

**თსუ-ს მ. ნოდია სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის ატმოსფეროს
ფიზიკის სექტორის მონაწილეობით 2024 წელს გამოქვეყნებული
სამეცნიერო ნაშრომების მოკლე მიმოხილვა**

ამირანაშვილი ა., ბლიაძე თ., კერესელიძე ზ., ჩიხლაძე ვ.

*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიხეილ ნოდია
სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი
avtandilamiranashvili@gmail.com*

თსუ, მ. ნოდია სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტში ატმოსფეროს ფიზიკის დარგში ტრადიციულ კვლევებთან ერთად, როგორცაა ღრუბლების ფიზიკა და ატმოსფერულ პროცესებზე აქტიური ზემოქმედება (სეტყვა, ელჭექი, ნისლი და სხვა), ატმოსფერული აეროზოლების და ოზონის ფიზიკა, ატმოსფერული პროცესების და მათზე აქტიური ზემოქმედების ექსპერიმენტული ლაბორატორული მოდელირება, რადიოლოკაციური მეტეოროლოგია, ატმოსფეროს დაბინძურება, აგრეთვე ტარდებოდა და ტარდება სამუშაოები საქართველოს კლიმატის ცვლილების, ბუნებრივი კატასტროფების რისკის შეფასების, საქართველოს საკურორტო და ტურისტული ადგილების კლიმატური და ბიოკლიმატური პასპორტიზაციის, ადამიანის ჯანმრთელობაზე და ზოგადად ბიოსფეროზე სხვადასხვა მეტეო-გეოფიზიკური ფაქტორების ზემოქმედების შეფასების, სხვადასხვა გეოფიზიკური ველების კომპლექსური კვლევების დარგში.

2024 წ. სექტორში და სექტორის მონაწილეობით გამოქვეყნებული იყო 43 სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის 31 საქართველოში [1-31] და 12 საზღვარგარეთ [32-43].

თანამშრომლობითი ნამუშევრები გამოქვეყნებულია შემდეგ ადგილობრივ და უცხოურ ორგანიზაციებთან: ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, სტუ [1-7, 12, 13, 15, 18-20, 22, 28, 29, 32-38, 41-43]; ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი [30,32,40]; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი [18]; ვახუშტი ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი, თსუ [3,15,26]; გარემოს ეროვნული სააგენტო [7,12,22,35,36]; სამედიცინო უნივერსიტეტი [10,11]; საქართველოს ოკუპირებული ტერიტორიებიდან დევნილთა, შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტრო [10,11]; ა. ჯანელიძის სახ. გეოლოგიის ინსტიტუტი, თსუ [4,16,17]; საქართველოს ფიზიკური აღზრდისა და სპორტის სახელმწიფო სასწავლო უნივერსიტეტი [10,11]; სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრი “დელტა” [30,40]; ფრაიბურგის უნივერსიტეტი, გერმანია [7,12]; გეო-ჰიდროლოგიური დაცვის კვლევითი ინსტიტუტი, პერუჯა, იტალია [16]; პლაზმის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიის ინსტიტუტი, ბარი, იტალია [27]; კოსმოსური და პლაზმის ფიზიკა, სტოკჰოლმი, შვედეთი [27]; ბუნებრივი რესურსებისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერებების უნივერსიტეტი, მთის რისკების ინჟინერიის ინსტიტუტი, ვენა, ავსტრია

[35,36]. ქვემოთ მოყვანილი ნაშრომები თემატურად რამდენიმე ჯგუფად შეიძლება დაიყოს, კერძოდ: სეტყვის პრობლემებთან დაკავშირებული (1, 5, 30, 33, 37, 40, 41, 42); ატმოსფერული ნაკადები (6, 19, 26, 35, 43); ნალექები და მეწყერები (4,15, 16, 17, 18, 21, 36); ამინდი, კლიმატი, გლობალური დათბობა, დემოგრაფია (2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 22, 27, 32); გეოფიზიკის ინსტიტუტის და ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის საერთო და ატმოსფეროს ფიზიკის სექტორის სამეცნიერო აქტივობები (13, 20, 28, 29, 31); თოვლის ზვავები, მიწისძვრები, რადონის მონიტორინგი, მყინვარები (23, 24, 25, 34, 38).

ქვემოთ მოყვანილია აღნიშნული ნაშრომების მოკლე ანოტაციები.

[1]. სტატიაში წარმოდგენილია საქართველოს 30 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემების სტატისტიკური ანალიზის ზოგიერთი შედეგი 1941-2021 წლებში წლის თბილ ნახევარში სეტყვიან დღეთა რიცხვის შესახებ. კერძოდ, მიღებულია შემდეგი შედეგები: მოყვანილია მონაცემები სეტყვიან დღეთა საშუალო და მაქსიმალური მნიშვნელობების შესახებ 1941-2021წლებში, 1941-1980 (პირველი პერიოდი) და 1981-2021 (მეორე პერიოდი); შესწავლილ იქნა კორელაციები საკვლევ პარამეტრებს შორის დროის აღნიშნულ პერიოდებში; დადგინდა, რომ მეორე პერიოდში, პირველთან შედარებით, 21 სადგურზე შეინიშნება სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის შემცირება, 8 სადგურზე ეს რიცხვი არ იცვლება და მხოლოდ ერთ სადგურზე შეინიშნება სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის მატება; შესწავლილი იქნა სეტყვიან დღეთა საშუალო და მაქსიმალური რიცხვის დამოკიდებულება ადგილის სიმაღლესთან მიმართებაში 1500 მ-ზე ნაკლებ სიმაღლეზე მდებარე 24 მეტეოსადგურისთვის საკვლევ პერიოდის განმავლობაში; დადგინდა, რომ მეორე პერიოდში, პირველთან შედარებით, სუსტდება.

[2]. განხილულია შემოდგომის პირველი წყინვების სტატისტიკური მონაცემები, რომელიც მოიცავს 2007- 2022 წლებს. დამუშავებულია საქართველოს ტერიტორიაზე განაწილებული 25 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები წყინვების შესახებ. საკვლევ 16 წლიანი პერიოდისთვის დადგენილია ყველაზე ადრე და ყველაზე გვიან დაფიქსირებული შემოდგომის პირველი წყინვები.

[3]. ამინდი და კლიმატი არის ორი ძირითადი ფაქტორი, რომელიც განსაზღვრავს ტერიტორიის ბიოკლიმატურ რესურსებს და, შესაბამისად, მის ვარგისიანობის ხარისხს საკურორტო და ტურისტული ინდუსტრიის ორგანიზებისა და განვითარებისთვის. ადრეული კვლევები ტურიზმისთვის იყენებდნენ სხვადასხვა კლიმატის ინდექსებს. ბოლო წლებში პოპულარობას იძენს ეგრეთ წოდებული Holiday Climate Index (დასვენების კლიმატის ინდექსი – HCI), რომელიც წარმოადგენს ხუთი კლიმატური ელემენტის კომბინაციას (ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა, ღრუბლის საფარი, ნალექი და ქარი). HCI-ს მნიშვნელობების განსაზღვრა საქართველოს სხვადასხვა ლოკაციებზე 2020 წელს დაიწყო (თბილისი, კახეთის რეგიონი, 13 მაღალმთიანი წერტილი და სხვ.). ამ ნაშრომში საქართველოს ქვემო ქართლის რეგიონის 8 დასახლებულ პუნქტში (ბოლნისი, გარდაბანი, დმანისი, თეთრი წყარო, მარნეული, წალკა, მანგლისი, რუსთავი) დასვენების კლიმატის ინდექსის (HCI) გრძელვადიანი საშუალო მნიშვნელობების მონაცემების ანალიზია წარმოდგენილი. შესწავლილი იყო HCI-ს მნიშვნელობების წლიური განაწილება; კორელაციები ცალკეულ სადგურებს შორის განისაზღვრა საშუალო თვიური და სეზონური HCI-ს მნიშვნელობების საფუძველზე; აღმოჩნდა, რომ ქვემო ქართლის ყველა წერტილისთვის HCI-ს საშუალო თვიური მნიშვნელობების წლიური ცვალებადობის რეგ-

რესიის განტოლებებს აქვს მეცხრე რიგის პოლინომის ფორმა; განისაზღვრა საშუალო თვითური და სეზონური HCl-ს მნიშვნელობების კატეგორიები ქვემო ქართლის მითითებულ დასახლებებში; შედარება განხორციელდა ქვემო ქართლის 8 პუნქტში HCl-ს საშუალო თვითური მნიშვნელობების სტატისტიკური მახასიათებლების მითითებულ მახასიათებლებთან ბოლნისში, გარდაბანში, მარნეულში, რუსთავში (სადგურების სიმაღლე ზღვის დონიდან $H < 1$ კმ) და დმანისში, თეთრი წყაროში, წალკა, მანგლისი ($H \geq 1$ კმ) და ჩატარდა HCl კატეგორიების განმეორებადობის შესაბამისი ანალიზი. ნაჩვენებია, რომ ქვემო ქართლში ბიოკლიმატური პირობები ხელსაყრელია საკურორტო და ტურისტული ინდუსტრიის განვითარებისთვის წლის ყველა თვეში. მომზადდა ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე საშუალო თვითური HCl-ს კატეგორიების განაწილების ვიზუალური რუკა.

[4]. წარმოდგენილია საქართველოს 39 მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემების რეპრეზენტულობა ამ სადგურების ირგვლივ ნალექების თვითური რაოდენობის მიხედვით კვლევის შედეგების გათვალისწინებით. დაკვირვების პერიოდი 1936 – 2015 წწ. კერძოდ, დადგინდა რომ ამ სადგურების რეპრეზენტულობა თვითური ნალექების მიხედვით მერყეობს 14 კმ-დან (ახალქალაქი, იანვარი) 90 კმ-მდე (ახალციხე, ოქტომბერი).

[5]. ნაშრომში წარმოდგენილია ბოლნისსა და წალკაში სეტყვიან დღეთა რაოდენობის წლის თბილ ნახევარში (HD) 1941-2021 წლებში ცვალებადობის მახასიათებლების შესწავლის შედეგები და მათი მოსალოდნელი ცვლილება 2045 წლამდე. აღნიშნულ პუნქტებში შესწავლილი იქნა სეტყვიან დღეთა რაოდენობის დროის სერიების სტაბილურობა HD-ს დროსთან კორელაციების განსაზღვრით (წრფივი კორელაცია, კენდალის და სპირმანის რანგის კორელაცია). განისაზღვრა ავტოკორელაციის დონე HD-ს დროის რიგებში ბოლნისსა და წალკაში. შესწავლილია ამ დროის რიგების პერიოდულობა. განხორციელდა ბოლნისსა და წალკაში სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ინტერვალური პროგნოზირება 2045 წლამდე HD-ს დროის რიგებში პერიოდულობის გათვალისწინებით.

[6]. წარმოდგენილია 2024 წლის 25 ივნისს კახეთში ტორნადოს გავრცელების არეალის ექსპედიციური კვლევის ზოგიერთი შედეგი. ალავერდის საკათედრო ტაძარში მეცნიერთა ჯგუფს შეხვედრა ჰქონდა მის მაღალყოვლადუსამღვდელესობასთან აბბა ალავერდელ მიტროპოლიტ – დავითთან. დაწვრილებით იქნა განხილული ალავერდის ტაძრის დაზიანებები. მიღებული იქნა მნიშვნელოვანი ინფორმაცია ამ საკითხთან დაკავშირებით. შემდგომი კვლევა გაგრძელდა ტაძრის მიმდებარე ტერიტორიაზე და სოფლების ქვემო და ზემო ალვანის მიმართულებით. დადგენილი იქნა ქარბორბალას წარმოშობის სავარაუდო ადგილი, გავრცელების ტრაექტორია და არეალი. შესწავლილი იქნა გავრცელების ტრაექტორიაზე ქარბორბალათი გამოწვეული დაზიანებები. უახლოეს მომავალში იგეგმება ამ ბუნებრივი ფენომენის უფრო დეტალური შესწავლა.

[7]. წარმოდგენილია წალკისთვის (საქართველო) დასვენების კლიმატის ინდექსის (HCI) მრავალწლიანი საშუალო თვითური მნიშვნელობების მონაცემები. ჩატარდა ყოველთვიური, სეზონური და წლიური HCl-ის მნიშვნელობების დეტალური ანალიზი 60 წლის განმავლობაში (1956-2015). შესწავლილია HCl-ის ცვალებადობა 1986-2015 წლებში 1956-1985 წლებთან შედარებით და შესწავლილი იქნა HCl-ის ტენდენციები 1956-2015 წლებში.

[8]. წარმოდგენილია 2012-2023 წლებში საქართველოში და მის რეგიონებში სახანძრო განგაშის რაოდენობის (FAC) ყოველკვირეული სტატისტიკური ანალიზის შედეგები. კერძოდ, მიღებული იქნა შემდეგი შედეგები. ყველაზე მაღალი საშუალო წლიური FAC-ის

მნიშვნელობა ფიქსირდება კახეთში (858), ყველაზე დაბალი – თბილისში (14). მთლიანობაში საქართველოში საშუალო წლიური FAC-ის სიდიდე არის 2739. შესწავლილია ყოველკვირეული FAC-ის მნიშვნელობების შიდაწლიური განაწილება საქართველოსა და მისი რეგიონებისთვის. განისაზღვრა წრფივი კორელაციური ურთიერთობის ხარისხი საქართველოს რეგიონებს შორის ხანძარსაწინააღმდეგო სიგნალიზაციის ყოველკვირეულ რაოდენობაზე.

[9]. წარმოდგენილია $PM_{2.5}$ და PM_{10} ნაწილაკების საშუალო თვიური და წლიური კონცენტრაციების სტატისტიკური ანალიზის შედეგები თბილისში სამ ლოკაციაზე (ყაზბეგის გამზ., წერეთლის გამზ. და ვარკეთილი) 2017-2023 წლებში. ჩატარდა ჰაერის დაბინძურების მითითებულ მაჩასიათებლებს შორის კორელაციის ანალიზი. შესწავლილი იქნა $PM_{2.5}$ და PM_{10} საშუალო წლიური მნიშვნელობების ცვალებადობა დაკვირვების საკვლევი პერიოდში. კერძოდ, დადგინდა, რომ 2020-2021 წლებში აეროზოლების საშუალო წლიური კონცენტრაციის მნიშვნელოვანი შემცირების შემდეგ COVID-19-ის პანდემიასთან დაკავშირებული მანქანების გადაადგილების შეზღუდვების გამო, ბოლო წლებში დაფიქსირდა ატმოსფეროს აეროზოლებით დაბინძურების ზრდა. ამრიგად, 2023 წელს წერეთლის გამზირზე მდებარე მონიტორინგის სადგურმა ჰაერში PM_{10} შემცველობის რეკორდული ზრდა დააფიქსირა. ზოგადად, დაკვირვების მთელი პერიოდის განმავლობაში $PM_{2.5}$ და PM_{10} საშუალო წლიური კონცენტრაცია იყო დასაშვებ ზღვარზე მეტი.

[10]. ნაშრომში წარმოდგენილია შობადობის, სიკვდილიანობის და მოსახლეობის ზრდის ცვალებადობის სტატისტიკური ანალიზის შედეგები 1994-2023 წლებში. ნაჩვენებია COVID-19 პანდემიის როლი დემოგრაფიული მდგომარეობის გაუარესებაში მისი არსებობის პერიოდში (2020-2021) და პოსტCOVID პერიოდში (2022-2023).

[11]. ნაშრომში წარმოდგენილია 2018-2023 წლებში ბათუმში Missenard-ის მიხედვით ჰაერის ეფექტური ტემპერატურის დღიური საშუალო და მაქსიმალური მნიშვნელობების სტატისტიკური ანალიზის შედეგები.

[12]. 1956-2015 წლებში წალკაში (საქართველო) დასვენების კლიმატის ინდექსის (HCI) ყოველთვიური მნიშვნელობების ცვალებადობის შესახებ ადრე მოპოვებულ ბუნებრივ მონაცემებზე დაყრდნობით, განხორციელდა HCI-ის ინტერვალური პროგნოზი 2026-2035 წლებში ექსპონენციალური დაგლუვების AAA ვერსიის გამოყენებით (ETS) ალგორითმი.

[13]. წარმოდგენილია თსუ, მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტისა და სტუ, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ერთობლივი სამუშაოების მოკლე მიმოხილვა ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში.

[14]. სტატიაში წარმოდგენილია თბილისში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის (T_{TB}) ცვალებადობის ანალიზის შედეგები 1844-2023 წლებში კლიმატის ცვლილების ფონზე. ასევე, გაკეთებულია ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ანომალიების შედარება თბილისში (ΔT_{TB}) და 24° - 64° ჩრდილოეთ გრძედის (ΔT_z) ზონაში 1884-2023 წლებში. მიღებულია შესწავლილი პარამეტრების ტენდენციები (T_{TB} და ΔT_{TB} მეოთხე ხარისხის მრავალწევრია, ΔT_z არის მეშვიდე ხარისხის მრავალწევრი). აღნიშნულია, რომ შესწავლილ ლოკაციებზე ბოლო ათწლეულის განმავლობაში დაფიქსირდა ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელოვანი მატება.

[15]. განხორციელდა თბილისში ნალექების რაოდენობით ყოველთვიური და სეზონური (წელი, ცივი და თბილი სეზონები) დაკვირვებების დროის სერიების სტატისტი-

კური ანალიზი 1844 წლიდან 2023 წლამდე. ნალექის თვიური და სეზონური საშუალო მნიშვნელობების შედარება განხორციელდა ორ ოთხმოცდაათწლიან და ოცდაათწლიან პერიოდზე (1844-1933 და 1934-2023, ასევე 1844-1873 და 1994-2023 წლებში). ამ დაკვირვების დროის სერიების თავსებადობის შესაფასებლად ჩატარდა მათ შორის წრფივი კორელაციის ანალიზი განსაზღვრული დროის პერიოდებისთვის.

[16]. სტატიაში, განხილულია 2024 წლის 7 თებერვალს ნერგეთში (იმერეთი, საქართველო) მეწყერის გამომწვევი ნალექის რეჟიმის ანალიზის შედეგები, (დღე მეწყერით და 3, 5, 7, 10, 20 და 30 დღით ადრე, მეტეოროლოგიური სადგურების ქუთაისისა და ზესტაფონის მონაცემებზე დაყრდნობით). აღნიშნული მონაცემები იმერეთში მეწყერული 75 მეწყერული შემთხვევის მსგავს კერძოდ, აღმოჩნდა, რომ ძლიერი ნალექის რეჟიმი, რომელმაც ნერგეთში მეწყერი გამოიწვია, საკმაოდ იშვიათად დაფიქსირდა იმერეთის რეგიონში – 75-დან 12%-ში მეწყერის ნალექის რაოდენობის გამო და 30 დღის განმავლობაში ნალექების დაგროვებული რაოდენობის შემთხვევების მხოლოდ 8%-ში. ძირითადი სიტყვები: მეწყერი, ატმოსფერული ნალექი, ნალექი, იმერეთი, საქართველო.

[17]. სტატიაში, შედარებულია სატელიტურ (PS) და მიწისპირა (PM) მონაცემები ნახევარ წლიური და წლიური ნალექების შესახებ 26 მეტეოროლოგიურ სადგურზე საქართველოში, 2001-2020 წლებში. კერძოდ, აღმოჩნდა, რომ PS-სა და PM-ს შორის ურთიერთობა დამაკმაყოფილებლად არის აღწერილი წრფივი განტოლებით. ძირითადი სიტყვები: ატმოსფერული ნალექიანობა, ადგილზე დაფუძნებული და სატელიტური გაზომვები.

[18]. *ნაშრომში წარმოდგენილია 2024 წლის 7 ივლისს თბილისში უხვი ნალექის ანალიზის ზოგიერთი შედეგი მიწის დონეზე და სატელიტური გაზომვების საფუძველზე.*

[19]. სტატიაში წარმოდგენილია ატმოსფერული სტაბილურობის დონის და ჭექა-ქუხილის პროცესის მახასიათებლების შესწავლის შედეგები, რამაც ხელი შეუწყო ტორნადოს წარმოქმნას კახეთში 2024 წლის 25 ივნისს.

[20]. *ნაშრომში წარმოდგენილია ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიხეილ ნოდias სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის დიდ საღრუბლო კამერაში ატმოსფეროს ფიზიკის მიმართულებით ჩატარებული ექსპერიმენტალური კვლევების მოკლე მიმოხილვა. წარმოდგენილია ამ კვლევების შემდგომი განვითარების პერსპექტიული გეგმები.*

[21]. მოცემულია ინფორმაცია ე.წ. ირიბი წვიმების შესახებ, განმარტებულია მისი მნიშვნელობა მშენებლობასა და არქიტექტურაში და აგრეთვე წარმოდგენილია თსუ-ს გეოფიზიკის ინსტიტუტის თერმობაროკამერაზე ჩატარებული ირიბი წვიმების მარეგისტრირებული დანადგარის მაკეტის გამოცდებისთვის შექმნილი სტენდი.

[22]. გასული საუკუნის ბოლო წლებიდან დაწყებულმა კლიმატის გლობალურმა დათბობამ კაცობრიობას ძალიან ბევრი სიძნელე და საფრთხე შეუქმნა. როგორც სამამულო, ისე საზღვარგარეთელი მეცნიერების მთელი რიგი გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ მიმდინარე სტიქიური კატასტროფები დაკავშირებულია უშუალოდ ამინდისა და კლიმატის ცვლილებასთან. დედამიწის ზედაპირზე მიმდინარე პროცესების ჩამოყალიბებაში, როგორიცაა მცენარეთა საფარის და ცხოველთა სამყაროს გეოგრაფიული განაწილება, ბიოლოგიური პროცესების ინტენსივობა და ხასიათი უშუალოდ მონაწილეობს ამინდი და კლიმატი. თუმცა ამავე დროს უნდა აღინიშნოს, რომ ადამიანის ყოველდღიური საქმიანობა, როგორიცაა სოფლის მეურნეობა, ტურიზმი და საკურორტო ინდუსტრია, სამშენებ-

ლო საქმე და ენერგეტიკული რესურსების მართვა უშუალოდაა დაკავშირებული მოცემული ადგილის კლიმატურ პირობებთან. ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ კლიმატი ხასიათდება დუალიზმით, ორბუნებოვანია და როგორც ბუნებრივ, ასევე სოციალურ-ეკონომიკურ ფაქტორსაც წარმოადგენს. ამდენად კლიმატის კვლევა ყოველთვის იყო მნიშვნელოვანი და განსაკუთრებით კი აქტუალური გახდა მისი შესწავლა გასული საუკუნის II ნახევრიდან. ეს განპირობებულია იმით, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე თავი იჩინა რეგიონულმა კლიმატურმა ვარიაციებმა, რამაც კაცობრიობას უამრავი პრობლემა შეუქმნა.

[23]. მიწისძვრის წინამორბედების მონიტორინგის დროს, დამატებითი ინფორმაციის სახით ელექტრომაგნიტური ველების ანალიზის ვარიაციებით, შესაძლებელია მიწისძვრის წინამორბედების განსაზღვრა, რაც ძალიან აქტუალური და მნიშვნელოვანი პრობლემაა. გეომაგნიტური ველის ცვალებადობასა და სეისმურ აქტივობას შორის კავშირი მიწისძვრის პროგნოზირების ფუნდამენტური პრობლემის არსებითი ელემენტია. გეოდინამიკური პროცესების არაცალსახობის თვალსაზრისით საქართველო მიეკუთვნება ერთ-ერთ განსაკუთრებულად რთულ რეგიონს. მაკრო სტრუქტურული ფაქტორი აქ არის არაბეთისა და ევრაზიის ტექტონიკური ფილების კონტაქტი, რასაც ემატება ლოკალურ გეოლოგიური სტრუქტურული მრავალფეროვნება, თუმცა ყველა ეს ადგილი გამოირჩევა მაღალი სეისმურობით. სტატიაში წარმოდგენილია სეისმური პროცესების მომდინარეობის ისეთ ინდიკატორებზე დაკვირვება როგორიცაა: გეომაგნიტური ველი.

[24]. SRNSFG FN-19-22022 პროექტის „რადონის აგეგმვა და რადონის რისკის შეფასება საქართველოში“ ფარგლებში, საქართველოს რიგ გეოგრაფიულ ზონებში ჩატარდა საველე სამუშაოები როგორც წყალსა და ნიადაგში რადონის (^{222}Rn) განაწილების რაოდენობრივად განსაზღვრის მიზნით, ასევე, რადონის კონცენტრაციების განმსაზღვრელი გეოლოგიური ფაქტორების შესაფასებლად. ადგილზე რადონის კონცენტრაცია გაზომილი იქნა ნიადაგის აირში (68 სინჯის ადების წერტილი) და სხვადასხვა წყალპუნქტებში (ქები და წყაროები, სულ 75 წყალპუნქტი, 66- წყარო, 9 ჭაბურღილი) AlphaGUARD PQ2000 PRO (Saphymo GmbH) რადონის მონიტორის გამოყენებით. რადონის კონცენტრაცია მერყეობდა 0,12-დან 73 Bq/L წყალში და $36,9 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ -მდე ნიადაგის აირში. ყველა სადამკვირვებლო ადგილი მონიშნული იყო GPS პოზიციით. მონაცემები დამუშავდა საბაზისო სტატისტიკური ანალიზით და წარმოდგენილ იქნა სხვადასხვა გრაფიკების მეშვეობით. შემდგომში, ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე წყალსა და ნიადაგის გაზში რადონის განაწილების ვიზუალიზაციისათვის მოხდა საველე მონაცემების აციფვრა და ინტეგრირება GIS სისტემაში.

[25]. *მყინვარები ყოველთვის პოტენციურ საფრთხეს წარმოადგენდნენ კავკასიის რეგიონში, სადაც მთის კანიონები საკმაოდ მჭიდროდ არის დასახლებული. გლობალურ კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებულმა პროცესებმა, რომლებიც ყველგან ხდება, უკიდურესად გაამწვავა მყინვარული კატასტროფებისგან მოსახლეობის პრევენციის პრობლემა. მაგალითად, არსებობს სამწუხარო გამოცდილება, რომელიც დაკავშირებულია კოლკას მყინვარის ნგრევასთან, რამაც გამოიწვია გიგანტური გლაციალური ღვარცოფი 2002 წელს. ასეთი კატასტროფის კატეგორიაში უნდა შედიოდეს გლაციალური ღვარცოფის გენერირება ბუბას მყინვარიდან 9/3/2023, რამაც გამოიწვია ტრაგედია უამრავი მსხვერპლით კურორტ შოვში. ასეთი კატასტროფული მოვლენების განვითარების შესაძლო ადგილისა და დროის განსაზღვრას (მიწისძვრები, ვულკანური ამოფრქვევები, ფართომასშტაბიანი წყალ-*

დიდობები) აქვს საიმედოობის ძალიან დაბალი ხარისხი და პრობლემატურია, მიუხედავად სახმელეთო და კოსმოსური მონიტორინგის სამეცნიერო მეთოდების თანამედროვე დონისა. კერძოდ, აშკარაა საჭიროება კავკასიის მყინვარების ამჟამინდელი მდგომარეობის გრძელვადიანი მონიტორინგისა და ყოვლისმომცველი დიაგნოსტიკის, ყოველი ახალი გამოცდილების გათვალისწინებით. უნდა აღინიშნოს ინფორმაციის სიმცირე, რომელიც საშუალებას არ გვაძლევს ვიმსჯელოთ ბოლო ათწლეულების განმავლობაში ბუზას მყინვარზე მიმდინარე პროცესებზე. ამიტომ, ნაკლებად სავარაუდოა, რომ ვინმეს წარმოედგინა მდინარეების ბუზისწყლისა და ჯაანჯახის ხეობებზე მყინვარული ღვარცოფის გავრცელების ფართომასშტაბიანი ვირტუალური სურათი, ადექვატური იმისა, რაც სინამდვილეში აღმოჩნდა. ამავდროულად, თუ არსებობს დაკვირვების შედეგების საკმარისად სრული მონაცემთა ბაზა და მისი სწორი ანალიზი, ჰიდროდინამიკური მსგავსების პრინციპზე დაფუძნებული, შესაძლებელია, მაგალითად, მთის ნებისმიერ ხეობაში წყალდიდობის ან მყინვარული ნაკადის სავარაუდო პარამეტრების მოდელირება. კავკასიის რეგიონის შემთხვევაში, შეგიძლიათ გამოიყენოთ ზოგიერთი შედეგი, მიღებული ჯანკუათის და კოლკას მყინვარების რიცხვითი მოდელირების გამოყენებით. კერძოდ, ეს მოდელები საკმაოდ გამოსადეგია არა მხოლოდ სავარაუდო მიზეზების დასადგენად, არამედ ბუზას მყინვარზე ნგრევის შედეგების რეტროსპექტული ანალიზისათვის. პირველ რიგში ეს ეხება ჰეტეროგენულ ღვარცოფში ჰიდროდინამიკური ტალღების გავრცელების პროცესს. ამ მიზნით ასევე მნიშვნელოვანია სეისმური ხელსაწყოების ჩანაწერები, რომლებიც შეიცავს ინფორმაციას ბუზას მყინვარზე ნგრევის პროცესის შედეგად წარმოქმნილი აკუსტიკური ტალღების სიხშირის სპექტრის შესახებ. ბუზისწყლისა და ჯანჯახის ხეობებში შეიძლება არსებობდეს სხვადასხვა ტიპის ჰიდროდინამიკური ტალღები. ფრუდის მსგავსების რიცხვის მნიშვნელობების დამახასიათებელ დიაპაზონში ყველაზე სავარაუდო უნდა ჩაითვალოს მორბენალი მგორავი ტალღების წარმოქმნა, რომელთა სიმაღლემ შეიძლება მიაღწიოს რამდენიმე მეტრს. მარტოხელა ტალღების (სოლიტონების) გამოჩენა, ასევე ე.წ. გრავიტაციული ტალღები ნაკლებად სავარაუდო იყო, თუმცა მათი წარმოშობის შესაძლებლობა იმ ადგილებში, სადაც ადგილობრივი პირობები იყო შესაფერისი, არ არის გამორიცხული. შოვის ხეობის ქვედა, ყველაზე ფართო მონაკვეთში, ე.წ. კოტეჯების ზონაში, ღვარცოფის მასის მოძრაობა მსგავსი იყო 2002 წელს მდინარე გენალდონის ხეობაში კოლკას მყინვარზე ჩამონგრევის შედეგად აღძრული მყინვარული ღვარცოფის მოძრაობისა. მიუხედავად დიდი განსხვავებისა ბუზას და კოლკას მყინვარებიდან ჩამოსული ღვარცოფების საწყის მოცულობებში, ბლანტპლასტიკური მასის გამონატანი, ტალღების სივრცითი მასშტაბისა და ამპლიტუდის გათვალისწინებით, მისი განაწილების ბოლო უბნებში შედარებითი აღმოჩნდა და ორივე შემთხვევაში 1-3 მეტრის სიმაღლემდე შემცირდა.

[26]. გლობალური ატმოსფერო შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ღია თერმოდინამიკური სისტემა, რომლის შიგნით მოქმედებენ სხვადასხვა შემაშფოთებელი ფაქტორები. მაგალითად, წყნარ ატმოსფერულ პირობებშიც კი ოროგრაფია შეიძლება გახდეს დედამიწასა და ატმოსფეროს შორის სტაციონარული სითბური ბალანსის დარღვევის მიზეზი. საზოგადოდ, გრიგალური სტრუქტურების წარმოქმნა ნებისმიერ გაზობრივ თუ თხევად გარემოში სტოქასტიკურად დეტერმინირებულია. ეს ნიშნავს, რომ გრიგალის წარმოქმნის პროცესი, მნიშვნელოვან წილად, ალბათურია. ამიტომ, ატმოსფერული გრიგალური ველის მათემატიკური მოდელირების დროს რაციონალურია შემთხვევითი ფაქტორების გამო-

რიცხვა კონკრეტული ხელისშემწყობი პირობების გამოკვეთის გზით. მაგალითად, დედამიწის რელიეფის ძლიერი დანაწევრება ხელს უწყობს რეგიონალურ და ლოკალურ მასშტაბებში ჰაერის დინების ტურბულიზაციას. კერძოდ, სუსტი ინტენსივობის ატმოსფერული გრიგალების წარმოქმნის პროცესი მთიან ხეობებში ყოველთვის შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ლოკალური სტაბილურობის დარღვევა, რომლის მიზეზია განსხვავებული ოროგრაფიისა და ლანდშაფტების საზღვარზე შექმნილი ტემპერატურული ველის არაერთგვაროვნება. ასევე, გრიგალების გენერაცია და მათი დისიპაციის პროცესი ატმოსფეროში ყოველთვის შეიძლება განვიხილოთ, როგორც გარკვეულ სივრცულ მასშტაბებში გარემოს სტაბილურობის დარღვევა, რაც გამოიხატება მისი თერმოდინამიკური პარამეტრების შემოთებაში.

[27]. გეომაგნიტურ ქარიშხლებს შეუძლიათ წყობიდან გამოიყვანონ ტექნოლოგიური სისტემები და გავლენა მოახდინონ ადამიანის ჯანმრთელობაზე. ამ კვლევაში განვიხილეთ მზე-დედამიწის ურთიერთქმედების დინამიკა დუშეთის ობსერვატორიის და გლობალური გეომაგნიტური ინდექსების გამოყენებით. ჩვენ გამოვიკვლიეთ ურთიერთობა პლანეტათაშორის მაგნიტურ ველს (IMF), მზის ლაქების რიცხვებსა და გეომაგნიტური ველის H – კომპონენტს შორის 2023 წლის აგვისტოდან 2024 წლის ივლისამდე პერიოდში, განსაკუთრებული ყურადღება გამახვილდა 2024 წლის 11 მაისის გეომაგნიტურ ქარიშხალზე. ვეივლეტ კოჰერენტული ანალიზით, ჩვენ გამოვავლინეთ მნიშვნელოვანი ურთიერთქმედებები მზის და გეომაგნიტურ მონაცემებს შორის, თანმიმდევრული პატერნებით რომლებიც ჩნდება ქარიშხლის დაწყებამდე. მზის ციკლების მიხედვით კორელაციურმა ანალიზმა (1964-2024) გამოავლინა 15 პროცენტიაანი კორელაცია 5 დღის ჩამორჩენაზე, რაც ხაზს უსვამს მზის ლაქების რიცხვების პოტენციალს მაგნიტური ქარიშხლების წინასწარმეტყველებაში. ამ კვლევამ, ასევე, დაადასტურა ადგილობრივი გეომაგნიტური მონაცემების სანდოობა, ხაზი გაუსვა მის მნიშვნელობას საქართველოში გლობალური გეომაგნიტური მოვლენების რეგიონული გამოვლინებების გასაანალიზებლად. შედეგები ხელს უწყობს გეომაგნიტური ქარიშხლების გაუმჯობესებული პროგნოზირების მოდელების შემუშავებას და ხაზს უსვამს ლოკალიზებული კვლევების საჭიროებას კოსმოსურ ამინდთან დაკავშირებული რისკების უკეთ გასაანალიზებლად.

[28]. წარმოდგენილია მოკლე ინფორმაცია თსუ, მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტისა და სტუ, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ერთობლივი კვლევების შესახებ ჩატარებული 2019-2023 წწ. და მათი შემდგომი განვითარების პერსპექტივებზე.

[29]. წარმოდგენილია ინფორმაცია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე „კომპლექსური გეოფიზიკური მონიტორინგი საქართველოში: ისტორია, თანამედროვე პრობლემები, ქვეყნის მდგრადი განვითარების ხელშეწყობა“ მიძღვნილი საქართველოში რეგულარული მაგნიტური და მეტეოროლოგიური დაკვირვებების ორგანიზების 180 წლის იუბილისადმი, რომელიც ჩატარდა 2024 წლის 17-19 ოქტომბერს ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში.

[30]. სტატიაში, კვლევის ძირითად ობიექტს წარმოადგენს საქართველოში, კერძოდ კახეთის რეგიონში, სტიქიური ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენის, სეტყვის წარმოშობის და გავრცელების თანამედროვე მდგომარეობა და ევოლუციის ხასიათის დადგენა. აღნიშნული საკითხების კვლევა განხორციელებულია წინა წლების სტატისტიკური მონაცემების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე. სტიქიური მოვლენის (სეტყვის) დროში

ცვლილების ტენდენციების დასადგენად; ჩატარებულია საქართველოში სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების ანალიზი 2016-2024 წლებში; გაკეთებულია გარკვეული დასკვნები და დასახულია სამუშაოების ეფექტურობის გასაუმჯობესებელი რიგი ღონისძიებები.

[31]. სტატიაში წარმოდგენილია თსუ, მ. ნოდიაშვილის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის ატმოსფეროს ფიზიკის სექტორში 2014-2023 წწ. ჩატარებული კვლევების ზოგიერთი შედეგები. კვლევები ჩატარდა პროექტ „საქართველოში ბუნებრივი და ანთროპოგენური ატმოსფერული მახასიათებლების და მოვლენების კვლევა უსაფრთხო ეკოსისტემების შექმნის და ეკონომიკის მდგრადი განვითარების ხელშეწყობის მიზნით“ ფარგლებში.

[32]. გლობალური კლიმატის ცვლილება, რომელიც გამოწვეულია ბუნებრივი პროცესებითა და ადამიანთა მზარდი აქტივობით, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საქართველოსთვის. რეგიონი განიცდის ტემპერატურის მატებას, გაუდაზნოებას, ნალექების გადანაწილებას და ექსტრემალური ამინდის მოვლენების სიხშირისა და სიმძიმის მატებას. საქართველოს რთული ტოპოგრაფია და მისი სიახლოვე შავ და კასპიის ზღვებთან აუცილებელს ხდის მაღალი რეზოლუციის რეგიონალური კლიმატის მოდელების გამოყენებას კლიმატის ცვლილების სამომავლო რისკების შესაფასებლად. ამ კვლევაში ჩვენ განვიხილავთ საშუალო და ექსტრემალური ნალექების და ტემპერატურის მაღალი გარჩევადობის სიმულაციის შედეგებს აბდუს სალამის თეორიული ფიზიკის საერთაშორისო ცენტრის რეგიონალური კლიმატის მოდელის ვერსიის 4.7.1 ვერსიის გამოყენებით 1985-2008 წლებში, რაც უზრუნველყოფს პირველად შეფასებას მოდელის გამოყენებისას საქართველოს ტერიტორიაზე. მოდელის დომენი (1524 კმ; 2388 კმ) მოიცავს საქართველოს მთელ ტერიტორიას და მიმდებარე რეგიონებს. სიმულაცია, რომელიც ჩატარდა 12 კმ ჰორიზონტალურ დაშორებაზე, ERA5 მონაცემების სასაზღვრო პირობების გამოყენებით, მიუთითებს, რომ მინიმალური შეუსაბამობა დაკვირვებულ და მოდელირებულ საშუალო წლიურ ტემპერატურასა და ნალექს შორის, რომელიც ხვდება -1-დან 1°C და -200-დან 200 მმ-მდე დიაპაზონში, შესაბამისად, დაფიქსირდა აღმოსავლეთ საქართველოს უმეტეს სადგურებზე. ყველაზე დიდი განსხვავება მოდელსა და ნალექის საშუალო წლიურ ჯამებს შორის დაფიქსირდა შავი ზღვის სანაპიროზე, კოლხეთის დაბლობზე და ზოგიერთ მაღალმთიან სადგურზე დასავლეთ საქართველოში. საშუალო წლიურ ტემპერატურაში ყველაზე მნიშვნელოვანი განსხვავება მოდელსა და დაკვირვებებს შორის დაფიქსირდა ამბროლაურში, მთა საბუეთსა და დედოფლისწყაროში. საქართველოს ტერიტორიაზე ასეთი გრძელვადიანი ასეთი მაღალი გარჩევადობით მოდელირება ERA5-ის სასაზღვრო პირობების გამოყენებით პირველად ჩატარდა. მთლიანობაში, მოდელირების შედეგები საკმაოდ დამაკმაყოფილებელია, რაც მყარ საფუძველს იძლევა RegCM4.7.1 რეგიონული კლიმატის მოდელის წარმატებული გამოყენებისთვის შერჩეული პარამეტრიზაციით საქართველოში საშუალო და ექსტრემალური ტემპერატურისა და ნალექების მოდელირებისთვის.

[33]. წარმოდგენილია კახეთის (საქართველო) ტერიტორიაზე ვენახების თვითნებური საშუალო მაქსიმალური სეტყვის ზარალის განაწილების მოდელირების შედეგები (HDV) და მათი ქვედა და ზედა დონის 99%-იანი მნიშვნელობები (HDV_Low, HDV_Upp). გამოთვლები განხორციელდა ატმოსფეროში გაყინვის დონის მონაცემებისა და ღრუბლებში სეტყვის მაქსიმალური ზომების რადარული გაზომვების გამოყენებით, აგრეთვე ცნობილი ინფორმაცია ვენახების დაზიანების ხარისხის შესახებ, ჩამოვარდნილი სეტყვის ზომის მიხედვით. კახეთის სასოფლო-სამეურნეო ტერიტორია (7050 კმ²) დაყოფილი იყო 290 კვა-

დრატად, სიმაღლეების დიაპაზონი – 0.21 ± 1.19 კმ. გამოკვლევების პერიოდი – აპრილიდან სექტემბრამდე. მაგალითად, აიგო მაისისთვის კახეთის ტერიტორიაზე HDV-ის გავრცელების რუკა. წარმოდგენილია მონაცემები სტატისტიკური მახასიათებლების შესახებ HDV, HDV_Low და HDV_Upp აპრილიდან სექტემბრამდე. შესწავლილი იქნა HDV და HDV_Upp-ის ვერტიკალური განაწილება მითითებულ ტერიტორიაზე. ნაჩვენებია, რომ HDV-ის გამოთვლილი მნიშვნელობები დამაკმაყოფილებლად შეესაბამება მათ რეალურ მნიშვნელობებს, რომლებიც მიღებულ იქნა სეტყვით დაზიანებული ტერიტორიების სპეციალური კომისიების შემოწმების დროს.

[34]. თოვლის ზვავები ერთ-ერთი ყველაზე საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენაა. საქართველოს ტერიტორიის 56% დაფარულია ზვავსაშიში ფერდობებით. საქართველოში ზვავსაშიშროების პირველი შეფასება შეიძლება ეფუძნებოდეს მთიან რეგიონში მცხოვრები მოსახლეობის გამოცდილებას, მათ თავი აარიდეს ზვავსაშიშ ზონაში დასახლებას და აირჩიეს საცხოვრებელი ზონა, რომელიც ყველაზე მეტად დაცული იქნებოდა ზვავისაგან. საგზაო ინფრასტრუქტურის გამართული ფუნქციონირება ქვეყნის განვითარების მნიშვნელოვანი ეტაპია და დიდწილად დამოკიდებულია რიგი მეტეოროლოგიური ფენომენის ბუნებაზე. თოვლის ზვავები ერთ-ერთი ყველაზე საშიში ბუნებრივი მოვლენაა მაგისტრალებისთვის. ჩვენი კვლევის ობიექტია სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი. ჩატარებული კვლევითი და საექსპედიციო სამუშაოების შედეგად მიღებული მონაცემთა დამუშავების საფუძველზე შესწავლილია სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის ზვავსაშიში მაგისტრალები და მათი კლიმატურ-გეოგრაფიული მახასიათებლები. მონაცემთა ანალიზის საფუძველზე შეიქმნა რეგიონის გეოინფორმაციული სქემატური რუკები ზვავსაშიშ მაგისტრალებზე. მიღებული შედეგები ხელს შეუწყობს საქართველოს მაღალმთიანი რეგიონის საავტომობილო გზებზე დაგეგმილი ზვავსაწინააღმდეგო სამუშაოების მომზადებასა და განხორციელებას.

[35]. საქართველოში ბუნებრივი საშიშროებების შესახებ ჩვენ მიერ შედგენილი კატალოგიდან მიღებული მონაცემების საფუძველზე შესწავლილი იქნა 1961-2022 წლებში საქართველოს სხვადასხვა ზონაში გრიგალური ქარის მაქსიმალური სიდიდის სიხშირე და ალბათობა. ქარის სიჩქარის განაწილების ხასიათის, გრიგალური ქარის სიხშირის, ინტენსივობისა და მაგნიტუდის მიხედვით, საქართველოს ტერიტორიაზე გამოყოფენ 3 ზონას. ზონა 1 მოიცავს მთავარ კავკასიონის ქედს, ლიხის ქედს, აგრეთვე კოლხეთის დაბლობის შიდა და ქვემო ქართლის ბრტყელი ნაწილის მცირე არეალს. ზონა 2 მოიცავს საქართველოს მთათაშორის დეპრესიას – შავი ზღვის სანაპიროს, კოლხეთის დაბლობს, იმერეთის ზეგანს, აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკეს და მთისწინეთს, გარდა კოლხეთის დაბლობის შიდა მცირე ტერიტორიისა და მცირე ტერიტორიისა ქვემო ქართლის ბრტყელი ნაწილისა, რომელიც შედის 1 ზონაში. ზონა 3 მოიცავს მესხეთის ქედის დასავლეთ ნაწილს, მნიშვნელოვან ნაწილს. თრიალეთის ქედის და ახალქალაქის ზეგანს. კერძოდ, მიღებული იქნა შემდეგი შედეგები. ყველაზე აქტიური გრიგალური ქარის ზონა არის ზონა 1 (გრიგალური ქარების სიხშირე არის 15 წელიწადში ერთხელ და განმეორებადობის პერიოდი 0.09 წელი ≈ 1 თვე). ყველაზე ნაკლებად აქტიური გრიგალური ქარის ზონაა მე-3 ზონა (1-2 ქარიშხალი ხდება წელიწადში, განმეორებადობის პერიოდი 0.9 წელი $\approx 10-11$ თვე). გრიგალური ქარის მაგნიტუდის ყველაზე მაღალი სიხშირე ზონების მიხედვით ასეთია: ზონა 1 – $3.6 \div 4.0$ (87%), ზონა 2 – $3.1 \div 3.5$ (44%), ზონა 3 – $3.6 \div 4.0$ (60%-ზე მეტი). პირველ ორ ზონაში, რაც იზრდება მაგნიტუდა, მათი სიხშირე მნიშვნელოვნად მცირდება. ქარიშხლების მაქსიმალური

სიდიდის ალბათობის მრუდები კარგად არის მიახლოებული მე-5 ხარისხის მრავალწევრებით. მოსალოდნელია ქარიშხლის მაგნიტუდები ამ ზონებში: ზონაში 1 – 5.8, 2 ზონაში – 5.5 და 3 ზონაში – 4.5 ალბათობით 0.2%, 0.5% და 1%. ასეთი სიდიდის განმეორებადობის პერიოდებია, შესაბამისად, 500 წელი, 200 წელი და 100 წელი. ამრიგად, უახლოეს ათწლეულებში, დიდი ალბათობით, მე-3 ზონაში გრიგალური ქარების სიდიდე 4.5-მდე გაიზრდება; გრძელვადიან პერსპექტივაში გრიგალური ქარის სიდიდის გარკვეული მატება 5.5-მდე შესაძლებელია მე-2 ზონაში, ხოლო 1-ლ ზონაში გრიგალური ქარი რომ გაძლიერდება 6 მაგნიტუდამდე ნაკლებად სავარაუდოა. შემუშავებულია საქართველოს ტერიტორიის ზონირების რუკა გრიგალური ქარის მაქსიმალური შესაძლო სიდიდის მიხედვით. არსებობს ორი უბანი, რომელთა მაქსიმალური სიმძლავრე 6-ს აღწევს (დასავლეთ საქართველოში ლიხის ქედის სამხრეთი ნაწილი და აღმოსავლეთ საქართველოში ქვემო ქართლის ბრტყელი ნაწილის მცირე ტერიტორია). ზოგიერთ რაიონში შესაძლებელია 5 და 5.5 მაგნიტუდის გრიგალური ქარები. საქართველოს მნიშვნელოვან ნაწილში ქარიშხლის მაქსიმალური სიმძლავრე 4.5 მაგნიტუდას აღწევს.

[36]. საქართველოს 11 რეგიონის (აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკა, გურია, იმერეთი, კახეთი, ქვემო ქართლი, მცხეთა-მთიანეთი, სამეგრელო-ზემო სვანეთი) პარამეტრიზებული მეწყრული (LS) მონაცემების (მეწყერების რაოდენობა და მათი ფართობების) სტატისტიკური ანალიზის ზოგიერთი შედეგი რაჭა-ლეჩხუმი და ქვემო სვანეთი, სამცხე-ჯავახეთი, შიდა ქართლი, თბილისი) წარმოდგენილია 1900 წლიდან 2022 წლამდე. საქართველოსთვის მეწყერების რაოდენობა 1325-ია, საერთო ფართობი – 526.3 კმ². ცალკეული მეწყერების ფართობი მერყეობს 0,0005 კმ²-დან (იმერეთი, სამეგრელო-ზემო სვანეთი, სამცხე-ჯავახეთი) 12.0 კმ²-მდე (შიდა ქართლი). კერძოდ, მიღებული იქნა შემდეგი შედეგები. წარმოდგენილია მეწყერების რაოდენობისა და მათი ტერიტორიების გავრცელების რუკა საქართველოს სხვადასხვა რეგიონისთვის. შესწავლილია მეწყერების რაოდენობის და ასევე მათი საერთო ფართობის განმეორებადობა LS ტერიტორიების სხვადასხვა დიაპაზონისთვის; საკვლევ ტერიტორიაზე მეწყერების ყველაზე მაღალი სიხშირე მოდის მათი ფართობის დიაპაზონზე 0.0005-0.05 კმ² (41.5%), ყველაზე მცირე – 5.01-12.0 კმ² დიაპაზონზე (0,38%); მეწყერების საერთო ფართობის ყველაზე მაღალი სიხშირე მოდის მათი ფართობის დიაპაზონზე 1.01-2.0 კმ² (26.1%), ყველაზე მცირე – 0.0005-0.05 კმ² დიაპაზონზე (1.8%). გამოითვლება საკვლევი რეგიონების ტერიტორიიდან მეწყერსაშიშროების საერთო ფართობის საშუალო წლიური წილი; ეს წილი გურიაში (0,288%) და აჭარაში (0.281%) მნიშვნელოვნად აღემატება სხვა რეგიონებს – შესაბამისად, 5.05-4.9-ჯერ მეტი, ვიდრე შიდა ქართლში და 28.8-28.1-ჯერ მეტი ვიდრე სამეგრელო-ზემო სვანეთში. გამოითვლება მეწყერების მთლიანი ფართობის ფარდობითი კოეფიციენტი ცალკეული რეგიონისთვის. $RC = (\text{მეწყერსაშიშრო საშუალო ფართობი რეგიონში} / \text{მთლიანი საშუალო მეწყრული ფართობი ყველა რეგიონში}) / (\text{რეგიონის ტერიტორია} / \text{ყველა რეგიონის ფართობი})$; გურიისა და აჭარის RC სიდიდე, შესაბამისად, 6.26 და 6.13 და 3.6-3.5-ჯერ მეტია შიდა ქართლში და 27.2-26.7-ჯერ მეტი ვიდრე ქვემო ქართლსა და სამეგრელო-ზემო სვანეთში. გამოითვალა მეწყრული რისკის ფარდობითი თანაფარდობა საკვლევი რეგიონების მოსახლეობისთვის (RLR). $RLR = RC \cdot (\text{რეგიონის მოსახლეობა} / \text{ყველა რეგიონის მოსახლეობა})$. ყველაზე მაღალი RLR მნიშვნელობა დაფიქსირდა აჭარაში (0.60); გურიისა და თბილისისთვის – 0.17 (დაახლოებით 3.5-ჯერ ნაკლები). ყველაზე დაბალი RLR მნიშვნელობები დაფიქსირდა რაჭა-ლეჩხუმსა და ქვემო სვანეთში (0.007).

[37]. წლის თბილ ნახევარში (აპრილი-ოქტომბერი) სეტყვის დღეების რაოდენობის ცვალებადობის შესწავლის ზოგიერთი შედეგი 1941 წლიდან 2021 წლამდე დაფიქსირდა საქართველოს 22 მეტეოსადგურზე, საშუალოდ ხუთ კლიმატურ ზონაში, რომელიც მოიცავს ოთხ კლიმატურ ჯგუფს. Köppen კლასიფიკაციის მიხედვით, წარმოდგენილია. I და III ზონები – თბილი ოკეანეური ჰავა/ტენიანი სუბტროპიკული ჰავა (Cfa): I ზონა – ქუთაისი, მთა-საბუეთი, სენაკი, შოვი, ზუგდიდი; III ზონა – ყვარელი, ლაგოდეხი, თელავი. II ზონა – თბილი კონტინენტური ჰავა/ტენიანი კონტინენტური ჰავა (დფა): ბოლნისი, გორი, ხაშური, მარნეული, ფასანაური, სტეფანწმინდა, თბილისი, თიანეთი. ზონა IV – ზომიერი ოკეანეური კლიმატი (Cfb): ბახმარო, ჩაქვი, ხულო. ზონა V – ზომიერი კონტინენტური ჰავა/ ნოტიო კონტინენტური კლიმატი (დფა): ბაკურიანი, ბორჯომი, წალკა. შესწავლილი იქნა შემდეგი პარამეტრების სტატისტიკური მახასიათებლები. $H(I)...H(V)$ – სეტყვიანი დღეების საშუალო რაოდენობა მეტეოროლოგიურ სადგურზე წლის თბილ ნახევარში $I...V$ კლიმატური ზონებისთვის, შესაბამისად. $H(I-V)$ – სეტყვიანი დღეების საშუალო რაოდენობა მეტეოროლოგიურ სადგურზე ყველა კლიმატური ზონისთვის. $H(I)'...H(I-V)'$ – $H(I)...H(I-V)$ ცვლილების საშუალო მაჩვენებელი ათწლეულში 1941-1950 წლებში... 2011-2021 წლებში. კერძოდ, მიღებული იქნა შემდეგი შედეგები. H სიდიდეების ცვლილების ყველაზე მცირე დიაპაზონი შეინიშნება პირველ კლიმატურ ზონაში (0 ± 1.8), ყველაზე დიდი – მეხუთეში (0 ± 8.3). ცალკეულ ზონებს შორის შესწავლილ პარამეტრებს შორის წრფივი კორელაცია მერყეობს 0.27-დან (წყვილი $H(I) - H(IV)$, უმნიშვნელო კორელაცია) 0.55-მდე (წყვილი $H(II) - H(III)$ და $H(II) - H(V)$).), ზომიერი კორელაცია). დღეების საშუალო ათი ათწლეულის რაოდენობის ცვალებადობა მეტეოსადგურზე სეტყვით იცვლება 0-დან (IV ზონა, 2011-2021) 5.9-მდე (ზონა V, 1941-1950). 1941-2021 წლებში საქართველოს ყველა კლიმატური ზონისთვის სეტყვიანი დღეების საშუალო რაოდენობის ტენდენცია მეტეოროლოგიურ სადგურზე წელიწადში საკმაოდ დამაკმაყოფილებლად არის აღწერილი მეოთხე სიმძლავრის პოლინომით. $H(I)'...H(I-V)'$ -ის ცვალებადობა იცვლება -1.48-დან 1941-1950 წლებში 2.09-მდე 2011-2021 წლებში (ზონა V).

[38]. საქართველოს მთიან რეგიონებში გავრცელებულია ბუნებრივი საფრთხეები, როგორიცაა ზვავი. ისინი დიდ საფრთხეს უქმნიან მოსახლეობას, იწვევენ ნგრევას, პარალიზებენ გზების მონაკვეთებს და ხშირად იწვევენ მსხვერპლს. საქართველოს რაჭა-ლეჩხუმში ქვემო სვანეთის რეგიონი მიეკუთვნება მაღალმთიან რეგიონს (ზღვის დონიდან 400-4000 მ). რეგიონი ხასიათდება ციცაბო ფერდობებით და უხვი თოვლით. აქედან გამომდინარე, ზვავები არ არის იშვიათი მოვლენა რეგიონში. თოვლის ზვავები განსაკუთრებით აზიანებს რეგიონის მუნიციპალიტეტებს დამაკავშირებელ საგზაო ინფრასტრუქტურას. ზამთარში გზის მონაკვეთების ფერდობებიდან ზვავებით გადაკეტვა საფრთხეს უქმნის მიმდებარე დასახლებულ პუნქტებს, იწვევს ეკოლოგიურ პრობლემებს და ხშირია ადამიანის მსხვერპლი რეგიონის საავტომობილო გზების საკვლევ მონაკვეთებზე შესწავლილია მეტეოროლოგიური ელემენტები: ჰაერის ტემპერატურა, თოვლის საფარი, ნალექი. მონაცემები დამუშავებულია რეგიონის ორი მეტეოროლოგიური სადგურის (ონი, მამისონის უღელტეხილი) მონაცემების მიხედვით და მოიცავს ბოლო 60 წელს. კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით შედგენილია რაჭა-ლეჩხუმის ქვემო სვანეთის რეგიონის საგზაო მონაკვეთებზე ზვავსაშიშროების გეოინფორმაციული რუკა. ჩატარებული კვლევა მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების სწორი და ეფექტური განხორციელებას, ქვეყნის ეკონომიკური ზარალის შემცირებას.

[39]. ახლო წარსულში რადიაციული დაბინძურება ხშირად ხდებოდა საქართველოში ინდუსტრიული ზონების განსაკუთრებით მჭიდროდ ურბანიზებულ რაიონებში. ამჟამად რუსთავის ტერიტორიის შემოწმებული ნაწილის Cs-137, Sr-90 და K-40 რადიოაქტიური ელემენტებით რადიაციული დაბინძურების დონე არ არის საგანგაშო. თუმცა, რადიაციული სიტუაციის რეტროსპექტული სურათის საიმედო წარმოდგენა მოითხოვს დროში და სივრცეში ნიადაგის დაბინძურების დონის ცვლილების შეფასებას. ამისათვის ჩვენ უნდა ვიცოდეთ დაბინძურების წყაროს სიმძლავრე და მისი ხანგრძლივობა. ბუნებრივია, რომ გარემოს დაბინძურება ვითარდება სივრცეშიც და დროშიც. ნიადაგში დაბინძურების გავრცელების პროცესის ადეკვატური მათემატიკური ანალოგის შექმნა განსაკუთრებული სირთულის ამოცანაა. მისი ზუსტი ანალიტიკური ამოხსნა შეუძლებელია, თუმცა არსებობს სავარაუდო გადაწყვეტილებები, რის საფუძველზეც შესაძლებელია დაბინძურების დინამიკური სურათის სწორად მოდელირება. ატმოსფერული დაბინძურებისგან განსხვავებით, ნიადაგში დიფუზიის პროცესზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დედამიწის ზედაპირის ოროგრაფია, ნიადაგის აგროქიმიური ბუნება და მისი მაგნიტური თვისებები. ნიადაგის ზედაპირის დაბინძურების დროში და სივრცეში გავრცელების მოდელირებისას დასაშვებია ზედაპირული წყლების კონვექციური დინების ეფექტის იგნორირება. ზოგადად, სამართლიანია, რომ ნიადაგში ქიმიური დაბინძურების მიგრაციის პროცესს მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მიწისქვეშა წყლების ნელი მოძრაობა, ე.წ. ფილტრაცია, რომელზეც გავლენას ახდენენ ატმოსფერული ნალექები. გარდა ამისა, ატმოსფერული დაბინძურებისგან განსხვავებით, ნიადაგში დიფუზიის პროცესზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დედამიწის ზედაპირის ოროგრაფია, ნიადაგის აგროქიმიური ბუნება და მისი მაგნიტური თვისებები. მიუხედავად ასეთი მრავალფეროვნებისა, ზოგიერთ შემთხვევაში მისაღებია, რომ ზოგიერთი ფაქტორი თანაბრად ეფექტური არ არის. ნიადაგის ზედაპირის დაბინძურების დროში და სივრცეში გავრცელების მოდელირებისას დასაშვებია ზედაპირული წყლების კონვექციური დინების ეფექტის იგნორირება. რელიეფიდან გამომდინარე, ასევე შესაძლებელია არასტაციონარული დიფუზიის განტოლების გამოყენება. ფურიეს კომპონენტებით წარმოდგენილი დიფუზიური განტოლების ამოხსნის ეს ზოგადი მახასიათებელი გამოდგება რუსთავის ცენტრალურ პარკში დაბინძურების დინამიკური სურათის მიახლოებითი რეტროსპექტული რეკონსტრუქციისთვის. აშკარაა, რომ სავარაუდო რეკონსტრუქციისთვის საკმარისია გარკვეული დროის ინტერვალით გამოყოფილი გაზომვის შედეგების ინტერპოლაცია მოცემული გრაფიკული გამოსახულებების პალიტრის სახით. ასეთ შემთხვევაში შესაძლებელი ხდება დაბინძურების საწყისი მომენტის მიახლოებითი თარიღის დაზუსტება, ასევე მომავალში ნიადაგის ზედაპირის დაბინძურების დამახასიათებელ ფონურ სიდიდემდე გათანაბრების მომენტის პროგნოზირება.

[40]. გასული საუკუნის შუა წლებიდან შეიმჩნევა დედამიწაზე სხვადასხვა სახის ბუნებრივი მოვლენების სიხშირისა და ინტენსივობის გაზრდის ტენდენცია, მთავარ პროვოცირებად კლიმატის ცვლილება ითვლება. დადგენილია, რომ დედამიწაზე დაფიქსირებული ბუნებრივი მოვლენების უმრავლესობა მიეკუთვნება ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების კატეგორიას. ჰიდრომეტეოროლოგიურ პროცესებს შორის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სეტყვა და მისი აქტიური გავლენა, რაც გადამწყვეტია პრაქტიკული თვალსაზრისითაც. საქართველოს ტერიტორიის გეოგრაფიული მდებარეობის თავისებურებისა და რთული რელიეფის გამო ხშირად ხდება ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის

პროცესების გამწვავება და სხვადასხვა სახის სპონტანური ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების წარმოქმნა.

სტატიაში კვლევის მთავარი ობიექტია სპონტანური ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების ევოლუციის, სეტყვის წარმოშობისა და გავრცელების დღევანდელი მდგომარეობისა და ბუნების დადგენა საქართველოში, კერძოდ კახეთის რეგიონში.

აღნიშნული საკითხების კვლევა ხორციელდება წინა წლების სტატისტიკური მონაცემების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე. სტიქიის (სეტყვის) დროში ცვლილების ტენდენციების დასადგენად განხორციელდა სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების ანალიზი საქართველოში 2016-2023 წლებში. გაკეთდა გარკვეული დასკვნები და გატარდა მთელი რიგი ღონისძიებები სამუშაოს ეფექტურობის გასაუმჯობესებლად. მთლიანობაში, 2016-2023 წლებში აქტიური ზემოქმედება იყო საჭირო 403 შემთხვევაში, ზარალმა ამ პერიოდში შეადგინა (100%-ზე დაყვანილი მონაცემებით) 31 527 ჰექტარი, ანუ საშუალოდ 3 941 ჰა ყოველწლიურად, რაც დაცული ტერიტორიის 1,4%-ს შეადგენს. ემპირიული შეფასების საფუძველზე, აქტიური ზემოქმედების შედეგად, დაზიანება მცირდება 35-40 %-ით.

[41]. სეტყვა ეკუთვნის ისეთ საშიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენას, რომელიც დიდ ზიანს აყენებს ქვეყნების ეკონომიკას. ძლიერი სეტყვა ხშირია საქართველოში, მის აღმოსავლეთ ნაწილში. განსაკუთრებით აღსანიშნავია კახეთის რეგიონი, სადაც ძლიერი სეტყვა ყოველწლიურად მილიონობით ზარალს იწვევს, განსაკუთრებით სოფლის მეურნეობის სექტორში. აქედან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია განისაზღვროს დაზარალებული სასოფლო-სამეურნეო ტერიტორიები და მიყენებული ზიანის ხარისხი. დამუშავებულია 2016-2019 წლების მონაცემები, რომელიც მოიცავს მონაცემებს კახეთის რეგიონის მთლიანი დაზიანებული ტერიტორიების შესახებ, მათ შორის 100% დაზიანებული ტერიტორიების შესახებ, ასევე საშუალო მონაცემებს ზიანის ხარისხის შესახებ პროცენტებში და მონაცემებს დაზიანებული აგრარული კულტურის სახეობების შესახებ. ნაჩვენებია დაზიანებული ტერიტორიების განაწილება და დაზიანების ხარისხი კახეთის რეგიონში მუნიციპალიტეტების მიხედვით. განისაზღვრა განსაკუთრებით მაღალი ხარისხის დაზიანებით დასაფარი ტერიტორიები.

[42]. აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვა დიდ ზიანს აყენებს კახეთის რეგიონს. ნაწილობრივ ან მთლიანად ანადგურებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს: ვენახებს, ხეხილის ბაღებს, ერთწლიან და მრავალწლიან კულტურებს. შედეგად, ქვეყნის ეკონომიკა მნიშვნელოვან ზარალს განიცდის. დაზიანების ხარისხი დიდწილად დამოკიდებულია სეტყვის მარცვლების დიამეტრზე. რაც უფრო დიდია სეტყვის დიამეტრი, მით მეტ ზიანს აყენებს სეტყვა. 2016-2019 წლების სეტყვის საწინააღმდეგო სამსახურის მასალებზე დაყრდნობით, რომელიც მოიცავს რადარის სადგურიდან მიღებულ მონაცემებს ღრუბლებში სეტყვის დიამეტრის, ჩასახვის სიმაღლის, დამუშავებული წერტილების და დროის შესახებ, შესწავლილი იყო სეტყვის ზონების განაწილება ქ. კახეთის რეგიონის ტერიტორიაზე. მიღებული შედეგები შესაძლებელს გახდის სეტყვის ზონების დაზიანების გამომწვევი კლიმატური ფაქტორების გაანალიზებას, რაც მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების მეთოდების შემუშავებაში.

[43]. ჩვენს მიერ შედგენილი 1961-2022 წლების სტიქიური უბედურებების კატალოგის მონაცემების საფუძველზე, რომლებიც საქართველოში მოხდა, შეფასდა საქართველოს სხვადასხვა გეოგრაფიულ პირობებში ქარიშხლების მაქსიმალური შესაძლო სიდიდეები. გამოყენებული იქნა კლიმატოლოგიური მონაცემების დამუშავების სტატისტიკური მე-

თოდები. ქარიშხლების მაქსიმალური შესაძლო სიდიდის შეფასება განხორციელდა ემპირიული ალბათობის მრუდის საფუძველზე, რომელიც აჩვენებს სერიის მთლიან ნაკრებში მოცემული მნიშვნელობის ალბათობას ან გადაჭარბების ალბათობას. შემუშავდა საქართველოს ტერიტორიის ზონირების რუკა ქარიშხლების მაქსიმალური შესაძლო სიდიდეების მიხედვით. არსებობს ორი ტერიტორია, სადაც ყველაზე მაღალი მაქსიმალური სიდიდე 6-ს აღწევს. ესენია ლიხის ქედის სამხრეთი ნაწილი დასავლეთ საქართველოში და ქვემო ქართლის ვაკე ნაწილის მცირე ნაწილი აღმოსავლეთ საქართველოში. ზოგიერთ რაიონში შესაძლებელია 5 და 5.5 მაგნიტუდის ქარიშხლები. საქართველოს ტერიტორიის მნიშვნელოვან ნაწილში ქარიშხლების მაქსიმალურმა სიდიდემ შეიძლება 4.5-ს მიაღწიოს.

ლიტერატურა-REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ამირანაშვილი ა., ელიზბარაშვილი ე., ვარაზანაშვილი ო., ფიფია მ. სეტყვიან დღეთა რიცხვის სტატისტიკური ანალიზი წლის თბილ ნახევარში 1941-2021 წლებში საქართველოში 30 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემების მიხედვით. სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ISSN: 1512-0902, ტ. 135, 2024, გვ. 32-38. <http://109.205.44.60/bitstream/123456789/10593/1/135-6.pdf>
2. ბეგლარაშვილი ნ., ფიფია მ., ჯამრიშვილი ნ., ამირანაშვილი ა., ელიზბარაშვილი ე., დიასამიძე ც. შემოდგომის პირველი წყინვის სტატისტიკური ანალიზი საქართველოს ტერიტორიაზე. სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ISSN: 1512-0902, ტ. 135, 2024, გვ. 39-43. <http://109.205.44.60/bitstream/123456789/10592/1/135-7.pdf>
3. Amiranashvili A., Bolashvili N., Kartvelishvili L., Liparteliani G., Tsirgvava G. Holiday Climate Index in Kvemo Kartli (Georgia). Georgian Geographical Journal, E-ISSN: 2667-9701, 24(1), 2024, pp. 35-46. <https://doi.org/10.52340/ggj.2024.04.01.05>
4. Amiranashvili A., Chelidze T., Svanadze D., Tsamalashvili T., Varamashvili N. About the Representativeness of Data from Meteorological Stations in Georgia for Monthly Sum of Atmospheric Precipitation Around of These Stations. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(1), 2024, pp. 52-57. <https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/7983>
5. Pipia M., Amiranashvili A., Beglarashvili N., Elizbarashvili E., Varazanashvili O. Variability in the Number of Days with Hail in the Warm Half of the Year in Bolnisi and Tsalka in 1941-2021 and their Expected Change until 2045. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(1), 2024, pp. 58-66. <https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/7984>
6. Amiranashvili A., Chikhladze V., Pipia M., Varamashvili N. Some Results of an Expeditionary Study of the Tornado Distribution Area in Kakheti on June 25, 2024. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(1), 2024, pp. 67-76. <https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/7985>
7. Amiranashvili A., Kartvelishvili L., Matzarakis A. Variability of the Holiday Climate Index in Tsalka (Georgia). Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(1), 2024, pp. 77-90. <https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/7986>
8. Bliadze T. Statistical Analysis of the Weekly Fire Alerts Count in Georgia and its Regions in 2012-2023. Int. Sc. Conf. "Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country", Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhiashvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 101 – 104. http://109.205.44.60/bitstream/123456789/10632/1/26_MM-180.pdf
9. Bliadze T., Chkhitunidze M., Kirkitadze D. Statistical Characteristics of Mean Monthly and Annual Concentrations of Particulate Matter PM2.5 and PM10 in Tbilisi in 2017-2023. Int. Sc. Conf. "Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the

- Country”, Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 105 – 108.
http://109.205.44.60/bitstream/123456789/10631/1/27_MM-180.pdf
10. Japaridze N., Khazaradze K., Chkhitunidze M., Revishvili A. Variability of the Birth, Death and Population Growth Rates in Georgia in 1994-2023. Int. Sc. Conf. “Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country”, Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 129 – 132. http://109.205.44.60/bitstream/123456789/10625/1/33_MM-180.pdf
 11. Japaridze N., Kartvelishvili L., Khazaradze K., Chkhitunidze M., Nikolaishvili M., Revishvili A. Statistical Characteristics of the Daily Values of Air Effective Temperature According to Missenard in Batumi. Int. Sc. Conf. “Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country”, Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 133 – 136.
http://dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/10624/1/34_MM-180.pdf
 12. Amiranashvili A., Kartvelishvili L., Matzarakis A. The Interval Forecasting of the Holiday Climate Index in Tsalka (Georgia) to 2026-2035. Int. Sc. Conf. “Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country”, Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 137 – 140. http://109.205.44.60/bitstream/123456789/10623/1/35_MM-180.pdf
 13. ვარამაშვილი ნ., ფიფია მ. თსუ, მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტისა და სტუ, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ერთობლივი სამუშაოების მოკლე მიმოხილვა ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „კომპლექსური გეოფიზიკური მონიტორინგი საქართველოში: ისტორია, თანამედროვე პრობლემები, ქვეყნის მდგრადი განვითარების ხელშეწყობა“, შრომები, ISBN 978-9941-36-272-9, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, საქართველო, 17-19 ოქტომბერი, 2024 წ., გვ. 141 – 144. http://109.205.44.60/bitstream/123456789/10622/1/36_MM-180.pdf
 14. Amiranashvili A. Analysis of Variability of Mean Annual Air Temperature in Tbilisi in 1844-2023 Against the Background of Climate Change. Int. Sc. Conf. “Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country”, Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 145 – 149. http://dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/10621/1/37_MM-180.pdf
 15. Bolashvili N., Chikhladze V., Kartvelishvili L., Tatishvili M. Variability of Atmospheric Precipitation in Tbilisi in 1844-2023. Int. Sc. Conf. “Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country”, Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 150 – 154. http://dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/10620/1/38_MM-180.pdf
 16. Amiranashvili A., Brocca L., Chelidze T., Svanadze D., Tsamalashvili T., Varamashvili N. Analysis of the Precipitation Regime that Triggered the Landslide in Nergeti (Imereti, Georgia) on February 7, 2024. Int. Sc. Conf. “Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country”, Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 155 – 158.
http://dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/10619/1/39_MM-180.pdf
 17. Amiranashvili A., Chelidze T., Svanadze D., Tsamalashvili T., Varamashvili N. Comparison of Satellite and Ground-Based Data on Semi-Annual and Annual Sum of Atmospheric Precipitation for 26 Points in Georgia in 2001-2020. Int. Sc. Conf. “Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country”, Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 159 – 163.
http://www.openlibrary.ge/bitstream/123456789/10618/1/40_MM-180.pdf
 18. Beglarashvili N., Jamrlishvili N., Janelidze I., Pipia M., Tavidashvili Kh. Some Results of Analysis of Heavy Precipitation in Tbilisi on July 7, 2024 Based on Ground-Level and Satellite Measurements. Int. Sc. Conf. “Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country”, Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 164 – 167.
http://dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/10617/1/41_MM-180.pdf

19. Amiranashvili A., Chikhladze V., Kekenadze E., Pipia M., Samkharadze I., Telia Sh., Varamashvili N. Meteorological Conditions for the Tornado Formation in Kakheti (Georgia) on June 25, 2024. Int. Sc. Conf. "Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country", Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 168 – 171.
http://www.openlibrary.ge/bitstream/123456789/10616/1/42_MM-180.pdf
20. Amiranashvili A., Bliadze T., Chikhladze V. Experimental Modeling of Atmospheric Processes in the Large Cloud Chamber of the M. Nodia Institute of Geophysics, TSU. Past, Present, Development Prospects. Int. Sc. Conf. "Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country", Proceedings, ISBN 978-9941-36-272-9, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 172 – 175.
http://dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/10615/1/43_MM-180.pdf
21. ჩიხლაძე ვ., ქართველიშვილი ლ. ირიბი წვიმის მარეგისტრირებელი ხელსაწყოების გამოცდა თერმობაროკამერაში. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „კომპლექსური გეოფიზიკური მონიტორინგი საქართველოში: ისტორია, თანამედროვე პრობლემები, ქვეყნის მდგრადი განვითარების ხელშეწყობა“, შრომები, ISBN 978-9941-36-272-9, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, საქართველო, 17-19 ოქტომბერი, 2024 წ., გვ. 176 – 178. http://www.openlibrary.ge/bitstream/123456789/10614/1/44_MM-180.pdf
22. ქართველიშვილი ლ., ამირანაშვილი ა., მეგრელიძე ლ. კომპლექსური კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინება ეკონომიკის ზოგიერთი სექტორის დაპროექტებისას. საქართველოს ალექსანდრე ჯავახიშვილის სახელობის გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები, ახალი სერია, IV (XXII), ISSN 2587-5450, თბილისი, 2024, გვ. 121-129.
23. Jimsheleladze T.T., Melikadze G.G., Kobzev G.N., Tchankvetadze A.Sh., Matiashvili T.G. Reaction of the Geomagnetic Field on the Earthquakes Preparation Process in Georgia. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(2), 2024, pp. 29 – 36.
<https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/8448>
24. Kapanadze N.A., Melikadze G.G., Tchankvetadze A.Sh., Jimsheleladze T.T., Magradze Z.I., Gogichaishvili Sh. D., Todadze M. Sh., Chikviladze E.V., Chelidze L. T. 222Rn Concentration Levels in Soil Gas and Water in Kvemo Kartli Region, Georgia – 222Rn Mapping. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(2), 2024, pp. 37 – 47. <https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/8449>
25. Kereselidze Z.A., Varamashvili N.D. On the Issue of Modelling the Dynamic Picture of the Spread of a Mudflow in the Shovi Gorge due to a Collapse on the Glacier Buba. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(2), 2024, pp. 48 – 62. <https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/8461>
26. Kereselidze Z.A., Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A., Chkhitunidze M.S., Lominadze G.J., Tchania E.B. Conical Model of Non-Uniform Rotation and Interaction of Elements of the Atmospheric Rotation Chain in a Linear Approximation. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(2), 2024, pp. 63 – 73.
<https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/8462>
27. Tsulukidze L.K., Kharshiladze O.A., Ghurchumelia A.P., Sorriso-Valvo L., Elbakidze Kh. Z., Matiashvili T.G. Coherent Analysis of Intense Geomagnetic Disturbances Using Dusheti Observatory Data and the DST Index. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(2), 2024, pp. 74 – 80.
<https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/8463>
28. Varamashvili N.D., Pipia M.G. Some Results of the Joint Research of the M. Nodia Institute of Geophysics, TSU and Institute of Hydrometeorology, GTU from 2019 to 2023 and Prospects for their Further Development. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(2), 2024, pp. 81 – 95.
<https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/8464>
29. Varamashvili N.D., Pipia M.G. International Scientific Conference "Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country". Journal of the

- Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 27(2), 2024, pp. 96 – 105.
<https://ggs.openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/8465>
30. ლალიძე ლ., კაჭარავა გ., ბერულავა ნ., გელოვანი გ. სეტყვაზე აქტიური ზემოქმედების შედეგების შეფასება კახეთის რეგიონში (საქართველო). მიხეილ ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, შრომები, ISSN 1512-1135, ტ. LXXVII, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 2024, გვ. 97 – 103.
http://dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/10662/1/11_Tr_IG_77_2024.pdf
 31. ამირანაშვილი ა., ბლიაძე თ., კერესელიძე ზ., ჩიხლაძე ვ. თსუ, მ. ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის ატმოსფეროს ფიზიკის სექტორში 2014-2023 წწ. ჩატარებული კვლევების ზოგიერთი შედეგები. მიხეილ ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, შრომები, ISSN 1512-1135, ტ. LXXVII, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 2024, გვ. 104 – 125.
http://dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/10661/1/12_Tr_IG_77_2024.pdf
 32. Elizbarashvili M., Amiranashvili A., Elizbarashvili E., Mikuchadze G., Khuntselia T., Chikhradze N. Comparison of RegCM4.7.1 Simulation with the Station Observation Data of Georgia, 1985-2008. Atmosphere, ISSN: 2073-4433, 15, 369, 2024, 19 pp. <https://doi.org/10.3390/atmos15030369>
 33. Pipia M.G., Amiranashvili A.G., Elizbarashvili E.Sh., Varazanashvili O.Sh., Beglarashvili N.G., Jamrshvili N.K. Modeling the Distribution of Mean Max Hail Damage to Vineyards on the Territory of Kakheti (Georgia) using Data of the Freezing Level in the Atmosphere and Radar Measurements. Afr. J. Bio. Sc., ISSN: 2663-2187, Volume 6, Issue 14, 2024, pp. 6132-6139,
<https://doi.org/10.48047/AFJBS.6.14.2024.6132-6139>
 34. [34]. Beglarashvili N., Pipia M., Gorgijanidze S., Kobakhidze N., Jintcharadze G. Snow Avalanche Danger of Samtskhe-Javakheti Region (Georgia). Afr. J. Bio. Sc., 6.12, ISSN: 2663-2187, 2024, pp. 5928-5936,
<https://doi.org/10.48047/AFJBS.6.12.2024.5928-5936>
 35. Amiranashvili A., Elizbarashvili E., Gaprindashvili G., Varazanashvili O., Fuchs S. Assessment of the Long-Term Risk of Dangerous Hurricanes on the Territory of Georgia Using Data from 1961 to 2022. "Reliability: Theory and Applications", ISSN 1932-2321, Special Issue № 6 (81), Part-2, Vol. 19, 2024, pp. 508 – 514. <https://doi.org/10.24412/1932-2321-2024-681-508-514>
 36. Amiranashvili A., Elizbarashvili E., Gaprindashvili G., Varazanashvili O., Fuchs S. Statistical Analysis of Parameterized Landslide Data in Georgia from 1900 to 2022. "Reliability: Theory and Applications", ISSN 1932-2321, Special Issue № 6 (81), Part-2, Vol. 19, 2024, pp. 812 – 818.
<https://doi.org/10.24412/1932-2321-2024-681-812-818>
 37. Pipia M., Amiranashvili A., Elizbarashvili E., Varazanashvili O., Beglarashvili N., Jamrshvili N. Variability in the Number of Days with Hail in the Warm Half of the Year on the Territory of Georgia in 1941-2021. "Reliability: Theory and Applications", ISSN 1932-2321, Special Issue № 6 (81), Part-2, Vol. 19, 2024, pp. 552 – 559. <https://doi.org/10.24412/1932-2321-2024-681-552-559>
 38. Beglarashvili N., Pipia M., Gorgijanidze S., Varamashvili N., Kobakhidze N., Jintcharadze G., Pipia G. Avalanche Danger on Roads in Mountainous Regions of Georgia Using the Example of Racha-Lechkhumi Kvemo Svaneti Region. "Reliability: Theory and Applications", ISSN 1932-2321, Special Issue № 6 (81), Part-2, Vol. 19, 2024, pp. 77 – 87. <https://doi.org/10.24412/1932-2321-2024-681-77-87>.
 39. Matiashvili S., Kereselidze Z., Khvedelidze I. Mining Activity in Georgia and Non-Stationary Model of Intensive Change of Soil Pollution. "Reliability: Theory and Applications", ISSN 1932-2321, Special Issue № 6 (81), Part-2, Vol. 19, 2024, pp. 901 – 903. <https://doi.org/10.24412/1932-2321-2024-681-901-903>
 40. Katcharava G., Berulava N., Gelovani G., Laghidze L. Assessment of Active Impact on Hail Effects in Kakheti Region (Georgia). The 6th Eurasian Conference RISK-2024 of the COP-29 Side Event "Innovations in Minimization of Natural and Technological Risks of Climate Changes: Methodology and Practice". Abstract Book, ISBN 978-9952-583-53-3, Baku, Azerbaijan, November 27-29, 2024, pp. 88-88, www.eurasianrisk2024.com
 41. Pipia M.G., Amiranashvili A.G., Elizbarashvili E. Sh., Beglarashvili N.G., Pipia G.G., Jamrshvili N.K., Varazanashvili O. Sh. Degree and Areas of Damage Caused by Hail in the Territory of Kakheti Region (Georgia). Journal of International Scientific Publications: Agriculture & Food, ISSN 1314-8591, vol. 12, 2024, pp. 54-60. <https://doi.org/10.62991/AF1996546926>

42. Pipia M.G., Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A., Elizbarashvili E. Sh., Pipia G.G., Beglarashvili N.G., Varazanashvili O.Sh. Distribution of Hailstorm Areas in Kakheti Region (Georgia) According to the Diameter of Hailstones in the Clouds. Journal of International Scientific Publications: Ecology & Safety, ISSN 1314-7234, vol. 18, 2024, pp.103-108. <https://doi.org/10.62991/ES1996566836>
43. Elizbarashvili E. Sh., Varazanashvili O.Sh., Avtandil G. Amiranashvili A.G., Pipia M.G. Estimation of the Maximum Possible Magnitude of Hurricanes on the Territory of Georgia. European Geographical Studies, E-ISSN: 2413-7197, 11(1), 2024, pp. 3-8. DOI: 10.13187/egs.2024.1.3, <https://egs.cherkasgu.press>

**თსუ-ს მ. ნოდია სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის ატმოსფეროს
ფიზიკის სექტორის მონაწილეობით 2024 წელს გამოქვეყნებული
სამეცნიერო ნაშრომების მოკლე მიმოხილვა**

ამირანაშვილი ა., ბლიაძე თ., კერესელიძე ზ., ჩიხლაძე ვ.

რეზიუმე

სტატიაში წარმოდგენილია თსუ-ს მ. ნოდია სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის ატმოსფერული ფიზიკის სექტორის მონაწილეობით 2024 წელს გამოქვეყნებული სამეცნიერო ნაშრომების მოკლე მიმოხილვა.

საკვანძო სიტყვები: ატმოსფეროს ფიზიკა, ამინდის მოდიფიცირება, ბუნებრივი კატასტროფები, კლიმატის ცვლილება, ბიოკლიმატი, ეკოლოგია.

**SOME RESULTS OF RESEARCH CONDUCTED IN
THE DEPARTMENT OF ATMOSPHERIC PHYSICS OF
M. NODIA INSTITUTE OF GEOPHYSICS, TSU IN 2014-2023**

Amiranashvili A., Bliadze T., Kereselidze Z., Chikhladze V.

Abstract

This article presents a brief overview of published scientific papers conducted with the participation of the Department of Atmospheric Physics of M. Nodia Institute of Geophysics, TSU in 2024.

Key words: atmospheric physics, weather modification, natural disasters, climate change, bioclimate, ecology.

**КРАТКИЙ ОБЗОР ОПУБЛИКОВАННЫХ НАУЧНЫХ РАБОТ,
ВЫПОЛНЕННЫХ С УЧАСТИЕМ СЕКТОРА ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ
ИНСТИТУТА ГЕОФИЗИКИ ИМ. М. НОДИА, ТГУ В 2024 ГОДУ**

Амиранашвили А., Блиадзе Т., Кереселидзе З., Чихладзе В.

Реферат

В статье представлен краткий обзор опубликованных научных работ, выполненных с участием сектора физики атмосферы Института геофизики им. М. Нодиа, ТГУ в 2024 г.

Ключевые слова: физика атмосферы, модификация погоды, стихийные бедствия, изменение климата, биоклимат, экология.