

ლ.ქალდანი, მ.სალუქვაძე, თ.სიმონია,  
მ.კარტაშოვა, ნ.კობახიძე, გ.ჯინჭარაძე  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უკ 551.578.48

### ზვავსაშიშროების თავისებურებანი და პროგნოზი საქართველოს განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში.

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონს უკავია შავი ზღვის მიმდებარე, საქართველოს ჩრდილო-დასავლეთში, დასავლეთში და სამხრეთ-დასავლეთში მდებარე ტერიტორია, სადაც ზღვის ნოტიო ჰაერის მასები შედარებით დაუბრკოლებლად აღწევს. რაიონი მოიცავს დასავლეთ კავკასიონისა და მისი სამხრეთი განშტოებების (გაგრის, ბზიფის, აფხაზეთის და კოდორის ქედი), აგრეთვე აჭარა-იმერეთის მთიანი სისტემის დასავლეთი ნაწილის (მესხეთისა და შავშეთის ქედების დასავლეთი ნაწილი) ფერდობებს, კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ ნაწილს.

რაიონის რელიეფი დიდი ვერტიკალური და ჰორიზონტალური დანაწევრებით ხასიათდება. საშუალომთიან ზონაში დანაწევრების სიღრმე არის 400-800 მ, ხოლო მაღალმთიან ზონაში-1000-1500 მ. განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში ზედაპირის 15°-ზე ნაკლები დახრილობით ხასიათდება მთლიანი ფართობის 17%, 15-25° დახრილობით- 48%, 25-35° დახრილობით-33%, ხოლო 35°-ზე დახრილობით-2%. რაიონი ხასიათდება ტყის ფორმაციების მრავალფეროვნებით, შემადგენლობის სიმდიდრით. ტერიტორიის ჩრდილოეთ ნაწილში ტყეებს მთლიანი ფართობის 40-45%, ხოლო სამხრეთ ნაწილში - 55-60% უკავიათ. საკვლევ ტერიტორიაზე ტყის ჯიშებიც მრავალფეროვანია. ტყით დაფარული ფერდობების 45% უკავია შერეულ ტყეს, 35%- ფოთლოვან ტყეს და 20% წიწვოვან ტყეს.

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში მდებარე ძირითადი მეტეოროლოგიური სადგურის მრავალწლიანი დაკვირვების, აგრეთვე თეორიული გამოთვლებით მიღებული მონაცემების საფუძველზე დადგენილია მყარი ნალექების რაოდენობისა და თოვლის საფარის სიმაღლის საშუალო და ექსტრემალური მნიშვნელობები, გამოვლენილია მათი ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლესთან დამოკიდებულებების კანონზომიერებანი და შედგენილია შესაბამისი განტოლებები

$$X_{საშ} = 0,69H + 8, \quad h_{საშ} = 2,3588H - 0,0046 H^2 - 0,0925, \quad (1)$$

სადაც X არის მყარი ნალექების წლიური რაოდენობა მმ-ში, H- ადგილის სიმაღლე მ-ში (მყარი ნალექების გამოთვლის დროს) და კმ-ში (თოვლის სიმაღლის გამოთვლის დროს), h -თოვლის სიმაღლე მ-ში. განტოლებათა კორელაციის კოეფიციენტი მეტია 0,85, ცდომილება არ აღემატება 10%-ს. განტოლებები შედგენილია ზღვის დონიდან 1800-2000 მ-მდე მდებარე მეტეოსადგურების მონაცემებით.

მყარი ნალექების მაქსიმალური წლიური რაოდენობა იზრდება 350-400 მმ-დან (ზღვის დონიდან 5-50 მ) 1900-2000 მმ-მდე (1800-1900 მ), საშუალო რაოდენობა 10-60 მმ-დან 1250-1300 მმ-მდე (ვერტიკალური გრადიენტით 65-70 მმ/100 მ), მინიმალური რაოდენობა 0-10 მმ-დან 600-650 მმ-მდე, ხოლო თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე იცვლება 100-120 სმ-დან 700-750 სმ-მდე, საშუალო სიმაღლე -30-36 სმ-დან 450-500 სმ-მდე (გრადიენტი არის 20-25 სმ/100 მ), მინიმალური სიმაღლე 0-5 სმ-დან 200-250 სმ-მდე; თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი ერთი თვისას აღწევს 250-330 სმ-ს, დღე-ღამური ნამატი-150-170 სმ-ს.

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში ზვავების გავრცელების საზღვრების დასადგენად, ძირითადად, გამოყენებული იქნა ჩვენს მიერ სავსე სამუშაოების დროს მოპოვებული მასალები. იმ ტერიტორიისათვის, რომლისთვისაც არ მოგვეპოვებოდა საკმარისი სავსე მასალა, ზვავების გავრცელების საზღვრები დადგენილია ბუნებრივი პირობების (რელიეფი, მცენარეული საფარი, კლიმატი) თავისებურების ანალიზისა და თეორიული გამოთვლების საფუძველზე.

რაიონის ჩრდილო-დასავლეთ და სამხრეთ-დასავლეთ რეგიონებში ზვავსაშიში არ არის მხოლოდ ზღვისპირა ვიწრო ზოლი. მდინარეების ჭოროხის, აჭარისწყლის, გუმისთის, ბზიფისა და ჟოვე-კვარას ხეობებში ზვავების გავრცელების ქვედა საზღვარი გადის ზღვის დონიდან 40-50 მ-ზე; საკვლევი ტერიტორიის აღმოსავლეთ ნაწილში კი- 100-400 მ-ზე. საკვლევ რაიონში არაზვავსაშიში ტერიტორია მოიცავს კოლხეთის დაბლობს, მის მიმდებარე დამრეც (15°-ზე ნაკლები დახრილობის მქონე) ფერდობებს და ზღვისპირა ვიწრო ზოლს აჭარასა და აფხაზეთში. აბსოლუტურად არაზვავსაშიშია მდ. ბზიფის აუზის მთლიანი ფართობის 3%, მდ. კოდორის და მდ. ჭოროხის აუზების -10-10%; ცალკეულ შედარებით მცირე მდინარეების აუზებში არაზვავსაშიში ტერიტორიის ფართობი აღწევს მთლიანი ფართობის 30-45%.

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში კატასტროფული ზვავები, ძირითადად, გავრცელებულია საშუალომთიან და დაბალმთიან ზონებში; კატასტროფული ზვავების გავრცელების რაიონს მდ. ბზიფის აუზში უკავია მთლიანი ფართობის 55%, მდ. კოდორის აუზში- 46%, მდ. ჭოროხის აუზში- 58%, ხოლო შავი ზღვის სხვა, შედარებით მცირე მენაკადების აუზებში- 35-40%. ზვავების ყოველწლიური გავრცელების რაიონს კი დასახელებულ აუზებში, შესაბამისად, 42%, 44%, 32% და 14-20% უკავია.

რაიონის მაღალმთიან უტყეო, ციკაბო ფერდობებზე ტერიტორიის ზევაექტიურობა აღწევს 60-80%, ხოლო შედარებით დაბრეც, ხშირი შერეული ან წიწვოვანი ტყით დაფარულ ფერდობებზე ტერიტორიის ზევაექტიურობა ნაკლებია 20%. განსაკუთრებით დიდი ზევაექტიურობით (60-80%) ხასიათდება ტერიტორიის მთლიანი ფართობის მხოლოდ 3-5%, გამონაკლისია მდ. კოდორის აუზი, სადაც დიდი ზევაექტიურობით გამოირჩევა აუზის ფართობის 19%. მაღალმთიან ზონაში ზევაექტიურობის რაოდენობა 1 კმ<sup>2</sup>-ზე აღწევს – 18-20-ს.

აღნიშნულ რაიონში მთლიანი ფართობის 21%-ზე ზევაეების ჩამოსვლის მაქსიმალური სიხშირე ნაკლებია 5-ზე, 18%-ზე შეადგენს-5-10, 16%-ზე - 10-15, ხოლო 25%-ზე აღემატება 15. დანარჩენ ტერიტორიაზე ზევაეების ჩამოსვლას ადგილი არ აქვს. მცირეთოვლიან ზამთრებში მცირდება, როგორც ზევაეების გავრცელების ზონის ფართობი, ასევე ზევაეების ჩამოსვლის სიხშირეც, კერძოდ მთლიანი ფართობის 30%-ზე ზევაეების ჩამოსვლის რაოდენობა ერთ ზამთარში 5-ზე ნაკლებია, 5%-ზე შეადგენს 5-10, ძალიან მცირე ფართობზე აღემატება 10, ხოლო დანარჩენ ტერიტორიაზე ზევაეების ჩამოსვლა არ შეიმჩნევა.

ზევაესაშიმი პერიოდის ხანგრძლივობა, ანუ ზევაესაშიმ დღეთა რაოდენობა ზამთარში, დიდ ფარგლებში იცვლება როგორც საკვლევ ტერიტორიაზე, ისე დროში. ზევაესაშიმი პერიოდი ნულის ტოლია უხვთოვლიან ზამთარში რაიონის მთლიანი ფართობის 20%-ზე, საშუალოთოვლიან ზამთარში 40%-ზე და მცირეთოვლიან ზამთარში- 65%-ზე. უხვთოვლიან ზამთრებში ზევაესაშიმი პერიოდის ხანგრძლივობა 50 დღეზე ნაკლებია საკვლევ რაიონის მთლიანი ფართობის 10%-ზე, 50-100 დღე – 20%-ზე, 100-150 დღე – 20%-ზე, 150 დღეზე მეტი 30%-ზე. მცირეთოვლიან ზამთრებში ზევაესაშიმი პერიოდი 50 დღეზე ნაკლებია განსაკუთრებით უხვთოვლიანი რაიონის მთლიანი ფართობის 20%-ზე, 50-100 დღე – 20%-ზე, ხოლო 100 დღეზე მეტია – 5%-ზე.

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში ზევაექტიურობის მორფომეტრიული და ზევაეების დინამიკური მახასიათებლები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. დაბალმთიან ზონაში იწყება ყველა ზევაექტიურობის 25-30%, საშუალომთიან ზონაში- 40-45%, ხოლო მაღალმთიან ზონაში-30-35%. ზევაექტიურობის 43% მთავრდება დაბალმთიან ზონაში, 32%-საშუალომთიან ზონაში, 25%-მაღალმთიან ზონაში. ფართოდაა გავრცელებული 0,5 ჰა ნაკლები ზევაის კერის ფართობის მქონე ზევაექტიურობები (საერთო რაოდენობის 51%), 15%-ის ზევაის კერის ფართობია 0,5-1,0 ჰა, 20%-ის-1,0-10 ჰა, ხოლო დანარჩენი ზევაის კერების (14%) ფართობი 10 ჰა-ზე მეტია. ზევაის კერების საერთო რაოდენობის 20%-ის ზედაპირის დახრილობა არის 15-25°, 45%-ის-25-35°, ხოლო 35%-ის აღემატება 35°. ზევაექტიურობების სიგრძე მერყეობს რამდენიმე ათეული მეტრიდან რამდენიმე კილომეტრამდე; 1 კმ ნაკლები სიგრძით ხასიათდება ზევაექტიურობების საერთო რაოდენობის 50%, 1 კმ-დან 2 კმ-მდე - 30%, 2 კმ-დან 5 კმ-მდე - 20%, ზევაექტიურობების მხოლოდ მცირე რაოდენობის სიგრძე აღწევს 5-6,5 კმ-ს.

საკვლევ ტერიტორიაზე ზევაეების უმრავლესობის (55%) კონუსის მაქსიმალური მოცულობა 5000 მ<sup>3</sup> ნაკლებია. 5000 მ<sup>3</sup>-დან 10000 მ<sup>3</sup> - მდე კონუსის მოცულობით ხასიათდება ზევაეების საერთო რაოდენობის 15%, 10000 მ<sup>3</sup> - დან 100000 მ<sup>3</sup> - მდე-15%, 100000 მ<sup>3</sup> - დან მილიონ მ<sup>3</sup>-მდე-10%, ხოლო მილიონ მ<sup>3</sup>-ზე მეტი მოცულობით-5%. ცალკეული ზევაის კონუსის მოცულობა აღწევს 3,0-3,5 მილიონ მ<sup>3</sup>. 30 მ/წმ-ზე ნაკლები მაქსიმალური სიჩქარით ხასიათდება ზევაეების საერთო რაოდენობის 50%, 30 მ/წმ-დან 40 მ-მდე- 40%, 40 მ/წმ-ზე მეტით- 10%. ძვაეების 30%-ის დარტყმის ძალა ნაკლებია 30 ტ/მ<sup>2</sup>, 55%-ის შეადგენს 30-60 ტ/მ<sup>2</sup>. მოძრავი ზევაის თოვლის სიმაღლე 10 მ-მდე დამახასიათებელია ზევაეების საერთო რაოდენობის 10%-თვის, 10 მ-დან 15 მ-მდე- 50%-თვის, ხოლო 10 მ-ზე მეტი 40%-თვის.

თოვლის ზევაის ჩამოსვლა რთული ფიზიკური პროცესია, რომელშიაც მრავალი ფაქტორი მონაწილეობს, კერძოდ, მყარი ნალექების რაოდენობა, თოვლის სიმაღლე და სამკვრივე, თოვლის ინტენსივობა, ფერდობის დახრილობა, ქარი, ტემპერატურა, და სხვა.

ზევაესაშიმროების სტატისტიკური პროგნოზის შედგენის მიზნით შერჩეულ იქნა სხვადასხვა აბსოლუტურ სიმაღლეზე მდებარე მეტეოსადგურების - ქედის (256 მ), ფსხუს (685 მ) და ცისკარას (1210 მ) მონაცემები. საპროგნოზო სქემის შესადგენად მასალის ხასიათის და შედგენილობის გათვალისწინებით, სხვადასხვა სტატისტიკური მეთოდებიდან უპირატესობა მივიანიჭეთ არაპარამეტრული დისკრიმინანტული ანალიზის მეთოდს, კერძოდ ეტალონის მეთოდს [1,2].

არაპარამეტრული დისკრიმინანტული ანალიზის მეთოდები გამოიყენება ობიექტებისა და მოვლენების კლასიფიკაციისათვის. ძირითადი ამოცანა შემდეგია: დაკვირვებით მიღებული მახასიათებლებიდან შედგენილი  $n$ - განზომილებიანი ვექტორი  $x(t) = \{x_1(t), \dots, x_n(t)\}$  უნდა მივაკუთვნოთ ერთ-ერთს ორი კლასიდან, რომლებიც განსაზღვრულნი არიან მოვლენის მოხდენით ან არ მოხდენით (კლასები  $A$  და  $\bar{A}$ ). ამ მიზნით იქმნება მონაცემთა ბანკი, რომლის ელემენტებია სხვადასხვა  $X(t)$  ვექტორები:

$$X = (X(1), X(2), \dots, X(t), \dots, X(n)) .$$

$X$  არქივი იყოფა ორ ნაწილად. პირველი ნაწილი, რომელიც ავღნიშნოთ  $X(t)$  წარმოადგენს სიმრავლეს იმ რეალიზაციებისა, რომელთა დროს მოხდა მოვლენა  $A$ . მეორე ნაწილი -  $X(\bar{A})$ , წარმოადგენს სიმრავლეს იმ

რეალიზაციებისა, რომელთა დროს მოხდა მოვლენა  $\hat{A}$ . ამრიგად, ნებისმიერი  $X(t)$  ვექტორისათვის სრულდება ერთ-ერთი ორი პირობიდან:

$$X(t) \in X(A) \quad \text{ან} \quad X(t) \in X(\hat{A}) .$$

ჩვენს მიერ გამოყენებული ეტალონთა მეთოდის არსი შემდეგია:  $X(A)$  და  $X(\hat{A})$  სიმრავლეებისათვის ამოვირჩევთ, რომელიმე მახასიათებელ ელემენტს (ეტალონს), რომელიც ყველა ძირითად ასპექტში ახასიათებს ამ სიმრავლეს. საპროგნოზო წესი იგება საცდელი  $X(t)$  ვექტორის სიახლოვის მიხედვით  $X(A)$  და  $X(\hat{A})$  კლასების  $a$  და  $\hat{a}$  ეტალონებთან. ალგორითმის რიცხვითი რეალიზაცია შემდეგია, ვითვლით ევკლიდურ მანძილებს  $d(X(t), a)$  და  $d(X(t), \hat{a})$ . ამის შემდეგ დისკრიმინანტული ფუნქცია მოიცემა შემდეგი სახით:

$$G(X) = d(X(t), \hat{a}) - d(X(t), a) .$$

საპროგნოზო წესი კი ჩამოყალიბდა შემდეგნაირად:

თუ  $G(X) \geq 0$ , მაშინ  $X(t) \in X(A)$ , (ზვავსაშიშროება), თუ  $G(X) < 0$ , მაშინ  $X(t) \in X(\hat{A})$ , (არაზვავსაშიშროება), (2)

ეტალონად იყენებენ სიმრავლის რომელიმე ცენტრალურ მახასიათებელს: საშუალო მნიშვნელობას, მედიანას ან მოდას. ჩვენ გამოვიყენეთ საშუალო მნიშვნელობა, ამიტომ ჩვენს შემთხვევაში:

$$G(X) = \sqrt{\sum_{i=1}^n [X_i - m_i(A)]^2} - \sqrt{\sum_{i=1}^n [X_i - m_i(\hat{A})]^2} . \quad (3)$$

საპროგნოზო სქემის ასაგებად გამოვიყენეთ 4 მეტეოროლოგიური ფაქტორი: მოსული მყარი ნალექების რაოდენობა ( $X$ ), თოვლის საფარის სიმაღლე ( $h$ ), თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი ( $\Delta h$ ) და  $HH_3$  პერ-ის  $A$  ტემპერატურა ( $t^{\circ}C$ ). ამ შემთხვევაში დისკრიმინანტულ ფუნქციას ექნება სახე:

$$G(X) = \sqrt{\sum_{i=1}^4 [X_i - m_i(A)]^2} - \sqrt{\sum_{i=1}^4 [X_i - m_i(\hat{A})]^2} . \quad (4)$$

სადაც  $X_i$  ფარის საცდელი  $X = (X_1, X_2, X_3, X_4)$  ვექტორის  $i$ -ური კომპონენტი.

ჩვენი მონაცემების მიხედვით არჩეული სადგურებისათვის მასალის დამუშავების შემდეგ შედგენილი იქნა შემდეგი ეტალონ-ვექტორები:

$$\begin{aligned} \text{ქედა } \{m(\hat{A}) = (13,5; 60,2; 20,5; 0,3); \{m(A) = (27,9; 168; 33,6; -1,5), \\ \text{ფსხუ } \{m(\hat{A}) = (20,7; 67,6; 21,6; -3,0); \{m(A) = (27,9; 169; 33; -1,8), \\ \text{ცისკარა } \{m(\hat{A}) = (36,6; 121,5; 27,2; -3,4); \{m(A) = (56,8; 262,7; 36,9; -5,6). \end{aligned}$$

რომელთა მეშვეობით სათანადო გამოთვლების შემდეგ ხორციელდება საპროგნოზო წესი (2).

გამოთვლების თანმიმდევრობა სამივე სადგურისათვის იქნება ერთი და იგივე. მაგალითისათვის ავიღოთ სადგურ ცისკარას მონაცემები, ზვავის ჩამოსვლისათვის დამახასიათებელი  $A$  კლასიდან განვიხილოთ 1959 წლის ზამთრის ნოემბრის თვე. საცდელი  $X$  ვექტორი მოცემულია კოორდინატებით:  $X = (33,6; 209; 24; -2)$ . დავადგინოთ რომელ კლასს მიეკუთვნება იგი. (3) ფორმულის გამოყენებით ვღებულობთ  $G(X) = 28,06 > 0$ . ე.ი. (2) საპროგნოზო წესის თანახმად ვაცხადებთ ზვავსაშიშროებას და ვვარაუდობთ ზვავის ჩამოსვლას.

#### ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. სიმონია თ., კარტაშოვა მ., 1996: თოვლის ზვავების ჩამოსვლის პროგნოზი პარამეტრული და არაპარამეტრული დისკრიმინანტული ანალიზის მეთოდების გამოყენებით, საქ. მეც. აკად. ჰმი-ს შრომათა კრებული, ტ.100, გვ. 158-161.
2. М.Г. Тер-Мкртычан, А.И. Снитковский, Л.Е.Лукианова, 1971: Использование дискриминантного анализа для прогноза гололёда. Тр. ГМЦ СССР, вып. 90, с.30-39.

უკ 551.578. 48

**ზვავსაშიშროების თავისებურებანი და პროგნოზი საქართველოს განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში.** /ლ.ქალდანი, მ. სალუქვაძე, თ.სიმონია, მ.კარტაშოვა, ნ.კობახიძე, გ.ჯინჭარაძე/, ჰმი-ს შრომათა კრებული, 2007-ტ.111-გვ.37-42,-ქართ., რეზ., ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია ზვავწარმოქმნელი ფაქტორები, დადგენილია ზვავსაშიშროების რაოდენობრივი მახასიათებლების, ზვავმემკრებების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მაჩვენებლების თავისებურებანი საქართველოს განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში. შედგენილია ზვავსაშიშროების სტატისტიკური პროგნოზი, რომელიც ეფუძნება დისკრიმინანტული ანალიზის მეთოდს, კერძოდ, ეტალონთა მეთოდს. ლიტ.დას. 2.

UDC 551.578. 48

**Features of avalanche danger and its forecast in Georgia's the most snowy area.** /L.Kaldani, M.Salukvadze, T.Simonia, M.Kartashova, N.kobakhidze, G.Gincharadze/. Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. 2007. - V.111. - p. 37-42, - Georg.; Summ. Georg., Eng., Rus.

There are discussed avalanche creative factors and are ratified qualitative features of avalanche danger, features of avalanche collecting morphometric and dynamic characteristicZs in the most snowy area of Georgia. ItZs made the statistical forecast of avalanche danger, which is based on the discriminant analise, in air case-on the method of etalons. Ref.2.

УДК 551. 578. 48

**Особенности и прогноз лавиноопасности в особенно многоснежном районе Грузии.** /Л.Калдани, М.Салуквадзе, Т.Симония, М.Карташова, Н.Кобахидзе, Г.Джинчарадзе/. Сб. трудов Института Гидрометеорологии Грузии-2007.- т.111.-с. 37-42,Груз.; рез.:Груз.,Анг., Русск.

Рассмотрены лавинообразующие факторы, установлены количественные показатели лавиноопасности, морфометрические характеристики лавиносборов и динамические свойства лавин для особенно многоснежного района Грузии. Составлен статистический прогноз лавиноопасности на основе метода дискриминантного анализа, в частности - метода эталонов. Лит.2.