

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-112-116

უკ 551.511

**საქართველოს ცალკეულ რეგიონებისათვის, ლოკალური ოროგრაფიის როლის შეფასება, ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ჰაერის ტურბულენტური ნაკადის დინამიკაში**

ხვედელიძე ზ., ტატიშვილი მ., ზოტიკიშვილი ნ., სამხარაძე ი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინტიტუტი, თბილისი, საქართველო.

ელ-ფოსტა [zurab.khvedelidze@tsu.ge](mailto:zurab.khvedelidze@tsu.ge).

**საკვანძო სიტყვები:** ოროგრაფია, ჰაერის ტურბულენტური ნაკადი, ატმოსფერული პროცესები, კლიმატური სისტემები

**შესავალი**

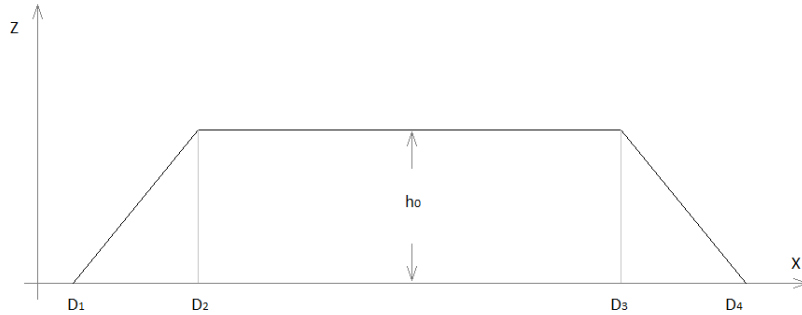
ლოკალურ რეგიონზე განვითარებული სხვადასხვა ატმოსფერული მოვლენები, არსებით ზემოქმედებას ახდენს მიდამოს ზოგად კლიმატურ თავისებურებებზე და ყოველდღიურ ამინდზე. აქედან გამომდინარე აღნიშნულ ტერიტორიაზე, ამ პროცესების შესწავლა თეორიული და მოდელური მიდგომით, მოგვცემს შედეგებს, რომლებიც დაასაბუთებენ რეგიონის კლიმატურ თავისებურებებს და ახსნის ამინდის განსაკუთრებულობებს. წარმოდგენილ ნაშრომში მოყვანილია რთული რელიეფის ლოკალურ ტერიტორიაზე განვითარებული, მრავალსახა ატმოსფერული პროცესების შესწავლის რამდენიმე მიდგომა. დაინტერესებული სპეციალისტები ადვილად გამოიყენებენ სტატიაში მოყვანილ თეორიულ და მოდელურ მასალას, თავიანთი მეცნიერული ინტერესებისათვის. ამრიგად, ამოცანის ასე დასმა არის და იქნება აქტუალური, როგორც მეცნიერულად ასევე პრაქტიკული მნიშვნელობებით.

გასული საუკუნის ბოლო წლებში, მსოფლიო მეცნიერების მიერ „საუკუნის პრობლემად აღიარებულ 7 მიმართულებას“ შორის კლიმატის ცვლილება ერთ-ერთ მთავარ პრობლემად დასახელდა და ასეა დღესაც. დედამიწის კლიმატის თანამედროვე მდგომარეობა და ცვლილების ტენდენცია საფთხეს უქმნის, როგორც ბუნებას ასევე კაცობრიობის არსებობას. უკვე გარკვეულია, რომ ჰაერის ტემპერატურის გლობალური ზრდის მოსალოდნელი საშუალო სიჩქარე (0,2 – 0,8)<sup>o</sup>C-ით აღემატება, კლიმატური ქვესისტემების შეგუების უნარს [1,2,5]. აქედან გამომდინარე, საზოგადოების წინაშე დგება მთელი რიგი საშიში კატასტროფული მოვლენების წარმოშობისა და შემდგომი განვითარების მოწესრიგების აუცილებლობა. გლობალური კლიმატური თავისებურებანი კი, განაპირობებს რეგიონალური კლიმატის ცვლილების შესწავლის აუცილებლობას. დგება საკითხი, გამოკვლეული იქნას ცალკეული რეგიონების ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები: ოროგრაფიული მახასიათებლების, რადიაციული ბალანსის და ანტროპოგენური მდგომარეობის ცვლილება.

ცალკეულ რეგიონებზე ამა თუ იმ მიზნით ტექნიკურ-სამრეწველო სამუშაოების განხორციელება, ძალაუბნებურად იწვევს რელიეფის რღვევას და კლიმატური თავისებურებების საგრძნობლად შეცვლას. ნებისმიერი ანთროპოგენური ჩარევა ლოკალურ ტერიტორიაზე, პირველ რიგში გამოიწვევს რელიეფის სახის გარდაქმნას [1,2,3,4]. ეს კი თავისთავად გამოიწვევს კლიმატური პარამეტრების შეცვლას და ამინდის პირობებზე ზემოქმედებას. ამრიგად აუცილებელია გამოკვლეული, ახსნილი და დასაბუთებული იქნას, სხვადასხვა სამშენებლო ტრასაზე ქარის სიჩქარის, ჰაერის ნაკადის ტურბულენტობის და კლიმატური პარამეტრების ცვლილების ხასიათი, რადიაციული რეჟიმის და გარემოს დაჭუჭყიანების შეფასება დროის სხვადასხვა ინტერვალისათვის. აღნიშნული ტიპის ქმედებები მიმდინარეობდა და ახლაც გრძელდება ამიერკავკასიის, კერძოდ კი საქართველოს ტერიტორიაზე. საკმარისია დავასახელოთ ტრანსკავკასიის გზა, ღია კარიერული სამუშაოები ჭიათურისა და კასპის რაიონის მიდამოებში, სხვადასხვა რეგიონში მიმდინარე ჰესების მშენებლობა. ასეთი სამუშაოების წარმოებისას დღის წესრიგში, პირველ რიგში დგება ატმოსფერული ჰაერის ტურბულენტური ნაკადის სივრცული ცვლილების შესწავლა, უპირველეს ყოვლისა მიწისპირა ფენაში. ცნობილია, რომ მთა-გორიან მიდამოზე წარმოიქმნება ოროგრაფიული დამატებითი ტურბულენტური დინება და რხევითი ხასიათის რეგულარული შემფოთებები [1,2,3,4,5,9]. დედამიწის ზედაპირის მიკრორელიეფის ცვლილება, მცირე მასშტაბისა და კი, იწვევს ჰაერის ნაკადის ლოკალურ ცირკულაციას. ნათელი ხდება, თუ რა გავლენას გამოიწვევს ისეთი გრძელვადიანი მშენებლობა, რომლებიც უკვე ზემოთ ვახსენეთ. აუცილებელია ამ რეგიონებზე გაანალიზებული იქნას მეტეოროლოგიური პარამეტრების სივრცულ-დროითი ცვლილების რეჟიმი.

**მეთოდი**

ძირითადი თეორიული მასალა, რომელიც საფუძვლად უდევს მითითებული პრობლემების რეალურად განხორციელებას, მოყვანილია შრომებში [1,3,4,6,7,8,9,10]. ერთ-ერთი შედარებით მარტივი საშუალება არის „ტეხილის მეთოდი“ – ე.წ. ინტერპოლაციური მოდელის აგება, ქარის სიჩქარის  $U$  მდგენელსა და ტურბულენტობის  $k$  კოეფიციენტის ვერტიკალურ მდგენელს შორის. მცირე ზომის მთა-რელიეფი მოიცემა  $h(x)$  ფუნქციის სახით ისე, რომ  $h(x)=0$ , როცა  $x \leq D_1$  და  $x \geq D_4$  (იხ. ნახ.1). როცა  $D_2 \leq x \leq D_3$  მაშინ  $h(x)=h_0$ .



ნახ.1. მოდელში გამოყენებული მთა-რელიეფის ფორმა.

$$h(x) = \left\{ h_0 \left[ 1 - \left( \frac{x-d_2}{d_2-d_1} \right)^2 \right]^2 \right\}, \text{ როცა } D_1 \leq x < D_2;$$

$$h(x) = h_0 \left[ 1 - \left( \frac{x-d_3}{d_4-d_3} \right)^2 \right]^2, \text{ როცა } D_3 \leq x < D_4;$$

მიღებულია, რომ მთის მიმართ ქარის შემხვედრ ნაკადში სრულდება პირობა [1,4,13]:

$$U = U_1 \frac{\ln \frac{z}{z_0}}{\ln \frac{z_1}{z_0}}, \quad k_z = \gamma + k_1 \frac{z}{z_1}, \text{ როცა } z \leq h; \quad k = \gamma + k_1 \frac{h}{z_1}, \text{ როცა } z > h.$$

$k_z$  -ის განსაზღვრისათვის გამოყენებულია მისი პროპორციული დამოკიდებულება ქარის სიჩქარის ცვლილებასთან, მოცემული შემდეგი სახით  $k_z = \mu + \alpha_1 \cdot U_x(x) [z - h(x)]$ , აქ  $\alpha_1 = \frac{k_1^0}{U_1^0}$ ,  $k_1^0$  არის  $k_1$ -ის ის მნიშვნელობა, რომელიც მას აქვს ტერიტორიის სწორ ზედაპირზე. ხოლო  $h(x) = h_0$ , როცა  $D_2 \leq x \leq D_3$ ;  $h(x) = 0$ , როცა  $x \leq D_1$  და  $x \geq D_4$ . ამ ფორმულებში  $U_1$  იქნება ქარის სიჩქარე საწყის პუნქტში – რელიეფის დასაწყისში.  $z_0$  არის დედამიწის ზედაპირის მოსილობის სიმაღლე და იცვლება 3 სმ-დან (თოვლის საფარი) 140 სმ-მდე (ხორბლის ყანა, ბუჩქნარი, მცირე სიმაღლის ტყე და ასე შემდეგ);  $h_0 = (30-50)$  მ.  $z_1$  იცვლება რამდენიმე მეტრიდან ფლუგერის სიმაღლემდე. ქარის სიჩქარე  $z_1$  დონეზე მიახლოებით შეიძლება ასე დაითვალოს: ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ 100 მეტრ სიმაღლეზე სიჩქარე მაქსიმალურია და უდრის 40 მ/წმ, ხოლო სიმაღლის შემცირებით ქარის სიდიდე პროპორციულად მცირდება. აქედან გამომდინარე, მაგალითად 6 მეტრ სიმაღლეზე სიჩქარე იქნება 2,4 მ/წმ. კავშირი ქარის სიჩქარესა და ტურბულენტობის კოეფიციენტს შორის პროპორციულია, მაგალითად ასეთი სახით,  $k_z = v + \alpha_1 U_1(x) [z - h(x)]$  [1,7,8,10].

სადაც  $v$  ემპირიულად შეირჩევა 0-დან 1-ის ფარგლებში;  $\alpha_1 = \frac{k_1^0}{U_1^0}$ ,  $k_1^0 = k_1$  მნიშვნელობა სწორ ბრტყელ ზედაპირზე.  $U_1^0$  – იქნება სიჩქარე რელიეფის ბოლო პუნქტში. ლოკალური რელიეფის გავრცელების მიხედვით, „ტეხილი“ მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იქნას რამდენჯერმე სივრცეზე თანმიმდევრობით, ცხადია პარამეტრების შესაბამისი ცვლილებით.

უშუალოდ დედამიწის ზედაპირის სიახლოვეს, რამდენიმე მეტრის სიმაღლეზე უნდა გავითვალისწინოთ ქარის დინამიკური სიჩქარე. ეს სიჩქარე შედარებით მცირე სიდიდისაა და იცვლება 0,1 მ/წმ-3 მ/წმ-დე, დედამიწის ზედაპირის „მოსილობის“,  $z_0$  სიმაღლის ცვლილების მიხედვით (0,01 მ-დან-10 მ-მდე) [10]. იგი ჯამდება ქარის ჰორიზონტალურ მდგენელთან, ამრიგად  $U = \sqrt{U_0^2 + V_0^2}$ . სწორედ ეს სიჩქარე უნდა იქნას მიღებული საწყის ფონურ მნიშვნელობად „ტეხილის“ მეთოდისათვის. თუ დედამიწის რელიეფი აღიწერება განტოლებით:  $z = Z(x, y)$ , მაშინ ჰაერის ნაკადის ვერტიკალური სიჩქარე  $w$ , აკმაყოფილებს შემდეგ დამოკიდებულებას [1,3,4,9,10]:

$$w(x, y, z, t) = U(x, y, z, t) \frac{\partial z}{\partial x} + V(x, y, z, t) \frac{\partial z}{\partial y} \quad (1),$$

სადაც  $U$  და  $V$  ქარის სიჩქარის კომპონენტებია  $ox$  და  $oy$  საკოორდინატო ღერძების მიმართ, უწყვეტობის განტოლების ინტეგრირებით  $z = Z(x, y)$  ზედაპირიდან  $\infty$  - მდე, იმ პირობით, რომ  $(\rho w)_{z=\infty} = 0$  (აქ  $\rho$  ჰაერის სიმკვრივეა), მიღებულია უწყვეტობის განტოლება შემდეგი სახით [1,3,4]:

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = \frac{1}{\eta^2} (\eta, \varphi), \quad (2),$$

სადაც  $\eta = \frac{p_z}{p_0}$  არის დროზე დამოუკიდებელი, რელიეფის გავლენის მახასიათებელი პარამეტრი;  $p_z$  – წნევის მნიშვნელობაა მთის წვერზე;  $p_0$  სტანდარტული წნევა ზღვის დონეზე. რელიეფის გავლენა გაითვალისწინება პარამეტრებით [1,3]:

$$a = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial x}; \quad b = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial y} \quad (3)$$

ქარის ვერტიკალური სიჩქარე კი განისაზღვრება ოროგრაფიული იაკობიანით ( $P, \ln \theta$ ) [1, 3,5]:

$$W_h = \frac{1}{\ln p} (p, \ln \eta) H = \frac{1}{\ln p} \left( \frac{\partial p}{\partial x} b - \frac{\partial p}{\partial y} a \right) H \quad (4),$$

ამ სიდიდეების  $a, b, W_h$  განსაზღვრა-შეფასება კონკრეტული ლოკალური რეგიონისათვის, წარმოადგენს კვლევის ერთ-ერთ ძირითად მიზანს.

**მოდელური მიდგომა და გათვლები**

მოყვანილი თეორიის საფუძველზე სანიმუშოდ განვიხილეთ კონკრეტული მაგალითები. „ტეხილის“ მეთოდის გამოყენებისათვის ავიღოთ წყალტუბო, ქუთაისი, ზესტაფონის მონაკვეთი და მივიღოთ პარამეტრების შემდეგი მნიშვნელობები:  $d_1 = 0$  – ემთხვეოდეს კოორდინატთა სათავეს;  $d_2 = 10^4$  მ – მანძილი წყალტუბოდან ქუთაისამდე;  $d_3 = 5 \cdot 10^4$  მ – მანძილი ქუთაისიდან საქარამდე;  $d_4 = 1,5 \cdot 10^4$  მ – მანძილი საქარადან ზესტაფონამდე;  $z_0$  დედამიწის „მოსილობის“ სიმაღლე იცვლება 30 სმ-დან 2 მეტრამდე;  $z_1 = 12$  მ, ფლუგერის სიმაღლე;  $z$  იცვლება 2 მეტრიდან 60 მეტრამდე;  $h_0 = 60$ ; რადგან  $u_1 = u|_{x=d_4}$  ამიტომ იგი განისაზღვრება უკვე მითითებული სიჩქარის სიმაღლეზე პროპორციული დამოკიდებულებით, ქედის მიმართ ჰაერის აღმავალი და დაღმავალი ნაკადისთვის ცალ-ცალკე. თუ პირველი შემთხვევისათვის, საწყის სიმაღლედ მივიღებთ 12 მეტრს, ხოლო მეორისათვის 4 მეტრს, მაშინ შესაბამისად:  $U_1^1 = 4,8$  მ/წმ და  $U_1^1 = 1,6$  მ/წმ. აღმავალი დინებისათვის, თუ  $h(x)=33,75$  მ. მაშინ  $U(x)=5,6$  მ/წმ. დაღმავალი დინებისათვის შესაბამისად:  $h_0=35,6$  მ და  $U(x)=1,76$  მ/წმ. ქარისათვის ეს მნიშვნელობები კარგ თანხმობაშია ექსპედიციურ დაკვირვებულ სიდიდეებთან, ცდომილება (15-20)%, რაც ქარის სიჩქარისათვის დასაშვებ მიახლოებად ითვლება. მოყვანილ მაგალითში, თუ  $v = 0,5$ , ხოლო  $k_1^0$  იცვლება (4-10) მ<sup>2</sup>/წმ-ის ფარგლებში, მაშინ (1)-ის მიხედვით მივიღებთ  $k_x = (9,9-20,6)$  მ<sup>2</sup>/წმ. ტურბულენტობის კოეფიციენტის ეს სიდიდე მთის ზედაპირიდან მითითებულ სიმაღლეებზე სრულიად მისაღებია.

მოყვანილი მოდელური გათვლები პირველად კეთდება კონკრეტულ რეგიონზე და ანალოგიურად შეიძლება განხორციელდეს მსგავსი რელიეფის მქონე ტერიტორიებისთვის [1,3,4]. სანიმუშოდ ავიღოთ ჭიათურის რეგიონი. უპირველეს ყოვლისა, უნდა განისაზღვროს ატმოსფერული წნევის სიდიდე მიკროტერიტორიაზე მინიმუმ ოთხ წერტილში: მდინარე ყვირილას მარჯვენა - თაბაგრევი (ან რგანი), მარცხნივ შუქრუთი (ან პერევისა), სამხრეთით - კაცხი, ჩრდილოეთით საჩხერე და განისაზღვროს პუნქტებს შორის პირდაპირი მანძილი. ასევე, ჭიათურის მთელი ქვაბურის სიგრძე, მდინარის დინების მიმართულებით, ზოსლევადან საჩხერემდე. პირველ მიახლოებაში ატმოსფერული წნევის განსაზღვრისათვის, უნდა ავიღოთ სათანადო პუნქტებში ჰიპსომეტრული სიმაღლე და ვიანგარიშოთ წნევა. ქვაბურის სიგრძე ხეობის გასწვრივ  $\Delta x = (25-30)$  კმ.-ია, მდინარის დინების მართობული მიმართულებით  $\Delta y = 4$  კმ. მიწისპირა ფენის სიმაღლე 1000 მ. თუ მივიღებთ, რომ სოფელი რგანის სიმაღლეა 960 მ, პერევისა – 900 მ, კაცხი – 730 მ, საჩხერე – 455 მ. შესაბამისი წნევები კი:  $P_{რგანი} = 904$  მმ.;  $P_{პერევისა} = 900$  მმ.;  $P_{საჩხერე} = 954,5$  მმ.;  $P_{კაცხი} = 927$  მმ. (ეს სიდიდეები მოდელურია და ცხადია უნდა დაზუსტდეს). ამ მონაცემებზე დაყრდნობით მიკროციკულაციური პროცესების გამსაზღვრელი პარამეტრების მნიშვნელობებია [1,4]:  $a=3 \cdot 10^{-6}$  1/მ,  $b = 1,75 \cdot 10^{-6}$  1/მ;  $w = 6$  მმ/წმ.  $a=-1,1b$ . ეს მონაცემები იძლევა იმის საფუძველს, რომ აიხსნას ჭიათურის ქვაბურში ჰაერის არსებული მიკროციკულაციური რეჟიმი. მართლაც დაკვირვებით ჩანს, რომ ქარი უმეტეს შემთხვევაში ქრის დასავლეთიდან – აღმოსავლეთით (ან პირიქით), მდინარე ყვირილას ხეობის გასწვრივ  $a > b$ . ვერტიკალური სიჩქარე ძალზე მცირეა (მხოლოდ რამდენიმე მმ/წმ) და ჰაერის ცირკულაციური ჩახვეულობა ნაკადს ქვაბურში აბრუნებს. ასეთი დინამიკით აიხსნება ის გარემოება, რომ ზაფხულობით ქალაქში ტემპერატურა მაღალია, ვიდრე ქალაქის გარშემო მთა-სერებზე. ზამთრის პერიოდში ქვაბურში მცირე თოვლი მოდის, ხოლო ტემპერატურა ისე ეცემა, რომ ზოგჯერ მდინარეც კი იყინება მაშინ, როცა ფერდობებზე თოვლის სიმაღლე ასეული სანტიმეტრია. დაიკვირვება მზიანი ამინდი, როცა ქალაქში ნალექი არ არის, ქალაქის გარშემო კი საკმარისად ძლიერი, შხაპუნა წვიმაა.

რაც შეეხება წრფივი ანალოგიის მეთოდს, მისი გამოყენებისათვის აუცილებელია მეტეოროლოგიური ელემენტების უწყვეტი დაკვირვებების მოპოვება, ლოკალურ რელიეფზე ზემოქმედებამდე და ზემოქმედების შემდეგ, მათი დამუშავება, ანალიზი და შემდგომ მოყვანილი მეთოდიკით სარგებლობა.

ცალკე აღსანიშნავია ისეთი ოროგრაფიის გავლენა, რომლის სიმაღლე არ არის დიდი და შედგება გორათა ერთობლიობით. აუცილებელია, კლიმატის ცვლილების თვალსაზრისით, გაანალიზებული იქნას მეტეოროლოგიური პროცესების თავისებურებანი მოყვანილი ტიპის ოროგრაფიის „განადგურების“ შემდეგ. როგორ შეიცვლება კლიმატური პირობები დადებითი ან უარყოფითი მიმართულებით, ეს პირველ რიგში თავს იჩენს ჰაერის ნაკადის ტურბულენტურ ბუნებაზე, მის ცირკულაციურ რეჟიმზე და აქედან

გამომდინარე, ჰაერის დაჭუჭყიანების ხარისხზე. შედეგები – კარგი თუ ცუდი, თავს გამოამჟღავნებს ათეული წლის შემდეგ, თუმცა ყოველდღიურ ამინდზეც მოახდენს გავლენას. კონკრეტული შემთხვევისათვის მეტად აქტუალურია ერთი გარემოება - ეს ეხება დედამიწის მიკროტერიტორიის ზედაპირის რელიეფის შეცვლას, რომელიც ძირითადად დაკავშირებულია წიაღისეული პროდუქციის მოპოვებასთან და სხვადასხვა სახის მშენებლობასთან. ისმის კითხვა – რამდენად მოქმედებს რელიეფის ასეთი მნიშვნელოვანი შეცვლა ადგილის კლიმატზე.

ამ კითხვაზე პასუხისათვის ვირჩევთ შემდეგ მიდგომას. პირველ რიგში აუცილებელია, მოპოვებულ იქნას განსახილველ რეგიონზე, რაც შეიძლება ხანგრძლივი პერიოდის, ძირითად მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვების მასალა. შემდეგ საჭიროა გაკეთდეს უმარტივესი მიდგომა ე.წ. წრფივი ანალოგიის – რეგრესიის მეთოდის გამოყენებით, რაც მდგომარეობს შემდეგში. მოპოვებული მასალა დროის მიხედვით უნდა დაიყოს 10-წლიან პერიოდებად. დროის თითოეულ პერიოდში შეფასდება ყველა ძირითადი ელემენტის საშუალო მნიშვნელობები. განისაზღვრება ამ პერიოდებში თითოეული ელემენტის საშუალო სიდიდეებს შორის წრფივი კავშირი. უნდა შეფასდეს სათანადო ანალოგიის კოეფიციენტი. ცალკეული ათწლეულის ამ კოეფიციენტების შედარებით, დადგინდება ელემენტის ცვლილების ხასიათი. პარამეტრების ასე მიღებული მნიშვნელობები განისაზღვრება მარტივი ფორმულით.

$$t_{\text{გრ.წ}} = t_{\text{ან.წ}} \pm \Delta t \quad (5)$$

ათ-წლიანი პერიოდი უნდა ავიღოთ ამგვარად, (1970 – 1960), (1980 – 1970), (1990 – 1980), (2000 – 1990), (2010 – 2000), (2020 – 2010) წლებისათვის ტემპერატურის შესაბამისი საშუალო მნიშვნელობები. თითოეული პერიოდისათვის  $\Delta t$  – დროში უნდა განისაზღვროს სხვადასხვა გრადაციებით მაქსიმალური, მინიმალური სიდიდეები, აგრეთვე განმეორადობა. დადგინდეს მათი რაოდენობა და აბსოლუტური მაქსიმუმი. ყოველივე ეს ჩატარდეს რელიეფის შეცვლამდე პერიოდებისათვის და რელიეფის ფორმის შეცვლის შემდეგ. მოხდება შედეგების ანალიზი და გაკეთდება დასკვნები სამუშაო პროცესების აკვარეანობაზე. ანალოგიური მიდგომით უნდა შეფასდეს წყალსაცავების, ჰესების მშენებლობებით და სხვადასხვა ხასიათის ანტროპოგენური გავლენით გამოწვეული კლიმატური თავისებურებანი.

#### დასკვნა

წარმოდგენილ სტატიაში, ამოცანის დასმის მიზნით განხილულია ჰაერის ტურბულენტურ ნაკადში მიკროოროგრაფიული ფორმის ცვლილების გავლენა რეგიონის კლიმატურ პირობებზე. აღნიშნული ცვლილებების შესასწავლად, მოყვანილია რამდენიმე თეორიული, მოდელური მიდგომა და კონკრეტული გათვლითი ღონისძიებები. შემოთავაზებული და მკაფიოდ დამუშავებული პროცედურა უზრუნველყოფს გარკვეულ და დაზუსტებულ იქნას, საინტერესო ლოკალურ მიდამოზე ტურბულენტურ გარემოში ქარის რეჟიმის დინამიკა და კლიმატური ცვლილებები. ყოველივე ეს კი მეტეოროლოგებს, კლიმატოლოგებს და სხვა დაინტერესებულ პირებს დაეხმარება სასურველ ლოკალურ ტერიტორიაზე, სასურველი ფიზიკური ამოცანის დადებითად გადაწყვეტაში.

#### ლიტერატურა - References

1. ხვედელიძე ზ. „რეგიონალური მიკროკლიმატური ატმოსფერული პროცესების დინამიკა მთა-გორიან ტერიტორიაზე“, მონოგრაფია. ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი. 2018 წ. გვ.101.
2. ელიზბარაშვილი ე. „საქართველოს ჰავა“ მონოგრაფია, ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი. 2017 წ. გვ.360.
3. ხვედელიძე ზ. ჯანუაშვილი დ. „რეგიონის მიკროკლიმატური პარამეტრებით, ლოკალური ქარის რეჟიმის განსაზღვრა ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში“. ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „ფიზიკა“ (<http://ges.interneacademy.org.ge/physic/>). 2013 წ. გვ. 65-76.
4. ხვედელიძე ზ., ზოტიკიშვილი ნ. „ქარისა და დედამიწის ლოკალური რელიეფის ურთიერთქმედების, ზოგიერთი თავისებურებების მოდელური გათვლები საქართველოს ტერიტორიაზე“. ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „ფიზიკა“ (<http://ges.interneacademy.org.ge/physic/>). 2016 წ. გვ. 63–72
5. გუნია გ. „ეკოლოგიური მონიტორინგი“. სახელმძღვანელო. ჰ.მ.ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი. 2019 წ. გვ.244.
6. Хведелидзе З. „Влияние орографии и  $\beta$  эффекта на волновые движения в атмосфере“ метеорология и гидрология. 1982 г. ст. 110-115.
7. ხვედელიძე ზ. , ჩიტალაძე ა. „საქართველოს რეგიონის ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის სითბური რეჟიმის ბუნება“. „მეცნიერება და ტექნიკა“ №10-12, 1999 წ. გვ.52-55.
8. ხვედელიძე ზ., დანელია რ., შალამბერიძე თ., აპლაკოვი ა., თავგაძე ე. „დედამიწის ლოკალური რელიეფით გამოწვეული ტალღური შემფოთებების მათემატიკური მოდელირება და მისი გავლენა

ატმოსფერულ მოვლენებზე.“ საერთაშორისო სამეცნიერო, ტექნიკური საინფორმაციო ჟურნალი „საქართველოს ნავთობი და გაზი“ №21, 2007 გვ. 64-70.

9. ხვედელიძე ზ., სამხარაძე ი., ტატიშვილი მ., ზოტიკიშვილი ნ. „ჰაერის ნაკადის მიკროციკლური მოძრაობის დინამიკა და კლიმატური თავისებურებანი სამეგრელო-სვანეთის რეგიონზე“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, №129 „ჰიდრომეტეოროლოგია და ეკოლოგიის პრობლემები“ თბილისი. ტ.129 გვ.114–116.
10. Берлянд М. „Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы“, Л. Гидрометеоздат. 1985 г. ст. 271.

უაკ 551.511

**საქართველოს ცალკეულ რეგიონებისათვის, ლოკალური ოროგრაფიის როლის შეფასება, ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ჰაერის ტურბულენტური ნაკადის დინამიკაში** /ხვედელიძე ზ., ტატიშვილი მ., ზოტიკიშვილი ნ., სამხარაძე ი./ სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.112-116.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

დედამიწაზე მრავლად არსებობს ისეთი მიკრორეგიონები, რომლებშიც განვითარებული ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების შესწავლა აქტუალურია და დიდი პრაქტიკული ღირებულობა აქვს. ასეთ რეგიონებს მიეკუთვნება სხვადასხვა ქვაბურები, სატრანსპორტო გზები, ღია კარიერული სამუშაო უბნები, ჰესების მშენებლობის ტერიტორია. ასეთ მიდამოებში ლოკალური მოვლენების შესწავლისათვის, ამოცანის დასმის მიზნით, ნაშრომში მოყვანილია განსაკუთრებული თეორიული და მოდელური მიდგომა. გადმოცემულია აღნიშნული მიდგომის მათემატიკური საფუძვლები, მოცემულია სანიმუშო მაგალითები და გათვლითი პროცედურები. სტატიაში მოყვანილი მასალების სარგებლობით დაინტერესებული პიროვნებები ახსნიან, დაასაბუთებენ და პრაქტიკულ ღირებულებას მისცემენ იმ ფიზიკურ და კლიმატურ თავისებურებებს, რომლითაც ხასიათდება მათვის საინტერესო შესასწავლი ლოკალური ტერიტორია.

**UDC 551.511**

**Evaluation the influence of local orography on the dynamics of turbulent air flow of the Atmospheric surface layer for certain regions of Georgia.** /Khvedelidze Z., Tatishvili M., Zotikishvili N., Samkharadze I. Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.112-116.- Georg., Summ. Georg., Eng.

There are many micro-regions on Earth in which the study of evolution hydrometeorological processes is relevant and has great practical value. Such regions include various caverns, highways, open mining areas, Hydropower plant construction areas. To study local events in such areas in order to set the assignment special theoretical and model approach is given in the paper. The mathematical justification of this approach is presented also case studies and calculation procedures are given. The materials presented in the article will explain, substantiate and give practical value to the physical and climatic features that characterize the local area and are useful for interest persons involved.