

უაკ 551.50.501.7

**თანამგზავრული მონაცემებით მთის მყინვარის ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრა გეფერის მეთოდის გამოყენებით L**

ლ. შენგელია\*, გ. კორმახია\*, გ. თვაური\*\*, ვ. ცომაია\*, მ. ძამამია\*\*\*

\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

\*\* ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი.

\*\*\* საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტო.

**შესავალი**

მყინვარები პლანეტარული მნიშვნელობის მოვლენაა. საქართველოს მყინვარები ქვეყნის მნიშვნელოვანი კლიმატურ - ეკონომიკური რესურსია. ქვეყნის კლიმატური და ოროგრაფიული პირობებიდან გამომდინარე მყინვარები მხოლოდ კავკასიონზე გვხვდება და მათი რაოდენობა 500-ს აჭარბებს. საქართველოს მყინვარები მნიშვნელოვანი მთის მყინვარებს. მყინვარებს მნიშვნელოვანი როლი გააჩნიათ კლიმატის და წყლის რესურსების ფორმირებაში. საქართველოს მყინვარების შესწავლა 1860 წელს დაიწყო. საქართველოს მყინვარები დაცულია ყოფილი საბჭოთა კავშირის [1\_4] და მყინვარების მსოფლიო კატალოგში (World Glacier Inventory /აკრონიმი WGI/). მყინვარების კატალოგში საქართველოს მყინვარები ცალკე არ არის გამოყოფილი და მიკუთვნებულია ყოფილი საბჭოთა კავშირის კავკასიის მყინვარულ სისტემას. საბჭოთა კავშირის კატალოგების გამოცემიდან (1975 და 1977 წწ.) საგრძნობი დროა გასული, ხოლო მყინვარების უკანდახვევის გამო მნიშვნელოვნადაა შეცვლილი მათი კონტურები, ფართობები და სხვა მახასიათებლები, რაც მათი ცვლილების დაწვრილებით შესწავლას მოითხოვს. ამავდროულად ამ კატალოგებში არაა მოხვედრილი ყველა მცირე მყინვარი, ხშირ შემთხვევაში არ არის მოყვანილი მყინვარის ფირნის ხაზის სიმაღლის მნიშვნელობები, განსაკუთრებით მცირე მყინვარებისათვის.

ამგვარად მნიშვნელოვანია მყინვარების სხვადასხვა მახასიათებლების დადგენა. ამ მახასიათებლებიდან აუცილებელია განისაზღვროს მყინვარების ფირნის ხაზის სიმაღლე თანამედროვე ტექნოლოგიური და ინოვაციური მეთოდებით, რაც საფუძველია მყინვარების აბლაციის და აკუმულაციის ფართობების დაანგარიშებისათვის, რაც თავის მხრივ ბაზისია მყინვარებში არსებული მტკნარი წყლის მარაგის დადგენისათვის.

**ძირითადი ნაწილი**

მიწისპირა მონაცემებით ფირნის ხაზის განსაზღვრისათვის არსებობს პირდაპირი და არაპირდაპირი მეთოდები.

პირდაპირი მეთოდით ფირნის ხაზის განსაზღვრა ხდება უშუალოდ ველზე. ზაფხულის ბოლოს გლაციოლოგი აუყვება მყინვარის ზედაპირს. დასაწყისში მას ხვდება შიშველი მყინვარი. ზემოთ, მყინვარის ზედაპირზე ჯერ გამოჩნდება თოვლის ლაქები, რომლებიც სიმაღლის ზრდასთან ერთად რაოდენობრივად იზრდებიან და გარკვეულ სიმაღლეზე ქმნიან ერთიან საფარს. სწორედ აქ მდებარეობს ფირნის ხაზი [5].

ფირნის ხაზის განსაზღვრის არაპირდაპირი მეთოდები დამუშავებული აქვთ გეფერს, გესს, რეიდს, კუროვსკის და სხვა. არაპირდაპირი მეთოდებიდან მოვიყვანოთ გეფერის და გესის მეთოდები [5]. მყინვარების კატალოგში საქართველოს მყინვარების ფირნის ხაზის სიმაღლე ძირითადად განსაზღვრულია გეფერის მეთოდით.

გეფერის მეთოდით ფირნის ხაზის სიმაღლე არის საშუალო არითმეტიკული ფირნის აუზის შემომფარგვლელი რელიეფის საშუალო სიმაღლის და მყინვარის ენის ბოლოს სიმაღლეს შორის. ამასთან რელიეფის საშუალო სიმაღლე განისაზღვრება მყინვარის გარშემო ყველაზე მაღალი მწვერვალ(ებ)ისა და მათ შორის არსებული გადასასვლელ(ებ)ის სიმაღლეების საშუალოთი [5].

ამგვარად გეფერის მეთოდით ფირნის ხაზის სიმაღლე გამოითვლება ფორმულით:

$$T = (S+M)/2 \quad (1),$$

სადაც T-თი მოცემულია ფირნის ხაზის სიმაღლე, ხოლო შესაბამისად S და M არიან ფირნის აუზის შემომფარგვლელი რელიეფის საშუალო სიმაღლე და მყინვარის ენის ბოლოს სიმაღლე ანუ მყინვარის მინიმალური სიმაღლე. ფორმულა(5) გამოიყენება აბლაციის პერიოდის ბოლოს. საქართველოსათვის ეს პერიოდი მერყეობს ზაფხულის ბოლოდან შუა შემოდგომამდე, რასაც განაპირობებს ადგილმდებარეობა და ამინდის პირობები.

მეორე არაპირდაპირი მეთოდი მყინვარისფირნის ხაზის სიმაღლის განსასაზღვრავად არის მორფოლოგიური მეთოდი (გესის მეთოდი). აბლაციის მიწურულს მყინვარის ფირნის ხაზი შესაძლებელია პირდაპირ გაივლოს ნახაზზე მოცემულ მყინვარის ზედაპირზე. მყინვარის ენაზე, აბლაციის ზონაში ჰიპსომეტრიული მრუდები მყინვარის მოძრაობის მიმართულებით ამოზნექილი არიან, ხოლო ფირნის აუზში ჩაზნექილი. ფირნის ხაზი მათ შორის მდებარეობს და შედარებით სწორი ხაზით არის წარმოდგენილი. ეს ვიზუალურად კარგად ჩანს, შესაბამის ტოპოგრაფიულ რუკაზე.

დღესდღეობით, მყინვარების მდგომარეობის მიწისპირა დაკვირვებებით გარკვეული რეგულარობით გაშუქება ფაქტიურად შეუძლებელია. ორივე მეთოდი ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრის, როგორც პირდაპირი ასევე არაპირდაპირი, შრომატევადი და ეკონომიურად ძვირია.

დდადგინდა, რომ მყინვარების შესწავლა დედამიწის თანამგზავრული დაკვირვებებით ეფექტური ალტერნატივაა მათი კვლევა-დაკვირვებისათვის და სხვადასხვა სამეცნიერო ამოცანის გადაჭრისათვის, მათ შორის ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრისათვის [6\_10]. A

თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენებით მყინვარების მონიტორინგი უნდა წარმოებდეს დროის ისეთ შუალედში, როცა მინიმალურია თოვლის საფარი ანუ პერიოდისათვის აბლაციის მიწურულიდან ხელახალ გათოვებამდე. თანამედროვე კლიმატის პირობებში საქართველოსათვის ეს დროითი ინტერვალია აგვისტოს ბოლოდან დაახლოებით ოქტომბრის დასაწყისამდე.

მყინვარების აბლაციის მიწურულს მიღებული ფირნის ხაზი შეესაბამება ჭეშმარიტ თოვლის ხაზს.

დიდი ზომის მყინვარებისათვის აბლაციის მიწურულს მყინვარის ფირნის ხაზი თანამგზავრულ სურათზე ვიზუალურადაც არის გამოკვეთილი. ამ პერიოდში ფირნის და თოვლის მდებარეობა მაქსიმალურ სიმაღლეს აღწევს, რაც რელიეფშიც მკვეთრად არის გამოხატული. ამ პერიოდში ფირნის ხაზის დადგენა დიდი მყინვარებისათვის მორფოლოგიურადაც არის შესაძლებელი.

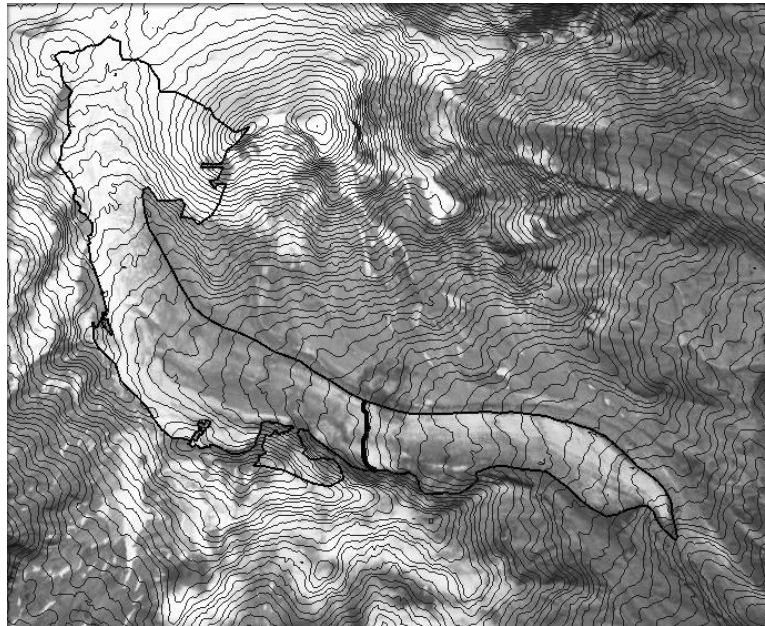
მაგალითისათვის სურ. 1-ზე წარმოდგენილია მყინვარ გერგეთის თანამგზავრული სურათი, რომელზეც რელიეფის ციფრული მოდელის გამოყენებით 30 მ ბიჯით დატანილია სიმაღლის იზოხაზები \_ ჰიპსომეტრიული მრუდები, კონტური (განსაზღვრული თანამგზავრული დისტანციური ზონდირებით /თდზ/) და მორფოლოგიური მეთოდით გავლებული ფირნის ხაზი (აღნიშნულია შედარებით სქელი ხაზით). როგორც სურ. 1-ზე ჩანს მორფოლოგიური მეთოდით გავლებული მრუდი მდებარეობს შედარებით სწორი იზოხაზის გასწვრივ, ამოზნექილ და ჩაზნექილ იზოხაზებს შორის.

თდზ-ის მონაცემებით მყინვარების მახასიათებლების დასადგენად პირველ რიგში საჭიროა მათი კონტურების დადგენა. თდზ-ის მონაცემების დამუშავებისათვის საჭირო მეთოდოლოგიური საკითხები, გამოყენებული პროგრამული საშუალებები და სისტემები, რელიეფის 3D განზომილებაში აგება, კონტურების გავლება და დაზუსტება საექსპერტო ცოდნისა და მიწისპირა დაკვირვებების გამოყენებით და სხვა დაწვრილებითაა გაშუქებული [6\_10].

თანამგზავრული მონაცემებით გეფერის მეთოდით სარგებლობისას ფორმულა (1) შემდეგნაირად ტრანსფორმირდება:

$$T_1 = (S_1 + M_1) / 2 \quad (2).$$

ფორმულაში ინდექსი „1“ მიუთითებს, რომ მოცემული სიდიდეები განეკუთვნებიან თდზ-ს მონაცემებს.



სურ.1. თანამგზავრული სურათის მიხედვით(2010წლის1სექტემბერი) გერგეთის მცინვარის სიმაღლის იზოხაზები, კონტური და ფირნის ხაზი (აღნიშნულია შედარებით სქელი ხაზით).

მცინვარის ფირნის ხაზის სიმაღლე რომ განისაზღვროს საჭიროა: მცინვარის მინიმალური სიმაღლე ( $M_1$ ), რაც თდზ-ს მონაცემებით შედარებით მარტივად განისაზღვრება და ფირნის აუზის შემომფარგვლელი რელიეფის საშუალო სიმაღლე ( $S_1$ ). ამ უკანასკნელის დადგენა თდზ მონაცემებით შეუძლებელია, რადგან მიწისპირა მონაცემებით გეფერის მეთოდის გამოყენების დროს არ არის ცნობილი რა მონაცემებია გამოყენებული თითოეული მცინვარისათვის, კერძოდ რომელი და რამდენი მწვერვალი და გადასასვლელი აიღეს.

ამ პრობლემას ადვილად გადავწყვეტთ, თუკი გამოვიყენებთ იმ ფაქტს, რომ ფირნის აუზის შემომფარგვლელი რელიეფის საშუალო სიმაღლე კატალოგისა და თდზ-ის მონაცემებით ფაქტიურად ტოლია ანუ

$$S = S_1 \quad (3).$$

ფორმულა (1)-ის მიხედვით:

$$S_1 = S = 2T - M \quad (4).$$

ფორმულა (2)-ში (4)-ის შეტანით ვღებულობთ:

$$T_1 = (2T - M + M_1) / 2 \quad (5).$$

ამგვარად გამოყვანილია თდზ-ის მონაცემებით ფირნის ხაზის გამოთვლის მათემატიკური ფორმულა (5). ამ ფორმულის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ შემაგალი სიდიდეების განსაზღვრა ასე თუ ისე მარტივია, ხოლო ფირნის აუზის შემომფარგვლელი რელიეფის საშუალო სიმაღლე ამ ფორმულაში გამორიცხულია.

ცხრილ 1-ში მოყვანილია მცინვარწვერის მცინვარების ფირნის ხაზის სიმადლის ( $T_1$ )-ის გამომთვლისათვის საჭირო მახასიათებლები: ფირნის ხაზის სიმადლე კატალოგის მიხედვით ( $T$ ); მცინვარის მინიმალური სიმადლე კატალოგის ( $M$ ) და თდზ-ის მონაცემების ( $M_1$ ) მიხედვით. ცხრილის ბოლო სვეტში მოყვანილია (5) ფორმულით გამომთვლილი ფირნის ხაზის სიმადლეები ( $T_1$ ).

უნდა აღინიშნოს, რომ (5) ფორმულის მიხედვით გამომთვლილი 1-ლ ცხრილში მოყვანილი გერგეთის მცინვარის ფირნისხაზისსიმადლე 3760.5 მ ემთხვევა გესის მეთოდით გავლებულ ფირნის ხაზის მნიშვნელობას იზოხაზების რუკაზე, რომელიც წარმოდგენილია 1-ლ სურათზე. ასევე კარგ თანხმობაშია ეს მონაცემები ცხრილის სხვა მცინვარებისთვისაც.

გეფერის მეთოდს ის უპირატესობა გააჩნია, რომ გესის მეთოდისაგან განსხვავებით იგი არ არის დამოკიდებული რელიეფის ციფრული მოდელის შერჩევაზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ ცხრილში მოცემული მცინვარწვერის ყველა მცინვარის ფირნის ხაზის სიმადლე გამომთვლილი თდზ-ისმონაცემების საფუძველზე გაზრდილია, მცინვარების კატალოგის მიხედვით მოყვანილ მონაცემებთან შედარებით. ამ მონაცემებს შორის დროითი შუალედი დაახლოებით 50 წელია. დროში ეს სხვაობა და კლიმატის თანამედროვე ცვლილება განაპირობებს მცინვარის ფირნის ხაზის სიმადლის ზრდას.

ცხრილი 1.

#	მცინვარის სახელწოდება და №	მცინვარების მსოფლიო კატალოგში საინდენტიფიკაციო კოდიID	მინიმალური სიმადლე (მ)		ფირნის ხაზის სიმადლე (მ)	
			( M )	( $M_1$ )	( T )	( $T_1$ )
1	მაილი, 248	SU4G08010041	2360	2469	3170	3224.5
2	ჭაჭი, 242	SU4G08011046	3230	3239	3660	3664.5
3	დევდორაკი, 241	SU4G08011048	2260	2392	3260	3326
4	აბანო, 240	SU4G08011049	2950	3020	3700	3735
5	გერგეთი, 238	SU4G08011052	2870	3091	3650	3760.5
6	235	SU4G08011056	3350	3758	3680	3884
7	დენკერა, 234	SU4G08011057	3500	3655	3770	3847.5
9	233ა	SU4G08011059	3440	3450	3760	3765
10	მნა, 233	SU4G08011060	2860	3036	3480	3568
12	აღმოსავლეთ სუათისი, 231	SU4G08011062	3000	3230	3500	3615
13	შუა სუათისი, 230	SU4G08011063	2850	2975	3520	3582.5
14	დასავლეთ სუათისი, 229	SU4G08011064	3070	3284	3600	3707
15	222	SU4G08011072	3150	3334	3490	3582

მცინვარწვერის მცინვარების რიცხვითი მახასიათებლები: მინიმალური სიმადლე მცინვარების კატალოგის ( $M$ ) დათდზ-ის მონაცემების ( $M_1$ )მიხედვით; ფირნის ხაზის სიმადლემცინვარების კატალოგის ( $T$ ) დაგამომთვლილი თდზ-ის მონაცემების ( $T_1$ )მიხედვით

**დასკვნა**

ფირნის ხაზის სიმადლე ერთერთი მნიშვნელოვანიმახასიათებელია მცინვარის მდგომარეობის ასახვისათვის.

მიწისპირა მონაცემებითფირნის ხაზის განსაზღვრისათვის არსებობსპირდაპირი და არაპირდაპირი მეთოდები. პირდაპირი მეთოდით ფირნის ხაზის განსაზღვრა ხდება უშუალოდ ველზე.

ფირნის ხაზის განსაზღვრის არაპირდაპირი მეთოდები დამუშავებული აქვთ გეფერს, გესს, რეიდს და სხვა. საქართველოს მცინვარებისათვის ფირნის ხაზის სიმადლე ძირითადად

განსაზღვრულია გეფერის მეთოდის საფუძველზე და შესაბამისი მონაცემები მოყვანილია სსრკ მყინვარების კატალოგში. სუნდა აღინიშნოს, რომ ორივე მეთოდი ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრისათვის, როგორც პირდაპირი ასევე არაპირდაპირი შრომატევადი და ეკონომიურად ძვირია. ამასთან ერთად დღესდღეობით მყინვარების მდგომარეობის მიწისპირა დაკვირვებებით გარკვეული რეგულარობით გაშუქება ფაქტიურად შეუძლებელია.

მყინვარების ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრა და თანაც არა ყველასი მიწისპირა დაკვირვებებით ბოლოს ჩატარდა დაახლოებით 50 წლის წინათ. აუცილებელია მყინვარების ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრა თანამედროვე ტექნოლოგიური და ინოვაციური მეთოდებით, რაც საფუძველია მყინვარების აბლაციის და აკუმულაციის ფართობების დადგენისათვის, რაც თავის მხრივ ბაზისია მყინვარებში არსებული მტკნარი წყლის მარაგის დადგენისათვის.

როგორც დადგინდა მყინვარების შესწავლა დედამიწის თანამგზავრული დაკვირვებებით ეფექტური ალტერნატივაა მათი კვლევა-დაკვირვებისათვის და სხვადასხვა სამეცნიერო ამოცანის გადაჭრისათვის მათ შორის ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრისათვის. A

თდზ-ის მონაცემებზე დაყრდნობით ფირნის ხაზის სიმაღლის დადგენისათვის შესაძლებელია გამოყენებულ იყოს მორფოლოგიური მეთოდი, თუმცა ის ყოველთვის ეფექტური არ არის. გეფერის მეთოდს ის უპირატესობა გააჩნია, რომ გესის მეთოდისაგან განსხვავებით იგი არ არის დამოკიდებული რელიეფის ციფრული მოდელის შერჩევაზე. კვლევაში მიღებულია სპეციალური მათემატიკური ფორმულა, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოვითვალოთ ფირნის ხაზის სიმაღლე ინტეგრალურად მიწისპირა და თანამგზავრული მონაცემების გამოყენებით. ფორმულაში შემავალი სიდიდეები: მინიმალური სიმაღლეები მყინვარების კატალოგის და თდზ-ის მონაცემების მიხედვით დაფირნის ხაზის სიმაღლე მყინვარების კატალოგის მიხედვით ცნობილია.

წინამდებარე სამუშაოში მყინვარწვერის იმ მყინვარებისათვის, რომლის მახასიათებლები წინასწარაა განსაზღვრული თდზ-ის მონაცემების დამუშავებით, განსაზღვრულია ფირნის ხაზის სიმაღლეები. ერთი მყინვარის გერგეთის მაგალითზე გადამოწმებისათვის გათვლილია ფირნის ხაზის სიმაღლე მორფოლოგიური მეთოდიტაც. ფორმულის მიხედვით გამოთვლილი გერგეთის მყინვარის ფირნის ხაზის სიმაღლე 3760.5მ ემთხვევა გესის მეთოდით გავლებულ ფირნის ხაზის მნიშვნელობას. ასევე კარგ თანხმობაშია ეს მონაცემები ცხრილის სხვა მყინვარებისთვისაც, რაც მეტყველებს მიღებული მათემატიკური ფორმულის ეფექტურობაზე.

#### ლიტერატურა\_ REFERENCES\_ЛИТЕРАТУРА:

1. В.Ш. Цомая. Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 3, ч. 1, Закавказье и Дагестан, Л: Гидрометеоиздат, 1975.
2. В.Ш. Цомая, О.А. Дробышев. Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 11, ,Северный Кавказ, Л: Гидрометеоиздат, 1977.
3. В.Д. Панов Э.С. Боровик. Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 12, Северный Кавказ, Л: Гидрометеоиздат, 1977.
4. Л.И. Маруашвили, Г. М. Курдгелაидзе, Т.А. Лашхи, Ш.В. Инашвили. Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 1, ч. 2-6, Закавказье и Дагестан, Л: Гидрометеоиздат, 1975.
5. რამინ გობეჯიშვილი, ვლადიმერ კოტლიაკოვი. გლაციოლოგია (მყინვარები). თბ.: უნივერსალი, 2006, 292 გვ.
6. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, V. Tsomaia, M. Dzadzamia. Satellite remote sensing outputs of the certain glaciers in the territory of East Georgia. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. Volume 18, Issue 1, Pages S1-S7, 2015.
7. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია. სუათისის მყინვარების კვლევის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე. თბილისი: ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 120, 2014, გვ. 52-56.

8. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია, მ. ძაძამია. თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა. თბილისი: ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 121, 2015.
9. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური. საქართველოს მყინვარების კვლევა დისტანციური ზონდირების ინოვაციური მეთოდების გამოყენებით. XVIII საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის, "გეოგრაფია: მეცნიერებისა და განათლების განვითარება" მიმდინილი იუნესკოს 70 წლისთავისადმი, კოლექტიური მონოგრაფია. სანკტ-პეტერბურგი, რუსეთი, 117-124, 2015 (რუს).
10. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია. აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების და GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით. სამეცნიერო-რეფერირებული ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №2 (719), 2015.

უკ 551.50.501.7

**თანამგზავრული მონაცემებით მთის მყინვარის ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრა გეფერის მეთოდის გამოყენებით/ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია, ძაძამია მ/სტუ-ს ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. - 2016. - ტ.123. - გვ.77-82. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.სტატიაში მოყვანილია მიწისპირა მონაცემებით მთის მყინვარების ფირნის ხაზის განსაზღვრის პირდაპირი და არაპირდაპირი მეთოდები. ორივე მეთოდი ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრისათვის, როგორც პირდაპირი ასევე არაპირდაპირი შრომატევადი და ეკონომიურად ძვირია. ამასთან ერთად დღესდღეობით მყინვარების მდგომარეობის მიწისპირა დაკვირვებებით გარკვეული რეგულარობით გაშუქება ფაქტიურად შეუძლებელია. ნაშრომში წარმოდგენილია ალტერნატიული შესაძლებლობა - თანამგზავრული დისტანციური ზონდირებით მთის მყინვარის ფირნის ხაზის განსაზღვრის მეთოდოლოგია. ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრისათვის გამოყვანილია მათემატიკური ფორმულა მიწისპირა და თანამგზავრული კომპლექსური მონაცემების და გეფერის მეთოდის გამოყენებით. მოყვანილია ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრის შედეგები. ფირნის ხაზის სიმაღლის გათვლილი და მორფოლოგიური მეთოდით მიღებული მნიშვნელობები ერთმანეთს ემთხვევა, რაც მეტყველებს მიღებული მათემატიკური ფორმულის ეფექტურობაზე.**

UDC 551.50.501.7D

**Determination of the firn line elevation of mountain glaciers based on satellite remote sensing data L. Shengelia, G. Kordzakhia, G. Tvauri, M. Dzadzamia /L. Shengelia, G. Kordzakhia, G. Tvauri, V. Tsomaia, M. Dzadzamia/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University. 2016, vol.123, pp. 77-82.Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.**

In the article direct and indirect methods for determination of the firn line height of mountain glaciers according to ground-based observations are considered. Both ground based methodologies are labor intensive and expensive. At the same time coverage of the glaciers with a certain regularity ground-based surface observations is impossible. In the research the alternative possibility - the methodology of determination of the firn line elevation of mountain glaciers based on satellite remote sensing is presented. The mathematical formula for determination of the firn line height using the Hefer method based on complex data of surface and satellite origin is created. Corresponding results of determination of the firn line elevation are presented. Comparison of the values of the firn line heights calculated by formula and determined by morphological method coincide. That shows the effectiveness of received mathematical formula.

УДК 551.50.501.7.

**ПоданнымспутниковогодистанционногозондированияопределениефирновойлиниигорныхледниковиспользованиемметодаГефера/ Л.Д. Шенгелия, Г.И. Кордзахия, Г.А. Тваური, В.Ш. Цомаи/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии ГрузинскогоТехнического университета. 2016. вып.123, с.77-82. Груз. Рез: Груз.,Англ., Рус.**

В статье рассмотрены прямые и косвенные методы определения фирновой линии горных ледников по данным наземных наблюдений. Оба из них являются трудоемкими и дорогими. В то же время по данным наземных наблюдений освещение состояния ледников с определенной регулярностью невозможно. В работе рассмотрена альтернативная возможность - методология определения фирновой линии горных ледников по данным спутникового дистанционного зондирования. Выведена математическая формула для определения высоты фирновой линии на основе данных наземных и спутниковых наблюдений с использованием метода Гефера. Представлены соответствующие результаты определения высоты фирновой линии. Сравнение величин высот фирновой линии рассчитанных с использованием указанной формулы и полученных морфологическим методом указывает на хорошее совпадению Это показывает на эффективность полученной математической формулы.