The paper discusses the problems of global climate warming, which are mainly related to the interaction of solar radiation, the atmosphere and the Earth’s surface. The result is the greenhouse effect, the value of which is approximately equal to 33 kelvins.

თბური დაბინძურება და კლიმატის გლობალური ცვლილებები

ადეიშვილი თ., ადეიშვილი თორ., ბერძენიშვილი ნ., ჩხიროძე დ., ცქიფურიშვილი თ.
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია
თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი. *მზის პირველადი ენერგიის განმსაზღვრელი როლი ბიოსფეროს წარმოშობაში ასე თუ ისე განხილული იყო ეკოლოგიური პრობლემებისადმი მიძღვნილი მონოგრაფიებში. მრავალ პრობლემათა შორის იქ განიხილებოდა საკითხები, რომლებიც წარმოიქმნებოდნენ დედამიწის კლიმატზე და ამინდზე ადამიანის თბური ზემოქმედების შედეგად.*

გლობალური ეკოლოგიური აზრით, დროთა განმავლობაში სულ უფრო აქტუალური გახდა ის, რომ თანამედროვე პოლისებმა და სამრეწველო აგლომერატებმა შეიძლება იარსებონ მხოლოდ ისეთი ენერგიების ნაკადების ხარჯზე, რომლებიც მნიშვნელოვნად მეტია მათზე, რომლებსაც ადგილი ექნებოდა თუ მათ ადგილებზე განლაგდებოდა დედამიწის ბუნებრივი, ან მცირედ შეშფოთებული, ეკოსისტემები. სწორედ ეს პრობლემებია დასმული ამ ნაშრომში.

ექსტრემალურად დიდი ენერგოგამოყოფითა და, აქედან გამომდინარე, გარემოს მაღალი ტემპერატურების მქონე ტერიტორიების გაჩენა ხელს უწყობს ზოგიერთ ქვეყანაში ერთ სულ მოსახლეზე უზარმაზარ ენერგომოხმარებას. მაგალითად, **ი. ოდუმის** თანახმად [1], ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია საკვები, რომლის ენერგეტიკული ექვივალენტი ტოლია $E \approx 133$ ვატი $\sim 10^6$ კკალ/წელიწადში. მისი მონაცემებით გასული საუკუნის 80-იანი წლების დასაწყისისთვის აშშ-ს ერთი მოქალაქე საოჯახო მეურნეობისათვის საშუალოდ ხარჯავდა გაცილებით მეტ ენერგიას, ვიდრე $E_{საკვები}$-ის მნიშვნელობაა. იმავე პერიოდში ინდოეთისა და პაკისტანის ერთ სულ მოსახლეზე ენერგე-

ტიკული რესურსი დაახლოებით ~70-ჯერ ნაკლები იყო აშშ-ის მოქალაქეზე. ასეთი განსხვავება არსებითად არ შეცვლილა ამ საუკუნის დასაწყისშიც.

მთელ რიგ ქვეყანაში ერთ სულ მოსახლეზე მცირე საშუალო ენერგომოხმარების მიუხედავად მაინც ჩნდებიან ადგილები მაღალი ანთროპოგენური წარმოშობის ენერგოგამოყოფით (მაე), რაც ურბანიზაციის პროცესების შედეგია. ყველა შემთხვევაში მათ მიიღეს „სითბოს საქალაქო (ურბანიზაციული) კუნძულის (სსკ) სახელწოდება. სსკ-ს მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ მთელი იაპონიის მნიშვნელოვანი რეგიონი (იხ.1. ცხრილი. ასეთი რეგიონის შიგნით შეიძლება იყოს სითბოს განსაკუთრებით დიდი კუნძული, რომელიც ხასიათდება უფრო დიდი სითბოს გამოყოფით, იგივე სიდიდის ტოკიოს საშუალო მნიშვნელობასთან შედარებით.

პროცესი აჩქარებულად წარიმართა XX საუკუნის მეორე ნახევრიდან. მოსალოდნელია, რომ XXI საუკუნის შუა ხანებიდან ქალაქებში იცხოვრებს დედამიწის მოსახლეობის ~68%. ამიტომ, როგორც ინდოეთში, ისე პაკისტანში მრავალი ქალაქი გარდაიქმნა სითბოს საქალაქო კუნძულად. მაგალითად, ასეთია ქ. მუმბაი. დედამიწის ზედაპირზე მოღწეული მზის ენერგიის რაოდენობა შეადგენს $(1 \div 2)10^6$ კკალ/მ². წელ.

ცხრილი 1. ენერგორესურსების მოხმარების სიმძლავრე 1980 წ. ოდუმის მიხედვით (მზის ენერგიის გარეშე).

#	ქალაქი (რეგიონი)	მაე, ვატ. მ²	ფონთან ფარდობით
1	მანჰეტენი (ნიუ იორკის ცენტრი)	637	9800
2	მოსკოვი	133	2046
3	ტოკიო	399	6138
4	გერმანიის ინდუსტრიული რაიონი	10	154
5	იაპონია (მთელი ქვეყანა)	3	46
6	საშუალო მთელ დედამიწაზე	0.013	0.2
7	დედამიწის წიაღიდან ხმელეთზე მოსული თბური ნაკადის სიმძლავრე	0.68	10
8	დედამიწის ზედაპირის ფართის ერთეულიდან გამოსხივების სიმძლავრე	240	

თბოკუნძულების გამოვლენის მიზეზები მრავალია. ის იწყება კლიმატის მიმდინარე ფონური ცვლილებებიდან და მთავრდება ტერიტორიის ადგილობრივი სპეციფიკური პირობების კომპლექსით. მათ მიეკუთვნება: განსხვავებები თერმოდინამიკური თვისებებში, პარამეტრებში, რომლებიც ახასიათებენ გამოსხივების შთანთქმასა და გაბნევას; არქიტექტურა, სამშენებლო მასალები და ქალაქის დაგეგმარება; მისი გეოგრაფიული მდებარეობა. ყველაფერი ეს განაპირობებს ტერმპერატურას აგლომერაციაში. რა თქმა უნდა დიდია ალბედოს ლოკალური მნიშვნელობების, ტენიანობის, საფარის ხორკლიანობისა და მისი

თბოგამტარებლობის როლი.

2010-იანი წლების დასაწყისში გამოჩნდა ანთროპოგენური წარმოშობის თბური კუნძულების მახასიათებელი რუკები და ანთროპოგენური თბოგამოყოფები მთელი პლანეტის მასშტაბებში. მათი შემქნის ერთ მიზანს წარმოადგენდა თბური სტრესების, ეპიდემიების, სტიქიური უბედურებებისა და თანმხლები ჰაერის დაბინძურების შერბილების სურვილები. აშკარაა, რომ ეს ფაქტორები ვარირებენ კლიმატური პირობების მიხედვით. სივრცით-დროითი ინფორმაცია მაე-ს შესახებ სასარგებლოა რელევანტური კლიმატური მოდელების ანალიზისათვის, რომლებშიც მოითხოვება ქალაქებისა და კლიმატის მიმდინარე მდგომარეობა ქალაქებისა და კლიმატის მიმდინარე მდგომარეობის ურთიერთქმედების გარკვევა.

ის, რომ პროგნოზების მიხედვით, 2050 წლისათვის მსოფლიო მოსახლეობის ~68% იქნება ქალაქელი, ხაზს უსვამს ასეთი კვლევების აქტუალობას. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მოდელირების დროს გამოვიყენოთ საიმედო და ხელმისაწვდომი მონაცემები. ისინი უნდა შეესაბამებოდეს მონაცემებს ენერგიის მოხმარების შესახებ ქვეყნისა და ქალაქის მასშტაბით, ციფრულ რუქებს, თანამგზავრულ გამოსახულებებს, ქალაქების ზრდის მოდელებს [2].

ერთობ სასარგებლო და აქტუალური გახდა ინფრაწითელი დიაპაზონის რადიომეტრების გამოყენება, რომლებიც HACA-ს თანამგზავრებზე იყო განლაგებული. პირველად, ასეთი დაკვირვებები წარმოადგენდა „ნასას“ თავდაცვითი მეტეოროლოგიის თანამგზავრული პროგრამის ნაწილს და გამოიყენებოდა მოსახლეობის სიმკვრივის მონაცემების ბაზის კორექტირებისათვის. შემდეგ ჩვენი პლანეტის ღამის რუკები გახდნენ სითბოს კუნძულების გამოკვლევის ძალიან მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტები. ფართოდაა ცნობილი სხვადასხვა რეგიონისა და ქალაქის ფოტოგამოსახულების უზარმაზარი რაოდენობა.

ზოგი მათგანის დიდი გამადიდებლობით განხილვისას რუსეთისა და სამხრეთ ჩინეთის ზღვებში შეიძლება აღმოვაჩინოთ მაე-ს „ღამის ცეცხლოვანი წარმონაქმნები“: ა. სამრეწველო ობიექტებიდან და ბ. თევზმჭერი ხომალდებიდან.

რაც შეეხება მაე-ს მეშვეობით ტრადიციული რუქების სახით ინფორმაციის წარმოდგენას, ამისათვის მონაცემთა ასხმა იქმნება ან პრინციპით „ზემოდან ქვემოთ“, ან „ქვემოდან ზემოთ“. ძირითადი განსხვავება მდგომარეობს როგორც აუცილებელი, ისე ხელმისაწვდომი ინფორმაციის მოცულობაში. „ზემოდან ქვემოთ“ შემთხვევაში ენერგიის მოხმარება ხდება რეგიონალური, ან ეროვნული დონიდან, ხოლო შემდეგ მასშტაბირდება საკოორდინატო მიბმის მონაცემებად. მეორე მიდგმისათვის გამოიყენება მაე-ს ფაქტიური გაზომვები, ან ცნობილი ინფორმაცია კონკრეტული ობიექტებისათვის ენერგიის მოხმარების შესახებ, რაც ადაპტირებულია რუკების შედგენის პროცესისათვის.

ენერგიის შენახვის კანონის შედეგად მთლიანი სითბოს სახით გამომუშავებული ენერგია ხვდება ატმოსფეროში. ამიტომ საშუალო წლიური ატმოსფეროში გამოსხივებული სითბო ან თბოანთროპოგენური სითბო ტოლია მოდიფიცირების პირველადი ენერგიის მოხმარებისა და მეტაბოლური პროცესებიდან ანთროპოგენური სითბოს ჯამისა. პირველადი ენერგიის მოხმარება ამა თუ იმ ქვეყანაში შეიძლება დამატებით დაიყოს ისეთ კომპონენტებად, როგორიცაა „სითბოს კვლევა“ და „სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო წარ-

მოშობისა“ და „კომერციული, საცხოვრებელი და სატრანსპორტო სექტორების“ მაღალი ანთროპოგენური ენერგოგამოყოფა (მაე). ასეთი მაე-თვის ძალზე მნიშვნელოვანი პარამეტრები როგორიცაა ლოკალური ალბედო, არქიტექტურა და დაგეგმარება, სამშენებლო მასალები, გზების საფარი ასევე უნდა იყოს გათვალისწინებული. მაგრამ მათი კორექტული გათვალისწინება ძალზე ძნელია და პრობლემატური. რა თქმა უნდა ყველა ენერგეტიკული წვლილის მაე-ში გათვალისწინება ასევე რთულია. ამიტომ ორიგინალურ სამუშაოებში წარმოდგენილი მაე-ს მნიშვნელობები შეიძლება განვიხილოთ როგორც ქვემოდან შეფასება.

სხვადასხვა ავტორების მიერ განედისა და გრძედის მიხედვით „ზემოდან-ქვემოთ“ წარმოდგენილი მონაცემების ასხმის შედარება, გარკვეულ მსგავსებას ავლენს. ისინი დემონსტრირებენ მაე-ს წარმოების კონცენტრაციას რეგიონებში, რომლებიც განლაგებულია საშუალო განედებზე ($20^0 \div 60^0$) და გრძედებზე, რომლებიც შეესაბამებიან ჩრდილო ამერიკის -50^0-დან -120^0-მდე, ევროპის -1^0-დან -6^0-მდე გრძედებსა და აზიის 100^0-დან 135^0-მდე გრძედებს. მაე-ს ზონალური და მერიდიანული საშუალო მნიშვნელობები ჩვეულებრივ ემთხვევიან იმ ელექტროსადგურების გეოლოკაციურ განლაგებას, რომლებიც ჩამოთვლილია ელექტროსადგურების მონაცემთა გლობალურ ბაზაში.

სითბოს საქალაქო კუნძულების ყველაზე დამახასიათებლი მონაცემები წარმოდგეილია 2. ცხრილში. ანთროპოგენური თბური ემისიის ეკოლოგიურ და პრაქტიკულ საფრთხეს წარმოვადგენთ ასეთ მაგალითზე. დავუშვათ, რომ ქ. პარიზში ივლისის თვეში დადგა 30^0C ტემპერატურა. მოსახლეობის მნინშვნელოვანმა ნაწილმა თავი ცუდად იგრძნო, მაგრამ ელექტრომომარაგების სისტემა თავისი შესაძლებლობის ზღვარზე წვდებოდა პროდუქტების გაცივებისა და ნაგებობების კონდიციონერების ამოცანებს. შემდეგ ანთროპოგენური თბოგამოყოფის ხარჯზე ტემპერატურა ამაღლდა 6^0C-ით. ვთქვათ, უეცრად საჰარიდან შემოიჭრა თბილი ფრონტი, რომლის ჰაერის ტემპერატურა კიდევ 6^0C-ით მაღალი იყო. შეუძლია თუ არა პარიზის ენერგომომარაგების სისტემას სიტუაციასთან გამკლავება. გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ არა, რადგანაც ამ შემთხვევაში ენერგომოხმარება გაიზრდება თითქმის 144-ჯერ. ანალოგიური სიტუაციები სამართლიანია ყველა მაცივრებისათვის და სხვა ტექნიკური მოწყობილობებისათვის. ასეთ პრობლემას ვერ გადაჭრის მსოფლიოს ვერცერთი ელექტროქსელი. უფრო მეტიც, გარემოს ტემპერატურის მომატებით ყველა თბური ელექტროსადგურის სიმძლავრე ეცემა. ყველა მსგავს პროცესს, თან მოსდევს დიდი რაოდენობის მსხვერპლი მოსახლეობის გარკვეული ნაწილში. გარდა ამისა, მოქმედებაში შემოდის ჰიდროსფეროში სითბოს დამატებითი გავრცელების ყველა აკრძალვა წყლის ეკოსისტემების შენახვა-შენარჩუნების მიზნით [3].

გასულ (გაბნეულ) ნაკადში ძალიან ძნელია ანთროპოგენული მდგენელის გამოყოფა ვიდრე მიწისზედა გაზომვების შემთხვევაში.

ამრიგად, მაღალი ანთროპოგენური ენერგოგამოყოფის შედეგად ტემპერატურის მატება პოტენციალურად იწვევს ენერგიის მოთხოვნილების ზრდას, რაც დამატებით იწვევს ტემპერატურის მატებას.

ცხრილი 2.. მაე-ს საშუალო წლიური მნიშვნელობები ზოგ ადგილებში

#	ქალაქი (რეგიონი)	Qy, ვატ. მ²	ფონთან ფარდობით	Δ K
1	მოსკოვი (2012 წ.)	127	67.5	
2	მოსკოვის ოლქი		2.5	
3	პეკინი		26.8	
4	შანხაი		7	
5	ლოს-ანჯელესი	21		6
6	კალიფორნია		>10	
7	მანჰეტენი, ნიუ-იორკი	117-159		5.4
8	ნიუ-იორკი მთლიანად		>10	
9	პარიზი			6.1
10	ბუდაპეშტი	43		
11	ტოკიო			12
12	ჩიკაგო	53		
13	არიზონა			7.8
14	დელი			8.3
15	დასავლეთ ევროპა		0.7	
16	ლონდონი			8.6

IPCC (2013) აზრით, კლიმატის ცვლილებების შედეგების შემსუბუქების სტრატეგიის შემუშავებისას ჩატარებული გამოკვლევები განსაკუთრებით აქტუალურია ისეთი მოსახლეობის შედეგებისადმი მომატებული მგრძნობელობის გამო, რომლებიც დაბალი ტემპერატურის სასოფლო რაოდენობიდან მიგრირებენ ქალაქებში.

შემდგომი ანალიზისათვის ხშირად შემოაქვთ თბური ნაკადის გასაშუალოებული ცვლილების მნიშვნელობა. ეს ნაკადი დედამიწის ზედაპირს აღწევს CO_2-ის შემცველობის ანთროპოგენურად განპირობებული ზრდის გამო ($\Phi = 1,4$ ვატი მ²). ეს პარამეტრი წარმოიშობა როგორც მოდელირების შედეგი, რომლის დროსაც უგულვებელყოფილია მრავალი სიდიდე, უპირველეს ყოვლისა ისინი, რომლებთანაც ჩვენ საქმე გვაქვს თვითორგანიზებად სისტემებში.

მიუხედავად ამისა, ეს ჰიპოთეზური პარამეტრი შეიძლება მივუთითოთ და შევადაროთ თბური ნაკადების ობიექტურად არსებულ სიდიდეებს, როცა ისინი აღწევენ იმავე ზედაპირს (ან გამოსხივდებიდან მის მიერ) ანთროპოგენური თბური ემისიის ხარჯზე.

მოსკოვის ოლქისათვის მთლიანობაში დამატებითი გათბობის ეფექტი ორჯერ დიდია, ვიდრე ატმოსფეროში CO_2-ის შემცველობის ზრდისას ნავარაუდები გათბობა. ნიუ-ი-

ორკსა და კალიფორნიაში ენერგეტიკული დანამატი სითბოს ანთროპოგენური ემისიის ხარჯზე 7-ჯერ აღემატება Φ სიდიდეს. მოგვეჩვენება, რომ თანაფარდობა 1: 7-ის დროს კალიფორნიაში შეიძლება დავივიწყოთ CO_2-თან დაკავშირებული პრობლემები, მაგრამ ეს არ ხდება, რადგანაც პირველად ისტორიაში ძალიან რთულმა მეცნიერულმა პრობლემამ თითქმის მთლიანად გადაინაცვლა პოლიტიკის, ეკონომიკისა და სოციოლოგიის არეში, გახდა დომინანტური ინტერნეტში, მასიურ საინფორმაციო საშუალებებში და მრავალრიცხოვან საერთაშორისო ფორმებში. კიდევ უფრო მეტი, თვით საერთაშორისო ეკონომიურ ფორუმზე (დავოსში), რომელიც გაიმართა 2020 წელს, „კლიმატის ცვლილების“ თემა გახდა მთავარი.

ის რაც ზემოთ განვიხილეთ, ახასიათებს სიტუაციას, რომელიც იქნება პლანეტაზე მნიშვნელოვანად ურბანიზებულ ტერიტორიაზე. ამაზე მეტყველებს სითბოს კლასიკური საქალაქო კუნძულების მონაცემები? ეს მონაცემები მოცემულია 1. და 2. ცხრილებში, რომლებიც მიღებულია მაე-ს ამა თუ იმ ასხმის წვლილის გათვალისწინებით. ისინი იძლევა არასრულ, დაქვეითებულ მნიშვნელობებს.

ცხრილი 3. სითბოს ანთროპოგენური ემისიის სიმძლავრე ვატ. მ² (მაე); R - თბური ნაკადის სიმძლავრის (0,065 ვატ მ²) მიმართ, რომელიც წიაღიდან მოდის ხმელეთზე; $F - CO_2$-ის შემცველობის ზრდის ხარჯზე - F = 1,4 ვატ. მ².

№	რეგიონი	მაე, ვატ. მ²	R	F
1	მოსკოვის ოლქი	2.5	38	2
2	პეკინის (მხარე)	2.8	43	2
3	კალიფორნია (შტატი)	>10	>154	>7
4	ნიუ-იორკი (შტატი)	0.1	>154	>7
5	იაპონია (მთლიანად)	3	46	2
6	გერმანია (ელზასი)	10	154	7
7	დასავლეთ ევროპა მთლიანად	0.7	11	0.5
8	ხმელეთის ზედაპირი	0.1	1.5	0.1

თითქმის სითბოს ყველა დიდ ურბანისტულ კუნძულზე არსებობს ზონები, როცა მუდმივად, ან დროებით ენერგეტიკულ ნაკადებში დომინირებს ანთროპოგენური წვლილი და შეადგენს ~240 ვატ. მ². ასეთი მაე-ის ტიპური წარმომადგენლებს 2022 წლისათვის წარმოადგენდნენ: დიდი ტოკიოს მოსახლეობით ~36 მილიონი ადამიანი; შანხაი ~24 მილიონი; პეკინი ~22 მილიონი; ნიუორკი ~21 მილიონი (აგლომერაცია); მოსკოვი ~12 მილიონი. ამ ქალაქების ფართობი ხშირად ~10000 კმ²-ს შეადგენს და აღემატებიან მთელი

რიგი ქვეყნების ფართობებს. სამეცნიერო ლიტერატურაში ვდებდით ხოლმე მტკიცებულებს, რომ მაე - ეს არის თბური დაბინძურების ლოკალური (წერტილოვანი) წყაროები. თანამედროვე ეტაპზე ეს ასე არ არის.

მაე-ს დიდი ნაწილი მოთავსებულია პლანეტის ჩრდილო ნახევარსფეროს სამ რეგიონში, რომელთა ფართობები საშუალოდ შეადგენს ~3 მილიონ კვადრატული კილომეტრს თითოეული. რაც შეეხება ჩვენი პლანეტის ღამის ცის რუქებს, ის უფრო თანამედროვე თანამგზავრული მონიტორინგის მიდგომით უჩვენებს იგივე შედეგებს [4]. მხოლოდ, გაჩნდა კიდევ ერთი „ლაქა“-ინდოსტანი. როგორც უკვე აღინიშნა მსოფლიოში სერტიფიცირებულ მეტეოსადგურთა რაოდენობა და განლაგება განისაზღვრება ქვეყანათა მოთხოვნილებისამებრ. შევნიშნოთ, რომ მათი უმეტესობა იმყოფება იქ, სადაც რეგისტრირებულია თბური კუნძულები და „ალისებრი“ გროვები [4].

როცა ვინმე ლაპარაკობს დედამიწის გლობალურ კლიმატზე, უნდა ახსოვდეს, რომ ასეთი საერთოდ მიღებული ცნება მეცნიერებას არ გააჩნია. ეს უბრალოდ პოლიტიკოსების, ეკონომისტებისა და სოციოლოგების შექმნილი ტერმინია. კლიმატი ყოველთვის მიეკუთვნება დედამიწის განსაზღვრულ ადგილს, ახასიათებს ამინდის გასაშუალოებულ მდგრადობას მრავალი წლის მანძილზე. მაგალითად, ტანზანიაში კალიმანჯაროს მწვერვალიდან ~100 კმ რადიუსით შეიძლება აღმოვაჩინოთ დედამიწის თითქმის ყველა კლიმატური სარტყელი და ლაპარაკი კლიმატზე თითქმის თუნდაც ~30 ათას კმ^2 ფართობზე აზრსმოკლებულია. მრავალ დაინტერესებულ პირს ეს კარგად ესმის და „გლობალური კლიმატის“ ნაცვლად ხმარობს ისევ არც თუ მთლად განსაღვრულ ცნებებს: „კლიმატის ცვლილება“, ან „გლობალური დათბობა“.

ის ვინც ლაპარაკობს დედამიწის კლიმატური სისტემის საშუალო ტემპერატურის ხანგრძლივ მომატებაზე უნდა დაფიქრდეს: რომელი პარამეტრებით და როგორ ხდება გამოყენებული სიდიდეების გასაშუალება? რამდენად დასაბუთებულადაა აღებული ტემპერატურულ ღერძზე ათვლის დასაწყისი?

ამ მიმართულებით წინასწარმეტყველებათა მეცნიერულ მხარეზე ლაპარაკისას არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ ბუნებრივი სინოპტიკური პერიოდის (~ ერთი კვირა) მიღმა გავლილი სიტუაცია არ განსაზღვრავს სისტემის მდგომარეობის მომავალს [5]. გასული საუკუნის 70-იან წლებში ფრანგი მეცნიერები მივიდნენ დასკვნამდე, რომ ამინდის წარმატებული პროგნოზს ორ კვირაზე მეტი პერიოდის შემდეგ არ გააჩნია არანაირი მეცნიერული საფუძველი. კლიმატურ ცვლილებათა პროგნოზი კიდევ უფრო პრობლემატურია. წარსული დაკვირებების გამოყენება სისტემის მომავალი მდგომარეობის პროგნოზირებისათვის ჯერ-ჯერობით ვერ აღწევს წარმატებას.

ამ საუკუნის I მეოთხედისათვის კაცობრიობის უდავო მიღწევა CO_2-ის ანთროპოგენური ემისიის კატასტროფული შედეგების დამკვიდრება-დასაბუთებისათვის იმყოფება პოლიტიკის, ეკონომიკისა და სოციოლოგიის სფეროში. აშშ-სა და დასავლეთ ევროპის მოსახლეობას სჯერა გლობალური დათბობისა და მასთან დაკავშირებული შესაძლო საფრთხეების. ამის ეკონომიკურ მიზეზს ერთი მხრივ წარმოადგენდა „მოწინავე ქვეყნების“

მთავრობათა სურვილი ყოფილიყო საკმარისი საშუალებების მიღება ახალი ტექნოლგიური ნახტომისა და სხვა ქვეყნების საგრძნობლად გასწრება, რაც პირველ რიგში უნდა ასახულიყო ენერგოწარმოებისა და „მწვანე ეკონომიკის“ სტრუქტურის დარგში [6]. ეს რა თქმა უნდა, ხელს არ უშლის მას, რომ ამ ხარჯების მნიშნელოვანი ნაწილი დალექილიყო საერთაშორისო ნავთობისა და გაზის „ქალიშვილ“ საწარმოებში“.

დებულება „არ არის კლიმატის თეორია“ - არ არსებობს ბაზა მომავალში მის ცვლილებებზე „მსჯელობისა, ნაწილობრივ ძალაშია. დედამიწის კლიმატოეკოლოგიური სისტემის გრანდიოზულობას სირთულესა და მდგრადობას ცალსახად არავინ უარყოფს, რამდენადაც მათი წინასწარმეტყველები ცხოვრობენ მაე-ში, იციან კლიმატის იქაურ თავისებურებებზე და იმის შესახებ თუ როგორ განალაგონ ოპტიმალურად მეტეოსადგურები.

ამრიგად, ჩვენი პლანეტა განიცდის გარემო პირობების და მათ შორის კლიმატის მრავალფეროვან გავლენას, რომელთაგან ზოგიერთი ლოკალურია, ხოლო დანარჩენები ყველა ქვეყნისათვის საერთო. ამიტომაც მათი გავლენის შედეგების აღმოფხვრისათვის საჭიროა ამ ქვეყნის ერთიანი ძალისხმევა და კოოპერირებული მოქმედება.

ლიტერატურა:

1. Одум Ю. Экология М.: Мир, 1986; Odum E. P. Basic Ecology, 1983;
2. Балдина Е. А. Снимки в инфракрасном тепловом и радиоволновом диапазонах и их использование для географических исследований и тематического картографирования. М.: МГУ, 2016.
3. Александров Г. Г. Антропогенные потоки тепла в столичных агломерациях России и Китая. ДАН. География, т. 457, №1б 2014.
4. Rubino M., et al. A revised 1000-year atmospheric S13C – CO2 record from LAW Dome and South Pole. Antarctica. J. Geophys. Res Atmos 118, 8484 – 8499; 2013.
5. ადეიშვილი თ. გეოფიზიკა II, ატმოსფეროს ფიზიკა, ქუთაისი, 2018.
6. ადეიშვილი თ., ბერძენიშვილი ნ., ჟღენტი ე. კაცობრიობის გლობალური ეკოლოგოიური პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები. ს/კ ეკოლოგის თანამედროვე პრბლემები. თბილისი 2026.
7. Climate Change And Extreme Temperatures, N. Berdzenishvili, International Scientific Conference “Modern Problems of Ecology”
8. Climatic Features of the Resort, N. Berdzenishvili, Journals of Georgian Geophysical Society 24 (2)
9. კლიმატური ცვლილება და მცენარეთა ადაპტაცია, N. Goginashvili, N. Berdzenishvili, International Scientific Conference “Modern Problems of Ecology”
10. Climate Wind Power Resources, N. Berdzenishvili, European Researcher, 952-956
11. Anthropogenization in Georgia, N. Berdzenishvili, European Researcher, 2266-2270
12. LANDSCAPE AND GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE RESORTS OF IMERETI, N BERDZENISHVILI, WORLD 6 (1), 025-030

Thermal pollution and global climate changes

Adeishvili T., Adeishvili Tor., Berdzenishvili N., Chkhirodze D., Tskipurishvili T.

SUMMARY

The Work presents the most environmental problems of our time – thermal pollution and global climate changes and shows ways to solve them.

ხელოვნური ინტელექტის რევოლუცია გლობალურ მეტეოროლოგიაში

ცირა ბერაძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

***აბსტრაქტი**-სტატიაში შესწავლილია ატმოსფერული ქაოსი და პროგნოზირების კლასიკური ლიმიტები, მაქსიმალური ეფექტურობით პრობლემების გადაწყვეტა და მოვლენათა წინასწარი პროგნოზირება. განხილულია მასალები ფიზიკური განტოლებებიდან ნეირონულ ქსელებამდე. AI მოდელების არქიტექტურა, მათ მათემატიკურ პრინციპები, ტრადიციულ მეთოდებთან შედარება და არსებული გამოწვევები. ნაჩვენებია დიდ მონაცემთა თანამედროვე ტექნოლოგიები, რაც ეხმარება მკვლევარებს ოპტიმალური გადაწყვეტილებების მიღებაში და ზუსტი პროგნოზების გაკეთებაში, აღნიშნული ტექნოლოგიები ინფორმაციის დამუშავების ალტერნატიულ გზებს წარმოადგენს და მათი რეალიზება შესაძლებელია თანამედროვე კომპიუტერებზე, AI მოდელები ისტორიულ მონაცემებზე სწავლობენ და პროგნოზს წამებში აგენერირებენ.*

***საკვანძო სიტყვები**: ხელოვნური ინტელექტი, მანქანური სწავლება, გრაფების ნეირონული ქსელები.*

ხელოვნურმა ინტელექტმა (AI) რევოლუცია მოახდინა მეტეოროლოგიაში. საუკუნეების განმავლობაში ამინდის წინასწარმეტყველება ადამიანის ერთ-ერთი ყველაზე დიდი გამოწვევა იყო. დღეს, კლიმატის გლობალური ცვლილებისა და სტიქიური უბედურებების ფონზე, ზუსტ პროგნოზს სასიცოცხლო მნიშვნელობა აქვს. ამ ბრძოლაში მეტეოროლოგების მთავარი მოკავშირე ხელოვნური ინტელექტი (AI) გახდა, შიქმნა ამინდის პროგნოზირების ახალი ეპოქა, რომელმაც ამინდის პროგნოზირების სიზუსტე და სიჩქარე სრულიად ახალ საფეხურზე აყვანა, ტრადიციული მეთოდებისგან განსხვავებით, რომლებიც რთულ ფიზიკურ და მათემატიკურ განტოლებებს ეყრდნობა.

AI მოდელები წინა წლების გიგანტურ მონაცემთა ბაზებს აანალიზებენ და კანონზომიერებებს წამებში პოულობენ.

ამინდის პროგნოზირება თანამედროვე მეცნიერების ერთ-ერთი ყველაზე რთული გამოთვლითი ამოცანაა. ატმოსფერო წარმოადგენს არახაზოვან, დინამიკურ სისტემას,