

უკ 551.50.501.7

## კლიმატის თანამედროვე ცვლილებების ფონზე კავკასიონის ცალკეული მყინვარების არეალის შესწავლა თანამგზავრული მონაცემების საფუძველზე

ლ.შენგელია\*, გ.თვაური\*\*, რ.ჭელიძე\*\*\*, ბ.წიგნაძე\*\*\*,  
ლ.მელაძე\*\*\*, ნ.ხვედელიძე\*\*\*, ნ.მაწკეპლაძე\*\*\*, გ.ბერაძე\*\*\*

\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

\*\* ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას გეოფიზიკის ინსტიტუტი.

\*\*\* ვლადიმერ კომაროვის თბილისის ფიზიკა-მათემატიკის № 199 საჯარო სკოლა.

*(სტატია შესრულებულია სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნულ სამეცნიერო ფონდის სახელმწიფო სამეცნიერო საგრანტო კონკურსის „კვლევები მოსწავლეთა მონაწილეობით“ SC/3/9-101/12 პროექტის ფარგლებში)*

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების რეფორმის სახელმწიფო კომისიის (ხელმძღვანელი გაია დვალი) მიერ შემუშავებული კონცეფციის უმნიშვნელოვანესი გზავნილია სასიცოცხლოდ აუცილებელი კავშირი მეცნიერებასა და სკოლას შორის. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის სახელმწიფო სამეცნიერო საგრანტო კონკურსი „კვლევები მოსწავლეთა მონაწილეობით“ სწორედ ამ მიზანს ემსახურება.

ამ კონკურსში გამარჯვებულ პროექტში SC/3/9-101/12 „კლიმატის თანამედროვე ცვლილებების ფონზე კავკასიონის ცალკეული მყინვარების არეალის შესწავლა თანამგზავრული მონაცემების საფუძველზე“ (სამეცნიერო ხელმძღვანელი ფიზიკა-მათემატიკის დოქტორი ლარისა შენგელია, თანახელმძღვანელი ფიზიკის მასწავლებელი რამინ ჭელიძე) ვლადიმერ კომაროვის თბილისის ფიზიკა-მათემატიკის № 199 საჯარო სკოლის მე-10 კლასის ხუთი მოსწავლე მონაწილეობდა. პროექტის ხანგრძლივობა 3 თვე.

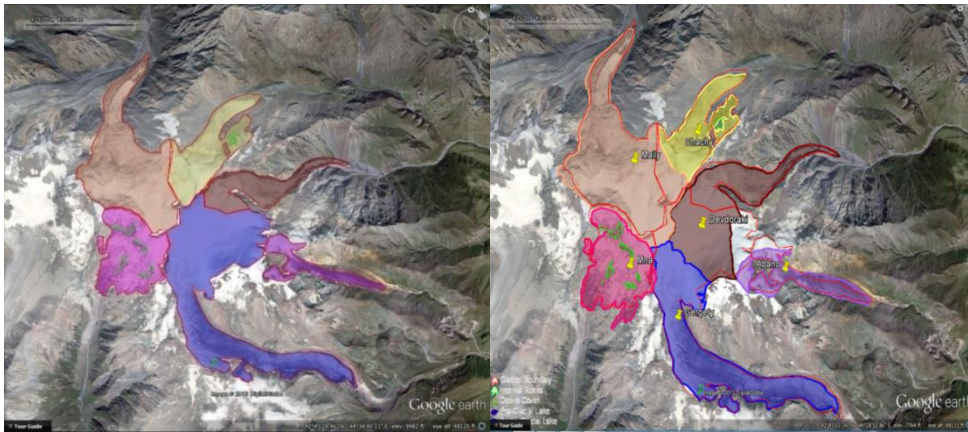
წინამდებარე პროექტის მიზანი იყო თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენებით კავკასიონის ცალკეული მყინვარების არეალისა და კონტურების განსაზღვრა და ვიზუალიზაცია.

პროექტში დასმული ამოცანის გადასაჭრელად გამოვიყენეთ თანამგზავრ TERRA-ს სენსორ ASTER-ის DEM (Digital Elevation Model) რელიეფის ციფრული მოდელი და მყინვარების მონიტორინგის საერთაშორისო პროექტის GLIMS (Global Land Ice Measurements from Space)-ის მსოფლიოს მყინვარების მონაცემთა ბაზა, რომელიც ინტერნეტით არის ხელმისაწვდომი [1, 2].

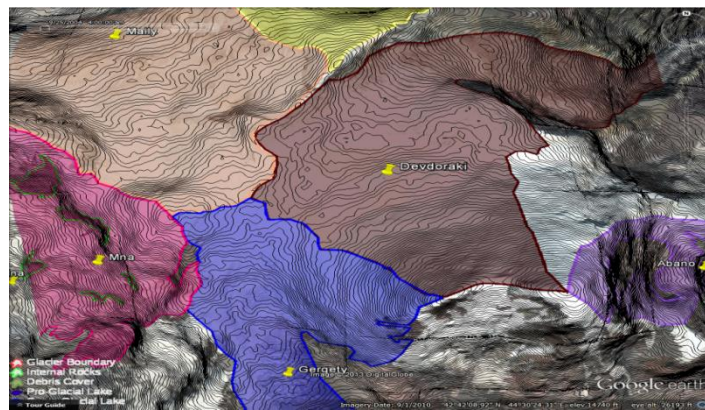
მუშაობის პროცესში მოსწავლე-მკვლევარებმა გამოიყენეს პროგრამები: Google Earth, VISAT BEAM 4.1 [3], გის-პროგრამა GRASS, ხოლო მონაცემთა ანალიზისთვის და გამოთვლებისათვის Microsoft Excel.

GLIMS-ის მონაცემთა ბაზიდან მოვიპოვეთ მყინვარების კონტურების მონაცემები, რომლებიც 2004 წლის 25 სექტემბრითაა დათარიღებული და შედგენილია 15 მ სივრცითი გარჩევითობის სენსორ ASTER-ის თანამგზავრული სურათის საფუძველზე. მყინვარწვერის მყინვარების კონტურები დავაზუსტეთ Google Earth-ის საშუალებით 2010 წლის 1 სექტემბრით დათარიღებული თანამგზავრული სურათის საფუძველზე, რომლის სივრცითი გარჩევადობა 0.6-1 მ-ს შეადგენს. Google Earth-ის თანამგზავრულ სურათს დავაფინეთ თავდაპირველი კონტური. მყინვარწვერის მყინვარების თავდაპირველი და დაზუსტებული სახე წარმოდგენილია სურ.1-ზე. თვალსაჩინოებისათვის მყინვარების არეალები გაფერადებულია.

კონტურების დაზუსტების აუცილებლობა გამოწვეულია არა მარტო მყინვარის ცვლილებით, არამედ იმითაც, რომ კონტური გავლებულია ზედხედით. კონტურის დასაზუსტებლად ჩვენ გამოვიყენეთ 3D გამოსახულება. მყინვარწვერის მყინვარების აკუმულაციის ზონა მთლიანად მიკუთვნებული აქვს გერგეთის მყინვარს, მაშინ როცა, ამ ზონიდან გამოდის სულ მცირე ოთხი სხვა მყინვარი. მყინვარების კონტურების დაზუსტების პროცესში გამოვიყენეთ ASTER DEM-ის საფუძველზე გის-პროგრამა GRASS-ის საშუალებით გამოთვლილი სიმადლის გრაფიკული მოდელები და იზოხაზები, რომელიც დავაფინეთ რუკას (10 მ და 30 მ ბიჯით) და 3D გამოსახულების საშუალებით დავადგინეთ წყალგამყოფები. წყალგამყოფების საშუალებით დავაზუსტეთ მყინვარების კონტურები (სურ.2).



სურ.1. მცინვარწვერის მცინვარების თავდაპირველი და დაზუსტებული სახე



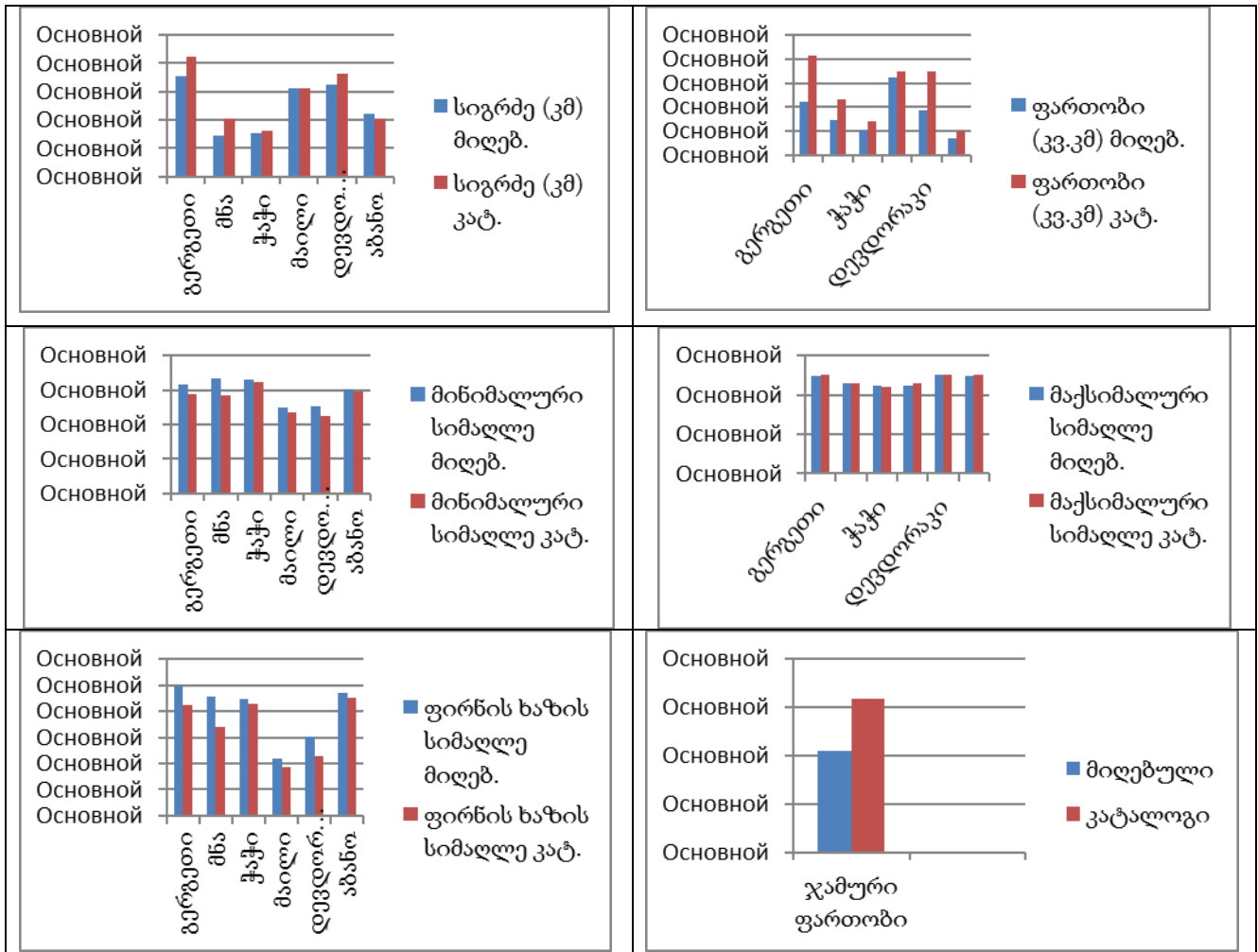
სურ.2. მცინვარწვერის მცინვარების წყალგამყოფების დასადგენად გამოყენებული ASTER DEM-ის სიმაღლის მიხედვით განაწილების იზოხაზები (ბიჯი 10მ.)

მცინვარწვერის კონტურების დაზუსტების შემდეგ VISAT BEAM პროგრამის გამოყენებით გამოვითვალეთ მცინვარების მახასიათებლები. ცალკეული მცინვარის სიმაღლის მიხედვით განაწილების ჰისტოგრამა და ჰიპსომეტრიული მრუდი. მცინვარების კატალოგში ფირნის ხაზის სიმაღლე გამოთვლილია გეფერის მეთოდით. ფირნის ხაზის სიმაღლის დასადგენად ვისარგებლეთ ამავე მეთოდით, სადაც მცინვარების კატალოგის და ჩვენს მიერ მიღებული მონაცემები გამოვიყენეთ.

თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენებით მიღებულ მცინვარწვერის მცინვარების მახასიათებლებს და იგივე პარამეტრებს მცინვარების კატალოგის ძირითადი ცხრილიდან [4] წარმოგიდგინთ ცხრილ 1-ის სახით. ცხრილში თვალნათლივ ჩანს მცინვარების მახასიათებლების მნიშვნელობებს შორის სხვაობა დაახლოებით 50-წლიანი პერიოდის განმავლობაში.

ცხრილი 1. მცინვარწვერის მცინვარების მახასიათებლები

მახას. მცინვ. სახ.	სიგრძე (კმ)		ფართ. (კვ.კმ.)		მინ. იმ. (მ)		მაქს. სიმ. (მ)		ფირნის ხაზი(მ)	
	მიღებ.	კატ.	მიღებ.	კატ.	მიღებ.	კატ.	მიღებ.	კატ.	მიღებ.	კატ.
გერგეთი	7.1	8.5	4.4	8.3	3168	2870	4934	5030	3799	3650
მნა	2.9	4.1	2.9	4.6	3335	2860	4614	4600	3717	3484
ჭაჭი	3.1	3.2	2.1	2.8	3292	3230	4444	4430	3691	3660
მაილი	6.2	6.2	6.5	7	2490	2360	4452	4600	3240	3170
დევდორაკი	6.5	7.3	3.7	7	2543	2260	5039	5030	3402	3260
აბანო	4.4	4.1	1.4	2.0	3027	2950	4980	5030	3739	3700



სურ.3. მცინვარწვერის მცინვარების მახასიათებლების ჰისტოგრამები (ლურჯი – თანამგზავრული მონაცემების, წითელი – კატალოგის მონაცემების მიხედვით)

მნიშვნელოვანია, რომ ყველა შესწავლილი მცინვარის ფართობი შემცირებულია. ასევე შემცირებულა ჯამური ფართობი, რომელიც ჩვენი მონაცემებით 21 კვ.კმ-ია, ხოლო მცინვარების კატალოგის მონაცემებით – 31.7 კვ.კმ. სურ.3-ზე წარმოგიდგენთ მცინვარწვერის მცინვარების მახასიათებლების ჰისტოგრამებს.

ამგვარად, თანამგზავრული და მცინვარების კატალოგის მონაცემების შედარების საფუძველზე ჩვენს მიერ ფიქსირდება, რომ დაახლოებით 50 წლის განმავლობაში:

- მცინვარწვერის მცინვარების მინიმალური სიმაღლე და ფირნის ხაზის სიმაღლე იზრდება;
- მცინვარწვერის მცინვარის სიგრძე და ფართობი, მათ შორის ჯამური – მცირდება;
- მცინვარწვერის მცინვარების მაქსიმალური სიმაღლე გაზომვის ცდომილების ფარგლებში არ იცვლება, რაც ბუნებრივია.

გრანტის ფარგლებში ჩატარებული კვლევის საფუძველზე მიღებული პირველი და მეორე შედეგი კლიმატის ცვლილებას უნდა უკავშირდებოდეს.

მოსწავლე-მკვლევარების მიერ თანამგზავრული მონაცემების დამუშავების შედეგად დადგენილი მცინვართა მახასიათებლები და მათი მიღების მეთოდოლოგია მომავალში გამოყენებული იქნება ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მცინვარების კვლევისა და კლიმატის მოსალოდნელ ცვლილებასთან დაკავშირებულ სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოებში [5].

## ლიტერატურა \_ REFERENCES \_ ЛИТЕРАТУРА

1. GLIMS: Global Land Ice Measurements from Space, <http://www.glims.org/>
2. Remote Sensing of Glaciers/ Petri Pellikka, Gareth Rees W.. Taylor & Francis Group/London, UK. \_2010. \_Eng.
3. BEAM, Earth Observation Toolbox and Development Platform, <http://www.brockmann-consult.de/cms/web/beam>.
4. Каталог Ледников СССР/ В.Ш. Цома, О.А. Дробышев/ Гидрометеиздат, Ленинград. \_1977. \_Т. 8, Северный Кавказ, – с. 21-35. \_ Рус.
5. კავკასიონის მყინვარებზე კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ზემოქმედების შესაფასებლად დისტანციური დაკვირვების ტექნოლოგიების გამოყენების შესაძლებლობები/ ლ. შენგელია, გ. კორძაია, გ. თვაური, თ. დავითაშვილი, ნ. ბეგალიშვილი/ თბილისი: ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ \_2012. \_№4-6. \_გვ.24-28. \_ ქართ.; რეზ. ინგლ., რუს.

უკ 551.50.501.7

**კლიმატის თანამედროვე ცვლილებების ფონზე კავკასიონის ცალკეული მყინვარების არეალის შესწავლა თანამგზავრული მონაცემების საფუძველზე/** ლ. შენგელია, გ. თვაური, რ. ჭელიძე, ბ. წიგნაძე, ლ. მელაძე, ნ. ხვედელიძე, ნ. მაცეკლაძე, გ. ბერაძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2013.-ტ.119.-გვ.204-207-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

წინამდებარე პროექტის მიზანი იყო თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენებით კავკასიონის ცალკეული მყინვარების არეალისა და კონტურების განსაზღვრა, და ვიზუალიზაცია.

პროექტში დასმული ამოცანის გადასაჭრელად გამოვიყენეთ თანამგზავრული TERRA-ს სენსორ ASTER-ის რელიეფის ციფრული მოდელი და მყინვარების მონიტორინგის საერთაშორისო პროექტის GLIMS-ის მსოფლიო მყინვარების მონაცემთა ბაზა. მყინვარწვერის მასივის მყინვარების კონტურების დაზუსტება განვახორციელეთ რელიეფის ციფრული მოდელის და მაღალი სივრცითი გარჩევადობის (0.6-1 მ) თანამგზავრული სურათების საფუძველზე.

მყინვარების კონტურების დაზუსტების შემდეგ განვსაზღვრეთ მყინვარების მახასიათებლები და შევადარეთ იგივე პარამეტრებს მყინვარების მსოფლიო კატალოგის ძირითადი ცხრილიდან. მყინვარების მახასიათებლების მნიშვნელობებს შორის სხვაობა კლიმატის ცვლილებას უნდა უკავშირდებოდეს.

UDC 551.50.501.7

**STUDY OF THE AREA OF SEPARATE GLACIERS OF THE CAUCASUS USING SATELLITE DATA ON THE BACKGROUND OF CONTEMPORARY CLIMATE CHANGE/L.Shengelia, G.Tvauri, R.Chelidze, B.Cignadze, L.Meladze, N. Khvedelidze, N. Matskepladze, G. Beradze/** Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2013. -V.119. -pp. 204-207 -Georg.; Summ. Georg., Eng., Russ

The purpose of the project was the investigation of properties of individual glacier basins of the Caucasus Mountains using the TERRA Aster DEM and GLIMS database data. The adjustment of Kazbek massive glacier outlines was carried out on the basis of Aster DEM and high spatial resolution (0.6-1 m) satellite remote sensing images.

The glacier characteristics were determined and compared with world glacier inventory data after outline adjustments. It is supposed that the observed difference of glacier characteristics is related with climate change.

УДК 551.50.501.7

**ИЗУЧЕНИЕ АРЕАЛА ОТДЕЛЬНЫХ ЛЕДНИКОВ БОЛЬШОГО КAVKAZA С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ НА ФОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА/** Л.Д. Шенгелия, Г.А.Тваური, Р.А.Челидзе, Б. Цигнадзе, Л.Меладзе, Н.Хведелидзе, Н.Мацкекладзе, Г.Берадзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. -2013.-т.119.-с.204-207 -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Целью настоящей работы являлось исследование отдельных ледников Большого Кавказского хребта с использованием данных дистанционного зондирования Земли.

Для решения поставленных в рамках проекта задач были использованы цифровая модель рельефа сенсора TERRA Астер и данные из базы данных международного проекта мониторинга ледников GLIMS. Уточнение контуров отдельных ледников массива проводилось на основании цифровой модели рельефа и спутниковых снимков высокого (0.6-1 м) разрешения.

После уточнения контуров ледников были определены различные характеристики ледников и проводили сравнение с данными основного каталога. Предполагается, что наблюдаемые различия отдельных параметров ледников связаны с изменением климата.

