

ბ.ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, ი. ჩოგვაძე
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ 551

ცირკულაციური პროცესების დინამიკის თავისებურებები საქართველოში ამინდის ექსტრემალური პირობების განვითარების დროს

ბოლო პერიოდში, კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე აღინიშნება სტიქიური ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების სიხშირისა და ინტენსივობის მატება, რაც უარყოფით ზეგავლენას ახდენს მოსახლეობის სოციალურ პირობებზე და იწვევს დიდ მატერიალურ ზარალს. ამასთან ამ პროცესის გამოვლინება ეკოლოგიურ და კლიმატურ პრობლემასაც წარმოადგენს. კერძოდ, იგი საფრთხეს უქმნის კავკასიონის მცინვარების ეკოლოგიურ წონასწორობას, რაც ნორმასთან შედარებით მაღალი ტემპერატურისა და ჰაერის მზარდი აეროზოლური დაჭუჭყიანების პირობებში მათი აბლაციის დაჩქარებაში გამოიხატება.

რედინგის უნივერსიტეტისა და მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მკვლევართა ჯგუფის მიერ ჩატარებული სამუშაოების [1,2] შედეგად აღმოჩნდა, რომ კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში 1985-2000 წწ პერიოდში მცინვარების აბსოლუტურმა უმრავლესობამ (94%) განიცადა უკან დახევა საშუალო სიჩქარით 8 მეტრი წელიწადში. გაზომილი 113 მცინვარიდან მხოლოდ ორმა წაიწია წინ. უკუქცევის მაქსიმალურმა მანძილმა შეადგინა 571 მ, ხოლო წინსვლის მანძილმა 108 მ. რადგან მცინვარები მოიაზრება კლიმატის ცვლილების საიმედო ინდიკატორებად, ეს უკანასკნელი კი თავის მხრივ დამოკიდებულია ატმოსფეროს ცირკულაციის გლობალურ და რეგიონალურ ანომალიებზე, მაშინ ცხადია რაოდენ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ცირკულაციური პროცესების თავისებურებათა შესწავლასა და მახასიათებელი ტრენდების გამოვლენას.

ამ მიმართულებით ქართველი მეცნიერების მიერ ჩატარებულ გამოკვლევებს 50 წელზე მეტი ხნის ისტორია გააჩნია [3,4,5], მაგრამ მათ შრომებში ძირითადი აქცენტი კეთდებოდა ცალკეული სტიქიური მოვლენების განვითარების მომენტში არსებული აეროსინოპტიკური პროცესების აღწერასა და ტიპიზაციაზე და არ განიხილებოდა პროცესების დინამიკა და მათი რაოდენობრივი მახასიათებლები.

შემდგომში, წინგადადგმული ნაბიჯი აღმოჩნდა ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში ჩატარებული ცირკულაციური პროცესების დინამიკის ამსახველი ΔF , F_x , F_y ინდექსების გამოთვლა [6,7], რამაც მოგვცა ამინდის რუკებზე წარმოდგენილი ბარიული ველის, ასევე ჰაერის მასების გადატანის მიმართულებისა და სიჩქარის რაოდენობრივი შეფასების საშუალება. მაგალითად, თუ $\Delta F > 0$, მაშინ რუკის მოცემული წერტილის ირგვლივ დაიკვირვება ციკლონური წარმონაქმნი (ციკლონი, ციკლონის ღარი, დაბალი წნევის არე), ხოლო როდესაც $\Delta F < 0$, მაშინ ადგილი აქვს ანტიციკლონური წარმონაქმნის განვითარებას (ანტიციკლონი, ანტიციკლონის თხემი, მაღალი წნევის არე). ჰაერის მასების მოძრაობას სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ, ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ, დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ და აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ ადგილი აქვს, როდესაც $F_x > 0$, $F_x < 0$, $F_y > 0$, $F_y < 0$ შესაბამისად.

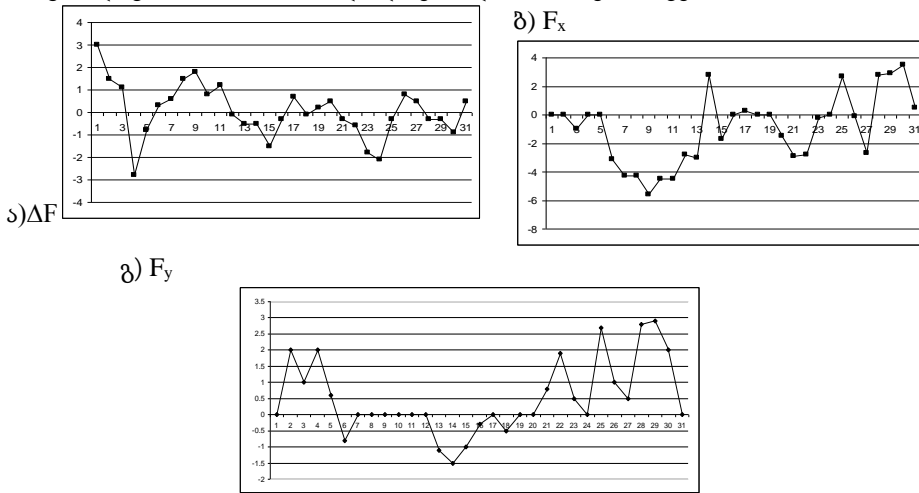
აღნიშნული ცირკულაციის ინდექსების გამოთვლა მიზანშეწონილია AT-500 ჰაა რუკების მონაცემების გამოყენებით, ვინაიდან ციკლონური და ანტიციკლონური წარმონაქმნების არსებობა განაპირობებს სითბოსა და სიცივის კერების არსებობას ტროპოსფეროს შუა ფენაში (5.5კმ), რომელიც გადამწყვეტ ზეგავლენას ახდენს მიწისპირა ფენაში ამინდის პირობების ჩამოყალიბებაზე. ინდექსების გამოთვლის დროს გამოიყენება მართკუთხა ბადე, რომელზედაც დატანილია 25 წერტილი. წერტილებს შორის მანძილი 500 კმ-ის ტოლია [6]. ცირკულაციის პარამეტრების განსაზღვრა წარმოებს არა ლოკალურ წერტილში, არამედ დიდ ტერიტორიაზე ($4 \cdot 10^6 \text{კმ}^2$) ე.ი. ვაფიქსირებთ ფართომასშტაბიანი ცირკულაციური პროცესების ამსახველ პარამეტრებს, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია

ქვემოთ მოცემულია საქართველოში 2008 წლის ექსტრემალურად ცივი იანვრისა და ცხელი და მშრალი აგვისტოს თვეების ცირკულაციურ თავისებურებათა ანალიზი ამ ინდექსების გამოყენებით.

ნახ.1-ზე წარმოდგენილია ΔF , F_x , F_y ინდექსების გრაფიკები 2008 წლის იანვრის თვეში. როგორც ნახ.1-ა-დან ჩანს, ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე ტროპოსფეროს შუა ფენაში (AT-500 ჰაა) იანვარში ადგილი ჰქონდა ციკლონური და ანტიციკლონური ბარიული ველების საკმაოდ მკაფიოდ გამოხატულ მორიგეობას. ციკლონური ველის ზემოქმედება აღინიშნა 4-ჯერ: 1-3, 7-12, 17-21 და 26-27 იანვარს. მათგან ძლიერი იყო 1-3 და 7-12 იანვრის ზემოქმედებები, შედარებით სუსტი 17-21 იანვრის ზემოქმედება და ძალიან სუსტი 26-27 იანვრის ზემოქმედება. ანტიციკლონური ველის ზემოქმედებას ადგილი ჰქონდა: 4-5 12-16, 21-25 და 28-30 იანვარს. მათ შორის ყველაზე ინტენსიური იყო 4-5 იანვრის ზემოქმედება, ყველაზე ხანგრძლივი კი 12-16 იანვრის ზემოქმედება. საერთო ჯამში ციკლონურ და ანტიციკლონურ ზემოქმედებათა რაოდენობა თვის განმავლობაში საკმაოდ თანაბრად განაწილებული. ამასთან უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე 2008 წლის იანვრის თვეში სიცივის ჩამოყალიბებაში ატმოსფერული ცირკულაციის ამ ინდექსს გადამწყვეტი როლი არ ეკუთვნის.

ნახ.1-ბ-ზე წარმოდგენილი F_x -ის გრაფიკიდან კარგად ჩანს, რომ ამიერკავკასიის თავზე ტროპოსფეროს შუა ფენაში 2008 წლის იანვრის თვეში საკმაოდ ხანგრძლივად აღინიშნებოდა ჰაერის მასების მოძრაობა ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ ($F_x < 0$). ამასთან, მოძრაობა ხშირად გამოირჩეოდა მნიშვნელოვანი

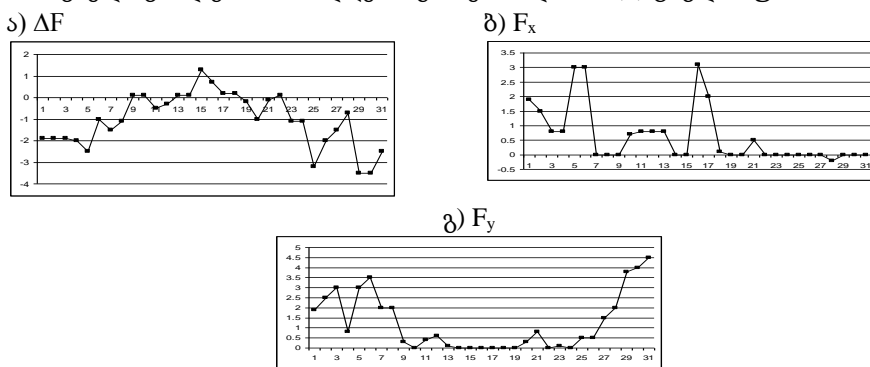
ინტენსივობითაც ($F_x < -3$). რაც შეეხება დღეთა საერთო რაოდენობას ჰაერის მასების მოძრაობით ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ, მათმა რიცხვმა 17-ს მიაღწია, ხოლო დღეთა რიცხვი ჰაერის მასების მოძრაობით სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ მხოლოდ 7 დაფიქსირდა. ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ F_x -ის ინდექსის მსვლელობა საკმაოდ დამაჯერებლად ხსნის საქართველოს ტერიტორიაზე 2008 წლის იანვარში სიცივის ჩამოყალიბების მიზეზს. კერძოდ, ეს მიზეზი მდგომარეობს ტროპოსფეროს შუა ფენაში ცივი ჰაერის მასების ხანგრძლივ მოძრაობაში ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ.



ნახ.1 ΔF , F_x , F_y ინდექსების გრაფიკები 2008 წლის იანვრის თვეში

საყურადღებოა F_y -ის გრაფიკიც. როგორც ნახ 1-გ-დან ჩანს 5-დან 20 იანვრამდე ტროპოსფეროს შუა ფენაში ამიერკავკასიის თავზე ბლოკირებული იყო ჰაერის მასების მოძრაობის დასავლეთის მდგენელი ($F_y \leq 0$) და მხოლოდ თვის ბოლოს აღინიშნა ჰაერის მასების გადაადგილების დასავლეთის მდგენელის გაძლიერება ($F_y > 0$). აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ჰაერის მასების გადაადგილების დასავლეთის მდგენელის გააქტიურება, როგორც წესი, ხელს უწყობს თბილისი ჰაერის გავრცელებას მოცემულ რეგიონში. ამრიგად, თუ შევადარებთ F_x -სა და F_y -ის გრაფიკებს აღმოჩნდება, რომ F_y -ის გრაფიკიც აფიქსირებს იმ გარემოებას, რომ ამიერკავკასიის თავზე ძირითადად აღინიშნებოდა ჰაერის მასების მოძრაობა მხოლოდ ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ, რაც საბოლოო ჯამში კიდევაც აისახა საქართველოში დაბალი ტემპერატურების ჩამოყალიბებაზე.

2008 წლის აგვისტოს თვეში პირიქით, საქართველოში დაფიქსირდა ჰაერის ტემპერატურის ნორმიდან მნიშვნელოვანი დადებითი გადახრა, რასაც თან ახლდა მცირენალექიანობაც. ნახ.2.-ზე მოცემულია, ΔF , F_x , F_y ინდექსების გრაფიკები 2008 წლის აგვისტოში. როგორც ნახ.აზიდან (ა) ჩანს 2008 წლის აგვისტოში ამიერკავკასიის თავზე ტროპოსფეროს შუა ფენაში დღეთა განმეორადობა (22) ანტიციკლონური ველით ($\Delta F < 0$) მნიშვნელოვნად ჭარბობს დღეთა განმეორადობას (9) ციკლონური ბარიული ველით ($\Delta F > 0$).



ნახ.2 ΔF , F_x , F_y ინდექსების გრაფიკები 2008 წლის აგვისტოს თვეში

სწორედ ანტიციკლონური ბარიული ველის უპირატესმა განვითარებამ განაპირობა აგვისტოს თვეში ცხელი და მშრალი ამინდის პირობების ჩამოყალიბება ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე და მათ შორის საქართველოშიც. იმავე ნახაზიდან (ბ) ჩანს, რომ 2008 წლის აგვისტოს თვეში ამიერკავკასიის თავზე მხოლოდ ერთხელ (28 აგვისტოს) აღინიშნა ჰაერის მასების გადაადგილება ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ, დანარჩენ შემთხვევაში კი ჰაერის მასები მოძრაობდნენ სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ ან დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ (ბ-გ).

ნახ.3-ზე მოცემულია ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის ნორმიდან გადახრის მსვლელობა ქ. თბილისში 2008 წლის იანვარსა (ა) და აგვისტოში (ბ). როგორც ნახაზიდან ჩანს, იანვარში კავკასიის რეგიონში ციკლონური ველის პირველი შემოჭრიდან (4-5 იანვარი), თბილისში საკმაოდ ხანგრძლივად აცივდა. ამ პერიოდში ტროპოსფეროს შუა ფენაში ამიერკავკასიის თავზე ჩამოყალიბებული იყო ჰაერის მასების

ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ მოძრაობის ტენდენცია, რაც ასევე კარგად ჩანს F_y -ის გრაფიკიდანაც (ნახ.1გ). მხოლოდ იანვრის თვის მესამე დეკადაში დაიწყო დათბობა საქართველოში, როდესაც ტროპოსფეროს შუა ფენაში საკმაოდ ხშირად აღინიშნებოდა ჰაერის მასების მოძრაობა სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ. რაც შეეხება აგვისტოს, აქ მთელი თვის განმავლობაში (გარდა 9-10 რიცხვისა) დაიკვირვებოდა ჰაერის საშუალო დღედამური ტემპერატურის ნორმიდან დადებითი გადახრა. ეს საკმაოდ ანომალური შემთხვევაა და მჭიდროდაა დაკავშირებული ცირკულაციის ფაქტორთან, რაც დაფიქსირებულია ინდექსების მნიშვნელობებითაც (ნახ.2). აგვისტოს თვეში ამიერკავკასიაზე გაბატონებული იყო ΔF -ის უარყოფითი მნიშვნელობები. ეს კი იმაზე მეტყველებს, რომ ამიერკავკასიაზე ტროპოსფეროს შუა ფენაში ცირკულაციური პროცესების განმსაზღვრელი იყო ანტიციკლონური ველი, რაც ძირითადი პირობაა მიწისპირა ფენაში თბილი და მშრალი ამინდების ჩამოყალიბებაში. აგვისტოში (ნახ..2-ბ) თითქმის არ ჰქონია ადგილი ჰაერის მასების მოძრაობას ტროპოსფეროს შუა ფენაში ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ რასაც შეიძლება გამოეწვია ჰაერის ტემპერატურის დაწვევა საქართველოს ტერიტორიაზე.

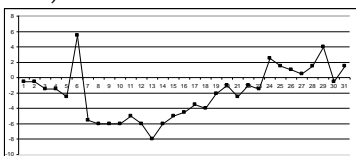
ამინდის ექსტრემალური პირობების მახასიათებლების შემაჯამებელი მნიშვნელობები 2008 წლის იანვარსა და აგვისტოში მოცემულია ცხრილში 1. როგორც ცხრილიდან ჩანს, თბილისში 1-23 იანვარს ჰაერის საშუალო დღედამური ტემპერატურის უარყოფითმა გადახრამ ნორმიდან $-3,7^{\circ}\text{C}$, ხოლო 1-31 აგვისტოს დადებითმა გადახრამ $2,7^{\circ}\text{C}$ შეადგინა. ცირკულაციის ინდექსი (ΔF) იანვარში $\Delta F=0.17$ -ის, ხოლო აგვისტოში $\Delta F=-1.04$ -ის ტოლი აღმოჩნდა, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ იანვარში ამიერკავკასიის თავზე ტროპოსფეროში დაიკვირვებოდა სუსტი ციკლონური ველი. აგვისტოში კი ძლიერი ანტიციკლონური ველი. რაც შეეხება ჰაერის მასების მოძრაობას, იანვარში აღინიშნებოდა მნიშვნელოვანი ჩრდილოეთის ($F_x=-1.94$) და სუსტი დასავლეთის ($F_y=0.16$) მდგენელი, ხოლო აგვისტოში ზომიერი სამხრეთის ($F_x=0.63$) და ძლიერი დასავლეთის ($F_y=1.23$) მდგენელი.

ცხრილი 1. 2008 წლის იანვრისა და აგვისტოს ამინდის ექსტრემალური პირობების მახასიათებლები

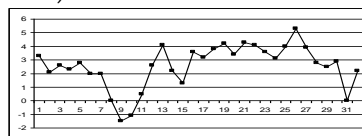
პროცესის დასაწყისი	პროცესის დასასრული	ხანგრ-ძლივობა (დღე)	საშ. დღედამური ტემპერატურა(°C) თბილისი	გადახრა ნორმიდან T° C	ინდექსის საშუალო მნიშვნელობა (AT-500 ჰჰა)			პროცესის დახასიათება
					ΔF წმ ⁻¹	F_x მ/წმ	F_y წმ/მმ	
01.01.08	23.01.08	23	-2,3	-3,7	0,17	-1,94	0,16	სიცივის ტალღა
01.08.08	31.08.08	31	26,7	2,7	-1,04	0,63	1,23	სითბოს ტალღა

როგორც ვხედავთ, საქართველოს ტერიტორიაზე ჰაერის ტემპერატურის ნორმიდან მნიშვნელოვანი უარყოფითი გადახრის პერიოდები ემთხვევა დროის იმ მონაკვეთებს, როდესაც ამიერკავკასიის თავზე ტროპოსფეროს შუა ფენაში გააქტიურებული იყო ჰაერის მასების მოძრაობის ჩრდილოეთის მდგენელი, ხოლო დადებითი გადახრის პერიოდები ემთხვევა დროის იმ მონაკვეთებს, როდესაც ჰაერის მასები გადაადგილდებოდნენ სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ ან დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, რაც საკმაოდ მკაფიოდაა გამოსახული F_x -ისა და F_y -ის გრაფიკების საშუალებით (ნახ.1 და ნახ.2).

ა) $\Delta T^{\circ}\text{C}$



ბ) $\Delta T^{\circ}\text{C}$



ნახ.3 ჰაერის საშუალო დღედამური ტემპერატურის ნორმიდან გადახრის მსვლელობა ქ. თბილისში 2008 წლის იანვარსა (ა) და აგვისტოში (ბ)

რაც შეეხება ციკლონური ($\Delta F > 0$) და ანტიციკლონური ($\Delta F < 0$) ფორმის ცირკულაციური წარმონაქმნების მსვლელობის კავშირს ჰაერის ტემპერატურის ნორმიდან გადახრასთან, აქ გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს იმას, თუ ამ წარმონაქმნების რომელი სექტორით ხორციელდება ზემოქმედება ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე.

მაგალითად, 2008 წლის იანვრის თვეში ხშირი იყო ციკლონური წარმონაქმნების ზურგით ნაწილში განვითარებული ჩრდილოეთის დენების ($F_x < 0$) ზემოქმედება ამიერკავკასიაზე, ხოლო აგვისტოს თვეში ანტიციკლონური ველის ფონზე განვითარებული სამხრეთისა და დასავლეთის დენების ($F_x > 0$, $F_y > 0$) ზემოქმედებები.

ამრიგად, ინდექსების ΔF , F_x , F_y გამოთვლა შესაძლებლობას გვაძლევს დავაფიქსიროთ ფართომასშტაბიანი ცირკულაციის კომპლექსური პირობები, რომლებიც განაპირობებენ საქართველოს ტერიტორიაზე ტემპერატურული ანომალიების ჩამოყალიბებას, აგრეთვე დავადგინოთ ამ ანომალიების ტრენდული ხასიათის კავშირი აღნიშნული ინდექსების დინამიკასთან.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Stokes C.R. Gurney S.D., Shahgedanova M., Popovnin V. Late-20th-century changes in glacier extent in thr Caucasus Mountains, Russia/Georgia. Jurnal of Glaciology, 2006, VOL.116 52, No.176.
2. Shahgedanova M., Stokes C.R., Gurney S. D. Interactions between mass balanse, atmospheric circulation, and recent climate change on the Djankuat Glacier, Caucasus Mauntains , Russia. Jurnal of Geophysical Research, 2005, VOL.116110, D 04108.
3. Напетваридзе Е.А., Папинашвили К.И. Синоптико-аэрологические условия особых явлений погоды в Закавказье и некоторые правила их прогнозирования на естественный синоптический период. Труды ТбилНИГМИ, 1957, вып. 2.
4. Чиракадзе Г. И. Засуха, бездождный период и суховеи на территории Кавказа. Л., Гидрометеиздат, 1980.
5. Гигинеишвили В.М., Напетваридзе Е.А. и Папинашвили К.И. Атмосферные процессы как фактор колебания ледников большого Кавказа. Труды Тбил.НИГМИ, 1961, вып. 8.
6. Чоговадзе И.В. В кн. “Руководство по краткосрочным прогнозам погоды”.-часть 1, Л.: Гидрометеиздат, 1986.
7. Тикишвили Ц.Ф. Количественная оценка элементов циркуляции атмосферы при выпадении сильных и очень сильных осадков Западной Грузии. Тр. ЗакНИГМИ, 1989, вып.91(98).

უკ 556.16.06

ცირკულაციური პროცესების დინამიკის თავისებურებები საქართველოში ამინდის ექსტრემალური პირობების განვითარების დროს. /ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, ი. ჩოგოვაძე./ ჰმი-ს შრომათა კრებული – 2009 – ტ.116. გვ. ქართ., რუზ. ქართ., ინგლ., რუს.

საქართველოში 2008 წლის ექსტრემალურად ცივი იანვრისა და ცხელი აგვისტოს თვეების ცირკულაციური ინდექსების ΔF , F_x , F_y გამოყენებით ჩატარებული ანალიზის შედეგად დადგენილია საქართველოს ტერიტორიაზე ტემპერატურული ანომალიების ჩამოყალიბების განმაპირობებელი ფართომასშტაბური ცირკულაციის კომპლექსური პირობები, ასევე ამ ანომალიების ტრენდული ხასიათის რაოდენობრივ მნიშვნელობათა კავშირი ცირკულაციის ინდექსების დინამიკასთან.

UDC 556.16.06

Features of atmospheric processes dynamics during the extreme weather conditions development in Georgia. / B. Beritashvili, Nn. Kapanadze, I. Chogovadze./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2009, – V.116 – p. – Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

On the basis of analysis of monthly circulation indexes ΔF , F_x , F_y during the extremely cold January and extremely hot August of 2008, the complex conditions for the large-scale circulation processes causing the temperature anomalies on the territory of Georgia are established, as well as the relation of numerical values of this anomalies with the dynamics of circulation indexes.

УДК 556.16.06

Особенности циркуляционных процессов над Грузией при развитии экстремальных условий погоды /Б.Ш Бериташвили, Н.И Капанадзе, И.В Чоговадзе./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. – 2009, - Т.116, с. Груз., Рез. Англ., Рус. На основе анализа с использованием циркуляционных индексов ΔF , F_x , F_y , характеризующих экстремально холодный январь и экстремально теплый август 2008 года в Грузии, установлены комплексные условия, определяющие формирование температурных аномалий на территории Грузии, а также связь между численными значениями трендовых характеристик этих аномалий с динамикой циркуляционных индексов.