელობის და მისი სამეურნეო საქმიანობისათვის. ამის გარდა, ასეთი ტემპერატურები უარყოფითად მოქმედებენ ეკონომიკის მთელი რიგი დარგების ნორმალურად ფუნქციონირებაზე - სოფლის მეურნეობა, ტრანსპორტი, საკურორტო მეურნეობა და სხვა. იმერეთის რეგიონის ტემპერატურების რეჟიმის შესასწავლად გამოვიყენეთ ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის დაკვირვებათა მონაცემები.

საკვანძო სიტყვები: კლიმატი, ექსტრემალური ტემპერატურა, გლობალური დათბობა, ეკოლოგია, საკურორტო მეურნეობა.

შესავალი: ჰაერის ტემპერატურა კლიმატის შემადგენელი ერთ-ერთი ძირითადი ელემენტია. მისი მონაცემები აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნას ნაგებობათა დაგეგმარების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის, სოფლის მეურნეობის განვითარების, ტერიტორიის რეკრიაციული ათვისების, ეკოლოგიური და სხვა მიმართულების ამოცანების გადაწყვეტისას.

საქართველოს ტერიტორიის და მისი ცალკეული რეგიონების ტემპერატურული რეჟიმის კვლევას გარკვეული ისტორია გააჩნია. ტემპერატურის რეჟიმს იკვლევდნენ მ. კორმახია, ი.ცუცქირიძე, ი.ქურდიანი და სხვები. უკანასკნელი შრომებიდან აღსანიშნავია ე.ელიზბარაშვილის მონოგრაფია (1), სადაც განხილულია თითქმის ყველა ძირითადი კლიმატური ელემენტის განაწილება საქართველოს ტერიტორიაზე და მ. ელიზბარაშვილის მონოგრაფია(2), რომელიც სპეციალურად მიემდგნა საქართველოს ტერიტორიის ტემპერატურის ველს. საქართველოს ცალკეული რეგიონების ტემპერატურული რეჟიმი შესწავლილია კახეთის(3), აჭარის (4), აფხაზეთის(5) და სამეგრელო-ზემო სვანეთისათვის(6).

იმერეთის რეგიონის ტემპერატურული რეჟიმი, ჰაერის ექსტრემალური ტემპერატურების ტერიტორიული განაწილების ძირითადი კანონზომიერებანი: წინამდებარე ნაშრომში განხილულია იმერეთის რეგიონის ტემპერატურული რეჟიმი, ჰაერის ექსტრემალური ტემპერატურების ტერიტორიული განაწილების ძირითადი კანონზომიერებანი. იმერეთის რეგიონის ტემპერატურული რეჟიმის შესასწავლად გამოვიყენეთ ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის დაკვირვებათა მონაცემები რეგიონის 15 მეტეოროლოგიური სადგურისათვის.

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024

ჰაერის საშუალო თვიური და წლიური ტემპერატურა °C

სადგური	სიმაღლე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლიური
საჩხერე	441	0.4	1.4	5.7	11.1	16.6	19.7	22.3	22.6	18.6	13.3	7.2	1.9	11.7
წყალტუბო	114	5.3	6.0	8.7	13.3	18.1	21.1	23.3	23.8	20.6	16.3	11.3	7.3	14.6
ტყიბული	541	2.6	3.1	5.8	10.8	16.0	18.7	21.0	21.6	18.3	14.1	9.2	4.9	12.2
ქუთაისი	148	5.2	5.8	8.7	13.0	17.8	20.7	23.0	23.6	20.6	16.6	11.4	7.2	14.5
ჭიათურა	348	2.4	3.6	6.9	12.2	17.4	20.5	23.1	23.5	19.8	14.9	9.1	4.4	13.1
კორბოული	793	0.3	0.2	3.2	8.7	14.2	17.2	19.6	20.2	16.6	11.8	6.2	1.8	10.0
კულაში	13	4.7	5.6	8.6	12.6	17.6	20.8	23.0	23.2	20.0	16.1	11.2	7.0	14.2
აჯამეთი	107	4.3	5.0	8.1	12.7	17.6	20.8	23.2	23.6	20.3	16.0	10.8	6.3	14.1
სამტრედია	26	4.7	5.6	8.8	13.0	18.0	21.0	23.2	23.5	20.4	16.2	11.2	7.0	14.4
საქარა	149	3.7	4.5	7.8	12.8	18.0	21.2	23.6	23.9	20.3	15.5	10.1	5.7	13.9
ვანი	520	4.1	4.8	8.2	12.6	17.6	20.7	23.0	23.4	20.0	15.6	10.8	6.3	13.9
მ.საბუეთი	1247	3.9	3.3	0.1	4.9	10.0	13.2	15.6	16.2	12.7	8.3	2.9	1.2	6.3
ხარაგაული	280	3.2	3.9	7.1	12.0	17.1	20.2	22.6	23.0	19.6	15.1	9.8	5.3	13.2
თერჯოლა	449	3.8	4.6	7.9	12.9	17.9	21.0	23.2	23.5	20.2	15.3	10.3	5.8	13.9

ამ მონაცემების საფუძველზე შევადგინეთ იზოთერმების რუკები სეზონების ცენტრალური თვეებისათვის და საშუალო წლიური ტემპერატურისათვის. იმერეთის რეგიონის ჰავაზე შავი ზღვის გავლენა, კოლხეთის დაბლობთან შედარებით, მართალია საერთოდ შესუსტებულია, მაგრამ მის თერმულ რეჟიმზე საგრძნობ გავლენას მაინც ახდენს. იმერეთში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა მერყეობს 6^o-დან 14^oC-მდე და სიმაღლის მიხედვით კანონზომიერად არის განაწილებული. კერძოდ, ზღვის დონიდან 200 მ-ზე საშუალო წლიური ტემპერატურა დაახლოებით 14^oC-ით განისაზღვრება, ზ.დ. 500 მ-მდე=13^oC -ია, ზ.დ. 1000 მ-მდე 10^oC, ხოლო 1300 მ-ზე, კერძოდ, რაიონში ყველაზე მაღლა მდებარე მეტეოსადგურის მთა-საბუეთის მონაცემებით, საშუალო წლიური ტემპერატურები უკვე 6^oC-მდეც კი ეცემა. სიმაღლის მატებასთან ერთად ასევე მკაცრი ხდება ზანთარიც, უცივესი თვის – იანვრის ტემპერატურა ზღვის დონიდან 700 მ-მდე ყველაგან დადებითია, ხოლო კორბოულში, უკვე 793 მ სიმაღლეზე, -0,3^oC -მდე, და მთა-საბუეთში (1217 მ ზ.დ.) კი -3,9^oC-მდე ეცემა. მთა-საბუეთში ასევე მატულობს უარყოფით ტემპერატურის თვეთა რიცხვიც და ოთხი თვის განმავლობაში, კერძოდ, დეკემბრიდან მარტის ჩათვლით მერყეობს -0,1^oC-დან -3,9^oC შორის.

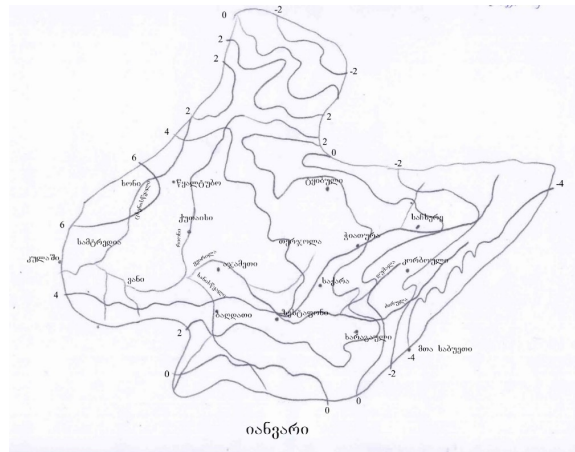
იმერეთში ყველაზე ცხელ თვეს აგვისტო წარმოადგენს. აგვისტოს თვის ყველაზე მაღალი ტემპერატურები აღინიშნება წყალტუბოში 23,8^oC და ზესტაფონში 23,9^oC. რეგიონის ჩრდილო- აღმოსავლეთით – ორპირში, საჩხერესა და ტყიბულში

მონაცვლეობს შესაბამისად—22,1⁰, 22,6⁰ და 21,6⁰ ტემპერატურებს შორის. მთისწინეთებში იკლებს და რეგიონის აღმოსავლეთით, ლიხის ქედის მთისწინეთში 20,20-მდე მცირდება, ხოლო უმაღლეს წერტილში – მთა-საბუეთში მხოლოდ 16,2⁰C -ია. წლის სეზონების ცენტრალურ თვეებს შორის – იანვარი, აპრილი, ივნისი და ოქტომბერი ტემპერატურათა სხვაობები საკმაოდ მაღალია. განსაკუთრებით დიდია ეს სხვაობები საჩხერესა და ტყიბულის ქვაბულებში. მაგალითად საჩხერეში აპრილსა და იანვარს შორის ტემპერატურათა სხვაობა 10,7⁰C–ია, ხოლო ტყიბულში 8,2⁰C. რაც შეეხება ტემპერატურათა ამპლიტუდას, მისი მნიშვნელობა იმერეთის რეგიონში, ყველაზე მაღალი კვლავ საჩხერეშია და 22,2⁰C-ს შეადგენს, ხოლო ტყიბულში 19,0⁰C.

ზაფხულის ცენტრალურ (და არა უცხელეს) თვედ, როგორც ვიცით, მიჩნეულია ივლისი. აპრილიდან ამ თვემდე ტემპერატურა მთელ რეგიონში თითქმის დაკვირვების ყველა პუნქტში, დაახლოებით 2-ჯერ იზრდება. მაგალითად, საჩხერეში, თუ აპრილის თვის საშუალო ტემპერატურა - 11,1⁰C-ია, ივლისში უკვე 22,3⁰C აღინიშნება; ტყიბულში 10,8⁰C -დან ტემპერატურა 21,0⁰C-მდე იზრდება, ხოლო კობოულში 2-ჯერ მეტადაც და 8,7⁰C -დან მისი სიდიდე 19,6⁰C -ით განისაზღვრება.

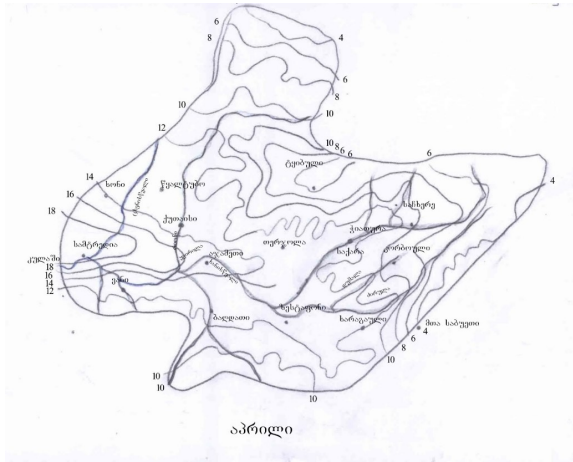
შევეცადეთ, ჩვენს ხელთ არსებული მასალების საფუძველზე, შეგვედგინა იმერეთის რეგიონის იზოთერმების რუკები. ეს რუკები ავაგეთ წლის სეზონების ცენტრალური თვეებისათვის — იანვარი, აპრილი, ივლისი, ოქტომბერი და აგრეთვე საშუალოდ წლისათვის. აღნიშნული რუკები საშუალებას გვაძლევს ნათლად წარმოვიდგინოთ ჰაერის ტემპერატურათა განაწილების სურათები იმერეთის რეგიონში.

იანვარი - ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა იმერეთში 3,9⁰C- დან 5,3⁰C -მდე ფარგლებში იცვლება. როგორც იზოთერმების რუკა გვიჩვენებს, იმერეთში ტემპერატურა შესამჩნევად იკლებს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, რაც ტემპერატურის განაწილების ზოგადი კანონზომიერების ფარგლებშია მოქცეული. ხონი, ქუთაისი და წყალტუბო, იმერეთში, იანვრის ყველაზე მაღალი ტემპერატურებით გამოირჩევა, კერძოდ, 5,9⁰C და მასზე მეტი. სამხრეთით სამტრედიისა და ვანისაკენ კლებულობს 4,1⁰C-მდე. აღმოსავლეთით – თერჯოლა, ზესტაფონი, ხარაგაული იკლებს - 3,8⁰C-დან 3,2⁰C-მდე. რაჭის ქედის მიდამოებში გადის 1⁰—2⁰-იანი იზოთერმები. ხოლო მესხეთისა და ლიხის ქედის მიმდებარე, ვიწრო მაღალმთიან ზონაში უკვე - 5⁰-იანი იზოთერმაა წარ-



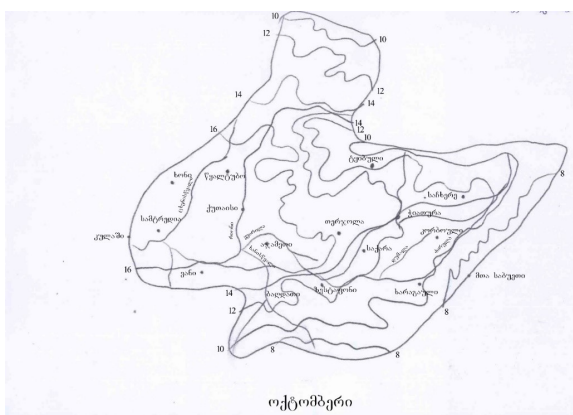
მოდგენილი.

აპრილი - წლის აღნიშნულ დროს იმერეთის მთელ ტერიტორიაზე დადებითი ტემპერატურა დაიკვირვება და იგი 4⁰-დან 13⁰-მდე მერყეობს. ისევე, როგორც იანვრის თვეში, ამჟამადაც ყველაზე მაღალი ტემპერატურა (13,3⁰C) წყალტუბოსა და მის მიდამოებში აღინიშნება, ხოლო 13⁰C -ქუთაისში, ხონსა და სამტრედიასში. ტყიბულის ქვაბულსა და რაჭის ქედის მიმდებარე ტერიტორიებზე გადის 10⁰C-იანი იზოთერმა. კორბოულში, რომელიც მდ. დუმალას ხეობაში მდებარეობს, ზ.დ-ან 793 მ სიმაღლეზე ტემპერატურა 8,7⁰C-მდე იკლებს. ხოლო 4⁰-იანი იზოთერმით ისაზღვრება მესხეთის და ლიხის ქედის მაღალმთიანი ადგილები. მთა საბუეთის მონაცემებით, ზღვის დონიდან 1247 მეტრზე დაფიქსირებულია აპრილის თვეში 4,9⁰C ტემპერატურა.



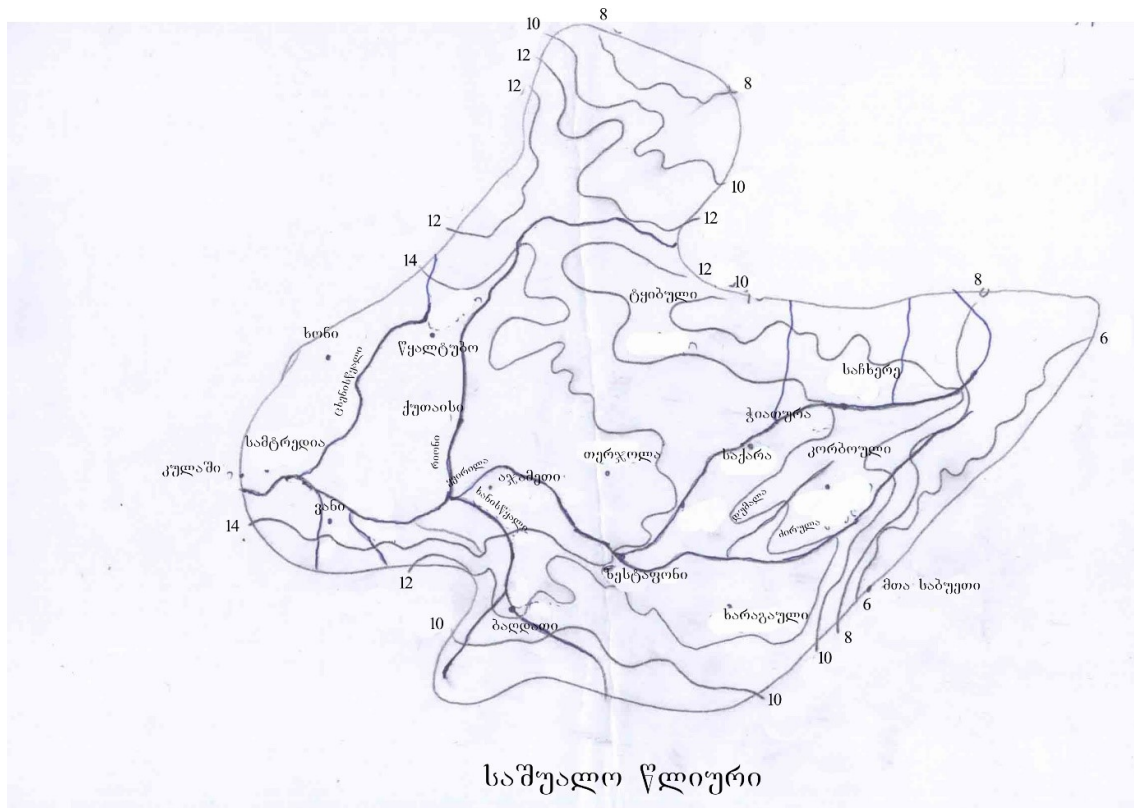
ივლისი - აღნიშნულ თვეში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 15⁰-დან 23⁰-მდე იცვლება. ყველაზე მეტი სითბო ამჟამად იმერეთის - დასავლეთ და ცენტრალურ ნაწილებზე მოდის (23⁰-23,6⁰). კერძოდ, წყალტუბოში, ქუთაისში, თერჯოლასა და ზესტაფონში შესაბამისად აღინიშნება – 23,3⁰C ; 23,0⁰C, 23,2⁰C, და 23,6⁰C ტემპერატურები. ჩრდილოეთით, რაჭის ქედის მიმართულებით ტემპერატურა ეცემა და ქედის მაღალ ადგილებში გადის 20⁰C-იანი იზოთერმა. აღმოსავლეთით, კი სიმაღლის ზრდასთან ერთად 19⁰C-დან 15⁰C-მდე მცირდება.

ოქტომბერი - წლის მოცემულ პერიოდში ტემპერატურა საკმაოდ დიდ დიაპაზონში მერყეობს და იმერეთის განაპირა (აღმოსავლეთით და დასავლეთით) რაიონებში გადის 9⁰ და 16⁰--იანი იზოთერმები. ამ თვეშიც უნდა გამოვყოთ კორბოული, რომლის მიმდებარე ტერიტორია 12⁰-იანი იზოთერმით იფარგლება. ცენტრალური ნაწილი, კერძოდ, თერჯოლის, ზესტაფონის, ჭიათურისა და ხარაგაულის რაიონები იფარგლება 15⁰C-იანი იზოთერმით. რაჭის ქედის მაღალ ნაწილზე გადის 13⁰-იანი, ხოლო სამხრეთით და აღმოსავლეთით, მაღალმთიან ზონაში - 9⁰—იანი იზოთერმები.



საშუალო წლიური - ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა იმერეთის ტერიტორიაზე 6⁰-მდე 14⁰C-დან იცვლება. ისევე, როგორც მოცემულ ოთხ

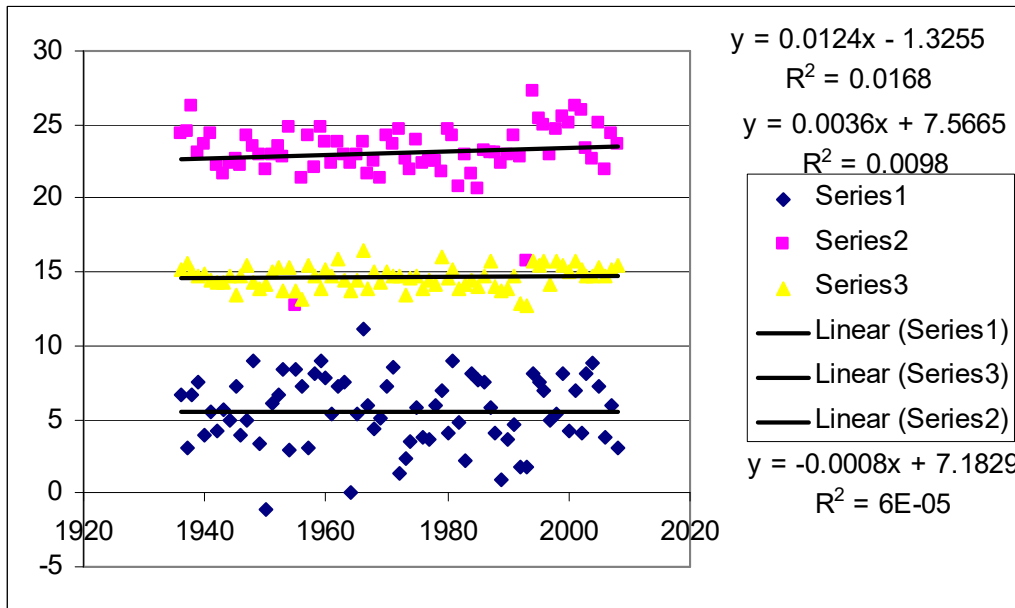
თვეში , საშუალო წლიური ტემპერატურაც ყველაზე მაღალი იმერეთის დასავლეთ და ცენტრალურ რაიონებში აღინიშნება. ეს ადგილები მოქცეულია 14⁰-იანი იზოთერმის ფარგლებში. ცალკე გამოიყოფა კორბოული და მისი მიმდებარე ტერიტორია, რომელიც ისაზღვრება ჩაკეტილი 10⁰-იანი იზოთერმით. ჩრდილოეთით, რაჭის ქედის მთისწინეთსა და მაღალ ზონებს კვეთს 12⁰-იანი იზოთერმა. ხოლო ამ შემთხვევაში ყველაზე დაბალი 6⁰-იანი იზოთერმა გადის მესხეთისა და ლიხის ქედის მაღალმთიან ზონაში.



გლობალური დათბობის გავლენა იმერეთის რეგიონზე: საქართველოს ტემპერატურული ველის ცვლილების სრული სივრცითი სურათი და აგრეთვე მრავალრიცხოვანი ტრენდები წარმოდგენილია კ.თავართქილაძის, ე.ელიზბარაშვილის, დ.მუმლაძის და ჯ.ვაჩნაძის მონოგრაფიაში(1999). კვლევის ძირითადი შედეგი მასში მდგომარეობს, რომ თანამედროვე გლობალური დათბობის საერთო ფონზე აღმოსავლეთ საქართველოში მიმდინარეობს ტემპერატურის ზრდა, ხოლო დასავლეთში - უმთავრესად კლება. დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიის დიდ ნაწილზე წლიური ტემპერატურების მნიშვნელოვანი ცვლილება არ შეინიშნება, ცალკეულ რაიონებში კი შეიმჩნევა აცივება. აცივება დამახასიათებელია კოლხეთის დაბლობის შიდა რაიონებისათვის, მესხეთის ქედის დასავლეთი ნაწილისა და მდინარე ენგურის ხეობის ზემო წელისათვის. დათბობის ცალკეული კერებია შავი ზღვის სანაპიროზე, აჭარაში ჩაქვის მახლობლად, იმერეთის მაღლობზე და რაჭის

ქედზე.

გლობალური დათბობის იმერეთის რეგიონზე გავლენის შესაფასებლად გამოვიყენეთ რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის (GშNE, #1-5/67, 2010-2012) საარქივო მასალა და ავაგეთ ტემპერატურისა და ნალექების ცვლილების ტრენდები ქუთაისისათვის 1936-2008 წლების პერიოდისათვის (ნახ.1)



ნახ.1. ჰაერის ტემპერატურის მრავალწლიური ცვლილება: 1-იანვარი; 2-ივლისი; 3-საშუალო წლიური

ნახაზზე აგრეთვე დატანილია რეგრესიის განტოლებები და შესაბამისი კორელაციური ფარდობები. როგორც ვხედავთ კორელაციის კოეფიციენტები ძალზე დაბალია, რაც წერტილების მნიშვნელოვანი გაბნევით არის გამოწვეული. მიუხედავად ამისა რეგრესიის განტოლებები ობიექტურად ასახავენ კლიმატის ამ ელემენტების ცვლილების ხასიათს გლობალური დათბობის პირობებში. ნახ.1 –ზე წარმოდგენილი ტრენდებიდან და განტოლებებიდან გამომდინარე იმერეთის რეგიონი გლობალური დათბობაზე პრაქტიკულად არ რეაგირებს, რაც კარგ თანხვედრაშია ადრე ჩატარებულ გამოკვლევებთან (კ.თავართქილაძე, ე.ელიზბარაშვილი, მ.ელიზბარაშვილი და სხვ.).

ამრიგად, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გლობალური დათბობის პირობებში მნიშვნელოვანი კლიმატური ცვლილებები იმერეთის რეგიონში არ აღინიშნება.

ლიტერატურა:

1. ე. ელიზბარაშვილი: „საქართველოს კლიმატური რესურსები“. თბილისი, 2007
2. მ. ელიზბარაშვილი: „საქართველოს ტერიტორიის ტემპერატურის ველი“. თბილისი, 1995
3. „საქართველოს ჰავა“ ტომი 1 . აჭარა. A თბილისი, 2003
4. „საქართველოს ჰავა“ ტომი 2. აფხაზეთი. თბილისი, 2006
5. „საქართველოს ჰავა“ ტომი 3. სამეგრელო- ზემო სვანეთი, თბილისი, 2010.
6. ნ.ბერძენიშვილი: „იმერეთის რეგიონის კლიმატური რესურსები“ 2012
7. Amiranashvili A. Changeability of Air Temperature and Atmospheric Precipitations in Tbilisi for Years. Int. Sc. Conf. „Natural Disasters in Georgia: Monitoring, Prevention, Mitigation“, Proceedings, ISBN 978-9941-13-899-7, Tbilisi, Georgia, December 12-14, 2019, pp. 86-90.
8. Jamrlishvili N., Tavidashvili Kh. Effect of Climate Change on the Freezing Level in Kakheti. Int. Sc. Conf. „Natural Disasters in Georgia: Monitoring, Prevention, Mitigation“, Proceedings, ISBN 978-9941-13-899-7, Tbilisi, Georgia, December 12-14, 2019
9. კაპანაძე ნ., მკურნალიძე ი. ქ. თბილისის ჰაერის ტემპერატურის რყევადობა კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ბუნებრივი კატასტროფები საქართველოში: მონიტორინგი, პრევენცია, შედეგების შერბილება“, შრომები, ISBN 978-9941-13-899-7, თბილისი, საქართველო, 12-14 დეკემბერი, 2019 წ.
10. თავართქილაძე კ. სუქნიძე ნ. ექსტრემალური ტემპერატურის რეჟიმი საქართველოში და გლობალური დათბობის გავლენა მასზე. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ბუნებრივი კატასტროფების საქართველოში: მონიტორინგი, პრევენცია, შედეგების შერბილება“, შრომები, ISBN 978-9941-13-899-7, თბილისი, საქართველო, 2019 წ

**Variation of climatic parameters against the background of global warming
Summary**

Air temperature is one of the main components of the climate. Research of temperature regime in the territory of Georgia and its regions has its history. For investigation of temperature regime in Imereti region we used observation data of hydrometeorological service. On the basis of the data we draw up isotherms' maps for the central months of the seasons and for middle annual temperature. The Black Sea influence on the climate of Imereti region is completely weakened comparing with Kolkheti valley, but still greatly influences its thermal regime. Under the global warming, significant climatic changes in Imereti region are not observed.

დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბები

ბასილაშვილი ცისანა*, ნანა ბერძენიშვილი**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

**ი. გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

**საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი: 2023 წლამდე არსებულ დაკვირვებათა 62 – 92 წლიანი მონაცემების სტატისტიკური ანალიზით, დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა 29 ჰიდროკვეთისათვის, განსაზღვრულია მაქსიმალური ხარჯების მოსალოდნელი ალბათური მნიშვნელობები: 0,01, 0,1, 1, 2, 5, 10, 20 %-იანი უზრუნველყოფით, რომლებიც შეესაბამება: 10 000, 1000, 100, 80, 20, 10, 5 წლიანი განმეორებადობის წყლის ხარჯებს. ამ მონაცემების გათვალისწინება აუცილებელია წყალსამეურნეო განვითარებაში სამეცნიერო, სამეურნეო და საპროექტო ორგანიზაციებში ჰიდროტექნიკურ და სხვა ნაგებობათა ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების დასაბუთებისათვის, რათა დაცულ იქნეს მოსახლეობის და გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოება.

საკვანძო სიტყვები: ალბათური მნიშვნელობები, მრავალწლიანი დაკვირვების რიგები, უსაფრთხოების უზრუნველყოფა.

დასავლეთ საქართველოს რთული მთიანი ლანდშაფტურ-კლიმატური, ნიადაგური და რელიეფური პირობები, მრავალრიცხოვან მდინარეთა ღრმა ხეობებით, მეტად ხელსაყრელ გარემოს ჰქმნიან წყალმოვარდნების ფორმირებისათვის. აქ მნიშვნელოვან როლს ასრულებს შავი ზღვა, სადაც ჩაედინება დასავლეთ საქართველოს ყველა მდინარე. მათი წყალშემკრები აუზები ამფითეატრივით არიან მიმართული ზღვისკენ, საიდანაც ისინი უხვად იკვებებიან ნოტიო ჰაერის მასების კონდენსირებით მიღებული ნალექებით. ამიტომ მათზე წლის თითქმის ყველა დროს აღინიშნება წყალმოვარდნები.

სადღეისოდ, კლიმატის აქტიური დათბობის პირობებში, გაიზარდა რა აორთქლება, გაიზარდა თავსხმა წვიმების შემთხვევები, რამაც გამოიწვია წყალმოვარდნების გახშირება. გარდა ამისა, აქ არსებულ მთავარ მდინარეთა სათავეებში კავკასიონის მაღალ ქედებზე არსებული მყინვარები ინტენსიურად დნებიან და თავსხმა წვიმების თანხვედრის შემთხვევაში იწვევენ კატასტროფულ წყალმოვარდნებს, რაც გამოუსწორებელ ზიანს აყენებს ცალკეულ რეგიონებს. იტბორება და ხშირად ნადგურდება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები და სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტები, რომელთა დიდი ნაწილი მდინარეთა სანაპიროებთან მდებარეობენ. ზიანდება და ინგრევა საცხოვრებელი სახლები, ხიდები, გზები, კომუნიკაციები, არხები და რაც მთავარია ილუპებიან ადამიანები და პირუტყვი [1]. დიდ მატერიალურ და სოციალურ ზარალთან ერთად სტიქია იწვევს აგრეთვე წყლისა და მიწის რესურსების საგრძნობ დაბინძურებასა და შემცირებას.

დღეისათვის, წყალმოვარდნების გახშირებისა და მათგან მიყენებული ზარალისა და მსხვერპლის გაზრდის გამო, მთავარ პრობლემად ითვლება მათი მავნე შედეგების თავიდან აცილება. ამიტომ აუცილებელია მდინარეთა უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების განვითარების მასშტაბების განსაზღვრა. ეს პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალური ხდება იმის გამო, რომ ჩვენი ქვეყანა რეალურად იქცა ევროპისა და აზიის დამაკავშირებელ საავ-

**საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024**

ტომობილო და სარკინიგზო, აგრეთვე აირის, ნავთობისა და ელექტროენერჯის სატრანსპორტო დერეფნად.

მდინარეთა მრავალწლიან დაკვირვებათა რიგების მქონე 29 ჰიდროკვეთისათვის შედგენილ იქნა მათზე გავლილი წყალმოვარდნების ყოველწლიური უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების მონაცემთა ბაზა. ვინაიდან წყალმოვარდნების დროს მთის მდინარეებზე რთულია წყლის ხარჯების გაზომვითი სამუშაოების ჩატარება, ამიტომ დაკვირვებათა რიგებში არის გამოტოვებული შემთხვევები. მათი აღდგენის მიზნით გამოყენებულ იქნა ანალოგ მდინარეთა წყლის ხარჯების კორელაციური ანალიზისა და გრაფიკული ინტერპოლაციის მეთოდი. შედეგად მიღებულ იქნა დაკვირვებათა 62 – 92 მრავალწლიანი ემპირიული რიგები.

გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოებისთვის მთავარი განმსაზღვრელი არის მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების მოსალოდნელი ცვლილება, რისთვისაც გამოიყენება ალბათობის თეორიაში ცნობილი ე.წ. უზრუნველყოფის მრუდები, რომლებიც ჩვენ შემთხვევაში განსაზღვრავენ წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბებს. მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობების განსაზღვრისთვის, მდინარეთა ყველა ცალკეული ჰიდროკვეთისთვის ყოველწლიური უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების მნიშვნელობები დალაგდა კლებად რიგებად უდიდესიდან უმცირესისკენ, რაც არის მათი განაწილების უმარტივესი სახე, რომელიც გვიჩვენებს იმას, რომ გარკვეულ მაქსიმალურ ხარჯს შეიძლება იმდენჯერ ჰქონდეს ადგილი დაკვირვების პერიოდის განმავლობაში, რამდენი წევრიცაა ამ მაქსიმალური ხარჯის ზევით მათ კლებად რიგში [2, 3].

ცხრილი 1. დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყალმოვარდნების უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების (Q_{მ/წმ}) ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა უზრუნველყოფით (%) და განმეორადობით (წლები)

№	უზრუნველყოფა (%)	0,01	0,1	1	2	5	10	20
	განმეორადობა (წლები)	10000	1000	100	80	20	10	5
	წყალმოვარდნების დახასიათება	კატასტროფული	ძალიან ძლიერი	ძლიერი	მაღალი	საშუალო		
1	ბზიფი - ჯირხვა	1770	1460	1140	1020	865	740	588
2	კოდორი - ლათა	1870	1550	1220	1110	944	820	655
3	ენგური - დიზი	2430	1760	1170	980	760	580	420
4	ენგური - ხაიში	3940	2920	2020	1740	1370	1100	780
5	ნენსკრა - ლახანი	1400	920	590	495	376	282	172
6	მესტიაჭალა - მესტია	676	530	365	315	236	170	100
7	რიონი - ონი	1300	890	582	490	375	305	215
8	რიონი - ალპანა	2320	1820	1340	1180	974	820	645
9	რიონი - ნამოხვანი	3100	2340	1650	1470	1020	1040	840
10	რიონი - საქოჩაკიძე	20320	14500	8600	7020	5200	4200	2300
11	ყვირილა - საჩხერე	1600	1030	600	490	370	286	208
12	ყვირილა - ზესტაფონი	3350	2280	1600	1320	1050	880	685

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024

13	ძირულა - წვევა	1480	1070	750	6560	550	420	384
14	ხანისწყალი - ბაღდათი	455	356	266	240	209	184	155
15	ჩხერიმელა - ხარაგაული	1420	820	475	388	290	240	168
16	ცხენისწყალი - ლუჯი	1300	920	620	520	380	272	160
17	ცხენისწყალი - რცხმელური	2080	1430	990	780	622	520	400
18	ცხენისწყალი - ხიდი	2400	1680	1120	940	740	615	496
19	ტეხური - ნაქალაქევი	3300	2000	1140	900	670	570	300
20	ხოზი - ლეგახარე	4100	2400	1300	1000	740	520	360
21	სუფსა - ჩოხატაური	620	445	340	300	246	210	148
22	სუფსა - ხიდმაღალა	2780	2240	1540	1300	1000	760	516
23	ნატანები - ნატანები	4300	2450	1300	1030	740	540	380
24	კინტრიში - კოხი	3400	1800	900	668	460	335	220
25	ჩაქვისწყალი - ხალა	5500	2450	1000	700	430	275	160
26	ბუჟუა - გომი	4100	1995	840	600	400	270	155
27	აჭარისწყალი - ქედა	1760	1400	990	860	690	550	410
28	აჭარისწყალი - ხულო	330	275	200	170	136	110	84
29	ჭოროხი - ერგე	7500	6180	4400	4000	3200	2500	2200

განსახილველ მდინარეთა 29 ჰიდროკვეთის მაქსიმალური ხარჯების კლებადი რიგების ფორმირება და მათი შესაბამისი პროცენტული უზრუნველყოფის გაანგარიშება გახორციელდა კომპიუტერული პროგრამით [4]. ვინაიდან [5] ნაშრომის თანახმად, განხილულ მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობის კოეფიციენტები მაღალია (ვარიაცია $C_v > 0,5$, ასიმეტრია $C_s > 2$), ამიტომ [3] ნაშრომის მიხედვით, მათი უზრუნველყოფის მრუდების ასაგებად გამოყენებულ იქნა არა ზომიერი ასიმეტრიულობის, არამედ მაღალი ასიმეტრიულობის უჯრედულები.

წყალმოვარდნების უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების მიღებული ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა პროცენტული უზრუნველყოფით მოცემულია ცხრილ 1-ში. ეს მნიშვნელობები უშუალოდ პასუხობენ კითხვას, როგორია ნაგებობის ან რაიმე ღონისძიების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა მდინარის მაქსიმალური ხარჯის გარკვეული მნიშვნელობის დროს. უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები, გარკვეული უზრუნველყოფით, შეესაბამება მათი განმეორებადობის გარკვეული წლების მნიშვნელობებს, რომლებიც აღნიშნავენ იმ წელთა რიცხვს, რომელთა დროს გაივლის შესაბამისი მაქსიმალური ხარჯი საშუალოდ ერთხელ მაინც [2]

ამრიგად, 2023 წლამდე არსებული დაკვირვებათა მონაცემებით, გამოკვლეულია დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების ცვლილების მნიშვნელობები მრავალწლიურ ჭრილში. დაკვირვებათა 62 - 92 წლიანი რიგების სათანადო ანალიზით, მდინარეთა 29 ჰიდროკვეთისთვის მიღებულია წყალმოვარდნების აქტივობის კოეფიციენტები, რომელთა მიხედვით შეფასებულია კლიმატის ცვლილების ზეგავლენა მაქსიმალური ხარჯების მნიშვნელობაზე. გაირკვა, რომ კლიმატის დათბობის შედეგად მრავალწლიურ ჭრილში იზრდება მაქსიმალური ხარჯები მდინარეებზე: ენგური, რიონი, ყვირილა, ცხენისწყალი, ტეხური და აგრეთვე ზღვისპირა მცირე მდინარეებზე. მდგრადობას ინარჩუნებენ აჭარის მდინარეთა მაქსიმუმები.

განახლდა და დაზუსტდა 1991 წლამდე არსებულ დაკვირვებათა რიგებით მიღებული [6] წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები. მიღებულია წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების მოსალოდნელი 0,01, 0,1, 1, 2, 5, 10, 20 %-იანი უზრუნველყოფის მნიშვნელობები, რომლებიც შეესაბამება მათ 10 000, 1000, 100, 80, 20, 10, 5 წლიან განმეორებადობის ხარჯებს.

მიღებული მონაცემები მეტად მნიშვნელოვანია მათი პრაქტიკული დანიშნულების თვალსაზრისით სამეცნიერო, სამეურნეო და საპროექტო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო განგარიშებებისთვის ნაგებობათა და სხვა ღონისძიებათა ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების დასაბუთებისთვის, რაც აუცილებელია სამეურნეო საქმიანობის სწორად წარმართვისა და მოსახლეობისა და გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.

ლიტერატურა

1. ბასილაშვილი ც., სალუქვაძე მ., ცომაია ვ., ხერხელიძე გ. კატასტროფული წყალდიდობები, ღვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში და მათი უსაფრთხოება. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2012, 244 გვ.
2. უკლება ნ. ზოგადი ჰიდროლოგია. თბილისი, უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 1967, 406 გვ.
3. Лучшева А.А. Практическая гидрология. Ленинград, Гидрометеиздат, 1976, 440 с.
4. Басилашвили Ц. З. Статистический анализ переменных и выбор предикторов для прогностических зависимостей. // Аннотированный указатель алгоритмов и программ. Обнинск, Мировой Центр Данных, 1977, с. 43.
5. ბასილაშვილი ც.ზ. წყალმოვარდნების განახლებული უდიდესი მაქსიმალური ხარჯები დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე წყალსამეურნეო განგარიშებებისთვის. // საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „კომპლექსური გეოფიზიკური მონიტორინგი“ შრომათა კრებული, თბილისი, 2024.
6. ბასილაშვილი ც.ზ. საქართველოს მთის მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების პარამეტრები, მათი ცვლილების ტენდენციები და განვითარების მასშტაბები. Proceedings of International Conference Landscape dimensions of sustainable development: Science – Planning – Governance. თბილისი, თსუ, 2017, გვ. 224-235.

The Scale of the Estimated Maximum Discharge of Floods on the Rivers of Western Georgia Summary

With the statistical analysis of the data of 29 watersheds of the rivers of Western Georgia of 62-92 years of observation until 2023, the activity of the flow and the estimated probable values of the maximum discharge have been determined: with 0.01, 0.1, 1, 2, 5, 10, 20% provision corresponding to: 10 000, 1000, 100, 80, 20, 10, 5 years recurring water discharges. These data should be considered in water management calculations in scientific, agricultural and design organizations for substantiating the technical and economic indicators of hydrotechnical and other structures in order to ensure the ecological safety of the population and the environment.

The influences of human activity On climate

Adeishvili Teimuraz, Adeishvili Medea
Georgian academy of ecological sciences
Akaki Tsereteli State University

Abstracts: Human activity how influenced global surface temperature by changing the radioactive balance governing the earth on various timescales and at varying spatial scales. The most profound and well-known anthropogenic influence in the elevation of concentration of greenhouse gases in the atmosphere. Humans also influence climate by changing the concentrations of aerosols and ozone modifying the land cover of earth surface.

As it was discussed in [1] greenhouse gases warmed up the earth surface by increasing the net down word longwave radiation reaching the surface. The relationship between atmospheric concentration of greenhouse gases and the associated positive radioactive forcing of the surface is different for each gas. A complicated relationship enlists between the greenhouse gas and the relative amount of longwave radiation that each can absorb. What follows it is a discussion of the radioactive behavior of each major greenhouse gas.

1. Water vapor is the most potent of the greenhouse gases in the earth’s atmosphere but its behavior is fundamentally different from that of other greenhouse gases. The primary role of water vapor is not as a direct against radioactive forcing but rather as a climate feedback that is a response within the climate system influences the systems that continued activity .

2. This distinction arises from the fact that amount of water vapor in the atmosphere cannot, in general, be directly modified by human behavior but instead it in set by air temperatures. The larger water surface, the greater evaporation rates of the water from the surface. As a result, increased evaporation leads to greater concentration of water vapor in the lower atmosphere capable of absorbing longwave radiation and emitting it downward. Carbon dioxide Of the greenhouse gases, carbon dioxide (CO₂) is the most significant natural source of atmospheric CO₂ including out gassing from volcanos, earthquakes, the combustion and the natural decay of organic matter respirations by aerobic (oxygen-using) organisms. These sources are balanced, an average, by causes called “sinks”, that tend to remove CO₂ from the atmosphere. The role of vegetation issignificat, as it takes up CO₂ during the process of photosynthesis.

A number of oceanic processes also act as carbon sinks. One such process called the “solubility pump” involves the decent of surface seawater containing dissolved CO₂. Another process, the “biological pump”, involves the uptake of dissolved CO₂ by marine vegetation and phytoplankton (small free floating photosynthetic organisms) living in the upper ocean or by other marine organism that use CO₂ to build skeletons and other structures made of calcium carbonate (CaCO₃) as these organisms expire and fall to the ocean floor, the carbon they contain is transported downward and eventually buried at depth. A long-term balance between these natural sources and sinks leads to the background or natural level of CO₂ in the atmosphere. In contrast human activities increase atmospheric CO₂ primarily through the burning of fossil fuels, principally oil and coal and secondarily, natural gas usage in transportation. Reacting and the generation of electrical power and through the production of cement. Other anthropogenic sources include the burning of forest tends the clearing of land. Anthropogenic emissions currently account for the annual release of about 7 gigatons of carbon into the atmosphere Anthropogenic emissions are equal to approximately 3 percent of the total emissions of CO₂ by the natural sources and this amplified carbon load from human activites far

exceeds the offsetting capacity of natural sinks. CO₂ consequently accumulated in the atmosphere at an average rate of 1.4ppm per year between 1959 and 2006 and roughly 2.0ppm per year between 2006 and 2018. Over all this rate of accumulation has been linear. However certain current sinks, such as the oceans, could become sources in the future, this may lead to a situation in which concentration of atmospheric CO₂ build at an exponential rate. That is its rate of increase also growing. The natural background level of carbon monoxide varies in timescales of millions of years because of slow changes in outgassing through volcanic activity. For example, roughly 100 million years ago during the cretaceous period (145million to 66million years ago), CO₂ concentrations appear to have been several times higher than they are today over past 700000 years, CO₂ concentrations have varied over a far smaller range in association with the same earth orbital effects linked to the coming and going of the Pleistocene ice age, by the early 21st century CO₂ levels had reached 384ppm, which is approximately 37 percent above the natural background level of roughly 280pm that existed in the beginning of the industrial revolution Radioactive forcing caused by carbon dioxide varies in an approximately fashion with the concentration of that gas in the atmosphere. The logarithmic relationship occurs as the result as a saturation on effects where in it become increasingly difficult, as the CO₂ concentrations increases for additional CO₂ molecules to further influence the “infrared window” the logarithmic relationship predicts that the surface warming potential will wise by roughly the same amount for each doubling of CO₂ concentration as current rates of fossil fuels use, a doubling of CO₂ concentrations would represent an increase of roughly 4 watts per square meter of radioactive forcing. Given typical estimated of “climate sensitivity” in the absence of any offsetting. Factors this energy increased lead to warming of 2 to 5c over preindustrial times/ the total radioactive forcing by anthropogenic CO₂ emissions since the beginning of the industrial age its approximately 1,66 watts per square meter.

3.Methane

Methane (CH₄) is the second most important greenhouse gas, CH₄ is more potent than CO₂ because the radioactive forcing produced per molecule is greater. In addition to the infrared windows is less saturated in the range of wave lengths of radiation absorbed by CH₄, so more molecules may fill in the region. However, CH₄ exists in far lower concentrations by volume in the atmosphere are generally measured in parts per billion (ppb) rather than ppm CH₄ also has a considerably shorter residence time in the atmosphere than CO₂. Natural sources of methane include tropical and northern wetlands, methane oxidizing bacteria, volcanoes and methane hydrates trapped along the continental shelves of the oceans and polar permafrost. The primary natural sink methane is the atmosphere itself as methane reacts rapidly with the hydroxide radical (OH) within (H₂O) when CH₄ reaches the stratosphere it is destroyed, another natural sink is soil, where methane is oxidized by bacteria. As with CO₂, human activity is increasing the CH₄ concentration faster than it can be offset by natural means. Anthropogenic sources currently account for approximately 70 percent of total annual emissions leading to substantial increases in concentration over tie the major anthropogenic sources of atmospheric CH₄ are rice cultivation, livestock farming, the burning of coal and natural gas, the combustion of biomass, and the decomposition of organic matter in landfills. Future trends are particularly difficult to anticipate. This is in part due to an incomplete understanding of climate feedbacks associated with CH₄ emissions. In addition it is difficult to predict how, as human populations grow, possible changes in livestock raising, rice cultivation, and energy utilization will influence CH₄ emission. It is believed that a sudden increase in the concentration of methane in the atmosphere was responsible for the warming event that raised average global temperature by 4-8c over a few thousand years during the so called Paleocene- Eocen thermal maximum or PETM. This

episode had been taking place roughly 55 million years ago, and the rise in CH₄ appears to have been related to a massive volcanic eruption that interacted with methane- containing flood deposits, as a results, large amounts of gaseous CH₄ were injected into the atmosphere it is difficult to know precisely how high these concentrations were or how long they persisted. At very high concentrations, residence times of CH₄ in the atmosphere can become much greater than the normal 10 years residence time that applies today. Methane concentration have also varied over a smaller range in association with paleocene ice age cycles. Preindustrial at levels of CH₄ in the atmosphere were approximately 700ppb as evels exceeded 1876ppb in late 2018 the net reactive forcing by anthropogenic CH₄ emissions is approximately 0,5 watts per square meter or roughly one third of the radioactive forcing of CO₂.

4. Surface level ozone and other components. The next most significant greenhouse gas is surface or low-level, ozone (O₃). Surface O₃ is a result of air pollution. It must be distinguished from naturally occurring stratospheric O₃, which has a very different role in planetary radiation balance. The primary natural source of surface O₃ is the subsidence of stratospheric O₃ from the upper atmosphere. In contrast, the primary anthropogenic source of surface O₃ is photochemical reactions involving the atmospheric pollutant carbon monoxide (CO). The best estimated of the natural concentration of surface O₃ are 10ppb, and the net radioactive forcing due the anthropogenic emissions of surface O₃ is approximately 0,35watt per square meter. Ozone concentration can rise above unhealthy levels in cities prone to photochemical smog, additional trace gases produced by industrial activity that have greenhouse properties include nitrous oxide (N₂O) and the fluorinated gases (halocarbons), the later including sulfur hexafluoride, hydrofluorocarbons (HFCs) and perfluorocarbons (PFCS). Nitrous oxide is responsible for 0,16 watt per square meter radioactive forcing, while fluorinated gases are collectively responsible for 0,34 watt per square meter nitrous oxide have small background concentration due to natural biological reaction in solid and water where the fluorinated gases are their existence almost entirely to industrial sources.

5. Aerosols

The production of aerosols represents an important anthropogenic radioactive forcing of climate. Collectively, aerosols block- that is reflect and absorb a portion of incoming solar radiation, and this creates a negative radioactive forcing. Aerosols are second only to greenhouse gases in relative importance in their impact on near surface air temperatures. Unlike the “well-mixed greenhouse gasses” such as CO₂ and CH₄ aerosols are readily flushed out of the atmosphere within days, either by rain or snow (dry deposition). They must therefore be continually generated in order to produce a steady effect on radioactive forcing, aerosols have the ability to influence climate directly by absorbing or reflecting incoming solar radiation but they also produce indirect effects on climate by modifying cloud formation or cloud properties. Most aerosols serve as condensation nuclei. Aerosols can be transported thousands of kilometers from their sources of origin by winds and upper-level circulation in the atmosphere. Perhaps the most important type of anthropogenic aerosol in radioactive forcing is sulfate aerosol. It is produced from sulfur dioxide (SO₂) emissions associated with the burning of coal and oil. Since the late 1980s, global emissions of SO₂ have decreed from about 151.5 million tons to less than 100 million tons.

Nitrate aerosols are not as important as sulfate aerosol, but is the potential to become significant source of negative forcing. One major source of nitrate aerosol is smog released from the incomplete burning of fuel in internal combustion engines. Another source of ammo (NH₃), which is often used in fertilizers or released by the burning of plants and other organic materials, both sulfate and nitrate aerosols act primarily by reflecting incoming solar radiation, thereby reducing the amount of sunlight

reaching the surface. Most aerosols, unlike greenhouse gases, impart a cooling rather warming influence on earth's surface. One prominent exception is carbonaceous aerosols such as carbon black or soot, which are produced by the burning of fossil fuels and biomass. Carbon black tends to absorb rather than reflect incident solar radiation, and so it has a warming impact on the lower atmosphere where it resides. Because of its absorptive properties, carbon black is also capable of having an additional indirect effect on climate through its deposition in snowfall it can decrease the albedo of snow cover and this reduction in the amount of solar radiation reflected back to space by snow surfaces creates a minor positive radioactive forcing like other natural sources of aerosols including volcanic eruptions, which produce sulfate aerosol, and biogenic aerosols, such as terpenes, are produced naturally by certain kind of trees or other plants. For example, the dense forests of blue ridge mountains of Virginia in the USA emit terpenes during the summer months, which in turn interacts with the high humidity and warm temperatures to produce a natural photochemical smog. Anthropogenic pollutants such as nitrate and ozone both of which serve as the precursor molecules for the generation of biogenic aerosols, appear to have increased the rate of production of these aerosols. This process appears to be responsible for some increased aerosol pollution in region undergoing rapid Urbanization.

6. Land use changes. There are number of ways in which changes in land use can influence climate. The most direct influence is through the alteration of earth's albedo, surface reflectance. For example, the replacement of forest by cropland and pasture in the middle latitudes in the past several centuries has led to an increase in albedo, which in turn has led to greater reflection of incoming solar radiation in those regions. This replacement of forest by agriculture has been associated with a change in global average radioactive forcing of approximately 0,2 watts per square meter since 1750. In Europe and major agricultural regions, such land use conversion began more than 1000 years ago and had proceeded nearly to completion for Europe, the negative radioactive forcing due to land-use change has probably been substantial, perhaps approaching 5 watts per square meter. The influence of early land-use on radioactive forcing may help to explain a long period of cooling in Europe that followed a period of relatively mild conditions roughly 1000 years ago. It is generally believed that the mid temperature of this “medieval warm period” which was followed by long period of cooling. Rivalled those of 20th Century Europe. Land use changes can also influence climate through their influence on exchange of heat between earth's surface and the atmosphere. For example, vegetation helps to facilitate the evaporation of water into the atmosphere through evapotranspiration. In this process plants take up liquid water from the soil through their root systems. Eventually this water is released through transpiration into the atmosphere, as water vapor through the stomata in leaves. Deforestation generally leads to surface cooling due to the albedo factor discussed above, the land surface may also warm as the result of release of latent heat by the evapotranspiration process. The relative importance of these two factors, one exerting a cooling effect, and the other warming effect, varies, by both seasons and region while the albedo effect is likely to dominate in the middle of latitudes, especially during the period from autumn through spring, the evapotranspiration effect may dominate during the summer in the midlatitudes and year round in the tropics. The latter case is particularly important in accessing the potential impacts of continued tropical deforestation. The rate at which tropical regions are deforested is also relevant to the process of carbon sequestration, the long-term storage of carbon in under-ground cavities and biomass rather than the atmosphere. By removing carbon from the atmosphere, carbon sequestration acts to mitigate global warming.

7. stratospheric ozone depletion Since the 1970s the loss of ozone (O₃) from the stratosphere has led to a small amount of radioactive forcing of the surface. This negative forcing represents a competition

between two distinct effects caused by the fact that ozone absorbs solar radiation. In the first case as ozone levels in the stratosphere are depleted, more solar radiation reaches earth's surface. In this absence of any other influence, this rise in insolation would represent a positive radioactive forcing of the surface. However, that is related to its greenhouse properties. The amount of ozone in the stratosphere is decreased, there is also less ozone to absorb longwave radiation reference there is a corresponding decrease in the downward reemissions of radiation. This second effect overwhelms the first and results in a modest negative radioactive forcing of the earth's surface and modest cooling of the lower stratosphere by approximately 0.5C per decade since the 1970s.

Literature:

1. Adeishvili T. geophysics, II, physics of atmosphere part I, Kutaisi 2018
2. Hansen J. et al. global warming in the twenty first century an alternative scenario [ი ნ გ ლ]. National academy of sciences of the USA: journal-2000, vol 37 no18.
3. Meinshausen M. et al. greenhouse gas emission targets for limiting global warming to 2C. Nature, 458, 2011.
4. Adeishvili T. Khvedelidze L. Bardavelidze M. One physical model of an increase in carbon dioxide concentration quakes. Bulletin of the Georgian National Academy of sciences, 2006, T6
5. Zhang Jinlung. What drove the dramatic arctic sea ice retreat during summer 2007 “GR2. Journal. 2008, vol 35”
6. Ehhalt et al., chapter 4: atmospheric chemistry and greenhouse gases Архивная Копия от 23.01.2012 на Wayback machine.
7. Twomey s. influence of pollution on shortwave albedo of clouds. J Atmos. Sei. 1977 vol 34. N7
8. Alberth B. Aerosols, cloud microphysics and fractional cloudiness. Science, journal 1989, vol 245, N4923
8. Especially affected systems sectors and regions (ი ნ გ ლ) Synthesis regions. Архивцвано 23. 12. 2018
10. The suns luminosity over a complete cycle nature 1991, vol 351, no 6321

ადამიანის საქმიანობის გავლენა კლიმატზე რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ადამიანის საქმიანობის გავლენა გლობალური დათბობის მეტად აქტუალურ პრობლემებზე. დადგენილია, რომ დედამიწის საშუალო ტემპერატურის მუდმივი ზრდა გამოწვეულია „სათბურის“ აირების ინტენსიური გამოყოფით. მათ შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ნახშიროჟანგს, მეთანს, ოზონს, აეროზოლების და სხვადასხვა ნიტრატებს. ასევე დიდია სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობისა და მის შედეგად გამოწვეული უარყოფითი შედეგები.

Natural Influences on Climate

Adeishvili Teimuras, Jikia Magda, Sharashenidze Salome
Georgian Academy of Ecological Sciences
Akaki Tsereteli State University

***Abstracts.** There are a number of natural factors that influence Earth's climate. These factors include external influences such as explosive volcanic eruptions, natural variations in the output of the Sun, and slow changes in the configuration of Earth's orbit relative to the Sun. In addition, there are natural patterns of wind circulation, precipitation, and surface temperature. These are the problems discussed in this paper.*

***Key words:** isotopes, stratosphere, radiation, carbon dioxide, carbon, methane.*

1. Volcanic aerosols. Explosive volcanic eruptions have the potential to inject substantial amounts of sulfate aerosols into the lower troposphere, aerosols that enter the stratosphere may remain for several years before setting out, because of the relative absence of turbulent motions there. Consequently, aerosols from explosive volcanic eruptions have the potential to affect Earth's climate. Less-explosive eruptions that are less vertical in orientations, have a lower potential for substantial climate impact. Furthermore, because of large-scale circulation patterns within the stratosphere, aerosols injected within tropical regions tend to spread out over the globe, whereas aerosols injected within midlatitude and polar regions tend to remain confined to the middle and high latitudes of that hemisphere. Tropical eruptions, therefore, tend to have a greater climatic impact than eruptions occurring toward the poles. In 1991 the moderate eruption of Mount Pinatubo in the Philippines provided a peak forcing of approximately 4 Watts per square meter and cooled the climate by about 0.5° C over the following few years. By comparison, the 1815 “year without a summer” in Europe and North America believed to have been associated with a radiative forcing of approximately 6 watt per square meter.

While in the stratosphere, volcanic sulfate aerosol actually absorbs longwave radiation emitted by Earth's surface, and absorption in the stratosphere tends to results in a cooling of the troposphere below [1]. This vertical pattern of temperature change in the atmosphere influences the behaviour of winds in the lower atmosphere, primarily in winter. Thus, while there is essentially a global cooling effect for the first few years following an explosive volcanic eruption, changes in the winter patterns of surface winds may actually lead to warmer winters in some areas, such as Europe. Some modern examples of major eruptions include Krakatoa (Indonesia) in 1883, El-Chichon (Mexico) in 1982, and Mount Pinatubo in 1991. There is also evidence that volcanic eruptions may influence other climate phenomena such as El Nino.

2. Variation in solar output

Direct measurements of solar irradiance, or solar output, have been available from satellites only since the late 1970 s. These measurements show a very small peak – to – peak variation in solar irradiance. However indirect measures of solar activity are available from historical sunspot measurements dating back through the early 17 th century [2,3]. Attempts have been made to reconstruct graphs of solar irradiance variations from historical sunspot date by calibrating them against the measurement from modern satellites.

However, since the modern measurement's span only a few of the most recent 11 year solar cycles, estimates of solar output variability on 100-year and longer timescales are poorly correlated. Different assumptions between the amplitudes of 11 years solar cycles and long-period solar output changes can lead to considerable differences in the resulting solar reconstructions. These differences in

turn lead to fairly large uncertainty in estimating positive forcing by changes in solar irradiance since 1750. Even more challenging, given the lack of any modern analog, is the estimation of solar irradiance during the so-called Maunder Minimum, a period lasting from the 18th century when very few sunspots were observed. While it is likely that solar irradiance was reduced at this time, it is difficult to calculate by how much. However, additional proxies of solar output exist that match reasonably well with the sunspot – derived records following the Maunder Minimum. These may be used as crude estimates of the solar irradiance variations.

In theory it is possible to estimate solar irradiance even farther back in time, over at least the past millennium, by measuring levels of cosmogenic isotopes such as carbon-14 and beryllium-10. Cosmogenic isotopes are isotopes that are formed by interactions of cosmic rays with atomic nuclei in the atmosphere and that subsequently fall to Earth, where they can be measured in the annual layers found in ice cores. Since their production rate in the upper atmosphere is modulated by changes in solar activity, cosmogenic isotopes may be used as indirect indicators of solar irradiance. However, as with the sunspot data, there is still considerable uncertainty in the amplitude of past solar variability implied by these data.

Solar forcing also affects the photochemical reactions that manufacture ozone in the Stratosphere. Through this modulation of stratospheric ozone concentrations, changes in solar irradiance (particularly in the ultraviolet portion of the electromagnetic spectrum) modify how both shortwave and longwave radiation in the lower stratosphere are absorbed. As a result, the vertical temperature profile of the atmosphere can change, and this change can in turn influence phenomena such as the strength of the winter jet streams.

3. Variations in Earth's orbit

On timescales of tens of millennia, the dominant radiative forcing Earth's climate is associated with slow variations in the geometry of Earth's orbit around the Sun. These variations include the precession of the equinoxes (that is, changes in the timing of summer and winter), occurring on a roughly 26,000 – year timescale [4] and changes in the tilt angle of Earth's rotational axis relative to the plane of Earth's orbit around the Sun, occurring on a roughly 41,000-year timescale; and changes in the eccentricity (the departure from a perfect circle) of Earth's orbit around the Sun, occurring on a roughly 100,000 year timescale. Changes in eccentricity slightly influence the top of Earth's atmosphere, but the primary influence of all the orbital variations listed above is on the seasonal and latitudinal distribution of incoming solar radiation over Earth's surface. The major ice ages of the Pleistocene Epoch were closely related to the influence of these variations on summer insolation at high northern latitudes. Orbital variations thus exerted a primary control on the extent of continental ice sheets. However, Earth's orbital changes are generally believed to have had little impact on climate over the past few millennia, and so they are not considered to be significant factors in present – day climate variability.

4. Feedback mechanisms and climate sensitivity

There are a number of feedback processes important to Earth's climate system and, in particular, its response to external radiative forcing. The most fundamental of these feedback mechanisms involves the loss of longwave radiation to space from the surface. Since this radiative loss increases with increasing surface temperatures according to the Stefan-Boltzmann law, it represents a stabilizing factor (that is, a negative feedback) with respect to near – surface air temperature.

Climate sensitivity can be defined as the amount of surface warming resulting from each additional watt per square meter of radiative forcing. Alternatively, it is sometimes defined as the warming that would result from a doubling of CO₂ concentrations and the associated addition of 4

watts per square meter of radiative forcing. In the absence of any additional feedbacks, climate sensitivity would be approximately $0,25^{\circ}\text{C}$ for each additional watt per square meter of radiative forcing. Stated alternatively, if the CO_2 concentration of the atmosphere present at the start of the industrial age (280 ppm) were doubled (to 560 ppm) the resulting additional 4 watts per square metre of radiative forcing would translate into a 1°C increase in air temperature. However, there are additional feedbacks that exert destabilizing influence, and these feedbacks tend to increase the sensitivity of climate to somewhere between $0,5$ and $1,0^{\circ}\text{C}$ for each additional watt per square meter of radiative forcing.

5. Water vapour feedback

Unlike concentrations of other greenhouse gases, the concentration of water vapour in the atmosphere cannot freely vary. Instead, it is determined by the temperature of the lower atmosphere and surface through a physical relationship known as the Clausius-Clapeyron equation, named for 19th-century French engineer Emile Clapeyron and 19th-century German engineer and physicist R. Clausius. Under the assumption that there is a liquid water surface in equilibrium with the atmosphere, this relationship indicates that an increase in the capacity of air to hold water vapour is a function of increasing temperature of that volume of air. This assumption is relatively good over the oceans, where water is plentiful, but not over the continents. For this reason the relative humidity is approximately 100 percent over ocean regions and much lower over continental regions – approaching 0 percent in arid regions. Not surprisingly, the average relative humidity of Earth's lower atmosphere is similar to the fraction of Earth's surface covered by the oceans (that is, roughly 70 percent). This quantity is expected to remain approximately constant as Earth warms or cools. Slight changes to global relative humidity may result from human land-use modification, such as tropical deforestation and irrigation, which can affect the relative humidity over land areas up to regional scales [5].

The amount of water vapour in the atmosphere will rise as the temperature of the atmosphere rises. Since water vapour is a very potent greenhouse gas, even more potent than CO_2 , the net greenhouse effect actually becomes stronger as the surface warms, which leads to even greater warming. This positive feedback is known as the “water vapour feedback”. It is the primary reason that climate sensitivity is substantially greater than the previously stated theoretical value of $0,25^{\circ}\text{C}$ for each increase of 1 watt per square metre of radiative forcing.

6. Cloud Feedbacks

It is generally believed that as Earth's surface warms and the atmosphere's vapour content increases, global cloud cover increases. However, the effects on near-surface air temperatures are complicated. In the case of low clouds, such as marine stratus clouds, the dominant radiative feature of the clouds is its albedo. Here any increase in low cloud cover acts in much the same way as an increase in surface ice cover: more incoming solar radiation is reflected and Earth's surface cools. On the other hand, high clouds, such as the towering cumulus clouds that extend up to the boundary between the troposphere and stratosphere, have a quite different impact on the surface radiation balance. The tops of cumulus clouds are considerably higher in the atmosphere and colder than their undersides. Cumulus cloud tops emit less longwave radiation out to space than the warmer cloud bottoms emit downward toward the surface. The end result of the formation of high cumulus clouds is greater warming at the surface.

The net feedback of clouds on rising surface temperatures is therefore somewhat uncertain. It represents a competition between the impacts of high and low clouds, and the balance is difficult to determine. Nonetheless, most estimates indicate that clouds on the whole represent a positive feedback and thus additional warming.

7. Ice albedo feedback

Another important positive climate feedback is the so-called ice albedo feedback. This feedback arises from the simple fact that ice is more reflective (that is, has a higher albedo) than land or water surfaces. Therefore, as global ice cover decreases, the reflectivity of Earth's surface decreases, more incoming solar radiation is absorbed by the surface, and the surface warms. This feedback is considerably more important when there is relatively extensive global ice cover, such as during the height of the last ice age, roughly 25000 years ago [6]. On a global scale the importance of ice albedo feedback decreases as Earth's surface warms and there is relatively less ice available to be melted.

8. Carbon cycle feedbacks

Another important set of climate feedback's involves the global cycle. In particular, the two main reservoirs of carbon in the climate system are the oceans and the terrestrial biosphere. These reservoirs have historically taken up large amounts of anthropogenic CO₂ emissions. Roughly 50-70 percent is removed by the oceans, whereas the remainder is taken up by the terrestrial biosphere. Global warming, however, could decrease the capacity of these reservoirs to sequester atmospheric CO₂. Reductions in the rate of carbon uptake by these reservoirs would increase the pace of CO₂ building in the atmosphere and represent yet another possible positive feedback to increased greenhouse gas concentration [7].

In the world's oceans this feedback effect might take several parts. First, as surface waters warm, they would hold less dissolved CO₂. Second of more CO₂ were added to the atmosphere and taken up by the oceans, bicarbonate ions (HCO₃) would multiply and ocean acidity would increase. Since calcium carbonate (CaCO₃) is broken down by acids solutions, rising acidity would threaten ocean – that incorporate CaCO₃ into their skeletons or shells. As it becomes increasingly difficult for these organisms to absorb oceanic carbon, there would be a corresponding decrease in the efficiency of the biological pump that helps to maintain the oceans as a carbon sink. Third, surface temperatures might lead to a slowdown in the so-called thermohaline circulation, a global pattern of oceanic flow that partly drives the sinking of surface waters near the poles and is responsible for much of the burial of carbon in the deep ocean. A slowdown in this flow due to an influx of melting fresh water into what are normally saltwater conditions might also cause the solubility pump, which transfers CO₂ from shallow to deeper waters, to become less efficient. Indeed, it is predicted that of global warming continued to a certain point, the oceans would cease to be a net sink of CO₂ and would be a net source.

As large sections of tropical forest are lost because of the warming and drying of regions such as Amazonia, the overall copal capacity of plants to sequester atmospheric CO₂ would be reduced. As a result, the terrestrial biosphere, though currently a carbon sink, would become a carbone source. Ambient temperature is a significant factor affecting the pace of photosynthesis in plants, and many plant species that are well adapted to their photosynthetic rates. As temperatures increase and conditions begin to exceed the optimal temperature range for both photosynthesis and soil respiration, the rate of photosynthesis would decline. As dead plants decompose, microbial metabolic activity (a CO₂ source) would increase and would eventually outpace photosynthesis.

Under sufficient global warming conditions, methane sinks in the oceans and terrestrial biosphere also might become methane sources. Annual emissions of methane by wetlands might either increase or decrease, depending on temperatures and it is possible that wetlands could switch from source to sink. There is also the potential for increased methane release as a result of the warming of Arctic permafrost (on land) and further methane release at the continental margins of the oceans (a few hundred meters below sea level). The current average atmospheric methane concentration of 1,750ppb is equivalent to 3,5 gigatons of carbon equivalent stored in Arctic permafrost and as much as 10000

gigatons of carbon equivalent trapped on the continental margins of the oceans in a hydrated crystalline form known is clathrate. It is believed that some fraction of this trapped methane could become unstable with additional warming, although the amount and rate of potential emission remain highly uncertain.

Reference

1. Michael E. Hann, Henrik Selin. Global warming [↗] (ინგლ.) Britannica Com. Brit. Enciclopedy, 01.04.2019.
2. Adeishvili T. The basics of astrophysics. Kutaisi, 2018 (in Georgian).
3. Willson R.C., Hudson H.S. The Sun's Luminosity over a complete solar cycle (in English). Nature 1991, vol.251, #6321.
4. Adeishvili T. et al. Geophysics, p. I, Kutaisi, 2018.
5. Deutsch et al. Climate-Forced Variability of Ocean Hypoxia // Science. – 2011, vol 333.
6. Lawton J., and Hay R.M. Extinction rates, Oxford university Press, Oxford, UK, 2012.
7. Ehhalt et al. Atmospheric Chemistry and Greenhouse Gases [↗] Архивная копия [↗] 23.01.2012

ბუნებრივი გავლენა კლიმატზე რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ბუნებრივი ფაქტორების დედამიწის კლიმატზე გავლენის პროცესები. მათგან ხაზგასმით არის გამოყოფილი ვულკანური აეროზოლების, მზის გამოსხივების ცვალებადობის, დედამიწის ორბიტის ვარიაციები პრეცესიის გამო, წყლის ორთქლის, ღრუბლების, ალბედოს, ნახშირორჟანგისა და სხვა ფაქტორების წრებრუნვის მოვლენები. გარჩეულია მათი მოქმედების მექანიზმები და უარყოფითი შედეგები.

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
**International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024**

სექცია – Section
II

სოციალური ეკოლოგია
Social ecology

საქართველოს სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემები

ნოდარ ელიზბარაშვილი, ლუიზა ბუბაშვილი, შალვა აბრამიშვილი,
რუსუდან ელიზბარაშვილი, ქართლოს მანველიძე
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
საქართველოს გეოგრაფიის და ლანდშაფტური დაგეგმარების კათედრა

აბსტრაქტი: სტატიაში განხილულია სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემების არსი, მისი შემადგენელი ნაწილების და კომპონენტების ურთიერთდამოკიდებულება, ამგვარი სისტემების კვლევის მნიშვნელობა მდგრადი განვითარების მიზნების ეფექტურად განხორციელების საქმეში.

სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემის კვლევა საინტერესო და პერსპექტიული სამეცნიერო-პრაქტიკული ამოცანაა. ეს განსაკუთრებით ეხება საქართველოს, სადაც ამგვარი კვლევები პრაქტიკულად არ განხორციელებულა.

საქართველოს სოციალურ - ეკოლოგიური სისტემები შესაძლებელია განვიხილოთ ისტორიულ-გეოგრაფიული პროვინციების, კერძოდ კი, აქ წარმოდგენილი განსახლების გეოეკოლოგიური მახასიათებლების, წამყვანი ბუნებრივი ფაქტორების და ძირითადი ლანდშაფტების მიხედვით.

საკვანძო სიტყვები: სოციალური, ეკოლოგიური, სისტემა, საქართველო, ლანდშაფტი

შესავალი

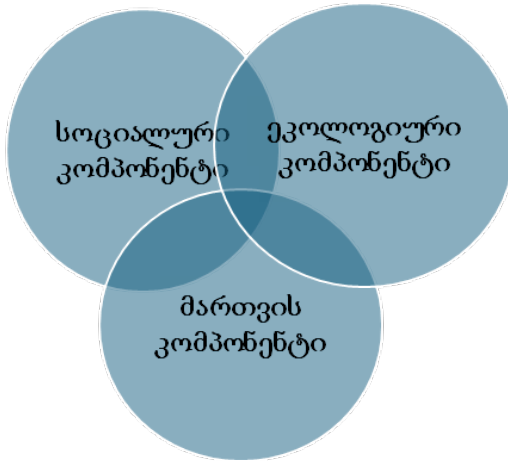
ტერმინი „სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემა“ პირველად გამოიყენეს მე-20 საუკუნის 70-იან წლებში. ამჟამად იგი პოპულარულია ისეთ მეცნიერებებში, როგორცაა გეოგრაფია, ეკოლოგია, სოციოლოგია, ადამიანის ეკოლოგია, ეკონომიკა და ბიზნესი, მედიცინა და სხვ. (<https://brocku.ca/esrc>). სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემა ადამიანის და ბუნების იერარქიულად ურთიერთ დაკავშირებული სივრცე - დროითი სისტემაა, რომელიც უზრუნველყოფს ფიზიკური და სოციალური გარემოს მდგრადი განვითარების მიზნების რეალიზაციას.



ნახ.1. სოციალურ - ეკოლოგიური სისტემის შემადგენელი ნაწილები

სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემის ფარგლებში მოსახლეობა, ეკონომიკა და კულტურა მჭიდროდაა დაკავშირებული ბუნებასთან, დამოკიდებულია მასზე და გარდაქმნის მას ლოკალურ დონეზე. ამ ურთიერთქმედების მთავარი ასპექტი უკავშირდება ლანდშაფტის (ეკოსისტემის) მართვას და მომსახურებას (ე.წ. ეკოსისტემურ სერვისებს), ანუ იმ სარგებელს, რომელსაც საზოგადოება იღებს ბუნებრივი გარემოდან და რაც წარმოადგენს მდგრადი განვითარების საფუძველს. ლანდშაფტური (ეკოსისტემური) სერვისები მოიცავს მიწოდებას, რეგულირებას, კულტურულ ან სულიერ მომსახურებას, ანუ ყველა იმ ძირითად სერვისებს, რომლებიც წარმოადგენს საზოგადოების საარსებო წყაროს (<https://saras-institute.org/social-ecological-systems>)

სოციალ-ეკოლოგიური სისტემები არის ადამიანისა და გარემოს ურთიერთქმედების შემცენების არსებითი საფუძველი, რომელსაც ბევრი გეოგრაფი იყენებს თავის კვლევებში. გეოგრაფებმა შეიტანეს მთავარი წვლილი ამ მიდგომის თეორიასა და მეთოდებში (Yongping Wei, Zelalem Tesemma, 2018). სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემების ანალიზი იძლევა ჩარჩოს იმ რთული, დინამიური პროცესის ასახსნელად, რომელიც უკავშირდება



ნახ.2. სოციალურ - ეკოლოგიურ სისტემის კომპონენტები და მათი ურთიერთკავშირები

ბუნებრივი და სოციალურ-ეკონომიკური გარემოს ცვლილებებს (<https://brocku.ca/esrc>).

სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემის სტრუქტურა

სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემა შედგება სამი - სოციალური, ეკოლოგიური და მართვის კომპონენტისგან. ამგვარი სისტემის სოციალური კომპონენტი, როგორც წესი, უკავშირდება სოციალურ პოლიტიკას (სოციალურ გარემოს), ისტორიას, ეკონომიკასა და ეთიკას. ეკოლოგიური კომპონენტი უკავშირდება ლანდშაფტებს (ბუნებრივ გარემოს), ეკოსისტემებს, ბუნებრივ რესურსებს, ეკოლოგიურ გარემოს და პრობლემებს (მაგ. კლიმატის ცვლილებას)

და სხვ. მართვის კომპონენტს მიეკუთვნება მართველობითი ორგანოები (მმართველობითი სისტემები), მომხმარებლები და სისტემის მიერ წარმოებული ერთეულები (<https://brocku.ca>).

კვლევის ობიექტი

სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემის კვლევის ობიექტია ყველა ის ენდოგენური თუ ეგზოგენური მოვლენა და პროცესი, რომელიც ერთდროულად ახდენს გავლენას ან შეუძლია ერთდროული გავლენა იქონიოს როგორც ეკოსისტემებზე, ისე სოციალურ-ეკონომიკურ სისტემებზე (**Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**)

სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემის კვლევის მიზანია შეფასდეს ის სოციალური და ეკოლოგიური განზომილებები, რომლებიც ხელს უწყობს გარემოს (ლანდშაფტის) და რესურსების მდგრად გამოყენებას და მართვას. მაგალითად, ტყის რესურსების გამოყენებისას მმართველობის სისტემა უკავშირდება იმ ორგანიზაციებს, რომლებიც მართავენ ტყის რესურსების მოპოვებას. მომხმარებელთა შორის მოიაზრება მოსახლეობა და ტყის რესურსების გადამამუშავებელი საწარმოები, ხოლო წარმოებულ ერთეულებად განიხილება ტყის ეკოსისტემები (ლანდშაფტები) და მათთვის დამახასიათებელი ეკოსისტემური კავშირები.

ამჟამად სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემების კვლევა მოიცავს გარემოსდაცვით და სოციალურ მეცნიერებებს, ეკონომიკას, გეოგრაფიასა და ეკოლოგიას, მასვე უკავშირდება მედიცინა, ფსიქოლოგია, ხელოვნება და სხვა ჰუმანიტარული მეცნიერებები. იგი წარმო-

ადგენს მდგრადი განვითარების მეცნიერების აღიარებულ ინტერდისციპლინურ სფეროს (<https://www.e-education>).

სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემის მდგომარეობა და მდგრადობა შესაძლებელია შეიცვალოს. მაგალითად, თუ ტყეების ექსპლუატაცია იწვევს ტყის მცენარეულობის განადგურებას ან დეგრადაციას, შემდგომი ეტაპი ბალახეული საფარის ფორმირებას, ტყის მცენარეულობის განახლებას და ტყეების ხელახალ ფორმირებას დაუკავშირდება. ტყიან ტერიტორიებზე ბალახოვანი და ბუჩქნარი საფარის ფორმირება ტერიტორიის ახალ სოციალურ დატვირთვას და შესაბამის მართვას მოითხოვს. ამ შემთხვევაში, ტყეების, როგორც ბუნებრივი (ეკოლოგიური) სისტემის მდგრადობის და თვითაღდგენის მექანიზმების შენარჩუნება მართვის კომპონენტის უმთავრესი ამოცანაა.

სოციალურ - ეკოლოგიური სისტემის ცვლის შემთხვევაში (მაგალითად, ტყეების ცვლა ბალახეული ან ბუჩქნარი ეკოსისტემებით) მოითხოვს ლანდშაფტის ბუნებრივი პოტენციალის, მდგრადობის და ადაპტაციის უნარის გათვალისწინებას,

სოციალურ-ეკოლოგიურის სისტემის ადაპტაციური შესაძლებლობა დაკავშირებულია სამივე კომპონენტის თავისებურებებთან, კერძოდ ეკოლოგიური კომპონენტის შემთხვევაში გენეტიკურ, ბიოლოგიურ და ლანდშაფტურ მრავალფეროვნებასთან, სოციალური კომპონენტის შემთხვევაში - სისტემის ცოდნის ხარისხთან, ხოლო მართვის კომპონენტის შემთხვევაში - მოთხოვნისა და შესაძლებლობის თანაფარდობასთან (<https://www.e-education.psu>).

სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემების კვლევა მნიშვნელოვანია რამდენიმე ასპექტით. მათ შორისაა: ბუნებრივი რესურსების მართვა, გეოგრაფიული ლანდშაფტის ეკოლოგიური მახასიათებლების (თავისებურებების) გამოვლენა, სისტემის დინამიკის და მდგრადობის განსაზღვრა, ლანდშაფტის მომსახურებასა და საზოგადოებრივ კეთილდღეობას შორის ურთიერთდამოკიდებულების დადგენა, მოსახლეობის ჩართულობის ხარისხის შეფასება და სხვ.

სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემების კვლევა არის გეოგრაფიული კვლევისა და მდგრადი განვითარების მეცნიერების კვეთა, რომელიც მოიცავს უამრავ დისციპლინურ ცოდნას სივრცე-დროის მასშტაბით (Fang Liu, Erfu Dai, Jun Yin, 2023).

საქართველოს სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემები

სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემის კვლევა საინტერესო და პერსპექტიული სამეცნიერო-პრაქტიკული ამოცანაა. ეს განსაკუთრებით ეხება საქართველოს, სადაც ამგვარი კვლევები პრაქტიკულად არ განხორციელებულა.

საქართველოს სოციალურ - ეკოლოგიური სისტემები შესაძლებელია განვიხილოთ ისტორიულ-გეოგრაფიული პროვინციების მიხედვით. კერძოდ, აქ წარმოდგენილი განსახლების გეოეკოლოგიური მახასიათებლების, წამყვანი ბუნებრივი ფაქტორების და ძირითადი ლანდშაფტების მიხედვით.

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
 თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
**International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
 Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024**

განსახლების გეოეკოლოგიური მახასიათებელი	ეთნოკულტურული პროვინცია
მთის	ხევსურეთი, ფშავი, მთიულეთი, ხევი, რაჭა, ლეჩხუმი, სვანეთი
ბარის	ჯავახეთი, კახეთი, ქართლი, იმერეთი
შერეული (მთის, ბარის)	აფხაზეთი, აჭარა, სამეგრელო, გურია, მესხეთი

ნახ.3. საქართველოს ისტორიულ-გეოგრაფიული პროვინციების სოციალურ - ეკოლოგიური სისტემები განსახლების გეოეკოლოგიური მახასიათებლების მიხედვით

სოციალურ - ეკოლოგიური სისტემის წამყვანი ბუნებრივი ფაქტორი	ეთნოკულტურული პროვინცია
მაღალმთიანი რელიეფი	ხევსურეთი, ხევი, რაჭა, სვანეთი
საშუალო მთიანი რელიეფი	მთიულეთი, რაჭა, ლეჩხუმი, მესხეთი, აფხაზეთი, აჭარა, ფშავი
დაბალმთიანი და ვაკე რელიეფი	ჯავახეთი, კახეთი, ქართლი, სამეგრელო, გურია, იმერეთი

ნახ.4. საქართველოს ისტორიულ-გეოგრაფიული პროვინციების სოციალურ - ეკოლოგიური სისტემები წამყვანი ბუნებრივი ფაქტორის მიხედვით

საქართველოს მთათაშორისი ბარის ძირითადი ლანდშაფტები	ეთნოკულტურული პროვინცია
ვაკე-დაბლობების სუბტროპიკული ჰუმიდური	გურია, სამეგრელო., იმერეთი, აჭარა. აფხაზეთი
ვაკეების და გორაკ-ბორცვიანი რელიეფის სემიჰუმიდური	შიდა ქართლი, მესხეთი
ვაკეების და გორაკ-ბორცვიანი რელიეფის სემიარიდული და არიდული	კახეთი, ქვემო ქართლი

ნახ.5. საქართველოს ისტორიულ-გეოგრაფიული პროვინციების სოციალურ - ეკოლოგიური სისტემები მთათაშორისი ბარის ძირითადი ლანდშაფტების მიხედვით

ასევე იშვიათია პუბლიკაციები, რომლებიც ასახულია საქართველოს მოსახლეობის ეკოლოგიური კულტურა, ეკოლოგიური ეთიკა, ეკოლოგიური ისტორია და ტრადიციული ეკოლოგიური ცოდნა. არადა, საქართველოს სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემების ანალიზისთვის განსაკუთრებით საინტერესოა წყლის და კლიმატური რესურსების გამოყენებასთან დაკავშირებული გამოცდილება, ხალხურ მედიცინაში მცენარეული და მინერალური ნედლეულის გამოყენების ტრადიციები, მსუბუქ მრეწველობის და კვების ინდუსტრიის ფორმები და საშუალებები (Elizbarashvili, atc., 2023, Elizbarashvili, atc., 2024).

გასაგებია, რომ საქართველოს სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემების კვლევა არა-

ერთი სამეცნიერო დისციპლინის ძალისხმევას და ინტეგრაციას მოითხოვს, რაშიც სასურველია გადამწვეტი როლი გეოგრაფიას მიენიჭოს. მხოლოდ გეოგრაფიის მეშვეობითაა შესაძლებელი სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემების განვითარების, ფუნქციონირების, მდგრადობის და დინამიკის სივრცე - დროითი თავისებურებების ჯეროვანი შესწავლა.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Fang Liu, Erfu Dai, Jun Yin (2023). A Review of Social–Ecological System Research and Geographical Applications. *Sustainability* 2023, 15(8), <https://doi.org/10.3390/su15086930>
2. <https://brocku.ca/esrc/2022/12/19/what-are-social-ecological-systems>
3. <https://saras-institute.org/social-ecological-systems>
4. Yongping Wei, Zelalem Tesemma (2018). Technology studied in socio-ecological system. *Environmental Sustainability*.
5. <https://www.e-education.psu.edu/geog430/node/519>.
6. N. Elizbarashvili, T. Pilauri, R. Elizbarashvili, L. Grigolia, G. Sandodze, Sh. abramishvili, L. Bubashvili (2024). Socio-ecological system of the mountainous region (On the example of Georgia). *Journal of Environmental Biology*, Vol.45 (2). P. 145-151. https://www.jeb.co.in/index.php?page=journal_archives.
7. Nodar Elizbarashvili, Miranda Gurgenzidze, Rusudan Elizbarashvili, Luiza Bubashvili (2023). Traditions of folk medicine in Georgia and perspectives of using natural medicinal plants. *Global journal of botanical sciences*. Savvy Science Publisher, Vol.11, p.43-51. <https://savvysciencepublisher.com/jms/index.php/gjbs/article/view/962/904>

Social-ecological systems of Georgia Summary

The article discusses the essence of socio-ecological systems, the interdependence of its constituent parts and components, the importance of the study of such systems in the effective implementation of sustainable development goals.

The research of socio-ecological system is an interesting and promising scientific-practical task. This is especially true for Georgia, where such studies were practically not carried out.

The socio-ecological systems of Georgia can be considered according to the historical-geographical provinces, in particular, the geo-ecological characteristics of the settlement presented here, leading natural factors and main landscapes.

გლობალური დათბობის თავიდან აცილებისა და მასთან ადაპტაციის მეთოდები

თეიმურაზ ადგიშვილი*, მაგდანა ჯიქია*, დარეჯან ჩხიროძე**, თინათინ ადგიშვილი

*საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

*აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

**ქუთაისის უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: გლობალური დათბობის მიზეზებისა და შედეგების შეფასება საფუძვლად უდევს ქმედებებს სახელმწიფოთა, კორპორაციებისა და ცალკეული ადამიანის დონეზე ამ აქტიური პროცესის თავიდან აცილებასა და მისდამი ადაპტაციის პრობლემის გადაჭრას. მრავალი საერთაშორისო ორგანიზაცია მოითხოვს კლიმატის ცვლილების წინააღმდეგ გადაუდებელი ზომების მიღებას როგორც კერძო მომხმარებლების, ისე მუნიციპალურ, რეგიონალურ და სამთავრობო დონეზე, რაც პრობლემატურია და სახელმწიფოთა მიერ სწორი და პრინციპული მიდგომის ექვივალენტურია.

I შესავალი.

NASA-ს ყოფილი მეცნიერი-მკვლევარი, ხოლო ამჟამად კოლუმბიის უნივერსიტეტის კლიმატოლოგიის, გაცნობიერებისა და გადაწყვეტილების პროგრამის დირექტორი ჯეიმს ჰანსენი ჟურნალ „Oxford Open Climate Change“-ში გამოქვეყნებული კვლევებში ამტკიცებს, რომ გლობალური ტემპერატურები გადიან მნიშვნელოვან ეტაპს ამ ათწლეულში უფრო სწრაფად, ვიდრე ეს ხდებოდა გასულ ათწლეულებში. მან ჯერ კიდევ 1988 წელს აშშ-ს კომგრესს მიაწოდა ინფორმაცია სწრაფი ქმედებების შესახებ, რათა მსოფლიოს გადაეღებინა კლიმატის გლობალური ცვლილებების ნეგატიური შედეგები, რომელთაგან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სოციალური შედეგები [1].

II სოციალური შედეგები.

კლიმატის ცვლილების გავლენა ადამიანთა საზოგადოებაზე დათბობის, ან ნალექების ხასიათის ცვლილების გამო, ან ერთდროულად ერთისა და მეორის შედეგად, დადგენილია მთელ მსოფლიოში. მაგრამ კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული სოციალური შედეგები მომავალში იქნება არათანაბარი [2]. მოსალოდნელია, რომ გლობალური დათბობის მასშტაბების გაზრდით რისკებიც გაიზრდება [3]. ყველა რეგიონი მოქვეყნებულია ნეგატიური ზემოქმედების რისკის ქვეშ. 2015 წელს ჩატარებულ გამოკვლევებში დაასკვნეს, რომ ეკონომიკური ზრდა (ერთიანი შიდა პროდუქტი) უფრო ღარიბ ქვეყნებში მეტადაა დამოკიდებული კლიმატის მომავალ დათბობაზე, ვიდრე ადრე თვლიდნენ. მოსალოდნელია, რომ მცირე კუნძულებზე და მდინარეებზე (განსაკუთრებით დელტაში) ზღვის დონის მომატების შედეგად დატბორვა ემუქრება სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან ინფრასტრუქტურასა და დასახლებულ პუნქტებს [3]. ეს იწვევს თავშესაფარის მასობრივ განადგურებას დაბლობი რაიონების მქონე ქვეყნებში, მაგალითად ბანგლადეშში და ასევე მოქალაქეობის სრულ დაკარგვას ისეთი ქვეყნების მოსახლეობისათვის, როგორცაა მალდივა და ტუვალუ.

კაცობრიობაზე გლობალური დათბობის გავლენა მოიცავს:

- ❖ 2014 წელს ჩატარებული იქნა მეტაანალიზი, რომლის თანახმად ტემპერატურის 1°C-

ით მომატებისას ზემოქმედების დონე 20%-ით იზრდება, კონფლიქტის ჩათვლით, ძალმომრეობითი დანაშაულის, მასიური უწყესრიგობისა და ომების გათვალისწინებით [4].

- ❖ 2015 წლის შეფასებამ, რომელიც დაფუძნებული იყო კლიმატის ცვლილების ექსპერტთა სამთავრობათაშორისო ჯგუფის (კცესჯ) სცენარზე, უჩვენა, რომ დამატებითი სათბურის აირები, გამოფრქვეული მუდმივი გამყინვარების ზონებიდან, გამოიწვევს მსოფლიო ეკონომიკის 43 ტრილიონი დოლარის ზარალს.
- ❖ საშუალო და მაღალ განედებზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა ადგილობრივ ტემპერატურის 1-3°C-ით მომატებისას რამდენადმე გაიზრდება, მაგრამ შემდგომი ზრდა მის კლებას გამოიწვევს. დაბალ განედებზე სოფლის მეურნეობა ერთობ დაუცველია. ადგილობრივი ტემპერატურის თუნდაც მცირე მომატებამ შეიძლება გააძლიეროს შიმშილის ფაქტორი. გლობალურ მასშტაბში სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პოტენციალი იზრდება ადგილობრივი ტემპერატურის 1-3°C-ით მომატებისას, ხოლო შემდგომი გაზრდის შემთხვევაში – საგრძნობლად მცირდება.
- ❖ კლიმატის დათბობამ მიგვიყვანა ჩრდილოეთის ძირეული მოსახლეობის ცხოვრების ხასიათის შეცვლამდე. ასევე ჩნდება დამატებითი მონაცემები აბორიგენი მოსახლეობის მსგავსი ცვლილებების შესახებ. კლიმატის ცვლილების რეგიონული შედეგები დღეისათვის დაიკვირვება ყველა კონტინენტზე და ოკეანის სხვადასხვა რაიონებში.
- ❖ როგორც 2020 წლის კვლევებში აღინიშნება [5], თუ გლობალური დათბობა იქნება პროგრესირებადი წინა ტემპებით, მაშინ ნახევარი საუკუნის შემდეგ 3,5 მილიარდამდე ადამიანის საცხოვრებელი ადგილი აღმოჩნდება სიცოცხლისათვის შეუფერებელი კლიმატური პირობების ზონაში. დედამიწის საერთო ტერიტორია, რომელმაც საშუალო წლიური ტემპერატურა 29°C-ზე მეტია, 0,8%-იდან 19%-მდე გაიზრდება, დედამიწაზე საშუალო წლიური ტემპერატურის ყოველი 1°C-ით გაზრდა დაახლოებით მილიარდ ადამიანს დატოვებს სიცოცხლისათვის ვარგისი არსებობის პირობების გარეშე [6].

III კლიმატის ცვლილების გავლენა ადამიანთა ჯანმრთელობაზე.

მსოფლიოს ჯანმრთელობის დაცვის ორგანიზაციის აზრით კლიმატის ცვლილებისა და კერძოდ გლობალური დათბობის შედეგები შემთხვევათა უმეტესობის დროს ნეგატიურია.

მჯო-ს მტკიცებით, კლიმატის ცვლილება ზემოქმედებს სოციალურ და გარემოსთან დაკავშირებულ ჯანმრთელობის ფაქტორებზე, რომელთაც მიეკუთვნებიან სუფთა ჰაერი, სუფთა წყალი და საკვები პროდუქტები საკმარისი რაოდენობით და კარგად მოწყობილი საიმედო თავშესაფარი [7].

ზოგადად, საზოგადოებრივ ჯანმრთელობაზე გავლენა იქნება უფრო მეტად ნეგატიური, ვიდრე პოზიტიური. ექსტრემალური ამინდის პირობები გამოიწვევს ტრამვებს და ადამიანთა მსხვერპლს, მოუსავლიანობა წარმოშობს შიმშილს [7].

3.1. სიცხის გავლენა.

მაღალი ტემპერატურა იწვევს სიკვდილს გულ-სისხლძარღვთა და რესპირატორული დაავადებისაგან, განსაკუთრებით მხცოვან ადამიანებში. მაგალითად, 2003 წლის ზა-

ფხულში ევროპაში არსებულმა ძლიერმა სიციხემ 70000ათასი ადამიანი იმსხვერპლა. ჰაერის მაღალი ტემპერატურა ზრდის დამაბინძურებლების დონეს, რაც იწვევს გულ-სისხლძარღვთა და რესპირატორული დაავადებების გაძლიერებას. ძლიერი სიციხის დროს იზრდება აეროალერგენების, მაგალითად, მტვერაკების დონე. მათ შეუძლია ასთმის პროვოცირება [8], რომლითაც მსოფლიოში თითქმის 300 მილიონი ადამიანი დაავადებული.

ყოველწლიურად, კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული სტიქიური უბედურებები სიკვდილის 60000 შემთხვევას იწვევს მსოფლიოში, განსაკუთრებით განვითარებად ქვეყნებში.

ზოგიერთ რეგიონში მიმდინარეობს სიცივისაგან სიკვდილის სიციხისაგან სიკვდილში გადასვლის პროცესი. 2018 წელს ამერიკის შეერთებულ შტატების დაავადებათა კონტროლისა და პროფილაქტიკის ცენტრებმა ჩაატარეს გამოკვლევები, რომლებშიც ერთმანეთს დაუკავშირეს ტემპერატურის ზრდისა და თვითმკვლელობათა რიცხვის ზრდა. სამუშაოში ლაპარაკია მასზე, რომ ცხელი დღეები ზრდიან თვითმკვლელობათა რიცხვს, რომელთა რაოდენობა 2050 წლისათვის 26000 გადააჭარბებს [9].

3.2. რეგიონული შედეგები

სამთავრობათაშორისო კომისიამ დედამიწაზე გამოყო რიგი რაონებისა, რომლებიც ყველაზე დაუცველია მოსალოდნელი კლიმატის ცვლილებისაგან [10]. ესაა საჰარის რაიონი, აზიის მეგადელტები, მცირე კუნძულები. აფრიკა წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე დაუცველ კონტინენტს კლიმატის ცვლილებისათვის. არსებული პრობლემები მოიცავს სიღარიბეს, პოლიტიკურ კონფლიქტებსა და ეკოსისტემების დეგრადაციას. პროგნოზის თანახმად, 2050 წელში 350-დან 600 მილიონამდე ადამიანი განიცდის წყლის დეფიციტს [10]. წინასწარმეტყველებენ რომ კლიმატის ცვალებადობა სერიოზულ ზიანს მიაყენებს სასოფლო-სამეურნეო წარმოებას, რომელიც უნდა მოიცავდეს მთელი აფრიკის სურსათისადმი ხელმისაწვდომობის მოშლას.

ევროპაში ნეგატიურ ცვლილებებს მიეკუთვნება ტემპერატურის ზრდა და მის სამხრეთ რაიონებში (მათ შორის საქართველოში) გვალვების გაძლიერება რაც განპირობებული იქნება წყლის რესურსების შემცირებით, ჰიდროელექტროენერჯის გამომუშავების კლებით, სოფლის მეურნეობის პროდუქციის შემცირება, ტურიზმის პირობების გაუარესება, თოვლის საფარის შემცირება და მდინარეებზე კატასტროფული წყალდიდობების რისკის ზრდა, ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ევროპაში ზაფხულის ნალექების გაძლიერება, ტყის ხანძრების გახშირება, ტყის პროდუქტიულობის შემცირება, ჩრდილოეთ ევროპაში გრუნტების არამდგრადობის ზრდა. არქტიკაში ნეგატიურ ცვლილებებს მიეკუთვნება: გამყინვარების ფართობის შემცირება, ზღვის ყინულის ფართობის კლება, ნაპირების ეროზიის მატება.

რუსეთის ტერიტორიაზე საშუალო წლიური ტემპერატურა იზრდება 2,5:2,8 ჯერ უფრო სწრაფად, ვიდრე საშუალოდ პლანეტაზე. ყველაზე სწრაფად „თბება“ უკიდურესი ჩრდილოეთის ტერიტორია, კერძოდ კი ტაიმირის ნახევარკუნძული. 2020 წელს რუსეთი მესამე ადგილზე გამოვიდა ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის გამობოლქვის მოცულობის მიხედვით [11]

თითქმის ანალოგიური სურათი დაიკვირვება საქართველოს კავკასიონის რეგიონში [12].

IV გლობალური დათბობის თავიდან აცილება და მასთან ადაპტირება.

გლობალური დათბობის მიზეზებისა და შედეგების შეფასება წარმოადგენს სახელმწიფოთა, კორპორაციებისა და ცალკეული ადამიანების მიმართ მისი თავიდან აცილებისა და ადაპტაციის საფუძველს.

2012 წლამდე ძირითადი საყოველთაო შეთანხმება გლობალური დათბობის საწინააღმდეგო ქმედებების შესახებ გახლდათ კიოტოს ოქმი, რომელიც ძალაში შევიდა 2005 წლის თებერვალში და წარმოადგენდა გაეროს ჩარჩო-კონვენციის დამატებას კლიმატის გლობალური ცვლილების შესახებ [13].

ოქმი მოიცავდა მსოფლიოს 160 ქვეყანაზე მეტს და ფარავდა სათბურის აირების საერთო გამონაბოლქვის თითქმის 55%. ოქმის შესრულების პირველი ეტაპი დასრულდა 2012 წლის ბოლოს. საერთაშორისო მოლაპარაკებები ახალი შეთანხმების შესახებ დაიწყო 2007 წელს კუნძულ ბალზე (ინდონეზია) და გაგრძელდა კოპენჰაგენში გამართულ გაეროს კონფერენციაზე 2009 წლის დეკემბერში. სულ განვილილ წლებში ჩატარებული იქნა 20-ზე მეტი საერთაშორისო კონფერენცია კლიმატის ცვლილების შესახებ. 2010 წელს კანკურში (მექსიკა) გამართულ კონფერენციაზე მხარეებმა თავის მიზნად დაისახეს დათბობის 2°C-ით შეზღუდვა და განაცხადეს „გადაუდებელი“ ზომების მიღების აუცილებლობის შესახებ. ეკოლოგიური ორგანიზაციების და მეცნიერების მხრიდან კრიტიკის მიუხედავად, კლიმატის ცვლილების დარგში საერთაშორისო მოლაპარაკებების მონაწილე ქვეყნები დღემდე გაურბიან საბიუჯეტო მიდგომის გამოყენებას CO₂-ის ემისიის მიმართ თავიანთი ვალდებულებების განსაზღვრისათვის. არსებობს განსხვავება მოვალეობებს შორის, რომლებიც აუცილებლად უნდა განიხილონ საერთაშორისო მოლაპარაკებების მონაწილეებმა. მათ ასევე უნდა განესაზღვრათ ემისიების შემცირების რაოდენობა, რომლებიც უნდა დაფუძნებოდა თანამედროვე მეცნიერულ მონაცემებს.

საერთაშორისო – სამართლებრივი ხასიათის რეალური შეზღუდვების არარსებობა ხელს უწყობს ინვესტიციათა ინერციულ სცენარს და მზარდ შეუსაბამობას ეკონომიკაში რეალურად არსებულ მდგომარეობასა და საშიში დათბობის შეზღუდვის განცხადებულ რაოდენობებს შორის. ამ დროს აშშ, ევროკავშირი და ჩინეთი უკვე დღეს იყენებენ ინფრასტრუქტურის ობიექტებს, რომლებიც მათი ფუნქციონირების განმავლობაში ატმოსფეროში გამოაფრქვევენ მეტ CO₂-ს, ვიდრე ამ ქვეყნების წილზე მოვიდოდა 2°C-თვის გლობალური ემისიური ბიუჯეტის თანაბრად განაწილების დროს. ენერგოინფრასტრუქტურის გლობალური შეფასებები უჩვენებს, რომ 2017 წლის შემდეგ მსოფლიოში არ უნდა ამენებულიყო წიაღისეულ საწვავზე მომუშავე ელექტროსადგურები. დურბანში მიღებული გადაწყვეტილებების თანახმად არანაირი სავალდებულო კლიმატური შეთანხმება არ იმოქმედებდა 2020 წლამდე. ემისიის შეზღუდული ჯამური ბიუჯეტის დროს ნებისმიერი შეფერხება მისი პიკის მიღწევის შემთხვევაში მკვეთრად ზრდის მომავალი შეკვეცების აუცილებელ სისწრაფესა და სიღრმეს. ზოგიერთი გამოკვლევის თანახმად 2°C სიდიდით დათბობისას შეზღუდვის „გონიერი ალბათობის“ უზრუნველყოფის ერთადერთ შესაძლებლობას წარმოად-

გენს განვითარებული ქვეყნების ეკონომიკების ტემპების ზრდის შეჩერება და მათი ანტიზრდის სტრატეგიაზე გადასვლა [14].

2013 წელს წიაღისეული საწვავის წვისა და ცემენტის წარმოებისაგან CO₂-ის ემისიამ შეადგინა 36,1 გტ. აშშ-ის წილმა შეადგინა – 14%, ევროკავშირისამ – 10%, ხოლო ჩინეთისამ – 28%. როგორც ირკვევა 2019 წლისათვის ჩინეთის წილმა CO₂-ის წარმოებაში გადააჭარბა ერთად აღებულ აშშ-ის, ინდოეთის და ევროკავშირის წილს, თანაც ევროკავშირისა და ინდოეთის წილები პრაქტიკულად ტოლი იყო.

V მეცნიერული მონაცემები

კლიმატურმა გამოკვლევებმა ინდუსტრალიზაციის დასაწყისიდან საიმედოდ დაადგინეს წრფივთან მახლობელი კავშირი გლობალურ დათბობასა და CO₂-ის კუმულატიურ გამოფრქვევებს შორის. ეს ნიშნავს, რომ გლობალური დათბობის შეკავება რაიმე დადგენილი ზღვრის ქვემოთ (მაგალითად, 2°C), რომელიც წარმატების შანსი უნდა იყოს, მოითხოვს ემისიურ ბიუჯეტს ე.ი. CO₂-ის მომავალი ერთობლივი გამონაბოლქვის შეზღუდვას. ემისიის გამოთვლითი ქვოტები, მნიშვნელოვნად დაბალია, ვიდრე წიაღისეული სათბობის ცნობილი მარაგები [15].

სპეციალისტთა შეფასებით, გლობალური დათბობის 1,5-ჯერ შეზღუდვის მიზნით 2030 წლისათვის CO₂-ის გლობალური გამონაფრქვევები სულ მცირე 49%-ით მაინც უნდა შემცირდეს 2017 წელთან შედარებით, ხოლო 2050 წლისათვის ნულს უნდა გაუტოლდეს.

ემისიური ბიუჯეტი ნიშნავს, რომ CO₂-ის მომავალი ჯამური გამონაბოლქვი, რომელიც მოცემული დათბობის შესატყვისი იქნება, წარმოადგენს საბოლოო საერთო გლობალურ რესურსს. ის უნდა განაწილდეს ქვეყნებს შორის, ან ადრე მიღწეული საერთაშორისო შეთანხმების მიხედვით, ან როგორც ინდივიდუალურად განსაზღვრული ეროვნული ძალისხმევის შედეგი. გლობალური ძალისხმევის განაწილების პრობლემა კლიმატის ცვლილების შემცირების თვალსაზრისით განხილულია სპეციალურ ლიტერატურაში [16].

კლიმატის მოდელირება უჩვენებს, რომ XXI საუკუნისათვის 2°C-ით ტემპერატურული დონით მომატების შემოსაზღვრის თუნდაც 50%-იანი ალბათობა იმყოფება მიღწევის ზღურბლზე. მაგრამ [16]-ის ავტორები 2014 წლისათვის იხილავენ 2°C ტემპერატურის 50%-იან ალბათობას კლიმატის შერბილების ძალისხმევის რეალურ შემთხვევაში. ემისიების დაგროვებულ ზემოქმედებასთან კავშირში კლიმატური პოლიტიკის ადრე განხილული სადავო საკითხები თანდათანობით კარგავს აქტუალობებს.

ანდერსონისა და ბოვსის ნაშრომში [16] სხვადასხვა ქვეყნების აუცილებელ ძალისხმევათა პრობლემა განისაზღვრება განვითარებული ქვეყნების ეკონომიური განვითარების შესაძლებლობის უზრუნველყოფის აუცილებლობიდან გამომდინარე. ამის გამო ამ ქვეყნების ემისიის პიკი გადაინაცვლებს 2025 წლამდე. ამ დროს ემისიური ბიუჯეტი განვითარებული ქვეყნებისათვის განისაზღვრება როგორც სხვაობა გლობალურ ემისიურ ბიუჯეტსა და განვითარებადი ქვეყნების ბიუჯეტს შორის. პრაქტიკული მოქმედებების დაუწყონელივი დაწყების დროს ეს განაპირობებს განვითარებული ქვეყნების ემისიების წელიწადში 8-10%-ით შემცირებას. [16]-ის ავტორების აზრით, ასეთი ტემპები ალბათ შეუთავსებელია ეკონომიური ზრდის ტემპებთან.

რაუპახისა და სხვათა [17] თანახმად, გადაწყვეტილება ემისიური ბიუჯეტის მიხედვით უნდა იყოს წარმოდგენილი როგორც კომპრომისი ორ უკიდურეს მიდგომას შორის:

1. თანაბარი უფლება ემისიაზე ერთ ადამიანზე გათვლით, საცხოვრისის ადგილისაგან დამოუკიდებლად;

2. ემისიური ბიუჯეტის დაყოფა ცალკეული ქვეყნის ფაქტიურად მიმდინარე ემისიის პროპორციულად.

[17]–ის ავტორთა აზრით, მოლაპარაკებებისათვის პრაქტიკულ ინტერესს შეიძლება წარმოადგენდეს ზემოაღნიშნული მიდგომების კომპრომისთა ვარიანტი თითოეული მათგანის თანაბარწონადობის პირობებში. შრომაში წარმოდგენილია რიგი ქვეყნების შესაძლო ცვლილებათა დიაპაზონების შეფასებები, მოცემულია დამატებითი ფაქტორების გათვალისწინების შესაძლებლობები.

2021 წლის აგვისტოში გამოქვეყნდა კცესჯ–ის მოხსენება, რომლის მიხედვით გლობალური დათბობის 1,5°C საზღვრებში შენარჩუნება შესაძლებელია 50%–იან ალბათობით იმ პირობებით, რომ 2020 წლიდან 2100 წლამდე პერიოდში ატმოსფეროში გამოიფრქვევა 500 მილიარდი ტონა ნახშირორჟანგი. ამჟამად, გამოიბოლქვება 40 მილიარდი ტონის რიგის CO₂ წელიწადში. მისი დაუყონებლივი და მკვეთრი შემცირების გარეშე საშუალო ტემპერატურამ შეიძლება გაზარდოს 2°C–ზე უფრო მეტად XXI საუკუნის ბოლოსათვის [18].

VI. საზოგადოებრიობის დამოკიდებულება გლობალური დათბობისადმი

საერთაშორისო ეკოლოგიური სამართლის ცენტრისა და სხვა ორგანიზაციებისადმი ერთობლივი წერილი, გაგზავნილი არაკომერციული ორგანიზაციების მიერ, ადასტურებს, რომ წიაღისეული საწვავის ტოპ–მენეჯერები შეიძლება პასუხისგებაში მიეცნენ კლიმატის ცვლილებისა და გლობალური დათბობის უარყოფის ფინანსირებისათვის და ამ გლობალური პროცესების შენელებისათვის ბრძოლის წინააღმდეგ ქმედებისათვის. 2014 წელს ეკოლოგიურმა ორგანიზაციებმა მიმართეს ოფიციალური წერილით მსხვილი სადაზღვეო კომპანიების ხელმძღვანელებს და სხვა ორგანიზაციებს ეპასუხათ კითხვაზე თუ პერსონალურად ვინ გადაიხდიდა თუკი ასეთი სახის სარჩელი მიმართული იქნებოდა მათ წინააღმდეგ.

2011 წლიდან რიგი ეკოლოგიური ორგანიზაციებისა ახორციელებს კომპანიებს წიაღისეულ საწვავში ჩადებული ინვესტიციების წინააღმდეგ და ამ პოზიციას შემდეგნაირად ხსნიდა:

„თუ დავარღვევთ კლიმატს, ეს არასწორია, თუნდაც მისგან ვღებულობდეთ მოგებას“ [18].

დასაწყისში ეს კომპანიები შეეხო ძირითადად უნივერსიტეტებს, შემდეგ მათ შეუერთდა მუნიციპალური ორგანოები, საპენსიო ფონდები და სხვა ფინანსურ–პოლიტიკური მნიშვნელობის სტრუქტურები. ბოიკოტის ერთ–ერთი ინიციატორის აზრით, ეს ქმედებები განხილულ კომპანიებს აყენებენ პირდაპირ ფინანსურ ზარალს.

მსოფლიო ბანკმა გამოაცხადა გეგმა 2029 წელს შეაჩეროს ნავთობისა და გაზის პროექტების ფინანსირება.

რომის პაპმა **ფრანცისკმა** გადადგა უპრეცედენტო ნაბიჯი, როცა 2015 წელს გამოაქვეყნა

ნა სპეციალური ენციკლიკა Laudato si, რომელიც ეძღვნებოდა კლიმატისა და გარემოს დაცვის პრობლემებს. ენციკლიკის თანახმად: „ჩვენი საერთო სახლი ინგრევა, ყველაზე მეტად იტანჯებიან ღარიბები“. პაპმა მიუთითა აუცილებლობაზე, რათა „რამდენიმე უახლოესი წლის განმავლობაში“ შემცირდეს სათბურების აირების ემისია რადიკალურად. მდიდარმა ქვეყნებმა უნდა შეზღუდოს ენერჯის მოხმარება არაგანახლებადი წყაროებიდან და ასევე უნდა იფიქრონ ეკონომიკური ზრდის შენელებაზე, სანამ გვიან არ არის“.

პაპმა დაგმო მოსახლეობის ზრდისადმი გადამეტებული ყურადღება. მან მიანიშნა პრივილეგირებული უმცირესობის მოხმარების „ექსტრემალური“ დონის მნიშვნელობაზე და დაადანაშაულა პოლიტიკური და ეკონომიკური ხელისუფლების მქონენი „პრობლემის შენიღბვაში“. კლიმატის საკითხზე საერთაშორისო მოლაპარაკებების ჩაშლა „წმინდა ტახტის“ დოკუმენტში აიხსნა „კერძო ინტერესების“ გავლენით, რომლებიც საერთო კეთილდღეობის დაცვაზე მაღლა დგანან და ინფორმაციის იმნაირ მანიპულირებას ახდენენ, რომ მათი გეგმები არ იქნას დარღვეული.

ენციკლიკის გასაჯაროებას წინ უსწრებდა პაპის მეცნიერებათა აკადემიის სპეციალური მოხსენების პუბლიკაცია, რომელიც ამტკიცებდა, რომ დათბობის 2°C ზღვარი მოითხოვს ამ საუკუნის შუა ხანებში ენერგეტიკული სისტემის ღრმა დეკარბონიზაციას და 2070 წლისათვის სათბურის აირების ნულთან მიახლოებას“. ამ შემთხვევაში ლაპარაკია არა მარტო მომავალი თაობების კეთილდღეობაზე, არამედ თვით ადამიანის ცივილიზაციის არსებობაზე [19].

დასკვნა: ნაშრომის კვლევიდან ჩანს რომ, კლიმატის ცვლილების მეტი წილი ასპექტების მიხედვით პრაქტიკულად სრული კონსენსუსია. კერძოდ 98-99% კლიმატის მკვლევარებისა მხარს უჭერენ მეცნიერული წარმოდგენებს კლიმატის ანთროპოგენული ცვლილებების შესახებ, ხოლო იმ მეცნიერთა რიცხვი, რომლებიც ეჭვის ქვეშ აყენებენ ასეთ მოსაზრებას, არსებითად მცირეა.

ლიტერატურა

1. Hansen J.et.al. Global warming in the twenty first century: an alter nativ scenario (იხვ.) National Academy of Sciences of the USA: Journal - 2000,-Vol.97, No.18, P.9875-9880.
2. Oppenheimer M., et al. Section 19.6.3: Updating Reasons for concern [8.06.2014]
3. Mimura N.et.al. Small Islands [იხვლ.] Cambridge University Press, Cambridge: 2007, ISBN 0521880106.
4. Marshall B. et al. Climate and conflict //NBER, 2014,16.
5. Chi Xu et al. Future of the humen climate niche //PNAS. May 4,2020.
6. Климат к 2070 году: Жара грозит миллиардам/события в мире - оценки и прогнозы из Германии и Европы /DW/ 06.05.2020
7. Smith K.R. et al. chapter 11: Humen health: impacts, adaptation and co- benefits. Archived 8.07.2014.
8. ადეიშვილი თ., ჯიქია მ., ადეიშვილი მ. მედიცინის კოსმოგოფიზიკური საფუძვლები, ნაწილი III ქუთაისი, 2017.

9. „Climate Change May Cause 26000 More U.S. suicides by 2050“. The Atlantic. Архивировано из оригинала 01.01.2020
10. International Impacts and Adaptation: Climate change: us EPA, 14.06.2012
11. Historical climate emissions reveal responsibility of big polluting nations (ინგლ), the Guardian, 5.10.2021
12. კორძაბია გ. და სხვ. საქართველოს მეცნიერების ატლასის შექმნა. წინამდებარე კრებული, 2024
13. Киотский протокол к рамочной конвенции ООН об изменении климата (PDF) Архивная копия 01.04.2016 на Wayback Machine.
14. Kevin A. and Alice Bows. Beyond „dangerous“ climate change: emissions scenarios for or new world. G. phil. Trans. R. soc. A 2011, 369.
15. Meinshausen M. et.al. Greenhouse gas emission targets for limiting global warming to 2°C. Nature. 458,2009
16. Bows A. et al. Contraction and conver gence: an assessment of the CC Options model. Climate change 91,2008.
17. Raupach et al. 2014 (PDF). Архивная копия от 06.10.2014 на.
18. Fossil Free - About Fossil Free Divestment. Архивано 2.12.2018
19. Climate change and the common good a statement of the problem and the demand for transform motive solution архивная копия от. 10.07.2015 на Wayback Machine.

Methods o Aboidng and Adapting to Global Wargung Summary

This Paper Presents Ways of Aoid Adaptation to Global Warning, Discusses the Resolions Adopted by Various International Organisations.

კლიმატის ცვლილების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე

თ. ჟვითაშვილი, ხ. დავარაშვილი, ო. ჟვითაშვილი
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი. კბილების კარიესი დღემდე მიეკუთვნება ყველაზე გავრცელებულ სტომატოლოგიურ დაავადებათა რიცხვს. რისკის ფაქტორების განსაზღვრა და მათი რაოდენობრივი დახასიათება პროფილაქტიკური ღონისძიებების ინდივიდუალიზაციის საშუალებას იძლევა. სტომატოლოგთან დროული მისვლა ამ დაავადების განკურნების საწინდარია.

შესავალი

ზაფხული - დასვენებებისა და შვებულებების დროა. არავის სურს ზაფხულის თვეები კბილის ტკივილით გაატაროს და ამ პერიოდს სტომატოლოგის სავარძელში შეხვდეს. მაგრამ, სწორედ ზაფხულში იზრდება მრავალი სტომატოლოგიური დაავადების რისკი. ეს დაკავშირებულია მასთან, რომ ზაფხულში კბილები ექცევიან ტემპერატურების ცვალებადობის ზემოქმედების პროცესში და ასევე სხვა ტრამვირებადი ფაქტორების გავლენაში.

ამიტომ მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ სტომატოლოგიური პათოლოგიების პროფილაქტიკის ხერხები, რათა თავიდან ავიცილოთ სხვადასხვა სახის გართულებები და უსიამოვნებები.

1. ცივი დელიკატესები: კარიესის მომატებული რისკი და კბილების ამაღლებული მგრძობიარობა

ზაფხულის პაპანაქებაში ყოველ ადამიანს სურს გაგრილება და გახალისება. ამ დროს მშველელად გვევლინებიან ნაყინები და ცივი ლიმონათები. მაგრამ, ტემპერატურის ვარდნამ შეიძლება გამოიწვიოს შეთხელებული ემალის მომატებული რეაგირება. ამის შედეგად პაციენტი ექცევა ძლიერი ტკივილისა და დისკომფორტის ქვეშ [1,2].

გარდა ამისა, დამტკიცებულია, რომ ცივი დელიკატესები და ტკბილი სასმელების მოხმარება ცუდად კლავს წყურვილს, ხოლო მათ შემადგენლობაში არსებული შაქარი აპროვოცირებს კარიესის განვითარებას.

მაგრამ ტემპერატურული ცვლილებები არ არის კბილების დაავადების ერთადერთი მიზეზი. ასევე პაციენტთა სტომატოლოგიური სიჯანსაღე ზაფხულის პერიოდში საშიშროების ქვეშ შეიძლება აღმოჩნდეს თბური ზემოქმედების, საკვების ხარისხის, ჰიგიენის რღვევისა და ტრამვების გამო. მოკლედ შევეხოთ ამ ფაქტორებს.

2. თბური ზემოქმედება

მრავალი პათოგენური მიკროორგანიზმი მრავლდება თბილ პირობებში. ამიტომ პირის ღრუში იქმნება ხელშემწყობი პირობები ბაქტერიების გამრავლებისა ანთებითი დაავადებების განვითარებისათვის. ასევე სითბოს ზემოქმედებით შეიძლება მოხდეს ქსოვილების გაფართოება და შევიწროება, რაც არის მიკრონაპრალთა ფორმირების მიზეზი. ამიტომ ზაფხულში, პაპანაქებაში, ხანგრძლივად ყოფნა არ არის რეკომენდირებული [3].

3. ემალის ფერის ცვლილება კვების ჩვევების ზემოქმედებით

თუ ზაფხულის პერიოდში, ვახშამზე, ვინმეს სურს ერთი თასი ღვინის გასინჯვა, მაშინ უნდა გაფრთხილდეს მომდევნო საუზმის არჩევისას. თეთრი ღვინის მიღებისას კბილების ზედაპირი უფრო ამთვისებელია ფერის ზემოქმედებისადმი, ხოლო წითელი უკვე თავიდანვე შეიცავს კაშკაშა პიგმენტს.

4. პირის ღრუს ჰიგიენის დარღვევა

მცხუნვარე ზაფხულის დასვენების დროს მრავალი დამსვენებელი ივიწყებს იმის შესახებ, როგორ მნიშვნელოვანია საკუთარი კბილების სწორი მოვლა. ამიტომ ჰიგიენური პროცედურები იშვიათი და არარეგულარულია. მაგრამ, ეს დიდი შეცდომაა: შვებულებიდან დაბრუნების შემდეგ შეიძლება აღმოგვაჩნდეს რამდენიმე დაავადებული კბილი [4,5].

5. კბილების ტრამვა

თუ ადამიანი ეწევა აქტიურ ცხოვრებას და სპორტის ექსტრემალურ სახეობას, მაშინ თბილ სეზონში მნიშვნელოვნად იზრდება ტრავმატიზმის რისკი. ცხენით გასეირნება, ჯიპინგი, აკვაპარკში მოგზაურობა მოიცავს კბილების დაზიანების პოტენციურ საშიშროებებს. ეს არ ნიშნავს, რომ თითქოს ვინმეს მოუწოდებდეთ სიამოვნებებზე უარის თქმას: მაგრამ უნდა გვახსოვდეს, რომ საჭიროა უსაფრთხოების ზომების დაცვა და ინსტრუქტორის რჩევების შესრულება [6]. ამ შემთხვევაში, პირველ ყოვლისა საჭიროა კბილების დაცვა მზის გამოსხივებისაგან და მომატებული ტემპერატურისაგან.

ამ მარტივი რჩევების დაცვით თავიდან ავიცილებთ სტომატოლოგიურ დაავადებათა წარმოშობასა და განვითარებას.

6. სითხის საკმარისი რაოდენობა

ადამიანი ყოველდღიურად საჭიროებს 2-2,5 ლიტრ წყალს. ოპტიმალური ვარიანტია არაგაზირებული სუფრის წყალი. წყურვილის მოკვლის სასარგებლო სასმელებია უშაქრო კომპოტები და ხილის წვენები. სუფთა წყლის უხვად მიღება აუცილებელია არა მარტო წყლის დანაკარგის ანაზღაურებისათვის, არამედ კარიესის განვითარების თავიდან აცილების მიზნით.

მაგალითად, ტკბილი გაზირებული წყლის დაღვევისაგან რეკომენდირებულია თავის შეკავება, რამდენადაც ის არასასურველ გავლენას ახდენს პირის ღრუზე და ხელს უწყობს კარიესის წარმოშობას. ნახშირმჟავა, რომელიც შედის გაზიან სასმელებში, პროვოცირებას უკეთებს ემალის რღვევას და იწვევს მისი პათოლოგიის სწრაფ განვითარებას [7].

განსაკუთრებით საშიშია ტკბილი გაზირებული წყლის მოხმარება სარძევე კბილებისათვის, რამდენადაც ემალის ნაკლებად მტკიცეა და უფრო მეტად განიცდის გარეგან პათოლოგიურ ზემოქმედებას.

7. სწორი წახემსება

კბილებისათვის საუკეთესო ზაფხულის წახემსებაა ახალი ხილი. ისინი არა მარტო გემრიელია, არამედ სასარგებლო პროდუქტებიცაა. ხილი ორგანიზმს ამარაგებს ვიტამინებით და ხელს უწყობს იმუნიტეტის შენარჩუნებას. ასევე ზოგიერთი მათგანი პირის ღრუს ეხმარება საკვების ნამცეცებისაგან და ნადებისაგან მექანიკურ გაწმენდაში. მაგრამ, ფრთხილად უნდა ვიყოთ ციტრუსების მიმართ.

მათ გააჩნიათ მაღალი მჟავიანობა, ამიტომ შეიძლება დააჩქაროს კბილების ემალის დაშლა. იგივე ეხება ციტრუსებიდან ახალგამოწურულ წვენებს, რომელთა მიღება სასურველია მილების მეშვეობით. ის დაგვეხმარება მჟავას მინიმალური კონტაქტი ჰქონდეს კბილების ემალთან და შეამცირებს დაავადების განვითარების რისკს [8].

8. წყალსატევების შერჩევა ბანაობისათვის

ქლორირებულ აუზში ხშირი ბანაობა არაჯანსაღ გავლენას ახდენს პირის ღრუს ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე. ქლორიანი წყალი აშრობს პირის ღრუში არსებულ ნერწყვს, რაც აქვეითებს ადგილობრივ იმუნიტეტს. სუფთა მარილიან წყალსატევებში ბანაობა, პირიქით, ჯანსაღ გავლენას ახდენს იმუნური ფუნქციის მდგომარეობაზე. თუ მაინც მოგვიხდება ჩვენი შვებულების საცურაო აუზებთან გატარება, მაშინ არ უნდა დაგვავიწყდეს სუფთა წყლით პირის გამოვლება, ან კბილების გაწმენდა ბანაობის დამთავრებისას [9].

9. მოვერიდოთ ტემპერატურის ცვლილებებს

თბილ სეზონებში არჩევენ ცივი ნაყინით გაგრილებას და შემდეგ ოდნავ გათბობას ცხელი ჩაით და მოდუნებას. მაგრამ, ასეთი ტემპერატურული ექსპერიმენტები (თერმული სტრესები) შეიძლება გახდეს კბილების ემალში ნაპრალების ფორმირების მიზეზი. ამიტომ უნდა რაღაც ერთი ავირჩიოთ: ან ნაყინი, ან ჩაი. თუ კი მაინც გინდათ ერთიც და მეორეც, მაშინ მათ შორის შუალედი უნდა იყოს არა ნაკლებ 20 წუთისა.

ასევე, ნაყინის მოხმარება თავის თავში ფარავს კიდევ ერთ საშიშროებას: პირის ღრუსა და პირხახის ანთებითი დაავადებების წარმოშობის რისკს სიცივის მკვეთრი ზემოქმედების გამო [10].

10. პასტის გამოყენება მგრძნობიარე კბილებისათვის

თუ წლის ცივ პერიოდში ჩვენი კბილები არ გამოირჩევიან გაზრდილი მგრძნობიარობით, ზაფხულში მატულობს ამ მდგომარეობის გაჩენის რისკი. თბილ თვეებში კბილები ექცევა ხილის მჟავის აქტიურ ზემოქმედებაში, ტემპერატურის ვარდნებში და მათზე შეუძლია რეაგირება მომატებული მგრძნობიარობით. რომ არ წავაწყდეთ უკმაყოფილების შეგრძნებებს რეკომენდირებულია კბილის პასტების გამოყენება მგრძნობიარე კბილებისათვის [11].

11. ჰიგიენის წესების გამოყენება

ამ პრობლემას ხშირად ხვდებიან მოგზაურები, რომლებსაც ურჩევნიან ცივილიზაციისაგან შორს დასვენება. თუ კბილის პასტა და ჯაგრისი სახლში დაგვრჩა, მაშინ კბილებიც ჰიგიენური პროცედურების გარეშე რჩებიან. მაგრამ თუკი მოგზაურობის დროს ჩვენ არ გვაქვს ჰიგიენური საშუალებების შექმნის შესაძლებლობა, მაშინ გამოვიყენოთ ხელთარსებული იმპროვიზირებული ნივთები. მაგალითად, კბილის ნადების მოცილება შეიძლება თითის დახმარებით, ხოლო კბილების გაწმენდა - შეიცვალოს პირის ღრუს გულმოდგინე გამოვლებით საკვების მილების შემდეგ. სამწუხაროდ ეს არ არის სრულფასოვანი ჰიგიენური პროცედურები. მაგრამ, მაინც, ისინი საშუალებას იძლევა მინიმალური იყოს მოგზაურობის დროს პირის ღრუს ანთებითი დაავადებების წარმოქმნის რისკები [12].

12. თავიდანვე მიემართო სტომატოლოგს

შვებულების დაგეგმვისას მიზანშეწონილია მის დაწყებამდე ~1,5 თვით ადრე სტომატოლოგთან ჩაწერა. ეს საშუალებას მოგვცემს გამოვავლინოთ პირის ღრუსა და კბილების პათოლოგიური პროცესები და მშვიდად განვახორციელოთ მათი მკურნალობა. ამ პროცესის ხარისხიანად განხორციელებისას დასვენების პერიოდში არ შეგვაწუხებს კბილები და სასიამოვნოდ გავატარებთ შვებულებას.

ლიტერატურა

1. Хошевская И. Гиперчувствительность зубов у детей и подростков. МС, №16 2013
2. ჯიქია მ., ჟვიტიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ., ადეიშვილი თ. ეკოლოგიური სტომატოლოგიის საწყისები და მისი მნიშვნელობა. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების, შრომები, ტ. VIII, ბათუმი, 2022
3. ადეიშვილი თ., ჯიქია მ., ადეიშვილი მ. მედიცინის კოსმოგეოფიზიკური საფუძვლები. ნაწ. III, ქუთაისი, 2015
4. Леонтьев В.К. Профилфтика стоматологических заболеваний, М.: 2006
5. შიშნიაშვილი თ. სტომატოლოგიურ დაავადებათა პროფილაქტიკა. კბილის კარიესის პროფილაქტიკა, თბილისი, 2008
6. Sagihi Shamany M., et al. Periodontal diseases and tooth loss as risk for cancer. J. cancer rev. vol. 4, №4, 2011
7. ჟვიტიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ. სტომატოლოგიურ დაავადებათა პროფილაქტიკის ძირითადი პრინციპები. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომები, ტ. IX, ქუთაისი. 2023
8. ადეიშვილი თ., ჟვიტიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ. სტომატოლოგიური ეკოლოგიის ზოგიერთი აქტუალური პრობლემის შესახებ. რესპუბლიკური ს/კ „მეცნიერების პრობლემების“ მოხსენებათა კრებული, ქუთაისი, 2013
9. Alkan A., et al. Relationship between psychological factors and oral health status and behaviors. OHPD, Vol. 13, №4, 2015
10. ჯიქია მ., დავარაშვილი ხ., ჟვიტიაშვილი თ., ადეიშვილი მ. სტომატოლოგიურ დაავადებათა გავრცელება სხვადასხვა ქვეყნის ზრდასრულ მოსახლეობაში. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომები, ტ. IX, ქუთაისი, 2023
11. Gamkrelidze A., et al. NCDC – National Center For Disease Control and Public Health. Health Statistical Yearbook, Georgia, 2018
12. Лукомский И.Г. Кариес зуба, М.: Медгиз, 1988

Influence of climat change on human health

Summary

Dental health isn't sol about brushing and flossing. It's also influenced by environmental factors that surround us every day. Practicing good oral hygiene, staying hydrated and visiting the dentist regularly can help mitigate the impact of environmental factors on dental health.

Climate Change and Oral Health

Adeishvili T., Davarashvili Kh., Zhvitiashvili T.,
Jikia M., Zhvitiashvili O., Adeishvili Tin.
Akaki Tsereteli State University
Georgian Academy of Ecological Sciences

Abstracts. *The effects of climate change on human health, including oral health, are detectable, now making this an acute and present situation. In 2015, global mean surface air temperature (SAT) reached 1°C above pre-industrial levels and is predicted to increase rapidly to 1.5°C by about the 2030s and reach 2°C by the 2050s. This rate of global warming and increased global mean SAT are associated with higher risks of adverse health outcomes that are measurable today.*

The recent Climate Change and Clinical Practice conference aimed to demonstrate clinical implications of climate change on human health, to suggest schemes that boost clinical practice resilience in the face of climate-related events, and to urge engagement of health professionals in the climate crisis discussion. Similarly, oral healthcare providers must strategise for clinical practice resilience and consider clinical manifestations of climate change in their dental patients.

Key words: *respiratory, climate, asthma, sucrose, caries, periodontium.*

1. Climate change effects.

Energy of the Sun warms the earth and while much of that energy escapes back into space, some is held within the atmosphere by green house gases (GHG). Because of human activity, a jump in GHG emissions in the past century has led to rising average global temperatures, more extreme weather events, rising sea levels and severe precipitation challenges. These exposure pathways [1] lead to major health risks by way of:

- Heat stress;
- Poor air quality;
- Food/water insecurity;
- Vector – borne illnesses;
- Social factors.

1.1. Heat stress.

Excessive heat exposure can manifest itself in a variety of ways. Dental patients who are managed medically with diuretic or selective serotonin reuptake inhibitors are more susceptible to the effects of heat stress [2].

Several drugs found within standard emergency kits for dental offices are affected by heat. Typical drugs for handling asthma episodes (albuterol) or allergic reactions (epinephrine) become less efficacious when exposed to heat. This is particularly concerning in places where operatories are not climate controlled as in many developing countries. Heat stress also contributes to increasing antibiotic resistance. Less effective antibiotics, patients who are more susceptible to medical crises, and emergency medications that are less efficacious under extreme heat present possibilities of increased risk for adverse medical events in the dental setting.

1.2. Poor air quality

Asthma rates have increased dramatically and are associated with more intense wildfire seasons, longer/more intense pollen seasons, increased air pollution, and increased ground-level ozone, among other factors.² Drugs often used to treat asthma include antihistamines that contain sucrose and bronchodilators that may cause dry mouth. Both sugar exposure and dry mouth are risk factors for dental caries. Asthma is associated with an increased risk of dental caries, gingival inflammation and

alterations in the salivary pH. Chronic pulmonary disease is linked to climate change the same factors affecting air quality and is strongly associated with periodontal disease.^[4]

Furthermore, air quality and rising temperatures cause depletion of the ozone layer which functions to absorb the sun's ultraviolet radiation increases the risk of lip and skin cancers of the face, head and neck. Furthermore, heat and sunshine are associated with oral clefts.

This underscores the importance of conducting a thorough medical history, regularly reviewing patient's medications, and meticulously conducting intra- and extra-oral examinations to screen for (pre-)cancerous lesions, periodontal diseases, caries and altered salivary flow. Oral health professionals must be poised to implement preventive measures and provide curative services as needed.

1.3. Food and water insecurity

According to the World Bank Water Overview, water links with nearly all of the UN's Sustainable Development Goals and yet globally 2.2 billion people lack safe drinking water, and 4.2 billion people lack adequate sanitation services. Without potable water, oral hygiene practices may become deprioritised or impossible giving way to higher levels of oral disease and lower levels of oral health quality of life. Furthermore, contaminated water and poor sanitation lead readily to gastrointestinal diseases with subsequent diarrhoea, vomiting and malnutrition.

In many developing economy countries, variable rainfall is not well managed and globally there is depletion of non-renewable groundwater sources. Water scarcity and heat curtail growth of animals and crops and also lower the nutritional value of food,^[1] thereby contributing to food insecurity.

1.4. Extreme weather events

Extreme weather events will become more frequent and more intense with global warming [5]. In addition to traumatic injuries, waterborne illnesses due to flooding, limited transportation, and disrupted food supply chains, oral healthcare providers may face infrastructure challenges such as power loss, downed communications, lost or inaccessible patient records, and damaged or demolished dental clinics.

Installing generators in advance may help to mitigate the impacts of downed utilities. Universal health records linking all medical and dental records would support effective patient-provider communication and assure smooth referrals as needed when face-to-face visits are impossible. The use of emerging Health would enable remote management of oral pain and other acute dental emergencies until definitive treatment could be delivered.

As adverse weather event would likely disrupt medical supply chains thereby compounding the problematic shortage of personal protective equipment (PPE) occurring now in the era of COVID-19. Access to laboratory services would also be thwarted.

Multiple factors can potentially cripple the delivery of dental services, leaving patients without access to care and straining the economic security of dental practices and personnel. Evaluating practice preparedness and planning for resiliency in advance of extreme events is critical.

1.5. Vector-borne illnesses

As mean SATs rise, vector-borne illnesses will increase and spread to new locations [1]. Several vector-borne diseases present with oral manifestations. Zika virus may cause intraoral ecchymosis, petechiae, aphthous ulcers or other ulcerative oral mucosal lesions. Early lesions of dengue fever include bleeding gingiva or haemorrhagic mucosal ulcers.^[6] Lyme disease can present as headaches and non-specific orofacial pain resembling temporomandibular joint disorders.<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9275305/> - bib0014 Thoughtful review of the patient history and scrupulous clinical examination will enable early diagnosis, earlier treatment,

and better outcomes of systemic disease. Oral healthcare providers often see patients more frequently than do physicians and may well be the first provider with an opportunity to detect a case of systemic disease or infection and facilitate referrals for testing and early diagnosis.

1.6. Social factors

Weather events, food/water insecurity, and economic impact of lost livelihood will continue to force significant numbers of people to move from rural to urban areas, and ultimately across borders from developing to developed nations.^[3] Migrating populations lack access to healthcare and are at risk for an array of preventable and treatable illnesses and diseases including common oral diseases such as dental caries and periodontal disease [7]. They are also at risk for individual or collective violence potentially leading to increased trauma may also experience dietary changes or nutritional deficiencies that contribute to oral health defects. In addition, nutritional deficiencies, chronic infections and traumatic events have been shown to contribute to mental health disorders.^[7]

Global migration is underway. In 2008 more than 20 million people were displaced due to climate-related causes and the numbers are growing. Oral health professionals in urban centres of affected developing nations as well as those in the neighbouring developed nations will face burgeoning immigrant populations needing urgent oral healthcare. This will stress fragile resources and infrastructure. Dental public health solutions are needed to address the challenges arising from climate change-induced migration and urbanisation.

2. Mental health

Mental health cuts across the six domains just described. Whether the climate burden is an acute event, chronic situation, or existential fear, individuals may suffer stress in response [1]. Climate-related displacement and violence contribute to a substantial burden of mental health illness. Oral health outcomes of mental stress include orofacial pain, temporomandibular pain, aphthous ulcers, necrotising ulcerative periodontal lesions and ulcerations related to autoimmune diseases. [8] During COVID-19, there has been an increase in domestic violence and abuse which is often associated with increased drug or alcohol use (oral health risk factors) and may show a concomitant rise in orofacial trauma. [9, 10] Psychological risks of loneliness, economic instability, school closures and unemployment are also impacting the mental health of dental patients in the COVID-19 era.

3. COVID-19 considerations

Extreme weather events undermine strategies to contain coronavirus transmission.² For example, social distancing and hand hygiene are nearly impossible for persons who are mass sheltering, experiencing forced migration or seeking care for climate-related illness or injury in hospitals deluged populations are at higher health risks from climate exposure pathways, poor air quality, respiratory disease, and severe COVID-19.^[11]

Loss of taste is an early symptom of COVID-19 in otherwise asymptomatic persons. Oral health personnel are exceptionally positioned to screen for loss of taste as well as respiratory challenges, findings that may serve to identify undiagnosed COVID-19 cases and facilitate referral for testing. Early diagnosis will reduce transmission risk and improve outcomes, especially for vulnerable populations. Given the airborne transmission of coronavirus, dental operators worldwide must strive to minimise exposure through aerosol generation and should consider utilising minimally invasive procedures and re-configuring air circulation schemes in dental operatories.

4. Discussion

Familiarisation with scholarly articles documenting climate impact on health should inspire formulation of next steps that may include:

1. Planning for extended power outages, office destruction/closure, loss of patient records,

downed communications, disrupted medical supply chains.

2. Developing strategic plans utilising teledentistry for managing patients with oral pain or acute emergencies when offices are closed.
3. Establishing strategies for personal and professional financial security.
4. Avoiding antibiotic over usage.
5. Including climate-risk screening questions in the standard medical history; understanding possible renal, respiratory and cardiovascular implications.
6. Being cognisant of oral manifestations related to risk factors from climate change exposure pathways.

As clinic managers and global citizens, oral health professionals have an opportunity to model behaviours that mitigate climate change by conducting office energy and waste audits and adjusting their practices accordingly. While following WHO¹, and state guidelines on handling medical waste are of paramount importance especially in the era of COVID-19, PPE² should be disposed of using environmentally sound waste management protocols. In the broader scheme, it is time to reimagine the use of environmentally harmful oral health related materials as these contribute to environmental degradation, worsened health, health disparity, and climate change.

Within dental education programs, it is possible to integrate a climate lens into the existing dental curriculum particularly as it relates to practice preparedness, waste management and models of service delivery. Within institutions, multi-stakeholder sustainability committees must endeavour to reduce fossil fuels, maximise energy efficiency, and improve waste management. This paper seeks to invite oral health researchers to investigate climate effects on oral health and contribute to the body of scientific literature on climate change and health. Oral health indicators have the potential to form early warning systems for systemic disease surveillance. By bringing dental discipline expertise to the table, oral health professionals will collaborate with medical, nursing and public health colleagues to tackle these unprecedented challenges and reinforce the status of oral health as part of overall health. The interconnectedness of global climate disruption and COVID-19 elucidates some of the health-outcome consequences of racial injustice. Oral healthcare systems should be reimaged to address the inequitable susceptibility of vulnerable populations to adverse oral health impacts. In forcing the reduction of aerosol generation, COVID-19 is pushing providers toward delivering minimally invasive, indeed preventive, oral health services that target delivery of care to the base of the primary healthcare pyramid [12] where high-frequency, low-cost integrated care incorporates common risk factor approaches and benefits communities at large.

Climate change affects health, including oral health. Provider awareness is essential for recognition and management of climate impacts on individuals and communities. Practice preparedness is critical for securing health system resiliency and navigating adverse climate events to ensure positive health outcomes. Oral health care delivery systems can be retooled to ensure equitable access and integrated delivery of service to the most vulnerable populations.

¹ World Health Organization

² Personal protective equipment

Reference

1. Salas R., Solomono C. - The climate crisis – health and care delivery. Engl. J. Med. 2019, 381, 1/3. Pub.Med. Google Scholar.
2. Bernstein A., et.al. - The Climate Crisis and Clinical Practice Symposium. Boston, 13.02.2020.
3. Levy B., Sidel V., Patz J. Climate change and collective violence. Annu. Rev. Rublic Health, 2017, #38.
4. Parashar P., et al. - Relationship between respiratory and periodontal health in adults: a case control study. J Int. Soc Prevent Communit Dent. #8, 2018.
5. ადგიშვილი თ., ბერძენიშვილი ნ., – გლობალური დათბობის ფიზიკური საწყისები. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, შრომათა კრებული, ტომი X, თბილისი, 2024.
6. Pedrosa M., et al. - Oral manifestations related to dengue fever: a systematic review of the literature. Aust Dent J. #62, 2017.
7. Davidson N., et al. - Comprehensive health assessment for newly arrived refugee children in Australia. J Paediatr Child Health. #40, P.562–568, 2004.
8. Alrashdan M., Alkhader M. - Psychological factors in oral mucosal and orofacial pain conditions. Eur J Dent. #11, 2017.
9. Coulthard P., Hutchison I., et al. COVID-19, domestic violence and abuse, and urgent dental and oral and maxillofacial surgery care. Br Dent J.#228, 2020.
10. უკლება ქეთევან, ადგიშვილი თეიმურაზ. ომიკრონი „შემამფოთებელი ვარიანტის სტატუსით“ - და 21-ე საუკუნის მსოფლიო. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, ბათუმი, 2022.
11. Salas R., Shultz J., Solomon C. - The climate crisis and Covid-19 - a major threat to the pandemic response. N Engl J Med. #383, 2020.
12. The Challenge of Oral Disease: A Call for Global Action . 2nd ed. FDI World Dental Federation by Myriad Editions; Geneva: 2015. The Oral Health Atlass.

კლიმატის ცვლილება და პირის ღრუს ჯანმრთელობა რეზიუმე

ნაშრომში გამოხატულია კლიმატის ცვლილებისა და გლობალური დათბობის პროცესები. წარმოდგენილია ამ შემთხვევაში წარმოქმნილი აირების და მათი ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენის, ცვლილებებისა და პირის ღრუს შესაძლო გართულებების, კბილების მდგომარეობის გაუარესების პროცესები და მათი კოვიდ-19-თან შესაძლო კავშირები.

ისტორიული ობიექტების რესტავრაცია მწვანე მშენებლობაში

რამაზ კილაძე, გიორგი კილაძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ამ ბოლო პერიოდში ძალზე გახშირდა ქალაქების ცენტრალურ უბნებში მწვანე ნარგავების მიმართ აგრესია, რასაც ხშირად ეწირება ისტორიული ნარგავბაგ, მათ შორის დიდი ასაკის მცენარეები, რომლებსაც სულ სხვა დატვირთვა შეიძლება ჰქონდეს გონივრული ქმედებების შემთხვევაში. მსგავსმა დამოკიდებულებამ თითქმის გაანახევრა გამწვანებული ტერიტორიების ფართობები განსაკუთრებით დიდ ქალაქებში, რაც გლობალური დათბობის პირობებში კიდევ უფრო აუარესებს გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობას.

ნაშრომში განხილულია მწვანე მშენებლობის ისტორიული ობიექტების მიმართ მიღებული გადაწყვეტილებები, განხილულია ისტორიული ბაღის განმარტება, როგორ უნდა იყოს დაცული მასში არსებული ასაკოვანი მცენარეები, მათ შორის დაზიანებულები. ჩამოთვლილია ყველა ის ღონისძიება, რაც შეიძლება განხორციელდეს უძველეს ლანდშაფტურ რეკრეაციულ ობიექტებზე დაწყებული შენარჩუნებით, კონსერვაციით, რესტავრაციით და რეკონსტრუქციითაც კი. მითითებულია რის საფუძველზე შეიძლება ჩატარდეს ეს სამუშაოები და რა თანმიმდევრობით.

საკვანძო სიტყვები: ისტორიული ბაღი, მებაღე, ლანდშაფტის არქიტექტორი, შენარჩუნება, კონსერვაცია, რესტავრაცია, რეკონსტრუქცია, დიდი ასაკის მცენარეები.

ისტორიული და უძველესი მწვანე მშენებლობის ობიექტების რესტავრაციის მიმართ ყურადღება გასული საუკუნის 60-იან წლებში გამახვილდა, როცა ჯერ კიდევ 1964 წელს არქიტექტორთა II საერთაშორისო კონგრესმა ე. წ. „ვენეციურ ქარტიაში“ განსაზღვრა ჩვენს ეპოქამდე მოღწეული ძეგლების და ისტორიული ბაღ-პარკების დაცვა.

შემდგომ, ძეგლებისა და ღირსშესანიშნავი ადგილების საერთაშორისო კომიტეტისა (ICOMOS) და ლანდშაფტის არქიტექტორთა საერთაშორისო კომიტეტის (IFLA) ისტორიული პარკების საერთაშორისო კომიტეტმა, რომელიც შეიკრიბა ფლორენციაში 1981 წლის 21 მაისს, გადაწყვიტა ისტორიული ბაღების დაცვის ქარტიის შედგენა, რომელსაც ამ ქალაქის სახელი მიენიჭა. წინამდებარე ფლორენციის ქარტია შექმნილია კომიტეტის მიერ, რომელიც დაამტკიცა იკომოსმა (კულტურულ ძეგლთა არასამთავრობო საერთაშორისო საბჭო) 1982 წლის 15 დეკემბერს, როგორც ვენეციის ქარტიის დამატება და კონკრეტულ სფეროს - ისტორიულ ბაღ-პარკების რესტავრაციას ეხება.

ისტორიული ბაღი როგორც ზემოთ დასახელებული ქარტიის I მუხლი განმარტავს, ეს „არის არქიტექტურული და ბაღის მცენარეების ერთობლივი კომპოზიცია, რომელიც საინტერესოა ისტორიული და მხატვრული თვალსაზრისით“ და ამდენად, იგი შეიძლება განხილული იქნას როგორც ძეგლი. აქვე მითითებულია, რომ ისტორიული ბაღი არქიტექტურული კომპოზიციას, რომლის შემადგენელი ნაწილები ძირითადად მცენარეულია და ამდენად ცოცხალი. ეს ნიშნავს იმას, რომ ისინი ადვილად დაზიანებადი და განახლებადია.

ამ ქარტიის მესამე მუხლის თანახმად ისტორიული ბაღი, როგორც კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლი უნდა შენარჩუნდეს ვენეციის ამ ქარტიის სულისკვეთების ჭრილში. მაგრამ რამდენადაც იგი ცოცხალი ძეგლია, მისი დაცვის მართვა უნდა განხორციელდეს სპეციფიკური წყაროების დაცვით, რაც წინამდებარე ქარტიის საგანს წარმოადგენს.

ტერმინი „ისტორიული ბაღი“ თანაბრად მიესადაგება პატარა ბაღებსაც და დიდ პარკებსაც როგორც ფორმალურს, ისე ლანდშაფტურს.

ისტორიული ბაღების დაცვა დამოკიდებულია მათ იდენტიფიკაციაზე და აღწერაზე. ის მოითხოვს რამდენიმე სახის აქტიობას: **შენარჩუნებას, კონსერვაციასა და რესტავრაციას.** ზოგ შემთხვევაში შესაძლებელია რეკომენდირებული იქნას **რეკონსტრუქციაც.** ხეების, ბუჩქების და ყვავილთა სახეობების პერიოდულად შეცვლისას პრიორიტეტი უნდა მიენიჭოს სახეობებს, რომლებიც თავდაპირველად იზრდებოდნენ ამ ისტორიულ ბაღში. ასეთივე დამოკიდებულებაა უძრავი ან მოძრავი არქიტექტურული, სკულპტურული ან დეკორატიული მცენარეების სახეობების მიმართ, რომლებიც შეადგენენ ისტორიული ბაღის შემადგენელ ნაწილს. მათი მოცილება ან გადაადგილება უნდა განხორციელდეს კონსერვაციის, ან რესტავრაციის აუცილებლობით და მოხდეს ვენეციის ქარტიის პრინციპების გათვალისწინებით.

ისტორიული ბაღი შენარჩუნებული უნდა იქნას შესაბამისი შემოგარენით. ფიზიკური გარემოს ნებისმიერი ცვლილება, რომელიც ეკოლოგიური ბალანსისათვის საფრთხის შემცველია, უნდა აიკრძალოს.

ისტორიულ ბაღში არ შეიძლება ჩატარდეს არავითარი სარესტავრაციო სამუშაოები, მით უმეტეს სარეკონსტრუქციო წინასწარი კვლევის გარეშე, ვიდრე არ იქნება ამგვარი სამუშაოების ჩატარება მეცნიერულად შესწავლილი და დასაბუთებული. პრაქტიკული სამუშაოების დაწყებამდე უნდა მომზადდეს კვლევაზე დაფუძნებული პროექტი და განსახილველად გადაეცეს ექსპერტებს.

ისტორიული ბაღი წარსულის მემკვიდრეობის ერთ-ერთი გამოხატულებაა, მას სჭირდება დაოსტატებული ექსპერტების მხრიდან ინტენსიური, მუდმივი მზრუნველობა და მოვლა. სასურველია ამგვარი პირების - ისტორიკოსების, არქიტექტორების, მებაღეების, ლანდშაფტის არქიტექტორების თუ ბოტანიკოსების შესაბამისი ტრენინგებით უზრუნველყოფა. ისტორიული ბაღებისადმი ინტერესი წახალისებული უნდა იყოს ყველა სახის აქტიობით, რომელიც შეესაბამება და ხაზს უსვამს მისი, როგორც წარსული მემკვიდრეობის ჭეშმარიტ ღირებულებებს და უზრუნველყოფს გაუმჯობესებულ ცოდნას და მისდამი პატივისცემას. ეს იქნება: სამეცნიერო კვლევების უზრუნველყოფა, საერთაშორისო დონეზე გამოცდილების ურთიერთგაცვლა, პუბლიკაციები, მონიტორინგის წახალისება, მედიის ქმედება ბაღის საჭიროებისა და განვითარების მიმართ ცნობიერების ამაღლების მიზნით, რათა დაცული იქნას ლანდშაფტები, ისტორიული მემკვიდრეობა თუ სხვა.

ლანდშაფტური არქიტექტურის ისტორიულ ობიექტებზე სამუშაოები იწყება ყველა სახის საწყისი მასალების მოპოვებით, რომელთა წყაროც შეიძლება იყოს საარქივო მასალები, სხვადასხვა ლიტერატურა დაწყებული მოგონებებით, მოგზაურობებით და ექსკურსიების აღწერით. გამოყენებული უნდა იქნას ასევე მხატვრული ლიტერატურა, ფერწერული ტილოები, ზეპირი გადმოცემები, მონათხრობები, სხვადასხვა საპროექტო მასალები და ბოლოს, ნატურალური კვლევები, რომლებიც დაფუძნებული უნდა იყოს შემდეგ რიგითობაზე: 1. პარკის საერთო სტრუქტურის მოძიება (არსებული ნარგაობა და ღია სივრცეების საზღვრების დადგენა, პარკის საერთო კომპოზიციის დადგენა, ნაგებობების და მცირე

არქიტექტურული ფორმების განთავსება და ა. შ.); 2. საპარკო ელემენტების გამოვლენა (რელიეფის ისტორიული ფორმების და ხეივანების გზების ქსელის დაზუსტება, ისტორიული მცენარეულობის ფიქსაცია და კვლევა, კარტოგრაფირება, წყლის მოწყობილობების ჰიდროტექნიკური კვლევა, მცირე ფორმების ზომების განსაზღვრა); 3. გამოვლენილი საპარკო ფორმების ანალიზი (საპარკო ელემენტების ურთიერთკავშირის განხილვა, მათი სტრუქტურის ანალიზი, საინტერესო იერ-სახის ნაგებობების დაგეგმარება, ოპტიკური ეფექტები, პარკის განვითარების ისტორია, მისი საგარეო კავშირები და ა.შ.); 4. კლასიკური პარკის ღირშესანიშნაობების აღრიცხვა (პარკის პასპორტის შექმნა, მცირე არქიტექტურული ფორმების, წყალსაცავების და საინჟინრო ნაგებობების ტაქსაცია და პასპორტირება, პარკის გამოყენების რეკომენდაციები).

ასეთი ანალიტიკური სამუშაოების ჩატარების შემდეგ შეიძლება გადასვლა უშუალოდ აღდგენით სამუშაოებზე. ობიექტზე ცალკეული ელემენტის ან ნაწილის მდგომარეობის შესაბამისად შეიძლება გამოყენებული იქნას აღდგენითი სამუშაოების სხვადასხვა ვარიანტი. მათ შორის, თუ ცენტრალურ ნაწილში წყალსაცავებია, რელიეფი შეიძლება რესტავრირებული იქნას, ხოლო მცირე არქიტექტურული ფორმები და ნაგებობები მათი ზომების დადგენამდე უნდა დაკონსერვდეს.

ობიექტის პირველი დათვალიერების ამოცანაა მისი გეგმის შედგენა საწყისი მომენტისათვის. იმავდროულად მოსაპოვებელია ცნობები ტერიტორიაზე პერსპექტიულ მშენებლობასთან დაკავშირებით და მის ირგვლივ საშიში ზონების რაოდენობის შესახებ. სასურველია რელიეფის შესახებ ინფორმაცია: ზედაპირული წყლების საერთო მიმართულება, ჩადაბლებები და ამაღლებები, ტერიტორიის სიმაღლე გარემოსთან მიმართებით. გეგმაზე უნდა იყოს აღნიშნული მაღალი მცენარეული საფარის, მინდვრის საფარის, ტბების, ღია ფერდობების, პარტერებისა და სხვა თარგების კონტურები. თუ ობიექტის ტერიტორიაზე არის წყალსაცავები, ისინი უნდა დაფიქსირდეს გენგეგმაზე. ნაგებობებიდან პირველ რიგში დატანილი უნდა იქნას არსებული ძირითადი შენობები, ხეები, დამბები, რაბები, საყრდენი კედლები; ასევე უნდა მოინიშნოს მცირე არქიტექტურული ფორმების და საპარკო ნაგებობების განთავსების შემორჩენილი ადგილები. ამ საზღვრებში ხდება ობიექტის დღევანდელი მდგომარეობის შედარება საპროექტო დოკუმენტაციასთან (არსებობის შემთხვევაში). აქვე უნდა მოინიშნოს დაკარგული რელიეფის ფორმები, მცენარეულობა, წყლები და ნაგებობები.

ნიადაგის კვლევა ტარდება შურფირებით და შურფირების შესაბამისი ნიადაგის ჭრილებით. ჭრილებზე ნაჩვენები უნდა იყოს გრუნტის წყლების დონე და მისი მონაცვლეობა გარკვეულ შუალედში.

მნიშვნელოვანი კვლევითი სამუშაოები ტარდება რელიეფის შესასწავლად, სადაც მოინიშნება გზა-ბილიკების და ხეივანების ქსელი.

ისტორიული მცენარეების გამოსავლენად სარგებლობენ ობიექტზე შექმნილი სტრუქტურის კვადრატების ბადით, რომელზეც მიხმულია სატაქსაციო ხეებისადმი არსებული ინტერესი. გადაწყვეტილების მიღება ლანდშაფტური ობიექტის ისტორიაზე არსებული სიცოცხლის უნარის მქონე თავისუფლად მზარდი ხეების სრული ლიკვიდაციის შე-

სახებ თუ დანაშაული არა, უადრესად მიზანშეუწონელია და მას უნდა მოვეკიდოთ ძალზე ფრთხილად იმ უბრალო მიზეზის გამო, რომ ნებისმიერი ხე-მცენარეული ნარგაობა ვიდრე მიაღწევს ე. წ. „აყვავების ხანას“ და შევა სრული სიმწიფის ასაკში, რის შემდგომაც მისი ცვა-ლებადობა სტაბილიზირდება, სჭირდება არანაკლებ 60-80 წელი.

კვლევას ექვემდებარება ნარგაობა, რომელთა ასაკი წარმოადგენს ობიექტის ბიოგრაფიისათვის ინტერესს. ნარგაობის ხნოვანების დადგენა ხდება პლესლერის ბურღის საშუალებით, რითაც ნახვრეტი კეთდება ფესვის ყელიდან 1,3 მ სიმაღლეზე, რომლის მერქანზე ითვლება ღეროს გულგულიდან გამოტანილი მერქნის რგოლები. რგოლების მიხედვით დგინდება მცენარის განვითარების სხვადასხვა სასურველი თუ არასასურველი პერიოდები წლების მიხედვით. ხეების ასაკი 40 წლის შემდეგ განისაზღვრება 10 წლის სიზუსტით.

პარკის დათვალიერების შემდეგ კეთდება ანალიზი და შესაბამისად დაისმება შემდეგი კითხვები ობიექტის შესახებ: 1. რომელი იყო პარკის ყველაზე საუკეთესო პერიოდი; 2. ოპტიმალური ხედვის წერტილების შერჩევა პარკის ექსტერიერში და ინტერიერში; 3. საპარკო სივრცეების (ღია, ნახევრადღია და დახურული სივრცეების ლანდშაფტების ზომები და მათი ურთიერთკავშირი) მახასიათებლების შინაარსობრივი შედარება; 4. ცალკეული ავტორების მოსაზრებები ობიექტის მთლიანობის აღსაქმელად; 5. პარკში შენობა-ნაგებობებით დაკავებული და არადაკავებული ტერიტორიების შეფარდება; 6. ვარგისიანობის ხარისხის განსაზღვრა ობიექტის თანამედროვე გამოყენებისათვის.

პრობლემების ასეთი მცირე ჩამონათვალის დროსაც კი კვლევის მეთოდიკაში აუცილებლად უნდა იქნას შეტანილი არსებული ამოცანის სპეციფიკა.

როცა საუბარია ობიექტის კონსერვაციაზე, მაშინ საუბარი არის მავნე ზეგავლენების შემცირებაზე და დამცველი ზოლების შექმნაზე. ელემენტების კონსერვაცია სრულდება მისი ბუნებრივი თავისებურებების შესაბამისად. ეს ეხება რელიეფსაც და მცენარეულ საფარსაც. რა თქმა უნდა, პირველ რიგში აუცილებელია პარკის დაჭაობების აღმოფხვრა. ხდება არსებული გზა-ბილიკების საფარის სტაბილიზირება, ზედაპირული დრენაჟების აღდგენა, კიუვეტების გაკეთება, ფერდობების გამაგრება და სხვა.

ისტორიული ობიექტის რელიეფის სამუშაოების წარმოება უნდა მოხდეს ხელით ან მცირე მექანიზაციის მეშვეობით. არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება ტერიტორიაზე შემავებული იქნას მძიმე მიწისმთხრელი ტექნიკა. ამისათვის მიღებული უნდა იქნას შესაბამისი ზომები.

რელიეფის კონსერვაციასთან ერთად ხდება მცენარეთა კონსერვაციაც. ამ დროს აუცილებელია შემდეგი პირველი რიგის ღონისძიებები: იკრძალება ყოველგვარი ჭრები, რომელიც არ არის დაკავშირებული კონსერვაციულ სამუშაოებთან; იჭრება მხოლოდ ხმელი ტოტები, წვეროები და კუნძები; ტარდება ხეთადგომის მკურნალობა; ხის ზხარების და ფულუროების მექანიკური დაზიანებების შეკეთება; მავნე მწერების და მავნებლების წინააღმდეგ ბრძოლა; ქცევადი ხეების დამუშავება და გატანა.

ტოტების, კუნძების და წვეროების გადანაჭერი ადგილები მუშავდება ანტიესპტიკებით, ზეთოვანი საღებავით ან თიხით.

ძვირფას ისტორიულ ხეებზე ფულუროს აღმოჩენის შემდეგ, მას ამოავსებენ. ფულუ-

როს მკურნალობას ახდენენ ასე: სარჩილავი ნათურათი გამოწვავენ ფულუროს შიგა ზედაპირს, ამავე ადგილებს გოზავენ ბიტუმით, შემდეგ მას ამუშავებენ თიხით, ფულუროს ამოაშენებენ აგურით ან აგურიანი ღორღით, ნახვრეტს ფარავენ ცემენტის და სილის ხსნარით, ხოლო ათეთრებენ ჩამქრალი კირით.

კონსერვაციის პერიოდში ატარებენ პარკების მცენარეულობის მავნე მცენარეებისაგან დაცვის ღონისძიებებს. ასეთი სამუშაოები ხორციელდება სპეციალისტების მიერ. არსებობს სპეციალური პრეპარატების რამდენიმე სახეობა, რომლებითაც ამუშავებენ მცენარეულობას: ზეთოვანი, მაგ., ქვანახშირის ფისი (მუქი ფერის ხსნარი); მინერალური, მაგ., თეთრი ფხვნილის სახით ფტორისტული ნატრიუმის ხსნარი ან საგოზავი, რომელზეც დამატებულია კირი; ემულსიის სახით, რომელიც დაიტანება ხეების ზედაპირზე სპეციალური გამასხურებლის მეშვეობით. პრეპარატებით დამუშავებამდე ხის ზედაპირებს ასუფთავებენ ჯაგრისით ხავსის, მღიერების, მტვერისა და ჭუჭყისაგან. პრეპარატები დაიტანება ფუნჯით, ფითხით ან გამასხურებლებით.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ძველი კუნძების შენარჩუნებას, რომლებიც დარჩა გამხმარი ხეების მოჭრის შემდეგ და შემორჩენილია პარკის შექმნის პერიოდიდან. მათ ასუფთავებენ სოკოებისა და ტალახისაგან, ჟღენტენ ანტისეპტიკით და იმისათვის, რომ არ მოხდეს კუნძების შემდგომი ღპობა, მისი ზედაპირი იფარება ხსნადი მინის ხსნარით, ხოლო კუნძის ირგვლივ კეთდება სადრენაჟო არხი.

ბუნებრივი საპარკო ელემენტების რეკონსტრუქციისას მნიშვნელოვანია ისტორიული პარკის ფართობის, რელიეფის და გზა-ბილიკების დატვირთვა. თუ ის მცირე ზომისაა ერთი, მეორე და მესამეც პარკში ვერ შეიცვლება, რადგან გზა-ბილიკების დაგრძელება შეუძლებელია ფართობის სიმცირის გამო, ხოლო ხეივნებისა და გზა-ბილიკების ქსელი დარჩება იგივე, მასთან ერთად ძვირფასი ისტორიული მცენარეების სახეობებიც რჩება ხელშეუხებელი.

რეგულარული სტილის ობიექტების სპეციფიკური თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ მათი რესტავრაცია კარგ ეფექტს განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში იძლევა, როდესაც იგი ხორციელდება ობიექტის მთელ ტერიტორიაზე ძველი იერსახე დაკარგული ნარგაობის ახალი, ჯერ კიდევ ფორმადამთავრებული შეცვლის პირობებში. თუმცა პრაქტიკულად ეს მეთოდი გამოიყენება ძალზე იშვიათად, ვინაიდან ლანდშაფტურ არქიტექტურაში სასიცოცხლო უნარის მქონე ზრდასრული ხეების მასიური მოჭრა იგივეა, რაც კულტურული ძეგლების ვანდალურად განადგურება. ამიტომ მიღებულია მათი ნაწილ-ნაწილ ფრაგმენტებად რესტავრაცია, რისთვისაც უაღრესად ხანგრძლივი დროით სპეციალისტებისა და მუშახელის მუდმივი დასაქმებაა საჭირო, რაც ხშირად ეკონომიკური თვალსაზრისით ვერ ხერხდება.

პარკის რეკონსტრუქციისას განსხვავებული მიდგომაა საჭირო მცირე არქიტექტურული ფორმებისადმი. ამ დროს თანამედროვე სამშენებლო მასალების, კონსტრუქციების და კომპოზიციების გამოყენება უნდა მოხდეს დიდი სიფრთხილით, რომ არ დაირღვეს და დამახინჯდეს ისტორიული გარემო. ეს შეიძლება მიღწეული იქნას: განსათავსებელი მცირე არქიტექტურული ფორმების რაოდენობის შეზღუდვით, მათი ზომების და ელემენტე-

ბის მასშტაბების ერთმანეთთან შესაბამისობით.

ისტორიული პარკის რესტავრაციის მთავარ ამოცანად ითვლება ისეთი გარემოს შექმნა, რომელშიც თანამედროვე ადამიანი თავს იგრძნობს თითქოს იგი დროის მანქანამ გადაისროლა რამდენიმე ათეული წლებით უკან. ასეთი ადგილის შესაქმნელად კი ღრმად უნდა იქნას შესწავლილი წარსულის გამოცდილება, საჭიროა ის პრინციპები, რასაც ეყრდნობდნენ წინაპრები და მარჯვედ იყენებდნენ მათ მიერ მოფიქრებული საპარკო სივრცეების ორგანიზებისათვის. რა თქმა უნდა, ასეთი გარემოს შექმნა თითქოს შეუძლებელია, მაგრამ მცდელობა აუცილებელია.

დიდი ასაკის ხეები - ეს უდიდესი მონაპაჟარი და დამადასტურებელია ბაღ-პარკების ძირძველობის და ისტორიულობისა. დიდი ხეების ვარჯები ქმნიან ფონს, რომლებიც აერთიანებენ საპარკო ნაგებობებს მცენარეებთან ერთად ერთიან ანსამბლში. ყველაფერი ეს კი იძულებულს ხდის გარემოს მცირე არქიტექტურული ფორმების რესტავრაცია ჩატარდეს გონივრულობის ფარგლებში, ითვალისწინებენ რა პარკში არსებულ ყველა ვიზუალურ კავშირებს.

დასკვნის სახით მცირე არქიტექტურული ფორმების რესტავრაციის შესახებ შეიძლება ითქვას, რომ გადაზრდილი ხეები პარკში უკვე ხედვის თვალსაზრისით ამცირებს საპარკო ნაგებობებს. ისინი ნაკლებად აღიქმება, ვიდრე ადრე. ეს გათვალისწინებული უნდა იქნას გარემოს აღდგენისას. იმავდროულად აუცილებლად გასათვალისწინებელია, რომ ბევრ პარკში მცირე არქიტექტურული ფორმები ერთდროულად კი არ დაიდგა, არამედ თანდათანობით სხვადასხვა ავტორების, სხვადასხვა დროს და სტილის შერჩევით.

დასკვნა: მწვანე მშენებლობის ისტორიული ძეგლები პარკებისა და ტყეპარკების სახით ქვეყნის ისტორიას დაკავშირებული ეპოქებთან და ისტორიულ პიროვნებებთან. ამდენად, მათ გაფრთხილება, სათანადოდ მოვლა-პატრონობა და აღდგენა სჭირდება. ეს კი განხორციელდება მათი შესაბამისი შესწავლით, ლანდშაფტური ტაქსაციის და შემდგომ გეგმაზომიერი რესტავრაციით, სადაც არ შეიძლება უგულვებელყოფილი იქნას ერთი ასაკოვანი თუნდაც ფულუროიანი ხის მდგომარეობა, შეცვლილი გზა-ბილიკების მიმართულება ან მცირე არქიტექტურული ფორმების ადგილმდებარეობა.

ლანდშაფტური არქიტექტურის ისტორიულ ობიექტებზე სამუშაოები იწყება ყველა საწყისი მასალების მოპოვებით და შემდგომ ისტორიკოსების, არქიტექტორების, ლანდშაფტის დიზაინერების და მშენებლების ჩართვით, რომლებიც არსებით კორექტირებას არ შეიტანენ ობიექტის პირვანდელ გეგმარებაში. ის უნდა განხორციელდეს ძეგლთა დაცვის შესაბამისი სამსახურის სპეციალური ნებართვით და კვალიფიცირებული სპეციალისტების მიერ.

ლიტერატურა

1. კილაძე რ., ივანიშვილი ა., კილაძე დ. - ლანდშაფტური ტაქსაცია ტყეპარკების მოწყობა და მართვა. ქუთაისი, 2024, 202 გვ.;
2. ხონელიძე ვ. ბალ-პარკების მშენებლობა და რესტავრაცია. ქუთაისი, 2013, 463 გვ.;
3. ვენეციის ქარტია 1964 <https://www.tbilisiarchitecture.net/ka/the-venice-charter-1964/>;
4. ისტორიული ბაღები - ფლორენციის ქარტია 1982 <https://batumelebi.netgazeti.ge/news/32154/>

Restoration of Historical objects in Green Construction Summary

In the recent period, aggression against green plants in the central areas of cities has become very frequent, as a result of which historical plants are often sacrificed, including old plants, which can have a completely different load in case of reasonable actions. Such an attitude has almost halved the areas of green areas in large cities, which worsens the ecological condition of the environment even more under the conditions of global warming.

The paper discusses the decisions taken regarding the historical objects of green construction, the definition of the historical garden, how the aged plants in it should be protected, including the damaged ones. It lists all the activities that can be carried out on ancient landscape objects, from preservation, conservation, restoration and even reconstruction. It is indicated on the basis of which these works can be carried out and in what sequence.

გლობალური დათბობის ისტორიული პერსპექტივა და მისი გავლენა ეკოსისტემებზე

თეიმურაზ ადეიშვილი*, გაა დადუნაშვილი**, მადონა ხუსკვიამე**, მირანდა გეწამე**

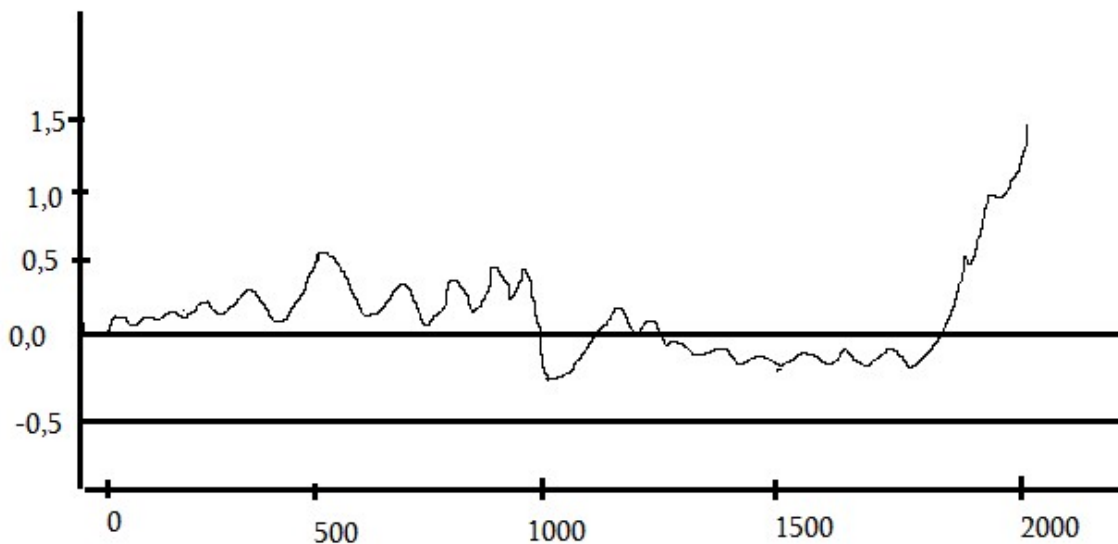
*საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

**აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი.

აბსტრაქტი. ნაშრომში წარმოდგენილია გლობალური დათბობის დაკვირვებათა ისტორიული მიმოხილვა, მისი შედეგები და ეკოლოგიური ცვლილებები, სასოფლო კულტურები და ადაპტაციის მეთოდები.

I. შესავალი. გასული საუკუნის ბოლოს გამოქვეყნდა ცნობები იმის შესახებ, რომ ჩვენი პლანეტის ტემპერატურის თანამედროვე ზრდა ძალზე მკვეთრია და უპრეცედენტო ხასიათს ატარებს, რომელსაც ანალოგი არ გააჩნია უკანასკნელი ორი ათასი წლის განმავლობაში. ამ პუბლიკაციების შემდეგ, გლობალური დათბობის თემა, პირველად გაჟღერდა საერთაშორისო დონეზე და მალე გახდა კლიმატოლოგიისა და თანამედროვე მსოფლიო პოლიტიკის ერთ-ერთი მთავარი თემათაგანი [1].

თავის დროზე აღნიშნული შედეგები კრიტიკის ქვეშ მოექცა. ეჭვქვეშ იქნა დაყენებული მასში გამოყენებული სტატისტიკური მეთოდები. დებატები მალე გასცდა საკუთრივ მეცნიერულ ჩარჩოებს და მასობრივი მედიისა და პოლიტიკის განსჯის საგანი გახდა. მიუხედავად ამისა კლიმატოლოგთა უმეტესობა ეთანხმება დასკვნებს იმის შესახებ, რომ XX ს-ში მიღწეული ტემპერატურა მაქსიმალური იყო უკანასკნელი 1300 წლის მანძილზე [1] (იხ. სურათი 1).



სურათი 1. ტემპერატურის რეკონსტრუქცია უკანასკნელი 2000 წლის განმავლობაში

თუმცა ეს არ ვრცელდებოდა ყველა რეგიონზე. ეს დასკვნები დადასტურდა რამდენიმე შემდგომ გამოკვლევაშიც [2].

კლიმატის ეკოლოგია, ათეულობით ათასი წლის დროის მონაკვეთში, იმყოფება მზის გარშემო დედამიწის ორბიტალური მოძრაობის ცვლილებების ზემოქმედების ქვეშ [3]. ორბიტური ციკლები წარმოადგენს ათეული ათასობით წლების რიგის დროის მანძილზე ნელ ვარიაციებს. დღეისათვის ის იმყოფება აცივების ეპოქაში, რომელსაც შეეძლო შორეულ პერსპექტივაში გამყინვარების ახალი პერიოდის ფორმირება, თუკი ანთროპოგენური ზემოქმედების დაგროვილი თბური ეფექტი ამას არ შეეწინააღმდეგებოდა [4].

ეს პროცესი დადასტურებულია ე.წ. **მილანკოვიჩის ციკლით**, რომელიც მას სერბი ასტროფიზიკოსის **მილუტინ მილანკოვიჩის** საპატივცემულოდ დაერქვა. მან 1941 წელს ჩამოაყალიბა მოსაზრება, რომ დედამიწის ორბიტის ფორმის რეგულარული და კანონზომიერი ცვლილებები და მისი ბრუნვის ღერძის ორიენტაციები განაპირობებენ მზის რადიაციის რაოდენობის ციკლურ ცვლილებებს, რაც ქმნის გამყინვარების ეპოქის დადგომის პირობას [5].

კლიმატის შემსწავლელი ჯგუფის (CAT-Climat Action Tracker, მიზანია სათბურის აირების ატმოსფეროში გამობოლქვის მონიტორინგი), მონაცემებით, 2022 წლის თებერვალში რუსეთის უკრაინაში შეჭრამ მნიშვნელოვნად გაზარდა მთელ მსოფლიოში ნახშირწყალბადების მოპოვება, რაც საფრთხის ქვეშ აყენებს გლობალური დათბობის შემცირების გეგმების შესრულებას. ნახშირწყალბადების მოპოვების ზრდამ შეიძლება კლიმატის ცვლილების შეუქცევად პროცესებამდე მიიყვანოს კაცობრიობა [6].

2023 წლის ზაფხულში, ტემპერატურის ზაფხულის პიკის გათვალისწინებით, სპეციალისტები მივიდნენ დასკვნამდე, რომ საშუალო ტემპერატურის 1,5°C შეზღუდვის ფარგლებში ზრდის შენარჩუნება შეუძლებელია.

II. გლობალური დათბობის შედეგები

გლობალური დათბობის გარემოზე ზემოქმედება ფართო და შორს მიმავალია. ის მოიცავს შემდეგ სხვადასხვაგვარ ეფექტს.

2.1. არქტიკული ყინულების დნობა. ზღვის დონის მატება

გლობალურმა დათბობამ არქტიკული ზღვის ყინულის შემცირება და შეთხელება გამოიწვია. დღეს ის საშიშ მდგომარეობაშია და ატმოსფერულ ანომალიებს იწვევს [7], [8].

არქტიკული ზღვის ყინულის შემცირების პროგნოზები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. უკანასკნელი პროგნოზების მიხედვით არქტიკა შეიძლება განთავისუფლდეს ყინულისაგან უკვე 2025-2035 წლების ზაფხულის პერიოდში. შეფასების მიხედვით, 1983 წლიდან ზღვის დონის მატებამ საშუალოდ შეადგინა 2,6-დან 2,9 -მმ-მდე წელიწადში. გარდა ამისა ზღვის დონის ზრდა დაჩქარდა 1995-2015 წლებში. კლიმატის ცვლილების ექსპერტთა სამთავრობათაშორისო ჯგუფმა (კცესჯ) შექმნა ემისიათა მაღალ დონის სცენარი, რომლის მიხედვით XXI საუკუნის განმავლობაში ზღვის დონე საშუალოდ შეიძლება გაიზარდოს 98 სმ-მდეც კი [9].

2.2. ბუნებრივი კატაკლიზმები

გლობალური ტემპერატურის მომატება ცვლილებებს გამოიწვევს ატმოსფერული ნა-

ლექების განაწილებასა და რაოდენობაში. ატმოსფერო ხდება უფრო ტენიანი, მაღალ და დაბალ განედებში მოდის უფრო მეტი წვიმა, ხოლო უფრო ნაკლები ტროპიკულ და სუბ-ტროპიკულ რეგიონებში. ამის შედეგად გახშირდება წყალდიდობები, გვალვები, ქარიშხლები და სხვა ექსტრემალური და სინოპტიკური მოვლენები. დათბობამ მთელი ალბათობით უნდა გაზარდოს ასეთ ხდომილობათა სიხშირე და მასშტაბები. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით ზღვის წყლის ტემპერატურის მატებამ შეიძლება განაპირობოს ქარიშხლების ენერჯის მომატება. სხვების აზრით, ემპირიული მონაცემები არ ადასტურებენ უფრო ძლიერი ციკლონების ფორმირების სიხშირის ზრდას.

2.3. თბური ტალღები და სხვა კვაზისტაციონარული ამინდის მდგომარეობები

ძალიან ცხელი ამინდის ხდომილობათა სიხშირე 1980 წლამდე წინა ათწლეულებთან შედარებით დაახლოებით 50-ჯერ გაიზარდა. 40 წლის წინათ, გაუსაძლისმა ზაფხულის პაპანაქება სიცხემ, როგორც წესი, მოიცვა დედამიწის ზედაპირის დაახლოებით 0,2%. დღეს ეს მონაცემი დაახლოებით 10%-ია და წინასწარმეტყველებენ შემდგომ ზრდას. ამისი აშკარა მაგალითია 2010 წელი რუსეთის ევროპულ ნაწილში და კავკასიაში. მკვლევარები ასეთ მოვლენებს აკავშირებენ ძვრადობის შემცირებასთან და ატმოსფერული როსბის ტალღების ამპლიტუდის გადიდებასთან, რაც წარმოადგენს პოლუსსა და ეკვატორს შორის ტემპერატურათა სხვაობის შემცირების შედეგს, რაც მაღალ განედებზე წინმსწრები დათბობის გამო ხდება [10].

2.4. ხელსაყრელი ამინდის დღეების შემცირება

მკვლევარები განსაზღვრავენ ხელსაყრელი ამინდის საზღვრებს 18-30°C ტემპერატურით, დღე-ღამეში 1 მმ-ზე ნაკლები ნალექებით, მაღალი ტენიანობით და 20°C -ზე ნაკლები ნამის წერტილით. დედამიწაზე საშუალოდ „ხელსაყრელი ამინდი“ დგას წელიწადში 74 დღე-ღამე. გლობალური დათბობის გამო ადგილი ექნება ამ მაჩვენებლის შემცირებას [11].

2.5. ოკეანის დაჟანგვა. ოკეანის დეოქსიგენაცია

ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის ზრდამ ზღვის წყალში გახსნილი CO₂-ის მატება განაპირობა და აქედან გამომდინარე, ოკეანის მჟავიანობაც გაიზარდა. ოკეანის დაჟანგვა საფრთხეს უქმნის თევზჭერას, დაცულ სახეობებს და სხვა ბუნებრივ რესურსებს, რომლებიც ფასეულია საზოგადოებისათვის [12].

2.6. გლობალური დათბობის გრძელვადიანი შედეგები

ათწლეულებისა და ათასწლეულების განმავლობაში გლობალური დათბობის მასშტაბები პირველ რიგში განისაზღვრებიან CO₂-ის ანთროპოგენური გამონაბოლქვებით [13]. ეს დაკავშირებულია ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის ხანგრძლივი არსებობით. გრძელვადიანი ეფექტები ასევე მოიცავს დედამიწის ქერქის რეაქციას, რომელიც გამოწვეულია ყინულის დნობით და შემდგომი დეგლიაციაციით (მყინვარებისაგან განთავისუფლება), რომელიც მიმდინარეობს ე.წ. გლიაციოზოსტაზის (თანაბარი მდგომარეობისკენ მისწრაფება) პროცესში, რომლის დროსაც ხმელეთის უბნები არ განიცდიან ყინულის მასების წნევას. ეს შეიძლება იწვევდეს ზვავებს და სეისმური და ვულკანური აქტიურობების გაძლიერებას [14]. ოკეანეში წყლის დათბობა, მის ფსკერზე მუდმივი მყინვარების დნობისა და აიროვანი ჰიდრატების გამოყოფის შედეგად მომხდარი მიწისქვეშა მეწყრული მოვლენები შეიძლება

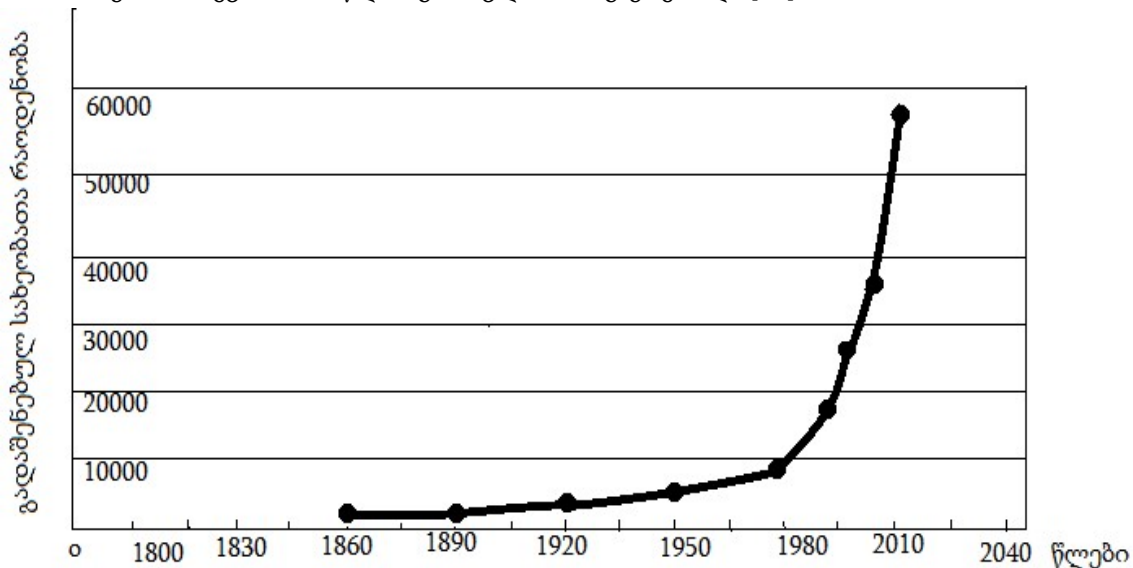
გახდეს ცუნამის მიზეზები [15].

2.7. კლიმატის მკვეთრი ცვლილება

ეს ურთულესი პროცესი შეიძლება მოხდეს უეცრად და შეიძლება იყოს შეუქცევადი. კლიმატის მკვეთრი ცვლილების მაგალითები შეიძლება გახდეს მუდმივი ყინულოვანი საფარიდან ნახშირორჟანგის, მეთანისა და აირების სწრაფი გამოთავისუფლების პროცესი [16], რამაც შეიძლება განაპირობოს გლობალური დათბობის გაძლიერება. მეორე მაგალითს წარმოადგენს ატლანტიკური მერიდიანული დინებების ცირკულაციის შენელების, ან შეწყვეტის, შესაძლებლობა. ამან შეიძლება გამოიწვიოს ჩრდილო ატლანტიკის, ამერიკისა და ევროპის რეგიონებში აცივება. ეს განსაკუთრებით იმოქმედებს ბრიტანეთის, საფრანგეთისა და სხვა ქვეყნების (შესაძლოა კავკასიის რეგიონის) ატმოსფერული პროცესების ცვლილებებზე [17].

III. გლობალური დათბობის გავლენა ეკოსისტემებზე

კლიმატის დათბობამ შეიძლება გამოიწვიოს ბიოლოგიური სახეობების არელების პოლარული ზონებისაკენ წანაცვლება და სანაპირო ზონებისა და კუნძულების მკვიდრთა მცირერიცხოვანი სახეობების ამოწყვეტის ალბათობის ზრდა. 2002 წელს ცნობილმა ბიოლოგმა ე. ვილსონმა გამოთვალა, რომ ბიოსფეროს ანთროპოგენური რღვევის მიმდინარე ტემპების შენარჩუნებისას მცენარეთა და ცხოველთა დედამიწაზე არსებული ყველა სახეობის თითქმის ნახევარი 100 წლის განმავლობაში გაქრებოდა [18].



სურათი 2: გრაფიკი დაფუძნებულია ე. ვილსონის მათემატიკურ მოდელზე და გვიჩვენებს სახეობათა ქრობის დამოკიდებულებას დროზე.

ეკოლუციური პროცესებით განსაზღვრული გაქრობის სიჩქარის „ფონური“ მნიშვნელობა 100-1000-ის ფარგლებშია, მაშინ როცა მომავალი ტემპები ალბათ 1000-ჯერ მაღალი იქნება. 2003 წლის მიმოხილვით, რომელიც შექმნილია ბიომრავალფეროვნების 14 კვლევით ცენტრში 2050 წლისათვის კლიმატის ცვლილებამ დედამიწის ცოცხალ არსებათა (15-37)% შე-

იძლება გაანადგუროს [18] (იხ. სურ. 2).

ეკოლოგიურად მდიდარი რეგიონები, რომელთაც ემუქრება მაქსიმალური დანაკარგები, იმყოფებიან აფრიკის სამხრეთში და კარიბის ზღვის აუზში.

ჩრდილოეთის ქვეყნებში, პირველ რიგში რუსეთში და კანადაში, გაფართოვდება ზონები, რომლებიც ხელსაყრელი იქნება სოფლის მეურნეობისა და ადამიანთა საცხოვრისი-სათვის. ერთ-ერთი პროგნოზის თანახმად, გლობალური დათბობის შედეგად 2080 წლისათვის სოფლის მეურნეობისათვის ვარგისიანი მიწების ნაზრდი 4,2 მილიონ კმ²-ს შეადგენს. ასევე ყინვების ალბათობის შემცირებისა და ატმოსფეროს ტენიანობის შემცირების გამო გამთბარი ოკეანის გაზრდილი აორთქლების ხარჯზე შემცირდება მოუსავლიანობის რისკი. კანადაში ნაზრდი იქნება კიდევ უფრო შესამჩნევი.

გლობალურ დათბობასთან ერთად ხდება გლობალური გამწვანებაც (კერძოდ ფოთლოვანი და წიწვოვანი ტყეები).

ყოველწლიურად CO₂-ის ყველა ანთროპოლოგიური გამონაფრქვევის თითქმის ნახევარი რჩება ატმოსფეროში, ხოლო მეორე ნახევარი შთაინთქმება ოკეანისა და მცენარეული საფარის მიერ (თითქმის თანაბარი რაოდენობით). ისტორიულად გამონაფრქვევების ზრდასთან ერთად მიწისზედა ეკოსისტემების მიერ CO₂-ის შთანთქმა ასევე იზრდება. კვლევები გვიჩვენებს, რომ XX ს-ის პერიოდში მცენარეთა ბიომასის ზრდამ 31% შეადგინა, შეიმჩნეოდა ნახშირორჟანგის უფრო ინტენსიური ჩაჭერა მცენარეული საფარის მიერ 1980 წლის შემდეგ. გამწვანებაში ყველაზე დიდი წვლილი (70%) შეაქვს ატმოსფეროში CO₂-ის კონცენტრაციას. მნიშვნელობა აქვს სხვა გლობალურ და ლოკალურ ფაქტორებსაც. ფოთლების ფართობის ინდექსი (ფფი) საკმაოდ სწრაფად იზრდება მცენარეებით დაფარული ხმელეთის თითქმის ნახევარზე. ყველაზე უფრო ფოთლების ფართობის ინდექსმა მოიმატა ჩინეთში და ინდოეთში. ამ ორ ქვეყანაზე მოდის გლობალური გამწვანების საერთო ეფექტის მესამედი, თუმცა ჯამში მათ მცენარეულობის საერთო ფართობის მხოლოდ 9% უჭირავთ. მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა ამ ქვეყნების სასოფლო სამეურნეო სავარგულებზე წელიწადში რამდენიმე მოსავლის მიღების თანამედროვე პრაქტიკამ და ასევე ჩინეთში ტყეების აღდგენის მასშტაბურმა პროგრამამ. მაგრამ დაუგეგმავი გამწვანებაც მნიშვნელოვანია. 2000-დან 2017 წლამდე რუსეთში ფოთლოვანი ფართობი 6,62%-ით გაიზარდა, ავსტრალიაში 5,62%-ით, ამერიკის შეერთებულ შტატებში 4,55%-ით, ევროკავშირში 7,78%-ით, კანადაში 7,3%-ით. გლობალურად ამ პერიოდში ფოთლოვანების ზრდა კი 5%-ია.

გლობალური გამწვანების პროცესი პირველად აღმოჩენილი იქნა 1990-იან წლების შუა ხანებში, თანამგზავრული გადაღებების ანალიზის საფუძველზე [19]. უფრო დეტალური ინფორმაცია მიღებული იქნა MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) თანამგზავრების გამოყენებით. მათი შედეგების საფუძველზე პირველი გამოკვლევები გამოქვეყნებულია 2016 წელს, რომლებმაც უჩვენა ამ მოვლენის მნიშვნელოვანი მასშტაბები და მისი არსებითი გავლენა ნახშირბადულ ციკლზე. MODIS მონაცემები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ფოთლოვანი ფართობის ინდექსი ზედაპირის ფერის მიხედვით. მეთოდს გააჩნია თავისი შეზღუდვები. გამოკვლევების ავტორები აღნიშნავენ, რომ სურათებზე გამოსახული ზედაპირის ფერი ყოველთვის არ წარმოადგენს ფართის ერთეულზე ბიომასის

რაოდენობის საიმედო მაჩვენებელს. მაგალითად, ტყის შესახებ მოპოვებული ცნობები არ იძლევა ფერების ცვლილებას თუ ტყეები იცვლება სამოვრებით.

თუ როგორ წარიმართება მომავალში გამწვანების პროცესი, დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე. მაგალითად, ინდოეთში სურსათის წარმოების ზრდა განისაზღვრება ირიგაციის საფუძველზე. წყლის მიწისქვეშა წყაროების გამოფიტვის შედეგად ტენდენცია შეიძლება შეიცვალოს [19]. მცენარეებისათვის CO₂-ის კონცენტრაციის ზრდით გამოწვეული დადებითი ეფექტი ასევე შეიძლება აღმოჩნდეს შეზღუდული. კვლევები უჩვენებს, რომ მცენარეები ადაპტირდებიან CO₂-ის უფრო მაღალი დონის მიმართ და დროთა განმავლობაში ამ ფაქტორის როლი მცირდება.

გლობალური გამწვანება, რომელშიც ლიდერის როლი მიუძღვის ჩინეთსა და ინდოეთს, ვერ აკომპენსირებს ტროპიკულ რეგიონებში ბუნებრივი მცენარეულობის ზარალს, კერძოდ, ასეა ბრაზილიაში და ინდონეზიაში. ეკოლოგიური მდგრადობისა და ბიომრავალფეროვნებისათვის ამ ეკოსისტემების ნეგატიური შედეგები ძალაში რჩება. ტროპიკულ ტყეებში ადამიანის საქმიანობისაგან დეგრადაციის შედეგად ბიომასის დანაკარგი ორჯერ აჭარბებს ტყეების ზრდის შედეგად მიღებულ მოგებას.

დედამიწის მიმართ დაფიქსირებული გამწვანების დადებითი ეფექტები სრულიადაც არ აკომპენსირებს გლობალური დათბობის ნეგატიურ შედეგებს.

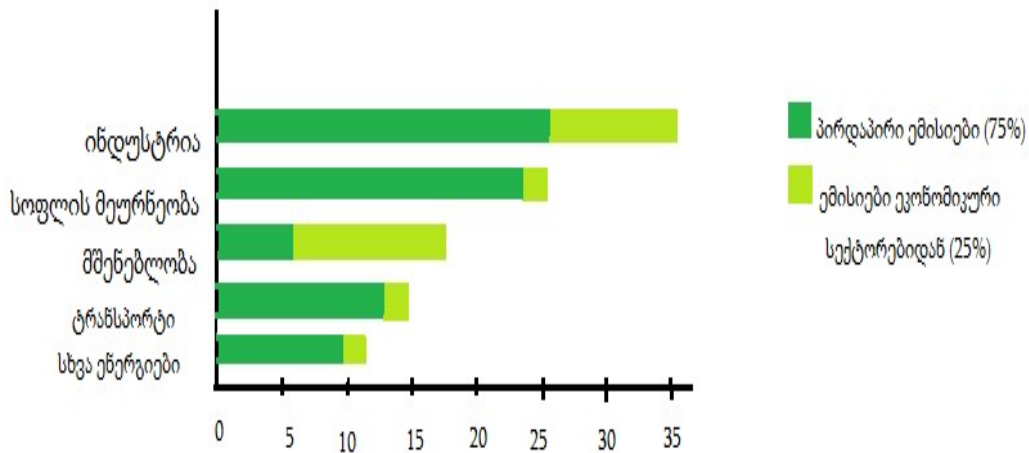
IV. გლობალური დათბობა და სოფლის მეურნეობა

გლობალური დათბობა და სოფლის მეურნეობა ეს ორი ერთმანეთთან დაკავშირებული ცნებაა. დედამიწის საშუალო ტემპერატურის, ნალექების რაოდენობის, ნახშირორჟანგისა და ოზონის ცვლილებამ შეიძლება შესამჩნევი გავლენა მოახდინოს სოფლის მეურნეობაზე. უარყოფითი გავლენის მაგალითები შეიძლება იყოს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მავნებლების არეალის გაფართოება, ზოგიერთ რაიონში გვალვის შესაძლო გამძლიერება, ზღვის დონის აწევის შედეგად ნიადაგის მარილიანობის მომატება. დადებითი გავლენის მაგალითები შეიძლება იყოს ვეგეტაციური პერიოდის გახანგრძლივება და მასთან დაკავშირებული ურისკო მიწათმოქმედების ზონის გაფართოება, ზოგიერთ რაიონში ნალექების რაოდენობის შესაძლო გამძლიერება, მცენარეული მასის პროდუქტიულობის ზრდა, რაც დაკავშირებულია ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის დონის მატებასთან (იხ. სურ 3).

სოფლის მეურნეობა ასევე გავლენას ახდენს კლიმატის ცვლილებაზე. გლობალური დათბობის მიზეზს წარმოადგენს სათბურის აირების ემისია, ასევე სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების ხვნა-დამუშავება.

სოფლის მეურნეობა წარმოადგენს დედამიწის ატმოსფეროში მეთანისა და აზოტის ოქსიდის ზრდის ძირითად მიზეზს [20].

მაგრამ, თუ გამოვითვლით სოფლის მეურნეობის მიერ ატმოსფეროში CO₂-ის გამოფიტვის პროცენტულ თანაფარდობას სხვა დარგებთან მიმართებაში გაირკვევა, რომ სოფლის მეურნეობის წვლილი მხოლოდ 0,15%-ს დაიკავებს. მხედველობაშია მიღებული ევროკომისიის მონაცემები ნახშირწყალბადების გამოფიტვის შესახებ [20].



სურათი 3. სათბურის აირების გავლენა სხვადასხვა ინფრასტრუქტურაზე

ტექნოლოგიური პროგრესის მიუხედავად (მაგალითად, ახალი სახეობის მცენარეთა სელექცია, მინდვრების მორწყვის სისტემების შექმნა), ამინდი მაინც წარმოადგენს რაოდენობისა და ხარისხის ძირითად ფაქტორს. ამიტომ, აგრონომთა აზრით, მოსავლის კლებისა და მატების შეფასება თითოეული რეგიონისათვის სხვადასხვაა.

ჟურნალ Science-მა გამოაქვეყნა კვლევები იმის შესახებ, რომ 2030 წელს აფრიკამ შეიძლება დაკარგოს სიმინდის მოსავლის 30%-ზე მეტი, ხოლო აზიაში ბრინჯის მოსავლის დანარკავი 10%-მდე მიაღწევს საერთო რაოდენობიდან.

V. მიწათმოქმედება და მეცხოველეობა გლობალური დათბობისას

მიწათმოქმედებაზე გავლენის პროცესებს, ყველაზე ხშირად, წარმოადგენს შემდეგი აირების კონცენტრაციის ზრდა [20].

- ნახშირორჟანგი – ტყის გაჩეხვა იწვევს სათბურის აირების გამოფრქვევას;
- მეთანი- მისი გამოზოლქვა განაპირობებს მცენარეთა გამრავლების შეწყვეტას;
- აზოტის ჟანგი – გამონაბოლქვი გავლენას ახდენს სასუქების ხარისხზე;

მეცხოველეობაზე უარყოფითად მოქმედებს:

- ნახშირორჟანგის მსოფლიო გამონაბოლქვის 9%;
- მეთანის გამონაბოლქვის 35-40%;
- აზოტის ჟანგების გამონაბოლქვის 64% ;

ზოგჯერ კლიმატის ცვლილება, პირიქით, ცვლის მოსავლის რაოდენობას. მისმა რაოდენობამ მოიმატა: რუსეთში – 25%; კანადაში – 27%; ჩინეთში – 17%; ავსტრალიაში – 10%; საფრანეთში –8%, ინდოეთში – 4%,

კლიმატის ცვლილებისას მოსავლიანობა შემცირდა: ამერიკის შეერთებული შტატები – 2%; ურუგვაი –23%; ეგვიპტე–28%, ბრაზილია – 34%.

ლიტერატურა

1. Keigwin L.D. The little Ice Age and Medieval Warm Period in the Sargasso Sea//Science: Journal, 1996, Vol.274, №5292
2. Pearce, 2010-Pt4, „Part four: Climate change debate overheated after skeptics grasped „hockey stick“/Архивная копия/ от 26.05.2019
3. Hegerl A. al..Chapter 9:Understanding and Attributing Climate Change./და არქივიკებული ასლი 2019 წლის 11 მაისს
4. David Archer, Andrey Ganapolski. A movable trigger: Fossil fuel CO₂ and the next glaciations (PDF)/. Архивная копия/ от 06.03.2016.
5. Hays, Imbrie, Shackleton, 1976
6. Climate change: Ukraine War prompts fossil fuel gold rush- report / და არქივიკებული ასლი 09.06.2022. BBC, 9.06.2022.
7. Zhang Jinlun. What drove the dramatic arctic sea ice retreat during summer 2007//GRL, journal, 2008, 11.06.,Vol.35.
8. ადეიშვილი თ. გეოფიზიკა, ტომი11, ატმოსფეროს ფიზიკა. ნაწ.1, ატმოსფეროს ქვედა ფენების ფიზიკა, ქუთაისი, 2018
9. Churchs John, Clark peter. Chapter 13: Sea Level Change- Final Draft Underlying scientific – Technical Assessment /,Архивировано 16.10.2014
10. Michael E. et al. Influence of Anthropogenic Climate Change on Planetary Wave Resonance and Extreme Weather events/ Nature scientific Reports, 2017
11. Karin V.D.W. et al. Shifting patterns of mild Weather in response to projected radiative forcing. Climatic change- 2017,-vol.140.
12. Deutsch A.al. Climate- forced variability of ocean Hypoxia//Science,-2011.vol.333, P.336-339.
13. ადეიშვილი თ. გეოფიზიკა, 2, ატმოსფეროს ფიზიკა. ნაწ.2, ატმოსფეროს ზედა ფენების ფიზიკა, ქუთაისი, 2018.
14. ადეიშვილი თ. მიწისძვრის გამომწვევი მიზეზები და მისი პროგნოზის შესაძლებლობა, ქუთაისი, 2021.
15. Bill Mcguire. Climate forcing of geological and geomorphological hazards/,Journal,-Royal Society,2010, vol.368.
16. Adeishvili T.Khvedelidze L, Bardavelidze M. One physical Model of an Increase in Carbon Dioxide Concentration in the Upper layer before strong Earthquakes. Bulletin of the Georgian National Academy of sciences, 2006.TB.
17. Bischof J. et al. Ocean surface currents: The North Atlantic Drift Current/. Journal, university of Miami, 2003.
18. Wilson E. Grist Interview. Interviewed by Lisa Hymas. Архивировано/ из оригинала 4.10.2017.
19. NASA Explores. Human Activity in china and India Dominates the greening of Earth. NASA study shows/.საარქივო ასლი/, 18.05.2020. Wingback Machine-ზე , 11.02.2019 (ინგლ).
20. Global historical CO₂ emissions 2016 /statistic/(ინგლ). 25.08.2018

A Historical Perspective of Global Warming and its Influence on Ecosystems Summary

Global average surface and lower- troposphere temperatures during the last 30 years have been progressively warmer than all earlier time. This warming has been particularly apparent the mid-and high-latitude regions of the Northern and Southern Hemispheres.

This process is due to the intensive emission of greenhouse gases.

ქ.ქუთაისის ატმოსფერული ჰაერის მიკროაეროზოლებით დაბინძურების გამოკვლევა

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

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

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

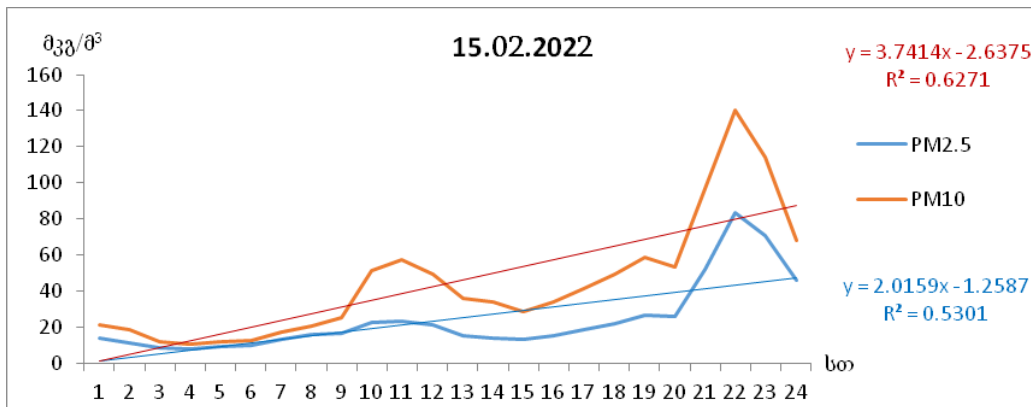
აბსტრაქტი: ქ. ქუთაისის ატმოსფერული ჰაერის მიკროაეროზოლებით დაბინძურება გამოკვლეულია მონიტორინგისა და ექსპერიმენტალური გაზომვების მონაცემებზე დაყრდნობით. განსაზღვრულია საშუალო წლიური, თვიური, დღიური და საათობრივი კონცენტრაციების მნიშვნელობები. ექსპერიმენტული გაზომვები ჩატარდა 2023 წლის გაზაფხულის, ზაფხულისა და შემოდგომის სეზონებში ქ. ქუთაისისა და მის მიმდებარე ტერიტორიის 65 პუნქტში. დადგენილია შედარებით მაღალი დაბინძურების უბნები და დაბინძურების მიზეზები. განხორციელებულია ატმოსფერული ჰაერის PM10-ით დაბინძურების კვლევა ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონალური მოდელისა და მინარევების გადატანა - დიფუზიის განტოლების ერთობლივი ინტეგრირებით. მიღებულია PM10-ის კონცენტრაციის დროში ცვლილებისა და სივრცული განაწილების სურათები.

საკვანძო სიტყვები: ატმოსფერო, PM2.5 და PM10, დაბინძურება, კონცენტრაცია, რიცხვითი მოდელირება.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება და მისი რეგულირება თანამედროვეობის აქტუალური თემაა. განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ატმოსფეროში გაბნეული მიკროაეროზოლები, მათ შორის PM2.5 და PM10. ისინი სიმცირის გამო ადვილად ხვდებიან ადამიანის ორგანიზმში და იწვევენ სხვადასხვა სახის დაავადებებს [1]. ამ კუთხით მნიშვნელოვანია საქართველოს დიდი ქალაქების ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შეფასება. ერთ-ერთი ასეთი საყურადღებო ქალაქია ქუთაისი. წარმოდგენილ სტატიაში ქ. ქუთაისის ატმოსფერული ჰაერის შესაფასებლად გამოყენებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემები [2]. ჩვენს მიერ გაანალიზებულია 2020-2022 წლების მონაცემები (2023 წელს ქ.ქუთაისში ავტომატური სადგური არ მუშაობდა). ნახ.1-ზე მაგალითის სახით წარმოდგენილია 2022 წლის 15 თებერვალს ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში PM-ნაწილაკების საათობრივი მსვლელობის მრუდი, საიდანაც ჩანს, რომ დღის განმავლობაში აღინიშნება კონცენტრაციათა მატების ტენდენციაა, ტრენდი დადებითია და მაქსიმალური მნიშვნელობები 20 სთ-ის შემდგომ ფიქსირდება.

ზოგადად შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება ვთქვათ, რომ ქუთაისის ატმოსფერულ ჰაერში PM2.5-ის კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM10-ის კონცენტრაციებზე, მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი კი ერთნაირია. PM10-ის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ზდკ), მინიმალური და საშუალო მნიშვნელობები კი ყოველ თვე ნაკლებია ზდკ-ზე (ზდკ PM2.5= 25 მკგ/მ³, ზდკ PM10= 50 მკგ/მ³). შესწავლილ პერიოდში 2020 წლის განმავლობაში ძირითადად დაბალი კონცენტრაციებია დაფიქსირებული, რაც გა-

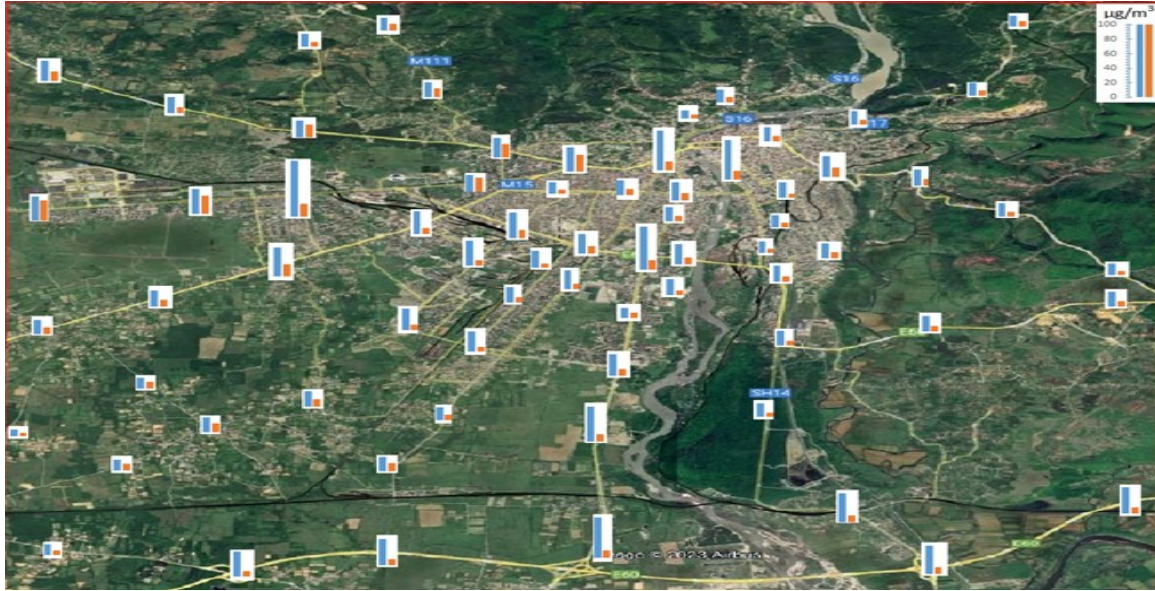
მოწვეული იყო კორონა ვირუსის გავრცელების გამო შეზღუდვების შემოღებით საქართველოს მთელი მასშტაბით. თებერვლის თვეში აღინიშნებოდა ზდკ-ზე მაღალი კონცენტრაციები, თუმცა აპრილის თვეში მაქსიმალური მნიშვნელობა ფიქსირდება PM2.5-სთვის 19,93 მკგ/მ³ და და PM10-სთვის 37,5 მკგ/მ³. ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი ფიქსირდება 17-25 აპრილის ინტერვალში, როცა ქალაქში აკრძალული იყო ყველა სახის ტრანსპორტის მოძრაობა. მაღალი კონცენტრაციები დაფიქსირებულია 2021 წლის განმავლობაში, ივლისის თვის შემდეგ. PM2.5-ის კონცენტრაციამ შეადგინა 30, PM10-ის - 142 მკგ/მ³, რაც 2.5-ჯერ და მეტადაც აღემატება მის ზდკ-ს. კონცენტრაციათა მატება დამოკიდებულია ძირითადად ავტოტრანსპორტის ინტენსივობაზე და აგრეთვე მეტეოროლოგიურ პირობებზე, ვინაიდან, მაღალი კონცენტრაციები ფიქსირდება უფრო ხშირად დაბალ ღრუბლიან ამინდში, ვიდრე ნისლის და შტილური სიტუაციის დროს. ქარიან ამინდში მტვრის ნაწილაკები იფანტება ჰაერში და გადაადის ატმოსფეროს ზედა ფენებში.



ნახ. 1. PM2.5 და PM10-ის ყოველსაათობრივი მსვლელობა, 2022 წლის 15 თებერვალი.

ექსპერიმენტული ნატურული გაზომვებით შესწავლილია ქ. ქუთაისსა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე ატმოსფერულ ჰაერში PM2.5 და PM10 კონცენტრაციები. გაზომვები ჩატარებულია პორტატული გამზომი მოწყობილობით Aeroqual Series 500. მიღებული მონაცემებით აგებულია მიკროაეროზოლების ზედაპირული განაწილების სურათი (ნახ.2), დადგენილია შედარებით მაღალი და დაბალი კონცენტრაციების ზონები. დიაგრამიდან ჩანს, რომ PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციათა მნიშვნელობები დაკვირვების პუნქტებში არ არის პროპორციულ დამოკიდებულებაში. გაზაფხულზე და ზაფხულში PM10-ის კონცენტრაციები იცვლება 8,4 - 132,5 მკგ/მ³, PM2.5-ის კი - 4,6 - 25,1 მკგ/მ³ ინტერვალის ფარგლებში. PM10-ის ექსტრემალურად მაღალი კონცენტრაცია (>2,6ზდკ; ზდკ=50 მკგ/მ³) გაზომილია ავტომშენებლის ქუჩის მიმდებარე ტერიტორიაზე. მაღალი კონცენტრაციები (>ზდკ) დაკვირვებულია ქალაქის ცენტრში (მწვანე ბაზარი, რუსთაველის ხიდი), თაბუკაშვილის ქუჩის შუა ნაწილში, ქუთაისის გარსშემოვლის გზასა და თაბუკაშვილის ქუჩის გადაკვეთასთან. მაღალი კონცენტრაციების არსებობა ძირითადად დაკავშირებულია ქუჩის სარემონტო სამუშაოებთან, საწარმოო საქმიანობასთან, ინტენსიურ სატრანსპორტო

მოძრაობასთან.



ნახ.2. ქ. ქუთაისისა და მის შემოგარენში ატმოსფერულ ჰაერში PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციების მნიშვნელობათა სვეტური დიაგრამები.

PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციების გაზომვები ჩატარდა ქ. ქუთაისის მიმდებარედ არსებულ დასახლებულ პუნქტებში. მათი კონცენტრაციების სიდიდეები ტოლი იყო: სოფ. ქვიტირი - 6 მკგ/მ³, 12 მკგ/მ³; სოფ. ფარცხანაყანები - 4,6 მკგ/მ³, 8,4 მკგ/მ³; სოფ. გეგუთი - 6,2 მკგ/მ³, 13,9 მკგ/მ³, ონის რაიონი - 8 მკგ/მ³, 16 მკგ/მ³, მარტვილის რაიონი - 19 მკგ/მ³, 23 მკგ/მ³ (ნისლიანი ამინდი).

მოდელური გათვლები. მოდელირებისათვის განხილულია ქ. ქუთაისი და მისი მიმდებარე 13 x 13 კმ ფართობის ტერიტორია. ქალაქს გააჩნია საკმაოდ რთული რელიეფი. რელიეფი იცვლება 80 დან 450 მ-მდე. ოროგრაფია ჩრდილოეთიდან და აღმოსავლეთიდან შემოსაზღვრულია ქედებით და ცალკეული მთებით. ქალაქის და მიმდებარე ტერიტორიის დასავლეთი და სამხრეთი ნაწილი განლაგებულია კოლხეთის დაბლობზე.

PM აეროზოლების გავრცელების მოდელირება განხორციელებულია ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონალური მოდელისა და მინარევების გადატანა - დიფუზიის განტოლების ერთობლივი ინტეგრირებით. ინტეგრირება განხორციელებულია გახლეჩის მეთოდისა [3] და კრანკლ - ნიკოლსონის სქემის მიხედვით. რიცხვითი ბადის ბიჯები x და y ღერძების გასწვრივ ტოლია 200 მ-ის. ვერტიკალური განუზომადი ბიჯი თავისუფალ ატმოსფეროში ტოლია 1/31, რაც დაახლოებით შეესაბამება 300 მ-ს. ატმოსფეროს მიწისპირა 100 მ სისქის ფენაში ვერტიკალური ბიჯი იცვლება 0.5-დან 15 მ-მდე. დროითი ბიჯი 1 წმ-ია. გამოთვლები ჩატარებულია 3 დღე-ღამის განმავლობაში. განხილულია ივნისის თვეში მშრალი ამინდის პირობებში ფონური სუსტი ქარი მიწისპირა ფენის სიმაღლეზე (100 მ). ქარის სიჩქარე 3 - 8 მ/წმ-ია. მიწისპირა ფენის ზევით ქარის სიჩქარე წრფივად იზრდება, ქარი დასავლეთისა და 9 კმ-ის სიმაღლეზე ის აღწევს 20 მ/წმ-ს. ატმოსფეროს

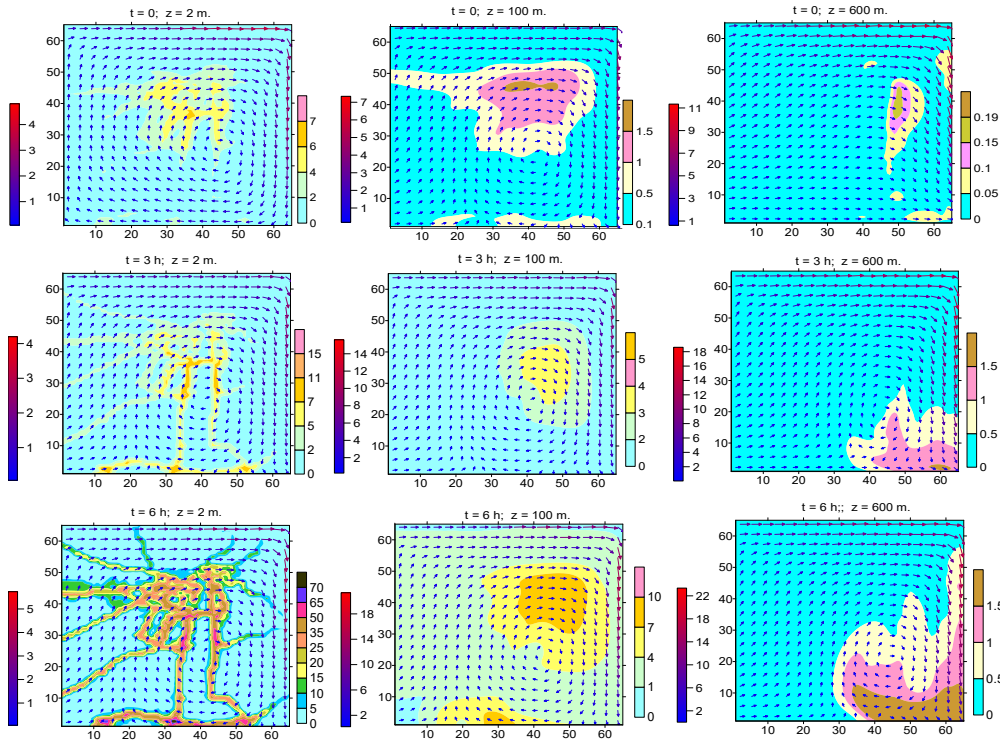
ვარდობითი ტენიანობა 50%-ია. დაშვებულია, რომ ატმოსფეროს PM10-ით დაბინძურება ხდება ავტოტრანსპორტის მოძრაობის შედეგად ქალაქისა და მის მიმდებარედ არსებულ ტერიტორიაზე. გაფრქვევა ხდება მიწის ზედაპირიდან 0.5 მეტრის სიმაღლეზე 5 ტიპის არემი: ავტომაგისტრალების, ქალაქის ცენტრალური ქუჩების, საცხოვრებელი, სამრეწველო ზონებისა და მიმდებარე სოფლების დაუსახლებელ ტერიტორიებზე. გაფრქვევის სიჩქარე სხვადასხვაა სხვადასხვა უბანში, პერიოდულია 24 სთ-ით და პროპორციულია ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობის. ის მინიმალურია 0–4 სთ დროის ინტერვალში, 4–დან 10 სთ–მდე წრფივად იზრდება და მუდმივია 10 – დან 18 სთ–მდე დროის ინტერვალში. 18–24 სთ–მდე გაფრქვევის სიჩქარე წრფივად მცირდება და ხდება 0 სთ–ზე არსებული გაფრქვევის სიჩქარის ტოლი. მიკროაეროზოლის კონცენტრაციის ველის და დროში ცვლილების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კონცენტრაციის მნიშვნელობები მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე მინიმალურია დღის 0–3 სთ ინტერვალში. როცა $t = 0$ კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა ქალაქის ცენტრში არსებულ მცირე ფართობზე აღწევს 7 მკგ/მ³-ს (აე ძელქვიანი). ქალაქის ცენტრალურ ნაწილში არსებული საავტომობილო ტრასის მახლობლობაში კონცენტრაცია 4–6 მკგ/მ³-ია, ხოლო შემოგარენსა და პერიფერიებში არსებულ უმეტეს ტერიტორიაზე კონცენტრაციის სიდიდე იცვლება 0–5 მკგ/მ³-ის ინტერვალში.

$t = 3$ სთ–სთვის მიწისპირა კონცენტრაციის სივრცული განაწილების სურათი მცირედ იცვლება. კონცენტრაცია მცირდება ქალაქის ცენტრში და იზრდება მოდელირების არის სამხრეთ ნაწილში მდებარე ქ. ქუთაისის გასშემომვლელი გზის მიდამოებში. ამ უბანში კონცენტრაციის მნიშვნელობა აღწევს 10 მკგ/მ³.

კონცენტრაციის აღნიშნული ცვლილება დაკავშირებულია ქარის სიჩქარის ანტიციკლონური ცირკულაციის დივერგენტულ ხასიათთან, რომელიც იწვევს ნივთიერების გატანას გრიგალის ცენტრიდან პერიფერიებისაკენ. დროის აღნიშნულ ინტერვალში ადგილი აქვს ასევე ნივთიერების სუსტ გადატანას ატმოსფეროს მიწისპირა ფენიდან მის ზედა ნაწილებში. შედეგად, მიწის ზედაპირიდან 100 და 600 მ სიმაღლეებზე 3 სთ–სთვის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები აღწევს 4 და 1.5 მკგ/მ³.

მიწისპირა კონცენტრაციის განსაკუთრებით ინტენსიური ზრდა მიღებულია 3–დან 7სთ–მდე. აღნიშნული დაკავშირებულია ერთის მხრივ, ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობის ზრდის შედეგად გამოწვეული ატმოსფეროში გაფრქვეული PM10-ის რაოდენობის ზრდასთან, და მეორეს მხრივ ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის თერმიული სტრატეფიკაციის ცვლილებით. დროის ამ პერიოდში, ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ქვედა ნაწილში ხდება ჰაერის ტემპერატურის შემცირება, ტემპერატურის ვერტიკალური მდგრადობის მომატება, ტურბულენტობის შემცირება და დაბინძურების დონის გაზრდა. მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე, კონცენტრაციის მნიშვნელობები ქალაქის ცენტრალურ ნაწილსა და სამხრეთით მდებარე გარეუბნების ცენტრალურ ქუჩებსა და გარსშემოვლით მაგისტრალზე იცვლება 20 მკგ/მ³–დან 50 მიკროგრამამდე. მაქსიმალური კონცენტრაციები 60 – 70 მკგ/მ³ მიღებულია ქალაქის მუზეუმის, გამარჯვების, ძელქვიანის რაიონების და გასშემოვლით გზებზე არსებულ ცენტრალურ გზაჯვარედინებზე. პარალელურად, ოღონდ შე-

დარებით ნელი ტემპით, მიმდინარეობს კონცენტრაციის ზრდა ატმოსფეროს მიწისპირა და სასაზღვრო ფენებში.



ნახ. 3. PM10-ის კონცენტრაციის (მკგ/მ³) და ქარის სიჩქარის ვექტორის (მ/წმ) სივრცული განაწილება, მიღებული რიცხვითი მოდელირებით, როცა t = 0, 3 და 6 სთ–ს.

რიცხვითი მოდელირების შედეგები [4, 5] შედარებულია 2023 წელს ჩატარებული სპეციალური ექსპედიციური გაზომვის შედეგებთან. შედარებამ აჩვენა, რომ თეორიული და ექსპერიმენტული გაზომვის შედეგები, ძირითადად, 30 % სიზუსტით ემთხვევიან დიდ განსხვავებებს ადგილი აქვს იმ ტერიტორიებზე, სადაც მიმდინარეობდა აქტიური საგზაო სამუშაოები (ავტოქარხნის აე) ან მოქმედებდა ასაფალტო - ბეტონის საწარმოო (ნიკეას ქუჩის დასაწყისში).

Lდასკვნა

- ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში PM_{2.5}-ნაწილაკების კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე, მაგრამ მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი ერთნაირია. მათი მაქსიმალური მნიშვნელობები ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ). დღის განმავლობაში PM-ნაწილაკების კონცენტრაცია თითქმის ყოველთვის ხასიათდება მატების ტენდენციით და თავის მაქსიმუმს აღწევს 20 საათის შემდგომ.
- რიცხვითი მოდელირებით გამოკვლეულია ქ. ქუთაისის ტერიტორიაზე ავტოტრან-

სპორტის მიერ წარმოშობილი PM10-ის სივრცული განაწილებისა და დროში ცვლილების თავისებურება ივნისის თვეში ფონური სუსტი ქარის დროს. ნაჩვენებია, რომ გამოთვლილი კონცენტრაციების მნიშვნელობები დაკვირვებული სიდიდეების ფარგლებშია. სივრცული განაწილება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული როგორც ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობაზე, ასევე ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის კინემატიკაზე და ქვეფენილ ზედაპირზე თერმული რეჟიმის დღელამური ცვლილებით ფორმირებულ ლოკალურ ცირკულაციურ სისტემაზე.

მადლიერების გამოხატვა. სამეცნიერო კვლევა განხორციელდა „შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის“ ფინანსური მხარდაჭერით [FR-22-4765].

ლიტერატურა

1. World Health Organization. Regional Office for Europe. Review of evidence on health aspects of air- REVIHAAP Project. First result.
2. https://air.gov.ge/reports_page.
3. Marchuk G.I. Mathematical modeling in the problem of the environment. Moscow, Science, 1982, 320 p. (in Russian).
4. Surmava, A. A., Kukhalashvili, V. G., Gigauri, N. G., & Intskirveli, L. N. (2023). PM2.5 and PM10 in the Atmosphere of Kutaisi City. *Journals of Georgian Geophysical Society*, 26(2). <https://doi.org/10.60131/ggs.2.2023.7445>
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)

Investigation of atmospheric air pollution of Kutaisi with microaerosols Summary

Air pollution of Kutaisi with PM2.5 and PM10 was studied. The data obtained from operational observations and special experimental measurements conducted within the framework of atmospheric air pollution monitoring are used for the research. The maximum, minimum and average area of the annual, monthly and daily changes in the concentration of microaerosols, as well as their spatial distribution in the city and its surrounding area, have been determined. It is determined that the concentration of PM particles during the day is almost always characterized by an increasing trend and reaches its maximum after 20 hours. The study of Kutaisi atmospheric air pollution with PM10 is carried out by the joint integration of the 3D regional model of the evolution of atmospheric processes and the transfer-diffusion equation of impurities. Images of PM10 concentration change over time and spatial distribution were obtained. It is shown that the topography of the city and the surrounding area determines the generation of landward anticyclonic eddies of wind speed. The formed wind speed field contributes to the removal of PM10 from the city, the process of "self-cleaning" of the atmosphere. Calculations show that the process of spreading aerosols takes place in four stages and depends on the intensity of traffic, the location of highways and the terrain of the city. From 4 to 7 a.m. there is a rapid increase in concentration, from 7 to 3 p.m. - a weak decrease or constancy of concentration, in the interval from 3 p.m. to 9 p.m. there is an increase in concentration, and from 9 p.m. to 6 a.m. - city air self-cleaning. Areas of relatively high pollution are defined.

ხელოვნური ნეირონული ქსელების განვითარების შესახებ

ცირა ბერაძე

ქუთაისის აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი. აღნიშნულია რომ ხელოვნური ინტელექტის რესურსი განუსაზღვრელია მსოფლიო-ში, ის თანდათან ინტეგრირდება არა მარტო მეტეოროლოგიური პროცესების მართვაში არამედ მეცნიერების სხვადასხვა სფეროებში. განხილულია ხელოვნური ინტელექტის დისციპლინის, პერსპექტიული მიმართულების, ნეირონული ქსელების კონსტრუირების ალგორითმები, მათი ანალიზის საფუძველზე შემოთავაზებულია ქსელის აგების ახალი კონცეფცია და მისი განხორციელების ალგორითმები. აღნიშნულია რომ ინტენსიურად მიმდინარეობს ხელოვნური ნეირონული სისტემების განვითარება, რაც უმოკლესი დროის პერიოდში უამრავი პრობლემის გადაჭრის საშუალებას იძლევა.

საკვანძო სიტყვები - ხელოვნური ინტელექტი, ნეირონული ქსელები, კონსტრუირების ალგორითმები, აქტივაციის ფუნქციები.

თანამედროვე მსოფლიოში ხელოვნური ინტელექტი, მისი მრავალ განზომილებიანი პოტენციალის გამო, სულ უფრო დიდ ღირებულებას იძენს. მართლაც, თანამედროვე მეცნიერება ქმნის და ავითარებს ისეთ მექანიზმებს, რომლებიც ადამიანის შრომას გაცილებით ეფექტიანს ხდის, თანაც, გაცილებით მოკლე დროში. დღეისათვის აქტუალური ხდება ნეირონული ქსელების გამოყენება ისეთ სისტემებში, რომლებშიც შეიცავენ მრავალ დამოუკიდებელ ცვლადს, რომლებიც დეტერმინისტულად არიან დამოკიდებულნი მიზნობრივ ფუნქციაზე. მრავალ პრაქტიკულ სიტუაციაში ფუნქციონალური კავშირი დამოუკიდებელ ცვლადებსა და მიზნობრივ ფუნქციას შორის უცნობია.

თანამედროვე ტექნოლოგიური ცივილიზაცია, გონივრული განვითარების შემთხვევაში განსხვავებულ სურათს იძლევა. ნეირონული ქსელების არე აღორძინების ხანაშია, ინტენსიურად მიმდინარეობს ხელოვნური ინტელექტის სისტემების განვითარება, რომლებსაც შეუძლიათ გადაწყვიტონ ისეთი ამოცანები როგორებიცაა: ეკონომიკური მდგრადობის, მეტეოროლოგიური პროცესების, ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობის დიაგნოსტიკა, პროგნოზირება და სხვა.

ხელოვნური ნეირონული ქსელი (ANN) არის ინფორმაციის დამუშავების ახალი სტრუქტურა, იგი შედგენილია დიდი რაოდენობის უმაღლესად ურთირთდაკავშირებული გაპროცესების ელემენტებისაგან (ნეირონები), რომლებიც მუშაობენ ერთდროულად რომ გადაწყვიტონ სპეციფიკური პრობლემები. ნეირონული ქსელის სიმულაციები არის ახალი ქმნილება. გავარჯიშებული ნეირონული ქსელი შეიძლება იყოს ჩაფიქრებული, როგორც „ექსპერტი“ კონკრეტული კატეგორიის ინფორმაციისათვის, რომელიც მას მიეცა ანალიზისათვის. ეს „ექსპერტი“, შემდეგ შეიძლება მოვიმარაგოთ დასაპროექტებლად ახალი სიტუაციებისათვის, რომლებიც ჩვენ გვინტერესებს და კითხვისათვის „რა იქნება თუ“.

სხვა უპირატესობებია: 1. ადაპტიური სწავლება: ANN-ის შესაძლებლობა ვასწავლოთ როგორ გადავაწყვეტინოთ ამოცანები, დაფუძნებულია მონაცემებზე, რომლებიც მიცემული ჰქონდა ვარჯიშის დროს ან საწყისი გამოცდილების ბაზაზე. 2. თვით ორგანიზებულება: ANN-ს აქვს უნარი შექმნას საკუთარი ორგანიზებულება ან წარმოდგენა იმ ინფორმაცი-

ისა, რომელიც მან მიიღო სწავლების დროს. 3. ოპერაცია რეალურ დროში: გამოთვლები შეიძლება შესრულდეს პარალელურად და სპეციალური ტექნიკური მოწყობილობები შეიძლება იყოს დაპროექტებული და წარმოებული, რომლებიც იღებენ უპირატესობას ამ შესაძლებლობით. 4. შეცდომისადმი ტოლერანტობა ჭარბი ინფორმაციის კოდირებით: ქსელის ნაწილობრივ დანგრევა იწვევს წარმადობის შესატყვის შემცირებას. მაგრამ ქსელის ზოგიერთი შესაძლებლობები შეიძლება იყოს შენარჩუნებული მაშინაც კი, როცა ქსელის უმეტესი ნაწილი დაზიანებულია. ნეირონული ქსელები იყენებენ განსხვავებულ მიდგომას პრობლემის გადაწყვეტისადმი, ვიდრე თანამედროვე კომპიუტერები.

თანამედროვე კომპიუტერები იყენებენ ალგორითმულ მიდგომას პრობლემის გადაწყვეტად ე.ი. კომპიუტერი ასრულებს ინსტრუქციების მიმდევრობას პრობლემის გადაწყვეტად. თუ ინსტრუქციების მიმდევრობა არაა ცნობილი, კომპიუტერს არ შეუძლია გადაწყვიტოს პრობლემა. ეს ზღუდავს კომპიუტერის შესაძლებლობებს ისეთი პრობლემებით, რომლებიც ჩვენთვის ცნობილია თუ როგორ უნდა გადავწყვიტოთ. კომპიუტერები იქნებოდნენ ბევრად უფრო სასარგებლო, რომ მათ შეეძლოთ გააკეთონ ისეთი რამეები, რომელთა გაკეთება ჩვენთვის არაა ცნობილი. ნეირონული ქსელები აპროცესებენ ინფორმაციას იმის მსგავსად, როგორც ადამიანის ტვინი აკეთებს.

ქსელი შედგენილია უმაღლესად ურთიერთ დაკავშირებული დიდი რაოდენობა ელემენტებისაგან (ნეირონებისაგან), რომლებიც მუშაობენ პარალელურად, რომ გადაწყვიტონ სპეციფიკური პრობლემა. ნეირონული ქსელები სწავლობენ მაგალითზე. ისინი არ შეიძლება იყონ დაპროგრამებული, რომ შეასრულონ სპეციფიკური ამოცანა. თანამედროვე კომპიუტერები იყენებენ შემეცნებით მიდგომას პრობლემის გადასაწყვეტად. გზა, რომლითაც პრობლემა უნდა იყოს გადაწყვეტილი, უნდა იყოს რეალიზებული დაპროგრამების ენის არაორაზროვან ინსტრუქციებში და გადაყვანილი მანქანურ კოდში, რომელსაც შემდეგ კომპიუტერი შეასრულებს. ასეთი მანქანები არიან ტოტალურად წინასწარ გამოცნობადი. თუ რაიმე კეთდება არასწორად, იგი გამოწვეულია პროგრამული უზრუნველყოფის ან ტექნიკური მოწყობილობის შეცდომებით.

ნეირონული ქსელები და თანამედროვე ალგორითმული კომპიუტერები არ არიან ურთიერთ შეჯიბრებაში, არამედ ავსებენ ერთიმეორეს. არსებობენ ამოცანები, რომელთათვისაც უფრო სასურველია ალგორითმული მიდგომა და არსებობენ ამოცანები, რომელთათვისაც სასურველია ნეირონული ქსელები. უფრო მეტიც, არსებობენ დიდი რაოდენობა ამოცანებისა, რომლებიც მოითხოვენ სისტემებს, სადაც გამოყენებულია კომბინირებულ მიდგომა (ჩვეულებრივ, თანამედროვე კომპიუტერი გამოიყენება ნეირონული ქსელის სამართავად), რომ მაქსიმალური ეფექტურობით გადაწყდეს პრობლემა.

ხელოვნური ნეირონული ქსელები გამოყენება კლასიფიკაციის და პროგნოზირების ამოცანებში, ასევე გენეტიკურ ალგორითმებთან ერთობლიობაში. ქსელი შედგება N ხელოვნური ნეირონისაგან. ნეირონები ღებულობენ ორ მნიშვნელობას ან $+1$, ან -1 , რომელიც მსგავსია გამომავალი ნეირონის. ამის გამო ჰოპფილდის ქსელს სპინებსაც უწოდებენ. W_{ij} – წონის ფუნქციები ამ მატრიცაში სწავლების დროს ჩაიწერება N განზომილებიანი ბინარული ვექტორები $p_m = (S_{m1}, S_{m2}, S_{mn})$. დიაგონალური ელემენტები $W_{ii} = 0$ ნულის ტოლია,

რაც გამორიცხავს ნეირონის თავის თავზე ზემოქმედების ეფექტს, რომელიც აუცილებელია ჰოპფილდის ქსელისთვის და არაა საკმარისი ქსელის მდგრადობისთვის. ქსელის სწავლება სხვა ქსელების სწავლებისაგან განსხვავდება იმით რომ მიმდევრობითი მიახლოება მიზნისაკენ შეცდომების მინიმიზაციის გზით კი არ ხდება, არამედ ყველა წონითი კოეფიციენტი ნულოვან მატრიცაში გამოითვლება ერთი და იმავე ფორმულით ერთ ციკლში, რის შემდეგ ქსელი მზადაა სამუშაოდ. 27 კოეფიციენტების გამოთვლა ხდება შემდეგი პრინციპით: ყველა დამახსოვრებელი ხატისათვის (სურათისთვის). Xi მატრიცა უნდა აკმაყოფილებდეს განტოლებას. ასეთი მდგომარეობა იქნება მდგრადი და ამ მდგომარეობაში დარჩება ქსელი. N - ვექტორის განზომილება m -დამახსოვრებული გამოსავალი ვექტორების რაოდენობა d - დამახსოვრებული გამოსავალი ვექტორის ნომერი თუ გავითვალისწინებთ, რომ როდესაც არის i-ური დამახსოვრებული ვექტორის სტრიქონი. ამ წონითი კოეფიციენტების გამოთვლას ეწოდება ქსელის სწავლება. F-აქტივაციის ფუნქცია. ჰოპფილდის ქსელის მუშაობის რეჟიმი არის ასინქრონული. 28 უკუკავშირი X1 Y1 X2 Y2 Xi Yi Xn Yn შესავალი გამოსავალი ჰოპფილდის ქსელის სტრუქტურული სქემა. კოლმოგოროვის თეორემა ნებისმიერი n ცვლადიანი უწყვეტი ფუნქცია შეიძლება წარმოდგენილი იქნას მარტივი ფუნქციების და შეკრებით) კოლმოგოროვის თეორემა არის ის მათემატიკური საფუძველი ხელოვნური ნეირონული ქსელების ფუნქციონირებისათვის, რომელიც საშუალებას იძლევა სხვადასხვა მაგ . n რაოდენობის ერთ ცვლადიანი მარტივი ფუნქციები მივაწოდოთ ხელოვნურ ნეირონულ ქსელს შესავალზე და ქსელის გამოსავალზე მივიღოთ n ცვლადიანი ფუნქცია. ხელოვნური ნეირონული ქსელი არის ხელოვნური ნეირონებისა და ამ ნეირონების დამაკავშირებელი წახნაგებისაგან შემდგარი ქსელი. ზოგიერთი წახნაგი მოცემული ნეირონისთვის განიხილება შემომავლად, ხოლო ზოგიერთი გამავლად.

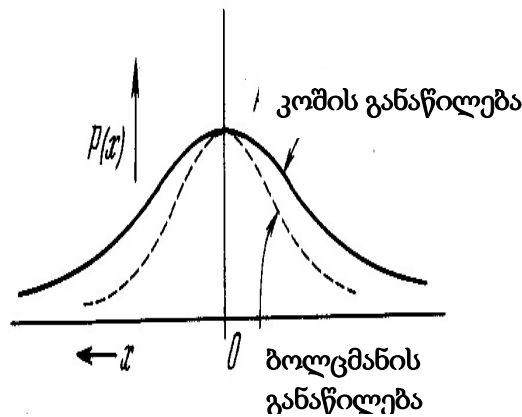
ნეირონული ქსელის არქიტექტურა არის ნეირონების განთავსების, მათი დაკავშირების და აქტივაციის ფუნქციის ერთობლიობა. აქტივაციის ფუნქციის შერჩევა ხდება კონკრეტული გამოყენების დარგის მიხედვით. მისი ძირითადი დანიშნულებაა შემომავალი სიგნალის ლიმიტირება, რადგან, როგორც წესი გამოსავალზე საჭიროა სიგნალი კონკრეტულ ფარგლებში. აქტივაციის ფუნქციად ყველაზე ხშირად გამოიყენება სიგმოიდი

$$f(\text{net}) = \frac{1}{1 + \exp[-(\text{net} + \theta)]} \text{ ან ჰიპერბოლური ტანგენსი.}$$

$$f(\text{net}) = \exp[-(\text{net} + \theta)] - \exp[-(\text{net} + \theta)] + \exp[-(\text{net} + \theta)]$$

უკუპროპაგაციული მოდელი არის ხელოვნურ ნეირონულ ქსელებში ერთ-ერთი ყველაზე გამოყენებადი. მას გააჩნია შემომავალი და გამავალი შრეები, აგრეთვე ერთი ან მეტი შიდა შრე. მეზობელ შრეებს შორის ყველა ნეირონი ერთმანეთშია დაკავშირებული. სიგნალის მოძრაობა ხდება შემოსავლიდან გამოსავალზე შიდა შრეების სათითოდ გავლით. ნეირონების დამაკავშირებელი წახნაგების წონების შერჩევის გზით შესაძლებელია ასეთ ნეირონულ ქსელს "ვასწავლოთ" შემოსავლის შესაბამის გასავალში გარდაქმნა, მაგალითად, ხელნაწერი ასოების ამოსაცნობად. პერცეპტრონი არის უმარტივესი ნეირონული ქსელის არქიტექტურა, რომელიც გამოიყენება წრფივად გაყოფადი არეების ამოსაცნობად. პერცეპტრონს გააჩნია მხოლოდ ორი სრულად დაკავშირებული შრე – შემომავალი და გამავალი შრეები. თუმცა პერცეპტრონის გამოსავალი შესაძლებელია გამოთვლილი იყოს ანალიტი-

კური გზით და მას შეუძლია მხოლოდ შეზღუდული სახეობის სტრუქტურების ამოცნობა (წრფივად გაყოფადი არე), ის მაინც წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე სასარგებლო მოდელს თეორიული კვლევისთვის. შეიძლება ბოლცმანის განაწილება შეიცვალოს კომის განაწილებით. კომის განაწილებას (ნახ. 1) გააჩნია უფრო გრძელი „კუდები“ და ამით ზრდის დიდი ბიჯების ალბათობას. მართლაც, კომის განაწილებას გააჩნია უსასრულო (განუსაზღვრელი) დისპერსია. ასეთი მარტივი ცვლილებების საშუალებით კრებადობის სიჩქარე ხდება არა ლოგარითმული სიდიდის უკუპროპორციული, როგორც ეს იყო ბოლცმანის განაწილებისას, არამედ - წრფივის. ეს კი მკვეთრად ამცირებს სწავლების დროს.



ნახ. 1. კომის განაწილება და ბოლცმანის განაწილება

ყოველივე ზემოთ თქმული გვაძლევს დასკვნის საფუძველს, რომ მსგავსი ამოცანები შეიძლება გადაწყდეს შემდეგი ალგორითმით:

1. სისტემას ვაკვირდებით და ვაგროვებთ მონაცემებს შემსწავლელი სიმრავლისთვის. შემსწავლელი სიმრავლის თითოეული ელემენტი შედგება დაკვირვებისას მიღებული გაზომვებისაგან და შეიცავს ყველა შემავალ (შემავალი ვექტორი) და გამომავალ (გამომავალი ვექტორი) სიდიდეს.
2. ქსელს ვასწავლით ამ შემსწავლელ სიმრავლეზე. სწავლება შედგება შემავალი ვექტორის წარდგენისაგან, გამომავალი ვექტორის გამოთვლისაგან, გამოთვლილი გამომავალი ვექტორის შედარებისაგან დაკვირვების პროცესში მიღებულ გამომავალ ვექტორთან და წონების კორექციისაგან, რომელიც მინიმიზაციას უკეთებს ამ სხვაობას. თითოეული შემავალი ვექტორი წარედგინება რიგრიგობით და ქსელი თანდათან სწავლობს. შემავალი ვექტორების მრავალჯერადი წარდგენის შემდეგ ქსელი მიაღწევს ამოხსნას, რომელიც მინიმიზირებას უკეთებს სისტემის სასურველ და გაზომილ გამომავალ ვექტორებს შორის სხვაობას. ფაქტიურად ქსელი აგებს უცნობი სისტემის შიგა მოდელს. თუ შემსწავლელი სიმრავლე საკმაოდ დიდია, ქსელი აგებს სისტემის ზუსტ მოდელს. თუ ქსელს წარუდგენთ რაიმე შემავალ ვექტორს, რომელიც განსხვავდება სწავლებისას წარდგენილი ნებისმიერი შემავალი ვექტორისაგან, მაშინ სრულად ნასწავლი ქსელი მოგვცემს ისეთ გამომავალ ვექტორს, რომელსაც მოგვცემდა რეალური სისტემა.
3. მიზნობრივი ფუნქცია მაქსიმიზირდება. გამოსავლების მიზნობრივი ფუნქცია ისე უნდა

იყოს კონსტრუირებული, რომ გამოხატავდეს შედეგით “კმაყოფილების“ ხარისხს. ახლა, ნასწავლი ქსელისთვის შესავლები ხდება ცვლადი. მათი შეწყობა უნდა მოხდეს იმ სწავლების ალგორითმის საშუალებით, რომელიც გამოიყენებოდა მე-2 ბიჯზე წონების მისაღებად, მაგრამ ახლა გამოყენებული იქნება მიზნობრივი ფუნქციის მაქსიმიზაციისთვის.

ბევრ შემთხვევაში შეიძლება არსებობდეს ამოცანის პირობებით გათვალისწინებული შეზღუდვები. მაგალითად, ფიზიკურად შეუძლებელი იყოს ცვლადების მონაცემების აღება რაიმე დიაპაზონის გარეთ. ეს შეზღუდვები (რომლებიც შეიძლება წარმოადგენდეს რთულ გამოსახულებებს) შეიძლება ადვილად გავითვალისწინოთ მე-3 ბიჯზე, თუ არ მივიღებთ შემავალი ცვლადის ისეთ ცვლილებას, რომელიც არღვევს მიღებულ შეზღუდვებს.

ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს არსებული მდგომარეობის ანალიზი და მის საფუძველზე ახალი მიმართულების გამოკვეთა, ნეირონული ქსელის კონსტრუირების ახალი კონცეფცია, ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მიღებულია მისი განხორციელების პირობითი ალგორითმები, რომლის საფუძველზეც შესაძლებელია ოპტიმალური ქსელის კონსტრუირება კონკრეტული ამოცანათა კლასისათვის³

ლიტერატურა:

1. კ. ოდიშარია, ს. ხომტარია, ჟ. ებანოიძე სისტემების და პროცესების მოდელირება თბილისი 2011.
2. Ф. Уоссермен. Нейрокомпьютерная техника М: Мир 1992 г.
3. Geman S., Geman D. 1984. Stochastic relaxation, Gibbs distribution and Bayesian restoration of images. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 6:721-41.
4. Hinton G. E., Sejnowski T. J. 1986. Learning and relearning in Boltzmann machines. In Parallel distributed processing, vol. 1, Cambridge, MA: MIT Press.
5. Parker D. B. 1987. Optimal algorithms for adaptive networks. Second order Hebbian learning. In Proceedings of the IEEE First International Conference on Neural Networks, eds. M. Caudill and C. Buller, vol. 2, San Diego, CA: SOS Printing.

On the development of artificial neural networks Summary

It is noted that the potential of artificial intelligence is unlimited in the world, and it is being gradually integrated into the management of meteorological processes and various fields of science.

The paper considers neural network design algorithms as one of the promising areas of the Artificial Intelligence discipline, and based on their analysis, a new concept of network design and its implementation algorithms are proposed.

It is noted that intensive work is underway to develop artificial neural systems, which allow for solving many problems as quickly as possible.

მონაცემთა მეცნიერების გავლენა მსოფლიოში მიმდინარე პროცესებზე

ცირა ბერაძე

ქუთაისის აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი - სტატიაში ნაჩვენებია დიდ მონაცემთა თანამედროვე ტექნოლოგიები. აღნიშნულია რომ, მონაცემთა გიგანტური ნაკრებების დამუშავების ხერხებით, მონაცემთა მეცნიერება ნათლად განმარტავს თავიანთ დასკვნებს, ეხმარება მკვლევარებს ოპტიმალური გადაწყვეტილებების მიღებაში და ზუსტი პროგნოზების გაკეთებაში. მონაცემთა მეცნიერება ინფორმაციის დამუშავების ალტერნატიულ ტექნოლოგიას წარმოადგენს და მათი რეალიზება შესაძლებელია თანამედროვე კომპიუტერებზე, რომლებიც გამოიყენება ნეირონული ქსელის სამართავად. მაქსიმალური ეფექტურობით პრობლემების გადაწყვეტა და მოვლენათა წინასწარი პროგნოზირება საზოგადოების უდიდესი მოთხოვნილება და აუცილებლობაა.

საკვანძო სიტყვები - მონაცემთა მეცნიერება, მონაცემთა ინჟინერია, მონაცემთა ტექნოლოგიები, ხელოვნური ინტელექტი, ნეირონული ქსელები.

ინტენსიური ეკონომიკურ-ტექნოლოგიური განვითარების შედეგად ირღვევა ბიოსფეროში ნივთიერებათა ბუნებრივი წრებრუნვა, რაც საფრთხეს უქმნის თანამედროვე და მომავალი თაობების ჯანმრთელობას.

მონაცემთა მეცნიერება რომელიც წარმოადგენს კომპიუტერული მეცნიერების დარგს, ეხმარება მკვლევარებს გადაწყვეტილებების მიღებაში და პრობლემების მოგვარებაში. თანამედროვე მსოფლიო სრულად მოიცვა ინოვაციებმა და სიახლეებმა, მონაცემთა ეპოქა უკვე დაწყებულია და ყოველდღიურად განვითარების ახალ საფეხურზე გადადის. კვლევებზე დაყრდნობით, მსოფლიოს მონაცემთა 90% ბოლო 2 წლის განმავლობაში შეიქმნა. მონაცემთა შექმნისა და დაგროვების რიტმი დღითიდღე იზრდება, ხელოვნური ინტელექტი და მონაცემთა მეცნიერება სწრაფად ცვლის ჩვენს გარშემო არსებულ სამყაროს. საზოგადოება, ნელ-ნელა, სულ უფრო მეტს იგებს ხელოვნური ინტელექტის შესაძლებლობების შესახებ და აღიარებს მის როლს თანამედროვე სამყაროში. მონაცემთა მეცნიერებას შეუძლია დაეხმაროს კომპანიებს ცვლილებების პროგნოზირებაში და სხვადასხვა გარემოებებზე ოპტიმალურად რეაგირებაში, მათ შეუძლიათ გამოავლინოს ხარვეზები და პრობლემები, რომლებიც სხვაგვარად შეუმჩნეველი დარჩებოდა. მონაცემთა მეცნიერება რეკოლუციას ახდენს კომპანიების ფუნქციონირებაში, პროგნოზირებადი ანალიზი იყენებს ისტორიულ მონაცემებს, რათა გააკეთოს ზუსტი პროგნოზები მონაცემთა შაბლონების შესახებ, რომლებიც შეიძლება მომავალში მოხდეს. მას ახასიათებს ისეთი ტექნიკები, როგორცაა მანქანათმცოდნეობა, პროგნოზირება, შაბლონების შედარება და პროგნოზირებადი მოდელირება. თითოეულ ამ ტექნიკაში კომპიუტერები არიან გაწვრთნილნი, რათა შეცვალონ მიზეზობრიობის კავშირები.

დიაგნოსტიკური ანალიზი არის მონაცემთა დეტალური გამოკვლევა იმის გასაგებად, თუ რატომ მოხდა რაღაც, იგი ხასიათდება ისეთი ტექნიკით, როგორცაა საბურღი, მონაცემთა აღმოჩენა, მონაცემთა მოპოვება და კორელაციები. მონაცემთა მრავალრიცხოვანი ოპერაციები და ტრანსფორმაციები შეიძლება შესრულდეს უკვე არსებულ მონაცემთა ნაკ-

რებზე, რათა აღმოჩენილი იქნას უნიკალური ნიმუშები თითოეულ ამ ტექნიკაში. ხელოვნურმა ინტელექტმა და მანქანათმცოდნეობის ინოვაციებმა მონაცემთა დამუშავება უფრო სწრაფი და ეფექტური გახადა.

Big Data აღწერს მონაცემთა გიგანტურ ნაკრებებს, რომლებიც გროვდება ინტერნეტის მომხმარებლებისგან. Big Data გადაწყვეტილებები გვთავაზობენ ღრუბლოვანი ჰოსტინგს, მაღალ ინდექსირებულ და ოპტიმიზებულ მონაცემთა სტრუქტურებს, ავტომატურ არქივისა და ამოღების შესაძლებლობებს და ანგარიშგების ინტერფეისებს, რომლებიც შექმნილია უფრო ზუსტი ანალიზების უზრუნველსაყოფად, რაც საშუალებას იძლევა მიღებული იქნას უკეთესი გადაწყვეტილებები. ამ მხრივ, ბოლო დროის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიღწევა ხელოვნური ინტელექტია, რომელიც უკვე იქცა ჩვენი ყოველდღიურობის მნიშვნელოვან ნაწილად. ხელოვნური ინტელექტი კომპიუტერული სისტემების მიერ ადამიანის ინტელექტუალური პროცესების სიმულაციაა. ხელოვნური ინტელექტის აპლიკაციები მოიცავს საექსპერტო სისტემებს, ბუნებრივი ენის დამუშავებას, მანქანურ ხედვას. ადამიანები მუდმივად მიისწრაფვიან სიახლეებისკენ, ტექნოლოგიური განვითარებისა და შესასრულებელი სამუშაოების შემსუბუქებისკენ. მართლაც, თანამედროვე მეცნიერება ქმნის და ავითარებს ისეთ მექანიზმებს, რომლებიც ადამიანის შრომას გაცილებით ეფექტიანს ხდის, თანაც, გაცილებით მოკლე დროში. დღეისათვის აქტუალური ხდება მათი გამოყენება ისეთ სისტემებში, რომლებშიც შეიცავენ მრავალ დამოუკიდებელ ცვლადს, რომლებიც დეტერმინისტულად არიან დამოკიდებულნი მიზნობრივ ფუნქციაზე, თანამედროვე კომპიუტერები იყენებენ შემეცნებით მიდგომას პრობლემის გადასაწყვეტად. მათ შორის მონაცემთა არქიტექტორები, ბიზნეს ინტელექტის შემქმნელები, მანქანათმშენებლობის მეცნიერები, მანქანათმშენებლობის ინჟინრები, სტატისტიკოსები, ინფრასტრუქტურის არქიტექტორები, მონაცემთა ინჟინრები და მონაცემთა ანალიტიკოსები. რომლითაც პრობლემა უნდა იყოს გადაწყვეტილი, უნდა იყოს რეალიზებული დაპროგრამების ენის არაორაზროვანი ინსტრუქციებში და გადაყვანილი მანქანურ კოდში, რომელსაც შემდეგ კომპიუტერი შეასრულებს. ასეთი მანქანები არიან ტოტალურად წინასწარ გამოცნობადი. თუ რაიმე კეთდება არასწორად, იგი გამოწვეულია პროგრამული უზრუნველყოფის ან ტექნიკური მოწყობილობის შეცდომებით.

ნეირონული ქსელები და თანამედროვე ალგორითმული კომპიუტერები არ არიან ურთიერთ შეჯიბრებაში, არამედ ავსებენ ერთიმეორეს. არსებობენ ამოცანები, რომელთათვისაც უფრო სასურველია ალგორითმული მიდგომა და არსებობენ ამოცანები, რომელთათვისაც სასურველია ნეირონული ქსელები. უფრო მეტიც, არსებობენ დიდი რაოდენობა ამოცანებისა, რომლებიც მოითხოვენ სისტემებს, სადაც გამოყენებულია კომბინირებულ მიდგომა (ჩვეულებრივ, თანამედროვე კომპიუტერი გამოიყენება ნეირონული ქსელის სამართავად), რომ მაქსიმალური ეფექტურობით გადაწყდეს პრობლემა.

დიდი მონაცემები არის ის, რომ კომპანიებს ექნებათ ბევრად მეტი ინტელექტი, რათა მიიღონ ზუსტი გადაწყვეტილებები და პროგნოზები.

მოცულობა: დიდი რაოდენობით მონაცემები გენერირდება სხვადასხვა წყაროდან, როგორცაა სოციალური მედია, IoT მოწყობილობები და ბიზნეს ტრანზაქციები.

სიჩქარე: სიჩქარე, რომლითაც ხდება მონაცემების გენერირება, დამუშავება და ანალიზი.

მრავალფეროვნება: სხვადასხვა ტიპის მონაცემები, მათ შორის სტრუქტურირებული, ნახევრად სტრუქტურირებული და არასტრუქტურირებული მონაცემები, სხვადასხვა წყაროდან მოდის.

სიზუსტე: მონაცემების ხარისხი და სიზუსტე, რომელზეც შეიძლება გავლენა იქონიოს შეუსაბამობამ, გაურკვეველობამ ან თუნდაც დეზინფორმაციამ.

ღირებულება: სარგებლობა და პოტენციური მონაცემებიდან ინფორმაციის ამოღების მიზნით, რომელსაც შეუძლია უკეთესი გადაწყვეტილების მიღება და ინოვაცია. ძირითადი სტატისტიკის შეჯამება TechJury დიდი მონაცემების ტენდენციებსა და პროგნოზებზე:

მონაცემთა მოცულობის ზრდა: 2025 წლისთვის, გლობალური მონაცემთა სფერო, სავარაუდოდ, მიაღწევს 175 ჰეტაბაიტს, რაც აჩვენებს მონაცემთა ექსპონენციალურ ზრდას.

- **IoT მოწყობილობების გაზრდა:** პროგნოზირებულია, რომ IoT მოწყობილობების რაოდენობა 64 წლისთვის 2025 მილიარდს მიაღწევს, რაც შემდგომში ხელს შეუწყობს დიდი მონაცემების ზრდას.
- **დიდი მონაცემთა ბაზრის ზრდა:** გლობალური დიდი მონაცემთა ბაზრის ზომა 229.4 წლისთვის 2025 მილიარდ დოლარამდე გაიზრდება.
- **მზარდი მოთხოვნა მონაცემთა მეცნიერებზე:** 2026 წლისთვის მონაცემების მეცნიერებზე მოთხოვნა 16%-ით გაიზრდება.
- **AI და ML-ის მიღება:** 2025 წლისთვის, ხელოვნური ინტელექტის ბაზრის ზომა 190.61 მილიარდ დოლარს მიაღწევდა, რაც გამოწვეულია AI და ML ტექნოლოგიების მზარდი გამოყენებით Big Data ანალიზისთვის.
- **ღრუბელზე დაფუძნებული Big Data გადაწყვეტილებები:** მოსალოდნელი იყო, რომ ღრუბლოვანი გამოთვლები შეადგენდა მთლიანი დატვირთვის 94%-ს 2021 წლისთვის, რაც ხაზს უსვამს ღრუბელზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებების მზარდ მნიშვნელობას მონაცემთა შენახვისა და ანალიტიკისთვის.
- **საცალო მრეწველობა და დიდი მონაცემები:** საცალო მოვაჭრეები, რომლებიც იყენებდნენ Big Data-ს, მოსალოდნელი იყო, რომ გაზარდონ თავიანთი მოგების მარჟა 60%-ით.
- **დიდი მონაცემების მზარდი გამოყენება ჯანდაცვაში:** ჯანდაცვის ანალიტიკის ბაზარი 50.5 წლისთვის 2024 მილიარდ დოლარს მიაღწევდა.
- **სოციალური მედია და დიდი მონაცემები:** სოციალური მედიის მომხმარებლები ყოველდღიურად აწარმოებენ 4 პეტაბაიტ მონაცემს, რაც ხაზს უსვამს სოციალური მედიის გავლენას დიდი მონაცემების ზრდაზე.

დიდი მონაცემთა ტექნოლოგიებს მიეკუთვნება:

- **განაწილებული ფაილური სისტემები:** სისტემები, როგორცაა Hadoop განაწილებული ფაილური სისტემა (HDFS) ჩართეთ მონაცემთა დიდი მოცულობის შენახვა და მართვა მრავალ კვანძში. ეს მიდგომა უზრუნველყოფს შეცდომების შემწყნარებლობას, მასშტაბურობას და საიმედოობას დიდი მონაცემების დამუშავებისას.

- **NoSQL მონაცემთა ბაზები:** მონაცემთა ბაზები, როგორცაა MongoDB, Cassandra და Couchbase შექმნილია არასტრუქტურირებული და ნახევრად სტრუქტურირებული მონაცემების დასამუშავებლად. ეს მონაცემთა ბაზები გთავაზობთ მოქნილობას მონაცემთა მოდელირებაში და უზრუნველყოფს ჰორიზონტალურ მასშტაბურობას, რაც მათ შესაფერისს ხდის დიდი მონაცემთა აპლიკაციებისთვის.
- **Map Reduce:** პროგრამირების ეს მოდელი საშუალებას იძლევა დამუშავდეს დიდი მონაცემთა ნაკრები განაწილებულ გარემოში პარალელურად. MapReduce საშუალებას იძლევა რთული ამოცანების დაყოფა უფრო მცირე ქვეამოცნებებად, რომლებიც შემდეგ დამოუკიდებლად მუშავდება და გაერთიანებულია საბოლოო შედეგის მისაღებად.
- **ApacheSpark:** ღია კოდის მონაცემთა დამუშავების ძრავას, Spark-ს შეუძლია გაუმკლავდეს როგორც ჯგუფურ, ასევე რეალურ დროში დამუშავებას. ის გთავაზობთ გაუმჯობესებულ შესრულებას MapReduce-თან შედარებით და მოიცავს ბიბლიოთეკებს მანქანური სწავლისთვის, გრაფიკის დამუშავებისა და ნაკადის დამუშავებისთვის, რაც მას მრავალმხრივს ხდის დიდი მონაცემთა გამოყენების სხვადასხვა შემთხვევისთვის.
- **SQL-ის მსგავსი მოთხოვნის ინსტრუმენტები:** ინსტრუმენტები, როგორცაა Hive, Impala და Presto საშუალებას აძლევს მომხმარებლებს გაუშვან მოთხოვნები Big Data-ზე ნაცნობის გამოყენებით SQL სინტაქსი. ეს ხელსაწყოები ანალიტიკოსებს საშუალებას აძლევს გამოიტანონ შეხედულებები დიდი მონაცემებიდან უფრო რთული პროგრამირების ენების გამოცდილების საჭიროების გარეშე.
- **მონაცემთა ტბები:** ამ საცავის საცავებს შეუძლიათ შეინახონ ნედლეული მონაცემები მშობლიურ ფორმატში, სანამ ის საჭირო იქნება ანალიზისთვის. მონაცემთა ტბები უზრუნველყოფენ მასშტაბურ და ეკონომიურ გადაწყვეტას დიდი რაოდენობით მრავალფეროვანი მონაცემების შესანახად, რომელიც შემდგომში შეიძლება დამუშავდეს და გაანალიზდეს საჭიროებისამებრ.
- **მონაცემთა შენახვის გადაწყვეტილებები:** პლატფორმები, როგორცაა Snowflake, BigQuery და Redshift, გთავაზობენ მასშტაბურ და ეფექტურ გარემოს დიდი რაოდენობით სტრუქტურირებული მონაცემების შესანახად და მოთხოვნისთვის. ეს გადაწყვეტილებები შექმნილია დიდი მონაცემების ანალიტიკისთვის და სწრაფი შეკითხვისა და მოხსენების გასააქტიურებლად.
- **მანქანათმცოდნეობის ჩარჩოები:** ჩარჩოები, როგორცაა TensorFlow, PyTorch და scikit-learn საშუალებას აძლევს ტრენინგის მოდელებს მონაცემთა დიდ ნაკრებებზე ისეთი ამოცანებისთვის, როგორცაა კლასიფიკაცია, რეგრესია და კლასტერირება. ეს ხელსაწყოები გეხმარებათ დიდი მონაცემებიდან მიღებული შეხედულებებისა და პროგნოზების მიღებაში მოწინავე AI ტექნიკის გამოყენებით.
- **მონაცემთა ვიზუალიზაციის ინსტრუმენტები:** ინსტრუმენტები, როგორცაა Tableau, Power BI და D3.js, გვხმარება დიდი მონაცემების ანალიზსა და წარმოდგენაში ვიზუალური და ინტერაქტიული გზით. ეს ხელსაწყოები საშუალებას აძლევს მომხმარებლებს გამოიკვირონ მონაცემები, დაადგინონ ტენდენციები და ეფექტურად მიაწოდონ შედეგები.

- **მონაცემთა ინტეგრაცია და ETL:** ისეთი ინსტრუმენტები, როგორცაა Apache NiFi, Talend და Informatica, იძლევა სხვადასხვა წყაროებიდან მონაცემების მოპოვებას, ტრანსფორმაციას და ჩატვირთვას ცენტრალურ შენახვის სისტემაში. ეს ხელსაწყოები ხელს უწყობს მონაცემთა კონსოლიდაციას, რაც საშუალებას აძლევს ორგანიზაციებს შექმნან ერთიანი ხედვა მათი მონაცემების ანალიზისა და მოხსენებისთვის.

ხელოვნური ინტელექტისა და დიდი მონაცემების გადაფარვა იმაში მდგომარეობს, რომ AI ტექნიკა, განსაკუთრებით მანქანური სწავლა და ღრმა სწავლა (DL), შეიძლება გამოყენებულ იქნას დიდი მოცულობის მონაცემების ანალიზისა და ამოსაღებად. Big Data უზრუნველყოფს აუცილებელ საწვავს AI ალგორითმებისთვის, რათა ისწავლონ და მიიღონ პროგნოზები ან გადაწყვეტილებები. თავის მხრივ, AI-ს შეუძლია დაეხმაროს რთული, მრავალფეროვანი და ფართომასშტაბიანი მონაცემთა ნაკრების გაგებას, რომელთა დამუშავება და ანალიზი ტრადიციული მეთოდების გამოყენებით რთულია. აქ მოცემულია რამდენიმე ძირითადი სფერო, სადაც ხელოვნური ინტელექტი და დიდი მონაცემები იკვეთება:

1. **მონაცემთა დამუშავება:** ხელოვნური ინტელექტის მქონე ალგორითმები შეიძლება გამოყენებულ იქნას დიდი მონაცემთა წყაროებიდან ნედლეული მონაცემების გასასუფთავებლად, წინასწარ დამუშავებისა და გარდაქმნისთვის, რაც ხელს უწყობს მონაცემთა ხარისხის გაუმჯობესებას და უზრუნველყოფს ანალიზისთვის მზადყოფნას.
2. **ფუნქციის მოპოვება:** ხელოვნური ინტელექტის ტექნიკის გამოყენება შესაძლებელია დიდი მონაცემებიდან შესაბამისი ფუნქციებისა და შაბლონების ავტომატურად ამოსაღებად, რაც ამცირებს მონაცემთა განზომილებას და გახდის მას უფრო მართვადი ანალიზისთვის.
3. **პროგნოზირებადი ანალიტიკა:** მანქანათმცოდნეობის და ღრმა სწავლის ალგორითმები შეიძლება ივარჯიშონ დიდ მონაცემთა ნაკრებებზე პროგნოზირებადი მოდელების შესაქმნელად. ეს მოდელები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ზუსტი პროგნოზების გასაკეთებლად ან ტენდენციების იდენტიფიცირებისთვის, რაც გამოიწვევს უკეთესი გადაწყვეტილების მიღებას და გაუმჯობესებულ ბიზნეს შედეგებს.
4. **ანომალიის გამოვლენა:** ხელოვნური ინტელექტის წყალობით შესაძლებელია დიდი მონაცემების უჩვეულო შაბლონების ან ამომწურავი ელემენტების იდენტიფიცირება, რაც შესაძლებელს გახდის პოტენციური საკითხების ადრეულ გამოვლენას, როგორცაა თაღლითობა, ქსელში შეჭრა ან აღჭურვილობის გაუმართაობა.
5. **ბუნებრივი ენის დამუშავება (NLP):** AI-ზე მომუშავე NLP ტექნიკა შეიძლება გამოყენებულ იქნას დიდი მონაცემთა წყაროებიდან არასტრუქტურული ტექსტური მონაცემების დასამუშავებლად და გასაანალიზებლად, როგორცაა სოციალური მედია, მომხმარებელთა მიმოხილვები ან ახალი ამბების სტატიები, რათა მიიღოს ღირებული შეხედულებები და განწყობის ანალიზი.
6. **სურათის და ვიდეოს ანალიზი:** ღრმა სწავლის ალგორითმები, განსაკუთრებით კონვოლუციური ნერვული ქსელები (CNN-ები), შეიძლება გამოყენებულ იქნას სურათებისა და ვიდეოების დიდი მოცულობის მონაცემების ანალიზისა და ამოსაღებად.

7. **პერსონალიზაცია და რეკომენდაცია:** AI-ს შეუძლია გააანალიზოს მომხმარებლების, მათი ქცევისა და პრეფერენციების დიდი რაოდენობით მონაცემები, რათა უზრუნველყოს პერსონალიზებული გამოცდილება, როგორცაა პროდუქტის რეკომენდაციები ან მიზნობრივი რეკლამა.

8. **ოპტიმიზაცია:** ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმებს შეუძლიათ მონაცემთა დიდი ნაკრების ანალიზი რთული პრობლემების ოპტიმალური გადაწყვეტის დასადგენად, როგორცაა მიწოდების ჯაჭვის ოპერაციების ოპტიმიზაცია, ტრაფიკის მართვა ან ენერჯის მოხმარება.

AI-სა და Big Data-ს შორის სინერგია საშუალებას აძლევს ორგანიზაციებს გამოიყენონ ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმების ძალა, რათა გააცნობიერონ მასიური მოცულობის მონაცემები, რაც საბოლოოდ გამოიწვევს უფრო ინფორმირებულ გადაწყვეტილებების მიღებას და უკეთეს შედეგებს.

ლიტერატურა

1. კ. ოდიშარია, ს. ხოშტარია, ჟ. ებანოიძე სისტემების და პროცესების მოდელირება თბილისი 2011
2. ბ. მეფარიშვილი, გ. ჯანელიძე „საინფორმაციო სისტემების აგება MS SQL Server-ის გამოყენებით“, თბილისი, 2013წ, ISBN 978-9941-20-351-0
3. რ. სამხარაძე, ლ. გაჩეჩილაძე. SQL სერვერი. თბილისი. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2016. ISBN 978-9941-28-393-2
4. Geman S., Geman D. 1984. Stochastic relaxation, Gibbs distribution and Bayesian restoration of images. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 6:721-41.
5. Hinton G. E., Sejnowski T. J. 1986. Learning and relearning in Boltzmann machines. In Parallel distributed processing, vol. 1. Cambridge, MA: MIT Press.

The influence of data science on current processes in the world Summary

The article describes the modern big data technology. It is noted that by methods of processing giant sets of data, the data science clearly explains its findings, helps researchers in taking optimal decisions, and in making accurate predictions. Data science is an alternative information processing technology and can be implemented on modern computers that are used to control neural networks. Solving problems with maximum efficiency and predicting events in advance is the greatest need and necessity of society.

მოსახლეობის სტომატოლოგიური სტატუსის მდგომარეობაზე გავლენის ფაქტორები

ადიშვილი თ*., ჟვიაშვილი თ**, დავარაშვილი ხ**, ჟღენტი ე.***

*საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

**აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

***საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

აბსტრაქტი. კბილების კარიესი დღემდე წარმოადგენს ყველაზე გავრცელებულ სტომატოლოგიურ დაავადებას. რისკის ფაქტორების განსაზღვრა და მათი რაოდენობრივი დახასიათება პროფილაქტიკური ზომების ინდივიდუალიზირების საშუალებას იძლევა ამა თუ იმ რეგიონის სოციალურ-სამედიცინო, ბუნებრივ-კლიმატურ და სხვა პირობების მიხედვით.

არსებობს განსაზღვრული ფაქტორები რომლებიც მოქმედებენ სტომატოლოგიური დაავადებების გავრცელებაზე, რომლის შესწავლა გამოვლენით დაკავებული არიან მთელი მსოფლიოს მეცნიერ-სტომატოლოგები [1,2,3]. გამოკვლევებით დადგინდა, რომ სოციალურ-სამედიცინო, ბუნებრივ-კლიმატური და სხვა პირობები ამა თუ იმ რეგიონში, ადგილობრივი პოპულაციის განვითარებაზე და ფორმირებაზე გავლენის შემთხვევაში, შეიძლება არსებითად ცვლიდეს სტომატოლოგიური დაავადებების წარმოშობის ძირითად პათოგენეტიკური ფაქტორების ძალასა და ხასიათს [4].

კარიოზული პროცესის წარმოშობაზე გავლენას ახდენს მრავალი ეტიოლოგიური ფაქტორი, რაც საშუალებას იძლევა კარიესი ჩაითვალოს მრავალფაქტორულ დაავადებად. რისკის ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ კბილის კარიესრეზიდენტობაზე და მისი სტაბილურობის განსაზღვრაზე შეიძლება გაიყოს შემდეგნაირად:

- კბილების კარიოზსაწინააღმდეგო ლოკალური დაცვის უზრუნველყოფა: ემალი და მისი სტრუქტურულობის ელემენტები, ნერწყვი, პირის ღრუს ქსოვილებისა და ორგანოების იმუნიტეტი, მიკროორგანიზმების ცხოველქმედება, საკვებისა და წყლის შედგენილობის, პირის ღრუს ჰიგიენის მდგომარეობა კბილების ბუნებრივი თვითგაწმენდის გათვალისწინებით [5,6].
- კბილების კარიოზსაწინააღმდეგო დაცვის შექმნა მთლიანად ადამიანის ორგანიზმის დონეზე: გენეტიკური ფაქტორები, კბილებისა და კბილ-ყბათა სისტემის მყარი ქსოვილების ადექვატური ფორმირების ადამიანის ეთნოგენეზის პროცესში, ქრონიკული დაავადებები, ადამიანის იმუნური სისტემები, ადამიანის ჯანმრთელობის საერთო მდგომარეობა [7,8].
- განვითარებაში რისკის ხარისხის ზრდისა და კლების პროცესები კბილების მყარი ქსოვილების დაცვაში: ფტორის დეფიციტი, ფსიქოსომატური დაავადებები [9].
- მოცამული ორგანიზმისადმი, როგორც სისტემისადმი გარეგანი სისტემების მეშვეობით გაუშუალოებული მოსახლეობის კარიესით დაავადებების განვითარების ალბათობის უზრუნველყოფა: სოციალურ-ფსიქოლოგიური, ეკონომიური, კულტუროლოგიური, ზოგადპიკიენურ, ორგანიზაციული [10, 11].

კბილების კარიესრეზისტენტობის ხარისხზე ამ ფაქტორების გავლენა სხვადასხვაა და გაისაზღვრება მათი რაოდენობით, კომბინიზაციითა და ორგანიზმის საწყისი მდგომარეობით. მაგრამ წამყვან ფაქტორს წარმოადგენს პირის ღრუს მორფოლოგია.

გარემოსთან უშუალო შეხებაში მყოფი ემალის მუდმივად სხვადასხვა ზემოქმედებების გავლენის ქვეშაა. კბილების რიგებში არსებული რეტენციური პუნქტები, რომლებიც ხელს უწყობს საკვების ნარჩენების დაგროვებას და ორგანული მჟავების გამოყოფას, განაპირობებენ ემალის გახსნას და კარიოზული დეფექტების წარმოშობას და ხელს უწყობენ კარიესის განვითარებას.

ბუნებრივ პირობებში ადგილი აქვს როგორც დემინერალიზაციის პროცესს, ისე რემინერალიზაციის მოვლენასაც, რომლებიც უზრუნველყოფენ კბილის ემალის მინერალური კომპონენტების უწყვეტ განახლებას და კერძოდ მისი ზედაპირული ფენის წარმოშობას. დემინერალიზაცია - ეს კბილების ზედაპირზე მჟავების ზემოქმედების შედეგია, რომელიც პროდუცირდება კბილის ნადები მიკროორგანიზმების მიერ [12]. მრავალ გამოკვლევაში აღნიშნულია, რომ ბაქტერიული ზემოქმედება წარმოადგენს მნიშვნელოვან ეტიოლოგიურ ფაქტორს კარიესის, პარადონტიტისა და პერიმპლანტისათვის.

კბილების ემალის ფიზიკურ-ქიმიური სტაბილურობა მთლიანად დამოკიდებულია გარემომცველი პირის სითხის შედგენილობისა და ქიმიური მდგომარეობისაგან. კარიესის პათოგენეზში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება პირის ღრუს სითხის მდგომარეობას, რომელიც არსებული პირობების მიხედვით შეიძლება ატარებდეს როგორც დემინერალიზებულ ან რემინერალიზებულ პოტენციალს. დადგნილია, ნერწყვის შედგენილობა და თვისებები, რომელსაც გააჩნია მაღალი პლასტიკურობა და მგრძობიარობა არახელშემწყობი ფაქტორების ზემოქმედებისადმი, გავლენას ახდენს კბილების კარიესზე [12].

ნახშირწყლების მიღება კორელირებს პირში ნერწყვის ლაქტობაქტერიების რაოდენობასთან. მათი მომატებული შემცველობა გვხვდება ნერწყვის შემცირებული სეკრეციულობისა და მისი დაბალი ბუფერული ტევადობის შემთხვევაში ნერწყვში გლუკოზის არსებობის დროსაც კი.

ნერწყვში სტრეპტოკოკ მუტანსებისა და ლაქტობაცილების კონცენტრაციები წარმოადგენენ საკვანძო ფაქტორებს კარიესის წარმოშობის ინდივიდუალური რისკის შეფასების დროს. ამ შეფასების საფუძველზე ყალიბდება სამკურნალო პროფილაქტიკური ღონისძიებების ინდივიდუალური პროგრამა [14].

როგორც ცნობილია ნერწყვის ძირითად თვისებას, რომელიც კბილებს კარიესისაგან იცავს, წარმოადგენს საკვები პროდუქტების შაქრისაგან გასუფთავება; კბილის ნადებში მჟავების ნეიტრალიზაცია და ბუფერირება; რემინერალიზაციის პროცესისათვის იონებით უზრუნველყოფა ნერწყვში არსებით გავლენას ახდენს კბილების pH-ის დონეზე.

ნერწყვის შემადგენლობისა და კვების ფაქტორების მიხედვით, იცვლება ემალის ზოგიერთი თვისება, რაც განსაზღვრავს მის კარიესულ რეზისტენტობას. კარიოზული პროცესი პროგრესირებს, თუ ნერწყვის გამოყოფის სიჩქარე კლებულობს, მცირდება ნერწყვის გამოყოფილი რაოდენობა და მატულობს მისი სიბლანტე.

კარიესრეზისტენტობა და კარიესამთვისებლობა უნდა განიხილებოდეს მათი ურ-

თიერთდამოკიდებულობის ასპექტში. ისე როგორც კარიესოგენური ფაქტორები, ისინი შეიძლება იყვნენ სხვადასხვა ძალის. კარიესის წარმოშობა შესაძლებელია მათი ურთიერთქმედების სხვადასხვა ვარიანტების დროს.

თანამედროვე წარმოდგენების მიხედვით, კარიესის მიზეზს წარმოადგენს კბილის ქსოვილებზე მჟავების ხანგრძლივი ზემოქმედება. კბილის ემალზე და კბილის ნადების მჟავიანობის ცვლილებაზე დიდ გავლენას ახდენს ადამიანის მიერ მიღებული საკვები. დე და რემინერალიზაციის პროცესები ემალში ერთმანეთს ენაცვლებიან ნადების მჟავიანობის შესაბამისი მნიშვნელობების დროს. პირის სითხის მჟავიანობის შემცირებისას შეიძლება გაიზარდოს ემალის შეღწევადობა და ამოსასვლელი კბილების მინერალიზაციაც დაირღვეს. არსებობს მონაცემები კარიესიან ბავშვებში ანტიოქსიდანტური სისტემის მაჩვენებლების გაზრდის შესახებ [15]. pH-ის ამა თუ იმ დონის ცვლილების სიდიდე და შენარჩუნების ხანგრძლივობა განისაზღვრება მიკროფლორის, საკვები პროდუქტების პირის სითხის, კბილების რიგებში პოტენციური პირობების თვისებებით [15].

კბილების კარიესის ეტიოლოგიისა და პათოგენეზის დარგში ჩატარებულმა კვლევებმა, რომლებიც უკან ათწლეულებში განხორციელდა, უჩვენებს, რომ კბილების კარიესის წარმოშობის ერთ-ერთ განმსაზღვრელ მომენტს წარმოადგენს ემალის რეზისტენტობის მდგომარეობა. კბილების ქსოვილთა დაბალი რეზისტენტობის პირობებში კარიესოგენური სიტუაცია ვითარდება ადვილად და სწრაფად. ასაკის მიხედვით რეზისტენტობის მაღალი დონის მქონე პირთა რიცხვი მცირდება როგორც ქალებში, ისე მამაკაცებში და ჭარბობს პირები რეზისტენტობის საშუალო და დაბალი დონით. მაგრამ გამოვლენილი მნიშვნელოვანი ჯგუფური განსხვავებები რეზისტენტობის ყოველი დონისათვის ჰიგიენის ინდექსის, ნერწყვის სეკრეციის სიჩქარის, ემალის რემინერალიზაციის და სხვათა მიხედვით.

რიგ კლინიკურ დაკვირვებებში [16] ნაჩვენებია, რომ ემალის მომწიფების დრო დინამიკურია და დამოკიდებულია კბილის ანატომიურ კუთვნილებაზე, მისი განთავსების ადგილზე, კბილის უბნის ტოპოგრაფიაზე, ასევე პირის ღრუს ადგილობრივ ფაქტორებზე (ნერწყვის გამოყოფა, ნახშირწყლების მიღება და სხვ.). ემალის ასაკობრივი ცვლილების ძირითად ნიშანს წარმოადგენს სტრუქტურის ცვალებადობის შემცირება და შესქელება მიკროფლორის კლების შედეგად, რაც ეთანხმება კვლევის შედეგებს ემალის მომწიფების პროცესში კალციუმისა და ფოსფორის შემცველობის ცვლილებათა შესწავლის კუთხით. ემალის შემჭიდროება - ეს არის მაკრო - და მიკროელემენტების მოხვედრის შედეგი, რომლებიც ცვლიან მის ქიმიურ შედგენილობას, სტრუქტურასა და თვისებებს. ეს ფაქტორები ხსნის კარიესით კბილების დაავადების უფრო მაღალ ინტენსიობას ახალგაზრდა ასაკში, ვიდრე ეს მხცოვან ასაკში ხდება. ემალის ჰიპოპლაზია დაკავშირებულია მინერალიზაციის რღვევასთან განსაზღვრულ ასაკში ადგილობრივი და პათოლოგიური ფაქტორების მოქმედების შედეგად, რაც არღვევს ემალის მატრიცის ფორმირებას, მის მინერალიზაციასა და მომწიფებას [17].

მოსახლეობის სტომატოლოგიური სტატუსის შეფასების შედეგების მიხედვით გამოვლენილია პირდაპირი დამოკიდებულება ასაკსა და ჰიგიენურ ინდექსს შორის. ასევე დადასტურებულია, რომ ასაკის მიხედვით მცირდება რეზისტენტობის მაღალი დონის

პირთა რაოდენობა.

ცხოვრების ფორმა - ჯანმრთელობის ჩამომყალიბებელი ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორია. თანამედროვე გამოკვლევებით დადგენილია, რომ არაბალანსირებული კვება, შრომისა და დასვენების რეჟიმის დაუცველობა, ავი ჩვევების არსებობა, არაჯანსაღი გარემო, პროფესიული მავნებლობები წარმოადგენს არახელშემწყობ ფაქტორებს, რომლებიც გავლენას ახდენს მოსახლეობის სტომატოლოგიურ ჯანმრთელობაზე [18].

მოსახლეობის სტომატოლოგიური ჯანმრთელობის ფორმირების არსებით ფაქტორად უნდა ჩაითვალოს კვება. ცხოველებზე და ადამიანებზე ჩატარებული გამოკვლევები ადასტურებენ, რომ კბილების კარიესი შეიძლება განვითარდეს მხოლოდ შაქრებისა და საქაროზების არსებობისას. დადგენილია, რომ სწრაფად ხსნადი ნახშირწყლების მოხმარება მეტწილად შეიძლება გახდეს გადამწყვეტი ფაქტორი pH-ის წანაცვლებაში და მინერალიზაციის პროცესების დარღვევაში, რაც იწვევს კბილების კარიესის წარმოშობას [19]. მაგალითად, 10 გრამი შაქრის მიღება იწვევს ნერწყვში რძის მჟავას ზრდას 10-16 ჯერ მიღებული დამაჯერებელი ეპიდემიოლოგიური მტკიცებულება იმისა, რომ მოსახლეობის ჯგუფში კბილების კარიესის განვრცობადობა და ინტენსიურობა იქნება მაღალი, თუ ორგანიზმის ენერგეტიკული მოხმარების დიდი ნაწილი იფარება გლუკოზის მაღალი შემცველობის საკვები პროდუქტების ხარჯზე.

ცხოველები და მცენარეული წარმოშობის მოხმარების თანაფარდობის დისბალანსი უკანასკნელის სასარგებლოდ ზრდის პარადონტის პათოლოგიის განვითარების რისკს. რაციონში კალციუმის მარილების შემცველობის კლება ზრდის პარადონტის პათოლოგიის განვითარების ალბათობას, ხელს უწყობს კბილების კარიესის განვითარების ინტენსიობის მომატებას.

მრავალი მკვლევარი [20] თვლის, რომ პარადონტის მდგომარეობის შენარჩუნებაში არსებით როლს თამაშობს სრულფასოვანი კვება. უკანასკნელ ხანებში დიდი ყურადღება ექცევა სპეციალიზირებული კარიოზსაწინააღმდეგო დიეტის შემუშავებასა და დამკვიდრებას [21]. სპეციალისტთა აზრით კარიოზის საწინააღმდეგო დიეტა უნდა შეიცავდეს მიკრო და მაკროელემენტებს, ვიტამინებს, ცილების ბალანსირებულ რაოდენობას, ცხიმებსა და ნახშირწყლებს. მენიუ უნდა გამრავალფეროვნდეს მასში ხილის, მწვანე ხილისა და რძის პროდუქტების შეტანით და საქაროზის გამორიცხვით.

რიგი გამოკვლევებისა ადასტურებს კარიოზული პროცესების დამოკიდებულებას გარემოპირობებზე, რომლის სხვადასხვა ფაქტორები იწვევენ ორგანიზმში მეტაბოლიზმის რღვევას, რაც პირის ღრუს ორგანიზმებში მეტაბოლიზმის რღვევას, რაც პირის ღრუს ორგანიზმებში და ქსოვილებში იწვევს პათოლოგიურ ცვლილებებს. ზრდასრული მოსახლეობის სტომატოლოგიურ ჯანმრთელობაზე ეკოლოგიური ფაქტორების გავლენის შესწავლისას იკვეთება კარიესის ინტენსიობისა და გავრცელების მკვთრი დამოკიდებულება ეკოლოგიურ სიტუაციაზე [22].

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით [23, 24] დადგენილია, რომ პირის ღრუს დაავადებების განვითარებაზე გავლენას ახდენს საწარმოო - პროფესიული ფაქტორები. კომპლექსური სტომატოლოგიური გამოკვლევებით გამოვლინდა კარიოზული და არაკარიო-

ზული წარმოშობის კბილების მყარი ქსოვილების დაავადებებისა და გართულებების მაღალი განვრცობადობა. ასევე დადსტურებულია იმუნური სტატუსის მდგომარეობის დამოკიდებულება პირის ღრუს ელემენტური ჰომესტაზის ცვლილებაზე.

უკანასკნელ ხანებში აღინიშნება მრავალფეროვანი ფაქტორები, რომელიც იწვევს პარადონტის ქსოვილის ცვლილებას. აღმოჩენილია, რომ ფსიქოემოციური სტრესის განსაზღვრული სახეები ნერწყვში იწვევენ კალიკრეინის, კატექოლამინების, კარტიზოლის დონის ცვლილებას, თავისუფალრადიკალური პროცესების ანტიოქსიდანტური სისტემის ფერმენტების ვარიაბელობას. ემოციური სტრესი მნიშვნელოვნად ასუსტებენ ორგანიზმის დამცავ ფაქტორებს და ამ ფონზე უფრო აქტიურდებიან ადგილობრივი აღმგზნებები, რომლებიც ხელს უწყობენ პირის ღრუს ანთებითი პროცესების განვითარებას.

რიგი ჩატარებული გამოკვლევებისა მოწმობენ პარადონტის დაავადებათა წარმოებაზე ფსიქოსოციალური ფაქტორების გავლენაზე. მათ შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია სამუშაოზე ან ოჯახში არსებული ნევროზულობა. მაღალი მნიშვნელობა განისაზღვრება ფიზიკური და გონებრივი დადლილობის ფაქტორებისათვის.

უკანასკნელი პერიოდის გამოკვლევებით მტკიცდება კბილების კარიესისა და პაროდონტის დაავადებათა მაღალი განვრცობადობა პათოლოგიების მქონე პაციენტებში [24]. ნებისმიერი ლოკალიზაციის პათოლოგიური პროცესი მეტნაკლებად ახდენს გავლენას მთელი ორგანიზმის სისტემებზე და სხვადასხვა ორგანოებზე. პირის ღრუს ორგანოებიც არაა გამონაკლისი. ორგანიზმის არასპეციფიკური რეზისტენტობის დარღვევა გადატანილი და არსებული სომატური დაავადებების გამო არის კარიესოგენური სიტუაცია.

დადგენილია, რომ ქალებში ხშირად კარიესისა და პაროდონტის დაავადებები წარმოიქმნება ჰორმონალური გადაწყობის დროს, როცა ხდება ორგანიზმში ქალური სასქესო ჰორმონების შემცველობის დაქვეითება. გამოკვლევებმა უჩვენეს ქალებში კბილებისა და პაროდონტის მდგომარეობის გაუარესება და მინერალური მიმოცვლის რღვევა, რაც დაკავშირებულია ორგანიზმში ესტროგენების რაოდენობის შემცირებასთან.

ითვლება, რომ ორსულობის დროს კარიესის წარმოშობის მომატებული რისკი დაკავშირებულია პირის ღრუს ჰიგიენის დროებით გაუარესებასთან, კვების ცვლილებასთან, საკვებში ნახშირწყლების შემცველობის გაზრდასთან. გარდა ამისა, ორსულობაში ჰორმონალური გადაწყობის შედეგად ხშირად ქვეითდება სანერწყვე ჯირკვლების ფუნქციონალური აქტიურობა, მცირდება ნერწყვის გამოყოფა, ნელდება ემალის რემინერალიზაციის პროცესი. ორსული ქალების სტომატოლოგიური სტატუსის გამოკვლევამ უჩვენა კარიესისა და პაროდონტის მკურნალობის მაღალი სიხშირე [25]. ესტროგენები, პროგესტერონი და პროსტაგლანდინი, რომელთა გამომუშავება ძლიერდება ორსულობისას, არღვევენ ღრძილების სისხლით მომარაგებას, მოქმედებენ იმუნიტეტის უჯრედულ რგოლზე, წინააღმდეგობას უწევენ კოლაგენის სინთეზს და ხელს უწყობენ ღრძილქვეშა მიკროფლორის თვისებების ცვლილებას.

უკანასკნელ წლებში გამოჩნდა პუბლიკაციები, მიძღვნილი ისეთი ფაქტორებისადმი, რომლებიც არ იწვევენ ავადობებს, მაგრამ აღრმავებენ ანთებითი პროცესების სიჩქარეს, ადამიანის ორგანიზმს ამზადებს უფრო მგრძობიარეს პარადონტის განვითარებისადმი.

ასეთ ფაქტორებს მიეკუთვნება ადამიანის გენეტიკური სტატუსი [26].

ახალგაზრდობის სტომატოლოგიური ჯანმრთელობის სამედიცინო-სოციალური საფუძვლების ფორმირებისას გამოვლინდა, რომ მათი სტომატოლოგიური აქტიურობის მნიშვნელოვან პარამეტრებს წარმოადგენს სქესი, ასაკი, ადგილსამყოფელი. გარკვეულ გავლენას სტომატოლოგიურ სტატუსზე ახდენს კვალიფიცირებული დახმარებისადმი მიმართვის სიხშირე; მწვავე გართულებებისას სამედიცინო აქტიურობის ინდივიდუალური თავისებურებები; სტომატოლოგთან მკურნალობის შეწყვეტის გადაწყვეტილების მიღების ინდივიდუალური კრიტერიუმები; პროფილაქტიკური რეკომენდაციების დაცვის სისრულე და ხანგრძლივობა; კბილის ჯაგრისისა და პასტის მეშვეობით კბილების წმენდის ჩვევების ფორმირება; პირის ღრუს მოვლის სხვა დამატებითი ხერხების გამოყენების სისწორე და რეგულარობა.

მათთან ერთად კლასიკური დაკვირვებები გვიჩვენებენ, რომ კარიოზული პროცესის ინტენსიობა არც თუ იშვიათად მინიმალურია იმ პირობებში, რომლებიც რეგულარულად არ ეწევიან კბილების ჰიგიენურ მოვლას და მოიხმარენ დიდი რაოდენობის ნახშირწყლებს. ამრიგად, კარიოზული პროცესის აქტიურობა არ შეიძლება აიხსნას მხოლოდ პირის ღრუს არახელშემწყობი ფაქტორების სხვადასხვა სახის ზემოქმედებით.

სტომატოლოგიურ ჯანმრთელობაზე ნეგატიური გავლენის მომხდენი პრიორიტეტულ ფაქტორებს შორის გამოყოფენ პაციენტებში თავისი სტომატოლოგიური ჯანმრთელობის შენარჩუნებისა და სრულყოფილი აღდგენისადმი მოტივაციების არსებობას. მოსახლეობის მნიშვნელოვანი ნაწილის უპასუხისმგებლო დამოკიდებულება საკუთარი ჯანმრთელობისადმი ასევე სერიოზული მიზეზია სტომატოლოგიური დაავადებების რაოდენობის გაზრდის შემთხვევაში. სხვადასხვა ავტორების მონაცემების მიხედვით პირის ღრუს რეგულარულად უვლის რესპოდენტთა ~74%. მათი აზრით, სწორედ პირის ღრუს შინაური ჰიგიენის მოტივაცია წარმოადგენს სტომატოლოგიურ დაავადებათა ეფექტური პროფილაქტიკის განუყოფელ ნაწილს. უნდა აღინიშნოს, რომ გამოკვლევულ პაციენტთა მხოლოდ 30,1% ღელავდა საკუთარი სტომატოლოგიური დაავადებების გამო [27].

მოტივაციის არარსების გარდა, სტომატოლოგიური დაავადებების განვითარებაში განსაკუთრებულ როლს თამაშობს პირის ღრუს ინდივიდუალური ჰიგიენის დარგში ცოდნის არასაკმარისი დონე. გამოვლენილია მოსახლეობის არასაკმარისი გაცნობიერება სტომატოლოგიურ დაავადებათა საკითხები. მაგალითად, ზრდასრული მოსახლეობის 90%-ს აღმოაჩნდა არასაკმარისი ცოდნა ამ დარგში [28].

ამრიგად მოსახლეობის სტომატოლოგიურ სტატუსზე მოქმედებს მთელი რიგი ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრული პირობების არსებობისას ხდებიან სტომატოლოგიურ დაავადებათა მიზეზები. რისკის ფაქტორების განსაზღვრა, მათი რაოდენობრივი დახასიათება ფაქტორთა ნაკრების მიხედვით პროფილაქტიკური ინდივიდუალიზირების საშუალებას იძლევა. ლიტერატურული მონაცემები ადასტურებენ, რომ სტომატოლოგთა დროული მისვლა პროფილაქტიკური მიზნით; ექიმის რეკომენდაციების დროული შესრულება; საკვები პროდუქტების მიღების სიხშირის შემცირება, რომელთა შემადგენლობაშიც შედის რაფინირებული შაქარშემცველი კომპონენტები და კვების რეჟიმის ბალანსირება დაგვეხმარება სტომატოლოგიური ჯანმრთელობის შენარჩუნებაში.

ლიტერატურა

1. Choi. Y.H., Park H.W., et al. Changing patterns in the association between regional socio-economic context and dental caries experience according to gender and age. *Int.J. Health Geogr.*, 2012, Vol 28, №11.
2. Пашаев А.Г. Влияние природно – климатических факторов на уровень паразитичности основными стоматологическими и заболеваниями. журнал, №2, 2009
3. ჯიქია მ., დავარაშვილი ხ., ჟვიტიაშვილი თ., ადეიშვილი მ. სტომატოლოგიურ დაავადებათა გავრცელება სხვადასხვა ქვეყნის ზრდასრულ მოსახლეობაში. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომები, ტ. IX, ქუთაისი, 2023.
4. Cicek Y. Effect of tongue brushing on oral malodor in adolescents. *Pediatr. Int.*, Vol. 45, №6, 2003
5. Томбен Ж. Мотивация: Решающий фактор при профилактике. Новое в стоматологии, №1, 2013
6. Wott R.G. Dental caries, sugars and food policy. *Arch Dis Child*, Vol. 97, №9, 2012
7. Bansal A., Ingle N.A. et al. Recent advancements in fluoride. A systematic review. *Electronic resource. I. of International Society of Preventive and Community Dentistry.* 2015, Vol. 5, №5
8. Курякина Н.В. Профилактическая стоматология. Мед. Книга. Н. Н. Новгород, НГМА, 2003
9. U. S. Public Health Service Recommendation for Fluoride Concentration in Drinking Water for the Prevention of Dental Caries. *Public Health Reports*, Vol. 130, 2015
10. Locker D. Self-esteem and socioeconomic disparities in self-perceived oral health. *I. Public*
11. Булкина Н. Анализ распространенности и интенсивности кариеса зубов среди ключевых возрастных групп взрослого населения Г. Саратова.
12. Brote W.A. Anginine metabolism in dental plaque is associated with tooth surface dental caries status. *I. Evid Based Dent pract.* Vol. 14, №1, 2014
13. ადეიშვილი თ., ჯიქია მ., ჟვიტიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ. პირის ღრუს მდგომარეობის გავლენა კუჭ-ნაწლავის დაავადებებზე. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომები, ტ. IX, ქუთაისი, 2023
14. Лаурис Д. Диагностика и терапия индивидуального риска возникновения Кариеса. *New in Dentistry*, 2003, p, 31-35 (In Russ)
15. Andersen P. Critical PH in resting and stimulated whole saliva in groups of children. *Int. J. Pediatr. Dent*, Vol. 11, 2001
16. Leontyev V.K. et al. Prevention of dental diseases, M., 416 (in Russ.)
17. Маркус Н. Биохимический экспресс-тест, предназначенный для диагностики кариеса. Новое в стоматологии, №6, 2003
18. ადეიშვილი თ., ჟვიტიაშვილი თ. და სხვ. მედიცინის საბუნებისმეტყველო საფუძვლები. ნაწილი 1, ქუთაისი, 2014
19. Аллаис Г. Кариес – Биологические факторы. Новое в стоматологии, №2, 2008
20. ადეიშვილი თ., ჟვიტიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ., ადეიშვილი მ. სტომატოლოგიური ეკოლოგიის ზოგიერთი აქტიური პრობლემის შესახებ. ს/კ-ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების მოხსენებათა კრებული, ქუთაისი, 2013
21. Ngom P.I. et al. Influence of orthodontic anomalies on periodontal condition. *Odontostomal. Trop.* Vol. 30, 2007
22. ადეიშვილი თ., ჟვიტიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ., ჯიქია მ. მთვარის ფაზების გავლენა

კბილებზე. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომები, ტომი VII, თელავი-თბილისი, 2020

23. Кустов И.Н. Экологические и профессиональные фкторы, влияющие на стоматологических осложнения. Publik Health and Environment, №26 2011
24. Callie A. Carries risk assessment: new perspectives for the dental team. Prim. Dent. I., Vol. 2, №3, 2013
25. Попова Н.С. Стоматологические заболевания и уровень санитарно – гигиенистических знаний беременныч женщин. Мед. Журнал, №1, 2013ю
26. Agerbak M.R. Microbiological composition associated with gene... I. Periodontal 77, 8, 2006
27. Francisco E., et al Dental Hygienists Knowledge, attitudes and practice behaviors regarding caries risk assessment and management, I. Dent. Hyg., 87, 6, 2013
28. White D.A., et al. Adalt Dental Health Survey 2009: Common oral health condition and their impact on the population. Dent I., №7, 2013

Factors Influencing The Dental Status of Population Summary

Determination of risk factors, their quantitative characteristics allows individualizing preventive measures depending on a set of factors. Literature date confirm that timely visits to the dentist for preventive purposes, the implementation of the doctors recommendation for individual preventive measures, reducing the frequency of food intake, which include refined sugar-containing component, balancing the diet will help maintain dental health.

**ფხვნილთა მეტალურგია, კომპოზიციური მასალები
კატალიზური ნეიტრალიზატორის მიღება თვითგავრცელებადი
მაღალტემპერატურული სინთეზით (თმს)**

**ამირან ხვადაგიანი, მერაბ ირემაძე, დავით ზალკალიანი, დავით ირემაძე,
მიხეილ ქოჩიაშვილი, ვეფხვია ზივზივაძე, რევაზი ფილია
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი**

***აბსტრაქტი:** კვლევის მიზანია თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის (თმს) მეთოდის გამოყენებით ახალი კლასის კატალიზური ნეიტრალიზატორის მიღების ინოვაციური ტექნოლოგიური პროცესისა და მისი თეორიული საფუძვლების შემუშავება. აღნიშნული კატალიზური ნეიტრალიზატორი წარმატებით ჩაანაცვლებს საავტომობილო მრეწველობაში დღესდღეობით გამოყენებულ ანალოგიურ ძვირადღირებულ ნაკეთობას და მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობას. ნაშრომში გაანალიზებულია ინოვაციური თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობები ახალი კლასის კატალიზური ნეიტრალიზატორის მისაღებად და დასახულია ამოცანები, რომლებიც საშუალებას მოგვცემს გადაიჭრას ისეთი მნიშვნელოვანი საკითხი, როგორცაა ავტომობილების მიერ გარემოს დაბინძურების პრობლემა.*

***საკვანძო სიტყვები:** ეკოლოგია, ნაშენი აირები, კატალიზატორი, ფორიანი მასალები, თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზი.*

ეკოლოგია ამ საუკუნის გლობალური პრობლემაა. ტექნიკურ პროგრესთან ერთად იზრდება ეკოლოგიური პრობლემებიც. ეკოლოგიური საფრთხეების ერთ-ერთი ძირითადი გამომწვევი ფაქტორია ავტომობილების გამონაბოლქვი აირები. ავტოტრანსპორტის წილი გარემოს დაბინძურებაში 90%-ზე მეტია. განვითარებად ქვეყნებში განსაკუთრებით მწვავედ დგას ეს პრობლემა, რადგანაც ძირითადად მეორადი ავტომობილების მოხმარება ხდება. საქართველოში, განსაკუთრებით კი თბილისში ჰაერის დაბინძურების მაჩვენებელი ძალიან მაღალია და ევროპის ქვეყნებთან შედარებით თითქმის 3-ჯერ აღემატება ნორმას, მაშინ როცა ვაშინგტონში ჰაერის დაბინძურება ნორმაზე 10%-ით დაბალია.

ავტომობილის მიერ ატმოსფეროს დაბინძურების მოცულობას ძირითადად განსაზღვრავს საწვავის ხარისხი და ავტომობილში გამოყენებული კატალიზური ნეიტრალიზატორის ვარგისიანობა. საქართველოში დღეისათვის 1 მილიონ 200 ათასამდე ავტომობილია. მათგან 90%-ზე მეტს ფიზიკური ცვეთის გამო კატალიზური ნეიტრალიზატორი ნაწილობრივ, ან უფრო ხშირად მთლიანად, მწყობრიდან აქვს გამოსული, რის გამოც მაღალია გამონაბოლქვი აირების რაოდენობა და ტოქსიკურობაც მასში ნახშირბადის მონოქსიდის (CO), აზოტის ოქსიდების (NO_x) და ნახშირწყალბადების (CH) არსებობის ხარჯზე.

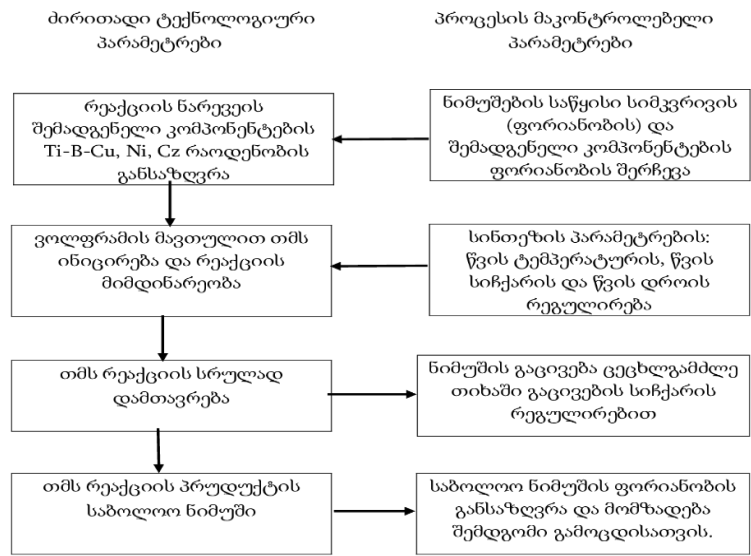
დღეისათვის ავტომობილებში გამოყენებული კატალიზური ნეიტრალიზატორები შეიცავს იშვიათ, ძვირადღირებულ ლითონებს (პლატინა, პალადიუმი, რადიუმი) და მიიღება რთული მრავალსტადიური ენერგოტევადი ტექნოლოგიით, რის გამოც მათი თვითღირებულება (იცვლება მანქანის ფასის მიხედვით) ძალიან მაღალია. აღნიშნულის გამო ნაკეთობა დეფიციტურია, ძვირადღირებულია და პრობლემურია მისი გამოცვლა. არსებული ტექნოლოგიით პირველ ეტაპზე ხდება კატალიზური ნეიტრალიზატორის ლითონური, ან

კერამიკული, ფილტრების მიღება, ხოლო მეორე ეტაპზე ამ ფილტრების დაფარვა ძვირფასი ლითონებით.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ახალი თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის (თმს) მეთოდით ერთ სტადიაში ვღებულობთ ფილტრებს სასურველი ქიმიური შედგენლობით და ფორიანობით, რომლებშიც ძვირფასი ლითონები ჩანაცვლებული იქნება გაცილებით იაფი ლითონებით. აქედან გამომდინარე ჩვენს მიერ მიღებული პროდუქტის თვითღირებულება გაცილებით ნაკლები იქნება ამჟამად არსებულ პროდუქტებთან შედარებით[1].

წარმოდგენილი ნაშრომის მიზანია თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის მეთოდით ახალი კლასის კატალიზური ნეიტრალიზატორების მიღების შესაძლებლობების კვლევა, რომელშიც ძვირფასი ლითონები (პლატინა, რადიუმი, პალადიუმი) მთლიანად ან ნაწილობრივ ჩანაცვლებული იქნება გაცილებით იაფი ლითონებით (სპილენძი, ნიკელი, ქრომი). საქართველო იმ ქვეყანათა რიცხვს მიეკუთვნება, რომლებმაც ერთ-ერთმა პირველებმა დაიწყეს თმს მეთოდის მეცნიერული საფუძვლების და ტექნოლოგიების განვითარება. ეს არის ენერგოდამზოვი, ეკოლოგიურად სუფთა ახალი ტექნოლოგიები. ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა მცირე ენერგოდანახარჯებისა და მარტივი აპარატურის გამოყენებით მივიღოთ უნიკალური თვისებების მქონე მასალები[2].

ნახაზზე 1. მოცემულია თმს მეთოდით ნამზადების მიღების ტექნოლოგიური ციკლის სტრუქტურული სქემა:



ნახაზი 1

თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზით (თმს) მიღებული მასალის სტრუქტურა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ყალიბდება მისი დამზადების სტადიაზე. ეს მიიღწევა საწყისი პროდუქტების შემადგენლობისა და დამზადებისას ტექნოლოგიური რეჟიმების სწორი შერჩევის, დამზადების პროცესზე ზემოქმედების და სტრუქტურის

ფორიანობის მართვის გზით [3].

თმს მეთოდით ფორიანი მასალების მისაღებად პირველ ეტაპზე აუცილებელია სწორად შეირჩეს რეაქციის საწყისი კომპონენტები. ამის შემდეგ მოხდეს შერჩეული კომპონენტების არევა სპეციალურ შემრევ მოწყობილობაში (ჩვენს შემთხვევაში გამოყენებული იქნა მბრუნავი თვალი). კომპონენტების კარგად არევის შემდგომ, ხდება სპეციალურ წნეხ-ფორმაში დაწნეხვის მეთოდით მიღებული მასიდან სასურველი ფორმის ნიმუშის მიღება. მიღებული ნიმუში თავსდება კამერაში, სადაც მიმდინარეობს თმს სინთეზი. ეგზოთერმული რეაქციის დასაწყებად ნიმუშთან მიყვანილია ვოლფრამის სპირალი. მისი გახურების შემდეგ ნიმუშში აღიძვრება რეაქცია. რეაქციის ტემპერატურა დამოკიდებულია ნიმუშში შემცველი კომპონენტების თანაფარდობაზე. ჩვენს შემთხვევაში რეაქცია მიმდინარეობს Ti-სა და B-ს შორის. წვის ტემპერატურა შეადგენს 1800-2300°C. საწყის კაზმში გარკვეული რაოდენობით დამატებულია სპილენძი, ნიკელი და ქრომი, რომლებიც რეაქციაში მონაწილეობას არ ღებულობენ და საბოლოოდ რჩებიან თავისუფალი ელემენტების სახით. მათ ხარჯზე მიმდინარეობს ავტომობილების მიერ გამონაბოლქვი ტოქსიკური აირების მინიმუმამდე დაყვანა. საწყისი კომპონენტების დისპერსიულობის სწორად შერჩევა განსაზღვრავს საბოლოო პროდუქტის ფორიანობას.

თმს პროცესის მიზანია არა წვის ტემპერატურისა და სიჩქარის მართვა, არამედ ისეთი საბოლოო პროდუქტის მიკროსტრუქტურის მიღება, რომელიც განსაზღვრავს მის თვისებებს.

საფილტრე მასალების ანალიზმა გვიჩვენა თმს მეთოდით მიღებული მასალების უპირატესობა, როგორც დამზადების ტექნოლოგიის, ასევე საექსპლუატაციო თვისებების მხრივ მათი გამოყენებისას შიგაწვის ძრავების კატალიზურ ნეიტრალიზატორებში და სხვა სფეროებშიც.

თმს მეთოდის გამოყენება კატალიზური ნეიტრალიზატორის მიღების საქმეში (ვფლობთ პატენტს გამოგონებაზე) მნიშვნელოვან სიახლეს წარმოადგენს ავტომრეწველობის განვითარებისთვის, რითაც შესაძლებელი გახდება ამ ნაკეთობის მიღების რთული ტრადიციული ტექნოლოგია შეიცვალოს მარტივი ენერგოეფექტური მეთოდით. თმს-ის დროს საწყისი კომპონენტების სწორი შერჩევა, რომელთა შორის მიმდინარეობს ეგზოთერმული რეაქცია მაღალი ტემპერატურით, საშუალებას იძლევა ერთ სტადიაში მიღებულ იქნას ფორიანი ნაკეთობა სასურველი ქიმიური შედგენილობით, რომელიც შემდგომში გამოიყენებული იქნება, როგორც კატალიზური ნეიტრალიზატორი.

კვლევა საშუალებას იძლევა გადაიჭრას ისეთი მნიშვნელოვანი საკითხი, როგორცაა ავტომობილების მიერ გარემოს დაბინძურების პრობლემა. პროექტის განხორციელებით შესაძლებელია შეიცვალოს საავტომობილო მრეწველობაში გამოყენებული ძვირადღირებული კატალიზური ნეიტრალიზატორები გაცილებით იაფი, მარტივი ტექნოლოგიით მიღებული შესაბამისი ნაკეთობით [4].

თმს მეთოდით კატალიზური ნეიტრალიზატორების მიღების ტექნოლოგიის შემუშავება აქტუალურია როგორც ეკოლოგიური, ასევე ტექნოლოგიური და ეკონომიკური კუთხით და მნიშვნელოვანია როგორც ჩვენი ქვეყნის, ასევე გლობალური მასშტაბით.

კვლევა განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით - გრანტი №AR-22-2439

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ა. ხვადაგიანი. „თმს მეთოდით მიღებული სალი შენადნობების სისალე“. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, № 8, 1997 წ.
2. ა. ხვადაგიანი. „თმს მეთოდით მიღებული უვოლფრამო სალი შენადნობების თერმომედეგობა“. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, № 9, 1997 წ.
3. A. Khvadagiani, M. Iremadze, D. Robakidze. Properties of new hard alloys based on borides of transition metals. International scientific Journal „Problems of Mechanics“. No.1(54), Tbilisi, 2014, pp.48-51
4. A. Chkheidze, V. Zivzivadze, M. Qochiashvili, D. Iremadze. The study of a new class of boride-based alloys obtained by method of self-propagating HIGH-temperature synthesis. International scientific Journal „Problems of Mechanics“. No.1(90), Tbilisi, 2023, pp.33-38

Powder metallurgy, Composite materials Obtaining of catalytic neutralizer by self-propagating high-temperature synthesis (SHS) Summary

The goal of the research is to develop an innovative technological process and its theoretical foundations for obtaining a new class of catalytic neutralizer using the self-propagating high-temperature synthesis (SHS) method. The mentioned catalytic neutralizer will successfully replace the similar expensive products used in the automotive industry today and will significantly improve the ecological condition of the environment.

The paper analyzes the possibilities of using an innovative self-propagating high-temperature synthesis method to obtain a new class of catalytic neutralizer and sets out tasks that will allow us to tackle important environmental challenges such as the problem of vehicle pollution.

მიკრომიცეტის ფიტოტოქსიურობის გავლენა ეკონომიკურად მნიშვნელოვანი პარკოსნების გალივებაზე

რუსუდან დუმბაძე, საბა გოგიტიძე, მარი ართმელაძე,
გალინა მეფარიშვილი, ლამზირი გორგილაძე
ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: კლიმატის ცვლილების მიმდინარე ფონზე, დღეისათვის თანდათან იზრდება მიკრომიცეტების ფიტოტოქსიური ნივთიერებების კვლევის აქტუალობა, რადგან ისინი იწვევენ ეკონომიკურად მნიშვნელოვანი კულტურების მოსავლიანობის შემცირებას. მრავალი მიკრომიცეტის მიერ წარმოქმნილი მეორადი მეტაბოლიტები, როგორცაა მიკოტოქსინები, ალერგენები და ფერმენტები, იწვევენ ადამიანის, ცხოველების და მცენარეების დაავადებებს.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ტოქსინების პროდუცენტი სოკოვანი მიკროორგანიზმების - *Alternaria*-ს და *Fusarium*-ს ფიტოტოქსიკური აქტივობის დადგენა მარცვლოვანთა თესლების ღვივის განვითარებაზე. ბიოანალიზის მეთოდის გამოყენებით, გამოკვლეულ იქნა აღნიშნული გვარის სოკოების კულტურალური არეების ტოქსიკურობა, რომლებიც გამოყოფილია დაავადებული კვივის, ჟოლოს, მოცვის, პომიდორისა და კარტოფილის ფესვებიდან და ჩითილებიდან. სოკოს ფიტოტოქსიურობა შეფასდა ხორბლის ჯიში "ზეზოსტაია 1"-ს და სიმინდის ჯიშის - "აჯამეთის თეთრი" დამუშავებული კულტურალური სითხით, რომელიც მიღებული იყო სოკოს მიცელიუმის კულტივირებით ჩაპკას სინთეტიკურ თხევად საკვებ არეზე. ფილტრატის ფიტოტოქსიკურობა შეფასდა ხორბლისა და სიმინდის თესლის გალივებაზე, ღვივის განვითარებაზე და ფესვის სიგრძეზე. ასევე შესწავლილი იქნა ბიოფუნგიციდ "ფიტოსპორინ-M"-ის ეფექტურობა მცენარეთა სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადებებისგან დამცავ ფუნქციაში. კვლევის შედეგები მიუთითებს, რომ *Alternaria* და *Fusarium* სოკოები ავლენენ მნიშვნელოვან ფიტოტოქსიურ აქტივობას, რაც იწვევს მარცვლეულის თესლში დაბინძურების მაღალ დონეს, ხოლო "Fitosporin-M" ავლენს ძლიერ ბიოფუნგიციდურ თვისებებს და ხელს უწყობს მცენარეთა ეფექტურ ზრდას.

შესავალი. დღევანდელ ცვალებად სამყაროში საკვები პროდუქტების უსაფრთხოება ადამიანის ძირითად საზრუნავია. მიკრობიოლოგიური და ქიმიური საფრთხეები შემაფრთხილებელია, განსაკუთრებით ბოლო წლებში. ცოტა ხნის წინ, ზოგიერთი სოკოს მიერ წარმოებული ტოქსინები, ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ მნიშვნელოვან საფრთხედ აღიარა [1]. ცნობილია, რომ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის 10%-მდე იკარგება ფიტოპათოგენური სოკოებით გამოწვეული ინფექციებით, მცენარის ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდში. ამიტომ, უაღრესად მნიშვნელოვანია მცენარის განვითარების ადრეულ ეტაპებზე პათოგენური მიკროფლორის გამოვლენა[5].

ფიტოპათოგენური სოკოებით დაბინძურებული საკვები შეიძლება წარმოადგენდეს პოტენციურ საფრთხეს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის, რადგან მათი მეტაბოლიტები შესაძლოა შეიცავდნენ ტოქსიკურ მეორად მეტაბოლიტს ანუ მიკოტოქსინს. მიკოტოქსინები კი - ტოქსიკური ნივთიერებების ერთ-ერთი სახეა..

დღეისათვის, ცნობილია 300-მდე მიკოტოქსინი, რომელთაგან დაახლოებით 20 სურსათის დამაბინძურებელია. სოკოს ფიტოტოქსიური მეორადი მეტაბოლიტები მცენარეებისთვის შხამიანი ნივთიერებებია, რომლებიც აზიანებენ ცოცხალ მცენარეულ ქსოვილებს და იწვევენ მათ სიკვდილს.

ფიტოტოქსინებს ძირითადად აწარმოებენ მიკროსკოპული ზომის (მიკრომიცეტები) შემდეგი ფიტოპათოგენური სოკოები: *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Helminthosporium* და *Phoma*. *Alternaria*-ს სახეობები. ისინი პასუხისმგებელი არიან მნიშვნელოვანი აგრარული კულტურების მძიმე დაავადებებზე [7].

აქედან გამომდინარე, წინამდებარე ნაშრომის კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ფიტოტოქსინების პროდუცენტი პარაზიტული სოკოვანი მიკროორგანიზმების *Alternaria*-სა და *Fusarium*-ის ფიტოტოქსიკური თავისებურებების შესწავლა ხორბლის და სიმინდის მარცვალზე და მათი ფიტოტოქსიკური აქტივობის დადგენა თესლების ინჰიბირებაზე. ასევე, მცენარეთა დამცავი სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადებებისგან, ბიოფუნგიციდის - „ფიტოსპორინ-M“ ეფექტურობის დადგენა ფიტოტოქსინების მიმართ.

კვლევის მეთოდი. ფიტოტოქსინების გამოსავლენად და ფიტოტოქსიკური ეფექტის შესასწავლად გამოყენებული იქნა ბიოტესტის მეთოდი [2]. სოკოების ფიტოტოქსიკურობის გამოსავლენად გამოვიყენეთ ფიტოპათოლოგიის და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის ფიტოპათოგენთა კოლექციაში არსებული მნიშვნელოვანი აგრარული კულტურებიდან (კივი, ჟოლო, მოცვი, კარტოფილი, პომიდორი) გამოყოფილი სოკოვანი მიკროორგანიზმები - *Alternaria* და *Fusarium*, რომელთა 12 დღიანი კულტურები შევიტანეთ სინთეტიკურ თხევად ჩაპეკას საკვებ არეზე და 10 დღის განმავლობაში მოვათავსეთ ორბიტალურ სანჯღრეველაზე.

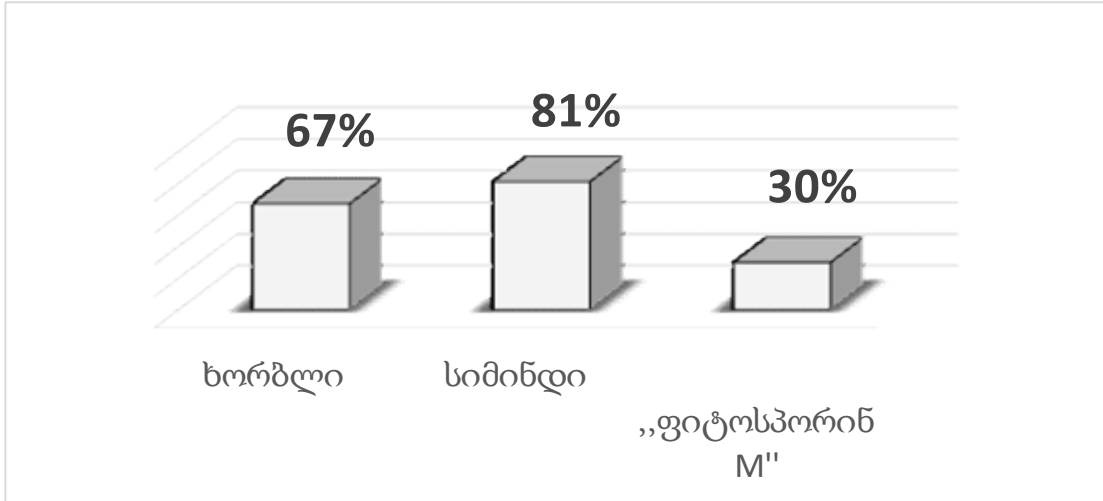
ცდის თითოეული ვარიანტისათვის ავიღეთ ხორბლისა და სიმინდის 50-50 მარცვალი. გარეცხილი თესლი ჩავალბეთ თბილ წყალში 5 სთ-ის განმავლობაში. შემდეგ კი 5-7 დღის განმავლობაში 25-26°C ვატენიანებდით. თესლის აღმოცენების ინტენსივობა და საცდელი კულტურის აღმონაცენის განვითარება შეფასდა ინკუბაციის მე-5 დღეს. სოკოს შტამების კულტურალური სითხის ფილტრატის ფიტოტოქსიკურობა და ზრდის ინჰიბირება განვსაზღვრეთ ზრდის ეფექტით: გაღვივებული თესლის რაოდენობით, ღვიისა და ფესვის სიგრძით. შედეგების აღრიცხვა, გაზომვა, საშუალო მაჩვენებლების გამოთვლა და შეფასება მოხდა მილიმეტრებში. მიღებული პროცენტული მაჩვენებლები შევადარეთ საკონტროლო ვარიანტს. წყალში გაღვივებული თესლები ჩაითვალა საკონტროლოდ როგორც 100%.

ტოქსიკურად ითვლება სატესტო კულტურები, როცა ხდება თესლის ჩანასახის შემცირება, ზრდის დათრგუნვა, გაღვივების შეზღუდვა 30%-ით კონტროლთან შედარებით [3]. ფიტოტოქსინების მიმართ ეფექტურობის შესასწავლად, ცდის ერთ ვარიანტში დავამატეთ მცენარეთა დამცავი ბიოპრეპარატი - „ფიტოსპორინ-M“.

კვლევის შედეგები

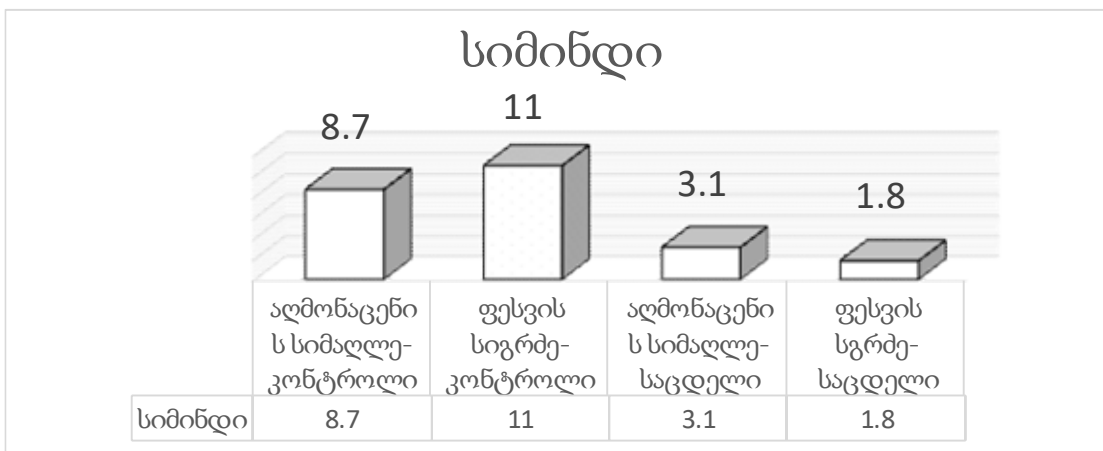
Alternaria-სა და *Fusarium*-ის ფილტრატების ფიტოტოქსიკურობის შეფასება ხორბლისა და სიმინდის თესლებზე ზემოქმედებიდან 7 დღის შემდეგ, მიუთითებს თესლის გაღვივების მნიშვნელოვან დათრგუნვაზე.

დიაგრამა 1. თესლის ინჰიბირების საშუალო მაჩვენებელი



დიაგრამა 1-დან ჩანს, რომ სიმინდის თესლებმა აჩვენეს გაღვივების ყველაზე მაღალი ინჰიბირება - 81%, ხოლო ხორბალმა კი - 67%. ამის საპირისპიროდ, Fitosporin-M-ით დამუშავებულმა თესლებმა აჩვენეს ინჰიბირების გაცილებით დაბალი რიცხვი -30%. სავარაუდოა, რომ Fitosporin-M არა მხოლოდ უზრუნველყოფს დაცვას, არამედ ამცირებს სოკოვანი ფილტრატების ინჰიბიტორულ ეფექტებს. გარდა ამისა, სოკოს ფილტრატების ფიტოტოქსიკურობამ ასევე უარყოფითად იმოქმედა სიმინდის ნერგების ზრდაზე და ფესვის სიგრძეზე საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით. ეს ხაზს უსვამს ალტერნარიასა და ფუსარიუმის ძლიერ ფიტოტოქსიურ ზემოქმედებას მარცვლოვან კულტურებზე და "ფიტოსპორინ-M"-ის პოტენციურ ეფექტურობას ამ უარყოფითი ეფექტების შესამცირებლად.

დიაგრამა 2.

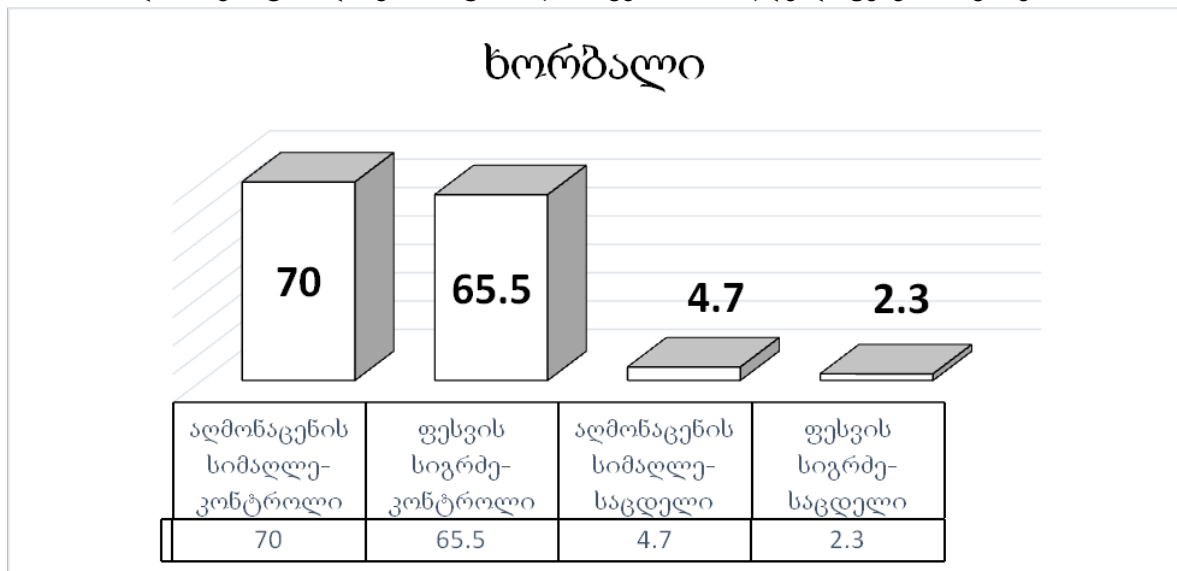


სიმინდის აღმონაცენისა და ფესვის სიგრძის ზრდის მონაცემების ანალიზის შედეგად ირკვევა, რომ *Alternaria*-სა და *Fusarium*-ის სოკოების ფილტრატები მნიშვნელოვნად აფერხებენ მცენარის განვითარებას. კერძოდ, *Alternaria*-ს ფილტრატის ზემოქმედებით სიმინდის აღმონაცენის საშუალო სიგრძე შეადგენს 8.7 ერთეულს, ხოლო ფესვის სიგრძე მცირდება და შეადგენს 3.1 ერთეულს. *Fusarium*-ის ფილტრატმა კი სიმინდის აღმონაცენის სიგრძე გაზარდა 11 ერთეულამდე, თუმცა ამავე დროს ფესვის სიგრძე მნიშვნელოვნად შემცირდა და მხოლოდ 1.8 ერთეული შეადგინა.

შედეგებიდან ჩანს, რომ *Fusarium*-ის სოკოს ზეგავლენა სიმინდის ფესვების ზრდაზე მეტად გამოხატულია, რაც მის მაღალ ფიტოტოქსიურობას ადასტურებს. მიუხედავად იმისა, რომ *Alternaria*-ს ფილტრატი ასევე ავლენს ნეგატიურ ზემოქმედებას, *Fusarium*-თან შედარებით ნაკლებად აფერხებს ფესვების ზრდას. აღნიშნული შედეგები მიუთითებს, რომ ორივე სოკო მნიშვნელოვნად ზემოქმედებს სიმინდის მცენარის განვითარებაზე, თუმცა *Fusarium* გამოირჩევა უფრო გამოკვეთილი ფიტოტოქსიური ზეგავლენით, რაც ფესვის განვითარების კრიტიკულ დაქვეითებაში გამოიხატება.

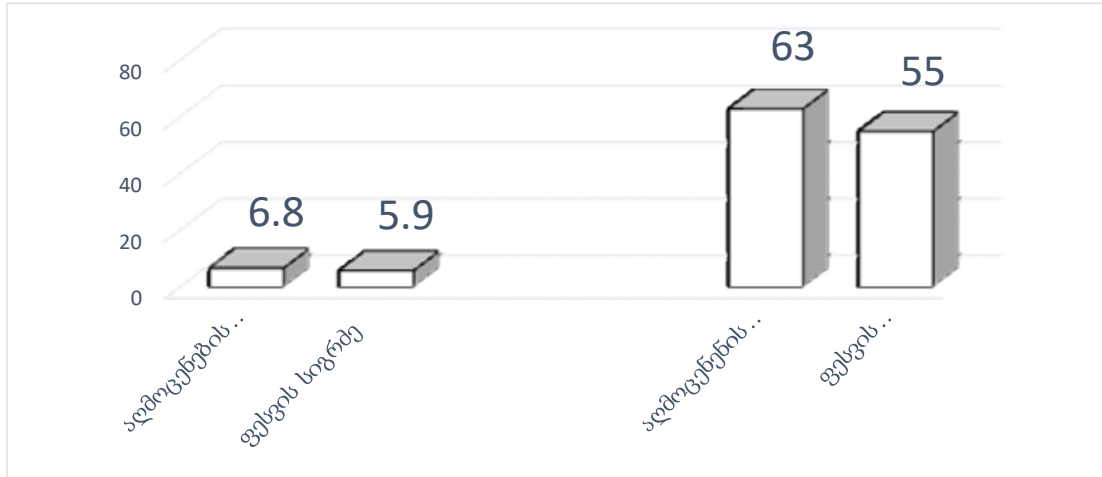
დიაგრამა 3.

ხორბლის საკონტროლო ვარიანტში აღმონაცენის სიმაღლე და ფესვის სიგრძე



ხორბლის საკონტროლო ვარიანტში აღმონაცენის სიმაღლე შეადგენდა 70 მმ-ს, ფესვის სიგრძე - 65,4 მმ, საცდელ ვარიანტებში კი - აღმონაცენის საშუალო სიმაღლე შეადგენდა 4.7 მმ-ს, ფესვის სიგრძე 2,3მმ-ს. ფუსარიუმი ავლენს უფრო ძლიერ ფიტოტოქსიურ ეფექტს როგორც სიმინდზე, ასევე ხორბალზე ალტერნარიასთან შედარებით, განსაკუთრებით ფესვების ზრდის დათრგუნვის თვალსაზრისით. მიუხედავად იმისა, რომ ალტერნარია ასევე გავლენას ახდენს მცენარის ზრდაზე, მისი ეფექტი ნაკლებად მძიმეა. ფესვის სიგრძის მნიშვნელოვანი შემცირება, რომელიც გამოწვეულია ფუსარიუმით ორივე მცენარის

სახეობაში, ხაზს უსვამს მის პოტენციალს, როგორც უფრო საშიშ პათოგენს, რომელსაც შეუძლია სერიოზულად იმოქმედოს მოსავლის განვითარებასა და პროდუქტიულობაზე.
დიაგრამა 3.



„ფიტოსპორინ-M“-თ დაცულ ვარიანტში სიმინდის აღმონაცენის საშუალო სიმაღლე იყო 6,8 მმ, ფესვის სიგრძე - 5,9 მმ, ხორბლის აღმონაცენის საშუალო სიმაღლე 63 მმ, ფესვის სიგრძე კი 55 მმ.

ამრიგად, სიმინდისა და ხორბლის თესლებმა აჩვენეს სოკოვანი დაბინძურების მაღალი პროცენტი.

სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადებებისგან მცენარეთა დამცავი, ბიოფუნგიციდის - „ფიტოსპორინ-M“ ეფექტურობის კვლევაში, ბიოპრეპარატის მოქმედებამ გვიჩვენა კონტროლთან მიახლოებული შედეგები, რაც მის მაღალ ბიოფუნგიციდურ უნარზე მიუთითებს. კვლევის შედეგები მნიშვნელოვანი და სიახლის შემცველია, რადგანაც აღნიშნული ახალი თაობის მიკრობიოლოგიური პრეპარატი, შეიცავს ბუნებრივ ანტიბიოტიკებს, ვიტამინებს, ფერმენტებს, რომლებიც ხელს უწყობენ პათოგენური სოკოების უჯრედების კედლის რღვევას, ასევე მცენარის ზრდის აღდგენას და სტიმულაციას, დაავადებების ან არახელსაყრელი პირობებით გამოწვეული დასუსტების შემდეგ.

დასკვნა

სოკოები *Alternaria* და *Fusarium*-ი გამოირჩევიან მაღალი ფიტოტოქსიკური აქტივობით. მარცვლოვანთა (სიმინდი, ხორბალი) თესლები ავლენს სოკოვანი დაბინძურების მაღალ პროცენტს, რაც მიუთითებს იზოლირებული სოკოს მიკოტოქსინის გამომუშავება-კოლონიზაციასა და მათ მაღალ ფიტოტოქსიკურ აქტივობაზე. „ფიტოსპორინ-M“ ხასიათდება მაღალი ბიოფუნგიციდური და მცენარის ზრდის სტიმულაციის უნარით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

- [1] Evidente, A.; Cimino, A.; Masi, M. Phytotoxins produced by pathogenic fungi of agrarian plants. *Phytochem. Rev.* 2019, 18, 843–870. [Google Scholar] [CrossRef].
- [2] Hannibal, F.B. Toxigenicity and pathogenicity of fungi of the genus *Alternaria* for cereals. Laboratory of Mycology and Phytopathology. A.A. Yachevsky VIZR. History and Modernity / Ed. A.P. Dmitriev. - St. Petersburg. 2007. P. 82–93.
- [3] Ismaiel, Ahmed.; Papenbrock Jutta. Mycotoxins: Producing Fungi and Mechanisms of Phytotoxicity. *Agriculture* 2015(5):492-537 DOI:10.3390/agriculture5030492 License.
- [4] J. Flood, "The importance of plant health to food security," *Food Security*, vol. 2, pp. 215-231, 2010.
- [5] Presti, L.; Lo, D.; Lanver, G.; Schweizer, S.; Tanaka, L.; Liang.; M. Tollot, A.; Zuccaro, S. Reissmann and R. Kahmann, "Fungal effectors and plant susceptibility," *Annu Rev Plant Biol*, vol. 66, pp. 513-45, 2015.
- [6] Pankova, A.V.; Valiullin, R, Lenar.; Afordoanyi, Daniel Mawuena.; Safin Radik. Identification of Phytotoxic and Phytopathogenic Fungi on Grains and Wheat Seedlings. Conference: International scientific and practical conference "AgroSMART
- [7] Xu, D.; Xue, M.; Shen Zh.; Jia, X.; Hou, X.; Lai, D.; and Zhou, L. Phytotoxic Secondary Metabolites from Fungi. 2021 Apr;13(4):261. Published online 2021 Apr 6. doi: 10.3390/toxins13040261.

**Impact of Micromycetes Phytotoxicity on the Germination of Economically Important Legumes
Summary**

The investigation of phytotoxic substances produced by micromycetes has become increasingly vital due to their ability to hinder seed germination and reduce the yield of crucial agricultural crops. These secondary metabolites, such as mycotoxins, allergens, and enzymes produced by various micromycetes, not only contribute to plant diseases but also pose significant health risks to humans and animals due to their carcinogenic and mutagenic properties. In developing countries, these phytotoxins cause extensive damage to crops, leading to substantial agricultural losses.

Fungal contamination is typically evaluated by isolating fungi that colonize plants and analyzing their impact on seed quality, germination rates, seedling vigor, and the growth of roots and coleoptiles. This study aimed to assess the phytotoxic activity of toxin-producing fungi, specifically *Alternaria* and *Fusarium*, on cereal seeds' germination and early growth.

Bioassay techniques examined the toxicity of fungal cultures from *Fusarium* and *Alternaria*, isolated from the roots and seedlings of infected kiwi, raspberry, blueberry, tomato, and potato plants. The study focused on the wheat variety 'Bezostaya 1' and the corn variety 'Ajameti Tetri', which were treated with culture fluids derived from fungal mycelium grown on Chapek's synthetic liquid nutrient medium. The effects of these filtrates on seed germination, seedling growth, and root development in wheat and maize were measured. Additionally, the protective efficacy of the biofungicide 'Fitosporin-M' against fungal and bacterial diseases in plants was evaluated. The study results indicate that *Alternaria* and *Fusarium* fungi exhibit significant phytotoxic activity, leading to high levels of contamination in cereal seeds, while "Fitosporin-M" demonstrates strong biofungicidal properties and promotes plant growth effectively.

მთიანი აჭარის ტყის მდგრადი მართვის ეკოლოგიური და სოციალური ასპექტები

სესილი გათენაძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ტყე მოიცავს საქართველოს ტერიტორიის 38,5%-ს და წარმოადგენს მის მნიშვნელოვან ბუნებრივ სიმდიდრეს მათი მრავალფუნქციური და ესთეტიკური ღირებულებებით. ეს ეკოსისტემები სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია ნახშირორჟანგის შებოჭვისა და ჟანგბადის წარმოებისთვის, ბიომეხსიერებისა და ეკოლოგიური ბალანსის შესანარჩუნებლად, ნიადაგის ეროზიის თავიდან ასაცილებლად, წყლის ნაკადების რეგულირებისთვის და სუფთა სასმელი წყლის ხელმისაწვდომობის უზრუნველსაყოფად.

საქართველოში, განსაკუთრებით აჭარის მთიან რეგიონში, ტყის მდგრადი მართვა წარმოადგენს კრიტიკულ გამოწვევას, რისთვისაც აუცილებელია ეკოლოგიური ბალანსის ინტეგრირება სოციალურ-ეკონომიკურ მოთხოვნებთან.

ნაშრომში გადმოცემულია აჭარის მთიან რეგიონში ტყის მდგრადი მართვის ეკოლოგიურ-სოციალური განზომილებები, რომლის მიზანია ტყის მართვის არსებული პრაქტიკის იდენტიფიცირება და შეფასება; ის აერთიანებს ბიომრავალფეროვნების კონსერვაციას ადგილობრივი თემების სოციალურ-ეკონომიკურ საჭიროებებთან. აქცენტი კეთდება ტყეების არსებით როლზე ეკოლოგიურ წონასწორობასა და ადამიანის ცხოვრებაში. კვლევა ხაზს უსვამს ამ ორი ასპექტის ინტეგრირებული მართვის სტრატეგიების აუცილებლობას, რაც მნიშვნელოვანია მისი მდგრადი მართვისათვის. ამ კვლევის მიგნებები მიზნად ისახავს აჭარაში ინფორმირებული პოლიტიკის შემუშავებას და თემზე ორიენტირებული კონსერვაციის მცდელობებს.

საკვანძო სიტყვები: ტყე, აჭარა, სოციალური, ეკოლოგიური, მდგრადი მართვა.

შესავალი. ტყის მდგრადი მართვა მიზნად ისახავს ტყის ეკონომიკური, სოციალური და გარემოსდაცვითი ღირებულებების შენარჩუნებას და გაძლიერებას, რაც უზრუნველყოფს მის სარგებელს როგორც ამჟამინდელი, ასევე მომავალ თაობებისათვის (FAO, 2018). აჭარის ტყეები ფარავს მთიანი რელიეფის დიდ ნაწილს და ასრულებს მნიშვნელოვან ეკოსისტემურ ფუნქციებს, როგორცაა ნახშირბადის შებოჭვა, ჰიდროლოგიური რეგულირება, ნიადაგის კონსერვაცია, ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნება და სხვა. აღნიშნული თავისებურებებით მთის ტყეები მთელ მსოფლიოში, და მათ შორის აჭარაში, ასრულებს ფართო გარემოსდაცვით და სოციალურ-ეკონომიკურ ფუნქციებს, რომლებიც შეესაბამება მდგრადი განვითარების მიზნებს (SDGs). ტყეს ასევე აქვს მნიშვნელოვანი სოციალურ-ეკონომიკური მნიშვნელობა ადგილობრივი თემებისთვის, უზრუნველყოფენ საარსებო წყაროს ხე-ტყით, არამერქნული პროდუქტებით და ტურიზმით.

მდგრადი განვითარების გასაძლიერებლად მეტად მნიშვნელოვანია მთის ტერიტორიების, აქ არსებული ტყეებისა და მასზე მოქმედი მოსახლეობის ურთიერთდამოკიდებულების კვლევა. ცხადია მეტად ღირებულია ამ მოსახლეობის ზემოქმედების იდენტიფიცირება თვით გარემოზე, ტყეზე, ეკოსისტემებზე. ტყის მდგრადი მართვისა და თვით, მთის თემების მდგრადობის ხელშეწყობა მოითხოვს სოციალურ-ეკოლოგიური სისტემების კომპლექსურ სტაბილურ ურთიერკავშირს (Altaweel და სხვ. 2015). ასეთ ქმედებებს შეუძლიათ ხელი შეუწყონ კატასტროფების პრევენციას თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონ-

ზე (Hewitt & Mehta 2012), გააუმჯობესოს მოსახლეობის შესაძლებლობები და განათლება (Thi and Shaw 2016), შესაბამისად, ხელი შეუწყოს საზოგადოების კეთილდღეობას (Wyss და სხვ., 2022).

მიუხედავად ტყის კრიტიკული როლისა, მას საფრთხე ემუქრება არამდგრადი ჭრის, მიწათსარგებლობის ცვლილებისა და კლიმატის ზემოქმედებისგან.

ამ თვალსაზრისით, აჭარის მთიანი ტყეების მდგრადი მართვა არის კრიტიკული საკითხი, რომელიც დგას ეკოლოგიური ღირებულებისა და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების კვეთაზე. ტყის რესურსების მართვის ამჟამინდელი პრაქტიკა გადამწყვეტ ეტაპზეა, რაც მოითხოვს დელიკატურ ბალანსს ამ სასიცოცხლო ეკოსისტემების ეკოლოგიურ დაცვასა და ადგილობრივი თემების სოციალურ-ეკონომიკურ საჭიროებებს შორის. ამ მრავალმხრივი გამოწვევების გადაჭრა მეტად მნიშვნელოვანი და აქტუალური პრობლემაა.

კვლევის ფუნდამენტურ მიზანს წარმოადგენდა, აჭარის მთიან რეგიონში ტყის მართვის არსებული მდგომარეობის კვლევა/ანალიზი და მდგრადი მართვის პრინციპებთან მისი შესაბამისობის შეფასება. თავისთავად, ანალიზი მოითხოვს ეკოლოგიური კონსერვაციის ძალისხმევის ინტეგრირებას ადგილობრივი თემების სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების საჭიროებებთან, რაც ხელს უწყობს ტყის მართვის დაბალანსებულ მიდგომას.

კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე, დაისახა შემდეგი ამოცანები: ტყის ეკოსისტემების ამჟამინდელი მდგომარეობის შეფასება; ძირითადი ეკოლოგიური პრობლემებისა და საფრთხეების იდენტიფიცირება; სოციალური ზემოქმედების შესწავლა ტყის მართვაზე, მათ შორის თემის საჭიროებების, ტყის როლის აღქმისა და ქმედებების ანალიზი. ტყის მდგრადი მართვის პრაქტიკის იდენტიფიცირება და შეფასება, რომელსაც შეუძლია ეკოლოგიური კონსერვაციის ჰარმონიზაცია სოციალურ და ეკონომიკურ განვითარებასთან.

კვლევა ჩატარდა აჭარის სატყეო სააგენტოსა და კომპანია „ეისითის“ მხარდაჭერით, საერთაშორისო პროექტში „აჭარის ტყის მდგრადი მართვა“ 2023 - 2024 წლებში, პირადად ჩემი ჩართულობით,

კვლევის არეალს წარმოადგენდა აჭარის მთიანი რეგიონები (ხულო, შუახევი, და ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტები. მასში მონაწილეობდა სოფლების - დუაძეები, ბედლეთი, დიდაჭარა, ფაჩხა, ხიხაძირი, სამება, ახალშენის დასახლება, ერგე, ჯოჭო, ჭარნალი, ნენია, ფურტო, ჯაბნიძეები და ხიჭაური მოსახლეობა. სულ ჩატარდა ინტერვიუ 501 პირთან. (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. კვლევის ადგილები და გამოკითხულ პირთა რაოდენობა

მუნიციპალიტეტი	სოფელი	ოჯახების რაოდენობა	კვლევაში ჩართულ პირთა რაოდენობა
ხულო	დუაძეები	100	15
ხულო	ბედლეთი	118	20
ხულო	დიდაჭარა	250	40
ხულო	ფაჩხა	111	20
ხულო	ხიხაძირი	108	15
ხელვაჩაური	სამება	346	50

**საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024**

ხელვაჩაური	ახალშენის დასახ- ლება	220	30
ხელვაჩაური	ერგე	396	60
ხელვაჩაური	ჯოჭო	362	60
ხელვაჩაური	ჭარნალი	487	81
შუახევი	ნენია	143	29
შუახევი	ფურტიო	165	31
შუახევი	ჯაბნიძეები	113	20
შუახევი	ხიჭაური	178	30
სულ			501

კვლევის მეთოდოლოგია. სოციალური კვლევა ჩატარდა მოსახლეობის გამოკითხვებისა და ინტერვიუების გზით. ამ მხრივ შემუშავებული იყო სპეციალური კითხვარი ადგილობრივი თემებისათვის, რათა მიგველო ინფორმაცია მათი დამოკიდებულების შესახებ ტყის რესურსებზე, ტყის მართვის აღქმაზე და მათ როლზე კონსერვაციის ძალისხმევაში. ფოკუს-ჯგუფური დისკუსიები ჩატარდა დაინტერესებულ მხარეებთან, მათ შორის ადგილობრივ მოსახლეობასთან, ტყის მენეჯერებთან და არასამთავრობო ორგანიზაციების წარმომადგენლებთან, რათა უფრო ღრმად ჩავწვდომოდით საზოგადოების დამოკიდებულებებსა და მოლოდინებს. კვლევებისა და ეკოლოგიური გაზომვების შედეგად მიღებული რაოდენობრივი მონაცემები დამუშავდა სტატისტიკური ანალიზის მეთოდებით (ცხრილი 2).

ცხრილი 2 - ფოკუს ჯგუფების ინტერვიუებისა და ძირითად მონაწილეთა ინტერვიუების განაწილება

ფოკუს ჯგუფების დისკუსიები/ინტერვიუები კვლევის ძირითად მონაწილეებთან	ფოკუს ჯგუფ. რ-ბა	გამოკითხულთა რ-ბა
2 ფოკუს ჯგუფის დისკუსია თითოეულ მუნიციპალიტეტში სქესის მიხედვით	6	
ადგილობრივი თვითმმართველობის წარმომადგენელ ძირითად ინფორმანტებთან ინტერვიუები თითოეულ მუნიციპალიტეტში		3
ინტერვიუები მეტყველებთან, ხის დამამუშავებელ საწარმოებთან, ადგილობრივ ხელოსნებთან და ხის მჭრელებთან - 3-4 ინტერვიუ თითოეულ მუნიციპალიტეტში		11
შეხვედრები თემის ჯგუფთან	1	
ფოკუს ჯგუფის დისკუსიებისა და ძირითად ინფორმანტებთან ინტერვიუების მთლიანი რაოდენობა	7	15

კვლევის სიახლე და მნიშვნელობა. კვლევა უნიკალურია, რადგან აჭარის ტყეებზე ეკო-სოციალური ზემოქმედების შედეგად, მდგრადი მართვის პრინციპები შეფასდა პირველად. კვლევის შედეგები ხელს შეუწყობს აჭარაში ტყის მდგრადი მართვის უფრო ფართო გაგე-

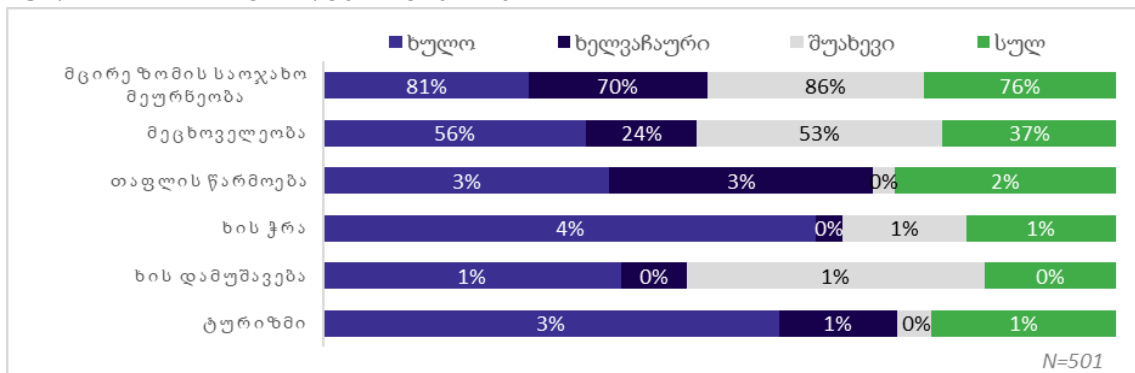
ბას. ყოვლისმომცველი ცოდნის ბაზის შექმნით და ინფორმირებული მოსახლეობის ხელშეწყობით, კვლევა მხარს დაუჭერს მიზნობრივი პოლიტიკის შემუშავებას, გააძლიერებს საზოგადოების კონსერვაციის ქმედებებს და გააძლიერებს რეგიონულ ძალისხმევას მდგრადი განვითარებისკენ.

კვლევის შედეგები

აჭარის მთიანეთში ტყის მართვის ეკოლოგიური და სოციალური ასპექტების კავშირი

მიუხედავად იმისა, რომ ქვეყანა მდიდარია ტყეებით, მოსახლეობას მასზე წვდომა შეზღუდული აქვს. აქ მოსახლეობისათვის შეშა არის ენერჯის უპირველესი წყარო საჭმლის მოსამზადებლად და სახლის გასათბობად. შესაბამისად, მოსახლეობა ტყეებზე ახდენს ზეწოლას ანუ ანთროპოგენურ ზემოქმედებას (დიაგრამა 1).

გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ მაღალმთიანი რეგიონების 973 სოფელს არ აქვს წვდომა ბუნებრივ აირზე. აქ ცხოვრების რთულმა პირობებმა მოსახლეობის მიგრაცია და მათი რაოდენობის შემცირება გამოიწვია. მცხოვრებთა უმრავლესობა მიჰყვება ცხოვრების სეზონურ მოდელს. უფრო მეტიც, მაღალმთიან სოფლებში მოსახლეობის უმრავლესობა (ძირითადად პენსიონერები), პენსიებსა და სოციალურ დახმარებაზე არიან დამოკიდებულები, სწორედ ეს წარმოადგენს მათთვის შემოსავლის ძირითად წყაროს. ეს ფინანსური შეზღუდვა იწვევს ენერჯის ხელმისაწვდომობის პრობლემას, რის გამოც მოსახლეობა იძულებულია აირჩიოს იაფი ალტერნატივა - შეშა.

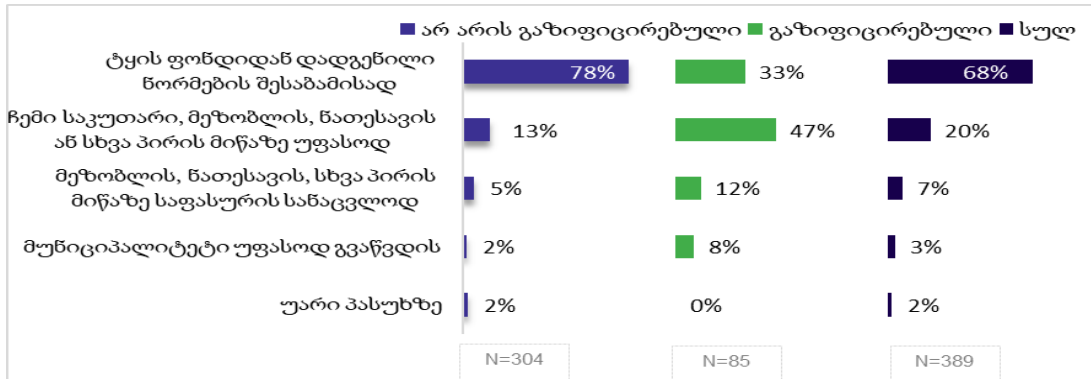


დიაგრამა 1. საკვლევი თემების მოსახლეობის საარსებო წყაროები

კვლევის მონაწილეები ადასტურებენ თავიანთ ჩართულობას სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობაში (დიაგრამა 1), თუმცა ის ნაკლებადაა შემოსავლის მომტანი. პირველ რიგში, შინამეურნეობები ამ საქმიანობას პროდუქტის ოჯახში მოხმარების მიზნით ეწევიან. საგრძნობლადაა გაზრდილი მეცხოველეობასთან ან სასოფლო-სამეურნეო აქტივობებთან დაკავშირებული ხარჯები. შესაბამისად, მოსახლეობა თანდათან წყვეტს ამ საქმიანობას. ის ოჯახები, რომლებიც ადრე ტყეს პირუტყვის სამოვრად იყენებდნენ, ახლა აცხადებენ, რომ გარეული ცხოველების მიერ შექმნილი საფრთხე რეალურია, რაც სახიფათოს ხდის პირუტყვის სამოვარზე თავისუფლად გაშვებას ტყეში.

საკვლევ პოპულაციაში შეშის წყაროების კვლევა აჩვენებს, რომ შეშას მომხმარებელთა 68% ტყიდან იღებს („შეშის ჭრის სოციალური პრაქტიკა“), ხოლო 27% კერძო მიწის ნაკვეთებიდან (საკუთარი ან მეზობლების/ნათესავებისგან) მოიპოვებს. რესპონდენტები ზოგ-

ჯერ აღიარებენ ისეთი პრაქტიკის არსებობას, როგორცაა შეშის საფასურის გადახდა სხვა შინამეურნეობების მიწის ნაკვეთებიდან (7%). აღსანიშნავია, რომ კერძო მიწის ნაკვეთებიდან შეშის მოპოვების პრაქტიკა უფრო გავრცელებულია გაზიფიცირებულ დასახლებებში (59%), რადგან ისინი ნაკლებად არიან დამოკიდებულნი შეშაზე, და შესაბამისად, ნაკლებ შეშას საჭიროებენ. არაგაზიფიცირებულ დასახლებებში რესპონდენტთა უმრავლესობა შეშას ტყის მეშვეობით (78%) იღებს, ხოლო გაზიფიცირებულ დასახლებებში გამოკითხულთა მხოლოდ მესამედია ჩართული შეშის სოციალურ ჭრაში (33%) (დიაგრამა 2).

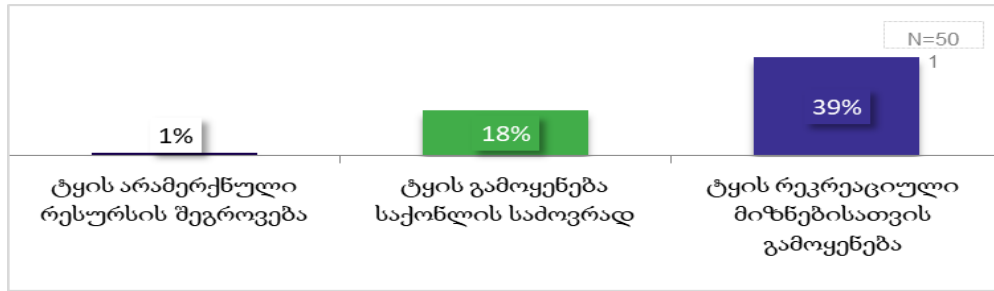


დიაგრამა 2. შეშაზე წედობა (შეკითხვა: ჩვეულებრივ, როგორ მოიპოვებთ შეშას?)

კვლევით დადგინდა, რომ მუნიციპალიტეტებში არსებობს შეშის მოპოვების განსხვავებული პრაქტიკა. კერძოდ, ხულოსა (92%) და შუახევის (85%) მოსახლეობის უმრავლესობა შეშას ტყიდან იღებს. ხოლო ხელვაჩაურში კი ამას მიმართავს რესპონდენტთა ნახევარზე ნაკლები (41%). ამ უკანასკნელთა 40% შეშას უსასყიდლოდ იღებს კერძო მიწის ნაკვეთებიდან (საკუთარი ან მეზობლები/ ნათესავები).

საკვლევი პოპულაციის მიერ ტყის სხვა დანიშნულებით სარგებლობა აჭარაში

ფოკუს ჯგუფის გამოკითხვაზე დაყრდნობით, წარსულში, დაახლოებით 10 წლის წინ, სოფლის მცხოვრებთა მნიშვნელოვანი ნაწილი აქტიურად იყო დაკავებული ტყის არამერქნული პროდუქტების შეგროვებით, როგორცაა სოკო ან კენკრა და ა.შ.(დიაგრამა 1). ფოკუს ჯგუფის მონაწილეების შეფასებით, ეს მოსახლეობის 30-40%-ს შეადგენდა. თუმცა, ხსენებული პრაქტიკა იშვიათ საქმიანობად იქცა სხვადასხვა მიზეზის გამო. 1990-იან წლებში ტყეებზე კონტროლის ნაკლებობამ დიდი ზიანი მიაყენა ტყეს, გაქრა სოფლების მიმდებარედ არსებული არამერქნული პროდუქტები. დღესდღეობით მსგავსი პროდუქტის შესაგროვებლად ადამიანს მთიან ადგილებში უწევს ასვლა, რაც რთული საგზაო პირობების გამო, საკმაოდ რთულია. შეზღუდული ხელმისაწვდომობისა და ტყეებში არსებული ვიწრო ბილიკების გამო, გზა იშვიათად გამოიყენება, რაც გზას თითქმის უხილავს ხდის იშვიათი გამოყენების შედეგად. ადამიანური აქტივობის შემცირება ტყეში და მინიმალური ხმაური ამ ადგილებში უსაფრთხოების განცდას უქმნის გარეულ ცხოველებს, რომლებიც ახლომდებარე სოფლებსაც უახლოვდებიან. ტყით სარგებლობის შესახებ კვლევაში მონაცემები მწირია, რადგან მხოლოდ რამდენიმე რესპონდენტი იყო ჩართული არამერქნული პროდუქტების შეგროვებაში (1%), ტყეში საქონლის ძოვებასა (18%) და ტყის რეკრეაციული მიზნებით გამოყენებაში (39%) (დიაგრამა 3).



დიაგრამა 3. ტყით სარგებლობა

საინტერესოა, რომ მათი დიდი წილი, ვინც ტყეს საქონლის სამოვრად იყენებს (41%), ტყის არამერქნულ პროდუქტებს იშვიათად იყენებს, ხოლო მესამედისთვის ეს ხშირი პრაქტიკაა (36%). ამასთან, ყოველი მეოთხე აცხადებს, რომ ყოველთვის აკეთებს ამას (23%). როგორც ჩანს, ტყეების გამოყენება რეკრეაციული მიზნებით უფრო გავრცელებული პრაქტიკაა. თუმცა, 39%-დან 27% აცხადებს, რომ ამას იშვიათად აკეთებს.

მოსახლეობის დამოკიდებულება ტყის რესურსებზე

ადგილობრივ თემებთან ინტერვიუები და გამოკითხვები ხაზგასმით მიუთითებს ტყის რესურსებზე, როგორც საარსებო წყაროზე მოსახლეობის ძლიერ დამოკიდებულებას. მათ შორის მნიშვნელოვანია ხე-ტყე, ტყის არამერქნული პროდუქტები და სამოვრები. ტყეებმა ასევე მნიშვნელოვანი როლი ითამაშეს ადგილობრივ კულტურულ პრაქტიკებსა და იდენტობებში.

სოციალურ-ეკონომიკურმა ანალიზმა დაადასტურა, რომ ტყის მდგრადმა მართვამ ხელი შეუწყო ადგილობრივ ეკონომიკას, არა მხოლოდ პირდაპირი დასაქმების და საარსებო წყაროს რესურსების, არამედ ეკოსისტემური სერვისების გაძლიერებით, რომლებიც მხარს უჭერენ სოფლის მეურნეობას, ტურიზმსა და სხვა სექტორებს.

გამოწვევები და შესაძლებლობები:

გამოვლენილი ძირითადი გამოწვევები მოიცავდა კონფლიქტებს რესურსების გამოყენებასთან დაკავშირებით, მდგრადი მენეჯმენტის პრაქტიკის შეზღუდულ აღსრულებასა და ეკონომიკურ ზეწოლას, რაც იწვევს ტყის ზედმეტ ექსპლუატაციას. მნიშვნელოვანია მდგრადი მენეჯმენტის გაძლიერების შესაძლებლობები, როგორცაა ეკოტურიზმის, აგროტყის მეურნეობის პოტენციალი და ეკოსისტემური სერვისების ინფორმირებულობისა და შეფასების გაზრდა.

შედეგების ინტეგრაცია

კვლევის ეკოლოგიური და სოციალური შედეგების ინტეგრაცია ხაზს უსვამს რთულ ურთიერთობას ტყის ეკოსისტემებსა და მათზე დამოკიდებულ თემებს შორის. მთიან აჭარაში ტყის მდგრადი მართვა მოითხოვს ნიუანსირებულ მიდგომას, რომელიც ითვალისწინებს როგორც ეკოლოგიურ მთლიანობას, ასევე სოციალურ კეთილდღეობას. ტრადიციული ცოდნის ჩართვა, დაინტერესებული მხარეების ჩართულობის გაძლიერება და ეკოსისტემური სერვისების გამოყენებამ შეიძლება უზრუნველყოს გზები ტყის მდგრადი მართვის პრაქტიკისკენ, რომელიც სარგებელს მოუტანს როგორც გარემოს, ასევე ადგილობრივ თემებს.

შეჯამება და დასკვნა: გამოკვლევებით დადგინდა, რომ მთიან რეგიონში მცხოვრებ მოსახ-

ლეობასა და ტყის რესურსებს შორის ღრმა კავშირია. ტყეები წარმოადგენს მოსახლეობის არსებობის, კულტურული პრაქტიკისა და ეკონომიკური მდგომარეობის მნიშვნელოვან საშუალებას. საზოგადოებაზე დაფუძნებული მართვის პრაქტიკა გადამწყვეტი ელემენტია ტყის მდგრადი მართვის ხელშეწყობაში.

კვლევა ცხადყოფს, რომ ტყის მართვის პოლიტიკასა და პრაქტიკაში აუცილებელია ეკოლოგიური და სოციალური ასპექტები ინტეგრირება.

დადასტურდა, რომ აჭარაში ტყის მდგრადი მართვა არ არის მხოლოდ ბიომრავალფეროვნებისა და ეკოსისტემური სერვისების შენარჩუნების საკითხი, არამედ ის მოიცავს ასევე ადგილობრივი თემების სოციალურ-ეკონომიკური კეთილდღეობის უზრუნველყოფას. ეს ორმაგი აქცენტი აუცილებელია როგორც ტყეების ეკოლოგიური მდგომარეობის, ასევე მათზე დამოკიდებული მოსახლეობის კეთილდღეობისათვის.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ACT, სოციო-ეკონომიკურ ფიზიკის საბაზისო კვლევა, 2024
2. Adjara Forestry Agency. (2021). *Sustainable Management Practices in Adjara's Forests*. Retrieved from <http://www.adjaraforestry.gov.ge>
3. Hewitt K, Mehta M. 2012. Rethinking risk and disasters in mountain areas. *Revue de Geographie Alpine* 100–1. <https://doi.org/10.4000/rga.1653>.
4. Thi T, Shaw R. 2016. School-based disaster risk reduction education in primary schools in Da Nang City, central Vietnam. *Environmental Hazards* 15(4):356–373. <https://doi.org/10.1080/17477891.2016.1213492>.
5. Wyss, R., Luthe, T., Pedoth, L., Schneiderbauer, S., Adler, C., Apple, M., Erazo Acosta, E., Fitzpatrick, H., Haider, J., Ikizer, G., Imperiale, A. J., Karanci, N., Posch, E., Saidmamatov, O., & Thaler, T. (2022). Mountain Resilience: A Systematic Literature Review and Paths to the Future. *Mountain Research and Development*, 42(2), A23–A36. <https://www.jstor.org/stable/48695050>
6. FAO. (2018). *The State of the World's Forests 2018*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
7. Smith, T. M., & Smith, R. L. (2015). *Elements of Ecology*. Pearson.

Ecological and social aspects of sustainable management of mountainous Adjara forest summary

Forests, encompassing 38.5% of Georgia's territory, represent a significant natural wealth due to their multifunctional and aesthetic values. These ecosystems are vital for producing oxygen, maintaining biomes and ecological balances, preventing soil erosion, regulating water flows, and ensuring the availability of clean drinking water. In Georgia, particularly in the mountainous region of Adjara, the sustainable management of forests presents a critical challenge necessitated by the need to balance ecological integrity with socio-economic demands. This paper explores the ecological and social dimensions of sustainable forest management in Adjara, aiming to identify and assess current forest management practices that integrate biodiversity conservation with the socio-economic needs of local communities. By highlighting the essential role forests play in both ecological balance and human livelihood, the study underscores the imperative for integrated management strategies designed to preserve these natural resources for future generations. The findings of this research are intended to contribute to the development of informed policies and community-driven conservation efforts in Adjara.

**კოლხეთის დაბლობის მტკნარწყლიანი ტბორების მაკროფიტები,
ფიტორემედაცია და პერსპექტივები წყალარინების სისტემებისათვის**

**იზოლდა მაჭუტაძე, ნათელა ტეტემაძე, მარინა შაინიძე, რეზო გორაძე,
ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტი
ალიონა ბაკურიძე**

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: არსებობს წყლის გაწმენდის სხვადასხვა ფიზიკო-ქიმიური მეთოდი, თუმცა ფიტორემედაცია ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტურ საშუალებას წარმოადგენს, რისი რესურსიც საქართველოს უზვად გააჩნია. ფიტორემედაცია ანუ წყალმცენარეებით წყლის გაწმენდა, სხვა ფიზიკო-ქიმიურ ტექნოლოგიებთან შედარებით დაახლოებით 10-ჯერ უფრო იაფი და ეფექტური მეთოდია. ცოცხალი ორგანიზმი წყლიდან შთანთქავს, აგროვებს, და შლის დამაბინძურებლებს. ფიტორემედაცია არის ერთგვარი, გარემოს აღდგენის პროცესისათვის გამოყენებული ტექნიკა, სადაც მაკროფიტებს შეუძლიათ დაბინძურებული გარემოდან შეიწოვონ დამაბინძურებლები და გახადონ გარემო ნაკლებად ტოქსიკური. საუკეთესო მაკროფიტი, როგორც ბიოგამწმენდი ამ შემთხვევაში არის ლელისა (*Phragmites australis*) და ლაქაშის (*Typha angustifolia*) სახეობები, მათი ღრმად შეღწევადი, მკვრივი ფესვებისა და რიზომის სისტემის გამო. აღნიშნულ სახეობებს შეუძლიათ ეფექტურად მიიღონ საკვები ნივთიერებები. აჭარის მუნიციპალიტეტებში თანამედროვე სტანდარტების კომუნალური ინფრასტრუქტურა „აჭარის დაბების და სოფლების წყალმომარაგების და წყალარინების პროგრამის“ ფარგლებში უნდა მოეწყოს, რაც გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობასაც ითვალისწინებს. ხელოში, შუახევსა და ოჩხამურში საკანალიზაციო წყლების გასაწმენდად ხელოვნურ ჭაობებს ააშენებენ. საკანალიზაციო წყლების დამაბინძურებლებისგან გაწმენდა ასეთ „ჭაობებში“ ძირითადად სპეციალურად შერჩეულ მცენარეებზე იქნება დამოკიდებული. თუმცა დაბინძურებული წყალი „ჭაობში“ ჩაშვებამდე წინასწარ მექანიკურადაც გაიწმინდება.

საკვანძო სიტყვები: ფიტორემედაცია, ჭაობი, ჰიდროლოგია, ლელი.

შესავალი. არსებობს წყლის გაწმენდის სხვადასხვა ფიზიკო-ქიმიური მეთოდი, თუმცა ფიტორემედაცია ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტურ საშუალებას წარმოადგენს, რისი რესურსიც საქართველოს უზვად გააჩნია. ფიტორემედაცია ანუ წყალმცენარეებით წყლის გაწმენდა, სხვა ფიზიკო-ქიმიურ ტექნოლოგიებთან შედარებით დაახლოებით 10-ჯერ უფრო იაფი და ეფექტური მეთოდია. ცოცხალი ორგანიზმი წყლიდან შთანთქავს, აგროვებს, და შლის დამაბინძურებლებს. ფიტორემედაცია არის ერთგვარი, გარემოს აღდგენის პროცესისათვის გამოყენებული ტექნიკა, სადაც მაკროფიტებს შეუძლიათ დაბინძურებული გარემოდან შეიწოვონ დამაბინძურებლები და გახადონ გარემო ნაკლებად ტოქსიკური.

საუკეთესო მაკროფიტი, როგორც ბიოგამწმენდი ამ შემთხვევაში არის ლელისა (*Phragmites australis*) და ლაქაშის (*Typha angustifolia*) სახეობები, მათი ღრმად შეღწევადი, მკვრივი ფესვებისა და რიზომის სისტემის გამო. აღნიშნულ სახეობებს შეუძლიათ ეფექტურად მიიღონ საკვები ნივთიერებები. ეს სახეობები ივითარებენ დიდ ბიომასას, როგორც სუბსტრატის ზედაპირის ზემოთ (ფოთლები), ისე ქვემოთ (მიწისქვეშა ღერო და ფესვები). მიწისქვეშა მცენარეული ქსოვილები იზრდება ჰორიზონტალურად და ვერტიკალურად და ქმნის ვრცელ მატრიქსს, რომელიც აკავშირებს ნიადაგის ნაწილაკებს და ქმნის დიდ ზედაპირს საკვები ნივთიერებებისა და იონების შესათვისებლად. ზოგადად, მაკრო-

ფიტების ამ შემთხვევაში ლელის (*Phragmites australis*) და ლაქაშის (*Typha angustifolia*) წყლის გაწმენდასთან დაკავშირებული ფუნქცია ძირითადად დაკავშირებულია მცენარის მორფოლოგიურ-ანატომიურ თავისებურებებთან. ლელი და ლაქაში უზრუნველყოფენ უზარმაზარ ზედაპირს მიკრობების მიმაგრებისა და ზრდისთვის. მცენარეთა ფიზიკური კომპონენტები ანელევენ წყლის ნაკადს, რითაც ხელს უწყობენ ნალექის დაგროვებისა და დაჭერის პროცესს და საბოლოოდ ზრდის წყლის გამჭვირვალობას. მცენარის ქსოვილების ღრუ ჭურჭელი იძლევა საშუალებას ჟანგბადის ტრანსპორტირება მოხდეს ფოთლებიდან ფესვის ზონაში და შემდეგ კი შლამიან ნიადაგში. ეს ხელს უწყობს მიკრობული აერობული დაშლის აქტიურ პროცესს და წყლის სისტემიდან დამაბინძურებლების შეწოვას.

ხელოვნური ჭაობებში მაკროფიტების, როგორცაა ლელი და ლაქაში დაფუძნების და მჭიდრო პუპულაციის შექმნისათვის აუცილებელია ხელშეწყობა სუქცესიაზე და სუქცესიათა ცვლაზე.

კოლხეთის დაბლობზე ჭარბტენიან ჰაბიტატებში გვხვდება ლელიანი (*Phragmitetum*) ფორმაცია სადაც დომინანტობს ლელი (*Phragmites australis*). საბჭოთა პერიოდში ჭაობების ამოშრობის შედეგად თვალში საცემია ლელიანი ჰაბიტატის მკვეთრი შემცირება. წმინდა ლელიანები თითქმის აღარ გვხვდება, თუმცა წარმოდგენილია მალთაყვამი. გრუნტის დონის დაწვევა არახელსაყრელია ლელიანებისათვის. შედეგად წმინდა ლელიანი ფორმაცია იცვლება ლელიან-ლაქაშიანი-შხაპრიანი (*Typheta+Phragmiteta+Sparganieta*) ფორმაციით, რომელსაც ერევა ნაირბალახოვნები, განსაკუთრებით კი ჭაობის ზამბახი (*Iris pseudocorus*) და თუნბერგის მატიტელა (*Polygonum thunbergii*). ლელი (*Phragmites australis*), და ლაქაში (*Typha angustifolia*), ივითარებენ ჰორიზონტალურად განვითარებულ ფესურას, რომელზედაც მრავალი კვირტი ვითარდება. იმ ადგილებში, სადაც არახელსაყრელი წყლის რეჟიმია, შერეულ-ბალახოვანი ლელიანი ფორმაცია კიდევ უფრო დეგრადაციას განიცდის. ჰიგროფილური სახეობები ინაცვლებენ მეზოფილურით. ლელიანი წარმოდგენილია ქვეფორმაციებით: ლელიანი (ლელი (*Phragmites australis*), ლაქაშიანი (*Typha angustifolia*), ჭაობის ზამბახი (*Iris pseudocorus*, მის მუდმივ თანმხლებს წარმოდგენენ - ცოცხმაგარა (*Lythrum salicaria*), ორკბილა (*Bidens tripartita*). შერეულ ბალახოვანი ლელიანის ქვეფორმაციის ჩამოყალიბებაში მონაწილეობს - ლელი (*Phragmites australis*), ლაქაში (*Typha angustifolia*), ჭაობის ზამბახი (*Iris pseudocorus*), ცოცხმაგარა (*Lythrum salicaria*), ორკბილა (*Bidens tripartita*), ჩალაყვავილა (*Butomus umbellatus*), სამგვერდა წყლის წაბლი (*Scirpus lacustris*). ხოლო წვრილფოთოლა ლაქაშის (*Typheta*) ქვემოფარმაციები წარმოადგენს პლასტიკური ხასიათის მქონე მცენარეებს, რომლებიც კარგად იზრდებიან როგორც მტკნარ, ისე მლაშე წყალსატევებში, სადაც ქმნის მონოდომინანტურ ასოციაციებს. ლელიან ლაქაშიან ფორმაციების მუდმივი თანმხლებია წყალში ჩადირული ჰიდროფიტები (*Aerohydatophyta immersa*): წყლის ვაზის სახეობები (*Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton natans*), თავთავა ფრთაფოთოლა (*Myriophyllum spicatum*), ასევე დაუფესვიანებული აეროჰიდატოფიტი ლემნა (*lemna minor*) და რქაფოთოლას (*Ceratophyllum demersum*) ფორმაციები. ეს უკანასკნელი არ ივითარებს ფესვებს, მაგრამ მისი უხეში ფოთლები ყოველთვის წყალში ღრმადაა ჩასული და იმოფება შლამში. გამდინარე წყალსატევებში მათი რაოდენობა ძალზე მცირეა და სხვა ჩაძი-

რულ სახეობებთან ერთად წყლის ვაზი (*Potamogeton*), ფრთაფოთოლა (*Myriophyllum*) ქმნის თანასაზოგადოებებს. გამჭვირვალე წყალსატევებში მყოფი რქაფოთოლასათვის დამახასიათებელია ლორწოს გამოყოფა, რაც იცავს მას გამოშრობისაგან. იმ ადგილებში, სადაც ასევე არასასურველი წყლის რეჟიმია, შერეული ბალახოვანი ლელიანი (*Phragmitetum*) კიდევ უფრო დეგრადაციას განიცდის.

ბუნებრივ პირობებში იქ, სადაც ხელახალი დაჭაობება წარმოებს და წყალი ძალიან მდორედ მიედინება ყველგან დომინანტ სახეობას და ედიფიკატორს ლელი (*Phragmites australis*) და ლაქაში (*Typha angustifolia*) წარმოადგენს.

ლელიან-ლაქაშიანი სახეობები (*Phragmiteta -Typheta* (*Phragmites australis* & *Typha angustifolia*) ქმნის წმინდა ფორმაციებს, ოღონდ ძალზე მცირე ფართობებზე და მისი სიმაღლე 4-4.5 მეტრს აღწევს.

ლელიან-ლაქაშიანის ფორმაციაში შემდეგი იარუსებია: წყლის ზედაპირზე მოტივტივე ლემნა (*Lemna minor*), წყლის სურო (*Hydrocharis morsus-renae*), ფსკერზე მიმაგრებული ჩლანდრი (*Veronica baccabunga*). II იარუსს წარმოადგენს - ჭაობის შვიტა (*Equisetum palustre*), წყლის სამყურა (*Alisma plantago-aquatica*), ჩაწყობილა ბაია (*Ranunculus repens*), თუნბერგის მატიტელა (*Polygonum thunbergii*), ჭილი (*Juncus acutus*). ხოლო III იარუსს - ლაქაში (*Typha angustifolia*), ლელი (*Phragmites australis*) და ტირიფი (*Salix caprea*).

გვხვდება ლელიან-ჭილიანი (*Phragmitetum-Juncetum*) ნაირბალახოვანი ასოცოაცია, რომელთა ჩამოყალიბებაში მონაწილეობს - ჭილი (*Juncus acutus*), წყლის სურო (*Hydrocharis morsus-renae*), წყლის პერი (*Lemna minor*), ჩალაყვავილა (*Butomus umbellatus*), ტირიფი (*Salix caprea*). წყალსატევის ნაპირას იზრდება მურყანი (*Alnus barbata*), ტირიფი (*Salix caprea*) რომლებიც გადახლართულია ლიანებით ცხრატყვა (*Lonicera carponifolia*), მაცვალი (*Rubus hirtus*). შემოდგომით თუნბერგის მატიტელა (*Polygonum thunbergii*) დომინანტობს.

ბშირად. ლელიან-ლაქაშიანი (*Phragmitetum-Typhetum*) ფორმაცია ძალზე მჭიდრო თანასაზოგადოებას ქმნის, რომელშიც სხვა სახეობა ვეღარ აღწევს. ამ შემთხვევაში ქმნიან სინუზიებს ლემნასთან (*Lemna minor*) ერთად. სწორედ ასეთი მჭიდრო თანასაზოგადოებაა აუცილებელი გამჭმენდი ნაგებობისათვის. წყალსატევების დაჭაობებისათვის ასევე აუცილებელი პირობაა სუქცესია და სუქცესიათა ცვლა. იმისათვის, რომ ხელოვნურ ჭაობებში მაკროფიტებმა შექმნან მჭიდრო თანასაზოგადოება (აუცილებელი პირობა მოცემული ვერტიკალური დინების მქონე ხელოვნური ჭაობებისათვის).

კოლხეთის დაბლობის ჭრბტენიანი მცენარეული თანასაზოგადოების ცვლაში სამი გამოკვეთილი პროცესი მიმდინარეობს: სინგენეზი – როდესაც ხდება მცენარეთა დასახლება ახალ გარემოში; ენდოგენეზი, რომელიც თან მოსდევს სინგენეზს, მას შემდეგ რაც ჩამოყალიბებს ახალ გარემოს და ეგზოგენური, თუმცა არა საზოგადოებას შიგნით არამედ მის გარეთ. სუქცესიის ცვლა შემდეგი თანმიმდევრობითაა: მაღალი პროდუქტიულობის მქონე ტბორი სარკისებრი ზედაპირით, მცენარეთა კოლონიზაცია დასახლება, გახრწნის და დაგროვების პროცესი, კოლონიზაცია, მცენარეთა სახეობრივი შემადგენლობის ცვლილება.

ენდოგოგენური ცვლილება კარგადაა გამოხატული იმნათისა და ნაბადას მიმდებარე სადრენაჟე არხებსა და ტბორებში. აქ, ადრე გავრცელებულმა სახეობებმა, როგორცაა:

წყლის ვაზი (*Potamogeton crispus*), თავთავფრთაფოთოლა (*Myriophyllum spicatum*), ღიმი (*Ceratophyllum demersum*), წყლის სურო (*Hydrocharis morsus-renae*), წყლის გვიძრა (*Salvinia natans*) სწრაფ განვითარებას მიაღწიეს და ადგილი დაუთმეს სხვა მცენარეებს, როგორცაა: ლელი (*Phragmites australis*), ლაქაში (*Typha angustifolia*), შხაპრი (*Sparganium neglectum*) რომლებიც მძლავრი ფესურის გამო სწრაფად მრავლდებიან. ამ სახეობათა გამრავლებას ხელს უწყობს წყლის მუდმივი დინება. ზაფხულში, სიცხის დროსაც კი დრენაჟში არ წყდება გრუნტის წყლის დინება. ტბორის დონემ თანდათანობით აიწია, შემცირდა ტენიანობა და ჰაბიტატი უბრუნდება საწყის თავდაპირველ მდგომარეობას. არხები მდიდარია ჰიდატოფიტებით, როგორცაა: წყლის ვაზის სხვადასხვა სახეობა (*Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton natans*), ეგერია (*Egeria densa*), წყლის სურო (*Hydrocharis morsus-renae*), კოლხური წყლის კაკალი (*Trapa colchica*), ყვითელი დუმფარა (*Numphar lutea*), კოლხური დუმფარა (*Nymphaea colchica*). შეინიშნება ლამაზად გამოხატული იარუსიანობა. I იარუსს შეადგენს წყალში ჩაძირული სახეობები: წყლის ვაზის სახეობები (*Potamogeton natans*, *Potamogeton pectinatus*), ეგერია (*Egeria densa*), ბუმტოსანა (*Utricularia minor*). II იარუსი წარმოადგენს სახეობები: წყლის სურო (*Hydrocharis morsus-renae*), კოლხური წყლის კაკალი (*Trapa colchica*), ყვითელი დუმფარა (*Numphar lutea*), კოლხური დუმფარა (*Nymphaea colchica*). III იარუსში იზრდება: - ისარა (*Sagittaria sagittifolia*), თუნბერგის მათიტელა (*Polygonum thunbergii*). IV იარუსს ქმნის- ლაქაში (*Typha angustifolia*), კოთხოჯი (*Acorus calamus*). V იარუსს კი ლელი (*Phragmites australis*), ტბის წყლის წაბლი (*Scirpus tabernaemontiana*).



სურ. 1. პროფილი სუქცესია ტბორებში

დასკვნები და კვლევის შედეგები:

- ლელი (*Phragmites australis*) და ლაქაში (*Typha angustifolia*) მსოფლიოში ერთ-ერთი პირველი ედიფიკატორებია, რომელთაც უვითარდებათ მძლავრი ფესურა ფა ფესვთა სისტემა, რომლებიც გაუძლებს ყველაზე დაბინძურებულ გარემოსა და ბიოქიმიური პარამეტრების (ცილები, პროლინი) ზრდას. ეს შედეგი დაფიქსირდა ლელის და ლაქაშის ფესვებში, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ორივე სახეობის ფესვებს აქვს შესანიშნავი გამწმენდი უნარი. გაწმენდილი წყალი შეიძლება იყოს მომგებიანი, როგორც სარწყავად, ასევე ინდუსტრიული თვალსაზრისით;
- ვინაიდან გაწმენდაში მთავარი როლი ფესვთა სისტემას გააჩნია, მკაცრ კლიმატური პირობებს შეგუებული სახეობების გამოყენების შემთხვევაში, ზედაპირის შესაძლო გაყინვა გაწმენდის პროცესებზე ზემოქმედებას ვერ მოახდენს;
- შესაძლებელია ასევე კოლხეთის დაბლობსა და მაღალმთაში გავრცელებული ტირიფის (*Salix caprea*) სახეობის გამოყენება შემოგარენში, რომელიც ესთეტიკურ ღირებულებას მისცემს ხელოვნურ ეკოსისტემას;
- აუცილებელია ჰიდროლოგიური რეჟიმის კონტროლი, 2 მ სიღრმის წლის შენარჩუნება. განსაკუთრებით გვალვიან პერიოდში, ვინაიდან ხულოში, სოფ. ვაშლოვანში ხშირია გვალვები. ასევე თავიდან უნდა იქნას აცილებული დატბორვა;
- ეკოლოგიური გარემოს მუდმივი კონტროლი ფესვთა სისტემის კარგად და მძლავრად გაშენებისათვის. აუცილებელ სუბსტრატს წარმოადგენს დიდი რაოდენობით შლამი, რის გარეშეც ვერ იარსებებენ და ხელოვნური ჭაობების აუცილებელ ბიოტურ ფაქტორად ითვლება;
- შესაძლებელია გახდეს აუცილებლობა წყლის პერის (*Lemna minor*) დამატება, როგორც საუკეთესო ფიტორემედატორისა, რათა დაეხმაროს ხელოვნურ ჭაობს ლელისა (*Phragmites australis*) და ლაქაშის (*Typha angustifolia*) პლანტაციის შექმნისათვის სუბსტრატის მომზადებაში;
- მას შემდეგ, როცა ლელი (*Phragmites australis*) და ლაქაში (*Typha angustifolia*) უკვე მჭიდრო და მასიურ პლანტაციას შექმნის აუცილებელი გახდება მიწისზედა ნაწილების გამოხშირვა, რათა ჰიდრაულიკური გამტარიანობა არ დაირღვეს; მოჭრილი ნაწილების გამოყენება შესაძლებელია სხვადასხვა მიზნებისათვის (სილოსი, კომპოსტი, სამშენებლო მასალა (პალეტები) ან საწვავი (ბრიკეტები) გამოყენება. ეს როგორც ჭარბწლიან გარემოსთან შეგუებული ე.წ. „პალუდიკულურა“ ფართოდაა დანერგილი გერმანიაში, ჰოლანდიაში;
- ასევე მნიშვნელოვანია Ph ის მუდმივი კონტროლი, ვინაიდან ორივე სახეობა მტკნარწყლიანი ტბორების ბინადარია.

აჭარის მუნიციპალიტეტებში თანამედროვე სტანდარტების კომუნალური ინფრასტრუქტურა „აჭარის დაბების და სოფლების წყალმომარაგების და წყალარინების პროგრამის“ ფარგლებში უნდა მოეწყოს, რაც გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობასაც ითვალისწინებს. ხულოში, შუახევსა და ოჩხამურში საკანალიზაციო წყლების გასაწმენდად ხელოვნურ ჭაობებს ააშენებენ. საკანალიზაციო წყლების დამაბინძურებლებისგან გაწმენდა ასეთ

„ჭაობებში“ ძირითადად სპეციალურად შერჩეულ მცენარეებზე იქნება დამოკიდებული. თუმცა დაბინძურებული წყალი „ჭაობში“ ჩაშვებამდე წინასწარ მექანიკურადაც გაიწმინდება.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ი. მაჭუტაძე, ბ. ბოლქვაძე, თ. ბაკურაძე, მ. გვილავა, დ. ბარათაშვილი, 2015. Nova Publisher, Lagoons habitats and species, human impacts, ecological effects, 2013, <https://www.novapublishers.com/> ISBN 978-952-11-4106-5 (pbk)
2. მაჭუტაძე ი., 2009, კოლხეთის ტორფნარების მცენარეულობა, სადისერტაციო შრომა, 220 გვ
3. Bolqvadze B., Matchutadze, 2016., A study of freshwater pond taxa *Marsilea quadrifolia* & *Salvinia natans* in Kolkheti Lowland Black Sea Coastline, 2016, *IJCRR*. 2016; 8(15): 23-26
4. Bolqvadze B., Matchutadze N, Davitashvili N., 2016. The Study of Freshwater Pond Taxa *Marsilea quadrifolia* & *Salvinia natans* in Kolkheti Lowland Black Sea Coastline., 2017, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მოამბე ტომი 19, 2 10
5. Matchutadze I., Bolqvadze B., 2016., Rare and endangered plant species of Kolkheti Lowland; World Biodiversity Congress; Sri-Lanka
6. I. Matchutadze, T. Bakuradze, T. Tcheishvili, B. Bolqvadze, M. Gvilava, Vegetation of Colchis Mires, 2016, EARTH Science publishing group Volume 4, Issue 5-1
7. Kevin G. Smith et al; 2015; The status and distribution of freshwater biodiversity in the Eastern Mediterranean, IUCN Red List
8. ი. მაჭუტაძე, ბ. ბოლქვაძე, თ. ბაკურაძე, მ. გვილავა, დ. ბარათაშვილი, 2015. Nova Publisher, Lagoons habitats and species, human impacts, ecological effects, 2013, <https://www.novapublishers.com/> ISBN 978-952-11-4106-5 (pbk)
9. მაჭუტაძე ი., 2009, კოლხეთის ტორფნარების მცენარეულობა, სადისერტაციო შრომა, 220 გვ
10. Bolqvadze B., Matchutadze, 2016., A study of freshwater pond taxa *Marsilea quadrifolia* & *Salvinia natans* in Kolkheti Lowland Black Sea Coastline, 2016, *IJCRR*. 2016; 8(15): 23-26
11. Bolqvadze B., Matchutadze N, Davitashvili N., 2016. The Study of Freshwater Pond Taxa *Marsilea quadrifolia* & *Salvinia natans* in Kolkheti Lowland Black Sea Coastline., 2017, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მოამბე ტომი 19, 2 10
12. Matchutadze I., Bolqvadze B., 2016., Rare and endangered plant species of kolkheti Lowland; World Biodiversity Congress; Sri-Lanka
13. I. Matchutadze, T. Bakuradze, T. Tcheishvil, B. Bolqvadze, Vegetation of Colchis Mires, 2016, EARTH Science publishing group Volume 4, Issue 5-1
14. Kevin G. Smith, Violeta Barrios, William R.T. Darwall Nature... George Nakhutsrishvili, Halil Çakan, Hamid Reza Esmaeili, Hossein Akhiani, Ian Harrison, Izolda Matchutadze, The status and distribution of freshwater biodiversity in the Eastern Mediterranean, IUCN Red List

**Macrophytes of freshwater ponds of the Kolkheti lowland, phytoremediation and prospects for
water drainage systems**

Summary

There are many different physico-chemical methods of water purification, however, phytoremediation is one of the most effective means, which Georgia has abundant resources for. Phytoremediation, i.e. water purification with algae, is about 10 times cheaper and more effective method compared to other physico-chemical technologies. A living organism absorbs, collects, and removes pollutants from water. Phytoremediation is a technique used in the environmental restoration process where macrophytes can absorb pollutants from a polluted environment and make the environment less toxic. The best macrophytes as bio-cleaners in this case are *Phragmites australi* and *Typha angustifolia* species. Communal infrastructure of modern standards should be organized in the municipalities of Adjara within the framework of the "Water Supply and Drainage Program of Adjara Townships and Villages", which also includes the construction of treatment facilities. In Khulo, Shuakhevi and Ochkhauri, artificial swamps will be built to clean sewage water. Decontamination of sewage water in such "swamps" will mainly depend on specially selected plants. However, the polluted water will be cleaned mechanically before being discharged into the "swamp".

სექცია – Section
III

ბიოეკოლოგია და
ადამიანის ეკოლოგია

Bioecology and Human ecology

Modification of angina pectoris risk factors in the primary healthcare system

Ukleba Ketevan, Gvetadze Lagi
Akaki Tsereteli State University

Abstract : *The purpose of our research was to improve the quality of primary medical services provided to patients with angina pectoris. The research was based on the audit of medical services conducted at Kutaisi family medical center. Medical history/ map of totally 75 patients were selected.*

The results of the conducted audit revealed that the quality of primary medical services provided to patients with angina pectoris, require serious improvement:

It is necessary to increase the number of applications from the patients with arterial hypertension, that requires better develop calling system for patients, that will ensure their regular visits.

As for the research on cardio protective diet, it is reported to reach 62% among patients, indicating, that the medical personal is not taking sufficient efforts.

It is absolutely necessary to conduct lectures and educational campains for patients, at medical facilities about modifications of each risk factor causing arterial hypertension, non-dinamic lifestyle, smoking tobacco, excess weight, etc. It is vital to repeate audit in order to confirm effectiveness of the above measures taken.

Key words: *angina pectoris, chest, myocardium, obstruction, arteries, disease.*

Angina, also known, as angina pectoris, is chest pain or pressure, usually caused by insufficient blood flow to the heart muscle(myocardium). It is most commonly a symptom of coronary artery disease. Angina is typically the result of partial obstruction or spazm of the arteries that supply blood to the heart muscle [1,2]. The main mechanism of coronary artery obstruction is atherosclerosis, as part of coronary artery disease. Other causes of angina include abnormal heart rhythms, heart failure and less commonly anemia [2,4]

There is a relationship between severity of angina and degree of oxygen deprivation in the heart muscle. Angina results, when there is an imbalance between the heart's oxygen demand and supply.

Angina due to ischemic heart disease affects approximately 112 million people being slightly more common in males, than females (1,7% to 1,5%). [3]

Large-scale, multicenter studies have established that adequate control of angina pectoris reduces the development of heart attacks and strokes at the population level, as well as the risk of death caused by this disease [5,6,7].

The given topic for research was selected by us for the following reasons:

Angina is a common chronic disease all over the world and is also an important problem in our country. The problem of the disease is defined by the fact that leaving it without control leads to disability and premature death of the patient, which leads to material, psychological and social loss of the society. In the case of good management of the condition, modification of risk factors and correct treatment, which is based on scientific-practical studies, it becomes possible to avoid complications and quality years of the patient's life.

It should be noted that the primary care team has the ability to educate the patient, systematically monitor the disease and provide effective treatment.

Purpose of the study: The purpose of our study was to improve the quality of service for patients with angina pectoris at the primary care level.

Research tasks:

1. Ensuring regular monitoring of patients with angina pectoris
2. Detection of risk factors and their modification

The work was based on the medical audit of patients with angina pectoris, which was conducted at the Kutaisi Family Medicine Center.

Material and research methods:

The medical history of 75 patients with angina pectoris was selected for the work. Information was collected by interviewing family doctors, as well as by records in medical histories. Criteria were selected for the audit and standards were established.

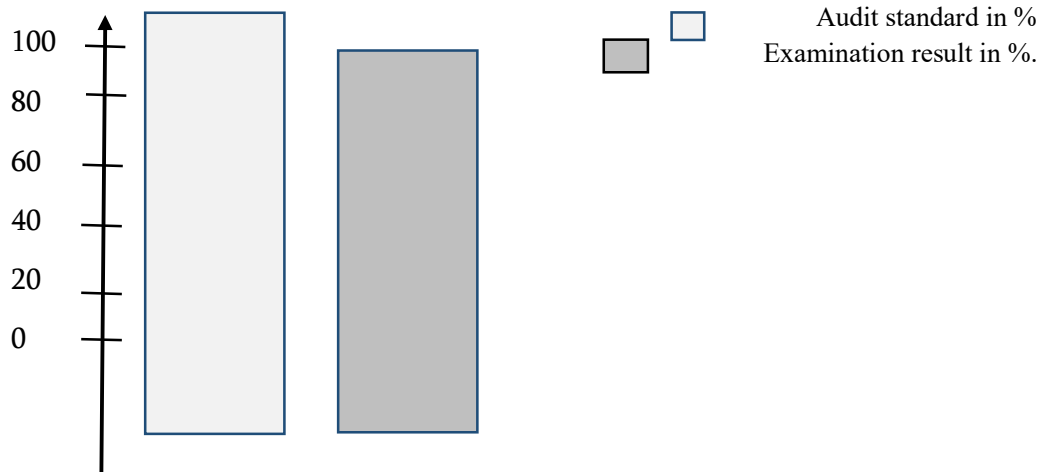
Table N 1. Audit criteria and established standards in patients with angina who were registered in the primary care system.

Criterion	Standard time	Standard	result
1. Frequency of referral of patients to the primary care center	1 year	100%	90%
2. Definyng of lipid spectrum in blood serum	1 year	100%	60%
3. Good blood pressure control	1 year	65%	50%
4. Smoking cessation	1 year	100%	70%
5. Dosed physical activity	1 year	100%	40%
6. Body mass index correction	1 year	100%	65%
7. Cardioprotective diet	1year	100%	62%

Obtained results and their analysis:

Patients with angina pectoris should be consulted in primary health care at least 4 times a year. As can be seen from the data (diagram 1), the frequency of treatment is quite high and is equal to 90%. ($p < 0.05$) patients are informed and pay attention to this issue. What is considered the success of the primary care team (family doctor, nurse, registrator) should be the efficiency of the call system, which leads to regular patient visits.

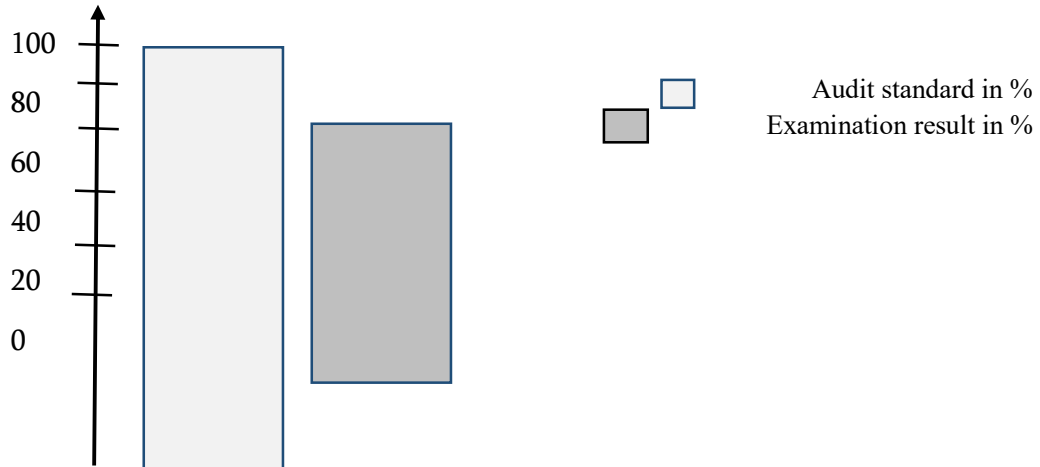
Diagram N1 Frequency of referral of a patient with angina pectoris to a family medicine center.



As for the successful control of the lipid profile (both high specific weight and low specific weight lipoproteins in the blood, 4 times a year), it does not reach the standard and is equal to 60%

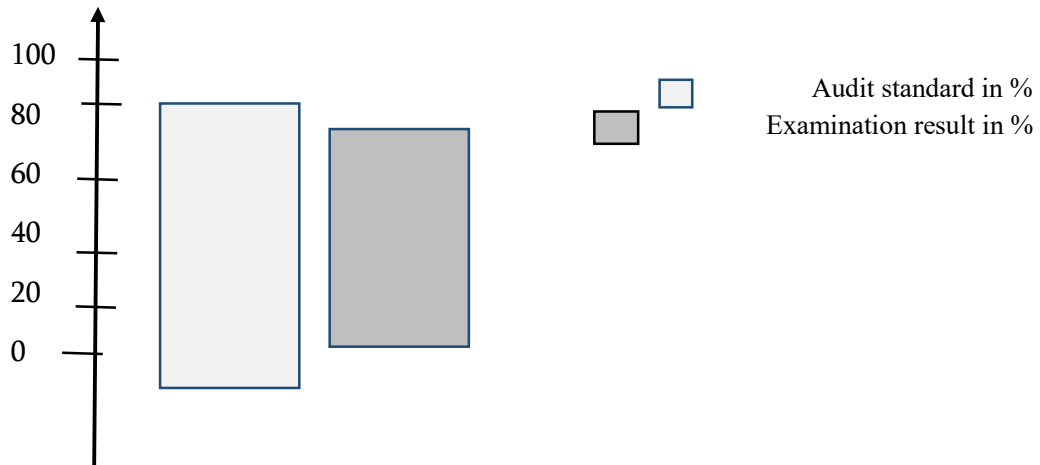
(diagram N2), However, this factor is one of the most important in the health care of patients with angina pectoris.

Diagram N2. Determination of lipid spectrum in blood serum of patients with angina pectoris.



According to the conducted research, blood pressure control also does not reach the standard and is equal to 50% ($P < 0.05$). Patients arbitrarily violate the regimen, they cannot adequately assess the effect of this risk factor and the severity of complications.

Diagram N 3. Blood pressure control in patients with angina pectoris



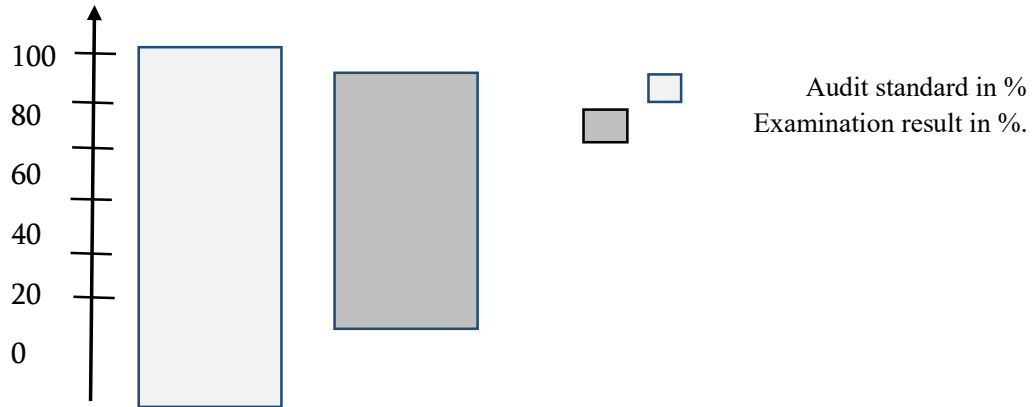
Research has shown that the criterion for stopping tobacco use, instead of 100%, is 70% ($P < 0.05$). Unfortunately, patients still do not realize the great role of this cardiovascular risk factor in the development of angina pectoris. An individual strategic plan for stopping nicotine consumption has not been developed for each smoker. Medical histories did not always include advice for smokers, information about the harmful effects of nicotine.

The result of the dosed physical activity criterion also does not reach the standard and is quite far from it by 30% ($p < 0.05$). This can be explained by the insufficient attention of the primary care team (doctor, nurse) and patients to this issue.

According to the conducted research, the correction of the body mass index is 65% ($P < 0.05$).

The difference between the standard and the result is explained by insufficient information of the patients about the given problem by the doctors.

Diagram N 4 Smoking cessation in patients with angina pectoris



As for the cardioprotective diet - preference for fruits and vegetables in meals, intake of dairy products, restriction of saturated fats, preference for white meat, fish and seafood compared to beef, its result is 68% ($P < 0.05$) and does not reach the standard-100 %.

So, it is necessary to work seriously in order to raise the patient's medical education to a higher level by conducting clinical lectures and conversations, by providing information about risk factors. We should inform the medical staff of the results of the audit, as well as remind them of the need to conduct a re-audit in order to achieve the effectiveness of the specified measures.

References

1. Dorland's illustrated medical dictionary, Philadelphia, PA: Saunders 2003p. 82 ISBN0721601464. Retrieved 24 August 2022
2. American Heart Association (8 November 2021)
3. Simons M, et al. New therapies for angina [https:// www.uptodate.com /contents/search](https://www.uptodate.com/contents/search) Accessed Dec. 21, 2021
4. Angina. National Heart, Lung and Blood Institute [https:// www.nhlbi.nih.gov/health-topics/angina](https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/angina) Accessed Dec. 21, 2021
5. Bonow RO, et al, eds. Stable ischemic heart disease. In: Braunwald's heart disease: A Textbook of cardiovascular medicine 12th ed. Elsevier, 2022 [https://://www.clinicalkey.com](https://www.clinicalkey.com). Accessed Dec. 21, 2021
6. Goldman L et al, eds. Angina pectoris and stable ischemic heart disease. In : Goldman-Cecil Medicine. 26th ed. Elsevier; 2020 <https://www.clinicalkey.com>. Accessed Dec. 21, 2021
7. www.g.fma.ge

სტენოკარდიის რისკ-ფაქტორების მოდიფიკაცია პირველად ჯანდაცვაში რეზიუმე

კვლევის მიზანი იყო პირველად ჯანდაცვაში სტენოკარდიის მქონე პაციენტების მომსახურების გაუმჯობესება. სამედიცინო აუდიტი ჩატარდა ქუთაისის საოჯახო მედიცინის ცენტრში. მიღებული შედეგებით, შეიძლება დავასკვნათ, რომ აუცილებელია პაციენტებთან ლექცია-საუბრების ჩატარება, ზოგადად, საგანმანათლებლო კამპანიის წარმოება ისეთი რისკ-ფაქტორების მოდიფიცირებისათვის, როგორცაა ცხოვრების ადინამიური წესი, არტერიული ჰიპერტენზია, ჭარბი წონა, თამბაქოს მოხმარება და ასე შემდეგ. მოგვიანებით უნდა ჩატარდეს რეაუდიტი, რათა შევაფასოთ რამდენად ეფექტური აღმოჩნდა ჩვენს მიერ წარმოებული პროცესი.

ჰერბიციდების გავლენა ნიადაგის მიკრობიოლოგიურ თვისებებზე

მაგდა დავითაშვილი, ლამარა ზურომვილი, დარეჯან მარგალიტაშვილი

იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი. შესწავლილ იქნა ჰერბიციდების (ბასულტრა, ზენკორი, ურაგან ფორტე) გავლენა ვენახის ნიადაგის მიკრობიოლოგიური პროცესებისა და ბიოლოგიური აქტივობის დინამიკაზე. დადგინდა, რომ ჰერბიციდების გამოყენება ცვლის ცალკეული ჯგუფის და სახეობის მიკროორგანიზმთა შემადგენლობას და თანაფარდობას, თუმცა არსებითად გავლენას არ ახდენს მათ ჯამურ რაოდენობაზე და არ ამცირებს ნიადაგის ნაყოფიერებას. ნიტრატების დაგროვების პოტენციური უნარის გამოკვლევამ არ გამოავლინა ჰერბიციდების მაინჰიბირებელი მოქმედება ნიტრატების დაგროვებაზე ვენახების ნიადაგში. შესწავლილი ჰერბიციდები ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცალკეულ ჯგუფებზე უმნიშვნელო მაინჰიბირებელი გავლენის მიუხედავად, მთლიანობაში არ ახდენდნენ ტოქსიკურ მოქმედებას ვენახის მიკროფლორაზე.

საკვანძო სიტყვები: მიკროფლორა, მინერალური სასუქები, ჰერბიციდი, ტოქსიკური, ინჰიბირება, ნიტრატები.

შესავალი. სოფლის მეურნეობის პროდუქტების წარმოების შემდგომი ზრდის მიზნით, თანმიმდევრულად მიიღება ზომები სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ქიმიზაციის გაძლიერებისთვის. ბუნებრივია, მინერალური სასუქების და ჰერბიციდების რაციონალური გამოყენების პრობლემები უნდა გადაწყდეს კვლევების გათვალისწინებით, რომლებიც დაკავშირებულია ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცხოველქმედებასთან. ლიტერატურაში არის მონაცემები ნიადაგის მიკროფლორაზე ჰერბიციდების გავლენის შესახებ. მკვლევართა მიერ მიღებული შედეგები განსხვავებულია. არის მითითებები ჰერბიციდების ტოქსიკური მოქმედების შესახებ, მოქმედების არ არსებობის შესახებ, მასტიმულირებელი მოქმედების შესახებ ჩვეულებრივი დოზებით მათი შეტანისას. ყველა ახალი ჰერბიციდების პრაქტიკაში ფართოდ გამოყენებამდე სასურველია შესწავლილი იყოს მათი მოქმედება ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობაზე კონკრეტულ ნიადაგურ-კლიმატურ რაიონში [1, 5, 6].

წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია ჰერბიციდების - ბასულტრას (ამონიუმის გლუფოსინატი 200გ/ლ), ზენკორის (მეტრიბუზინი 600გ/ლ), ურაგან ფორტეს (გლიფოსატი 500 გ/ლ, კალიუმის მარილის მიხედვით) მოქმედების და მოქმედების შემდგომი გავლენა ვენახის ნიადაგის მიკრობიოლოგიური პროცესებისა და ბიოლოგიური აქტივობის დინამიკაზე. საკვლევ ვარიანტებში ჰერბიციდებთან - ბასულტრას, ზენკორისა და ურაგან ფორტესთან ერთად (10 კგ/ჰექტარზე მოქმედი ნივთიერების) შეგვქონდა მინერალური სასუქი შემდეგი დოზებით $N_{120}P_{120}K_{60}$ და $N_{60}P_{60}K_{30}$.

მასალა და მეთოდები: მუკუზნის ველის ვენახების ნიადაგის მიკროფლორაზე ჰერბიციდის გავლენაზე ვმსჯელობდით ნიადაგის სინჯების მიკრობიოლოგიური ანალიზების მონაცემებით. სინჯები აღებული იყო თითოეული ვარიანტიდან 0-20სმ და 20-40სმ სიღრმიდან. ანალიზები ტარდებოდა ნიადაგის მიკრობული მრავალფეროვნების შესწავლის მიღებული მეთოდებით [2, 4, 7]. განისაზღვრებოდა ნიადაგის ნიტრატების დაგროვების პოტენციური უნარი [3]. შეისწავლებოდა საპროფიტები, სპოროვანი ბაქტერიები, ცელულოზადაშლელი და ნიტრიფიკაციის ბაქტერიები, განისაზღვრებოდა ნიადაგიდან

CO₂-ის წარმოქმნა, ცელულოზის დამშლელი მიკროფლორის აქტივობა სავსე პირობებში, ნიადაგის ფერმენტების აქტივობა.

კვლევის შედეგები: საპროფიტების აღრიცხვის ციფრული მასალის ანალიზი ადასტურებს მათ მნიშვნელოვან შემცველობას შესასწავლ ნიადაგში, რაც მეტყველებს მათ პოტენციურ ნაყოფიერებაზე. 2020-2023 წლების კვლევების შედეგებმა საშუალება მოგვცა გამოგვეტანა დასკვნა, რომ ჰერბიციდების (ბასულტრა, ზენკორი, ურაგან ფორტე) შეტანა უარყოფითად მოქმედებდა ბაქტერიების განვითარებაზე, განსაკუთრებით შეტანის პირველ პერიოდში. 2023 წლის მასალებიდან, რომლის განმავლობაშიც შეისწავლებოდა ჰერბიციდის მინერალურ სასუქებთან ერთად ოთხწლიანი შეტანის შედეგები, ჩანს, რომ უარყოფითი ეფექტი შემცირებულია. ყველა საკვლევ ვარიანტში შეინიშნება ბაქტერიების საერთო რიცხვის ზრდის ტენდენცია, თუმცა მაინც ვერ აღწევს საკონტროლო ვარიანტის დონეს ვეგეტაციური პერიოდის ბოლოსაც კი.

უკეთესი შედეგები მიღებული იყო „N₁₂₀ P₁₂₀ K₆₀ + დემონსტრირებული ვარიანტის ჰერბიციდები (ბასულტრა, ზენკორი, ურაგან ფორტე) 10 კგ/ჰა“ და „N₆₀P₆₀K₃₀ + დემონსტრირებული ვარიანტის ჰერბიციდები (ბასულტრა, ზენკორი, ურაგან ფორტე) 10 კგ/ჰექტარზე.“ უნდა აღინიშნოს მიღებული შედეგების კორელაცია წინა კვლევის მასალებთან.

სპორაწარმომქმნელი მიკროორგანიზმების კვლევის შედეგებმა შეტანილი ჰერბიციდის მიმართ მაღალი მგრძობელობა აჩვენა პირველი ორი წლის მონაცემებით ყველა საკვლევ ვარიანტში. ჰერბიციდების შეტანის არ არსებობა აღინიშნა ბაქტერიების მითითებულ ჯგუფზეც. არც ისე მკვეთრი განსხვავება არ იყო საკონტროლო და საცდელ ვარიანტებში. 0-20 სმ სიღრმის საკონტროლო ვარიანტში ბაქტერიების რიცხვი ტოლია 589, 518, 570, 610, ხოლო საცდელ ვარიანტში „N₆₀P₆₀K₃₀ + დემონსტრირებული ვარიანტის ჰერბიციდები (ბასულტრა, ზენკორი, ურაგან ფორტე) 10 კგ/ჰექტარზე“ შესაბამისად 319, 305, 320, 364 ათასი, 1 გრამ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგში. უკეთესი მონაცემები მოცემულ ფიზიოლოგიურ ჯგუფზე მიღებული იყო მითითებულ ვარიანტში. როგორც ჩანს, მინერალური სასუქების შეტანა გარკვეული ხარისხით ასტიმულირებს მიკროორგანიზმთა განვითარებას.

მითითებული დოზით ჰერბიციდების შეტანა უარყოფით გავლენას არ ახდენს აზოტბაქტერიებისა და ოლიგონიტროფილების განვითარებაზე, მიკროორგანიზმების ცელულოზის დამშლელ აქტივობაზე. ცელულოზადამშლელი ბაქტერიების შესწავლის შედეგად მიღებული ციფრული მასალის დადასტურება ხდებოდა მონაცემებით, რომლებიც მიღებული იყო სავსე პირობებში სელის ქსოვილის დაშლაზე დაკვირვებით. ქსოვილის დაშლის %-დან გამომდინარე საუკეთესო ვარიანტს წარმოადგენს „N₆₀P₆₀K₃₀ + დემონსტრირებული ვარიანტის ჰერბიციდები (ბასულტრა, ზენკორი, ურაგან ფორტე) 10 კგ/ჰექტარზე.“ აღნიშნული ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგან როგორც უკვე აღინიშნა, შესასწავლი ნიადაგის ხელსაყრელი აგრონომიული მაჩვენებლები განპირობებულია ჰუმუსის მაღალი შემცველობის სხვა მაჩვენებლებით, რაც დიდი ხარისხით დამოკიდებულია ცელულოზადამშლელი მიკროფლორის ცხოველქმედების დაჩქარებასა და დათრგუნვაზე.

ნიტრიფიკაციის შესაფასებლად, ამ პროცესის გამომწვევის აქტივობასთან კავშირში,

შემოთავაზებული იყო დამგროვებელი კულტურების შესწავლა სხვადასხვა განზავების გადათესვის მეთოდით ვენახის I ფაზის თხევად არეებზე. სულ მიღებული იყო 9 გენერაცია, საიდანაც შვიდმა აჩვენა ნიტრიფიკატორების არსებობა. დამგროვებელი კულტურების შესწავლამ და მათი დამყანგველი თვისებების შედარებამ ბუნებრივთან, აჩვენა მანიტრიფიცირებელი შესაძლებლობების ზრდა მათი გაწმენდის შესაბამისად, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ შესასწავლი ნიადაგი შეიცავს ნიტრიფიკატორების აქტიურ რასებს.

ჰერბიციდების შეტანის ზეგავლენით შეინიშნება მანიტრიფიცირებელი ბაქტერიების განვითარების დათრგუნვა, რაც შენარჩუნებული იყო ყველა შესწავლილ ვარიანტში და კვლევის მეოთხე წელს განსაკუთრებით ძლიერ შეინიშნებოდა ვარიანტში „ჰერბიციდები (ბასულტრა, ზენკორი, ურაგან ფორტე) + აგროტექნიკური ფონი“. კონტროლში კი მანიტრიფიცირებელი ბაქტერიების რაოდენობა 0-20 სმ სიღრმის ანალიზების თანახმად იყო 1773, 1630, 1807, 2205, ხოლო ვარიანტში „N₆₀P₆₀K₃₀ + დემონსტრირებული ვარიანტის ჰერბიციდები (ბასულტრა, ზენკორი, ურაგან ფორტე) 10 კგ/ჰექტარზე“ შესაბამისად - 607, 550, 611, 805.

შესწავლილ იყო ნიადაგის ფერმენტების ინვერტაზას და დეჰიდროგენაზას აქტივობა. მიღებული მასალა მეტყველებს იმაზე, რომ 3-4 წლის განმავლობაში ჰერბიციდების (ბასულტრა, ზენკორი, ურაგან ფორტე) შეტანა არ ახდენს უარყოფით გავლენას მითითებული ფერმენტების აქტივობაზე.

დასკვნა. ექსპერიმენტული კვლევის მონაცემები, მუკუზნის ველის ვენახების ნიადაგის მიკროფლორაზე ჰერბიციდების - ბასულტრას, ზენკორის, ურაგან ფორტეს მოქმედებისა და მათი ბიოლოგიური აქტივობის შესწავლის საფუძველზე, საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ჰერბიციდების გამოყენება ცვლის ცალკეული ჯგუფის და სახეობის მიკროორგანიზმთა შემადგენლობას და თანაფარდობას, თუმცა არსებითად გავლენას არ ახდენს მათ ჯამურ რაოდენობაზე და არ ამცირებს ნიადაგის ნაყოფიერებას. 4 წელი ზედიზედ ჰერბიციდების - ბასულტრას, ზენკორის, ურაგან ფორტეს გამოყენებამ გვიჩვენა, რომ ამ 4 წლის მანძილზე ხდებოდა სპოროვანი ბაქტერიების, სოკოების და აზოტბაქტერიების სტიმულაცია. ვეგეტაციის პერიოდში ვენახის ნიადაგის მიკროფლორის დინამიკის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ბასულტრას, ზენკორის, ურაგან ფორტეს გამოყენებამ გამოიწვია ნიადაგის მიკროფლორის (თითქმის ყველა ჯგუფის) მაქსიმალური განვითარება გაზაფხულიდან ზაფხულამდე, ე.ი. უმნიშვნელოდ აინჰიბირებდნენ მათ ზრდას. ძლიერი მოქმედების მიუხედავად ბასულტრამ ვერ გამოიწვია სოკოების და აზოტბაქტერიების ზრდის მაქსიმუმი. ნიტრატების დაგროვების პოტენციური უნარის გამოკვლევამ არ გამოავლინა ჰერბიციდების მაინჰიბირებელი მოქმედება ნიტრატების დაგროვებაზე ვენახების ნიადაგში. ურაგან ფორტე რამდენადმე ააქტიურებდა კიდეც მათ დაგროვებას. შესწავლილი ჰერბიციდები ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცალკეულ ჯგუფებზე უმნიშვნელო მაინჰიბირებელი გავლენის მიუხედავად, მთლიანობაში არ ახდენდნენ ტოქსიკურ მოქმედებას ვენახის მიკროფლორაზე.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Barman, K. K., and Jay G. Varshney. "Impact of herbicides on soil environment." *Indian Journal of Weed Science* 40, no. 1&2 (2008): 10-17.
2. Blagodatskaya, Evgenia, and Yakov Kuzyakov. "Active microorganisms in soil: critical review of estimation criteria and approaches." *Soil Biology and Biochemistry* 67 (2013): 192-211.
3. Chapman, H. D., and George F. Liebig Jr. "Field and laboratory studies of nitrite accumulation in soils." *Soil Science Society of America Journal* 16, no. 3 (1952): 276-282.
4. Costa, Joana, Rui S. Oliveira, Igor Tiago, Ying Ma, Cristina Galhano, Helena Freitas, and Paula Castro. "Soil microorganisms." *Advances in plant ecophysiology techniques* (2018): 457-482.
5. Rose, Michael T., Timothy R. Cavagnaro, Craig A. Scanlan, Terry J. Rose, Tony Vancov, Stephen Kimber, Ivan R. Kennedy, Rai S. Kookana, and Lukas Van Zwieten. "Impact of herbicides on soil biology and function." *Advances in agronomy* 136 (2016): 133-220.
6. Soloneski, Sonia, and Marcelo L. Larramendy. *Herbicides, theory and applications*. 2011.
7. Wollum, A. G. "Cultural methods for soil microorganisms." *Methods of soil analysis: part 2 chemical and microbiological properties* 9 (1983): 781-802.

**Effect of herbicides on microbiological properties of soil
Summary**

The influence of herbicides (Basutra, Zenkor, Uragan Forte) on the dynamics of microbiological processes and biological activity of the vineyard soil was studied. It was shown that the use of herbicides changes the composition and ratio of individual groups and species of microorganisms, although it does not significantly affect their total number and does not reduce soil fertility. The investigation of the potential ability of nitrate accumulation did not reveal the inhibitory effect of herbicides on the accumulation of nitrates in vineyard soil. Despite the insignificant inhibitory effect on certain groups of soil microorganisms, the studied herbicides did not have a toxic effect on the microflora of the vineyard as a whole.

ძირითადი სტომატოლოგიურ დაავადებათა ეკოლოგიური და სამედიცინო-სოციალური ასპექტები

ე. ასათიანი, ლ. გელოვანი, თ. ჟვითაშვილი, ს. კაპანაძე, ხ. დავარაშვილი,
ი. შენგელია, ო. ჟვითაშვილი.

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი. ანხილულია მსოფლიოში გავრცელებული სტომატოლოგიური დაავადებების გამომწვევი და გამამლიერებელი ფაქტორები: 1. ადამიანის კვების თავისებურებები და მასთან დაკავშირებული ავი ჩვევები; 2. სასმელი წყლის შედგენილობა და გარემოს მდგომარეობა; 3. კბილყბათა სისტემის რედუქცია კაცობრიობის განვითარების ეპოქალური პროცესი. თანამედროვე ადამიანის კვების მთავარ თავისებურებას წარმოადგენს შაქრის მაღალი მოხმარება, რომელიც პირის ღრუში განაპირობებს გენეტიკურად არადეტერმინებული სტრუქტურების - კბილის ნადების, კბილის ქვებისა და სხვათა წარმოშობას. ისინი არსებობენ ორგანიზმისაგან დამოუკიდებლად, ბრწყინვალედ ადაპტირდებიან პირის ღრუში, და მოხმარენ მიკროფლორასა და მასში არსებულ შაქრის ნარჩენებს. ამ ფაქტორების გამოკვლევა და მკურნალობა ეკოლოგიური **სტომატოლოგიის ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა.**

საკვანძო სიტყვები: სტომატოლოგია, კარიესი, პარადონდიტი, რედუქცია, პათოლოგია

შესავალი

კბილყბათა სისტემა წარმოადგენს ადამიანის ორგანიზმში არსებული მასიური დაავადებებისადმი მიდრეკილ ორგანოს. ძირითადი სტომატოლოგიური დაავადებების (კარიესი, პარადონტიტი) განვრცობადობა 100%-ს აღწევს, ანომალიები და დეფორმაციები - 60% [1, 2, 3].

საკმაოდ კარადაა ცნობილი, რასთანაა დაკავშირებული სტომატოლოგიური პათოლოგიის ასეთი მაღალი დონე. ასეთი ფაქტორები ძირითადად სამია:

1. ადამიანის კვების თავისებურებები და ჩვევები;
2. სასმელი წყლის შედენილობა და გარემოს მდგომარეობა;
3. კბილყბათა სისტემის რედუქცია როგორც კაცობრიობის განვითარების ეპოქალური პროცესი.

ამ ფაქტორების ზემოქმედება არაა გამოცალკეებულად ის ინტერირებულია და მნიშვნელოვნადაა ადიტიური.

ადამიანის სტომატოლოგიური პათოლოგია არსებითად დაკავშირებულია კბილყბის მთელ რიგ უნიკალურ თავისებურებებთან კბილყბის მთელ რიგ უნიკალურ თავისებურებებთან. პირველყოფისა, ეს გარემოსთან პირდაპირი თუ მუდმივი კონტაქტია. ასეთი გარემოება ითხოვს გარემოსთან კბილყბის მუდმივ ადაპტარებას მის ცვალებადობასთან და ზემოქმედების მრავალსახეობასთან კავშირში.

უნიკალური და მრავალრიცხოვანია კბილყბზე დატვირთვის სახეები. ესაა ძლიერი მექანიკური ზემოქმედებები, საკვების სხვადასხვა სახეების სასმელებისა და გარემოს გავლენა. ძალზე მრავალფეროვანია კბილყბზე ფიზიკური ზემოქმედების-მაღალი და დაბალი წნევა, დასხივების სხვადასხვა ტიპები და სხვა [4, 5, 6].

პირის ღრუს პათოლოგიის განვითარებისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მასში მიკროფლორის მუდმივი არსებობა. მას განსაკუთრებული მრავალფეროვნება ახასიათებს. ესაა აერობული და ანაერობული მიკროფლორა, სხვადასხვა სახის სოკოები, უმარტივესები. ამ მიკროფლორების დიდი ნაწილი არაპათოგენურია, ხოლო რაღაც ნაწილი - პირობით პათოგენური. ზოგიერთი სახეობების როლი კი გაუგებარია და დღემდე არ შეფასებულა. ისინი არსებობენ მრავალი გამოკვლეულის პირის ღრუს რბილ კბილის ნადებში და არ ქრებიან კუჭის წყლულისა და ქლამიდიოზის მკურნალობის დროს, რაც გვაიძულებს ვივარაუდოთ პირის ღრუში როგორც ამ სახეობების დეპოს ალბათური როლი და როგორც ამ დაავადებათა რეციდივების შესაძლო მიზეზი [7].

პირის ღრუს ფუნქციების მრავალრიცხოვანია: ლექვის, საჭმლის მომნელებელი, სამეტყველო, ესთეტიკური. განსაკუთრებულ - მნიშვნელოვანია, მათ შორის პათოლოგიაშიც, პირის ღრუს გენეტიკურად არადეტერმინირებულ სტრუქტურები. მათ მიეკუთვნებიან კბილის ქვეები, რბილი კბილების ნადები, საკვების ნარჩენები, ნერწყვის ნალექები, ბუჯნები, პროთეზები, აპარატები. სტრუქტურების ასეთ მრავალფეროვნებას არ გააჩნია არცერთი სისტემა ადამიანის ორგანიზმში.

პირის ღრუს პათოლოგიის პროცესში კბილის ნადებისა და კბილის ქვის როლი საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი. კბილის ნადები წარმოადგენს პირის ღრუს პირობებისადმი მოდიფიცირებულ მიკროფლორების კოლონიას, რომელიც პირის ღრუში ძირითადად წარმოიშვება პირის მიკროფლორის უტილიზაციის შედეგად. ეს კოლონიები უნარმოსილია შაქრის მიღებისას მჟავების ინტენსიური პროდუქციისათვის [8].

კბილის ქვა წარმოიშვება ნერწყვისაგან კალციუმის სხვადასხვა მარილების გეტერომორფულ ბიოლოგიურ მატრიცებზე დალექვის შედეგად, რაც წარმოადგენილია საკვები დეტრიტების, მკვდარში მიკროფლორით, ნერწყვის ცილებით და უჯრედული დეტრიტით კბილის ქვა და კბილის ნადების წარმოადგენს წამყვან ეტიოლოგიურ და პათოგენეტიკური ფაქტორებს კბილების კარიესისა და პარადონტის დაავადების განვითარების დროს.

კბილებისა და პარადონტის დაავადებები პირველ ყოვლისა დაკავშირებულია მათი ქსოვილების აგებულებისა და ფუნქციონირების თავისებურებებთან. განსაკუთრებით უნიკალურია კბილების ემალის თვისებები და შედგენილობა. ამ სტრუქტურაში არ დაიკვირვებიან უჯრედები, ფერმენტები და ცხოველქმედებებისა და აღწარმოების ბიოლოგიური სისტემები. მასში წყლის რაოდენობა არ აღემატება 3-5%, ხოლო ცილის შემცველობა - 1,3%. ის განსაკუთრებით უნიკალურია შედგენილობითა და თვისებებით. ძალიან დიდია ემალის სიმტკიცე და მისი შედგენილობა და ხარისხი მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია გარემოს მრავალ ფაქტორებზე, ჰაერისა და განსაკუთრებით საკვების ხარისხზე [9].

ასევე უნიკალურია ნერწყვის შედგენილობა და თვისებები. ეს ბიოლოგიური სითხე ძალზე გადაჯერებულია კალციუმისა და ფოსფატების მარილებით, რაც კბილებს იცავს დაშლისაგან და ხელს უწყობს გახსნილი ემალის მინერალიზაციას. ნერწყვში არსებობს რავალრიცხოვანი დამცავი სისტემა - ანტისხეული, ანტიბაქტერიული ფაქტორები, სისხლის შემდეგებული ფაქტორები და სხვა. დამტკიცებულია, რომ პირის ღრუში მრავალი პროცე-

სის რეგულაციის ძირითად ფაქტორს, მათ რიცხვში დე-და რემინურალიზაცია, წარმოადგენს ნერწყვის pH. pH-ზე და მოკიდებული როგორც მყავას პროდუქცია, ისე კბილის ქვის წარმოშობა და დამცველი ფაქტორებისა და სისტემების ეფექტურობა.

ადამიანის ძირითადი სტომატოლოგიური დაავადებები (კარიესი, პარადონტიტი და კბილყბის ანომალიები), რომლებიც მეტნაკლებად დედამიწის ასწებოვნებიდან თითოეულ მცხოვრებს, წარმოიშენენ, განვითარდნენ და გლობალიზდნენ ცივილიზაციის ზრდის პარალელურად. ამ მხრივ სტომატოლოგიური დაავადებები წარმოადგენს ცივილიზაციის ყველაზე ტიპიურ ავადმყოფობებს, რომელიც შექმნილია თვით ადამიანისა და მისი ევოლუციის მიერ, რომელიც ცვლის და ეგუება სიცოცხლეს ფორმებსა და თვით გარემოს.

განვიხილოთ ზემოთ ჩამოთვლილი სამი ძირითადი ფაქტორების როლი და გავლენა, რომლებიც განაპირობებს კაცობრიობის ეგზომ მაღალ სტომატოლოგიურ დაავადებას და მათი მნიშვნელობა საზოგადოებრივი ცხოვრების განვითარებაში.

1. ადამიანის კვება და მისი თავისებურებები

კვების ცვალებადობა (შედგენილობა, მომზადება, საკვების მოხმარების ხერხი და პირის ღრუს გასუფთავება) წარმოიშვა კაცობრიობის წარმოშობის გარიჟრაჟზე და მდგომარეობს შემდეგში:

1. სხვადასხვა სახეობის საკვების თერმული დამუშავების ხერხების განვითარება;
2. საკვების დანამცეცება და დარბილება;
3. „კონცენტრირებული“ საკვების წარმოშობა;
4. საკვების ადრე უცნობი ახალი სახეობების გამოჩენა;

საკვების შემადგენლობის ცვლილებასთან დაკავშირებით განვითარება დაიწყო მასთან დაკავშირებულმა ავზიანმა ჩვეულებებმაც:

1. საღებო მოდუნების განვითარება;
2. საკვების ძირითადი მიღების ნორმის გარეთ არანორმირებული შექარშემცველი პროდუქტების მოხმარება;
3. დესერტების მომზადება და მათი მოხმარება ბოლო ულუფის სახით.

ასევე დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა ეკონომიკურ ეფექტსაც, რამდენადაც შექარშემცველი პროდუქტების, პურისა და ბურღულეულთა მიღების, ღირებულებებისა და წარმოების მოცულობა იყო ყველაზე მომგებიანი, არადეფიციტური და თანდათან შეადგინა კაცობრიობის რაციონის ძირითადი ნაწილი.

ასევე დიდ როლს თამაშობდა ტკბილი საკვები პროდუქტების გემოვნებითი მიმზიდველობა, მათი დაბალი ღირებულება და წარმოების დიდი მასშტაბები. ვეგების ხასიათის ცვლილბას სტომატოლოგიური დაავადებების წარმოქმნისას.

1. საკვების თერმული დამუშავება, მისი დარბილება და დანამცეცება განაპირობებდა საკვების გემოვნებითი ხარისხის გაუმჯობესებას, მის მიმზიდველობას.
2. კონცენტრირებული საკვების გამოჩენა ასევე ხელს უწყობდა მისი მოხმარებისა და ღებვის დროის შემცირებას, ამცირებდა პირში ყოფნის დროს და აქვეითებდა კბილყბათა სისტემაზე დატვირთვებს.

3. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა თანამედროვე ადამიანის კვების რაციონში შაქრისა და მისი პროდუქტების დიდი რაოდენობით გამოყენება.

შაქრის (სახაროზის) როგორც საკვები პროდუქტის ან საკვების მნიშვნელოვანი ინგრედიენტის სპეციფიკურობას წარმოადგენს მის უნარს უკვე პირის ღრუში მეტაბოლიზმისაკენ, რამდენადაც მასში არსებობს გლიკოლიზის ფერმენტთა მთელი ასხმა, რომელნიც ძირითადად ბაქტერიული წარმოშობისაა. სხვა საკვები პროდუქტები პირში მეტაბოლიზირებისათვის უნარმოკლებულია. პირის ღრუში მიმდინარეობს მხოლოდ მათი ამ პროცესისათვის მომზადება [10].

კაცობრიობის ადრეულ ისტორიაში შაქარი კვებაში არასოდეს იკავებდა რაიმე მნიშვნელოვან ადგილას. მისი როგორც მასიური პროდუქტის გამოჩენა მოხდა მხოლოდ XIX საუკუნის ბოლოსა და XX საუკუნის დასაწყისში, როცა შაქრის ჭარხლიდან და ლერწმიდან მიიღეს შაქარი. ძალიან მალე ის გახდა თანამედროვე ადამიანის კვების რაციონის ერთ-ერთი იაფი, საყვარელი და აუცილებელი ნაწილი. უფრო ადრე ძველ ეგვიპტეში, რომში და საბერძნეთში შაქარი ძალიან ძვირი გახლდათ ის ხელმისაწვდომი იყო მხოლოდ დიდებულებისათვის. სწორედ მათ გაუჩნდათ პირველად კბილების კარიესი.

გათხრებმა საიმედოდ უჩვენა, რომ ძველი ადამიანი არ ავადდებოდა კარიესით. მხოლოდ შუა საუკუნეებში ძველი აღმოსავლეთისა და ამიერკავკასიის მოსახლეობის მაღალი ფენების მცირე ნაწილში გვხვდებოდა ის [11].

კარიესის ზრდის პირველი ტალღა დაემთხვა წვრილად დაფქვილი ხორბლის დამზადებას (XVIII-XIX). ასეთი ფქვილისაგან ნაწარმოები პროდუქტები პირის ღრუში ნაწილობრივ მეტაბოლიზირდებოდნენ (სახამებელი), რაც იწვევდა კარიესის გაჩენას [12].

კბილების კარიესის გაფართოების მეორე ტალღა დაემთხვევა შაქრის როგორც მასიური პროდუქტის მოხმარებას (XIX-XX სს), როცა კარიესით დაავადების შემთხვევები თანდათანობით გაიზარდა 40-60%-მდე. ამ დაავადებულებში ასევე გაიზარდა თითოეულში ავადმყოფი კბილების რაოდენობა.

ბოლოს, კბილების კარიესით დაავადებულთა გლობალიზაციის მესამე ტალღა მოხდა XX საუკუნეში, როცა შაქრის მოხმარება წელიწადში ერთ სულ მოსახლეობაზე ~60 კგ-მდე გაიზარდა განვითარებულ ქვეყნებში და ის გახდა მთელი მოსახლეობის მასიური პროდუქტი. 12 წლის ასაკში 7 დაავადებული კბილიდან კარიესით დაავადების განვრცობადობა 97%-მდე გაიზარდა [13].

ამრიგად, კარიესი წარმოადგენს ცივილიზაციის ტიპიურ დაავადებას და მისი განვითარება დაკავშირებულია კვების ხასიათისა და ადამიანის საკვების ცვლილებებთან და მათ შემადგენლობაში არატიპიური პროდუქტის ჩართვასთან. მის მოხმარებასთან და ნეგატიურ შედეგებთან თანამედროვე ადამიანი შეუგუებელი აღმოჩნდა.

2. კბილების მდგომარეობაზე და მათ სტომატოლოგიურ დაავადებებზე დიდგავლენის მქონე მეორე ფაქტორია გარემოს მდგომარეობა და, პირველ რიგში, სასმელი წყლის შედგენილობა. ამ შემთხვევაში ასეთი გავლენის თავისებურებას წარმოადგენს არა გარემოს დაბინძურებას, არამედ მასში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ბიოელემენტის - ფტორის შემცველობა [14]. სასმელ წყალში ფტორის იონის (და საერთოდ ფროტიდების) კბი-

ლების კარიესთან კავშირი XX საუკუნის პირველ ნახევარში იქნა აღმოჩენილი. ასეთი ერთობ განსხვავებულია სხვადასხვა ტერიტორიებისათვის და ეს განსხვავებები ზოგჯერ ძალზე მნიშვნელოვანია. მრავალრიცხოვან ფაქტორთა ანალიზმა უჩვენა, რომ კარიესით დაავადება დაკავშირებულია სასმელ წყალთან და კონკრეტულად, მასში ფტორის არსებობასთან დამახასიათებელია, რომ ეს დამოკიდებულება აღმოჩნდა ერთობ რთული. კარიესით ყველაზე მცირე დასნეობენება დარეგისტრირდა წყალში 0,8-1,5 მგ/ლ შემცველობის დროს. უფრო მცირე შემცველობის ფტორიდის შემთხვევაში კარიესის განვრცობადობა სერიოზულად იზრდებოდა ფტორიდის წყალში ფტორიდის კონცენტრაციის მომატება 1,2-1,5 მგ/ლ-ზე მაღლა განაპირობებდა კბილების მეორე დამსნეობენების - ფლიუროზის [14] ზრდას, რაც გამოიხატება კბილებზე მუქი ლაქების წარმოქმნაში. უფრო მაღალი კონცენტრაციებისას მიმდინარეობდა კბილების გაშვება, მათი ფორმების დეფექტები, სტრუქტურის რღვევა.

მნიშვნელოვანია ფტორიდის როლის ზოგიერთი ასპექტი კბილების კარიესის პროფილაქტიკაში. თუ ფეხხმძიმობის დროს ქალი მოიხმარს ფტორის ნორმალური შემცველობის წყალს, მაშინ კბილების ჩანასახში იდება ემალში ფტორიდის ნორმალური შემცველობით ჰიდროქსიფტორ-აპატიტის სახით. ემალის ნახევარმიმოცვლის ფრიად დაბალი სიჩქარის გათვალისწინებით, ასეთი ემალის ჩადება განსაკუთრებით სრულყოფილებით იძლევა გარანტიას ჩვილის კბილები იქმნებოდეს მჟავებისა და კარიესისადმი ამალელებული რეზისტენტობით, რომელიც იწვევს მთელი წლების მანძილზე კბილების ამოჭრის შემდეგ. ამაში მდგომარეობს ფტორიდების განსაკუთრებული დამცველი როლი, რომელიც ხვდება დედის ორგანიზმში [15].

კარიესის პათოგენური ფტორიდების როლის მტკიცებულების გათვალისწინებით მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციამ ხანგრძლივი და სერიოზული კვლევების შემდეგ რეკომენდაცია გასცა ფტორიდის შემცირებული შეცვლადობის წყლის ხელოვნური ფტორირების შესახებ. ბავშვებში მისი ეფექტურობა, ფტორირებული წყლის მოხმარებისას, 5-10 წლის განმავლობაში აღწევს 50-80% - სულ კარიესის ზრდის რედუქციას. თანაც ერთ კაცზე ხარჯი წელიწადში არ აღემატება 1 ამერიკულ დოლარს. წყლის ფტორირების სპეციალური ავტომატური სისტემები ფართოდ გამოიყენება მთელ მსოფლიოში.

3. თანამედროვე ადამიანის სტომატოლოგიურ პათოლოგიაში ძალიან მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენდა კბილებათა სისტემის რედუქცია, რომელიც მიმდინარეობდა მრავალი ათასწლეულის განმავლობაში და მიმდინარეობს დღესაც.

თავის ქალის ტვინის ნაწილის ზრდამ და გამართულმა სიარულმა განაპირობა თავის ქალის სახის ნაწილის შემცირება, ყბათა ცვალებადობა, მათი ზომების, ფორმისა და მორფოლოგიის ცვლილება. კბილ-ყბათა აპარატის რედუქციის პროცესი სხვადასხვა სიჩქარით მიმდინარეობდა დედამიწის სხვადასხვა ნაწილებში და ეროვნებისა და რასების პირებში.

კბილ-ყბათა სისტემის რედუქციის პროცესის შესწავლაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა კბილებს, რამდენადაც მათი მასალა ყველაზე კარგად ინახება ათასწლეულების მანძილზეც კი მცირედ იცვლებიან მათი დამახასიათებელი პარამეტრები. მათი

მორფოლოგია ადვილად მისაწვდომია შესწავლა -გამოკვლევებისადმი, მარტივია და საიმედო. ყველაფერმა ამან ხელი შეუწყო ახალი მეცნიერების სტომატოლოგიური ანთროპოლოგიის ოდონტოლოგიის ჩამოყალიბებას. ის შეისწავლის კბილ-ყბათა სისტემის აგებულებასა და მორფოლოგიას და ძალზე არსებითია რედუქციის პროცესის შესწავლისას. ასევე ძალზე მნიშვნელოვანია ოდონტოლოგიის განყოფილება - ეთნიკური ოდონტოლოგია. ეს არის მეცნიერება, რომელიც სწავლობს სხვადასხვა რასებისა და ერების კბილებისა და ყბების ანთროპოლოგიურ სტრუქტურებს [16].

კბილ-ყბათა სისტემის რედუქციის ერთ-ერთ ყველაზე ნაკლებად შესწავლილ განყოფილებას წარმოადგენს სტომატოლოგიური პათოლოგიისა და სტომატოლოგიური ავადობის განვითარებაზე მისი გავლენის გამოკვლევა. მათზე ძალზე მცირე რაოდენობის პუბლიკაციებია ჯერ-ჯერობით გამოქვეყნებული.

ბუნებრივია, რომ ყბების ზომების შემცირება, მათი შევიწროება, ალვეოლური მორჩების ფორმისა და ზომების ცვლილება არ შეიძლება განურჩეველი იყოს კბილების, პარადონტისა და კბილ-ყბათა ჩონჩხის მდგომარეობისათვის. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ის, რომ კბილები წარმოადგენს უფრო არქაულ და ნაკლებად ძვრად სტრუქტურას. ამის შედეგები მრავალრიცხოვანია და განვრცობილი. ძალზე მნიშვნელოვანია გავიგოთ, რომ ეს შედეგები არარეგულირებადია, რამდენადაც სწორედ ადამიანის ბუნებამ, მისმა შინაგანმა ტალღებმა და ფაქტორებმა აირჩიეს კბილყბათა სისტემის ცვლილების გზა, რომელსაც ჩვენ ვაკვირდებით.

რაში გამოიხატება ეს ცვლილებები?

ყველაზე აშკარა, ხილულ და ცნობილ ნიშანს წარმოადგენს ცვლილებები რვა კბილის („სიბრძნის“ კბილების) ჩასახვაში, განვითარებაში და ამოჭრაში. ყბების რედუქციამ განაპირობა ის, რომ მოსახლეობის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილში „სიბრძნის“ კბილების ამოსვლა (ამოჭრა) მიმდინარეობს უმტკივნეულოდ. ადამიანთა მნიშვნელოვან ნაწილს 8 კბილის ჩანასახები არც კი ემჩნევათ, მრავალს ისინი უყალიბდება ყბების შიგნით და არც კი ამოიჭრებიან. ბოლოს, ადამიანთა მნიშვნელოვან ნაწილს ეს კბილები ეჭრებათ ან დიდი გართულებით, ან კიდევ იღებენ განსაკუთრებული ადგილის არარსებობის გამო. ძალზე თავისებური და უპროგნოზოა ამ კბილების მორფოლოგია. ის იმდენად მრავალფეროვანი და ცვალებადია, რომ არც კი კლასიფიცირდება.

ამრიად, პერსპექტივაში რვავე კბილი იკარგება, რაც წარმოადგენს კბილ-ყბათა სისტემის რედუქციის ძირითად შედეგს.

ანალოგიურად წარიმართება გვერდითი ზედა საჭრელი კბილის ბედი. ეს კბილი მეტწილ შემთხვევაში არ არსებობს, ან კიდევ მკვეთრად იცვლება მისი მორფოლოგია და ადგილი აქვს მისი თანდათანობითი გაქრობის ტენდენციას.

აღმოჩნდა მეშვიდე დაბალი კბილების (სარძევეების) სერიოზული ცვლილებების პირველი ნიშნები. ეს კბილები შეიძლება აღმოჩნდეს თანდათანობითი რედუქციის კანდიდატები.

ყველა ზემონათქვამიდან ცხადი ხდება, რომ ადამიანის ბუნებამ კბილ-ყბათა სისტემის რედუქციასთან, კბილების განდაგების სიმჭიდროვის ზრდასთან, კავშირში აირჩია

ცალკეული კბილების თანდათანობითი კარგვისა და ქრობის ვარიანტი, რითაც შექმნა ოპტიმალური პირობები დარჩენილებისათვის. ალბათ, ეს იყო ადამიანისათვის განგების მიერ შერჩეული ყველაზგადაწყვე ბრძნული გადაწყვეტილება. რასთან მიიყვანა ეს პროცესი მომავალში ჩვენს მემკვიდრეებს შეიძლება მხოლოდ ვ რაუდი.

კბილყბათა სისტემის პათოლოგიის განვითარებისათვის ყველა ძირითადი სტომატოლოგიური დაავადებებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს კბილებისათვის ადგილის შემცირებას, მათი განლაგების სიმჭიდროვის მომატებას, ზრდის პირობების გაუარესებას, მთლიანობაში პირის ღრუსა და პარადონტის განვითარებასა და თვითგაწმენდას [17].

უეჭველია, რომ ეს ფაქტორი გავლენას ახდენს კბილების ჩასახვის განვითარებაზე და ზრდაზე, კბილების ამოჭრაზე. ამ პროცესებისათვის ადგილის ფიზიკურ უკმარისობასთან დაკავშირებით, მკვეთრად უარესდება პირობები ჩანასახების სრულფასოვანი უზრუნველყოფის და კბილების სისხლით მომარაგებისათვის. ეს კი უეჭველად აისახება კბილის როგორც ორგანოს „ხარისხზე“, მის მინერალიზაციაზე, მორფოლოგიაზე, რეზიდენტობაზე, მავნე ფაქტორებისადმი წინააღმდეგობაზე. ამრიგად, რედუქციის პროცესის შედეგად თანდათან იზრდება კბილების განვითარებისა და ფუნქციონირების ისეთი პირობები, რომლებიც ვერ უზრუნველყოფენ მათი მუშაობის ოპტიმალურ რეჟიმს.

ასეთივე სიტუაცია იქმნება პარადონტის დროს, რომლის განვითარება და ფუნქციონირება მიმდინარეობს ასევე არაოპტიმალურ პირობებში, რაც იწვევს მის დაავადებას, გარეგანი და შიდა პირობებისადმი რეზიდენტობის შემცირებას.

ბოლოს, ზემოთ აღწერილ ფაქტორები გარდაუალად განაპირობებს კბილის რიგების, ყბებისა და სისტემის სხვა ნაწილების ანომალიებსა და დეფექტებს, რაც მართლაც დაიკვირვება მოსახლეობის 40-60%-ში.

ამრიგად, შეიძლება ლაპარაკი მასზე, რომ თუ თვით რედუქციის პროცესი არ არის პათოლოგიური, ის ქმნის ადამიანის სტომატოლოგიური პათოლოგიის განვითარების შესაბამის პირობებს.

ლიტერატურა

1. DMET Levels at 12 years, 1995 – Geneva WHO, 1995
2. ადეიშვილი თ., დავარაშვილი ხ. და სხვ. მგრძნობიარე კბილები და მასთან დაკავშირებული პრობლემების გადაჭრის გზები. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“. შრომათა კრებული, ტ. VII, ISSN 1522-1976, თბილისი - თელავი, 2020
3. ადეიშვილი თ., ჟვიტიაშვილი თ. და სხვ. მედიცინის საბუნებისმეტყველო საფუძველები. ნაწ. I, ქუთაისი, 2014
4. Бартенов В.С. Исследования жевательных нагрузок на твердые ткани зубов. Авто-раф. Канд. Дисс., М.: 2007
5. Леонтьев В.Л., и др. Воспитание культуры питания с учетом профилактики стоматологических заболеваний у детей и подростков. М.: 1991
6. ჟვიტიაშვილი თ., დავარაშვილი მ., ადეიშვილი თ., ჯიქია მ. კბილების კარიესი ცივილიზაციის დაავადებაა. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომათა კრებული, ტ. VII, ბათუმი, 2022
7. Робакидзе Н.С. Состояние полости рта у Нелисовастер рулору – инфицированных

- больных при различных вариантах течения язвенной болезни. Автореф. Канд. Дисс. – СПб: 2000
8. Левицкий А.П., Мизана И.К. Зубной налет. Киевб Здоровья, 1983
 9. Пахомов Г.Н., Леонтьев И.К. Профилактика стоматологических заболеваний. М.: 2006
 10. Рединова Т.Л. Углеводный фактор в патогенезе кариесе зубов. Автореф. дисс. М.: 1991
 11. Лукомский И.Г. Кариес зуба. М.: Медгиз, 1948.
 12. ჯიქია მ., დავარაშვილი ხ., ჟვიაშვილი., ადეიშვილი მ., „სტომატოლოგიურ დაავადებათა გავრცელება სხვადასხვა ქვეყნის ზრდასრულ მოსახლეობაში“. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემების“ შრომები IX, ქუთაისი, 2023
 13. ჟვიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ., ადეიშვილი თ., ჯიქია მ. „კბილების კარიესი - ცივილიზაციის დაავადება. ს/კ „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, ტ. VIII, ბათუმი, 2022
 14. ჯიქია მ., ჟვიაშვილი., დავარაშვილი ხ., ადეიშვილი თ. ეკოლოგიური სტომატოლოგიის საწყისები და მათი მნიშვნელობა“. ს/კ-ის „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“-ის შრომები“, ტ. VIII, ბათუმი, 2022
 15. Бялик Р.И. Влияние различных концентрации фтора и марганца в питьевой воды. На структуру зубных згатков новорожденных крыс. Автореф. Канд. Дисс. Омск, 1966
 16. Зубов А.А. Одонтология. Методика антропологических исследований. М.: Наука, 1968
 17. Гарбер О.Г. Самоочищение полости рта и его нарушения при основных стоматологических заболеваниях. Автореф. Канд. Дисс. Омск, 1988

Ecological and medical-social aspects of dental diseases Summary

Some presents the main dental diseases of humans, which are more or less common to the inhabitants of the Earth, originated, developed and globalized in parallel with the growth of civilization.

კახეთის რეგიონში ინტროდუცირებული ზოგიერთი მერქნიანი მცენარის ბიოეკოლოგია

თამარ ნადირაძე

იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ნაშრომში განხილულია კახეთის რეგიონში ინტროდუცირებული ზოგიერთი მერქნიანი მცენარის ბიოეკოლოგიური თავისებურებები. კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ შესწავლილი მცენარეები სავეგეტაციო პერიოდს იყენებენ თითქმის სრულად. ყველა მათგანი ყვავილობს და ნაყოფმსხმოიარობს, ახასიათებთ განვითარების ვეგეტაციური და გენერაციული ფაზების მორიგეობა, საკვლევ მცენარეთა უმრავლესობაში ნაყოფების მომწიფება იმავე დროს ხდება, როგორც მათ სამშობლოში. თესლის სავსეგულიანობა იშვიათად აღემატება 50%-ს, მასზე გავლენას ახდენს, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, ნიადაგის ქიმიზმი და მცენარის ასაკი. მრავალი მათგანი მრავლდება თვითმოთესვით, რაც ახალ გარემოსთან შეგუების უმთავრესი მაჩვენებელია. კახეთში მათი ზრდა-განვითარებისათვის ყველაზე მეტად შემზღვევადი ფაქტორია წყლის დეფიციტი.

საკვანძო სიტყვები: ინტროდუქცია, ყვავილობა, ნაყოფმსხმოიარობა, ვეგეტაცია, შეფოთვლა.

შესავალი

კახეთი წარმოადგენს თავისებურ ფლორისტურ რეგიონს, რომელიც ხასიათდება მრავალფეროვანი, რთული რელიეფით და მცენარეთა ზრდა-განვითარებისათვის საჭირო კლიმატური პირობების თავისებურებით. ასეთ ნაირგვარ ეკოლოგიურ პირობებში, ინტროდუცირებულ მცენარეთა ბიოეკოლოგიური თავისებურებების შესწავლას დიდი პრაქტიკული და თეორიული მნიშვნელობა აქვს. იგი ერთ-ერთი წინაპირობაა, ინტროდუქციის გაფართოებისა და ძვირფასი ეგზოტებით დეკორატიული მებაღეობის, სატყეო მეურნეობის და სოფლის მეურნეობის გამდიდრებისათვის.

კახეთი მდიდარია როგორც ადგილობრივი, ისე ინტროდუცირებული მერქნიანი მცენარეებით. აქ გვხვდება მრავალი დეკორატიული და სატყეო მეურნეობისთვის ძვირფასი ადგილობრივი და ინტროდუცირებული მერქნიანი მცენარე. [3]

კვლევის მიზანი. კვლევის მიზანია, კახეთის რეგიონში ინტროდუცირებული ზოგიერთი მერქნიანი მცენარის თანამედროვე ბიოეკოლოგიური მდგომარეობის შესწავლა.

კვლევის ობიექტი და მეთოდები. კვლევის ობიექტია თელავი, წინანდალი (წინანდლის პარკი), ყვარელი. აღნიშნულ ტერიტორიებზე გავრცელებული ინტროდუცირებული მერქნიანი მცენარეების ადაპტაციის თავისებურებების და თანამედროვე ბიოეკოლოგიური მდგომარეობის შესწავლის მიზნით 2017-2023 წლებში ჩავატარეთ ფენოლოგიური კვლევა ზოგიერთ ინტროდუცირებულ მერქნიან მცენარეებზე, ყვავილობის სეზონურ რიტმზე და თესლმსხმოიარობაზე. რადგან, ყვავილობის სეზონური რიტმის თავისებურება და თესლმსხმოიარობის ხარისხი წარმოადგენს მცენარის ერთ-ერთ ძირითად მემკვიდრულ ნიშანს და გარკვეულად მიგვანიშნებს სახეობის ფილოგენეზზე [1]. გარდა ამისა ყვავილობის ფენორიტმოტიპის შეცვლა სახეობის ადაპტაციის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნიშანია [2].

კვლევის შედეგები:

შესწავლილ სახეობათა მცენარეები სავეგეტაციო პერიოდში განვითარების რიტმის მიხედ-

ვით დავყავით 4 ჯუფად. პირველ ჯგუფში გაერთიანდა ის მცენარეები, რომლებზეც დასაწყისში მიმდინარეობს საასიმილაციო ორგანოების განვითარება (შეფოთვლა), შემდეგ ყვავილობენ და ბოლოს ნაყოფობენ. ასეთებია: ლენქორანული ალბიცია (*Albizzia julibrissin* Durazz.), სამეკალა გლედიჩია (*Gleditsia triacanthos* L.), კანადის გიმნოკლადუსი (*Gimnokladus dioicus* (L.) C.Koch), ცრუ აკაცია (*Robinia pseudoacacia* L.), იაპონური სოფორა (*Sophora japonica* L.), ჩვეულებრივი ცხენისწაბლა (*Aesculus hippocastanum* L.), წითელყვავილა ცხენისწაბლა (*Aesculus carnea* Haine), ვერცხლფოთოლა ცაცხვი (*Tilia tomentosa* Moench.), ჭადარფოთოლა ფირმიანა (*Firmiana platanifolia* Schott) და სხვა.

მეორე ჯგუფის მცენარეები, ჯერ ყვავილობენ შემდეგ ხდება შეფოთვლა და ბოლოს ნაყოფის მომწიფება. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება: ორნაკვითიანი გინკო (*Ginkgo biloba* L.), ევროპული სოჭი (*Abies alba* Mill.), ბერძნული სოჭი (*Abies cephalonica* Loud.), შავი კაკალი (*Juglans nigra* L.), თეთრი მუხა (*Quercus alba* L.), ქვამუხა (*Quercus ilex* L.), წითელი მუხა (*Quercus rubra* L.), მაკლურა (*Maclura pomifera* (Raf.)Scheid.), დიდყვავილა მაგნოლია (*Magnolia grandiflora* L.), ტიტისმაგვარი ლირიოდენდრონი (*Liriodendron tulipifera* L.). მესამე ჯგუფში მცენარეები, რომლებიც დასაწყისში იზრდებიან, შემდეგ აჩერებენ ზრდას და აზნევენ მტვერს (მიმდინარეობს დამტვერვა). ასეთებია ფიჭვები.

მეოთხე ჯგუფში გავაერთიანეთ ის მცენარეები, რომლებიც ვეგეტაციის დასაწყისში ჯერ ინვითარებენ საასიმილაციო ორგანოებს (ე.ი. ხდება შეფოთვლა ან შეწიწვა). ამის პარალელურად მიმდინარეობს ნაყოფის ან გირჩის მომწიფება და შემდეგ ხდება ყვავილობა (მტვერის გაზნევა). ასეთებია: ჰიმალაის კედარი (*Cedrus deodara* (Roxb) G.Don), ატლასის კედარი (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carriere), ლიბანის კედარი (*Cedrus libani* A.Rich.), იაპონური მუშმულა (*Eriobotrya japonica* (Thunb).Lindl) [3].

დასახელებული მცენარეები ყვავილობენ (ან მტვერს აზნევენ) შემოდგომა-ზამთარში, ნაყოფს ამწიფებენ მომავალი წლის ზაფხულში, მაგ. შემოდგომა-ზამთარში ან ყვავილობიდან მესამე წელს, ივნის-ივლისში (იაპონური მუშმულა, ლიბანის კედარი, ზოგჯერ -ჰიმალაის და ატლასის კედრები). ზაფხულში ყვავილობენ: დიდყვავილა მაგნოლია, კანადის გიმნოკლადუსი, ჭადარფოთოლა ფირმიანა, იაპონური სოფორა და სხვა. ეს მცენარეები მიეკუთვნებიან გრძელდღიან მცენარეებს.

ისე, როგორც მთელ აღმოსავლეთ საქართველოში, კახეთშიც ბევრი სახეობის მცენარეთა ყვავილობისათვის ამ დროს გარკვეულწილად შემაფერხებელია: ჰაერის დაბალი ფარდობითი ტენიანობა, მცირე ატმოსფერული ნალექები, ე.ი. წყლის დეფიციტი და სხვა. ამიტომ, რომ ზოგჯერ მნიშვნელოვნად ფერხდება ნასკვის განვითარება და შესაბამისად დაბალია თესლის ხარისხი (სავსეგულიანობა 3-10%). მაგ. გვალვის დროს, წითელყვავილა და ჩვეულებრივი ცხენისწაბლების, იაპონური სოფორისა და სხვა უხვად ყვავილობს, მაგრამ შედარებით მცირე რაოდენობით თესლს იძლევა (ყვავილების საერთო რაოდენობის 5-15%), მაგ. წითელყვავილა და ჩვეულებრივი ცხენისწაბლები-მხოლოდ რამდენიმე ცალს. იაპონური კრიპტომერიის თესლის ხარისხზე უარყოფითად მოქმედებს ნიადაგის ტუტე რეაქცია.

საინტერესოა, საკვლევი მცენარეების ყვავილობის ხანგრძლივობა. ყველაზე ხანგრძლივი

ყვავილობით ხასიათდება დიდყვავილა მაგნოლია-67 დღე, ჩვეულებრივი ცხენისწაბლი - 40 დღე, არღვანი, იუდას ხე (*Cercis siliquastrum* L.) - 35 დღე, იაპონური კომში (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl.)- 40 დღე, მათ ახასიათებთ აგრეთვე შემოდგომის ყვავილობა.

ვფიქრობთ, ეს მოვლენა დაკავშირებულია აღნიშნული მცენარეების ფილოგენეზთან. სავარაუდოდ მათი ხანგრძლივი ყვავილობა და სავეგეტაციო პერიოდში განმეორებითი ყვავილობა მათი სუბტროპიკული ან ტროპიკული წარმოშობის მაჩვენებელია [2].

საკვლევ მცენარეთა ნაყოფმსხმოიარობაზე დაკვირვებით დადგინდა, რომ უმრავლესი მათგანის ნაყოფის მომწიფება იმავე დროს ხდება, როგორც სამშობლოში. კერძოდ, სუსტად მსხმოიარობს (2-3 წელიწადში ერთხელ) ევროპული სოჭი (*Abies alba* Mill.), ბალზამის სოჭი (*Abies balsamea* Mill.), ციმბირის ფიჭვი (*Pinus sibirica* Ledeb.) (შეზღუდულია ნიადაგის ტუტე რეაქციით), საბინის ფიჭვი (*Pinus sabiniana* Dougl.) (ხმობის გამო ნაადრევი სიბერის ფაზაშია), იაპონური კრიპტომერია (*Cryptomeria japonica* D. Don.) ნიადაგის ტუტე რეაქციისა და კარბონატული მარილების უხვი შემცველობის გამო [4].

დასკვნა

ამრიგად, კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ კახეთის რეგიონში მოზარდი ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ინტროდუცირებული მერქნიანი მცენარე, ყვავილობს და ნაყოფმსხმოიარობს, ახასიათებთ ვეგეტატიური და გენერაციული ფაზების მორიგეობა, სავეგეტაციო პერიოდს იყენებენ თითქმის სრულად, გაზაფხულზე ყვავილობენ, ზაფხულში იზრდებიან, პარალელურად ხდება თესლის მომწიფება და შემოდგომა-ზამთარში ამთავრებენ ვეგეტაციას. ზოგი კი ყვავილობს შემოდგომა-ზამთარში, ნაყოფი იზრდება გაზაფხულზე და თესლი მწიფდება, მეორე წელს ან მესამე წლის პირველ ნახევარში. ასეთ მცენარეებს ღრმა ანუ ორგანული მოსვენება ბუნებრივია არა აქვთ და მკაცრ ზამთარში მოსალოდნელია მათი საკმაოდ ძლიერი დაზიანება. ამ ნიშნით ისინი მოგვაგონებენ ტროპიკულ მცენარეებს. თესლის სავსეგულიანობის ხარისხზე, გავლენას ახდენს, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, ნიადაგის ქიმიზმი და მცენარის ასაკი. მრავალი მათგანი მრავლდება თვითმოთესვით, რაც ახალ გარემოსთან შეგუების უმთავრესი მაჩვენებელია. კახეთში მათი ზრდა-განვითარებისათვის ყველაზე მეტად შემზღუდავი ფაქტორია წყლის დეფიციტი.

ლიტერატურა:

1. გუგავა, ე., მელაძე, გ., (2003). მცენარეთა ეკოლოგია. თბილისი.
2. ლარხერი, ვ. (2006) მცენარეთა ეკოლოგია. უნივერსალი, თბილისი.
3. ნადირაძე, თ. (2020). „წინანდლის პარკის ხეები და ბუჩქები.“ უნივერსალი, თბილისი.
4. Nadiradze, T (2018) „Bio-Ecology of Some Coniferales Introduced in Eastern Georgia.“ Central European Journal of Botany.

**Bioecology of some introduced woody plants in Kakheti region
Summary**

The lives of the plants are very changeable and happening in the impermanent dynamical environment. The regular and sudden change makes the ecological bases to definite the organization of time and space of the life of plants. In order to study the bioecological features of some woody plants introduced in the Kakheti region, a study was conducted in 2017-2023 on some introduced woody plants distributed in the territories of Telavi, Tsinandali (Tsinandali Park), Kvareli. The observations revealed that the studied plants almost completely use a vegetative period. In the spring-time they blossom, in the summer they grow, at the same time, the seeds ripen and that comes to an end in autumn-winter. The seed fullness is rarely more than 50%. Weakly bear fruit (once in 2-3 years) *Abies alba* Mill., *Abies balsamea* Mill., *Pinus sibirica* Ledeb. (limited by the alkaline reaction of the soil), *Pinus sabiniana* Dougl. (due to drying in the phase of premature senescence), *Cryptomeria japonica* (limited by the alkaline reaction of the soil and due to the abundant content of carbonate salts). Many of them reproduce by self-sowing, which is the main indicator of adaptation to a new environment. e.g. *Ginkgo biloba* L., *Cedrus deodara* Loud., *Aesculus hippocastanum* L., *Aesculus carnea* Haine, and others. The study revealed that relative humidity, chemistry of the soil and age of species are crucial components for high level seed development of introductory plants. Water shortage is the most limiting factor for their growth and development in Kakheti.

Heavy Metal Content in Subtropical Fruit Trees Cultivated in Varied Ecological Conditions

Nunu Nakashidze, Shota Lominadze
Batumi Shota Rustaveli State University

Abstract. The study titled "Heavy Metal Content in Subtropical Fruit Trees Cultivated in Varied Ecological Conditions" examines the presence of cadmium, arsenic, lead, mercury, copper, and zinc in feijoa and actinidia (kiwi) fruits cultivated across diverse orographic terrains within the subtropical zone of Adjara. Utilizing a plasma atomic emission spectrometer, the investigation reveals that the examined fruits are free from toxic heavy metals such as arsenic, lead, and mercury. However, cadmium content shows variation, notably with higher concentrations observed in feijoa fruits. Furthermore, the levels of copper and zinc fall within the established regulatory limits.

Keywords: Fruit crops, kiwi, feijoa, heavy metals.

Introduction. In today's world, one of the foremost challenges is the escalating impact of climate change, including global warming, and its repercussions on the ecological equilibrium. This interconnectedness directly influences the qualitative attributes of food products. Ensuring the populace's access to high-quality fruits, vegetables, and animal products stands as a pivotal mandate for public farms. These food items serve as vital sources of macro and micro nutrients, vitamins, organic acids, proteins, fats, carbohydrates, among others, crucial for sustaining health, bolstering productivity, and enhancing overall well-being. However, the contemporary environmental landscape exposes food to various pollutants. Consequently, the presence of heavy metals in food assumes paramount importance due to their profound implications for human health. Georgia hosts a diverse array of introduced and indigenous crops, including subtropical varieties such as feijoa and kiwi, esteemed for their chemical composition and nutritional significance. These fruits boast rich reservoirs of organic acids, sugars, vitamins, essential oils, biologically active compounds, as well as macro and micro elements, rendering them indispensable from dietary, medicinal, and aesthetic perspectives. Fruits abound with organic acids, sugars, vitamins, essential oils, biologically active compounds, as well as macro and micro elements[1,2,3,4,5,6,7].

Research objectives: In this study, we examined the fruits of Choiseana Feijoa and Actinidia Hayward varieties, sourced from the Batumi Urekhi settlement (1,2) and Upper Makhinjauri (3,4), respectively. These specimens were studied under varying ecological conditions within the subtropical zone of Adjara.



Photos. 1, 2 fruits of Urekhi

Photos. 3,4 Makhinjauri fruits

The research plants from both Urekhi and Upper Makhinjauri were gathered from the homestead plots of the same farmer. Urekhi settlement, situated 5 km east of Batumi city at an

elevation of 5 meters above sea level, experiences warm winters with minimal snowfall, and quickly melting snow. Summers are also warm, with an average annual temperature of 15.3°C. In January, temperatures average +7.4°C, while summers reach around 24°C. The settlement receives an average annual rainfall of 2560 mm, with approximately 1950 hours of sunshine per year. Upper Makhinjauri settlement, located 11 km northeast of Batumi, sits at an elevation of 200 meters above sea level. Winters are warm, and summers are hot, with January temperatures averaging +5.7°C and July reaching +22.2°C. The settlement experiences an average annual temperature of 13.8°C, with an average precipitation of 2750 mm annually. Sunshine duration is approximately 1890 hours per year.

Research Method: The mineral content analysis of feijoa and actinidia fruits was conducted using a plasma atomic emission spectrometer at the Laboratory of Plasma Atomic Emission Spectrometry, located within the Research Institute of Agrarian and Membrane Technologies at BSU. The primary objective of this study was to assess the presence of heavy metals - arsenic, cadmium, mercury, lead, copper, and zinc - in the samples. The findings are presented in Table 1.

Table 1

Content of particularly toxic heavy metals in mg/kg of feijoa and kiwi fruit grown under different environmental conditions

№	Study heavy metals mg/kg	Study objects				
		2	3	1	4	MPC
1	Cd	0,41	0,51	-	-	0,03
2	As	L	-	L	L	0,2
3	Hg	-	-	L	L	0,02
4	Pb	-	-	L	L	0,5
5	Cu	3,85	0,15	0,064	0,86	5
6	Zn	0,17	2,65	0,48	0,84	10

Note: - does not include; The content of element L is lower than the sensitivity of the device

It was determined that the researched fruits do not contain arsenic, mercury, lead. Cadmium content was recorded in feijoa fruits and their content was 2000. It is higher than the maximum permissible concentration. The copper content is the highest in the feijoa fruits of Urekhi settlement, and the lowest content is in the actinidia fruits grown in the same area. The copper content in upper Makhinjauri kiwi fruits is higher than in the feijoa fruits. The content of zinc in the studied fruits does not exceed maximum permissible concentration. But there are more fruits grown in Makhinjauri conditions, especially feijoa fruits. The smallest amount was observed in kiwi fruits grown under drought conditions.

Conclusions

The results of the research show that the fruits of feijoa and kiwi grown in different environmental conditions do not contain important toxicants such as arsenic, lead and mercury, but they contain cadmium in excess of the permissible concentration, the fruits grown in upper Makhinjauri (94%), Urekhi (93%) conditions.

The content of copper and zinc in the studied fruits does not exceed the permissible concentration, but in this respect the feijoa fruits stand out.

Recommendations

In order to protect fruits and other food products from contamination with heavy metals, it is important:

1. to protect the surrounding area, agricultural beds as much as possible from various pollutants,

- chemical means, chemical means of plant protection;
2. to use organic and natural mineral fertilizers to increase the fertility of the beds. If necessary, mineral fertilizers can be used in compliance with agro-rules;
 3. to pay attention to the placement of waste in the environment;
- The obtained results will provide significant assistance to those interested in feijoa and kiwi fruits in terms of their intended use.

References:

1. Baratashvili D., Khalavashi N. Kiwi, Batumi, 2009.
2. On the approval of the norms of the qualitative state of the environment. Ministry of Labor, Health and Social Protection of Georgia, Order #297/N of August 16, 2001.
3. Tabagari M. - Subtropical fruit crops, Kutaisi, 2015.
4. Turkadze T., Butskhrikidze B., Ecotoxicology. Akaki Tsereteli State University, 2008.
5. Nakashidze N., Mikeladze Z., Mikeladze A. Ecology of subtropical plants. Batumi Shota Rustaveli State University Publishing House. Batumi, 2018.
6. Kedelidze N. Peculiarities of variation of biochemical indicators in Feihoa according to ecological zones", Proceedings of the anniversary international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the establishment of the Batumi Botanical Garden, St. Batumi, Georgia, 2013 Part I. p. 199-201.
7. Belous O., Omarov M., Omarova Z. Chemical composition of fruits of a feijoa (F. sellowiana) in the conditions of subtropics of Russia // Potravinarstvo® Scientific Journal for Food Industry. - 2014. - Vol. 8. - No. 1. - P. 119-123. 130.

**სხვადასხვა ეკოლოგიურ პირობებში მოყვანილ სუბტროპიკულ ხეხილოვნებში მძიმე
ლითონების შემცველობა
რეზიუმე**

ნაშრომში „სხვადასხვა ეკოლოგიური პირობებში მოყვანილ სუბტროპიკულ ხეხილოვნებში მძიმე ლითონების შემცველობა“ განხილულია აჭარის სუბტროპიკული ზონის სხვადასხვა ოროგრაფიულ პირობებში მოყვანილ ფეიჰოას და აქტინიდიის(კივის) ნაყოფებში მძიმე ლითონების - კადმიუმის, დარიშხანის, ტყვიის, ვერცხლისწყლის, სპილენძისა და თუთიის შემცველობა. კვლევა ტარდებოდა პლაზმურ ატომურ ემისიურ სპექტრომეტრზე. დადგენილ იქნა, რომ საკვლევი ნაყოფები არ შეიცავენ ისეთ ტოქსიკურ მძიმე ლითონებს, როგორცაა დარიშხანი, ტყვია და ვერცხლისწყალი. კადმიუმის შემცველობა ზ. დ. კონცენტრაციაზე მაღალია ფეიჰოას ნაყოფებში. სპილენძისა და თუთიის შემცველობა ზ.დ.კ.-ის ფარგლებშია.

ისტორიული ეკალიპტების მდგომარეობის შეფასება ArborSonic 3D ბგერითი ტომოგრაფიის ინოვაციური მეთოდით

გუგული დუმბაძე¹, თემელ გოქთურჯი², შოთა გურგენიძე³
^{1,3} ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
² ართვინის ჭოროხის უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ნაშრომში წარმოდგენილია აჭარაში გაშენებული საუკუნოვანი ეკალიპტების ღეროსა და ფესვების სიჯანსაღის მდგომარეობის კვლევის შედეგები. კვლევა ჩატარდა თანამედროვე, არაინვაზიური ArborSonic 3D აკუსტიკური ტომოგრაფიის მეთოდით. 20 ასაკოვანი, გადახრილი ეკალიპტის კვლევის შედეგად გამოიკვეთა, რომ მათი 40%-ის ფესვები და ღეროები ძლიერ გახრწნილია (50%-დან 80%-მდე), რაც მოსახლეობის სიცოცხლისათვის საშიშროების შემცველია. კვლევა სიახლეს წარმოადგენს და მანამდე საქართველოში მსგავსი კვლევა ეკალიპტებზე არ ჩატარებულა. ეკალიპტთა სიჯანსაღის მდგომარეობის შესახებ რეკომენდაცია გადაეცა შესაბამის სამსახურებს, საჭირო ღონისძიებების გატარების მიზნით.

საკვანძო სიტყვები: ArborSonic 3D აკუსტიკური ტომოგრაფია, ეკალიპტი, სიჯანსაღე, ხის ღრუ, აჭარა.

აქტუალობა. მე-19-ე საუკუნეში, ჭაობიანი მიწების დაშრობისა და მალარიასთან ბრძოლის მიზნით, დასავლეთ საქართველოში შემოტანილი და გაშენებული იქნა ეკალიპტის მცენარეები. აჭარის რეგიონის ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატი იდეალური აღმოჩნდა ამ მცენარეთათვის და ისინი იქცა ადგილობრივი ლანდშაფტისა და ეკონომიკის განუყოფელი ნაწილად. მიუხედავად ამისა, სიმაღლითა და სურნელოვანი ფოთლებით გამორჩეული ეკალიპტის მცენარეები, ქარის ან თოვლის პირობებში ძლიერ მიდრეკილია მტვრევისადმი. ამის მიზეზი, ნაწილობრივ, შესაძლოა იყოს მათი სწრაფი ზრდის ტემპი, რაც ავითარებს უფრო სუსტი სიმძლავრის ღეროსა და ტოტებს; ასევე, ზოგიერთი სახეობის არალრმა, ზედაპირული ფესვთა სისტემა, არასწორი განშტოება, მცენარეთა ასაკი და სხვა, რაც ქარის დროს ზრდის მცენარის წაქევეის რისკს. ეკალიპტის ხეები ასევე ადვილად ტყდება მათში სიღრუის წარმოქმნის დროს. მნიშვნელოვანია, რომ ბათუმში, ცენტრალური თუ პერიფერიული ქუჩების კიდეებზე მრავლადაა ტანბრეცილი (გადახრილი) ეკალიპტის ხეები. აღნიშნული მდგომარეობა რისკის შემცველია მოსახლეობისათვის, მით უმეტეს, ქარიან ამინდში. მცენარის მოგლეჯის, ძირითადი ღეროს ტყდომის, ანდა გვერდითი ტოტების მტვრევის არაერთი ფაქტია ცნობილი.

ხეების მდგრადობაზე გავლენას ახდენს ღეროს დიამეტრი, ბიომასა და ქარის ეფექტი, ხის მაგისტრალური შტამბის სიძლიერე, ფესვთა სისტემის სიმძლავრე, სოკოების ზემოქმედებით ფესვის ან ღეროს დაზიანება და სხვა. ეს უკანასკნელი შესაძლოა გამოიწვიოს დამშლელმა სოკოებმა, რომლებიც ხშირად ასუსტებენ ხის ღეროებს, ტოტებს ან ფესვებს. მას შემდეგ, რაც ხე დაინფიცირდება, ღეროს მექანიკური სიმტკიცე სუსტდება (Schwarze, 2000). მცენარეთა ღეროსა და ფესვების შიდა ხრწნა ხეების სიკვდილის მნიშვნელოვანი მიზეზია, რადგან დაავადებული ხეები, რომლებიც სტრუქტურულად დასუსტებულია შიდა ხრწნის შედეგად, უფრო მგრძობიარეა ძლიერი ქარის დროს მტვრევისა და დაცემის მიმართ (Putz et al., 1983). ამ ტიპის შინაგანი დაშლის გამოვლენა ძნელია და საფრთხეს უქ-

მნის ადამიანებს ურბანულ ადგილებში (Gilbert et al., 2016). ამრიგად, ხეების ღეროს შიგა ლპობა მთავარი საზრუნავია ადამიანის უსაფრთხოებასთან დაკავშირებით. სწორედ, **Arborsonic 3D** აკუსტიკური ტომოგრაფია არის ინოვაციური, მაღალტექნოლოგიური, ხის ღეროსა და ფესვების შიდა სტრუქტურის კვლევის არაინვაზიური მეთოდი (Tarmu et al., 2022).

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ბგერითი ტომოგრაფიის მეთოდით კახაბერის ველზე გაშენებული, საუკუნოვანი ევკალიპტების სიჯანსაღის მდგომარეობის კვლევა ინოვაციური არაინვაზიური მეთოდით.

კვლევის მეთოდს წარმოადგენდა Arborsonic 3D ბგერითი ტომოგრაფია, რომლითაც შესაძლებელია მცენარეთა ხეების ღეროების, ტოტებისა და ფესვების შიგა სტრუქტურაზე დაკვირვება. მეთოდი ეფუძნება ღეროს გარშემო განთავსებული სპეციალური სენსორების საშუალებით ხმის იმპულსების მიღებას და კომპიუტერზე ასახვას ნაკვეთი ღეროს ფერად (მწვანე, ყავისფერი, წითელი, ლურჯი) გამოსახულებად. სენსორები ემაგრება ხის ღეროს გარშემოწერილობის გარშემო. მოწყობილობა სენსორებზე სპეციალური ჩაქურჩის დარტმის შედეგად აგზავნის ხმის ტალღებს სენსორებს შორის. აღირიცხება ამ ხმის ტალღების სიჩქარე; ხმა უფრო სწრაფად მოძრაობს მყარი ხის, მძლავრი მერქანის შემთხვევაში და ის ნელია გაფუჭებულ ან ღრუ მონაკვეთებში. შემდეგ მონაცემები მუშავდება ორგანოზომილებიანი გამოსახულების მისაღებად, რომელიც აჩვენებს ღეროს შიდა მდგომარეობას, ხაზს უსვამს პოტენციური დაშლის, ლპობის ან დაზიანების ადგილებს. გარდა ამ აპარატისა, კვლევისათვის ასევე საჭიროა ტომოგრაფიის მოწყობილობასთან დაკავშირებული კომპიუტერი, GPS მოწყობილობა, საზომი ლენტის, ხის დიამეტრისა და სიმაღლის მრიცხველები.

ეს ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა, არაინვაზიურად შეფასდეს ხის ჯანმრთელობა და მიღებული იქნას გადაწყვეტილებები ხეების მართვის შესახებ, რათა პოტენციურად თავიდან აიცილონ ხის დაცემის საშიშროება და უზრუნველყონ უსაფრთხოება.

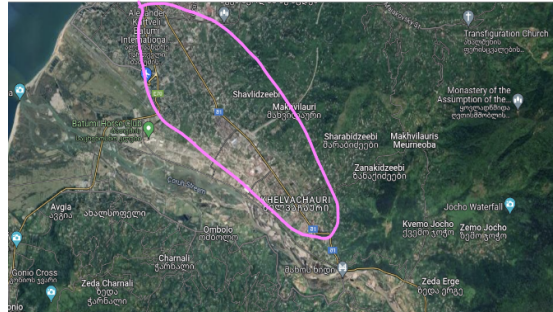
კვლევის ამოცანები. ბგერითი ტომოგრაფიული კვლევის მეთოდის დაუფლება ხის მოჭრილ კუნძზე და მუშაობის სიზუსტის შეფასება; სავსე პირობებში ევკალიპტის მცენარეების ღეროსა და ფესვების სიჯანსაღის კვლევა Arborsonic 3D ბგერითი ტომოგრაფიის გამოყენებით; მიღებული მასალის ჩამოტვირთა პროგრამიდან და დამუშავება; რეკომენდაციებისა და დასკვნების შემუშავება.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ქალაქ ბათუმის პერიფერიულ, ახალშემოერთებულ ნაწილში გაშენებული საუკუნოვანი ევკალიპტები. საკვლევი არეალი მოიცავდა დაბა ხელვაჩაურის, შარაბიძეების, მეჯინისწყალის, თოდოგაურის, მახვილაურის, შავლიძეების, ინჯალოს, კახაბერის, აეროპორტის, ადლიის დასახლებებს, რომელთა ფარგლებში კვლევის პერიოდისათვის ევკალიპტების საერთო რაოდენობა 600 მცენარეს აღემატებოდა. ჩვენ მიერ მათგან საანალიზოდ შეირჩა სულ 20 მცენარე მათი ტანბრეცილობის (დახრილობის) და ცენტრალური გზის სავალ ნაწილზე მდებარეობის შესაბამისად, რაც ძლიერი ქარის, ან ქარიშხლის შემთხვევაში, შესაძლო რისკის შემცველია. კვლევა ჩატარდა 2024 წლის აპრილიდან ივნისის ჩათვლით.

კვლევის სიახლე. კვლევა ინოვაციურია. ევკალიპტების კვლევა თანამედროვე არაინვა-

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
 თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
 International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“,
 Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024

ზიური და მანამდე არსებული ინვაზიური მეთოდებით, საქართველოში არასდროს ჩა-
 ტარებულა. ამდენად, მიღებული შედეგები ევკალიპტების ღეროსა და ფესვების მდგომარეობის შესახებ, სიახლეს წარმოადგენს.



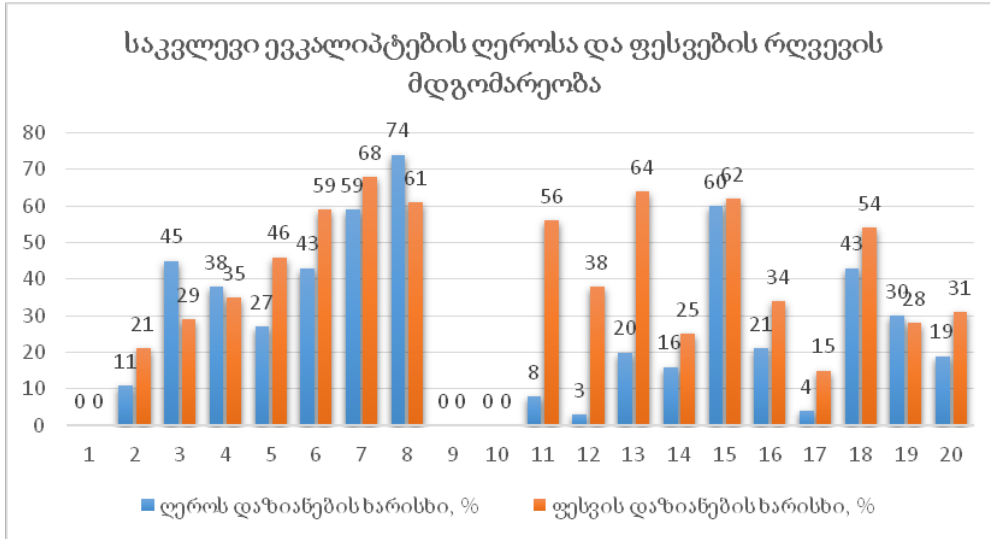
სურათი 1. საკვლევი არეალი, კახაბრის დაბლობი კვლევის შედეგები.

კახაბრის დაბლობზე გამოკვლეული ტანბრეცილი ევკალიპტების ტომოგრაფიული კვლევის შედეგების შეჯამებამ (ცხრილი 1.) აჩვენა, რომ საკვლევად

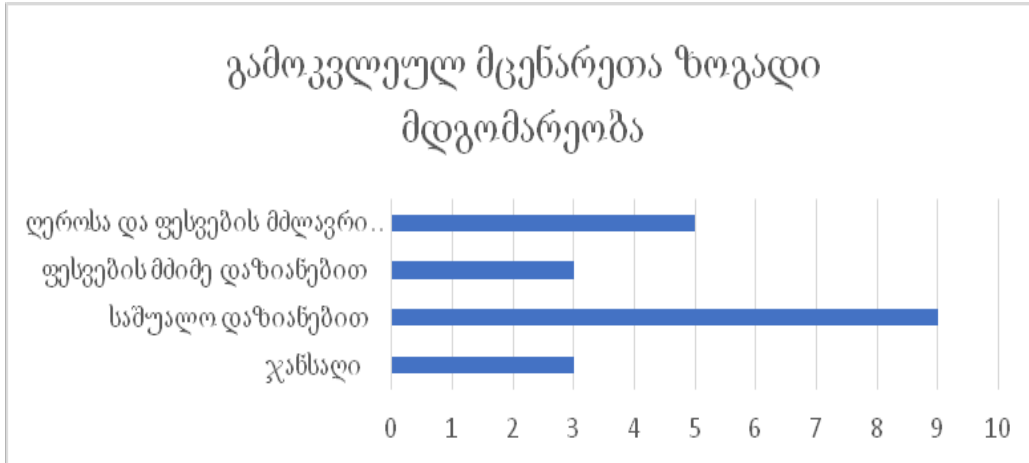
ცხრილი 1. საკვლევ ევკალიპტის მცენარეთა ღეროსა და ფესვების მდგომარეობა

№	GPS კოორდინატები	ღეროს დაზიანების ხარისხი, %	ფესვის დაზიანების ხარისხი, %	მცენარის მდგომარეობა
1.	41°37'19.6"N 41°36'39.4"E	0	0	ჯანმრთელი, საკონტროლო მცენარე
2.	41°37'19.8"N 41°36'39.5"E	11	21	საშუალო დაზიანება, გადახრილია
3.	41°34'35.5"N 41°39'50.1"E	45	29	საშუალო დაზიანება, საფრთხის შემცველია
4.	41°34'35.8"N 41°39'49.4"E	38	35	საშუალო დაზიანება, საფრთხის შემცველია
5.	41°34'36.0"N 41°39'38.4"E	27	46	საშუალო დაზიანება, საფრთხის შემცველია
6.	41°34'43.1"N 41°39'30.6"E	43	59	მძლავრი დაზიანება, საფრთხის შემცველია, უნდა მოიჭრას
7.	41°34'44.2"N 41°39'29.7"E	59	68	მძლავრი დაზიანება, საფრთხის შემცველია, უნდა მოიჭრას
8.	41°34'45.1"N 41°39'28.0"E	74	61	მძლავრი დაზიანება, საფრთხის შემცველია, უნდა მოიჭრას
9.	41°34'47.8"N 41°39'26.1"E	0	0	ჯანმრთელია,
10.	41°35'04.9"N 41°39'09.6"E	0	0	ჯანმრთელია,
11.	41°34'55.1"N 41°39'18.8"E	8	56	ფესვების უმეტესი წილი დამპალია, საფრთხის შემცველია, უნდა მოიჭრას
12.	41°35'26.0"N 41°38'55.2"E	3	38	ღერო ჯანმრთელია, ფესვების მნიშვნელოვანი წილი დამპალია, საშიშროების შემცველია, გადახრილია
13.	41°35'08.9"N 41°39'04.9"E	20	64	ღერო საშუალოდ დაზიანებული, ფესვების დიდი წილი დამპალია, საშიშროების შემცველია, გადახრილია
14.	41°35'33.0"N 41°38'41.1"E	16	25	საშუალო დაზიანება, შესაძლებელია მკურნალობა;
15.	41°35'17.0"N 41°38'55.2"E	60	62	მძლავრი დაზიანება, საფრთხის შემცველია, უნდა მოიჭრას
16.	41°35'32.2"N 41°38'41.8"E	21	34	საშუალო დაზიანება, საფრთხის შემცველია
17.	41°35'48.4"N 41°38'23.5"E	4	15	მცირე დაზიანება, გადახრილია
18.	41°36'48.1"N 41°37'40.1"E	43	54	უკვე მოჭრილია მძლავრი დაზიანება, საფრთხის შემცველია, უნდა მოიჭრას
19.	41°36'44.0"N 41°37'25.2"E	30	28	საშუალო დაზიანება, შესაძლებელია მკურნალობა;
20.	41°36'44.2"N 41°37'25.1"E	19	31	საშუალოდ დაზიანება, შესაძლებელია მკურნალობა;

შერჩეული 20 ეკვალიპტიდან (1 სწორმდგომი და 19 გადახრილი, ტანბრეცილი) თვით საკონტროლო (სწორმდგომი - №1) და ასევე, ორი გადახრილი მცენარე (№ 9 და №10, სულ 15%) სავსებით ჯანმრთელია, მიუხედავად მცენარეთა ტანბრეცილობისა, ისინი არ ქმნიან დაცემის საშიშროებას.



დიაგრამა 1. ეკვალიპტის მცენარეთა ღეროსა და ფესვების ქსოვილების დაზიანება (%).



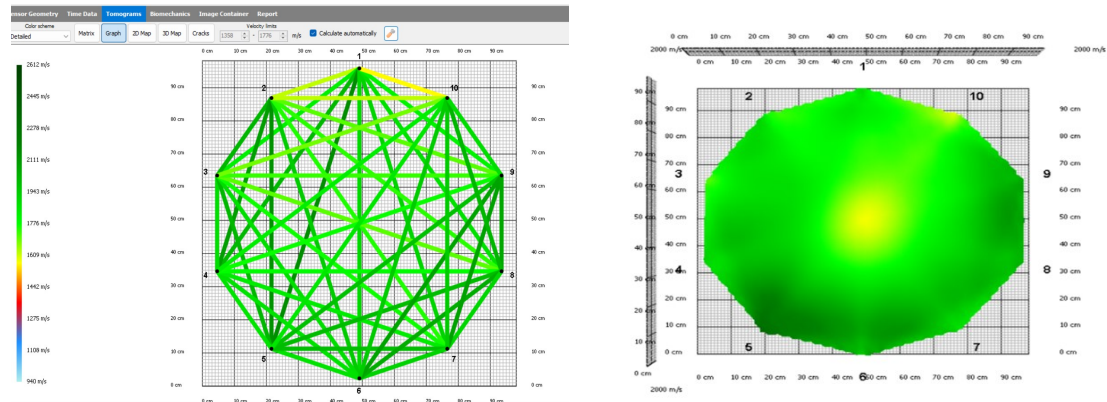
დიაგრამა 2. გამოკვლეულ ეკვალიპტთა სიჯანსაღის ზოგადი მდგომარეობა

გამოკვლეულ გადახრილ მცენარეთაგან 5 მცენარის (სულ 25%) ღერო და ფესვების უდიდესი ნაწილი გახრწნილია, ჩაშლილია და აუცილებელია მათი სასწრაფოდ მოჭრა; ასეთი მცენარეებია: №9, რომლის ღეროს 74, ხოლო ფესვთა სისტემის 61% გახრწნილია და დიდ პრობლემას ქმნის, ადვილია მისი დაცემა ქარის, ქარიშხლის, თოვლის დროს; №7 მცენარის ფესვთა სისტემის 68, ხოლო ღეროს 59%-მდე გახრწნილია; №15 მცენარის ფესვთა სისტემის 62, ხოლო ღეროს 60 ჩაშლილია; №6 მცენარის ფესვთა სისტემის 59, ხოლო ღეროს 43%-მდე დაზიანებულია; №18 მცენარის ფესვთა სისტემის 54, ხოლო ღეროს 43% ჩაშლილია (იხილეთ ცხრილი 1, დიაგრამა 1-2). სამ გამოკვლეულ მცენარეს №№11,12 და 13 ძლიერ ჩაშლილი აქვთ ფესვთა სისტემა (38-დან 64 %-მდე), ხოლო მათი ღერო შედარებით მსუბუქადაა დაზიანებული.

ლი (3-20%) (ცხრილი 1, დიაგრამა 1, 2). უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთ შემთხვევაში მცენარის ფესვებს აღარ ძალუძთ ღეროსა და ტოტების სიმძიმის დამაგრება და ადვილად იგლიჯება მცენარე. ამის ფაქტი უამრავია, თუნდაც მიმდინარე, 2024 წლის 6 მაისს, შავლიძეების დასახლებასთან, ფრ. ხალვაშის გამზირზე ევკალიპტის ხე დილით წაიქცა და სატვირთო და მსუბუქ ავტომანქანებს დაეცა. გამოკვლევულთაგან სამ (№№15%) გადახრილ მცენარეს ღერო მსუბუქად, ხოლო ფესვთა სისტემა ძლიერ დაზიანებული აქვთ, ისინი ადვილად დაეკვემდებარება წაქცევას, რის გამოც აუცილებელია ასევე მათი მოჭრა; საკვლევი მცენარეებიდან 9 (45%) ხასიათდება ძირითადად საშუალო, ან მცირე დაზიანებით. შესაძლოა მათი მკურნალობა და გაჯანსაღება (ცხრილი 1, დიაგრამა 1,2).

იხილეთ ჯანსაღ და სიღრუის მქონე მცენარეთა ტომოგრაფიული სურათების მაგალითი:

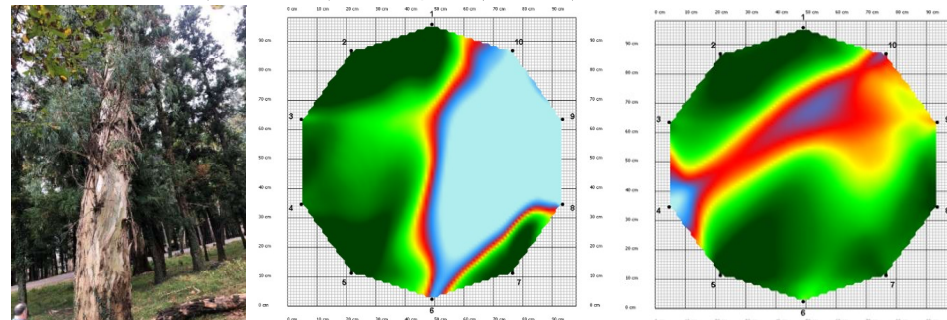
1. *Eucalyptus viminalis*, ტერიტორია - აეროპორტის გზატკეცილი, GPS 41°37'19.6"N 41°36'39.4"E



სურათი 1-2. №1 მცენარის ღეროს გრაფიკი და ტომოგრაფიის შედეგი.

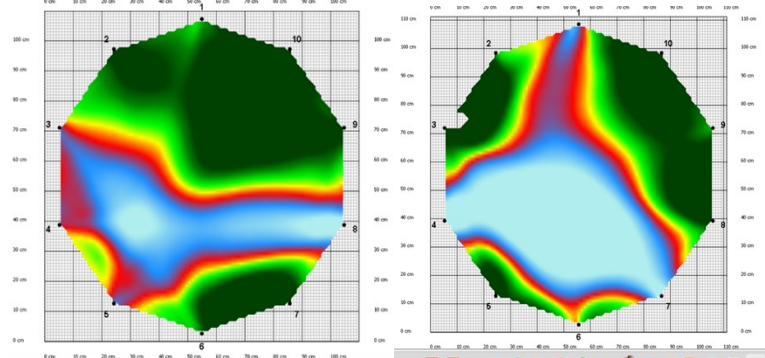
დასკვნა: მცენარის ღერო საკვებით ჯანმრთელია, რაც ნათლად ჩანს მწვანე ფერით გამოსახულ ღეროს სურათზე.

მცენარე 3. ლეგა ევკალიპტი. ფრიდონ ხალვაშის გამზირი, 41°34'35.5"N 41°39'50.1"E



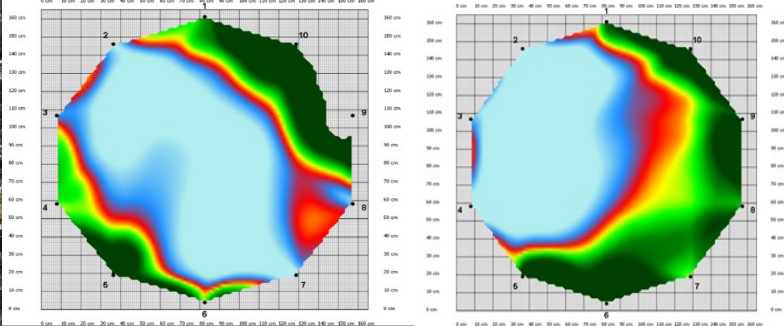
სურათი 3-5. მცენარე 3, ღეროს (შუა) და ფესვის ტომოგრაფიული სურათი. ღეროს 45 და ფესვების 29% ჩაშლილია, მცენარე საშიშროებას ქმნის მოსახლეობისათვის

საკვლევი მცენარე 6. ევკალიპტი. ფრიდონ ხალვაშის გამზირი, 41°34'43.1"N 41°39'30.6"E.



სურათი 6-8. ევკალიპტი №6. მცენარის ღეროს 43%, ხოლო ფესვების 59% გახრწნილია. მცენარე ქმნის ძლიერ საშიშ მდგომარეობას მოსახლეობისათვის.

მცენარე 8. ევკალიპტი, 2 მცენარის ერთი ფესვთა სისტემიდან განშტოება, მცენარის ღეროს საერთო დიამეტრი, ნიადაგის სიახლოვეს - 500 სმ. GPS 41°34'45.1"N 41°39'28.0"E,



სურათი 9-11. მცენარე №8, ღეროს (შუა) და ფესვის (კიდურა) ტომოგრაფიული სურათები.

მცენარე №8-ის ღეროს 74, ხოლო ფესვების 61% ჩაშლილია, მცენარე სასწრაფოდ საჭიროებს მოჭრას, ის მოსახლეობისათვის საფრთხის შემცველია.

დასკვნა და რეკომენდაციები. Arborsonic 3D აკუსტიკური ტომოგრაფიის გამოყენებით, საუკუნოვანი ევკალიპტის ხეების ჯანმრთელობის მდგომარეობის კვლევამ აჩვენა, რომ აღნიშნული მეთოდი ეფექტურია ხეების ჯანმრთელობის მდგომარეობის განსაზღვრაში, რაც თანხვედრაშია მეცნიერთა დიდი ნაწილის შესაბამის კვლევებთან.

კახაბერის ველზე გაშენებული, გამოკვლეული 20 ევკალიპტის მცენარეთაგან, თვით საკონტროლო (სწორმდგომი) და ორი გადახრილი მცენარე (სულ 15%) სავსებით ჯანმრთელია; გამოკვლეულ გადახრილ მცენარეთაგან 5 მცენარის (სულ 25%) ღერო და ფესვების უდიდესი ნაწილი გახრწნილია და აუცილებელია მათი სასწრაფოდ მოჭრა.

გამოკვლეული 20 მცენარიდან სამს (15%) ღერო მსუბუქად, ხოლო ფესვთა სისტემა ძლიერ დაზიანებული აქვთ, ისინი ადვილად დაექვემდებარება წაქცევას, რის გამოც აუცილებელია მათი მოჭრა; საკვლევი მცენარეებიდან 9 (45%) ხასიათდება ძირითადად საშუალო ან მცირე დაზიანებით. შესაძლოა მათი მკურნალობა და გაჯანსაღება.

გამოყენებული ლიტერატურის სია

1. Gilbert, G. S., Ballesteros, J. O., Barrios-Rodriguez, C. A., Bonadies, E. F., Cedeño-Sánchez, M. L., Fossatti-Caballero, N. J., Trejos-Rodríguez, M. M., Pérez-Suñiga, J. M., Holub-Young, K. S. ve Henn, L. A. 2016. Use of sonic tomography to detect and quantify wood decay in living trees. *Applications in plant sciences*, 4(12), 1600060.
2. Putz, F. E., Coley, P. D., Lu, K., Montalvo, A. ve Aiello, A. 1983. Uprooting and snapping of trees: structural determinants and ecological consequences. *Canadian Journal of Forest Research*, 13(5), 1011-1020.
3. Schwarze, F. 2000. Prognose der Fäuledynamik im lebenden Baum. *Stadt und Grün*, 10, 687-693.
4. Tarmu, T., Kiviste, A., Näkk, A., Sims, A. ve Laarmann, D. 2022. The application of sonic tomography (PiCUS 3 Sonic Tomograph) to detect and quantify hidden wood decay in managed Norway spruce stands. *Forests*, 13(8), 1260.

**Assessment of the Health Condition of Historical *Eucalyptus* Trees with the Innovative Method of Arborsonic 3D Acoustic Tomography
Summary**

This paper presents the findings of a study assessing the health condition of the stems and woods of century-old eucalyptus trees in Adjara. The research employed the ArborSonic 3D acoustic tomography method, a modern, non-invasive technique. The examination of 20 aged, bent eucalyptus trees revealed that 40% of their roots and stems exhibit severe decay, ranging from 50% to 80%. This degree of decay poses a significant threat to public safety. This study is pioneering, as no prior research of this nature has been conducted on eucalyptus trees in Georgia. Recommendations concerning the health status of these eucalyptus trees were submitted to the relevant authorities to prompt the implementation of necessary measures.

ვიბრაციული სტრესის გავლენა ჰიპოთალამუსზე და გამოვლენილი დარღვევების კორექციის შესაძლებლობა

ც. სუმბაძე., ი. სიხარულიძე.,

ე. აბზიანიძე., გ. ფიჩხაია., ს. მარქარიანი.

თსუ ალექსანდრე ნათიშვილის მორფოლოგიის ინსტიტუტი

აბსტრაქტი. ტექნიკური პროგრესის ზრდასთან ერთად გარემოს სხვადასხვა ფაქტორების ზეგავლენა ორგანიზმზე გახდა ბევრად უფრო აგრესიული. ერთ-ერთ ასეთ ფაქტორს წარმოადგენს საყოფაცხოვრებო და საწარმოო ვიბრაცია, რაც ზოგიერთ შემთხვევაში იწვევს პროფესიულ დაავადებებს. ვიბრაცია, როგორც სტრესის ერთ-ერთი ფაქტორი, ზოგადბიოლოგიურ ზემოქმედებას ახდენს ორგანიზმზე, რაც იწვევს სპეციფიკურ ნეიროჰუმორულ დარღვევებს, ორგანიზმის ტროფიკისა და მეტაბოლიზმის მოშლას. ამ პირობებში ძლიერდება ჟანგვა - აღდგენითი პროცესები ქსოვილებში და იზრდება მოთხოვნილება ჟანგბადზე.

აქედან გამომდინარე შევისწავლეთ ვიბრაციული სტრესის გავლენა მამრი ვირთაგვების ჰიპოთალამუსში ბიოლოგიური ამინების შემცველობის ცვალებადობაზე და გამოვლენილი ცვლილების კორექცია თხევადი ჟანგბადით. საკონტროლო და ცდის ქვეშ მყოფი სამივე ჯგუფის ცხოველების ჰიპოთალამუსში მაღალი წნევის ქრომატოგრაფიის მეთოდით განისაზღვრა ბიომინების - ნორადრენალინის, სეროტონინისა და დოფამინის კონცენტრაცია.

გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ვიბრაციული სტრესი იწვევს მნიშვნელოვან ცვლილებებს აღნიშნული ბიომინების სეკრეციაში, ხოლო ჟანგბადით კორექცია დადებით გავლენას ახდენს მათ რეგულაციაზე.

საკვანძო სიტყვები: ვიბრაციული დაავადება, ჰიპოთალამუსი, ბიოლოგიური ამინები, თხევადი ჟანგბადი.

ტექნიკური პროგრესის ზრდასთან ერთად გარემოს სხვადასხვა ფაქტორების ზეგავლენა ორგანიზმზე გახდა ბევრად უფრო აგრესიული. ერთ-ერთ ასეთ ფაქტორს წარმოადგენს საყოფაცხოვრებო და საწარმოო ვიბრაცია, რაც ზოგიერთ შემთხვევაში იწვევს პროფესიულ დაავადებებს. ვიბრაცია, როგორც სტრესის ერთ-ერთი ფაქტორი, ზოგადბიოლოგიურ ზემოქმედებას ახდენს ორგანიზმზე, რაც იწვევს სპეციფიკურ ნეიროჰუმორულ დარღვევებს. ორგანიზმის ტროფიკისა და მეტაბოლიზმის მოშლას. ამ პირობებში ირღვევა ჟანგვა - აღდგენითი პროცესები ქსოვილებში და იზრდება მოთხოვნილება ჟანგბადზე [1;2;3;4;5;6;7;8].

ზემო აღნიშნულიდან გამომდინარე საინტერესოა ჰიპოთალამუსის ზოგიერთი ბიოლოგიური ამინების - სეროტონინის, ნორადრენალინის, დოფამინის სეკრეციის შესწავლა ვიბრაციის პირობებში და გამომოვლენილი დარღვევების კორექცია თხევადი ჟანგბადით.

კვლევის მიზანი. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ჰიპოთალამუსის ბიოლოგიური ამინების - სეროტონინის, ნორადრენალინის, დოფამინის სეკრეციის შესწავლა ექსპერიმენტში ვიბრაციული პათოლოგიის დროს და გამოვლენილი დარღვევების კორექციის მცდელობა თხევადი ჟანგბადით.

მასალა და მეთოდები. ექსპერიმენტები ჩატარდა სამ ჯგუფად დაყოფილ 50 მამრ ზრდასრულ ვირთაგვებზე მასით 180-200 გრ.

I ჯგუფი - 20 მამრი ზრდასრული ცხოველი, რომლებსაც 2 თვის განმავლობაში ყოველ-

დღიურად უტარდებოდა 1 საათიანი ვიბროსიანი (ვიბრაციის პარამეტრები: სიხშირე 50 ჰც, ამპლიტუდა 3 მმ), მოდულირება ხორციელდებოდა ზოგადი ვიბრაციის სახით.

II ჯგუფი - 20 ვირთაგვა, რომლებსაც ვიბრაციული სტრესის ფონზე (ვიბრაციის პარამეტრები იყო იგივე, რაც პირველ ჯგუფში) ყოველ მეორე დღეს კანქვეშ უკეთდებოდა თხევადი ჟანგბადის (Manufactured by “AQUAGEN” internacional, IIVC, Oxygen Supplement) პრეპარატის ინექცია შემდეგი პროპორციით - 50 მკლ დედა ხსნარი იხსნებოდა 1 მლ დისტილირებულ წყალში, საინექციო დოზა იყო 100 მკლ.

აღნიშნული ჯგუფის კონტროლად - III ჯგუფი - აღებული იყო 10 ზრდასრული ინტაქტური მამრი ვირთაგვა, რომლებსაც ჩაუტარდა ყველა ზემო აღნიშნული გამოკვლევა.

ცდების დასრულების შემდეგ ცხოველების ჰიპოთალამუსის ქსოვილებიდან იყო აღებული მიკროსინჯები. ბიომინების განსაზღვრა ქსოვილში ჩატარდა მაღალი წნევის ქრომატოგრაფიის მეთოდით. მიღებული რაოდენობრივი მონაცემები დამუშავდა ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით. ყველა საწყისი მაჩვენებელი მიჩნეულ იქნა 100%.

მიღებული შედეგების განხილვა. გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ექსპერიმენტში ნორადრენალინის დონე ნორმაში (საცდელი ცხოველების 3 ჯგუფი, საკონტროლო) შეადგენდა $1033,2 \pm 73,3$ ნგ/გ ქსოვილზე, ხოლო ორ თვიანი ვიბრაციული სენსის შემდეგ კი (საექსპერიმენტო ცხოველების I ჯგუფი) მისი კონცენტრაცია 32%-ით გაიზარდა და შეადგინა $1368 \pm 82,44$ ნგ/გ ქსოვილზე.

საექსპერიმენტო ცხოველების II ჯგუფში, ვიბრაციული პათოლოგიის თხევადი ჟანგბადით კორექციის პირობებში, ნორადრენალინის დონე ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებით სტატისტიკურად სარწმუნოდ შემცირდა ($p < 0,05$) - 78% -მდე და შეადგინა $814 \pm 51,0$ ნგ/გ ქსოვილზე, ხოლო I ჯგუფის ცხოველებთან შედარებით 40%-ით დაიკლო ($p < 0,05$).

სეროტონინის კონცენტრაცია ჰიპოთალამუსის ქსოვილში ვიბრაციული პათოლოგიის ჩამოყალიბების შემდეგ (საექსპერიმენტო ცხოველების I ჯგუფი) 146%-მდე გაიზარდა ნორმულ მაჩვენებელთან შედარებით და შეადგენდა $1181 \pm 60,7$ ნგ/გ ქსოვილზე. ჟანგბადის ინექციების ფონზე კი (საექსპერიმენტო ცხოველების II ჯგუფი) აღნიშნული ბიომინის დონემ 135%-მდე მოიმატა და დაახლოებით ტოლი იყო ($p < 0,05$) $1088,5 \pm 47,3$ ნგ/გ. ხოლო საცდელი ცხოველების I ჯგუფთან შედარებით დაიკლო 7%-ით ($p < 0,05$).

განსაკუთრებით აღსანიშნავია დოფამინის რაოდენობრივი ცვლილებები ექსპერიმენტის თითოეული ეტაპის მიხედვით. მისი კონცენტრაცია ცხოველების I ჯგუფში თუკი მკვეთრად დაქვეითებული იყო კონტროლთან შედარებით და შეადგენდა 14%-ს მისი საწყისი მნიშვნელობიდან ანუ ტოლი იყო $81,7 \pm 12,07$ ნგ/გ ქსოვილზე (ნორმა საშუალოდ: $577 \pm 11,2$ ნგ/გ ქსოვილზე), ჟანგბადის ინექციის ფონზე მისმა კონცენტრაციამ სტატისტიკურად სარწმუნოდ მოიმატა და შეადგენდა II ჯგუფის ცხოველებში $414 \pm 9,57$ ნგ/გ ქსოვილზე - 71% კონტროლთან შედარებით ($p < 0,05$), ხოლო მისმა კონცენტრაციამ საცდელი ცხოველების I ჯგუფთან შედარებით სტატისტიკურად სარწმუნოდ მოიმატა 407%-ით საექსპერიმენტო ცხოველების II ჯგუფში.

ცხრილი: ბიომინების კონცენტრაციული ცვლილებები ჰიპოთალამუსში საექსპერიმენტო ცხოველების თითოეული ჯგუფის მიხედვით

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
**International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024**

ჰორმონი	სეროტონინი ნგ/გ ქს M ±SD	ნორადრენალინი ნგ/გ ქს M ±SD	დოფამინი ნგ/გ ქს M ±SD
I ჯგუფი	1181,2 ± 60,7	1368 ± 82,4	81,7 ± 12,07
II ჯგუფი	1088,5 ± 47,3	814 ± 51,0	414 ± 9,57
III ჯგუფი კონ- ტროლი	803,6 ± 23,4	1033,2 ± 73,3	577 ± 11,2

ნგ/გ ქს - ნანოგრამი/გრამ ქსოვილზე

M - საშუალო; **± SD** - სდანიდარტული გადახრა.

დასკვნა. ჰიპოთალამუსის ქსოვილში ბიოამინების კონცენტრაციის შესწავლისას მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარე, ვიბრაციის ზემოქმედება მამრი ვირთავების ორგანიზმზე იწვევს ღრმა ცვლილებებს. კერძოდ, მნიშვნელოვნად მომატებულია სეროტონინისა და ნორადრენალინის რაოდენობრივი მაჩვენებლები ჰიპოთალამუსის ქსოვილში, ხოლო მკურნალობა (კორექცია, პრევენცია) თხევადი ჟანგბადის ინექციის სახით, დადებითად მოქმედებს პროცესზე: სეროტონინისა და ნორადრენალინის შემცველობა ჰიპოთალამუსში მიისწრაფვის ნორმის მაჩვენებლისკენ, ხოლო დოფამინი თითქმის ნორმის ფარგლებშია.

ლიტერატურა

1. სააკაძე ვ. - პროფესიული დაავადებები//თბილისი, “ზეკარი”, 2000, 806გვ.
2. გოცირიძე ნ. სანიკიძე თ. მანჭკავა მ. - ბიომექანიკა და კინეზიოლოგია, //თბილისი, 2022, 299გვ. ISBN 978-9941-503-02-3.
3. Антошина Л.И., Сааркоппель Л.М., Павловская Н.А. действие вибрации на биохимические показатели, характеризующие окислительный метаболизм, иммунитет, обмен мышечной и соединительной тканей (обзор литературы). Медицина труда и промышленная экология, № 2, 2009. с. 32-37.
4. AbushakhmanovaAKh. Features of hormonal homeostasis under adverse industrial and ecologic conditions (a review) // Gig. Sanit. 2001 Mar-Apr; (2):28-9.
5. Ando H; Noguch R. Dependence of palmer sweating response and central nervous system activity on the frequency of whole-body vibration // Scand. J. Work Environ. Health. 2003. Jun; 29 (3); 216-9.
6. Bodnenkova G. M, Lizarev A. V. Pathogenetic role of immune reactivity disorders in mechanisms underlying relations between hypothalamus- hypophysis-adrenals and thyroid systems of vibration disease // Med. Tr. Prom. Ekol. 2005; (12); 25-7.
7. Kvorning T, Bagger M, et. al. Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures // Eur. J. Appl. Physiol. 2006 Mar; 96 (5): 615-25.
8. Tretiakov S. V, Spagina L. A. Right ventricular function and pulmonary circulation homodynamic in patients with vibration disease // Ter. Arkh. 2005; 77 (12); 18-22.

**Vibrational stress impact on hypothalamus and potential for correcting identified disorders
Summary**

With technological advancement, the impact of numerous environmental factors on the body has become far more aggressive. One of these factors is domestic and industrial vibration, which can sometimes lead to occupational diseases. Vibration, as one of the stress factors, has a general biological effect on the body, causing specific neurohumoral disorders, disruption of trophism, and disruption of the metabolism of the body. In these conditions, oxidation-restoring processes in tissues intensify, and the need for oxygen increases. Therefore, we studied the impact of vibrational stress on alterations of the biological amine concentration in the hypothalamus of male rats and the correction of the detected alterations with liquid oxygen. The concentration of the bioamines norepinephrine, serotonin, and dopamine in the hypothalamus of control and experimental animals from all three groups was measured by the high-pressure chromatography method. The study demonstrated that vibrational stress alters the release of these bioamines, while oxygen correction has a positive impact on their regulation.

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
**International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024**

სექცია – Section
IV

სულიერების ეკოლოგია
Ecology of spirituality

უმცროსკლასელთა ეკოლოგიური განათლების ზოგიერთი ასპექტი

ირინე გოგიბერიძე, თამარ დოგრაშვილი

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი: ნაშრომში დადასტურებულია, რომ უმცროსკლასელთა ეკოლოგიური განათლება მოიცავს: გარემოს დაცვით ცოდნას და უნარებს; ეკოლოგიურ აზროვნებას; ღირებულებით ორიენტაციებს და ეკოლოგიურად სუფთა ქცევებს. მოსწავლეები ბუნებას აღიქვამენ, როგორც ურთიერთდაკავშირებულ ღირებულებებს, რომელიც მგრძობიარეა ადამიანის ჩარევის მიმართ. ეკოლოგიური განათლება მიზნად ისახავს ცოდნის, გრძობების და მოქმედებების შერწყმას. განხილულია მათი შემცველი მეცნიერულშემეცნებითი, ღირებულებითი, ნორმატიული და აქტივობის ასპექტები. გამოტანილია სათანადო დასკვნები.

საკვანძო სიტყვები: დაწყებითი კლასები, განათლება, გარემოს დაცვა, ცოდნა, ეკოლოგიური ცოდნა.

თანამედროვე ეკოლოგიური კატასტროფების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიზეზად უნდა ჩაითვალოს მოსახლეობის ეკოლოგიური განათლების დაბალი დონე და ბუნებაში ჩარევის შედეგების წინასწარ განსაზღვრის შეუძლებლობა. სწორედ ამიტომ, ბოლო ათწლეულების განმავლობაში დაწყებით კლასებში ეკოლოგიური განათლების საკითხებზე ყურადღება გაიზარდა. დაწყებით კლასებში ბუნებისმეტყველების სასწავლო კურსი ამისთვის ყველაზე ხელსაყრელ შესაძლებლობებს იძლევა. გარემოს დაცვის და ეკოლოგიურ განათლებაში ჩართული მეცნიერები და მასწავლებლები თვლიან, რომ ეკოლოგიური განათლების მიზანია ინდივიდის და საზოგადოების ეკოლოგიური კულტურის ჩამოყალიბება. ეკოლოგიური კულტურის არსი შეიძლება ჩაითვალოს ეკოლოგიურად განვითარებული ცნობიერების, ემოციური და ფსიქიკური მდგომარეობისა და მეცნიერულად დაფუძნებული ნებაყოფლობითი უტილიტარული პრაქტიკული საქმიანობის ორგანულ ერთიანობად.

ეკოლოგიური კულტურის კომპონენტები მოიცავს:

- გარემოს დაცვით ცოდნას და უნარებს;
- ეკოლოგიურ აზროვნებას;
- ღირებულებით ორიენტაციებს;
- ეკოლოგიურად სუფთა ქცევებს.

სკოლის დაწყებითი საფეხური მნიშვნელოვანი როლია გარემოს დაცვითი უწყვეტი განათლების სისტემაში. დაწყებითი საფეხურის უმცროსი სასკოლო ასაკის მოსწავლეებს ახასიათებთ ცოდნისა და გამოცდილების უნიკალური ერთიანობა, ამიტომ შესაძლებელია მასწავლებელმა ჩამოაყალიბოს მათში ბუნებისადმი პასუხისმგებელი დამოკიდებულების საიმედო საფუძველი. ბავშვები თავიანთი აზროვნებით და ქცევით არ განცალკევდებიან გარემომცველი სამყაროსგან და თავს ბუნების ნაწილად თვლიან. უმცროსკლასელ ბავშვებს, ცხოველებს და მცენარეებს შორის დამყარებულია ინტუიციური ურთიერთშეგრძნება და ურთიერთ აღქმა, ამიტომ ბავშვი ადვილად აღიქვამს და ითვისებს გარემოს დაცვის წესებს, აქცევს მათ თავისი ბუნების ნაწილად. დაწყებითი საფეხურის უმცროსი სასკოლო ასაკი ყველაზე მგრძობიარეა გარემოს გავლენის მიმართ. ბუნების ისტორიის შესწავლის

პროცესში გარემოს დაცვითი კავშირების შესახებ ცოდნის ფორმირების მეთოდოლოგიას დიდი ყურადღება ექცევა უმცროსკლასელთა ბუნებისმეტყველების სასკოლო კურსში. ქართველი ავტორების მიერ მონოგრაფიულად არის დამუშავებული ეს საკითხები მათემატიკის ამოცანების გამოყენებით უმცროსკლასელებთან (I-III კლასები) [1], [2], [3]. უმცროსი სკოლის მოსწავლეებს აქვთ მგრძნობელობა და თანაგრძნობის უნარი. ამიტომ მიზანშეწონილი და აუცილებელია უმცროსკლასელებს ვასწავლოთ პატივისცემით შეხედონ ყველა ცოცხალ არსებას, უნდა ისწავლონ დაინახონ სილამაზე. უნდა დაისვას კითხვები: „რატომ არის ეს ყვავილი (ან ხოჭო) საოცარი, უჩვეულო?“ იბადება კითხვა: „რა გამოყენება აქვს მას?“. უფრო მეტიც, უნდა უპასუხოთ, რომ სარგებელი, ზიანის მსგავსად, ფარდობითია. ადამიანი, როგორც ზნეობრივი არსება, მუდმივად უნდა ცდილობდეს გასცდეს „სარგებლობის უნივერსალურ სისტემას“ და მოქმედების გზამკვლევადაც აირჩიოს მოქმედების უანგარო მოტივები. ამ ეთიკურ კონცეფციებს ბევრი საერთო აქვს სიცოცხლის პატივისცემასთან. „სიმპათია, რომელსაც ადამიანი განიცდის ყველა ცოცხალი არსების მიმართ, მას ნამდვილ პიროვნებად აქცევს“, - წერდა მშვიდობის ნობელის პრემიის ლაურეატი, კულტურის ფილოსოფოსი, ჰუმანისტი, ექიმი ალბერტ შვაიცერი [4]. ის ამტკიცებდა, რომ ადამიანი ეთიკური ხდება მხოლოდ მაშინ, როცა მისთვის მთელი ცხოვრება წმინდაა, იქნება ეს მცენარის, ცხოველის თუ სხვა ადამიანის სიცოცხლე. „მე ვარ სიცოცხლე, რომელსაც სურს ცხოვრება სიცოცხლეებს შორის“, ალბერტ შვაიცერის ეს პოსტულატი საშუალებას გვაძლევს მივცეთ აზრი ადამიანის არსებობას სამყაროსთან ბუნებრივი კავშირის გაღრმავების და მისი სულიერი განცდის სურვილით. ამრიგად, სულიერების და ზნეობის იდეა ფუნდამენტურ მნიშვნელობას იძენს გარემოს დაცვითი განათლების სისტემის განვითარებაში.

დაწყებითი საფეხურის უმცროსი სასკოლო ასაკის მოსწავლეებში გარემოს დაცვითი განათლების სავალდებულო მინიმალური შინაარსის განსაზღვრის საფუძველია ცოცხალი ორგანიზმის მეცნიერული კონცეფცია და მისი კავშირები გარემოსთან. ამის საფუძველზე, უმცროსი სასკოლო ასაკის მოსწავლეებს შეუძლიათ განავითარონ ბუნების, როგორც ურთიერთდაკავშირებული ღირებულების გაგება, რომელიც მგრძნობიარეა ადამიანის ჩარევის მიმართ; მორალური პრინციპები ბუნებრივი ობიექტების, მათ შორის ზიანის მიყენების შეუძლებლობის შესახებ; საწყისი გამოცდილება გარემოს დაცვაში.

ეკოლოგიური შინაარსი მიზნად ისახავს ცოდნის, გრძნობების და მოქმედებების შერწყმას ურთიერთობების ჩამოყალიბებაზე. იგი მოიცავს მეცნიერულ-შემეცნებით, ღირებულებით, ნორმატიულ და აქტივობის ასპექტებს.

გარემოს მენეჯმენტის სამეცნიერო და საგანმანათლებლო ასპექტი საშუალებას იძლევა ბუნება აღქმული იქნეს, როგორც ერთიანი მთლიანობა, სადაც მჭიდროდ არის დაკავშირებული უსულო და ცოცხალი ბუნების ობიექტები.

ღირებულებითი ასპექტი ამართლებს ბუნებრივი ობიექტების, მორალური, ესთეტიკური, შემეცნებითი, პრაქტიკული, სანიტარული, ჰიგიენური და სხვა ფასეულობების კომპლექსის დაცვას და მათ მნიშვნელობას ადამიანის ცხოვრებაში.

ნორმატიული ასპექტი ასახავს ადამიანის ქცევის ნორმებს ბუნებაში, აცნობს მათ და ასწავლის მათ შესაბამისად მოქმედებას.

საქმიანობის ასპექტი გულისხმობს ნორმებისა და წესების შესაბამისი ცოდნის შექმნას, რაც შესაძლებელს ხდის მცენარეებისა და ცხოველების რეალური დახმარების გაწევას და ბუნებრივი რესურსების რეპროდუცირებას.

ეს ასპექტები საფუძვლად უდევს დაწყებით საფეხურზე გარემოს დაცვით განათლებას და უმცროსკლასელებთან ძირითადი მიზნების განსაზღვრას, რაც მოითხოვს:

-მოსწავლეებისთვის იმის დამტკიცებას, რომ ბუნებაში ყველაფერი ერთმანეთთან ურთიერთდაკავშირებულია;

-მოსწავლეებისთვის იმის გაგებაში დახმარებას, თუ რატომ უნდა იცოდეს ადამიანი ბუნებრივი კავშირები: იმისათვის, რომ არ დაარღვიოს ისინი, რადგან ადამიანების მიერ ბუნებრივი კავშირების დარღვევა იწვევს უარყოფით შედეგებს (როგორც ბუნების, ასევე თავად ადამიანისთვის);

-მოსწავლეებისთვის იმის სწავლაში, როგორ მოიქცენ ბუნებაში, მიღებული ცოდნის საფუძველზე როგორ დაამყარონ ურთიერთობები ბუნებასთან და განსაზღვრონ მოქმედებების შესაძლო შედეგები, მოახდინონ მათი შესაბამისი შეფასება.

გარემოს დაცვითი ცოდნის შინაარსი მოიცავს შემდეგ საკითხებს:

- ცოცხალი ორგანიზმების მრავალფეროვნება, მათი ეკოლოგიური ერთიანობა, ცოცხალი ორგანიზმების თანაცხოვრება.

ცოცხალი ორგანიზმების ჯგუფების გაცნობა საშუალებას აძლევს უმცროს-კლასელებს გააცნობიერონ გარკვეული ეკოსისტემები, რომლებიც უკავშირდება მათ საკვებს და ჯგუფებში არსებულ სხვა დამოკიდებულებებს. ამავე დროს იქმნება ცოცხალი ბუნების ფორმების ერთიანობისა და მრავალფეროვნების გაგება და წარმოდგენილია მსგავს პირობებში მცხოვრები მცენარეების და ცხოველების თემები.

- მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების კავშირი მათ გავრცელების არეალთან, მორფოლოგიური და ფუნქციური ადაპტაცია მათთან; გარემოსთან კავშირი ზრდისა და განვითარების პროცესში.

მცენარეთა და ცხოველთა სიცოცხლის კონკრეტული მაგალითების გაცნობა, მათი კავშირი გავრცელების არეალთან და დამოკიდებულება საშუალებას იძლევა უმცროსკლასელებს ჩამოუყალიბდეს ეკოლოგიური ხასიათის საწყისი წარმოდგენები. უმცროსკლასელები სწავლობენ, რომ ბუნებასთან კომუნიკაციის მექანიზმი არის სხვადასხვა ორგანოების სტრუქტურისა და ფუნქციონირების შეგუება გარე სამყაროსთან. ამავე დროს, ადამიანის შრომა განიხილება როგორც გარემოს მაფორმირებელი ფაქტორი.

- ადამიანი, როგორც ცოცხალი არსება, მისი საცხოვრებელი გარემო, რო-მელიც უზრუნველყოფს ჯანმრთელობას და ნორმალურ ფუნქციონირებას.

ეკოლოგიის შესახებ საწყისი იდეები შესაძლებლობას აძლევს უმცროსკლასელებს გაეცნონ ადამიანის ბიოლოგიურ მოთხოვნილებებს, რომელთა დაკმაყოფილებაც შესაძლებელია მხოლოდ ნორმალურ საცხოვრებელ გარემოში. უმცროს-კლასელებს უვითარდებათ ჯანმრთელობის შინაგანი ღირებულების გაგება და ჯანსაღი ცხოვრების წესის საწყისი უნარები.

- ბუნებრივი რესურსების გამოყენება ადამიანის ეკონომიკურ საქმიანობაში, გარემოს დაბინძურება.

ეს წარმოადგენს სოციალური ეკოლოგიის ელემენტებს, რომლებიც შესაძლებლობას აძლევს მოსწავლეებს მოახდინონ ეკონომიკურ საქმიანობაში გამოყენებული ბუნებრივი რესურსების დემონსტრირება მაგალითების გამოყენებით. ასეთი დამოკიდებულებები უმცროსკლასელებში ავითარებს ეკონომიურ და მზრუნველ დამოკიდებულებას ბუნების და მისი სიმდიდრეების მიმართ.

- ბუნებრივი რესურსების დაცვა და აღდგენა.

ბუნებისმეტყველების შესწავლისას განისაზღვრება ეკოლოგიის და გარემოს დაცვითი იდეების განვითარების სამი დონე:

I დონე. ბუნების ობიექტები განიხილება ცალკე, მათ შორის კავშირების ხაზგასმის გარეშე.

ეს დონე მიიღწევა პირველ კლასში. მოსწავლეები ეცნობიან უსულო და ცოცხალი ბუნების კომპონენტებს (ჰაერი, წყალი, მზე, მცენარეები, ცხოველები), ცოცხალი ორგანიზმების უმარტივეს კლასიფიკაციის. ისინი სწავლობენ მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს ცალკეული წარმომადგენლების ამოცნობას და მათზე ზრუნვას.

II დონე. განიხილება ურთიერთკავშირები უსულო და ცოცხალ ბუნებას შორის და ცოცხალი ბუნების შიგა კავშირებს შორის.

ეს იდეები მეორე კლასიდან იწყებს განვითარებას. მესამე კლასის დამთავრებისას მოსწავლეებს უნდა შეეძლოთ ახსნან ჰაერის, წყლის, ნიადაგის როლი ცოცხალი ორგანიზმების ცხოვრებაში, რა მნიშვნელობა აქვს ბუნებაში მცენარეებსა და ცხოველებს. ჩამოაყალიბონ შემდეგი ურთიერთობები მცენარეებსა და ცხოველებს შორის:

-გავრცელების არეალის მიხედვით (მოსწავლეებს უნდა შეეძლოთ ისაუბრონ რა როლს ასრულებენ მცენარეები ცხოველთა გავრცელებაში);

-კვების მეთოდის მიხედვით (ბავშვებმა უნდა ისწავლონ უმარტივესი კვებითი ჯაჭვების შედგენა);

-რა როლს ასრულებს ერთი სახეობა მეორე სახეობის გავრცელებაში (უმცროს-კლასელებს უნდა შეეძლოთ ახსნან რა როლს ასრულებენ ცხოველები ხილისა და მცენარეების თესლის გავრცელებაში).

მოსწავლეებმა უნდა შეძლონ განსაზღვრონ მცენარეთა და ცხოველთა გავრცელების არეალის გამოცნობა გარკვეული ნიშნების საფუძველზე. ამ დონეზე ხდება ჰაერის, წყლის, ნიადაგის, მცენარეებისა და ცხოველების დაცვის შესახებ ინფორმაციის შეგნებული ათვისება [5].

III დონე. განიხილება ბუნებრივი მოვლენები და პროცესები (ბუნების სეზონური ცვლილებები, ბუნებრივი ზონების ჩრდილოეთიდან სამხრეთისკენ ცვლის მიზეზები, დედამიწის ბრუნვის სახეები). ამ შემთხვევაში მყარდება მიზეზ-შედეგობრივი კავშირი. ამ დონეზე განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ადამიანის საქმიანობით გამოწვეული ბუნების ცვლილებების გათვალისწინებას. ეკოლოგიური კავშირების ცოდნა ეხმარება ბავშვებს იწინასწარმეტყველონ ბუნებაზე ადამიანის ზემოქმედების შედეგები (ჭაობების ამოშრობა, ფულუროიანი ხეების მოჭრა, კოლოების მოსპობა ტაიგაში და ა.შ.) და გააკეთონ გარემოს დაცვითი პროგნოზები.

ბუნებისმეტყველების საწყისი კურსის შესწავლისას უმცროსკლასელებში უნდა ჩამოაყალიბდეს შემდეგი წარმოდგენები:

- ცხოვრების სირთულის, უნიკალურობისა და სისუსტის შესახებ;
- ყველა ბუნებრივი ობიექტის ურთიერთკავშირების და სარგებლიანობის შესახებ;
- ცხოვრების უწყვეტობის შესახებ.

დაწყებითი საფეხურის დასეულეების შემდეგ მოსწავლემ უნდა იცოდეს, რომ ბუნება არის ერთიანი კომპლექსი, რომელიც სტაბილურია მანამ, სანამ მისი არც ერთი რგოლი არ არის დაარღვეული. მაგალითად, ერთი მცენარის სახეობის გაქრობა იწვევს 10-დან 30-მდე სახეობის მწერის გაქრობას. პესტიციდებით მოწამლულ ათ ჭიას შეუძლია ერთი ფრინველის სიკვდილი გამოიწვიოს და სხვ.

გარემოს დაცვითი და ეკოლოგიური განათლების საბოლოო მიზანია განა-ვითაროს ადამიანის მზადყოფნა ბუნებაში რაციონალური საქმიანობისთვის. ეს ნიშნავს, რომ აუცი-ლებელია შემდეგი უნარების განვითარება:

- ბუნებრივი კომპონენტების ურთიერთდამოკიდებულებებზე ორიენტირება;
- შეაფასოს ამ კომპონენტების მდგომარეობა მათი კეთილდღეობის თვალსაზ-რისით;
- ბუნებაში ისე მოქმედება, რომ არ დააზიანონ ბუნება.

გარემოს დაცვითი და ეკოლოგიური ცოდნის და უნარების ფორმირება უნდა მოხდეს ცნობილი წესის საფუძველზე: „იფიქრე გლობალურად-იმოქმედე ლოკალურად“. ეს ხაზს უსვამს გარემოს დაცვითი და ეკოლოგიური მასალის შერჩევასა გათვალისწინებული იქ-ნეს სწავლებაში იმ მხარის ადგილობრივი ეკოლო-გიური გარემოსთვის დამახასიათებელი პრინციპები.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. თამარ დოგრაშვილი. უმცროსკლასელთა (I-III კლასები) აქტიური სწავლება განმა-ვითარებელი და საგანთაშორისი კავშირების შინაარსის მქონე მათემატიკური ამოცანებით. აწსუ გამომცემლობა. 2019 წელი. 664 გვერდი.
2. თამარ დოგრაშვილი. უმცროსკლასელთა (I-III კლასები) აქტიური სწავლება საგან-თაშორისი კავშირების მქონე ეკოლოგიური და ბუნებისდაცვითი შინაარსის მქონე მათემა-ტიკური ამოცანებით. აწსუ გამომცემლობა. 2019 წელი. 162 გვერდი.
3. Tamar Dograshvili, Bakur Bakuradze, Giorgi Bregadze. **Active Teaching through Mathematical Problems in Primary School.** Journal of Education and Human Development, 13(1), pp.10-21. DOI:10.15640/jehd.v13n1a2. URL <http://dx.doi.org/10.15640/jehd.v13n1a2>. Volume 13, Issue 1 June 2024. Brooklyn. United States.
4. Albert Schweitzer. Kultur und Ethik. Kulturphilosophie. Zweiter Teil, 1923.
5. ეროვნული სასწავლო გეგმა. დაწყებითი საფეხური. 2018-2024 წლები. ბუნებისმეტყ-ველების პროგრამა. თბილისი. 2018 წელი.

Some aspects of environmental education of junior high school students

Summary

The paper confirms that the ecological education of junior high school students includes: environmental protection knowledge and skills; ecological thinking; value orientations and environmentally friendly behaviors. Students perceive nature as interrelated values that are sensitive to human intervention. Environmental education aims to combine knowledge, feelings and actions. The scientific-cognitive, value, normative and activity aspects containing them are discussed. Appropriate conclusions are drawn.

ეკოლოგიური შინაარსის მასალა, როგორც აქტიური სწავლების კომპონენტი დაწყებით კლასებში

თამარ დოგრაშვილი, ირინე გოგიბერიძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ეკოლოგიური შინაარსის მასალა გამოყენებულია როგორც აქტიური სწავლების კომპონენტი. ვთვლით, რომ ეკოლოგიური საკითხები უნდა განიხილებოდეს დაწყებითი საფეხურის ყველა სასწავლო საგანში, საგნისთვის დამახასიათებელი ასპექტებით, რომლებზეც მოსწავლეების ასაკის შესაბამისად მისაწვდომ დონეზე გაშუქდება ეკოლოგიური პრობლემები და მასწავლებელი მოსწავლეებთან ერთად დასახავს დასმული პრობლემების გადაჭრის გზებს. დაწყებით კლასებში ეკოლოგიური საკითხების გადაჭრისადმი კომპლექსური მიდგომები სხვადასხვა სასწავლო საგნის ჩართულობით საშუალებას აძლევს მოსწავლეებს ეკოლოგიური პრობლემები დაინახონ სხვადასხვა კუთხით, ხოლო პრობლემების გადაჭრის გზების სხვადასხვა ფორმით ძიება მათში ამტკიცებს იმის შეგნებას, რომ არსებული ეკოლოგიური პრობლემები ძალზედ აქტუალურია და მათი გადაჭრა კი აუცილებელია.

საკვანძო სიტყვები: აქტიური სწავლება, დაწყებითი კლასები, სასწავლო პროცესი, ეკოლოგიური მასალა, ეკოლოგიური შინაარსის მათემატიკური ამოცანები.

თანამედროვე მიდგომებით სასწავლო პროცესმა უნდა უზრუნველყოს მოსწავლეთა აქტიური სწავლება. დაწყებით კლასებში აქტიური სწავლების ერთ-ერთი ყველაზე მისაღები ეფექტური მოდელი უკავშირდება საგანთაშორისი კავშირების რეალიზებას. მასწავლებელს შეუძლია დაწყებით კლასებში საგანთაშორისი კავშირების რეალიზება მოახდინოს სხვადასხვაგვარი მიდგომით, მაგრამ აუცილებლად უნდა იქნეს დაცული მეცნიერული პრინციპი, რაც გულისხმობს იმას, რომ მოსწავლეებისათვის გადაცემული თეორიული ცოდნა ან ამოცანის პირობაში მოყვანილი რაიმე კონკრეტული მონაცემი უნდა ასახავდეს რეალურად არსებულ მეცნიერულად დადასტურებულ ინფორმაციას.

დაწყებით კლასებში ეფექტურად წარმართული სასწავლო პროცესში მასწავლებელმა შეიძლება ჩართოს ეკოლოგიური აღზრდის საკითხები, რომელიც მე-ტად აქტუალურია და თემატურად კარგად შეიძლება მისი გამოყენება. ჩვენ ვთვლით, რომ მეტი ყურადღება უნდა დაეთმოს სკოლაში მოსწავლეთა ეკოლო-გიურ აღზრდას სწავლების პირველივე წლიდან.

ეკოლოგიური პრობლემების მთავარი მიზეზი მოსახლეობის ტოტალური ეკოლოგიური უპასუხისმგებლობაა. რომლის დასაძლევად აუცილებელია გაძლიერდეს და დასაწყისშივე მეტი ყურადღება დაეთმოს თანამედროვე სკოლაში მოსწავლეთა ეკოლოგიურ აღზრდას. რატომ არის ეს ასე აუცილებელი და რა არის ამის მიზეზი? საკამათო არ არის, რომ ეკოლოგიებისათვის ყველაზე საგანგაშო პრობლემას წარმოადგენს გარემოს დაბინძურებასთან დაკავშირებული საკითხები. დაბინძურებულია ყველაფერი: ჰაერი, წყალი, მიწა. მიწების არარაციონალურად გამოყენების გამო გახშირებულია მეწყერები, განადგურებული და დაბინძურებულია ადამიანების და ცხოველების საცხოვრებელი არეალები, ნად-გურდება მცენარეების და ცხოველების სახეობები, გადაშენებულია ასობით სხვადასხვა ჯიშის მწერი, ფრინველი და ცხოველი.

ჩვენ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ეკოლოგიური საკითხები დაწყებით კლასებში განი-

ხილებოდეს ბუნებისმეტყველების, მათემატიკის, სახვითი და გამოყენებითი ხელოვნების, მუსიკის, სიმღერის, ქართული ენის და ლიტერატურის გაკვეთილებზე თითოეული საგნისათვის დამახასიათებელი სხვადასხვა ასპექტით, რომლებზეც მოსწავლეების ასაკის შესაბამისად მისაწვდომ დონეზე გაშუქდება ეკოლოგიური პრობლემები და მასწავლებელი მოსწავლეებთან ერთად დასახავს დასმული პრობლემების გადაჭრის გზებს.

პლანეტის გადარჩენა შესაძლებელია თითოეული ადამიანის მოქალაქეობრივი პოზიციის გაცნობიერებით, რაც გამოიხატება დედამიწის - როგორც საერთო სახლის მიმართ საკუთარი პასუხისმგებლობის შესრულებაში. ეკოლოგიური აღზრდის მიზანია გარესამყაროს მიმართ მოზარდის პასუხისმგებლური დამოკიდებულების ფორმირება, რომელიც დაფუძნებულია ეკოლოგიური შეგნებაზე. ეს მო-ითხოვს ბუნებათსარგებლობის მორალური და სამართლებრივი პრინციპების დაცვას, ადგილობრივი ბუნების შესწავლას, მის მოვლას და დაცვას. ეკოლოგიური აღზრდის მიზანი მიიღწევა, როცა ერთიანობაში გადაწყდება ამოცანები:

- საგანმანათლებლო-ეკოლოგიური პრობლემების შესახებ ცოდნის სისტემის ფორმირება, პრობლემების გამოყოფა და მათი გადაწყვეტის გზების დასახვა;
- აღზრდელობითი-ჯანსაღი ცხოვრების წესის მიმართ ეკოლოგიურად მიზან-მიმართული მოქმედებების მოტივების ფორმირება და ქცევის მოთხოვნილება;
- განმავითარებელი-ინტელექტუალური და პრაქტიკული ცოდნის განვრცობა, საცხოვრებელი ადგილმდებარეობით ფლორა/ფაუნის შესწავლა, შეფასება, გა-რემოს დაცვითი ღონისძიებების დასახვა და პრაქტიკული შესრულება.

ეკოლოგიური შინაარსის მქონე სასწავლო მასალის გაცნობა ბუნებისმეტყველების, სახვითი და გამოყენებითი ხელოვნების, მათემატიკის, ქართული ენის და სხვა გაკვეთილებზე ხდება. გაკვეთილებზე მოსწავლეთათვის მისაწვდომად განიხილება კავშირები ცოცხალ და არაცოცხალი ბუნებას შორის, ცოცხალი ბუნების სხვადასხვა კომპონენტებს (მცენარეები, ცხოველები და სხვ.), ბუნებასა და ადამიანს შორის. მის საფუძველზე მოსწავლეები ამყარებენ გარესამყაროს და ადამიანებს შორის ეკოლოგიურ კავშირებს, რომლებიც სათანადოდ დასმული კითხვების საშუალებით მათ ეხმარებათ ლოგიკური კავშირების დამყარებაში.

განსაკუთრებით ემოციური და მგრძობიარეა დაწყებითი კლასის მოსწავლეებისათვის იმ წანამდღვრების და დამოკიდებულებების გარკვევა, რომლებიც უკავშირდება თვითონ აღსაზრდელებს, მათ დამოკიდებულებას გარესამყაროს-თან, ადამიანების კავშირებს ბუნებასთან, მოსწავლეთა ჯანმრთელობას და სხვ. ეს დაინტერესება საფუძველს ქმნის მოსწავლეებმა მიიღონ ეფექტური ეკოლოგიური განათლება.

ეკოლოგიური განათლების ერთ-ერთი მიზანია გარესამყაროს მიმართ პასუხისმგებლობის გრძნობის ჩამოყალიბება, რასაც მოსწავლეებში აყალიბებს ეკოლოგიური ცოდნა, ბუნებაში ქცევის ეკოლოგიური წესები და ნორმები, ეკოლოგიური პასუხისმგებლობა. მოსწავლეები ეცნობიან, რომ გარესამყაროში ქცევის წესების და ნორმების დარღვევით, ისინი არღვევენ ეკოლოგიას.

ეკოლოგიური აღზრდის პირველი ძირითადი პირობაა მოსწავლეთა ეკოლოგიური აღზრდის დაკავშირება ადგილობრივი გარესამყაროს ეკოლოგიურ საკითხებთან, მეორე ძირითად პირობას წარმოადგენს დაწყებითი კლასის მოსწავლეების ჩართვა ადგილობრივი

ბუნებრივი რესურსების დაცვაში.

ეკოლოგიური განათლების საფუძვლიანი ცოდნის მიღების სერიოზულ რეზერვს წარმოადგენს ადგილობრივი ეკოლოგიური გარემო, მისი მდგომარეობა, დაცვის მექანიზმები და ეკოლოგიური გარემოს გაჯანსაღება რომლის გამოყენება სისტემატურად შეიძლება მოსწავლეთა ეკოლოგიური აღზრდის პროცესში, რადგან არ საჭიროებს არანაირ მატერიალურ დანახარჯებს, არც ექსკურსიის ჩატარებას, არც თვალსაჩინოებას, ან მის სანახავად წასვლას, რადგან მოსწავლეებს ყველაფერი ნანახი და განცდილი აქვთ.

მოსწავლეთა ეკოლოგიური აღზრდის პროცესში მასწავლებელმა უნდა გამოიყენოს სწავლების თანამედროვე მიმართულებები: საგანთაშორისი კავშირები; ახალი პედაგოგიური ტექნოლოგიები; კომპლექსური ექსკურსია; ეთიკური საუბრები; ეკოლოგიური ზღაპრები; დიდაქტიკური და როლური თამაშები და სხვ.

ეკოლოგიური აღზრდის პრობლემა თავისი არსით ფართო შესაძლებლობებს იძლევა მოსწავლეთა ეკოლოგიური ცოდნის გაღრმავებისათვის. ბუნებისმეტყველების, მათემატიკის, ქართული ენის, სახვითი და გამოყენებითი ხელოვნების გაკვეთილებზე მასწავლებელი უნდა ეცადოს მოსწავლეებს ისეთი დავალებები მიცეს, რომლებიც მათ მკვლევარის, მეცნიერის მდგომარეობაში ჩააყენებს და მოსწავლეებს საშუალება ექნებათ დაადგინონ ურთიერთკავშირები ბუნების მოვლენებს შორის, შეამჩნიონ რაოდენობრივი თანაფარდობები და მათი ცვლილებები, აღმოაჩინონ და გაშიფრონ ბუნების პატარ-პატარა საიდუმლოებები და გამოცანები და სხვ. მიზანშეწონილია მასწავლებელმა მათთან ჩაატაროს ეკოლოგიური გაკვეთილები. მაგალითად, თემაზე-„ბუნება ჩვენი მთავარი სიმდიდრეა“. ამ გაკვეთილზე მასწავლებელი მოახდენს მოსწავლეთა აზრების, ფიქრების შეგროვებას, მაგალითად, ბავშვებს როცა ეკითხებიან ტყის შესახებ, მდინარის შესახებ და სხვ.

ეკოლოგიური აღზრდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ასპექტია მოსწავლეთა მშობლების ეკოლოგიური განათლება. ეს პირველ რიგში გულისხმობს მოსწავლეთა ფიზიოლოგიური თავისებურებების ცოდნას, რასაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მოზარდის ფიზიკურ და გონებრივ განვითარებაში, კვების რაციონს, ფიზიკურ ვარჯიშს, ბუნებაში მოქცევის წესებს, ბუნების ფაქიზ მოპყრობას. მასწავლებელმა უნდა ჩაატაროს სხვადასხვა ეკოლოგიურ თემებზე მშობელთა კრებები და გააცნოს ეკოლოგიის აქტუალური საკითხები.

ჰიგიენის სპეციალისტთა აზრით ბავშვთა ჯანმრთელობის პრობლემები კვებასთან არის დაკავშირებული. კერძოდ, რას მოიხმარს ადამიანი საკვებად და როგორ მოიხმარს საკვებს (დოზირების თვალსაზრისით). ამიტომ მასწავლებელმა მოსწავლეებს და მოსწავლეთა მშობლებს უნდა გააცნოს ჯანსაღი საკვები და მათი კვების წესები, საკვების რაოდენობას, დოზები, სადაც გათვალისწინებული იქნება მოსწავლეთა ასაკი. მოსწავლეებს და მათ მშობლებს უნდა განვუმარტოთ, რომ არაჯანსაღი კვება, საკვების მიღების დროის ან კვების რაოდენობის შემცირება პირველ რიგში იწვევს წონაში მატებას, ხოლო ჭარბწონიანობა იწვევს სხვადასხვა სახის დაავადებებს, მათ შორის მძიმე დაავადებებსაც, რაც მათ ასაკში შეიძლება გამოუვლინდეთ. აგრეთვე, საკვების მიმართ მოუფრთხილებელი მოპყრობა, მოუწესრიგებელი კვება, არაბუნებრივად ცოტას ჭამა, აგრეთვე შეიძლება გახდეს მრავალი სხვადასხვა სერიოზული დაავადების მიზეზი. მასწავლებლის საუბრის მიზანი აგრეთვე შეიძლება გახდეს:

მოსწავლეებისა და მათი მშობლებისათვის კვების ჰიგიენის ელემენტარული წესების

გაცნობა; მოსწავლეებისა და მათი მშობლებისათვის საკვების როლის მნიშვნელობა ბავშვების ფიზიკურად ზრდაში და მათ გონებრივ განვითარებაში; მოსწავლეთა კვების რეჟიმის დასასარგებლო საკვები პროდუქტების გაცნობა; პურ–ფუნთუშეულის და შაქრის შემცველი პროდუქტების, შოკოლადის, ნამცხვრების საკვებად გამოყენებისას ზომიერების დაცვა; ცხელი და წვნიანი საკვების მიღების აუცილებლობა და უპირატესობები; ჩიპსების, კუბეტების და სხვა მშრალი საკვების სისტემატურად მიღების არამიზანშეწონილობა; რა ზიანს აყენებს ჯანმრთელობას სწრაფი კვების ობიექტებსა და საშაურმეებში ნაყიდი საკვების მიღება; ჰიგიენის მოთხოვნების და სასაბუნებისა და სასაბუნების მაგიდასთან მოქცევის წესები და სხვ.

მოსწავლეებთან სისტემატიურად უნდა ჩატარდეს ჯანმრთელობის გაკვეთილები. მასწავლებელმა განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიაქციოს მოსწავლეთა დღის წესრიგს წელიწადის სხვადასხვა დროს. უნდა ეცადოს პრაქტიკული მაგალითებით დაარწმუნოს მოსწავლეები, რომ მათ განსაკუთრებული ყურადღება მიაქციონ თავიანთ ჯანმრთელობას. მოსწავლეთა წინაშე დასვას კონკრეტული ამოცანა: „რა უნდა გააკეთო შენ იმისათვის, რომ ჯანმრთელი იყო? რა არ უნდა გააკეთო შენ, ჯანმრთელი რომ იყო?“. საინტერესოა კლასგარეშე ღონისძიებები, რომლებიც ეკოლოგიურ ჯანმრთელობას უკავშირდება. მაგალითად, „თამაში–მოგზაურობა სისუფთავისა და წესრიგის ქალაქში“, რომლის შედეგადაც ბავშვები მივლენ დასკვნამდე, რომ „ჭუჭყიანები ზარმაცი ადამიანები ხდებიან“. „ჭუჭყიანი და მოუწესრიგებელი ტანსაცმელი–ეს შენი ჯანმრთელობის მოუფრთხილებლობაა“, „უსუფთაობა–შენ გარშემო მყოფი ადამიანების, პირველ რიგში კი–საკუთარი თავის უპატივცემულობა“.

სასურველია, მასწავლებელმა ბავშვებს ქართულის გაკვეთილზე წაუკითხოს ნოდარ დუმბაძის ლექსის „მანანა“–ს ნაწყვეტი. ამის შემდეგ მოსწავლეებმა უნდა გამოთქვან თავიანთი აზრი, თუ როგორი მოსწავლეა ლექსის გმირი მანანა და ის იცავს თუ არა ჰიგიენის წესებს? როგორ იქცევით თქვენ? სწორია თუ არა თქვენი საქციელი? როგორ უნდა მოიქცეთ სწორად? როგორ მოიქცევით შემდეგში? რამდენჯერ უნდა გამოიხეხოთ დღის განმავლობაში კბილები? უნდა დაიბანოთ თუ არა საჭმლის ჭამის წინ ხელები საპნით? საჭმლის ჭამის შემდეგ? იცით თუ არა საპნით ხელის დაბანის წესები? და სხვ.

კარგი იქნება თუ მასწავლებელი მოსწავლეს დაავალებს კლასში საბავშვო პოეტის მანანა ტონიას ლექსის „სუფთა ღრუტუნია“–ს წაკითხვას. მოსწავლეები გამოთქვამენ თავიანთ აზრებს, თუ რატომ არ მეგობრობს არავინ ღრუტუნიასთან, რატომ გადაგ გვერდზე ყველა, ვისაც ის მიადგა, მოსწონთ თუ არა მათ ჭუჭყიანი ტანსაცმლით სიარული, როგორ უნდა ეცვათ მათ სკოლაში, სახლში, წვეულებაზე, სტადიონზე და სხვ.

მასწავლებელი უნდა ეცადოს მის მიერ ეკოლოგიური აღზრდის გაკვეთილები იყოს საინტერესო, რისთვისაც უნდა გამოიყენოს საგანთაშორისი კავშირები, პრაქტიკული გამოცდილება, მოსწავლეთა შემოქმედებითი ნაშრომები (მათი ლექსები, ნახატები, ნაქსოვები და სხვ.), ეკოლოგიური ექსკურსიები და სხვ.

მეთოდურად გამართლებული იქნება თუ მოსწავლეებთან გავმართავთ თათ–ბირს და შემდეგ მასწავლებელი ჩამოაყალიბებს „ნორჩ ბუნებისდამცველთა წრეს“, რომელშიც ნებაყოფილობით გაერთიანდებიან ბავშვები. თუ მათ მასწავლებელი წაუკითხავს საბავშვო პოეტის მზია გოგნიანაშვილის ლექსს „ჩვენი ქვეყნის ბუნება“ და მოსწავლეებს მივცემთ დავალებებს ლექსში მოყვანილი ერთ–ერთი ცხოველის, თევზის და ფრინველის (ჯიხვის, მურა

დათვის, ირემა ხოჭოს, კალმახის, ღორჯოს, არწივის, ირემის) შესახებ მოამზადონ და ჩაატარონ პრეზენტაცია მომდევნო მეცადინეობაზე. სახვითი და გამოყენებითი ხელოვნების გაკვეთილზე დახატონ პრეზენტაციისათვის შერჩეული თევზი, ფრინველი თუ ცხოველი, მათემატიკის გაკვეთილზე შეადგინოს მარტივი ეკოლოგიური ამოცანა და სხვ.

კარგი იქნება თუ დროთა განმავლობაში მასწავლებელი მოსწავლეებს აზიარებს ვაჟას პოეზიას, რომელიც ბუნების მესაიდუმლე იყო და ხეები, ფრინველები და ცხოველები აამეტყველა და მათი მძაფრი ემოციები იმდენად ხატოვნად გადამოსცა, რომ მათ წამკითხველს თვალზე ცრემლი ადგება. ყველა პატარას სურს იცოდეს ბუნების ენა. ძალიან კარგი მიგნება გააკეთა მანანა ტონიამ ლექსში „ბუნების ენა“:

მე ბუნების ენა მინდა,
რომ მესმოდეს მისი ნეტავ,
რომ გავიგო ტყის ნანინა,
და ჩურჩული ბალახხეთა.

დაწყებით კლასებში ეკოლოგიური საკითხების გადაჭრისადმი კომპლექსური მიდგომები სხვადასხვა სასწავლო საგნის ჩართულობით საშუალებას აძლევს მოსწავლეებს ეკოლოგიური პრობლემები დაინახონ სხვადასხვა კუთხით, ხოლო პრობლემების გადაჭრის გზების სხვადასხვა ფორმით ძიება მათში ამტკიცებს იმის შეგნებას, რომ არსებული ეკოლოგიური პრობლემები ძალზედ აქტუალურია და მათი გადაჭრა კი აუცილებელია.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. თამარ დოგრაშვილი. უმცროსკლასელთა (I-III კლასები) აქტიური სწავლება განმავითარებელი და საგანთაშორისი კავშირების შინაარსის მქონე მათემატიკური ამოცანებით. აწსუ გამომცემლობა. 2019 წელი. 664 გვერდი.
2. თამარ დოგრაშვილი. უმცროსკლასელთა (I-III კლასები) აქტიური სწავლება საგანთაშორისი კავშირების მქონე ეკოლოგიური და ბუნებისდაცვითი შინაარსის მქონე მათემატიკური ამოცანებით. აწსუ გამომცემლობა. 2019 წელი. 162 გვერდი.
3. Tamar Dograshvili, Bakur Bakuradze, Giorgi Bregadze. **Active Teaching through Mathematical Problems in Primary School.** Journal of Education and Human Development, 13(1), pp.10-21. DOI: 10.15640/jehd.v13n1a2. URL <http://dx.doi.org/10.15640/jehd.v13n1a2>. Volume 13, Issue 1 June 2024. Brooklyn, United States.
4. [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/10\(39\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/10(39).pdf)

Environmental content material as active learning component in primary grades Summary

In the paper, it is justified that the material of ecological background is used as a component of active learning. We believe that ecological issues should be discussed in all educational subjects of the primary level, with aspects specific to the subject, on which ecological problems will be covered at the accessible level according to the age of the students, and the teacher will outline the ways to solve the problems with the students. Complex approaches to solving ecological issues in elementary grades by including different educational subjects allow students to see ecological problems from different angles, and the search for ways to solve problems in different forms proves in them the awareness that existing ecological problems are very relevant and it is necessary to solve them.

ეკოლოგიური განათლების ელემენტები მათემატიკის გაკვეთილებზე საშუალო სკოლაში

ზაკურ ზაკურაძე, გიორგი ბრეგაძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ნაშრომში დასაბუთებულია მოსწავლეთა ეკოლოგიური განათლების პრობლემების სწავლების აქტუალობა საშუალო სკოლაში. ნაჩვენებია საშუალო სკოლაში მათემატიკის გაკვეთილებზე ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის გზების ძიება. მოყვანილია კონკრეტული ამოცანები, რომელთა პირობები ისეა შედგენილი, რომ ემსახურება მოსწავლეთა ეკოლოგიური განათლების სრულყოფას და პრობლემების გადაჭრაზე ორიენტირებულს. ყურადღება გამახვილებულია მათემატიკის სასწავლო გეგმაში ეკოლოგიური შინაარსის მქონე მათემატიკური ამოცანების და თეორიული საკითხების ჩართვის სხვადასხვა გზების გამოყენებაზე.

საკვანძო სიტყვები: ეკოლოგიური განათლება, მათემატიკური მეთოდები, საგანთაშორისი კავშირები, ეკოლოგიური შინაარსის მათემატიკური ამოცანები.

საქართველოს განათლების სისტემაში მიმდინარე რეფორმის ერთ-ერთი მთავარი მდგენელია ეკოლოგიური პრობლემების სწავლება. XXI საუკუნე ის დროა, როცა ეკოლოგია აღარ არის მხოლოდ ბიოლოგიის ნაწილი, ის განსაზღვრავს თანამედროვე ადამიანის კულტურისა და განათლების დონეს.

სკოლაში ეკოლოგიური საკითხების სწავლა/სწავლების ძირითადი მიზნებია:

1. ჩვენი პლანეტის ეკოლოგიის შენარჩუნება;
2. მოსწავლეებისთვის ჩვენი პლანეტის ეკოლოგიური მდგომარეობის შესახებ არსებული ცოდნის გაცნობა და მათში ეკოლოგიური უნარების ჩამოყალიბება;
3. ეკოლოგიური წიგნიერების გამოვლენა სხვადასხვა სასწავლო დისციპლინებში, ეკოლოგიური და ბუნებისდაცვითი აზროვნების დემონსტრირება სხვადასხვა ფორმით;
4. ადამიანის საქმიანობის შედეგების განჭვრეტა ბუნებასთან მიმართებაში, ბუნებრივი რისკ-ფაქტორების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე;
5. ადამიანის ჯანმრთელობაზე უარყოფითი ზემოქმედების თავიდან აცილების და დაძლევის გზების გაცნობა;
6. ბუნებრივი რესურსების გონივრულ გამოყენებაში პირადი წვლილის ადექვატური შეფასება;
7. სასწავლო პროცესში ეკოლოგიური იდეების მნიშვნელობის გაცნობიერება;
8. ჯანმრთელი გარემოს უზრუნველყოფისთვის მიღებული საკანონმდებლო ბაზის გაცნობიერება და არსებულ ეკოლოგიურ პირობებთან მათი შესაბამისობა;
9. ეკოლოგიის გაუმჯობესების საკითხებზე გამოცდილების გაზიარება.

ჩვენი დროის აქტუალურ პრობლემებს შორის მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ეკოლოგიურ და გარემოსდაცვით პრობლემებს. ამ საკითხების გადაწყვეტაში მათემატიკას შეუძლია დაიკავოს განსაზღვრული და ძალიან მნიშვნელოვანი ადგილი. მათემატიკის სწავლებისას საგანთაშორისი კავშირების გამოყენება სა-შუალებას იძლევა მოსწავლე არა მხოლოდ დაეუფლოს ცოდნის სისტემას კონკრეტულ საგანში, არამედ მიღებული ცოდნის სა-

ფუძვლებზე ჩამოყალიბდეს მოქმედების უნივერსალური მეთოდები, რომელთა დახმარებით დამოუკიდებლად შეძლებს მიიღოს ინფორმაცია ეკოლოგიურ საკითხებზე.

ეკოლოგია, როგორც მეცნიერება ცნობს მეცნიერული აღმოჩენის ორ ძირითად წყაროს: პრაქტიკას და ბუნებრივი ფაქტების სისტემატიზაციას, მათ ანალიზს და ურთიერთობების აღმოჩენას. მათემატიკა საშუალებას იძლევა არა მხოლოდ შეაფასოს ბუნებრივი ობიექტების მდგომარეობა, ადამიანის საქმიანობის დადებითი და უარყოფითი შედეგები, არამედ ალბათური მეთოდების გამოყენებით მოახდინოს მათ რაოდენობრივი შეფასებაც. მათემატიკის სწავლებაში ეკოლოგიური განათლების საკითხების ჩართვა ნიშნავს ახალი მსოფლმხედველობის ჩამოყალიბებას და საქმიანობისადმი ახალი მიდგომის ჩამოყალიბებას. მათემატიკა და ეკოლოგია საკმაოდ მჭიდროდ არის გადაჯაჭვული. მათემატიკის სწავლებაში ეკოლოგიური განათლების საკითხების ჩართვა შესაძლებელს ხდის ადამიანის ცოდნის განვითარების პროცესის შესწავლას სივრცესა და დროში.

მათემატიკის სწავლებაში მიზანშეწონილია ისეთი ეკოლოგიური საკითხების ჩართვა, იქნება ეს ამოცანები, თუ ფუნქციური დამოკიდებულებები, რომლებსაც შეუძლიათ მოსწავლეებში ჩამოაყალიბონ ეკოლოგიური ცნებები, დანერგონ ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების უნარები, გამოავლინონ მათემატიკის როლი ბუნების ყველაზე ზოგადი და ფუნდამენტური კანონების ცოდნაში და შექმნან მეცნიერული მსოფლმხედველობის საფუძვლები. მათემატიკის დახმარებით შესაძლებელია ფაქტების მსგავსების და განმასხვავებელი ნიშნების მიხედვით დალაგება, მათი სისტემატიზირება და აბსტრაქტული თეორიის აგება. მათემატიკა არის ადამიანის ცოდნის ნებისმიერი დარგის განუყოფელი ნაწილი და ამ სფეროებში პრაქტიკული განხორციელების აუცილებელი საშუალება.

მათემატიკის სასწავლო გეგმაში ეკოლოგიური და გარემოსდაცვითი საკითხების ჩართვა მოითხოვს მასწავლებლისგან გარკვეული მეთოდების და მიდგომების ახლებურ გააზრებას, რაც დაფუძნებული იქნება ახალ ცოდნაზე. ჩვენ განვიხილავთ მათემატიკის გაკვეთილებზე ისეთი ეკოლოგიური საკითხების ჩართვას, რომლებიც უკავშირდება:

1. ეკოლოგიური შინაარსის მათემატიკურ ამოცანებს. (ეკო-დავალებები);
2. მოსწავლეების შედგენილ ამოცანები, რომლებიც დაფუძნებულია ეკოლოგიურ საცნობარო ინფორმაციაზე ან/და გარემოს შესახებ მასალებზე.
3. ეკოსისტემების რაოდენობრივ შეფასებას და მათი მდგომარეობის დინამიკას;
4. ეკო-მათემატიკურ როლურ თამაშებს;
5. ვირტუალურ ექსკურსიებს, მაგალითად, თემა: „ეკოლოგია და მათემატიკა“;
6. მათემატიკის გაკვეთილზე ეკოლოგიური პრობლემური სიტუაციის შექმნას;
7. კლასგარეშე აქტივობებს ეკოლოგიის ელემენტებით.

დავახასიათოთ თითოეული ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდი და მოვიყვანოთ მათი განხორციელების მაგალითები.

1. ეკოლოგიური შინაარსის მათემატიკური ამოცანები (ეკო-დავალებები)

ეკოლოგიური ხასიათის ტექსტური ამოცანების ახდენენ მათემატიკური და ანალიტიკური ცოდნის გადატანას ეკოლოგიურ გარემოში და უვითარდებათ ყურადღება და მეხსიერება. ეკო-პრობლემების მათემატიკის გაკვეთლებზე ჩართვის ყველაზე ხელსაყრელი თე-

მეზბა: პროპორციები, დადებითი და უარყოფითი რიცხვები, დიაგრამები, პროცენტები.

ამოცანა 1. ატმოსფეროს და წყალსატევების დაბინძურება, კლიმატური პირობების ცვლილება, ბუნებრივი რესურსები ამოწურვა ერთ-ერთი მთავარი ეკოლოგიური პრობლემაა. მსოფლიოში ყოველწლიურად მოიხმარენ 1600 მილიონ მ³ ხის მერქანს. მოხმარებული მთლიანი ხის მერქნის დაახლოებით 20% გამოიყენება საწვავად. რამდენი კუბური მეტრი შემა იწვევა ყოველწლიურად?

ამოცანა 2. ტყის ყველაზე დიდი ხეები, რომლებსაც მამონტის ხეს უწოდებენ სიმალეში 100 მეტრზე მეტია, სიმაღლე ზოგჯერ 110 მეტრსაც აღწევს და მათი სიცოცხლის ხანგრძლივობა საშუალოდ 2500 წელია. ტყის პატარა არსებებს-ჭიანჭვლები, რომლებიც ტყეს ნაგვისგან ათავისუფლებენ, შეუძლიათ ატარონ თავიანთ წონაზე 10-ჯერ მეტი ტვირთი. რამდენ წელს ცოცხლობს ჭიანჭველა, თუ მისი სიცოცხლის ხანგრძლივობა მამონტის ხის სიცოცხლის ხანგრძლივობის 1%-ია?

ამოცანა 3. ჩვენს პლანეტაზე ყველაზე დიდი ძუძუმწოვარი ლურჯი ვეშაპია. მას არ აქვს კბილები და იკვებება წყლის პატარა ცხოველებით - კიბოსნაირებით. როდესაც ვეშაპი პირით შეიწოვს წყალს, ის ფილტრავს მას პირის ღრუს ფირფიტებით და ყლაპავს პირში დარჩენილ კიბოსნაირებს. ლურჯი ვეშაპი დღეში საშუალოდ 24 ტონა საკვებს ჭამს. რამდენ ტონა საკვებს შეჭამს 10 ვეშაპი კვირაში?

2. მოსწავლეების შედგენილ ამოცანები, რომლებიც დაფუძნებულია ეკოლო-გიურ საცნობარო ინფორმაციაზე ან/და გარემოს შესახებ მასალებზე.

მოსწავლეთა ლოგიკური აზროვნების განვითარებაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ამოცანების დამოუკიდებლად შედგენის უნარები. ამოცანების შესადგენად მოსწავლემ უნდა მოიძიოს არსებული სამყაროში არსებული მონაცემების შესახებ ცოდნა და გადაიტანოს ის მათემატიკურ სფეროში.

ამოცანა 4. სკოლის მოსწავლეებმა ერთ წელში შეაგროვეს 20 ტ მაკულატურა. რამდენი ხე გადაარჩინეს მოსწავლეებმა მოჭრას, თუ 1 მოჭრილი ხე გადამუშავების შედეგად იძლევა 60 კგ ქაღალდს? რამდენი რვეულის დამზადება შეიძლება შეგროვილი მაკულატურიდან, თუ 1 ტ მაკულატურის გადამუშავების შედეგად შესაძლებელია 25000 რვეულის დამზადება?

3. ეკოსისტემების რაოდენობრივი შეფასება და მათი მდგომარეობის დინამიკა

სხვადასხვა გრაფიკების და დიაგრამების აგებისთვის საჭიროა მონაცემების მოძიება, მასალების ანალიზი, ეკოსისტემის მდგომარეობის დინამიკაზე თვალყურის მიდევნება, მათი ცვლილებების დადგენა და სამუშაოს კომპეტენტურად, თანმიმდევრულად შესრულება. ამ სახის დავალებების შესრულებისას მოსწავლე არა მხოლოდ აყალიბებს იდეებს ეკოლოგიის დაცვაზე, არამედ უყალიბდება ანალიზის უნარი. მოსწავლეებს შეუძლია გადაანაწილოს პასუხისმგებლობები, რაც ხელს უწყობს შესრულებული სამუშაოს ხარისხის კონტროლს.

ამოცანა 5. საქართველოში 26000-ზე მეტი მდინარე, 1000-მდე მტკნარი ტბა და ხელოვნური წყალსატეხია. თითქმის ყველა მათგანი ბინძურდება მოსახლეობიდან და საწარმოებიდან გამომავალი ჩამდინარე წყლებით. 60-ზე მეტი ჰიდროქიმიური ინდიკატორის სა-

ფუძველზე შედგენილია წყლის დაბინძურების ხუთი დონე: I დონე-პირობითად სუფთა; II დონე-ოდნავ დაბინძურებული; III დონე-დაბინძურებული; IV დონე-დაბინძურებული; V დონე-უკიდურესად დაბინძურებული. მდინარე ენგურის შეფასებისას აღმოჩნდა, რომ მისი წყლების 51% სუფ-თაა, 31% ოდნავ დაბინძურებული, 15% დაბინძურებული, დანარჩენი კი სხვადასხვა ხარისხით დაბინძურებული. მდინარე მტკვრის წყლის 4% სუფთა, 16% ოდნავ დაბინძურებული, 75% დაბინძურებული, დანარჩენი კი დაბინძურებულია სხვადასხვა ხარისხით. წარმოადგინეთ გრაფიკულად მონაცემები ამ ორი მდინარის დაბინძურების ხარისხის შესახებ, შეადარეთ რომელი მათგანი დაბინძურდა უფრო მეტად ჩამდინარე წყლებისგან?

4. ეკო-მათემატიკური როლური თამაშები

პედაგოგიურ საქმიანობაში როლური თამაშები ითვალისწინებს მოსწავლეებისგან მათემატიკური ამოცანების გუნდურ გადაწყვეტას. გუნდის მოთამაშეებს შორის როლების და ფუნქციების განაწილებისას. საბოლოო შედეგზე პასუხისმგებლობა თითოეულ მათგანს ეკისრება, რაც ხელს უწყობს თანამშრომლობითი უნარების განვითარებას. ეკო-მათემატიკურ როლურ თამაშებში მონაწილეობა ბავშვებს ასწავლის სხვადასხვა სტრატეგიების შემუშავებას ეკოლოგიური ამოცანების ამოხსნისას, ახდენს მოსწავლეების ეკოლოგიურ პრობლემებთან დაკავშირებულ სიტუაციებში ნავიგაციის უნარების ჩამოყალიბებას და ეკოლო-გიური სიტუაციების შემდგომ პროგნოზირებას.

ამოცანა 6. ეკო-მათემატიკური როლური თამაში: ეკოლოგიური პრობლემა-ტყეების გაჩეხვა.

გაჩერება 1. შემოქმედებითი.

დავალება: როგორ გესმით გამოთქმა: რაც მეტი შეშაა, მით შორსაა ტყე?

გაჩერება 2. ტყის გაჩეხვის მიზეზები.

დავალება: ერთი ზრდასრული ხისგან იღებენ 60 კგ-მდე ქაღალდს. ერთი სახელმძღვანელოს დამზადებას მინიმუმ 500 გრ ქაღალდი სჭირდება. რამდენი ხის მოჭრაა საჭირო იმისათვის, რომ თქვენი კლასის ყველა მოსწავლეს ქონდეს სახელმძღვანელო, თუ თითოეული მოსწავლისთვის სასწავლო წლისთვის მანძილზე 10 სახელმძღვანელოა საჭირო?

რჩევა: შემოგვთავაზეთ ცოცხალი ტყეების ჭრის შემცირების გზები. როგორ შეგიძლიათ ხელახლა გამოიყენოთ ქაღალდი?

გაჩერება 3. ტყის ხანძრები.

პრობლემა: შუშის ბოთლმა ტყეში ხანძარი გამოიწვია. რამდენი ხე დაიწვება ხანძრისგან 2 საათში, თუ 10 წუთში 9 ხე იწვება?

კითხვა: რატომ იწვევს ტყეში მინის დატოვება ხანძარს?

გაჩერება 4. ტყის დაბინძურება.

ამოცანა: დასახლებაში დაახლოებით 100 000 ადამიანი ცხოვრობს. წარმოვიდგინოთ, რომ ყოველი მეოცე მათგანი დასახლების მახლობლად ტყეს რომ ესტუმრა, იქ ჩიფსების პაკეტს და პლასტმასის ბოთლს აგდებს. რამდენი პაკეტი და ბოთლი დარჩება ტყეში თითოეული ხის ქვეშ, თუ ტყეში არის 1200 ნაძვი, 800 წაბლი, 300 მუხა, 250 რცხილა და 400 წიფელია?

რჩევა: შემოგვთავაზეთ ტყის დაბინძურების პრობლემის გადაწყვეტა?

გუნდი, რომელიც ყველაზე სწრაფად გაივლის ყველა გაჩერებას, იმარჯვებს.

5. ვირტუალურ ექსკურსიებს, თემაზე: „ეკოლოგია და მათემატიკა“

ამ შემთხვევაში შესაძლებელია მასწავლებელმა კლასს გააცნოს ზოგიერთი მათემატიკური მეთოდის გამოყენება ეკოლოგიაში.

ვირტუალური ექსკურსიის ჩატარების თემების მაგალითები: ათწილადი რიცხვები ცოცხალ ბუნებაში, ფუნქციები ჩვენს გარშემო სამყაროში, გეომეტრიული ფიგურები ბუნებაში, მათემატიკის კანონები ცოცხალ და არაცოცხალ, ბუნებრივი მოვლენების მათემატიკური ხედვა და სხვ.

6. მათემატიკის გაკვეთილზე ეკოლოგიური პრობლემური სიტუაციის შექმნა

ეს მეთოდი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს დამოუკიდებელი გადაწყვეტილებების მიღების უნარის განვითარებაში. ოპტიმალური გადაწყვეტის არჩევანი ან შემუშავება არის მოსწავლის მიერ საკუთარი ცხოვრებისეული პოზიციის ჩამოყალიბების წინაპირობა, რომელიც ამ დასკვნებს აკეთებს პირადი გამოცდილებისა და არსებული იდეების საფუძველზე დადგენილი მორალური და ეთიკური სტანდარტებისა და ღირებულებების შესახებ. ის სწავლობს არა მხოლოდ თავისი პოზიციის არგუმენტირებას, არამედ ამ საკითხთან დაკავშირებით პარტნიორის პოზიციის გათვალისწინებას.

მაგალითი. ჩამოწერილი წინადადებებიდან შემოხაზეთ ის, რომელსაც ეთანხმებით და მათი საშუალებით შეადგინეთ გაკვეთილის თემა.

ჩვენი პლანეტის დეკორაცია არის სუფთა ტყეები.

ცხოველებზე ძალადობა კანონით უნდა ისჯებოდეს!

წითელი წიგნში ჩამოთვლილია გადაშენების პირას მყოფი მცენარეებისა და ცხოველების სახეობები.

სჯობს ზედმეტი ქაღალდი გადაყაროთ, ვიდრე გადაამუშავოთ.

ეკოლოგიის მიზანია ჩვენი პლანეტის მდგომარეობის გაუმჯობესება.

იისფერი წიგნში ჩამოთვლილია გადაშენების პირას მყოფი მცენარეების და ცხოველების სახეობები.

მრავალჯერადი გამოყენებადი ნივთები ამცირებს ნარჩენების რაოდენობას.

არ დაყაროთ ტკბილეულის შესაფუთი ნარჩენები ნაგვის კონტეინერებთან.

7. კლასგარეშე აქტივობები ეკოლოგიის ელემენტებით

ეს ფორმატი ხელს უწყობს მოსწავლეების ინტერესის განვითარებას ეკოლოგიური პრობლემებისადმი, აძლიერებს ეკოლოგიური განათლების მნიშვნელობას და აყალიბებს მისთვის მნიშვნელოვან ეკოკულტურულ ღირებულებებს. სასარგებლოა გაკვეთილზე გამოყენებული ახალი ეკოლოგიური ტერმინების ახსნა.

განსახილველი თემები შეიძლება იყოს: პლანეტის გადაჭარბებული პოპულაცია, გლობალური დათბობა, ნარჩენების გადამუშავება, წყლის დაბინძურება, ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შემცირება, პანდემიები, ტყეების განადგურება, ტოქსიკური ნივთიერებები, მოსახლეობის ეკო-ლოგიური განათლება.

ამრიგად, სასწავლო პროცესში ინდივიდის ეკოლოგიური კულტურის აღზრდის მთა-

ვარი მიზანია მოსწავლეს განუვითაროს უნარი და სურვილი დამოუკიდებლად განახორციელოს შეძენილი ეკოლოგიური უნარები ყოველდღიურ ცხოვრებაში. სასკოლო მათემატიკის სასწავლო გეგმაში ეკოლოგიური კომპონენტის დანერგვის ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდები შესაძლებელს ხდის ამ მათემატიკის და ეკოლოგიის ინტეგრირებას, რაც, თავის მხრივ, შესაძლებელს ხდის სკოლის მოსწავლეებში ამაღლდეს ეკოლოგიური კულტურა.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. თამარ დოგრაშვილი. უმცროსკლასელთა (I-III კლასები) აქტიური სწავლება განმავითარებელი და საგანთაშორისი კავშირების შინაარსის მქონე მათემატიკური ამოცანებით. აწსუ გამომცემლობა. 2019 წელი. 664 გვერდი.
2. თამარ დოგრაშვილი. უმცროსკლასელთა (I-III კლასები) აქტიური სწავლება საგანთაშორისი კავშირების მქონე ეკოლოგიური და ბუნებისდაცვითი შინაარსის მქონე მათემატიკური ამოცანებით. აწსუ გამომცემლობა. 2019 წელი. 162 გვერდი.
3. Tamar Dograshvili, Bakur Bakuradze, Giorgi Bregadze. **Active Teaching through Mathematical Problems in Primary School**. Journal of Education and Human Development, 13(1), pp.10-21. DOI:10.15640/jehd.v13n1a2. URL <http://dx.doi.org/10.15640/jehd.v13n1a2>. Volume 13, Issue 1 June 2024. Brooklyn, United States.
4. Логофет Д.О. Что такое математическая экология?//Математические модели в экологии и генетике. –М.: Наука, 1981.–С.8-17.

Elements of ecologic education in mathematics classes in high school

Summary

The paper substantiates the relevance of teaching problems of environmental education of students in high school. The search for solutions to environmental problems in high school math classes is shown. Specific tasks are given, the conditions of which are drawn up in such a way that they serve to complete the ecological education of students and are focused on solving problems. Attention is focused on the use of different ways of including mathematical tasks and theoretical issues with ecological content in the mathematics curriculum.

ეკოლოგიის ისტორია, თანამედროვე გამოწვევები და გადაჭრის გზები

დარეჯან ჩხირობე*, მანანა ზანძელაძე**, ნუნუ ჩაჩხიანი-ანასაშვილი**

ქუთაისის უნივერსიტეტი

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ნაშრომში განხილულია ეკოლოგიის ისტორია, არსებული თანამედროვე გამოწვევები და მოცემულია ამ გამოწვევების გადაჭრის გზები. ავტორებმა კვლევები განახორციელეს ქ. ქუთაისის მაგალითზე და არსებული მდგომარეობის შესწავლის და შეფასების შედეგად გამოიტანეს შესაბამისი დასკვნები, რომლებიც ვრცლად მოცემულია ნაშრომში. თანამედროვე ცივილიზაციის ეპოქაში ბუნებასთან ადამიანის ერთობის საკითხი სულ უფრო მეტ ყურადღებას იპყრობს. ეს დაკავშირებულია კრიზისულ სიტუაციებთან, რომელიც წარმოიქმნება ბუნებასა და ტექნიკურ ცივილიზაციას შორის.

საკვანძო სიტყვები. ეკოლოგია, ბიოსფერო, ეკოლოგიური კრიზისი, დაბინძურება, ნარჩენები.

წინათ ჯგუფებად, გვარებად და ტომებად გაერთიანებულმა ადამიანებმა შრომის იარაღებისა და ცეცხლის გამოყენებით აქტიური ზემოქმედება მოახდინეს ბიოსფეროზე. სწორედ გონებამ, იარაღებმა მისცეს ადამიანს საშუალება განსახლებულიყო თითქმის მთელს დედამიწაზე, შეგუბოდა სხვადასხვა გარემო პირობებს და გაეფართოებინა ბიოლოგიური რესურსების გამოყენების შესაძლებლობანი თავის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად. მაშასადამე დაიწყო ბიოსფეროზე ზემოქმედება ბუნებაში ადრე არაარსებულმა ძალამ – ანტროპოგენურმა ფაქტორმა.

ცხადია, ბუნებაზე ადამიანის ზემოქმედების პროცესი თავდაპირველად ნელი ტემპით მიმდინარეობდა, თუმცა იგი განუხრელად იზრდებოდა. ბუნება ადამიანს ერთბაშად არ ასაჩუქრებდა თავისი სიკეთით და ნელა უხსნიდა თავის განძეულობას. ამით იყო გამოწვეული, რომ ბუნება რომელიც ყველა ინდივიდის ჩამოყალიბებისა და განვითარების აკვანი გახდა, ყოველ დროში იყო პატივისცემისა და ხოტბის შესხმის, აღტაცებისა და მადლიერების საგანი. უძველეს დროში ხალხს ბუნება გადმერთებული ჰყავდა, მისი ცალკეული ობიექტები მასულდგმულელებული სახით ღვთაებათა თანასწორად იყო მიჩნეული და ითვლებოდა ზებუნებრივ ძალად, კეთილ ან ავ სულთა სამკვიდრო ადგილად. ბერძნებს სწამდათ, რომ ოლიმპოს მთაზე ზევსი და სხვა ღმერთები ცხოვრობდნენ, აგრეთვე ტყეებში, წყალში და მიწის ქვეშ ბინადრობდნენ და ადამიანზე მბრძანებლობენ არტემიდე, პოსეიდონი, აიდი, გეა, დიონისე და სხვა.

დედამიწის სხვადასხვა ადგილებში უხსოვარი დროიდან ხდებოდა ნიადაგის გამოფიტვა, ტყეების გაჩეხვა, თევზისჭერა და სამონადირეო ფაუნის გაჟლეტა; მდინარეებში, ტბებსა და ზღვებში ჩაედინებოდა საყოფაცხოვრებო უწმინდობანი და წარმოების ნარჩენები, მაგრამ მოსახლეობის მცირე სიმჭიდროვის, მის მოთხოვნილებათა შემოფარგლულობის და შრომის იარაღების პრიმიტიულობის გამო ადამიანის ჩარევით გამოწვეული დარღვევები და ცვლილებები ბუნებაში შედარებით მცირე იყო. ბუნება ივსებდა ბიოლოგიური რესურსების დანაკარგებს, იშუშებდა ადამიანის ხელით მიყენებულ ჭრილობებს, ადადგენდა ამა თუ იმ რაიონში დროებით დაკარგულ წონასწორობას.

ისტორიიდან ცნობილია ფაქტები, რომ ადამიანი მათთვის საჭირო ბუნებრივი რესურსების ამოწურვის ან გარემომცველი გარემოს შემდგომი ექსპლუატაციისათვის გამოუსადეგარ მდგომარეობამდე მიყვანის შემდეგ გადასახლდებოდნენ ახალ ადგილებში და სარგებლობდნენ ხელუხლებელი ბუნების ნობათით. ამგვარი მდგომარეობა იყო კაცობრიობის განვითარების ადრეულ და გვიანდელ საფეხურებზე. ამ მხრივ განსხვავებული მდგომარეობა იყო საქართველოში. მისი სპეციფიურობა ისაა, რომ იგი მრავალწლიან ნარგავთა ქვეყანაა; მოსახლეობა აქ მიწაზე უფრო იყო მიმაგრებული, რადგან ნერგი ჩაყრიდან საშუალოდ 3-4 წლის შემდეგ იძლეობა ნაყოფს, რომ მიტოვება პატრონს მხოლოდ მძიმე ძალდატანებით შეეძლო, რადგანაც მას უნდა დაეტოვებინა არ ამარტო მიწა, არამედ მისი მთელი შრომა–ნაღვაწი, ვენახად, ბაღნარად და ხილნარად ქცეული, რომელსაც იგი მამულს უწოდებდა. ამიტომაც მოსახლეობის გადაადგილებას ნაკლებად ჰქონდა ადგილი.

ცივილიზაციის განვითარებასთან ერთად საზოგადოებასა და ბუნების ურთიერთობა გართულდა და გარემო დადგა დიდი გამოწვევების წინაშე. დედამიწის სხვადასხვა რეგიონში ბუნებაზე ადამიანის ზემოქმედება გაიზარდა და უფრო აგრესიული, შემტევი გახდა, მაგრამ ადამიანები შორს იყვნენ ბუნებრივი რესურსების ექსპლუატაციის მეცნიერული მიდგომისაგან. იგი განისაზღვრებოდა ემპირიული დაკვირვებებით და პრაქტიკული მოსაზრებებით. ადამიანთა გონებაზე გაბატონებული იყო აზრი ბუნებრივი რესურსების ამოწურვადობის შესახებ, რომ ბუნება ყველაფერს მოითმენს. ბუნებისადმი ამგვარი მიდგომა, ადამიანისა და ბუნების ურთიერთობის გაუგებრობა და აულიარებლობა აისახებოდა იმით, რომ მეცნიერებს ჯერ კიდევ არ გააჩნდათ საკმარისი მონაცემები დედამიწის ყველა კომპონენტის მისი წარმოშობის, სიცოცხლის ევოლუციის შესახებ.

მე-19 საუკუნეში მრეწველობის სწრაფ განვითარებასთან ერთად დაიწყო საზოგადოებისა და ბუნებას შორის ურთიერთობის ახალი პერიოდი, გაძლიერდა ბუნებრივ სიმდიდრეთა ექსპლუატაცია, ბევრად გაიზარდა სასარგებლო წიაღისეულთა – ქვანახშირის, ნავთობის, რკინის და სხვა მადნეულთა მოპოვება, მერქნის მოხმარება, განვითარებას იწყებს ქიმიური მრეწველობა, სასოფლო–სამეურნეო პროდუქციის გადამამუშავებელი წარმოება, დაჩქარებული ტემპით გაჰყავთ რკინიგზა.

წარმოებაში შრომის ახალი, უფრო რთული მანქანა–იარაღების დანერგვას, ქალაქებისა და სამრეწველო ცენტრების ზრდას, საწვავის სულ უფრო მზარდ გამოყენებას გარდაუვალად თან ახლდა გამოუყენებელ ნარჩენების, წიდის და ნაგვის გადიდება, რასაც უშვებდნენ მდინარეებში. წყლის, ნიადაგისა და ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება – დანაგვიანება ხშირად დამლუპველ ზემოქმედებას ახდენდა გარეულ და შინაურ ცხოველებზე, ასევე ადამიანის ჯანმრთელობაზე, გაჩნდა ე.წ. პროფესიული დაავადებანი – ტუბერკულოზი, ალერგიული დაავადებები და სხვა.

ბუნებისადმი ამგვარი დამოკიდებულება იწვევს ადამიანის გაუცხოებას საზოგადოებაში, ე.ი. როცა ადამიანის ცხოვრების წესი არ შეესაბამება საერთოდ ადამიანის ყოფიერების წესს. ეკოლოგიური კრიზისის ძირითად წყაროს წარმოადგენს არარაციონალური ბუნებითსარგებლობა, რომელიც განპირობებულია: ა) წარმოების ისეთი საშუალებების შექმნით და გამოყენებით, რომლებიც საშიშია ბუნებრი-

ვი გარემოსათვის, ეკოსისტემებისათვის და ბ) მოქმედებათა განხორციელებით, რომელიც არღვევს ეკობალანსს.

თუ არარაციონალური ბუნებათსარგებლობა შეიძლება აღმოფხვრილ იქნას სამართალგამოყენებითი ღონისძიებებით, ბუნებათსარგებლობის უწყებრივი სისტემის პირობებში კანონიერების დაცვის შესრულების დროსაც არ არის გამორიცხული ბუნების ობიექტებზე ზიანის მიყენება. მაგალითად, მიწათმოქმედების ინტენსიფიკაცია უარყოფითად მოქმედებს მეზობელ ტყის მასივებზე და ცხოველთა სამყაროზე. ე.ი. აუცილებელია ბუნებათსარგებლობის სამართლებრივი რეგულირების რადიკალურად გარდაქმნა.

კვლევებით და დაკვირვებებით შეგვიძლია აღვნიშნოთ, ის თანამედროვე გამოწვევები როგორცაა, ბაგრატიისა და გეგუთის სამეფო დარბაზის ნანგრევების დაზიანებები, სადაც მოწამლულმა ჰაერმა, რომელიც ქვასაც ჭამს დალი დაასვა ასევე გელათს, ლაქები გაუჩინა ფსადის ჩუქურთმებს, ჩაშლილია გარე ფენა და შეუძლებელია ორნამენტის წაკითხვა. მოგებას გამოდევნებულმა ვაიპატრიოტებმა თავისებური კვალი დატოვეს მოწამეთაზე და მის დედაბუნებაზე. გახმაურებულმა მოწამეთის კარიერის ექსპლუატაციამ და შემდეგ კალციუმის კარბიდის ქარხნის მშენებლობის მცდელობამ სერიოზული მსჯელობის საგანი გახადა დავით გარეჯის მონასტრის ახლოს სამხედრო პოლიგონზე საწვრთნელი ვარჯიშების და აფეთქებების აღკვეთა, რადგან იგი მწვავე შედეგებს იწვევდა მონასტრის შიგნით. აღსანიშნავია რომ, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაზე ქუთაისში დაკვირვება ხდება ერთ წერტილში და მაჩვენებელი ჭავჭავაძისა და ასათიანის ქუჩების კვეთაზე საკმაოდ მაღალია. უნდა აღვნიშნოთ, რომ, მტვრის გარდა, ზოგჯერ CO₂ აღწევს ზღვრულ ნორმას და ცოტათი აჭარბებს კიდევ. ხშირ შემთხვევაში მაღალია ოზონის კონცენტრაციაც - იგი მცირედით, მაგრამ მაინც აღემატება დასაშვებ ნორმას. დანარჩენი ინგრედიენტები ზღვრულ ნორმაშია, თუმცა, სხვა ქალაქებთან შედარებით, კონცენტრაცია მაღალია“. კოლხეთის ჰიდრომეტეოროლოგიური ცენტრის წარმომადგენელი, გარემოსა და ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებლად ასახელებს მოუწესრიგებელ ინფრასტრუქტურას, შიდასაქალაქო ტრანსპორტსა და გაუმართავი ავტომანქანების გამონაბოლქვს: „ქუთაისში ჰაერის დაბინძურება გამოწვეულია მოუწესრიგებელი ინფრასტრუქტურით, გზებით და გაუმართავი ავტოტრანსპორტის მოძრაობით. სამწუხაროდ, ქალაქში ძალიან ცუდად არის საქალაქო ტრანსპორტის მოძრაობის რეგულირება. კერძოდ, ავტობუსები და მიკროავტობუსები მოძრაობენ წესების დარღვევით, ხდება ხშირი გაჩერებები, რაც იწვევს გამონაბოლქვის ზრდას, რადგან ავტომანქანა დამძვრისა და გაჩერების დროს მეტ გამონაბოლქვს აფრქვევს, ვიდრე თანაბარი მოძრაობისას „დაბინძურებულია მთელი ქალაქი, „ქალაქში გვხვდება ქუჩები, სადაც ნარჩენები პირდაპირ ყრია, მიუხედავად იმისა, რომ დგას ურნები და დასუფთავების სამსახური ცდილობს როგორმე პრობლემა მოაწესრიგოს. ის მაინც არსებობს. საქართველოს მწვანეთა მოძრაობა „დედამიწის მეგობრების“ იმერეთის ორგანიზაციის კოორდინატორის აზრით გარემოს დაცვის მხრივ ქუთაისში არსებულ პრობლემებს მოქალაქეთა ცნობიერების დაბალ დონესაც უკავშირებს და ამბობს, რომ მხოლოდ დასუფთავების აქციებით პრობლემა არ გვარდება: ლანდშაფტის არქიტექტორის, შეფასებით, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პრობლემას რეკრეაციული ზონების სიმცირე ამდაგ-

რებს:თაბუკაშვილის ქუჩას, ნიკეას ქუჩას, სულხან-საბას დასახლებას და ა.შ. არ არის მწვანე ნარგაობა, რომელიც წინათ აუცილებელი იყო, დიდი ზომის ხეები ჟანგბადია, ატმოსფეროს გამსუფთავებელია ქიმიური თუ ფიზიკური დანაგვიანებისგან და ამას ძალიან დიდი ყურადღება სჭირდება ქუთაისის მერიის გამწვანებისა და ეკოლოგიის განყოფილებაში „გამზადებულია რამდენიმე სკვერის პროექტი, რომლის რეაბილიტაცია უნდა განხორციელდეს. რომ არ იყოს დატვირთული ქალაქის ცენტრი, გარეუბნებშიც გადავანაწილეთ და კეთდება კეთილმოწყობის სამუშაოები და დაირგება მრავალწლიანი ხეები, გაშენდება ბუჩქნარი და დაიგება კორდი. ქალაქის ყველა უბანში გვაქვს რამდენიმე პროექტი, რომლებიც ეტაპობრივად უნდა განვახორციელოთ“, – განმარტავს მერიის გამწვანებისა და ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ამისათვის კი დროა საჭირო. ოთახის გამწვანება მცენარეებით, სახლის ორმხრივი განიავება, სველი წმენდა და მტვერსასრუტი, ჰაერის გამწმენდი საშუალებები და კონდიციონერი - აი, არასრული სია იმ ღონისძიებებისა, რომელიც უნდა ჩატარდეს ყველა შენობა-ნაგებობაში.

დასკვნა: სპეციალისტები თანხმდებიან, რომ ქალაქში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შესამცირებლად აუცილებელია გამონაბოლქვისა და მტვრის საწინააღმდეგო ზომების მიღება, ნარჩენების სწორად მართვა და მწვანე საფარის მასშტაბის გაზრდა. ეკოლოგიურად სუფთა სახლი, დავიცვათ საკუთარი თავი და შვილები ვირუსებისგან, ბაქტერიებისა და გამონაბოლქვისგან.

ლიტერატურა

1. მ. ბანძელაძე დ. ჩხიროძე (2012). ეთიკა და ეკოლოგიის ზნეობრივი საფუძვლები აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა. ქუთაისი. გვ 147-153
2. Хиггинс В. Эволюция основных теоретических проблем химии. Пер. с. англ. М.:1971. Influence of Vacuum on Humans and Animals.
3. https://tsu.ge/data/file_db/library/Ekologia-3.pdf
4. <https://www.radiotavisupleba.ge/a/haeris-dabindzurebis-mizezebi-kutaisshi/28762432.html>

History of ecology, contemporary challenges and ways to solve them

Summary

Specialists agree that in order to reduce air pollution in the city, it is necessary to take measures against emissions and dust. Proper management of waste and increasing the extent of green cover. Home, environmentally clean, protect yourself and children from viruses, bacteria and emissions, It is necessary for this. Greening of the room with plants Two-way ventilation of the house Wet cleaning and vacuum cleaners Air conditioners.

ბალნეოლოგიური კურორტი „საირმე“ მდგრადი ტურისტული განვითარებისათვის

ნანა ბერძენიშვილი

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია
იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ბალნეოლოგიური რესურსებითა და კურორტებით გამორჩეულია იმერეთის რეგიონი, რომელიც სპა ტურიზმის განვითარების უზადლო მაგალითს წარმოადგენს. რესპუბლიკური მნიშვნელობის კურორტი „საირმეს“ განსხვავებული და სრულიად უნიკალური ბუნებრივ-რეკრეაციული დანიშნულება აქვს. ტურისტული ინდუსტრიის გაფართოების ბევრად მეტი შესაძლებლობა აქვს, რადგან მრავალფეროვანია მთლიანად რეგიონის, როგორც ფიზიკურ-გეოგრაფიული განფენილობა, ასევე გააჩნია ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალი, კარგი ფიზიკურ-გეოგრაფიული მდებარეობა და იოლი სატრანსპორტო მიღწევადობა, ეკოტურიზმის, აგროტურიზმისა და გასტრონომიული ტურიზმის, როგორც ქართული კულინარიის ახალი სიცოცხლის განვითარება.

საკვანძო სიტყვები: ბალნეოლოგიური კურორტი, მდგრადი ტურიზმი, აგროტურიზმი, ეკოტურიზმი, ლანდშაფტი.

ტურიზმის მდგრად განვითარებას ხშირად მიიჩნევენ როგორც „ბალანსს“ ან რესურსების გონივრულად გამოყენების პროცესს. ბოლო წლების მიხედვით, მდგრადი განვითარების ტურიზმში ალტერნატიული ტურისტული პროდუქტი მდგრადი ტურიზმის კონტექსტში მოიაზრება; ტურიზმის მდგრადი განვითარების საუბრისას მეტად აქტუალური ხდება ტრანსდისციპლინური მიდგომა. ტრანსდისციპლინარიზმის კონცეფციის მთავარი არსი არის ის, რომ ერთმანეთს დაუკავშიროს თეორიულ ცოდნა და პრაქტიკული საქმიანობა; მნიშვნელოვანია მხარდაჭერა ისეთი ინიციატივების მიმართ, რომლებიც შესაძლებელს გახდის ცხოვრების პირობების გაუმჯობესებას, მოსახლეობის შემოსავლების ზრდას და მათ თანაბრად გადანაწილებას.

ტურიზმი მსოფლიოში აღიარებულია, როგორც სიღარიბის დაძლევის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი. რადგან საქართველოში სიღარიბის მაჩვენებელი სოფლად ჯერ კიდევ მაღალია, მნიშვნელოვანია დარგის განვითარების ხელშეწყობა სასოფლო რეგიონებში.

ბალნეოლოგიური რესურსებითა და კურორტებით გამორჩეულია იმერეთის რეგიონი, რომელიც სპა (ლათ. *Saratas per Aqua* - ჯანმრთელობა წყლის მეშვეობით) ტურიზმის განვითარების უზადლო მაგალითს წარმოადგენს. 2000-იანი წლების შუა პერიოდიდან გამოიკვეთა შიდა ტურიზმის ერთ-ერთი მიმართულება: სამკურნალო-ბალნეოლოგიური ტურიზმის ზრდადობა. სტატისტიკურმა შედეგებმა აჩვენა მოსახლეობის მაღალი მოთხოვნა სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი კურორტების მიმართ, განსაკუთრებით, ხანდაზმულთა ასაკის მოსახლეობაში. ასევე, ტურისტული ნაკადების ზრდადობა მეზობელი აზერბაიჯანიდან, რუსეთიდან, ყაზახეთიდან და უკრაინიდან. იმატა მომსახურების ხარისხს და რათქმუნდა, ტურისტთა კმაყოფილების დონეზე. ტურისტულ ბაზარზე მომსახურების ხარისხის განსაზღვრისას ვიყენებთ მეცნიერების გრონრუსის (*Gronroos, C.*), ასევე პარასურამანის, ზეითამლისა და ბერის (*Parasuraman, A. Zeithaml, V.A, Berry, L*) მოდე-

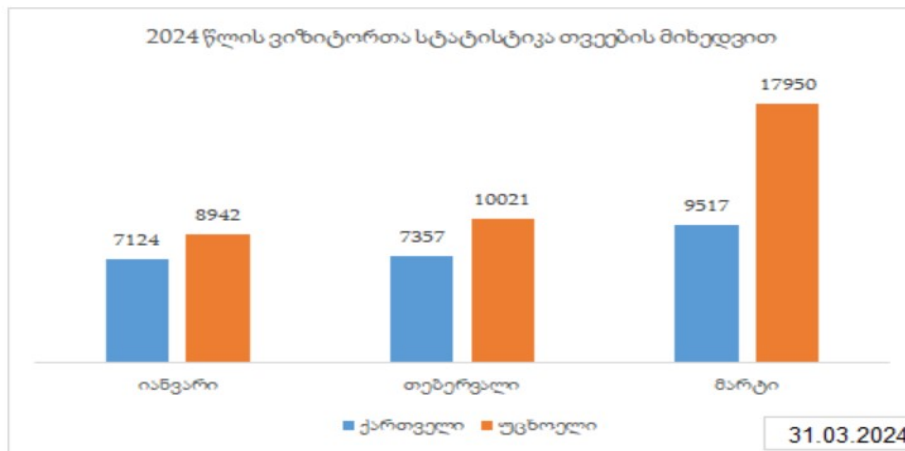
ლებს, რომლებიც მომსახურების ხარისხს განსაზღვრავენ მომხმარებლის კმაყოფილების დონის მიხედვით ანუ შეთავაზებული სერვისის თანხვედრით ვიზიტორთა მოლოდინებთან (Cooper, et.al., 2008).

კურორტი "საირმე" მდებარეობს სუბტროპიკული სარტყლის მთიან ზონაში, ქუთაისის სამხრეთით ზღვის დონიდან 950 მ-ზე, წაბლარისწყლის აუზი რელიეფის მიხედვით ეკუთვნის სამხრეთ იმერეთის (ფერსათის) მთისწინეთს და დაბალმთიანი ზოლის სამხრეთ გაგრძელებაზე აჭარა-იმერეთის (მესხეთის) ქედის ჩრდილო ფერდობს, ამ ქვეზონაში წარმოდგენილი საშუალომთიანი ეროზიული რელიეფი, 2000 მეტრს ზემოთ გადადის მაღალმთიანი ზონის გლაციალურ რელიეფში. ლანდშაფტურად ეს ბოლო სიმალღებრივი ნიშნული სუბალპურ და ალპურ ზონებს შეესაბამება. წაბლარისწყლის შუა და ზემო დინების ფარგლებში გაბატონებულია საშუალო სიმაღლის მთა-ხეობათა რელიეფი, სადაც ეროზიულ ხეობათა განივი პროფილები V-სებურია და მოკლებულია ტერასულ საფეხურებს. ხეობათა სიღრმითი ჩაჭრის მაჩვენებლები 400–500 მეტრიდან 1000–1100 მეტრამდე მერყეობს. კურორტ საირმის შედარებით გაგანიერებულ ნაწილში წაბლარისწყლის ხეობა 600 მეტრი სიღმისაა (ჩხეიძე, 2015). კურორტის ფარგლებში, ქვაბურისებური ჩადაბლება, წაბლარისწყლის კალაპოტით, ორ არათანაბარ ნაწილად იყოფა: მარჯვენა შედარებით მაღალი და განიერი ზოლი, რომლის დაბალ კალაპოტისპირა ზოლში ამოედინება მინერალური წყლები და მეორე მარცხენა, შედარებით დაბალი ნაწილი 4–6 მეტრიანი ტერასის სახით, სადაც გაშენებულია სასტუმრო „საირმის“ მთავარი კორპუსი და გადის საავტომობილო გზა (ჩხეიძე, 2015). "საირმე" ადმინისტრაციულად ბაღდათის რეგიონს ეკუთვნის. მწვანე საფარი შეადგენს 60 ჰექტარს და არის ერთადერთი კურორტი, სადაც 4 სხვადასხვა სამკურნალო თვისების და 1 თერმული წყარო ამოედინება და მრავალი დაავადების განკურნება შესაძლებელია: თირკმლის ქრონიკული დაავადებები, მარილოვანი დიათეზი, ნალველ-კენჭოვანი დაავადებები, ქრონიკული ქოლეცისტიტი, ქრონიკული ჰეპატიტი არაგამწვავებული ფორმით, ნივთიერებათა ცვლის მოშლა, შაქრიანი დიაბეტი, მარილოვანი დიათეზი, ართრიტი, ოსტეოქონდროზი, კუჭ-ნაწლავის დაავადებები, წყლულოვანი დაავადებები, მომატებული ან დაქვეითებული მჟავიანობა, კოლიტი.

წაბლარისწყლის მთელი ხეობა ტურისტულ-რეკრეაციულად ლამაზ და საინტერესო რეგიონს წარმოადგენს, რომელიც გამოირჩევა რელიეფის მრავალგვარი ფორმებით, ჭორომიან-ჩანჩქერიანი დინებებით, ესთეტიური პეიზაჟებითა და პანორამებით, მდიდარი მცენარეულობით. სოფელ უდაბნოსთან ბუნების იშვით ძეგლს წარმოადგენს 30 მ-იანი სიმაღლის მქონე კლდის სვეტი — „საირმის ეროზიული მოწმე“, რომელიც წითელ წიგნშია შეტანილი. ტურისტული მარშრუტი გრძელდება კურორტ საირმიდან სამხრეთით 22 კმ-ის მანძილზე „წითელ მინდვრებამდე“ სადაც სიმალღებრივი ნიშნული 2588 მ-მდე, მთა დიდმაღალამდე იზრდება. დასავლეთით, 10 კმ-ის დაშორებით აღმართულია მესხეთის ქედის უმაღლესი მწვერვალი მეფისწყარო (2850 მ). საირმე-წითელი მინდვრების მონაკვეთზე სამი ლამდშაფტური სარტყელი ენაცვლება ერთმანეთს: მთის ტყის ზედა სარტყელი, სუბალპური და ალპური სარტყლები (ჩხეიძე, 2015). დაბალმთიან ზონაში (600–1000 მ-მდე) გავრცელებულია ნოტიო ჰავა ზომიერად ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი თბილი ზაფხუ-

ლით. 4–6 თვე ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 10°-ზე მაღალია, იანვრის საშუალო ტემპერატურა +1 –3°-ის ფარგლებშია, ხოლო ივლისის 19–21°. ნალექების წლიური რაოდენობა 1000–1200 მმ-ია, რომლის მაქსიმუმი ზაფხულში, ხოლო მინიმუმი ზამთარში აღინიშნება. თოვლის საბურველი 30–100 სმ-ს შეადგენს და ხანგრძლივობა ზედა ნაწილში ორ თვემდეა.

რესპუბლიკური მნიშვნელობის კურორტი „საირმეს“ განსხვავებული და სრულიად უნიკალური ბუნებრივ-რეკრეაციული დანიშნულება აქვს --- უროლოგიური პროფილი (შავიანიძე, ო., და სხვ., 1995). მთავარი მოთხოვნა, როგორც ადგილობრივ, ასევე საერთაშორისო ტურისტთა შორის ჯანმრთელობის საჭიროებაა და არა მხოლოდ რეკრეაცია. აღნიშვნას იმსახურებს ამ დროს განვითარებული აგროტურიზმიც და გასტრონომიული ტურიზმიც. ადგილობრივი მოსახლეობა უზრუნველყოფენ ადგილზე მოყვანილი ახალი პროდუქტით ტურისტებს, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია უცხოელთათვის, ქვეყნის უკეთ გასაცნობად. დადგენილია, რომ ის დამსვენებლები/ვიზიტორები, ვინც რამოდენიმე ხნით ყოვნდება ტურისტულ ადგილზე, უფრო მეტად იძენს ადგილობრივად ნაწარმ სურსათს, ვიდრე გაცვლითი მოგზაურები (Timms, & Neill, 2011). მთავარი ფაქტორი, რაც განაპირობებს საკურორტო ტურიზმის განვითარებას, იმერეთის რეგიონის ბუნებრივი გარემო და ლანდშაფტური მრავალფეროვნებაა, რასაც კლიმატისა თუ ჰიდრომინერალური რესურსების სამკურნალო თვისებებიც ემატება. ამ მხრივ, გამორჩეულია დაბალმთიანი (500-1000მ-მდე) ზონა, სადაც ზომიერი ტემპერატურები ზაფხულში, მთათაშორის ბარის ზონასთან შედარებით, მეტად კომფორტულ გარემოს ქმნის დასვენებისათვის (კობახიძე, 1971).



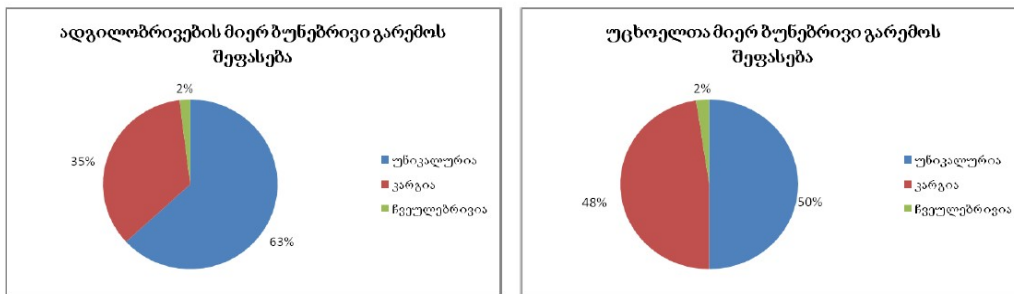
წყარო: საქსტატი

საქართველოში, 2024 წლის პირველ კვარტალში, საერთაშორისო ტურიზმიდან მიღებულმა შემოსავლებმა კვარტალურ რეკორდულ მაჩვენებელს მიაღწია და \$807.7 მილიონი შეადგინა (ტურიზმის ეროვნული ადმინისტრაცია). 2024 წელს საერთაშორისო ტურიზმიდან მიღებულმა შემოსავლებმა 2019 წლის დონეს 39.6%-ით (229 მლნ აშშ დოლარით) გადააჭარბა, ხოლო 2023 წლის მონაცემებს კი +1.5%-ით (12.3 მლნ. აშშ. დოლარით).

მიზნობრივ და ახალ ტურისტულ ბაზრებზე საქართველოს ტურიზმი ეროვნული ადმინისტრაციის აქტიური მარკეტინგული კამპანიების შედეგად საერთაშორისო ტურიზმიდან შემოსავლები ქვეყანაში მკვეთრად გაიზარდა(www.gnta.ge).

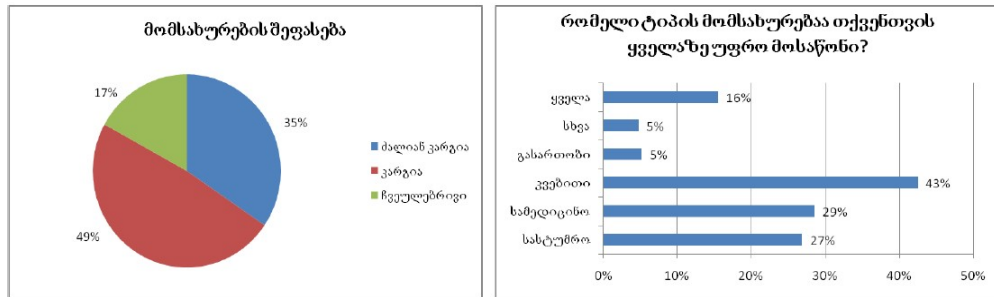
ტურიზმის დარგის სპეციალისტები აღნიშნავენ შიდა ტურიზმში ადგილობრივი მოსახლეობის ჩართვის რეალურ პერსპექტივას, რადგან გარედან მოსული მეწარმეები მხოლოდ მოკლე დროში ეკონომიკური სარგებლის მიღებით არიან დაინტერესებულნი, ხოლო ადგილობრივი მოსახლეობა მეტად იზრუნებს ტრადიციების ცხოვრების სტილის შენარჩუნებაზე. ასეთი მიდგომის მიზანია, ისინი ტურიზმის განვითარების პროცესს არც ფიზიკური და არც ფინანსური თვალსაზრისით არ ჩამოშორდნენ“ („ეკოტურიზმის განვითარების პერსპექტივა საქართველოში“, 2011). იმერეთში გასტრონომიული ტურიზმის წარმატების გარანტი ადგილობრივი ქართული სამზარეულოა, რომელსაც უფრო საინტერესოს და მომხიბვლელს ხდის თითოეული კუთხისთვის დამახასიათებელი კერძების, უმეტეს შემთხვევაში რადიკალური განსხვავება. საკვირველია, რომ ისეთი პატარა ქვეყანა, როგორც საქართველოა, სადაც რეგიონები ერთმანეთთან შესაძლოა საფეხმავლო ბილიკებითაც უკავშირდებოდეს, სადაც ყოველ რამდენიმე მეტრში იცვლება თითოეული მხარის კულტურა, ტრადიციები, წეს-ჩვეულებები, ყოფა-ცხოვრება... გვამლევდეს ასეთ მრავალფეროვან კულინარიულ არჩევანს. იმერეთის სავიზიტო ბარათი ხომ „იმერული ხაჭაპურია“.

ქართველ და უცხოელ რესპონდენტთა მიერ ბუნებრივი გარემოს შეფასება



ტურიზმის ინდუსტრიაში ტურისტული პროდუქტის ხარისხის განსაზღვრა მნიშვნელოვანია. პოლონელი მეცნიერი ს. ლიშევსკი, ტურიზმში სამ სივრცეს გამოჰყოფს — წარმოსახვითს (imaginative), შეზღუდულს (access-restricted) და რეალურს (real) (Lishewski, 2006). ტურისტი გამგზავრებამდე მხოლოდ წაკითხულს ეყრდნობა, ან მეგობრის მონაცემს, მაგრამ როდესაც რეალურად იხილავს და აღიქვამს, მაშინ გამოთქვამს კმაყოფილებას, რომლის განმსაზღვრელი რამდენიმე ფაქტორი არსებობს: სერვისებზე ხელმისაწვდომობა, უსაფრთხოება, ჰიგიენა, ტექნიკური სისტემების სრულფასოვნად ფუნქციონირება, ფასი - გადახდილი ფასის შესაბამისობა სასტუმროსთან და მომსახურების ხარისხისთან, საზოგადოებრივი გარემოს კეთილგანწყობა (ჯაში, 2010), პერსონალის დამოკიდებულება ვიზიტორთა მიმართ, პროფესიონალიზმი, ემპათიურობა, გემრიელი საკვები, სამედიცინო ობიექტის არსებობა.

ტურისტთა მიერ მომსახურების შეფასება



და მაინც რატომ საირმე? რა შესაძლებლობები და პოტენციალი აქვს მდგრადი განვითარებისათვის? ტურისტული ინდუსტრიის გაფართოების ბევრად მეტი შესაძლებლობა აქვს, რადგან მრავალფეროვანია მთლიანად რეგიონის, როგორც ფიზიკურ-გეოგრაფიული განფენილობა, ასევე ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალი, კარგი ფიზიკურ-გეოგრაფიული მდებარეობა და იოლი სატრანსპორტო მიღწევადობა, როგორც საავტომობილო ასევე საჰაერო ტრანსპორტით; იაფი ავიარეისები ქუთაისის საერთაშორისო აეროპორტში; ტურისტულად აქტიური ობიექტების სიახლოვე (სათაფლიის, პრომეთეს მღვიმეები, ბაგრატის, მოწამეთას და გელათის ისტორიული ტაძრები), იოლი სატრანსპორტო მისაწვდომობა და ტურებზე დაბალი ფასები; ქუთაისთან, როგორც დიდ ქალაქთან სიახლოვე სხვადასხვა მიზნით — კულტურული და შემეცნებითი ტურებისათვის, შოპინგისათვის, გართობისა და სადამოს გატარებისათვის; ასევე, საჭიროების შემთხვევაში, გადაუდებელი სამედიცინო მომსახურების მიღებისათვის. ამიტომ კურორტ „საირმეზე“ ფართოვდება დამსვენებელთა გეოგრაფიული არეალი. მოხდა კურორტის კეთილმოწყობა - საირმე დასრულებული პროექტია. შესაძლებელია ვიზიტორთა განთავსება სხვადასხვა რანგის საცხოვრებელ ობიექტებზე. სასტუმრო ხშირად მასპინძლობს კონფერენციებს, სემინარებს, ტურისტულ ჯგუფებს. მენეჯმენტს მაღალი აქვს მოთხოვნა კვალიფიციურ პერსონალზე. სასტუმროებს კავშირი აქვთ ტურსააგენტოებთან და ტუროპერატორებთან, დარეგისტრირებული არიან კარგად ცნობად საიტებზე, რაც უზრუნველყოფს დამსვენებელთა მოზიდვას.

კურორტის რეაბილიტირება 2011 წელს დაიწყო, დასრულებული სახე 2013 წელს მიიღო, ხოლო სრული რეაბილიტაცია კი 2018 წელს დასრულდა. პროექტის ფარგლებში მოეწყო სასტუმრო საირმე, რომელიც 152 ნომრისგან შედგება და 390 დამსვენებელზეა გათვლილი. მოხდა საირმის ლანდშაფტის მოდერნიზება: ჩატარდა მნიშვნელოვანი სამუშაოები სარეკრეაციო, სავაჭრო და საკვები ობიექტების მოსაწყობად.

კურორტზე აგრეთვე მოქმედებს სპა და ველნეს ცენტრი, რომელიც ერთ-ერთი წამყვანი გერმანული ფირმის კრაფტის, უახლესი ტექნიკითაა აღჭურვილი. დიდი მოცულობის კომპლექსი ნებისმიერი ტიპის გამაჯანსაღებელ პროცედურას შემოგთავაზებთ. დამსვენებლებს აგრეთვე აქვთ საშუალება ისარგებლონ საკურორტო პოლიკლინიკით, რომელიც სასტუმრო საირმის ტერიტორიაზე მდებარეობს და დამსვენებლებს 24 საათის განმავლობაში ემსახურება. პოლიკლინიკაში შესაძლებელია თერაპიული, კარდიოლოგიური, უროლოგი-

ური მომსახურების მიღება. კლინიკა აღჭურვილია თანამედროვე ლაბორატორიით და ექოსკოპიური კაბინეტით. საირმეში აგრეთვე მოეწყო მინერალური წყაროების კეთილმოწყობილი ბიუვეტები, განახლებული კვების ბლოკი, კაფე-ბარისა და მარკეტის შენობა, კურორტის ბაღი, ბაღდათი-საირმეს 20-კილომეტრიანი ახალი გზა, კურორტის განახლებული შიდა გზები, თანამედროვე საკურორტო მომსახურება და ა.შ... ახალი კურორტ "საირმის" რეაბილიტაციის პროექტის შემდეგ კომპლექსში წარმოდგენილია 3 სასტუმრო, 342 ნომრით, სადაც 1000-მდე ადამიანის განთავსების შესაძლებლობაა ერთდროულად. აგრეთვე საირმის ლანდშაფტის მოდერნიზებაც განხორციელდა: ჩატარდა მნიშვნელოვანი სამუშაოები სარეკრეაციო და საკვები ობიექტების მოსაწყობად.

სასურველია საირმის, როგორც საქართველოს სამკურნალო ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსის რეკლამირება საერთაშორისო დონეზე უფრო მეტად, რადგან ამდღეს ცნობადობა და ბალნეოლოგიურმა კურორტმა სამკურნალო დანიშნულებით უმასპინძლოს მეტ უცხოელ სტუმარს. შემომყვანი ტურიზმის ერთ-ერთი პრიორიტეტული მიმართულება ბალნეოლოგიური ტურიზმი უნდა გახდეს საქართველოს რელიეფური და ლანდშაფტური მრავალფეროვნებიდან გამომდინარე.

ტურიზმი ასევე მოსახლეობის დასაქმების (პირდაპირ და ირიბად) ერთ-ერთი ალტერნატივაა.

იმერეთის ტურიზმის სექტორი გახდა მიმზიდველი და ცნობადი საერთაშორისო ტურისტული დანიშნულების ადგილი. არსებული რესურსული პოტენციალისა და ინფრასტრუქტურული ბაზის გათვალისწინებით, იმერეთში განვითარების ყველაზე დიდი პერსპექტივა ეკოტურიზმთან ერთად, ბალნეოლოგიურ ტურიზმსა და სპელეოტურიზმს აქვს. საბედნიეროდ, ტურისტული ობიექტები პასუხობენ საერთაშორისო სტანდარტებს. თუმცა მომსახურების სფეროს კიდევ უფრო დახვეწა გაზრდის კურორტის მიზიდულობის პოტენციალს.

ლიტერატურა:

1. ეკოტურიზმის განვითარების პერსპექტივა საქართველოში. (2011). საქართველოს პარლამენტის აპარატი. http://www.parliament.ge/files/714_9879_231621_ekoturizmi.pdf
2. ვიზიტორთა სტატისტიკა. (2024). დაცული ტერიტორიების სააგენტო. <http://apa.gov.ge/ge/statistika/vizitorta-statistika>
3. იმერეთში (საქართველო) ტურიზმის განვითარების სტრატეგია. (2012 წ). საქართველოს ტურიზმის ეროვნული ადმინისტრაცია. თბილისი/ბარსელონა. <http://imereti.gov.ge/res/docs/DevelopmentplanGE02.pdf>
4. კობახიძე, ე. საქართველოს სსრ საკურორტო მეურნეობა და ტურიზმი. თბილისი, გამომცემლობა "უნივერსალი", 1971.
5. საქართველოს კანონი ტურიზმისა და კურორტების შესახებ. www.gnta.ge
6. „ტურიზმი“. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. www.geostat.ge
7. შავიანიძე, ო., შავიანიძე, გ., თევზაძე, მ., შავიანიძე, მ. (1995). საქართველოს კურორტების კურორტოლოგიისა და მეკურორტეს ცნობარი. ქუთაისი.
8. ჩხეიძე, ო. (2015). იმერეთის ტურისტულ-საექსკურსიო გეოგრაფიული მარშრუტები. ტ.2. აწეს გამომცემლობა, ქუთაისი.

9. ჯაში, ჩ. (2010). ხარისხის შეფასების მეთოდები ტურიზმის მარკეტინგში. ეკონომიკა და ბიზნესი.
10. Cooper Ch., Fletcher J., Fyall S., Gilbert D., and Wanhill S. (2008). Tourism: Principles and Practices. Prentice Hall.
11. Liszewski, S. (2006). Tourism Spaces and their Transformation in the Contemporary World. Tourism, No.16/2.
12. Timms, B., & Neill, S. (2011). Cracks in the Pavement: Conventional Constraints and Contemporary Solutions for Linking Agriculture and Tourism in the Caribbean. https://books.google.ge/books?id=I77uu_36jdEC&pg=PA104&lpg=PA104&dq=theories+of+link+eges+of+Agriculture+with+tourism+industry&source=bl&ots=5kGhRahKKp&sig=akeqrD3Qz9rktFAtbTENxp0xcFo&hl=ka&sa=X&ved=0ahUKEwihjOGm6HaAhXDfiwKHT1bD8cQ6AEISTAF#v=onepage&q=theories%20of%20linkeges%20of%20Agriculture%20with%20tourism%20i ndustry&f=false

Balneological resort "Sairme" for sustainable tourism development Summary

Imereti region is distinguished by its balneological resources and resorts, which is an unparalleled example of the development of spa tourism. The resort of republican importance "Sairme" has a different and completely unique natural-recreational destination - urological profile. The tourism industry has much more opportunities to expand, as the region as a whole has a diverse physical-geographical distribution, as well as natural-resource potential. Good physical-geographical location and easy transport accessibility, development of ecotourism, agrotourism and gastronomic tourism as a new life of Georgian cuisine.

პერსონალია

აკადემიკოსი კიაზო ნადარეიშვილი



საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსს, საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის დამაარსებელსა და პირველ პრეზიდენტს, ქვეყნის ბიო-სამედიცინო-ტექნიკური საზოგადოების თავმჯდომარეს, საქართველოს ეკოლოგიისა და რადიოლოგიის საზოგადოების თავმჯდომარეს, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის რადიობიოლოგიისა და რადიაციული ეკოლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის თავმჯდომარესა და საპატიო დირექტორს, ქართული რადიოლოგიური სკოლის დამფუძნებელს, საქართველოს მეცნიერებათა დამსახურებულ მიღვაწეს ბატონ **კიაზო ნადარეიშვილს** დაბადებიდან 95 წელი შეუსრულდა.

ბატონი **კიაზო ნადარეიშვილი** დაიბადა 1929 წლის 14 იანვარს ქ. სენაკში.

1953 წელს მან წარჩინებით დაამთავრა ლენინგრადის (სანქტ-პეტერბურგის) სამხედრო-სამედიცინო აკადემია. გერმანიის დემოკრატიული რესპუბლიკიდან, სამხედრო-სამედიცინო სამსახურიდან დემობილიზაციის შემდეგ, 1957 წლიდან **კ. ნადარეიშვილი** მუშაობას იწყებს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს ივანე ბერიტაშვილის სახელობის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტში, სადაც გაიარა გზა უმცროსი მეცნიერ-თანამშრომლიდან დირექტორის მოადგილეამდე სამეცნიერო მუშაობაში.

1966 წელს ბატონმა **კიაზომ** დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია თემაზე „რადიაციის გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე გავლენის საკითხები“.

1972 წლიდან ის ხელმძღვანელობდა ივანე ბერიტაშვილის სახელობის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტის რადიობიოლოგიის განყოფილებას. 1992 წლიდან 2005 წლამდე იგი გახლდათ რადიობიოლოგიისა და რადიაციული ეკოლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის დირექტორი, ხოლო 2005 წლიდან გარდაცვალებამდე ამ ცენტრის სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარე.

ბატონი **კიაზო** 1993 წლიდან არჩეული იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსად. იგი არის რადიობიოლოგიისა და რადიაციული ეკოლოგიის მიმართულების დამაარსებელი საქართველოში და შესაბამისი სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის დამფუძნებელი. მას განსაკუთრებული აღიარება მოუტანა რადიაციული ნეირობიოლოგიისა და რადიაციული კარდიოლოგიის დარგში ჩატარებულმა ფუნდამენტურმა სამეცნიერო კვლევებმა. მან მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა რადიაციული ფიზიოლოგიისა და ექსპერიმენტული მედიცინის განვითარებაში.

აკადემიკოს **კიაზო ნადარეიშვილის** ყველაზე მნიშვნელოვან მიღწევად რადიობიოლოგიის დარგში უნდა ჩაითვალოს სხივური დაავადებების ნერვული ფორმის პათოგენეტიკური მექანიზმების მრავალმხრივი კვლევები. ამ კვლევების შედეგად გამოვლინდა ადრეული შექცევადი რეაქციების ზოგადი კანონზომიერებები და ფიზიოლოგიური მექანიზმები, რომელთა წარმართვაში მონაწილეობდა რადიაციული ფაქტორები. ასევე დადგინდა აღზნებად სისტემებზე რადიაციის პირდაპირი მოქმედების უჯრედული და სუბუჯრედული მექანიზმები. ასევე დადგინდა პათოგენეტიკური მექანიზმებისა და კომპენსაციის რეაქციების ჩართვის ეტაპები ფიზიოლოგიური სისტემების ბიოლოგიური ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეებზე. მიღებული შედეგები საფუძვლად დაედო კონცეპციას რადიაციული დაკვრის შესახებ.

ბატონი **კიაზოს** ავტორობით შესრულებული იქნა მრავალი მონოგრაფია, ასეულობით სამეცნიერო მაშრომი, ენციკლოპედიური ცნობარები და ბიბლიოგრაფიული კრებულები. საყოველთაო აღიარება მოიპოვა მისმა მონოგრაფიამ „მაიონირებელი გამოსხივების გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე მოქმედების საკითხები“, რისთვისაც საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ივანე თარხნიშვილის სახელობის პრემია მიენიჭა. იგი გახლდათ სამეცნიერო გამოცემების „ბიოსამედიცინო ტექნიკისა“ და „რადიაციული გამოკვლევების“ ხელმძღვანელი. მის მიერ იქნა დაფუძნებული არაერთი სამეცნიერო ლაბორატორია, სამეცნიერო ცენტრი და საზოგადოება.

1995 წელს ბატონი **კიაზოს** ხელმძღვანელობით დაარსდა და დღესაც წარმატებით ფუნქციონირებს „საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია“, რომლის პირველი პრეზიდენტი ის 2010 წლამდე გახლდათ. მისი პრეზიდენტობის პერიოდში ამ აკადემიაში მრავალი საერთაშორისო დონის კონფერენცია და სიმპოზიუმი ჩატარდა. 1997 წელს აკადემიისა და კერძოდ მისი იმერეთის რეგიონული განყოფილების ინიციატივით გადაწყდა გელათის სამონასტრო კომპლექსში, დიდი დავითის დროს აგებული აკადემიისა და ობსერვატორიის და ისტორიული ბედუკუღმართობის გამო XVI საუკუნეში დანგრეული, - შენობების აღდგენის საკითხი, რომელიც საქართველოს კათოლიკოს-პატრიარქის ლოცვა-კურთხევითა და სამთავრობო სტრუქტურების მონაწილეობით უმოკლეს ვადაში განხორცი-

ელდა.

აკადემიკოს **კიაზო ნადარეიშვილის** ხელმძღვანელობით დაცულია არაერთი საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია. საერთაშორისო საზოგადოებისათვის გაწეული განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი წვლილისათვის მას მიღებული აქვს ამერიკის შეერთებული შტატების ბიოგრაფიული კვლევის ინსტიტუტის „წლის ადამიანის“ წოდება და ამავე ქვეყნის ბიოგრაფიული კვლევის ინსტიტუტის „ოქროს ნაწერი“ (1997 წ), ათასწლეულის ღირსების ოქროს მედალი (2000 წ).

ქართული მეცნიერების დარგში შეტანილი პირადი წვლილისათვის, ნაყოფიერი პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მოღვაწეობისათვის აკადემიკოსი **კიაზო ნადარეიშვილი** 1999 წელს დაჯილდოვდა ქვეყნის ღირსების ორდენით.

ბატონი **კიაზო** გარდაიცვალა 2010 წელს. ის დაკრძალულია თბილისში, დიდუბის მწერალთა და საზოგადო მოღვაწეთა პანთეონში.

აკადემიკოსი **კიაზო ნადარეიშვილი** გახლდათ უნიკალური პიროვნება, ყველგან და ყოველთვის მართალი, კრისტალური ბუნებითა და სულიერებით შემკული და არაჩვეულებრივი ენერჯითა და შრომისუნარიანობით დაჯილდოებული, რომელიც ყველაფერს მეცნიერებისა და განათლების ინტერესებს უმორჩილებდა.

ბატონი **კიაზო** მაინც ბედნიერ ვარსკვლავზე იყო დაბადებული, რადგანაც მან თითქმის სრულიად დახარჯა თავისი შემოქმედებითი ენერჯია, წარუშლელი კვალი დატოვა თავისი ქვეყნის მეცნიერებასა და კულტურაში. ასეთებს მაღლიერი ქართველი ერი არასოდეს დაივიწყებს.

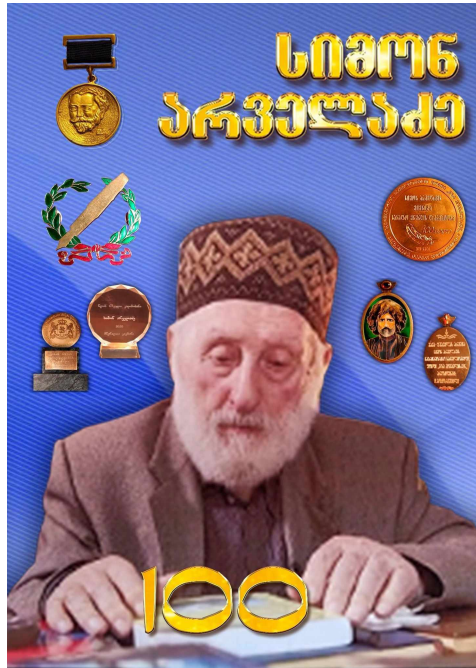
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული
აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, აკადემიკოსი
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა
აკადემიის პრეზიდენტი და მისი აკადემიკოსი

რამაზ ხუროძე

თეიმურაზ ადეიშვილი

პერსონალია

მწერლის, მეცნიერისა და საზოგადო მოღვაწის,
სიმონ არველაძის 105 წლისთავისადმი მიძღვნილი გახსენება



წუთისოფლის დროთა სრბოლას წინ ვერავინ აღუდგება და სამწუხაროდ, ჩვენი საყვარელი ახლობლებიც მიჰყვებიან. რჩება მარად გაუხუნარი მარადიული ხსოვნა, რომელიც უკვდავებასთანაა წილნაყარი.

ერთი წელი გავიდა მას შემდეგ, რაც ჩვენი ქვეყნის ღირსეულ საზოგადოებას დააკლდა ჩვენი ძვირფასი მამა, უხუცესი მწერალი და მეცნიერი, ფილოსოფიის პროფესორი, საუკუნის მემატიანე, სიმონ არველაძე.

15 მარტი მისი ამქვეყნად მოვლინების დღეა, რასაც ყოველთვის სიყვარულით და ზეიმით აღვნიშნავდით ამიერიდან კი სევდიანი ღიმილით გავიხსენებთ. თითქმის 102 წლის ბრძანდებოდა მამა, როდესაც აღესრულა და მარადისობას შეუერთდა.

„უკან რჩება საუკუნე, წინა მარადისობა“.....

დიახ, მოვიდა 102 წელი, მაღლით, სიკეთით, ღირსებით, შრომით, ცოდნით, განათლებით, თაობათა აღზრდით, ერთგული სიყვარულითა და დღეგრძელობით.

ძნელია უშენობა, თუმცა სიშორით სიახლოვე ჩვენი წილხვედრი გახდა. გვეამაყება, რომ ასეთი სახელოვანი მშობლები გვყავდით. დრო გააქრობს ყოველგვარ

მატერიალურს, მთავარია ადამიანობა, ღირსება, საზოგადოების სიყვარული და პატივისცემა, რაც თქვენ არასდროს გაკლდათ. ამის გამო “ჩვენ არც წარსულის და არც მომავლის გვეშინია“. შენი ბრძნული შეგონებანი და რჩევები მზის სხივებივით გვინათებს ქართველებით აღსავსე ცხოვრებას და გვამშვიდებს შეგრძნება იმისა, რომ შენი ცხოვრების უერთგულეს და მარადიულ სიყვარულთან, შენს მარისთან და ტყუპისცალ, ულამაზეს ნესტანთან ერთად ხარ სიმონ არველამის ცხოვრებისა და შემოქმედებითი მოღვაწეობის გზა ცისარტყელას ფერებივით შთამბეჭდავი და მრავალმხრივი გახლდათ.

უყვარდა სიცოცხლე, მჩქეფარე ცხოვრება უყვარდა მამული, ოჯახი, ადგილის დედა, სოფელი ფერეთა, სადაც დაიბადა და აღიზარდა. იზიდავდა ქართული მიწის სურნელი, სულ ფუსფუსებდა და შრომობდა, საკუთარი ეზო კარ-მიდამოს უვლიდა, ეფერებოდა ვაზს და ყოველ ზაფხულს სოფელში ატარებდა.

შეუძლებელია არ გავიხსენოთ, ჩვენი მშობლების უნიკალური სიყვარული, მათი ხანგრძლივი სიყვარულისა და თანაცხოვრების წლები, რომელიც 70 წელს ითვლიდა.

მხატვრულ სიტყვაზე უზომოდ შეყვარებულმა, არაერთი თაობის აღმზრდელმა, დამსახურებულმა პედაგოგმა, რამდენიმე წიგნის ავტორმა, მარი ხვედელიძემ მამასთან ერთად ნათელი კვალი დატოვა, მის ხსოვნას მამამ რამდენიმე კრებული მიუძღვნა., სიყვარულით წერდა:

„ჩვენ ერთადა ვართ, მაშინაც,
როცა არა ვართ ერ-

თად!“

დედის გარდაცვალების შემდეგ საფლავის ქვაზე ამოიტვიფრა ეპიტაფია:

„წინაპართა მადლი გვფარავს ‘
ბრძენ დავითის, მზე თამარის
განუყრელად ერთადა ვართ,
მე და მარი, მე და მარი!“

ანდერძად კი დაიბარა“ ქართულ მიწის მცირე ბორცვი, არის ჩვენი პანთეონი“

შვილებმა შევასრულეთ მამის ანდერძი, თუმცა ვწუხვართ, რომ სიმონ არველამეს და მის მეუღლეს მარი ხვედელიძეს, ნამდვილად ეკუთვნოდა მწვანეყვავილას მწერალთა და საზოგადო მოღვაწეთა პანთეონი.

2023 წლის 12 მაისს, საცხოვრებელი ბინის ფასადზე ქალაქის ხელმძღვანელობისა და საზოგადოება „ქუთაისელის თაოსნობით, გაიხსნა სიმონ არველამის გორელიეფი, მასთან ერთად ბარელიეფზე ამოტვიფრულია მარადიული სიყვარულისა და მეუღლის მარი ხვედელიძის სახელიც. სიმონ არველამე ბოლომდე ემსახურა ქართულ სიტყვაკაზმულ მწერლობას. 80 წელზე მეტი ქართული მწერლობის

უანგარო სამსახურს შეაღია. მწერალი-კრიტიკოსი, ლიტერატურათმცოდნე, 50 - მდე წიგნის და 300-მდე სამეცნიერო ნაშრომის ავტორი იყო.

მრავალწლიანი ღვაწლი ჯეროვნად იყო დაფასებული და განსაკუთრებით ეამაყებოდა რამდენიმე პრემია: ხალხთა მეგობრობის, აკაკი წერეთლის და ნიკო ნიკოლაძის პრემია, ილია ჭავჭავაძის პრემია და ოქროს მედალი 100 წლის იუბილზე ჩამოუტანეს. დაჯილდოებული იყო ილია II-ს სახელობის პრემიით. სიმონ არველაძის მრავალწლიანი მოღვაწეობა აღინიშნა „ღირსების“ და „გამარჯვების-“ორდენებით,“ საბრძოლო და ომის ვეტერანის „მედლებით. 2020 წელს მიენიჭა ჯილდო “წლის საუკეთესო კალმოსანი“, სიმონ არველაძე იყო კულტურის ამაგდარი, საქართველოს კულტურის დამსახურებული მუშაკი . მინიჭებული ჰქონდა უმაღლესი განათლების წარჩინებული მუშაკის, სახალხო განათლების წარჩინებულის წოდებები. იყო ომისა და შრომის ვეტერანი.არჩეული იყო ვანისა და ქუთაისის საპატიო მოქალაქედ. ვანელებმა ოქროს მედლით აღნიშნეს სიმონ არველაძის დამსახურება. ჟურნალისტთა

დამოუკიდებელი ორგანიზაციის „გზა მომავლისკენ“ პრეზიდენტმა ციცილო ბოჭორიშვილმა 2019 წელ სიმონ არველაძე დააჯილდოვა ვაჟა ფშაველას ოქროს ბარელიეფით და მწერალს მედალი გადაეცა აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტში შეხვედრაზე. საუკუნის მემატთანე საზოგადოებას შეხვდა 2020 წელს და „სახალხო მწერლის“ ოქროს მედლით დაჯილდოვდა მხცოვანი მწერალი.

100 წლის იუბილზე მწერალმა და მეცენატმა ციცილო ბოჭორიშვილმა „ოქროს კალამი „ დააწესა საუკუნის სიმონ არველაძის სახელზე და იუბილარს გულზე დააბნია ლადო მესხიშვილის სახელმწიფო თეატრში. ქუთაისმა სათანადოდ დააფასა სიმონ არველაძის ღვაწლი ქვეყნის წინაშე და ღირსეულად ზეიმით აღინიშნა საიუბილეო თარიღები:80-90-95- და 100 წელი, რომელიც ფართოდ გაშუქდა პრესაში, ტელევიზიასა და ინტერნეტ სივრცეში..

მამა ყოველთვის გამოირჩეოდა პირუთვნელობით, პრინციპულობით, შესაშური იყო მისი შემართება და ენერჯია.მუდამ აქტიურ და სამართლიან კრიტიკოსს მართალი სიტყვის გამო ყოველთვის პატივს მიაგებდნენ.იგი ხშირად ინტერესდებოდა სიახლეებით.მისი მართლის მთქმელი წიგნები:“სიახლის გრძნობა,“ შემოქმედებას სიმართლე უყვარს“, „მარგინალური გამონათებანი“,“შემოქმედება და თავისუფლება“, „ესეისტური პრელუდიები“, „აწმყო ყოფიერების მეტამორფოზები“ და სხვა. ძირითადად განეკუთვნება თანამედროვე ყოფიერების და პოლიტიკური ცხოვრების აქტუალურ ცხოვრებათა ნაკადს. ცხოვრებისეული რეალობა მათში წარმოდგენილია ფილოსოფიურ-პოლიტიკური ეტიუდების და ესკიზების სახით.

ასი წლის ასაკში გამოსცა „რჩეული“ და რამდენიმე ახალი წიგნი. არასოდეს უშინდებოდა სირთულეებს, მშობელი ქვეყნის უდიდესი პატრიოტი ოცნებობდა დაკარგული ტერიტორიების დაბრუნებაზე უყვარდა და ეამაყებოდა ნიჭიერი ქარ-

თველი ხალხი.

„დე, ამკობდეს ქართველ ხალხს,
ეროვნული ღირსება, ეროვნული მეობა,
ძლიერი ინტელექტი და მაღალი ზნეობა,
ავთანდილის გმირობა, შოთას ენამზეობა!“

ცნობილ მწერალთა საზოგადო მოღვაწეთა და აღზრდილთა მიერ დაწერილმა თბილმა, სიყვარულითა და პატივისცემით აღსავსე მოგონებებმა მოიცვა ქართული პრესა და ინტერნეტ სივრცე. მისი ხსოვნისადმი მიძღვნილი წერილები უამრავია, ამ უნიკალური პიროვნების შესახებ. ბევრი ითქვა და დაიწერა, იმედია მომავალი თაობაც არ დაივიწყებს მის ღვაწლსა და ამაგს.

შემოგთავაზებთ რამდენიმეს: საქართველოს მწერალთა კავშირის სამხმარო, რომელიც გამოქვეყნდა გაზეთებში: „ლიტერატურული საქართველო“, „უქიმერიონი“, კვირის პალიტრა“, ჟურნალი განთიადი“, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გაზეთი“, სადაც ვრცელადაა სიმონ არველაძის სამწერლო მოღვაწეობის გზა.

“ლამის გრიგოლ ხანძთელის ასაკს მიაღწია ამ კელაპტარივით სუფთა და უმწიკვლო შემოქმედმა, კელაპტარივით ბოლომდე ჩამოიღვენთა მშობელი ქვეყნის სამსახურში და ქართველებს დაუტოვა ერთი მშვენიერი მაგალითი იმისა, თუ როგორ შეიძლება ჩუმად, უხმაუროდ ემსახურო მშობელ ქვეყანას“.

„მწერლის გაზეთი“ წერილში „მასწავლებელი“ ვკითხულობთ:“ბატონი სიმონი თავისი ხანგრძლივი ნათელი ცხოვრებით მაგალითს გვაძლევდა, თუ როგორ უნდა გიყვარდეს სამშობლო, მაგალითს გვაძლევდა თუ, როგორ უნდა გიყვარდე თანამოკალმე და თანამედროვე, ამიტომაც მიუბოძა უფალმა გრიგოლ ხანძთელის ასაკი. ამიტომ დგას ახლა სიმონ არველაძის კუბოსთან მთელი შეგნებული საქართველო.“

წერილს ხელს აწერენ: მაყვალა _ გონაშვილი, რევაზ მიშველაძე, სოსო სიგუა, ბადათერ არაბული და თემურ ჩალაბაშვილი.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“-ბატონმა სიმონმა მთელი ცხოვრება თაობათა აღზრდას შეაღია. უნივერსიტეტს, რომლის საპატიო პროფესორი გახლდათ სიცოცხლის ბოლომდე, მის ბიოგრაფიაში საპატიო ადგილი უკავია. უმწიკვლოდ ემსახურა თავის პროფესიულ მუზას და მისი სიყვარულით აღზევებულმა გადაინაცვლა მარადისობაში“.

მამას სწამდა, რომ თაობათა ცვლა ცხოვრების გარდაუვალი კანონია, ახალ ათასწლეულებს ახალი იმედები, მრავალი ოცნება და რწმენა მოაქვს ხვალისდელ დღეზე. ჩვენი ნიჭიერი მომავალი თაობა კი, შეუფერხებლად გაუყვება თაობათა გაკვალულ ბილიკებს.

მამას უკანასკნელი სიტყვაც „საქართველო“ იყო, იგი მუდამ თავისი სათაყვანო მა-

მულის წინსვლასა და ბედნიერ მომავალზე ფიქრობდა, ოცნებობდა გაერთიანებულ, აღორძინებულ საქართველოზე.

იმედია მისი ნატვრა და ოცნება, როგორც ყველა ჩვენგანის, რეალურად შეისხამს ფრთებს.

მამა, შენი შთამომავლობა ვიამაყებთ, რომ ღირსეულად იცხოვრე და იღვაწე, დაგვიტოვე საფიქრალი, საკეთებელი საქმეები; შენ უდიდესი სურვილი გქონდა, რომ მშობლიური სოფლის, ფერეთას საჯარო სკოლას მინიჭებოდა შენი სახელი, იმედია მომავალში შესრულდება.

ამჟამად სკოლაში გაიხსნა და ფუნქციონირებს პროფესორისა და მწერლის სიმონ არველაძის კლუბი „შთაგონება“.

კლუბის ეგიდით ტარდება ღონისძიებები რომლებსაც უძღვებიან აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორები: ემზარ გორდაძე, ცირა ჟორჟოლიანი, ომარ ნიშნიანიძე, მალვინა შანიძე და ჩვენ, შვილები. ყველაფერს გავაკეთებთ თქვენი სახელის უკვდავსაყოფად

მეგი არველაძე

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის ასოცირებული წევრი.

უწმინდესისა და უნეტარესის სრულიად საქართველოს
კათოლიკოს პატრიარქის ილია II-ის პრემიის ლაურეატი,

დარეჯან არველაძე

ქუთაისის მოსწავლე-ახალგაზრდობის სასახლის შემოქმედთა წრის ხელმძღვანელი, უმაღლესი კატეგორიის პედაგოგი, რამდენიმე წიგნის ავტორი.

პერსონალია

რამაზ ხუროძე - 80 წლისაა



საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტს, აკადემიკოსს რამაზ ხუროძეს დაბადებიდან 80 წელი შეუსრულდა.

რამაზ ადოლფის ძე ხუროძე დაიბადა 1944 წლის 9 ნოემბერს ქ. თბილისში.

1961 წელს ოქროს მედალზე დაამთავრა თბილისის 55-ე საშუალო სკოლა და ჩაირიცხა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ავტომატიკისა და გამოთვლითი ტექნიკის ფაკულტეტზე, რომელიც წარჩინებით დაამთავრა 1966 წელს.

იმავე წელს ბატონმა რამაზმა მუშაობა დაიწყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტში მეცნიერ-თანამშრომლად. 1972 წელს მოსკოვში სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის მართვის პრობლემების ინსტიტუტის ასპირანტურაში ჩაირიცხა. 1975 წელს გამოთვლითი ტექნიკის დარგში **ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის** სამეცნიერო ხარისხის, ხოლო 1997 წელს **ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორის** სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად დაიცვა დისერტაციები. ასპირანტურის დამთავრების შემდეგ 1972-1981 წლებში იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი და ასრულებდა აკადემიის პრეზიდიუმის გამოთვლითი ტექნიკის კომისიის სწავლული მდივნის მოვალეობას.

1978-1979 წლებში სამეცნიერო მივლინებით კალიფორნიის ტექნოლოგიურ ინ-

სტიტუტში (აშშ) იმყოფებოდა. 1981 წელს სამეცნიერო კვლევების ჩასატარებლად მივლინებული იყო ფინეთში, ჰელსინკის ტექნოლოგიურ ინსტიტუტში.

1981-1982 წლებში იგი ხელმძღვანელობდა მართვის სისტემების ინსტიტუტის მეცნიერული გამოკვლევების ავტომატიზაციის განყოფილებას. პარალელურად კითხულობდა ლექციებს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ავტომატიკისა და გამოთვლითი ტექნიკის ფაკულტეტზე. 1982 წლიდან რ. ხუროძე საქართველოს კვ. ცენტრალური კომიტეტის მეცნიერების და სასწავლო დაწესებულებების განყოფილების ინსტრუქტორად, 1986-1987 კი წლებში საქართველოს კვ. თბილისის კომიტეტის მეცნიერებისა და სასწავლო დაწესებულებების განყოფილების ხელმძღვანელად მუშაობდა.

1987-1988 წლებში საქართველოს უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების მინისტრის პირველი მოადგილე, ხოლო 1988-1991 წლებში – საქართველოს სახალხო განათლების მინისტრის მოადგილე იყო.

1991 წელს დაინიშნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პრორექტორად კადრებისა და კომერციული საქმიანობის დარგში. იმავე წელს არჩეულ იქნა ავტომატიკისა და ტელემექანიკის კათედრის დოცენტად. 1993 წელს პროფესორის წოდება მიენიჭა.

1992 წელს რ. ხუროძე უნივერსიტეტის დიდმა საბჭომ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორად აირჩია. 1998 წელს რ. ხუროძე სტუ-ს დიდმა საბჭომ ხელმეორედ აირჩია უნივერსიტეტის რექტორად. ამავე წელს მიენიჭა საქართველოს სახელმწიფო პრემია მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგში.

2002 წელს მეცნიერების განვითარების საქმეში შეტანილი თვალსაჩინო წვლილისთვის რ. ხუროძე საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად აირჩიეს, ხოლო 2019 წელს – აკადემიის ნამდვილ წევრად (აკადემიკოსად). 2003 წელს პროფესორი რ. ხუროძე Sigma Xi, the Scientific Research Society-ის წევრად აირჩიეს. იგი ასევე არის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების რუსული აკადემიის აკადემიკოსი, საერთაშორისო საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი, გაერთიანებული ერების ინფორმატიზაციის აკადემიის აკადემიკოსი, ევროპის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი, საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი.

ბატონი რამაზის ღვაწლი მეცნიერების განვითარებაში ფასდაუდებელია. რექტორობის წლებში რამაზ ხუროძის ხელმძღვანელობით ტექნიკურ უნივერსიტეტში მრავალი საერთაშორისო კონფერენცია და სიმპოზიუმი ჩატარდა ენერგეტიკის, დიდი სისტემების მართვის, გამოყენებითი პროგრამული ტექნოლოგიების, ეკოლოგიის, “დიდი აბრეშუმის გზის” საერთაშორისო პროექტის განხორციელების, ნავთობ-გაზსადენების მშენებლობისა და სხვა აქტუალურ პრობლემებზე, საფუძვე-

ლი ჩაეყარა რამდენიმე სამეცნიერო-ტექნიკური პროფილის ჟურნალის გამოცემას. მისი ხელმძღვანელობით ტარდებოდა სტუ-ს პროფესორ-მასწავლებელთა სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციები. რამაზ ხუროძე დაჯილდოებულია ღირსების ორდენით. 2002 წლის დეკემბერში ახალგაზრდა კადრების აღზრდისა და მომზადების საქმეში შეტანილი განსაკუთრებული ღვაწლისათვის გადაეცა საქართველოს პრეზიდენტის ოქროს მედალი “საქართველოს წარჩინებულ მოღვაწეს”. რამაზ ხუროძის რექტორობისას სტუ-ში განხორციელდა: პირველივე წლებში “საუნივერსიტეტო განათლების კონცეფციის” საფუძველზე ტექნიკური უნივერსიტეტი სრულად გადავიდა სწავლების ორსაფეხურიან სისტემაზე (ბაკალავრიატი და მაგისტრატურა) და შესაბამისად გადამუშავდა სასწავლო გეგმები და პროგრამები; დაინერგა სასწავლო პროცესის მართვის საკრედიტო სისტემა; ჩამოყალიბდა ხარისხის უზრუნველყოფის მეთოდოლოგია, სპეციალობების გამსხვილების ბაზაზე დაფუძნდა ახალი საუნივერსიტეტო სტრუქტურული ერთეულების დეპარტამენტები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი შეუერთდა ბოლონიის პროცესს. ფართო მასშტაბები შეიძინა სტუ ავიაციის ინსტიტუტის საქმიანობამ, რომელიც უნიკალურია მატერიალურ-ტექნიკური ბაზით, თავისი შესაძლებლობებით, პროფესორ-მასწავლებელთა შემადგენლობით. ინსტიტუტმა უკვე გამოუშვა მაღალი კლასის პირველი მფრინავი ოფიცრები. ბატონი რამაზის თაოსნობით გაფართოვდა კავშირურთიერთობები საზღვარგარეთის არაერთ უნივერსიტეტთან თუ სამეცნიერო ცენტრებთან, დააარსა არაერთი ფაკულტეტი და მიმართულება. ბატონმა რამაზ ხუროძემ, თავისი გამოცდილება წიგნში “ახალ დროს ახალი ადამიანები ქმნიან” გამოაქვეყნა (2002 წელი). ბატონ რამაზს სულ გამოქვეყნებული აქვს 21 მონოგრაფია, 147 სამეცნიერო სტატია, 17 სახელმძღვანელო.

აკადემიკოსი რამაზ ხუროძე ამჟამად საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესიული განვითარების ცენტრს ხელმძღვანელობს და უნივერსიტეტის ემერიტუს-პროფესორია.

2019-2023 წლებში საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოს-მდივანი, ხოლო 2023 წლიდან დღემდე საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტია.

ვულოცავთ ბატონ რამაზ ხუროძეს 80 წლის იუბილეს, ვუსურვებთ ჯანმრთელობასა და დღეგრძელობას, წარმატებებს სამეცნიერო და საზოგადოებრივ საქმიანობაში.

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

პერსონალია

აკაკი გირგვლიანი - 70 წლისაა
Akaki Girgvliani – 70 year



საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსს, ფიზიკა - მათემატიკურ მეცნიერებათა დოქტორს, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორ აკაკი გირგვლიანს დაბადებიდან 70 წელი შეუსრულდა.

აკაკი გირგვლიანი დაიბადა 1954 წელს მესტიის რაიონის სოფელ ლატალში. 1961 წელს იქვე შევიდა საშუალო სკოლაში და რვა კლასის დამთავრების შემდეგ სწავლა გააგრძელა ქ. თბილისში კომაროვის სახელობის ფიზიკა-მათემატიკურ სკოლაში. სკოლის დამთავრების შემდეგ 1973 წელს აკაკი გირგვლიანი ჩაირიცხა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში კიბერნეტიკისა და გამოყენებითი მათემატიკის ფაკულტეტზე და 1978 წელს წარჩინებით დაამთავრა მისი სრული კურსი, რის შედეგადაც მიენიჭა მათემატიკოსის კვალიფიკაცია სპეციალობით გამოყენებითი მათემატიკა (სპეციალიზაცია: გამოთვლითი ტექნიკის საშუალებათა გამოყენება)

1978 წლიდან აკაკი გირგვლიანმა განაწილებით დაიწყო მუშაობა ქ. ქუთაისში ნ. მუსხელიშვილის სახელობის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში უმაღლესი მათემატიკის კათედრის ასისტენტად. 1981 წელს ის მივლინებული იქნა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ციმბირის განყოფილების გამოთვლით ცენტრში მიზნობრივი ასპირანტურის გასაველად. 1985 წელს მან საბჭოთა კავშირის მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის გამოთვლითი მათემატიკის განყოფილებაში წარმატებით დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია თემაზე „შავი ზღვის ჰიდროთერმოდინამიკისა და მიმდებარე აკვატორიების დინამიკის რიცხვითი მოდელირება“, და მიიღო ფიზიკა-მათემატიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის წოდება სპეციალობით „გეოფიზიკა“.

1985-89 წლებში აკაკი გირგვლიანი დაბრუნდა ქუთაისის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში და დაინიშნა ჯერ უმაღლესი მათემატიკის კათედრის ასისტენტად შემდეგ კი - უფ. მასწავლებლად. ამ პერიოდში სამეცნიერო-პედაგოგიური საქმიანობის პარალელურად ის ასრულებს ადმინისტრაციულ სამუშაოს მსუბუქი მრეწველობის ფაკულტეტის დეკანის მოადგილის დარგში.

1989-2002 წლებში აკაკი გირგვლიანი დაინიშნა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მ. ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის ზღვის დინამიკის განყოფილების მთავარ მეცნიერ თანამშრომლად და დაევალა შავი ზღვის ეკოლოგიური მდგომარეობის მათემატიკური მოდელირების ლაბორატორიის ხელმძღვანელობა. ამ პერიოდში მის მიერ შემუშავებული იქნა შავი ზღვის ჰიდროთერმოდინამიკის სრული სამგანზომილებიანი რიცხვითი მოდელი, შესაბამისი შედეგები გამოქვეყნებული იქნა ათზე მეტ სამეცნიერო პუბლიკაციაში და მიღებული შედეგების საფუძველზე მის მიერ მომზადებული იქნა სადოქტორო დისერტაცია თემაზე „შავი ზღვის ჰიდროთერმოდინამიკის კლიმატური მდგომარეობისა და მისი სეზონური ცვალებადობის მათემატიკური მოდელირება“. დისერტაცია წარმატებით იქნა დაცული 2001 წელს და გეოფიზიკის ინსტიტუტის სპეციალიზებული სადისერტაციო საბჭოს გადაწყვეტილებით აკაკი გირგვლიანს მიენიჭა ფიზიკა - მათემატიკურ მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი სპეციალობით „ატმოსფეროსა და ჰიდროსფეროს ფიზიკა“.

2001 წლიდან ა. გირგვლიანი ქუთაისის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტის საინფორმაციო სისტემების კათედრის დოცენტი, შემდგომ 2002 წლიდან კი - პროფესორი.

2004-2006 წლებში ბ-ნი აკაკი დაინიშნა ჯერ ინფორმატიკის, საინფორმაციო და ავტომატიზაციის სისტემების კათედრის გამგედ, შემდგომ კი - ინფორმაციული ტექნოლოგიების დეპარტამენტის კოორდინატორად.

2006 წლიდან დღემდე მუშაობს აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტში პროფესორის თანამდებობაზე. 2006-2023 წლებში იყო კომპიუტერული ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ხელმძღვანელი. 2006-2020 წლებში ხელმძღვანელობდა კომპიუტერული მეცნიერებების საბაკალავრო და მაინორულ პროგრამებს. 2006 წლიდან დღემდე არის კომპიუტერული მეცნიერების სამაგისტრო პროგრამის ხელმძღვანელი. მისი ხელმძღვანელობით წარმატებით დაიცვა სამაგისტრო დისერტაცია 20-ზე მეტმა მაგისტრანტმა.

აკაკი გირგვლიანი სხვადასხვა დროს იყო აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს წევრი, წარმომადგენლობითი საბჭოს წევრი, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის საბჭოს წევრი, ამავე ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს წევრი. გაწეული აქვს ერთი სადოქტორო დისერტაციის ექსპერტობა და ხუთი დოქტორანტის რეცენზენტობა.

აკაკი გირგვლიანი არის 70-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის ავტორი, მათ შორის: 3 მონოგრაფია და 7 სახელმძღვანელოა, მომზადებული აქვს მრავალი მეთოდური სახელმძღვანელო მოდელირებისა და პროგრამირების მიმართულებით.

ვულოცავთ აკაკი გირგვლიანს ღირსსახსოვარ თარიღს და ვუსურვებთ ჯანმრთელობას და დიდხანს სიცოცხლეს, წარმატებებს სამეცნიერო, პედაგოგიურ და საზოგადოებრივ საქმიანობაში.

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

შინაარსი

რედაქტორის წინასიტყვაობა _____	5
PREFACE OF EDITOR _____	6
შესავალი _____	7
თეიმურაზ ადეიშვილი – ვაკუუმის ენერჯია და მისი გარდაქმნის გზები _____	14
გ. ი. კორძაბია, ლ.დ. შენგელია, გ.ა. თვაური, მ. შ. ძაძამია, გ.ნ. გულიაშვილი – საქართველოს მყინვარების ელექტრონული ატლასის შექმნა _____	37
ადეიშვილი თეიმურაზ, ბერძენიშვილი ნანა – გლობალური დათბობის ფიზიკური საწყისები _____	41
დემური დემეტრაშვილი, ვეფხია კუხალაშვილი, დიანა კვარაცხელია – შავი ზღვის ჰიდროფიზიკური პროცესების შესწავლა რიცხვითი მოდელების გამოყენებით _____	51
აკაკი გირგვლიანი, აკაკი ძნელაძე – პალიასტომის ტბის თავზე მოქმედი ატმოსფერული ქარების სტატისტიკური ანალიზი და წყლის ნაკადების ცირკულაციის რიცხვითი მოდელირება _____	55
ნანა ბერძენიშვილი – კლიმატური პარამეტრების ცვალებადობა გლობალური დათბობის ფონზე _____	59
ბასილაშვილი ცისანა, ნანა ბერძენიშვილი – დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბები _____	66
Adeishvili Teimuraz, Adeishvili Medea – The influences of human activity On climate _____	70
Adeishvili Teimuras, Jikia Magda, Sharashenidze Salome – Natural Influences on Climate _____	75
ნოდარ ელიზბარაშვილი, ლუიზა ბუბაშვილი, შალვა აბრამიშვილი, რუსუდან ელიზბარაშვილი, ქართლოს მანველიძე – საქართველოს სოციალურ- ეკოლოგიური სისტემები _____	82
თეიმურაზ ადეიშვილი, მაგდანა ჯიქია, დარეჯან ჩხიროძე, თინათინ ადეიშვილი – გლობალური დათბობის თავიდან აცილებისა და მასთან ადაპტაციის მეთოდები _____	87
თ. ჟვითაშვილი, ხ. დავარაშვილი, ო. ჟვითაშვილი – კლიმატის ცვლილების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე _____	95
Adeishvili T., Davarashvili Kh., Zhvitiashvili T., Jikia M., Zhvitiashvili O., Adeishvili Tin. – Climate Change and Oral Health _____	99
რამაზ კილაძე, გიორგი კილაძე – ისტორიული ობიექტების რესტავრაცია მწვანე მშენებლობაში _____	104

თეიმურაზ ადგიშვილი, გია დადუნაშვილი, მადონა ხუსკივაძე, მირანდა გეწაძე – გლობალური დათბობის ისტორიული პერსპექტივა და მისი გავლენა ეკოსისტემებზე _____	111
ნათია გიგაური, ალექსანდრე სურმავა, ლიანა ინწკირველი, ვეფხია კუხალაშვილი – ქ.ქუთაისის ატმოსფერული ჰაერის მიკროაეროზოლებით დაბინძურების გამოკვლევა _____	119
ცირა ბერაძე – ხელოვნური ნეირონული ქსელების განვითარების შესახებ _____	125
ცირა ბერაძე – მონაცემთა მეცნიერების გავლენა მსოფლიოში მიმდინარე პროცესებზე _____	130
ადგიშვილი თ., ჟვითიაშვილი თ., დავარაშვილი ხ, ჟღენტი ე. – მოსახლეობის სტომატოლოგიური სტატუსის მდგომარეობაზე გავლენის ფაქტორები _____	136
ამირან ხვადაგანი, მერაბ ირემაძე, დავით ზალკალიანი, დავით ირემაძე, მიხეილ ქოჩიაშვილი, ვეფხვია ზივზივაძე, რევაზი ფილია – ფხვნილთა მეტალურგია, კომპოზიციური მასალები კატალიზური ნეიტრალიზატორის მიღება თვითგავერცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზით (თმს) _____	144
რუსუდან დუმბაძე, საბა გოგიტიძე, მარი ართმელაძე, გალინა მეფარიშვილი, ლამზირი გორგილაძე – მიკრომიცეტის ფიტოტოქსიურობის გავლენა ეკონომიკურად მნიშვნელოვანი პარკოსნების გაღვივებაზე _____	148
სესილი გათენაძე – მთიანი აჭარის ტყის მდგრადი მართვის ეკოლოგიური და სოციალური ასპექტები _____	154
იზოლდა მაჭუტაძე, ნათელა ტეტემაძე, ალიოშა ბაკურიძე – კოლხეთის დაბლობის მტკნარწყლიანი ტბორების მაკროფიტები, ფიტორემედაცია და პერსპექტივები წყალარინების სისტემებისათვის _____	161
Ukleba Ketevan, Gvetadze Lagi – Modification of angina pectoris risk factors in the primary healthcare system _____	170
მაგდა დავითაშვილი, ლამარა ზუროშვილი, დარეჯან მარგალიტაშვილი – ჰერბიციდების გავლენა ნიადაგის მიკრობიოლოგიურ თვისებებზე _____	174
ე. ასათიანი, ლ. გელოვანი, თ. ჟვითიაშვილი, ს. კაპანაძე, ხ. დავარაშვილი, ი. შენგელია, ო. ჟვითიაშვილი – ძირითადი სტომატოლოგიურ დაავადებათა ეკოლოგიური და სამედიცინო-სოციალური ასპექტები _____	178
თამარ ნადირაძე – კახეთის რეგიონში ინტროდუცირებული ზოგიერთი მერქნიანი მცენარის ბიოეკოლოგია _____	186
Nunu Nakashidze, Shota Lominadze – Heavy Metal Content in Subtropical Fruit Trees Cultivated in Varied Ecological Conditions _____	190
გუგული დუმბაძე, თემელ გოჭთურჯი, შოთა გურგენიძე – ისტორიული ევკალიპტების მდგომარეობის შეფასება ArborSonic 3D ზგერითი ტომოგრაფიის ინოვაციური მეთოდით _____	193

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“
 თბილისი, საქართველო, 17-18 ოქტომბერი, 2024
 International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ ,
 Tbilisi, Georgia, October 17-18, 2024

ც. სუმბაძე, ი. სიხარულიძე, ე. აბზიანიძე, გ. ფიჩხაია, ს. მარქარიანი – ვიბრაციული სტრესის გავლენა ჰიპოთალამუსზე და გამოვლენილი დარღვევების კორექციის შესაძლებლობა	200
ირინე გოგიბერიძე, თამარ დოგრაშვილი – უმცროსკლასელთა ეკოლოგიური განათლების ზოგიერთი ასპექტი	206
თამარ დოგრაშვილი, ირინე გოგიბერიძე – ეკოლოგიური შინაარსის მასალა, როგორც აქტიური სწავლების კომპონენტი დაწყებით კლასებში	211
ბაკურ ბაკურაძე, გიორგი ბრეგაძე – ეკოლოგიური განათლების ელემენტები მათემატიკის გაკვეთილებზე საშუალო სკოლაში	216
დარეჯან ჩხიროძე, მანანა ბანძელაძე, ნუნუ ჩაჩხიანი-ანასაშვილი – ეკოლოგიის ისტორია, თანამედროვე გამოწვევები და გადაჭრის გზები	222
ნანა ბერძენიშვილი – ბალნეოლოგიური კურორტი „საირმე“ მდგრადი ტურისტული განვითარებისათვის	226
აკადემიკოსი კიაზო ნადარეიშვილი	233
მწერლის, მეცნიერისა და საზოგადო მოღვაწის, სიმონ არველაძის 105 წლისთავისადმი მიძღვნილი გახსენება	236
რამაზ ხუროძე - 80 წლისაა	241
აკაკი გირგვლიანი - 70 წლისაა	244

კომპიუტერული უზრუნველყოფა და დაკაბადონება
ლევან იობაძე

ქაღალდის ზომა 1/8
ნაბეჭდი თაბახი 15,25
ტირაჟი 50

დაიბეჭდა ი.მ. „მარიამ იობაძის“ მიერ
ქ. ქუთაისი, ახალგაზრდობის გამზირი 25-ა