

ი.შენგელია

ჯამური რადიაციული ველის მოდელი საქართველოში მოწმენდილი ცის შემთხვევაში

მოწმენდილი ცის შემთხვევაში დედამიწისა და მისი გარემომცველი ატმოსფეროს ენერგიის ძირითად წყაროს მზის ენერგია წარმოადგენს. პრაქტიკულად იგი ერთადერთი წყაროა, რომელიც დედამიწის ზედაპირისა და ატმოსფეროს ენერგეტიკულ დონეს აყალიბებს, ხოლო ამ უკანასკნელის მდგრადი წონასწორობა ბიოსფეროს არმეობის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს.

ვიდრე დედამიწის ზედაპირზე მოვიდოდეს მზის რადიაცია, ატმოსფეროში მთელ რიგ გარდაქმნებს განიცდის, რის შედეგადაც იგი იცვლება როგორც რაოდენობრივად, ისე თვისობრივად. დედამიწის ზედაპირზე მოსულ მზის მოკლეტალღიან რადიაციას პირდაპირი და გაბნეული რადიაციები შეადგენენ. მოწმენდილი ცის დროს ჯამური რადიაციის შემადგენლობაში პირდაპირი რადიაციის წელი, მზის მცირე ზენიტური კუთხეების გარდა, გაბნეულ რადიაციასთან შედარებით გაცილებით მეტია. ამდენად, ჯამური რადიაციის თვისებებს ძირითადად პირდაპირი რადიაცია განსაზღვრავს, თუმცა ცვალებადობის კანონზომიერებათა გამოყალიბებისას გაბნეულ რადიაციას გარკვეული კორექტივები შეაქვს.

დედამიწის ზედაპირზე მოსული ჯამური მონოქრომატული რადიაციის ნაკადი შეიძლება განისაზღვროს დამოკიდებულებით:

$$Q_{\lambda} = S_{\lambda} \cos \theta + D_{\lambda}$$

სადაც S_{λ} , D_{λ} და Q_{λ} - შესაბამისად პირდაპირი (მართობულ ზედაპირზე), გაბნეული და ჯამური მონოქრომატული რადიაციაა, ხოლო θ - მზის ზენიტური კუთხე. როგორც ამ ფორმულიდან ცანს, ჯამური რადიაციის გამოსავლენად საჭიროა პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის მნიშვნელობების განსაზღვრა.

ატმოსფეროში გავლისას მზის სხივური ნაკადის გარდაქმნაზე უპირატეს ზეგავლენას ახდენს ოზონისა და წყლის ორთქლის მიერ მისი სელექტური შთანთქმა და ატმოსფეროში არსებული მოლეკულებისა და აეროზოლების მიერ რადიაციის გარკვეული ნაწილის გაბნევა. თანამედროვე ლიტერატურული წყაროები ამ პროცესების ანალიზური განსაზღვრის შესაძლებლობას ძირითადად იძლევიან, მაგრამ გარკვეულ სიმწიფეებთანაა დაკავშირებული სხივური ენერგიის ცვლილებებზე ატმოსფერული აეროზოლების გავლენის შეფასება. წყლის ორთქლის გაშვების ფუნქციის განსაზღვრისათვის საჭიროა ტალღის სიგრძის სხვადასხვა უბნებში შთანთქმის კოეფიციენტების ცოდნა და ატმოსფეროში არსებული წყლის ორთქლის რაოდენობის განსაზღვრა. საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფეროში ტენშემცველობის სივრცულ-დროითი მოდელის აგებისათვის, თეორიულ და ემპირიულ მეთოდებზე [1,2] დაყრდნობით, ცვენს მიერ დამუშავებული იქნა ატმოსფერული ტენშემცველობის მოდელირების მეთოდი [3,4,11]. მისი გამოყენებით შესაძლებელია ნებისმიერი ადგილისათვის, დროის ნებისმიერ მომენტში განისაზღვროს ატმოსფეროში არსებული წყლის მარაგის რაოდენობა.

აეროზოლების გაშვების ფუნქციის განსაზღვრისას განსაკუთრებულ სირთულეს ქმნის აეროზოლური შესუსტების კოეფიციენტის გამოანგარიშება. იმის გამო, რომ არ იყო გამოვლენილი ატმოსფერული აეროზოლების ოპტიკური სიმკვრივის დამოკიდებულების კანონზომიერება ტალღის სიგრძისადმი, უკანასკნელ პერიოდამდე თითქმის შეუძლებელი იყო აეროზოლების გაშვების ფუნქციის განსაზღვრა. ამ უკანასკნელის გამო კი, სხვა სიმწიფეებთან, საერთო ბუნებრივი პირობებისათვის სპექტრული რადიაციული ველის შესწავლა. მას შემდეგ, რაც შეიქმნა აეროზოლების სპექტრული ოპტიკური განსაზღვრის მეთოდი [5,6], შესაძლებელი გახდა აეროზოლების გაშვების ფუნქციის აგებაც, ეს კი სპექტრული რადიაციული ველის შესწავლის პინციპულ შესაძლებლობას იძლევა.

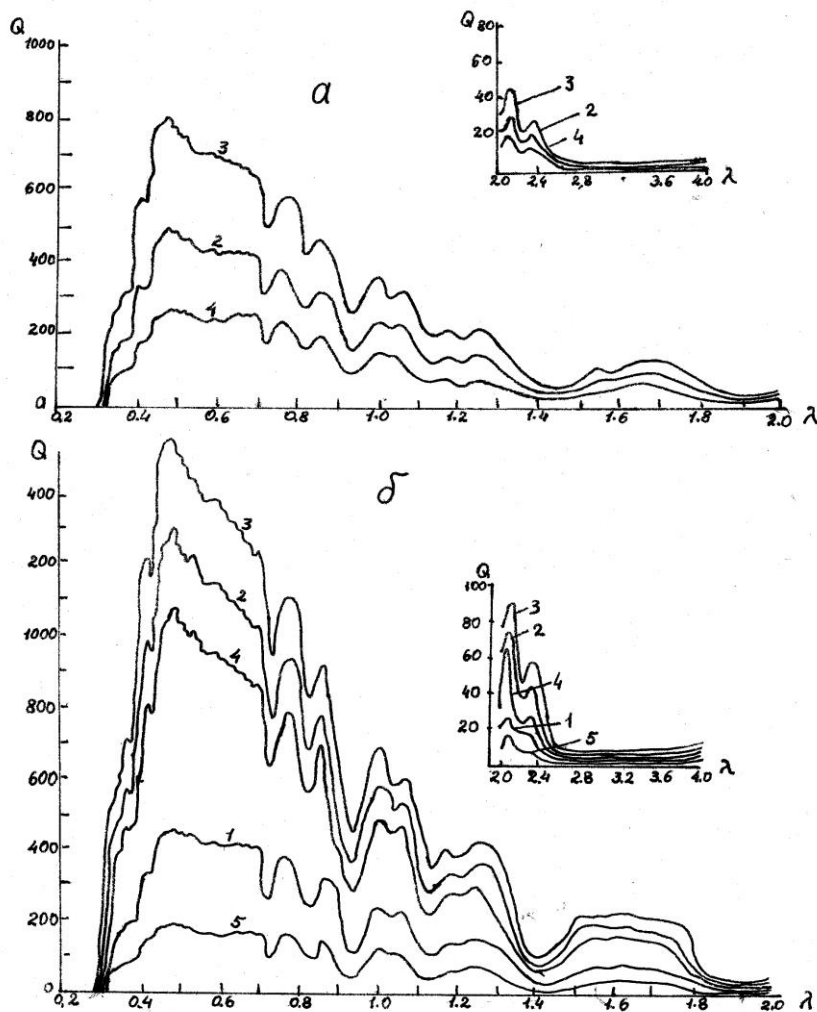
ზემოთ აღნიშნული შედეგების გამოყენებითა და სხვადასხვა მეთოდებზე დაყრდნობით [7,8,9], ცვენს მიერ გამოყალიბებულ იქნა პირდაპირი და გაბნეული, ამდენად ჯამური სპექტრული რადიაციული ველის მოდელირების სქემა [10,11]. ამ სქემისა და საცნობარო ლიტერატურაში არსებული ემპირული მასალის გამოყენებით შევეცადეთ საქართველოსათვის აგვეგო სპექტრული რადიაციული ველის მოდელი. ამ მიზნით სპექტრის (0.2-5.0) მკმ ინტერვალში 247, სხვადასხვა ტალღის სიგრძისათვის საქართველოს 90 მეტეოროლოგიურ სადგურზე, რამდენიმე თვის (იანვარი, აპრილი, ივლისი და ოქტომბერი) აქტინომეტრიულ ქსელში მიღებულ დაკვირვებათა ვადებისათვის გამოვთვალეთ შესაბამისად პირდაპირი და გაბნეული, მათ საფუძველზე კი - ჯამური მონოქრომატული რადიაციის მნიშვნელობები. სპექტრის შესაბამის უბნებში ჯამური მონოქრომატული რადიაციის მნიშვნელობების ინტეგრებით განვსაზღვრეთ ულტრაიისფერი, ხილული, ინფრაწითელი და ინტეგრალური ჯამური რადიაციის ნაკადისა და შესაძლო თვიური ჯამების მნიშვნელობები (იანვარი და ივლისი).

სხვადასხვა მეტეოროლოგიური სადგურებისათვის ჯამური რადიაციის სპექტრული განაწილების გრაფიკებმა გვიცვენა, რომ მათ პრინციპულად ერთიდაიგივე სახე აქვთ. ამიტომ წინამდებარე ნაშრომში საილუსტრაციოდ სპექტრული განაწილების გრაფიკები მხოლოდ სოხუმისათვის წარმოვადგინეთ (სურ.1).

როგორც სურ.1-დან ცანს, ჯამური რადიაციის ნაკადის მაქსიმუმი 0.48 მკმ სიგრძის ტალღის მახლობლობაში მიიღება. მზის დიდი ზენიტური კუთხეებისათვის გაზნულ რადიაციაში მაქსიმუმის წერტილის უფრო გრძელი ტალღებისკენ წანაცვლების გამო, ამ კუთხეებისათვის ჯამური რადიაციის სპექტრი მკვეთრი მაქსიმუმით არ ხასიათდება.

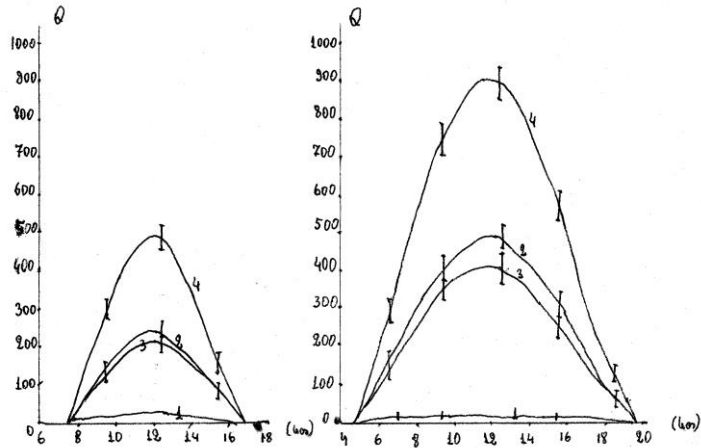
მზის სიმაღლის მატებასთან ერთად ჯამური რადიაციის ნაკადი იზრდება, თავიდან ინტენსიურად, ხოლო შემდეგ შედარებით მცირე ტემპით. ეს კანონზომიერება ნათლად ცანს ჯამური რადიაციის დღიური განაწილების გრაფიკებიდან (სურ.2). წლის მანძილზე ჯამური რადიაციის მაქსიმუმი ივნისის თვეში, ხოლო მინიმუმი ძირითადად დეკემბერში მიიღწევა (სურ. 3). მე-2 და მე-3 სურათებზე გრაფიკები მეტეოროლოგიური სადგურებისათვის გამოთვლილი შესაბამისი მნიშვნელობების გასაშუალებითაა აგებული (მათზე ვერტიკალური მონაკვეთები საშუალო კვადრატულ გადახრებს განსაზღვრავს).

გამოთვლილი ულტრაიისფერი (უი), ხილული (ბ), ინფრაწითელი (იწ) და ინტეგრალური (ინ) ჯამური რადიაციის დისკრეტული მნიშვნელობების ინტერპოლაციისა და ექსტრაპოლაციის საფუძველზე იანვრისა და ივლისისათვის ავაგეთ შესაძლო თვიური ჯამების ტერიტორიული განაწილების რუკები (სურ.4).

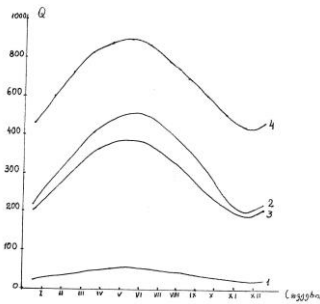


ნახ.1. ჯამური რადიაციის სპექტრული განაწილება სოხუმისათვის (ვტ/მ²-მკმ). ა - იანვარი, ბ - ივლისი

მზის სიმაღლის მატებასთან ერთად ჯამური რადიაციის ნაკადი იზრდება, თავიდან ინტენსიურად, ხოლო შემდეგ შედარებით მცირე ტემპით. ეს კანონზომიერება ნათლად ჩანს ჯამური რადიაციის დღიური განაწილების გრაფიკებიდან (ნახ.2). წლის მანძილზე ჯამური რადიაციის მაქსიმუმი ივნისის თვეში, ხოლო მინიმუმი, ძირითადად, დეკემბერში მიიღწევა (ნახ. 3). მე-2 და მე-3 ნახაზებზე გრაფიკები მეტეოროლოგიური სადგურებისათვის გამოთვლილი შესაბამისი მნიშვნელობების გასაშუალებითაა აგებული (მათზე ვერტიკალური მონაკვეთები საშუალო კვადრატულ გადახრებს განსაზღვრავს).

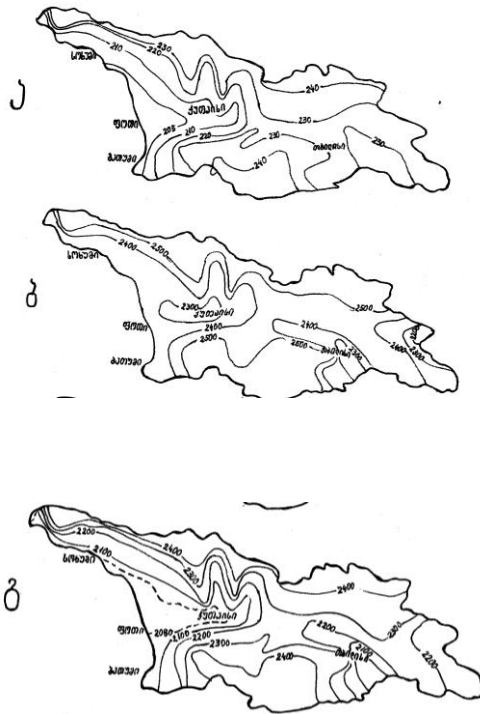


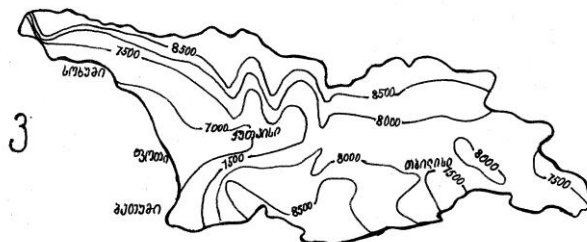
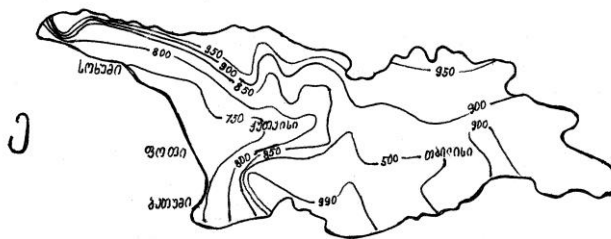
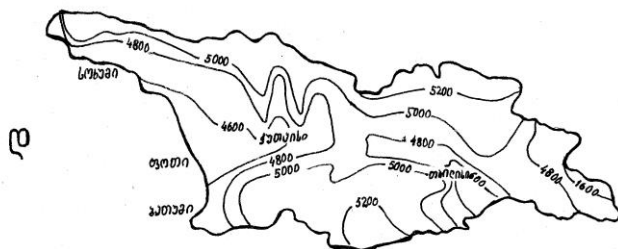
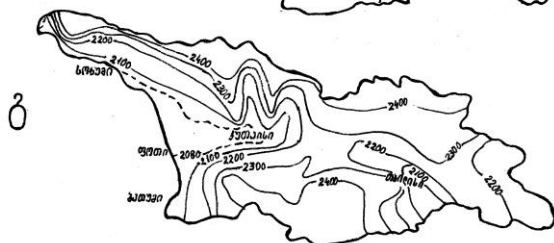
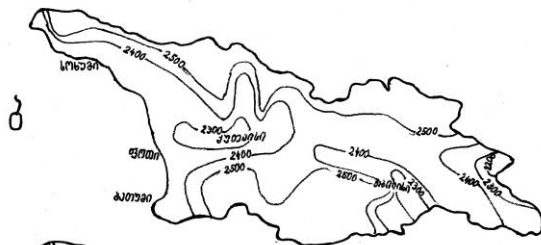
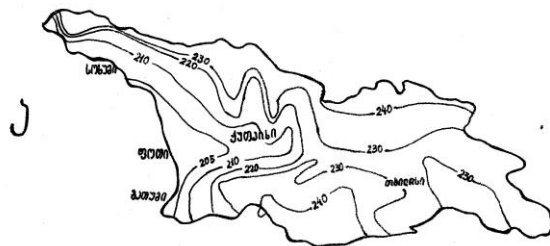
ნახ.2. ჯამური რადიაციის დღიური ცვლილება (ვტ/მ²) ა- იანვარი, ბ- ივლისი, 1-უი, 2-ხ, 3-იწ, 4-ინ.

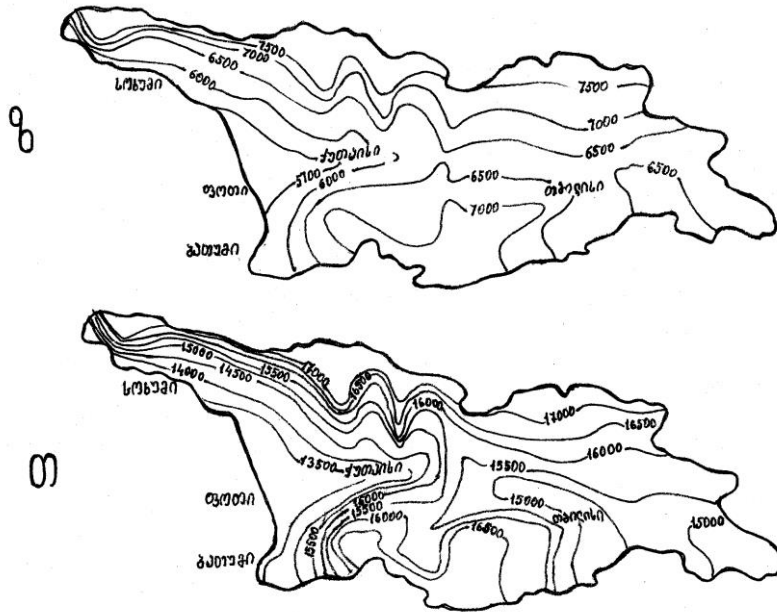


ნახ.3. ჯამური რადიაციის საშუალო თვიური მნიშვნელობების წლიური ცვლილება შუადღისას (12³⁰ სთ) (ვტ/მ²). 1-უი, 2-ხ, 3-იწ, 4-ინ.

გამოთვლილი ულტრაიისფერი (უი), ხილული (ხ), ინფრაწითელი (იწ) და ინტეგრალური (ინ) ჯამური რადიაციის დისკრეტული მნიშვნელობების ინტერპოლაციისა და ექსტრაპოლაციის საფუძველზე იანვრისა და ივლისისათვის ავადგეთ შესაძლო თვიური ჯამების ტერიტორიული განაწილების რუკები (ნახ.4).







ნახ.4 ჯამური რადიაციის შესაძლო თვიური ჯამების განაწილება (კვტ/მ²) ა-უი, იანვარი; ბ-ხ, იანვარი; გ-იწ, იანვარი; დ-ინ, იანვარი; ე-უი, ივლისი; ვ-ხ, ივლისი; ზ-იწ, ივლისი; თ-ინ, ივლისი.

სპექტრული გაზნეული რადიაციის გამოთვლისას აეროზოლების ოპტიკური სიმკვრივე განვსაზღვრეთ დისტანციური, ოპტიკური მეთოდის გამოყენებით [5].

მათი ნაწილი წარმოდგენილია ცხრილ 1-ში. რადიაციის შესაძლო თვიური ჯამების რუკების (სურ.4) შედარებითი ანალიზი შესაძლებლობას გვაძლევს გამოვყოთ რამდენიმე მნიშვნელოვანი შედეგი: იანვარში ჯამური რადიაციის სიდიდე შედარებით დაბალია დასავლეთ საქართველოს მთისწინეთის ზოლისა და კოლხეთის დაბლობზე, ასევე მტკვრისა და ალაზნის ხეობაში. ამ ფაქტის არსებობაში მოჭარბებულ სინოტივესთან ერთად ატმოსფერული აეროზოლები ასრულებს უმთავრეს როლს.

დილის საათებში დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე გაბატონებული მდგომარეობა ხმელეთის ქარს აქვს. როგორც აღმოსავლეთ საქართველოს ცრდილო და სამხრეთ ნაწილში ქარი ძირითადად მაღალი და საშუალო მთიანეთიდან ბარისკენ ქრის, რის გამოც ატმოსფერული აეროზოლების კონცენტრაცია საკმაოდ მცირეა.

ცხრილი 1

აეროზოლების ოპტიკური სიმკვრივის იანვრისა და ივლისის საშუალო თვიური მნიშვნელობები აქტინომეტრული დაკვირვების ვადებზე

	იანვარი			ივლისი				
	9 ³⁰	12 ³⁰	15 ³⁰	6 ³⁰	9 ³⁰	12 ³⁰	15 ³⁰	18 ³⁰
სოხუმი	0.022	0.026	0.025	0.093	0.122	0.115	0.116	0.072
სენაკი	0.032	0.038	0.029	0.117	0.138	0.131	0.132	0.100
ანასელი	0.021	0.026	0.016	0.090	0.123	0.114	0.120	0.089
ხაშური	0.050	0.051	0.040	0.097	0.137	0.136	0.134	0.102
თელავი	0.029	0.033	0.042	0.097	0.121	0.129	0.121	0.107
თბილისი	0.090	0.074	0.051	0.135	0.145	0.158	0.132	0.084
წალკა	0.026	0.026	0.025	0.096	0.098	0.131	0.130	0.067
ყაზბეგი	0.002	0.003	0.001	0.010	0.033	0.031	0.033	0.001

მსგავს სურათს აქვს ადგილი შუადღისას, იმ განსხვავებით, რომ დასავლეთ საქართველოში ზღვიდან მოსული ქარების წილი რამდენადმე მატულობს, რის საფუძველზეც მთის ,აერთან შედარებით ზღვის ზედა გაჭუჭყიანებული ,აერის შემოტანა ხდება ხმელეთზე.

დილის მეორე ნახევარში დასავლეთ საქართველოში კვლავ მთებიდან მოსული ხმელეთის ქარები ჭარბობენ, რაც ატმოსფეროს რამდენადმე გასუფთავებას უწყობს ხელს.

დასავლეთ საქართველოს ცენტრალურ განედურ ზოლში, მართალია პროცესი ანალოგიურად ვითარდება, მაგრამ ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების დონე ცრდილოეთთან და სამხრეთთან შედარებით შესამჩნევად მეტია. როგორც ცანს, კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური განედური ზოლი ატმოსფეროს დამოუკიდებელი ცირკულაციით ხასიათდება, რის გამოც მთიანი სისტემებიდან მოტანილი, აერის სუფთა მასები აქ ძნელად აღწევს. ცვენს მიერ მიღებული უკანასკნელი დასკვნა სრულიად ეთანხმება იდეას დასავლეთ საქართველოს განედურად, ცენტრალური ზოლის – ცირკულაციურად ცაკეტილობის შესახებ.

ამასთან, იმ დროისათვის, რომელიც ცვენს მიერ აღებულ ემპირიულ მასალას შეესაბამება, აქ ძლიერი გამჭუჭყიანებელი კერა არსებობდა ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის სახით.

მტკვრის, ივრისა და ალაზნის ხეობები განსხვავებული ცირკულაციური პროცესებით ხასითდება. მტკვრისა (ხაშურიდან აღმოსავლეთით) და ივრის ხეობების ფონური გაჭუჭყიანების დონე საქართველოს სხვა ადგილებთან შედარებით მკვეთრად მაღალია.

ხაშურსა და თბილისს შორის მტკვრის ხეობის გასწვრივ მთელი დღის მანძილზე უპირატესად, თითქმის თანაბარი სიხშირით, ორივე მხრიდან განედური მიმართულების ქარი ქრის. ხოლო თბილისის აღმოსავლეთით დღის პირველ და მეორე ნახევარში დასავლეთისა და სამხრეთ-დასავლეთის ქარები ბატონობს. შუადღისას ალაზნის ხეობაში კავკასიონის ქედიდან მობერილი ქარის მომატებული ყიხშირე შეიმჩნევა. თბილისის სამხრეთითა და სამხრეთ-აღმოსავლეთით უმეტესად ან ცრდილოეთის, ან დასავლეთისა და ცრდილო-დასავლეთის ქარი ქრის (ასე ძლიერი არა, მაგრამ მნიშვნელოვანია აღმოსავლეთისა და სამხრეთ-დასავლეთის ქარების წილიც). როგორც ცანს ამ პროცესებით აიხსნება თბილის-რუსთავის ძლიერი გაჭუჭყიანებული კერის მკვეთრი გავლენა მთელ კახეთსა და ქვემო ქართლში.

რამდენადაც წლის თბილ პერიოდში დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე გამზაიონებულია დასავლეთის ქარი, კახეთის ცენტრალურ ნაწილში დასავლეთისა და აღმოსავლეთის ქარების ფრონტების შეჯახებას მკვეთრი ხასიათი არ აქვს, რის გამოც ხელსაყრელი პირობები იქნება აეროზოლების კონტინენტის სიღრმეში გადატანისათვის. როგორც სურ. 4-დან ცანს, კოლხეთის დაბლობის ცენტრალურ ნაწილში ატმოსფერული მტვრის დაგროვებას ადგილი არ აქვს. იმის გამო, რომ წლის თბილ პერიოდში მტკვრის ხეობაში ძირითადად გაბატონებულ დასავლეთის ქართან ერთად აღმოსავლეთისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთის ქარების სიხშირეც ძლიერდება, თბილის- რუსთავის, როგორც გაჭუჭყიანების კერის გავლენა დასავლეთით შესამჩნევად იზრდება.

მტკვრისა და ალაზნის ხეობების მიმდებარე ტერიტორიების აღმოსავლეთითა და სამხრეთ-აღმოსავლეთით თანდათანობითი დახრილობა, აზერბაიჯანის დიდი ვაკის უშუალო მეზობლობა, ამასთანავე მინგეცაურის წყალსაცავის სიახლოვე აღმოსავლეთისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთის ქარების გაძლიერების დროს მნიშვნელოვნად განაპირობებს აღმოსავლეთიდან ატმოსფერული მტვრით გაჭუჭყიანებულ და კასპიის ზღვისა და მინგეცაურის წყალსაცავის გავლენით მომეტებულად გატენიანებული, აერის მასების შემოჭრის ჯამური რადიაციის მნიშვნელოვან შესუსტებას იწვევს (სურ. 4). ატმოსფერული ფონური გაჭუჭყიანების ოპტიკური მახასიათებლის რიცხვითი მნიშვნელობები (ცხრილი 1) მიგვანიშნებს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს ფონური გაჭუჭყიანების დონე (სამცხე-ჯავახეთის გარდა) უფრო მაღალია, ვიდრე დასავლეთის.

საბოლოოდ, მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია გავაკეთოთ საერთო დასკვნა, რომ საქართველოსთვის ატმოსფეროს მრავალწლიური საშუალო კლიმატური მახასიათებლებისათვის მოწმენდილი ცის შემთხვევაში აგებულია სპექტრული ჯამური რადიაციის უწყვეტი ველის სივრცულ-დროითი მოდელი და პირველი რიგის მიახლოებით შეფასებულია მის გამოყალიბებაზე, აერის მასების გადაადგილების გავლენა.

ლიტერატურა – References- Литература

1. Таварткиладзе К.А. Сообщения АН Грузии, 1966, т.43, № 1, с.71-74.
2. Таварткиладзе К.А. Тр. ЗаКНИГМИ, вып.22, с.46-58.
3. Sengelia i. saqarTvelos ssr mecnierebaTa akademiis vaxuSti bagrationis sax. geografiis institutis Semajamebeli samecniero sesia, Tbilisi 1984w, gv. 26-29.
4. Sengelia i. saqarTvelos ssr mecnierebaTa akademiis vaxuSti bagrationis sax. geografiis institutis Semajamebeli samecniero sesia, Tbilisi 1985w, gv. 21-22.
5. Таварткиладзе К.А. Метеорология и гидрология. 1985, №4, с.46-54.
6. Таварткиладзе К.А., Саджая Э.В. Сообщения АН ГССР. 1986, т.124, №3, с.549-552.
7. Шифрин К.С., Авасте О. Исследования по физике атмосферы. ИФА АН ЭССР, 1960, №2, с.23-66.
8. Авасте О., Молдау Х., Шифрин К.С. Исследования по физике атмосферы. ИФА АН ЭССР, 1962, №3, с.23-73.
9. Шифрин К.С., Пятовская Н.П. Тр. ГГО, вып. 166, с.3-23.
10. Шенгелия И.А. Сообщения АН Грузии, 1988, т.130, № 1, с.81-84.

11. Шенгелия И.А. Моделирование радиационного поля лучистого потока Солнца в прибрежной зоне моря (на примере Западной Грузии). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Тбилиси, 1989, 25с.

ი.შენგელია

ჯამური რადიაციული ველის მოდელი საქართველოში მოწმენდილი ცის შემთხვევაში

საქართველოში მოწმენდილი ცის შემთხვევაში ატმოსფეროს კლიმატური მახასიათებლების მრავალწლიური საშუალო მნიშვნელობებისთვის აგებულია სპექტრულ სპექტრულ ჯამური რადიაციის სივრცულ-დროითი მოდელი და პირველი რიგის მიახლოებით შეფასებულია მის აერის ფორმირებაზე სივრცულ-დროითი მოდელი და პირველი რიგის მიახლოებით შეფასებულია მის ფორმირებაზე ჰაერის მასების გადაადგილების გადაადგილების გავლენა.

И.Шенгелия

Модель суммарного радиационного поля при безоблачном небе для Грузии

Для среднелетних климатических характеристик атмосферы Грузии, при безоблачном небе построена непрерывная пространственно-временная модель спектральной суммарной радиации и с приближением первого порядка оценено влияние переноса воздушных масс на ее формирование.

I.Shengelia

Model of total radiational field under cloudless sky in Georgia

For mean annual climatic characteristics of atmosphere in Georgia, in case of cloudless sky, a continuous space-time model of spectral total radiation has been constructed and the impact of air mass transfer upon its formation has been assessed by means of the first order approach.