

ISSN 1512 – 0902

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი შრომები
ტომი № 114

**TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY OF
GEORGIA
VOL.№114**

**ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИИ
ТОМ № 114**



**მეტეოროლოგიის პრობლემები
PROBLEMS OF METEOROLOGY
ПРОБЛЕМЫ МЕТЕОРОЛОГИИ**

თბილისი _ TBILISI – ТБИЛИСИ

2 0 0 9

ISSN 1512 – 0902

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი შრომები
ტომი № 114

მეტეოროლოგიის პრობლემები

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY OF
GEORGIA
VOL.№114

PROBLEMS OF METEOROLOGY

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИИ
ТОМ № 114

ПРОБЛЕМЫ МЕТЕОРОЛОГИИ

თბილისი _ TBILISI – ТБИЛИСИ

2 0 0 8

მთავარი რედაქტორი
Editor in Chief
Главный редактор
სარედაქციო
კოლეგია

ნოდარ ბეგალიშვილი
 N.Begalishvili
 Бегалишвили Н.А.
 ბ.ბერიტაშვილი (რედაქტორის მოადგილე), გ.გა-
 ჩეჩილაძე, გ.გუნია, გ.გრიგოლია, ე.ელიზბარა-
 შვილი, დ.კერესელიძე, გ.მელაძე, რ. სამუკა-
 შვილი, ვ. ცომაია, თ.ცინცაძე (პასუხ. მდივანი)
 ნ.ბუაჩიძე ი.გელაძე დ.დემეტრაშვილი, ჯ.ჯანაძე,
 ლ.ინწკირველი, გ.კუჭავა, ი.ხოვოვაძე, გ.ხერხე-
 ულიძე.

სარედაქციო საბჭო

Editorial Board

B.Beritashvili (Deputy Ed.-in-Chief), G.Ga-
 chechiladze, G.Gunia, G.Grigolia, E.Elizbarashvili, D.Kereselidze,
 G.Meladze, R. Samukashvili, V.Tsomaia, T.Tsintsadze
 (Executive secretary)

Editorial Council

N.Buachidze, J.Vachnadze, I.Geladze, D.Demetrashvili,
 L.Intskirveli, G.Kuchava, I.Chogovadze, G.Kherkhe-
 ulidze

Редакционная коллегия

Бериташвили Б.Ш. (зам.гл. редактора), Гачечиладзе
 Г.А., Григолия Г.Л., Гуния Г.С., Кереселидзе, Д.Н.,
 Меладзе Г.Г., Самукашвили Р.А., Цомаია В.Ш.,
 Цинцадзе Т.Н. (отв. секретарь), Элизбарашвили Э.Ш.
 Буачидзе Н.С., Вачнадзе Д.И., Геладзе И.М., Деме-
 трашвили Д.Л., Инцкирвели Л.И., Кучава Г.Л.,
 Чоговадзе И.В., Херхеулидзе Г.И.

Редакционный совет

სსიპ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. 0112 თბილისი-12, დავით აღმაშენებლის გამზირი 150 ^ა ,		E-mail: nb@gw.acnet.ge	
Institute of Hydrometeorology of Georgia 150 ^a David Agmashenebeli ave., Tbilisi, 0112, Georgia,		ტელ Tel. Тел.	(995 32) : 951 047, 952 028,
Институт гидрометеорологии Грузии 0112, Тбилиси-12, пр. Д. Агмашенебели 150 ^а .		ფაქსი Fax Факс	(995 32) 95-11-60
საიდენტიფიკაციო № Identification № Идентификационный №	202054720		

ISSN 1512-0902

©	ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი Institute of Hydrometeorology of Georgia Институт гидрометеорологии Грузии	2009
---	--	------

წინამდებარე შრომათა კრებული მოიცავს 5 თავს. კერძოდ, I. ღრუბლებისა და საღრუბლო პროცესების თეორიული მოდელები. ღრუბლებში ბუნებრივი და ხელოვნური ნალექწარმოქმნის მათემატიკური მოდელირება; II. რადიოლოკაციური მეტეოროლოგია. კონვექციური ღრუბლის ემპირიულ-სტატისტიკური მოდელები; III. ღრუბლებზე ზემოქმედებით გამოწვეული ნალექთა დაბინძურება; IV. მეზომას-შტაბური და ლოკალური ატმოსფერული პროცესების თეორიული მოდელირება და V. მეტეოროლოგიის პრობლემები. თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენება.

კრებული მიძღვნილია გამოჩენილი გეოფიზიკოსის ნოდარ ბიბილაშვილის ხსოვნისადმი.

კრებული განკუთვნილია გეოფიზიკურ მეცნიერებათა სხვადასხვა დარგში მომუშავე სპეციალისტებისათვის, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის.

The presented collection of papers contains 5 chapters: I. Theoretical models of clouds and cloud processes. Mathematical modelling of natural and induced precipitation formation in clouds; II. Radar Meteorology. Empirical – statistical models of convective cloud; III. Precipitation pollution caused by cloud seeding; IV. Theoretical modelling of mesoscale and local atmospheric processes; V. Problems of Meteorology. Application of satellite information.

The collection is dedicated to the memory of prominent geophysicist Dr. Nodar Bibilashvili.

It would be of interest for experts working in different branches of Geophysics, Masters and Doctors in relevant sciences.

Предлагаемый сборник Трудов состоит из 5 глав: I. Теоретические модели облаков и облачных процессов. Математическое моделирование естественного и искусственного осадкообразования в облаках; II. Радиолокационная метеорология. Эмпирико-статистические модели конвективного облака; III. Загрязнение осадков, вызванное воздействием на облака; IV. Теоретическое моделирование мезомасштабных и локальных атмосферных процессов; V. Проблемы метеорологии. Использование спутниковой информации.

Сборник посвящен памяти известного геофизика Нодара Шалвовича Бибилашвили.

Он рассчитан на специалистов, работающих в различных областях геофизических наук, магистрантов и докторантов.

კრებული ეძღვნება ცნობილი გეოფიზიკოსის
ნოდარ ბიბილაშვილის ხსოვნას

**The volume is dedicated to the memory of prominent gophysist
Dr. Nodar Bibilashvili**

Сборник посвящен памяти известного геофизика
Нодара Шалвовича Бибилашвили



2010 წლის 2 დეკემბერს დაბადებიდან 80 წელი შეუსრულდებოდა ატმოსფეროს ფიზიკისა და ამინდის მოვლენებზე აქტიური ზემოქმედების დარგში გამოჩენილ ქართველ მეცნიერს, საბჭოთა კავშირში სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების ერთ-ერთ ფუძემდებელს, სსრკ სახელმწიფო პრემიის ლაურეატს, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატს ნოდარ შალვას ძე ბიბილაშვილს.

შრომითი საქმიანობა მან დაიწყო 1954 წელს, სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტში, სადაც იგი განაწილებული იყო თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ. აქ ის მუშაობდა იალბუხის ექსპედიციაში (ქ.ნალჩიკი) აკადემიკოს ე.კ.ფედოროვის ხელმძღვანელობით, შემდეგ კი გააგრძელა მოღვაწეობა გამოჩენილ საბჭოთა გეოფიზიკოსთან პროფ. გ.კ. სულაქველიძესთან. 1956 წელს ნ.ბიბილაშვილი ჩაირიცხა მოსკოვის გამოყენებითი გეოფიზიკის ინსტიტუტის ასპირანტურაში, სადაც დაიწყო მუშაობა ღრუბლების ფიზიკისა და აქტიური ზემოქმედების საკითხებზე. ამ პერიოდში, 1962 წლამდე, მის მიერ ჩატარებულ იქნა გამოკვლევების ციკლი ღრუბელთა რადიოლოკაციური შესწავლის დარგში. ამ წლებში იგი მონაწილეობდა ატომური იარაღის გამოცდებში (იმპერპოლარეთი, ახალი მიწა), რისთვისაც მიღებული ჰქონდა სახელმწიფო ჯილდო. ჩატარებული გამოკვლევები დაკავშირებული იყო გამოცდის უზრუნველყოფასთან რადიოლოკაციური დაკვირვებებით.

ნ.ბიბილაშვილის შემდგომი სამეცნიერო და საზოგადოებრივი მოღვაწეობა განუყრელადაა დაკავშირებული 1961 წელს იალბუხის ექსპედიციის ბაზაზე შექმნილი მაღალმთიანი გეოფიზიკური ინსტიტუტის ორგანიზაციასა და ჩამოყალიბებასთან. თითქმის 20 წელი იმსახურა მან ინსტიტუტში და განვლო გზა უმცროსი მეცნიერ თანამშრომლის თანამდებობიდან სამეცნიერო დარგში დირექტორის მოადგილის თანამდებობამდე. 1963 წელს მან დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, რომელშიც შეაჯამა გამოკვლევების შედეგები გროვა-საწვიმარი ღრუბლებისა და სეტყვის წარმოქმნის შესწავლის სფეროში.

მისი ხელმძღვანელობით და უშუალო მონაწილეობით პირველად საბჭოთა კავშირში ჩატარებულ იქნა ღრუბლებისა და ნალექების სისტემატური რადიოლოკაციური გამოკვლევები, შესწავლილ იქნა ღრუბლებში წყლის ფაზური გარდაქმნის საკითხები, თხევადი და მყარი ნალექების წარმოქმნის პროცესები, ღრუბლებში ხელოვნურად შეტანილი რეაგენტის ნაწილაკებზე წვეთებისა და კრისტალების ჩასახვა და მათი შემდგომი ზრდა.

ნ.ბიბილაშვილის ხელმძღვანელობით ჩატარებული რადიოლოკაციური კვლევების სფეროში შედის სეტყვის ღრუბლების ემპირიული მოდელების დამუშავება, მათში ნაკადების სტრუქტურის წარმოდგენა, ზემოქმედების წარმოქმნის პირობებისა და სტაბილურობის მიზეზების დადგენა.

ნ.ბიბილაშვილი ბუნებით ექსპერიმენტატორი ფიზიკოსი იყო. მას ჩატარებული აქვს მეტად მნიშვნელოვანი ლაბორატორიული და საკვლევე კვლევები. მისი სტიქია იყო გამოგონებები და მათთან დაკავშირებული ტექნიკური ამოცანების გადაწყვეტა. მიუხედავად ამისა, მას შესრულებული აქვს მნიშვნელოვანი თეორიული გამოკვლევებიც. მისი ხელმძღვანელობით ჩატარებული თეორიული კვლევები ეხება სექციის ღრუბლებში პროცესების მოდელირებას, მათში კონდენსაციურ-კოაგულაციური პროცესების შესწავლას, რეაგენტის ნაწილაკებზე ნალექების ხელოვნურ ჩანასახვას. ყველა გამოკვლევების საბოლოო მიზანი იყო სექციის პროცესებზე ხელოვნური ზემოქმედების ფიზიკური საფუძვლების შემუშავება.

ნ.ბიბილაშვილი ერთ-ერთი ავტორია სექციის ღრუბლებზე ზემოქმედების მეთოდისა და რეაგენტის შეტანის ტექნიკური საშუალებებისა. მისი უშუალო მონაწილეობით შემუშავებულ იქნა სექციის საწინააღმდეგო სპეციალური ჭურვები და რაკეტები, სექციის პროცესების შესწავლის რადიოლოკაციური მეთოდები. ამ დარგში იგი 10 გამოგონების ავტორია.

მას დიდი წვლილი აქვს შეტანილი საბჭოთა კავშირში სექციის საწინააღმდეგო სამუშაოების ორგანიზაციაში. მისი მონაწილეობით შემუშავებული სექციის პროცესებზე ზემოქმედების მეთოდები ფართოდ იყო დანერგილი თითქმის 11 მლნ კექტარ ფართობზე. ისინი გამოიყენებოდა აგრეთვე საზღვარგარეთ: ბულგარეთში, უნგრეთში, იუგოსლავიასა და არგენტინაში. ამ კვლევის მნიშვნელოვანი შედეგების გათვალისწინებით მას მიენიჭა სსრკ სახელმწიფო პრემია (1969).

1980-1985 წლებში სიცოცხლის უკანაკნელ დღემდე ნ.ბიბილაშვილი მუშაობდა ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიურ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში, სადაც იგი დირექტორის მოადგილის თანამდებობაზე მიიწვია აკადემიკოსმა გივი სვანიძემ. ამ პერიოდში ის ხელმძღვანელობდა სევანის ტბის აუზში მიმდინარე ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა კომპლექსურ “სევანის” პროექტს (1981-1985 წწ). პროექტი შედგებოდა ორი დამოუკიდებელი ეტაპისგან: ზამთრის ექსპერიმენტი, რომლის დროს ზემოქმედება ტარდებოდა მძლავრ ფენა და ფენა-საწვიმარ ღრუბელთა სისტემებზე, ასევე ოროგრაფიული ტიპის ღრუბლებზე და ზაფხულის ექსპერიმენტი, როცა ზემოქმედება სრულდებოდა კონვექციურ ღრუბლებზე. ორივე შემთხვევაში გამოყენებული იყო მაკრისტალიზებელი რეაგენტი – იოდოვანი ვერცხლი. ზამთრის ექსპერიმენტში ღრუბლებში რეაგენტის შეტანა ხორციელდებოდა სრულად ახალი ტექნიკის – მეორე თაობის მიწისპირა აეროზოლური გენერატორების ავტომატიზებული ქსელის მეშვეობით, ხოლო ზაფხულის ექსპერიმენტებში – ორი მფრინავი ლაბორატორიის იაკ-40-ის დახმარებით. გენერატორების ქსელის შექმნაში და თვითმფრინავების სპეციალური აპარატურით აღჭურვაში დიდი წვლილი

ლი შეიტანა ნ.ბიბილაშვილმა. გარდა ამისა, მთიან პირობებში ზემოქმედების ცდების ჩასატარებლად და ეფექტის შესაფასებლად მისი ხელმძღვანელობით პირველად კავკასიაში შეიქმნა სევანის ტბის აუზში დრუბელთა და ნალექთა ველების გამზომი მეტეოროლოგიური რადიოლოკაციური გამოთვლითი კომპლექსი. იგი შედგებოდა რადიოლოკაციური სადგურების მრლ-2-ისა და გამომთვლელ მანქანა მ-1200-ის გაერთიანებული სისტემიდან. იმ დროისათვის ეს სისტემა სრულიად ახალ ტექნოლოგიას წარმოადგენდა. მოხერხდა მთიან პირობებში ნალექთა ჯამების განსაზღვრის სპეციალიზებული პოლიგონის ორგანიზება და საკალიბრო გაზომვების ჩატარება. 1985 წლისთვის დამუშავდა და დაინერგა სევანის ტბის აუზის ტერიტორიაზე დროის რეალურ მასშტაბში ნალექთა რადიოლოკაციური გაზომვების მეთოდика, რომელიც შემდგომ 80-იანი წლების მეორე ნახევარში გამოყენებული იქნა ზემოქმედების ფიზიკური ეფექტის დასადგენად. რანდომიზებული ცდების შეფასებაში ნ.ბიბილაშვილმა ჩართო მკვლევართა რამდენიმე დამოუკიდებელი ჯგუფი. პიდრომეტეოროლოგიურ ინსტიტუტში შეფასებები ჩაატარეს ნ.ბეგალიშვილმა (ხელმძღვანელი), მახნაურთან, დ.სმირნოვმა და კაირაპეტთანმა. უკრაინის პიდრომეტეოროლოგიურ ინსტიტუტში ამ შეფასებებს ახდენდა პროფესორი მ. ბუიკოვი, ხოლო დნეპროპეტროვსკის კვლევით ცენტრში – ა.ფურმანი. შეფასებები შესრულდა ასევე მოსკოვის გამოყენებითი გეოფიზიკის ინსტიტუტში ო.შიპილოვის მიერ. პრაქტიკულად ყველა შეფასებამ დაადასტურა 5-წლიანი ექსპერიმენტების დადებითი ეფექტის არსებობა 0.90-0.95 ალბათობის დონეზე, რაც პროექტის შესრულების წარმატებად შეიძლება ჩაითვალოს.

1980-1985 წლებში ნ.ბიბილაშვილმა შეასრულა, აგრეთვე, აეროლოგიური, თანამგზავრული, რადიოლოკაციური, ბურთპილოტური, ხელოვნური ამრეკლადი დიპოლებით მიღებული გაზომვების შემაჯამებელი გამოკვლევა, რის შედეგად დამუშავდა სექციის მძლავრი განსაკუთრებით კი სუპერუჯრედოვანი დრუბლების, ემპირიულ-სტატისტიკური მოდელები. მათი დახმარებით შესწავლილი იქნა ის თერმო-პიდროდინამიკური პროცესები და მექანიზმები, რომლებიც განსაზღვრავენ სტაციონალურ მდგომარეობაში მყოფი სუპერუჯრედოვანი სექციის დრუბლის არსებობას. ეს გამოკვლევები ნ.ბიბილაშვილმა შეასრულა ნალჩიკის მაღალმთიანი გეოფიზიკური ინსტიტუტის თანამშრომლებთან ერთად (ი.ბურცევი, ლ.ფედჩენკო, გ.გორალი და სხვ.).

ნ.ბიბილაშვილი 3 მონოგრაფიისა და 90 შრომის ავტორია დრუბლების ფიზიკისა და აქტიურ ზემოქმედების დარგში. იგი არაერთხელ წარმოადგენდა საბჭოთა მეცნიერებას საზღვარგარეთ სხვადასხვა საერთაშორისო კონფერენციებსა და სიმპოზიუმებზე. იყო მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის ექსპერტი, პიდრომეტეოროლო-

გეისა და ბუნებრივი გარემოს კონტროლის სახელმწიფო კომიტეტის პიდრომეტეოროლოგიურ პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების საბჭოს წევრი, მონაწილეობას ღებულობდა უცხოეთში სადრუბლო პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების სამუშაოებში. კერძოდ, ესპანეთში, საფრანგეთში, ბუდგარეთსა და ლიბანში ნალექების ხელოვნური გაზრდისათვის გამიზნულ პროექტებში.

იგი იყო კარგი აღმზრდელი და მასწავლებელი: მისი ხელმძღვანელობით მომზადდა და დაცულ იქნა 10 საკანდიდატო დისერტაცია. ის მონღოლებით გადასცემდა თავის ცოდნასა და გამოცდილებას ახალგაზრდებს. მძიმე ავადმყოფობის გამო არ დასცალდა უკვე მომზადებული და გაფორმებული სადოქტორო დისერტაციის დაცვა.

ნ.ბიბილაშვილის სამეცნიერო და პრაქტიკული მოღვაწეობა აღნიშნული იყო მთავრობის ჯილდოებით – როგორც აღვნიშნეთ 1969წ. მიენიჭა სსრკ სახელმწიფო პრემია, მრავალჯერ იყო დაჯილდოებული საქართველოს უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის საპატიო სიგელებით, არაერთხელ იყო სსრკ სასოფლო-სამეურნეო მიღწევათა გამოფენის მონაწილე, სადაც გაჯილდოვდა დიპლომებითა და მედლებით. ნ.ბიბილაშვილი სამეცნიერო სამუშაოს უთავსებდა საზოგადოებრივ მოღვაწეობასაც – არაერთხელ იყო არჩეული ქ.ნალჩიკის რაიონული საბჭოს დეპუტატად.

ნ.ბიბილაშვილი, საკავშირო მასშტაბის მეცნიერი, საერთაშორისო დონის აღიარებული სპეციალისტი, გამოირჩეოდა განსაკუთრებული სიკეთით და თავმდაბლობით, იყო კარგი ამხანაგი და ყოველთვის მზად იყო აღმოეჩინა დახმარება და თანადგომა კოლეგებისათვის. მისი ნათელი ხსოვნა დიდხანს დარჩება ბევრი ქვეყნის გეოფიზიკოსთა ფართო წრეში.

*I. დრუბლებისა და სადრუბლო პროცესების თეორიული მოდელები.
დრუბლებში ბუნებრივი და ხელოვნური ნალექწარმოქმნის
მათემატიკური მოდელირება.*

*I. Theoretical models of clouds and aloud processes. Mathematical modelling of
natural and induced precipitation formation in clouds.*

*I. Теоретические модели облаков и облачных процессов, Математическое
моделирование естественного и искусственного осадкообразования в
облаках*

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი №114
TRANSACTIONS OF THE GEORGIAN INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY, VOL.114
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИИ, ТОМ № 114

უკ 551.576

ნ.ბეგალიშვილი,

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ე.მაღლახოვი,

დასავლეთ ციმბირის რეგიონალური

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ტ.რობიტაშვილი, თ.რობიტაშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ახლოსფეროში ფართომასშტაბიანი კონვემპენციის გავლენა კონვემპციურ ღრუბელთა გამართიანებაზე

დღეისათვის მრავალი გამოკვლევაა ცნობილი, რომელიც ეძღვნება კონვექციური დრუბლების წარმოქმნა – განვითარების და სინოპტიკური პროცესების ურთიერთკავშირს [6]. მაგალითად, შესწავლილია ციკლონების გავლენა დრუბელთა სისტემის ევოლუციაზე. დადგინილია, რომ დიდმასშტაბიანი მოძრაობები მიმდინარეობს იმ ენერგიის ხარჯზე, რომელიც გამოიყოფა დრუბელთა სისტემებში ნალექწარმოქმნის პროცესში. მრავალრიცხოვანი დაკვირვებების მასალები გვიჩვენებენ, რომ ციკლონებში წარმოქმნილი გროვა დრუბლის საშუალო ზომები ბევრად აღემატება შიდამასიური დრუბლის ზომებს, ხოლო მათგან მოსული ნალექების საერთო რაოდენობა კი დაახლოებით ერთი რიგით მეტია, ვიდრე შიდამასიურიდან [3]. ვფიქრობთ, რომ კონვექციური უჯრედების ზომებზე ძირითად გავლენას ახდენს პროცესი, რომელიც დაკავშირებულია საშუალო და მაღალ დონეებზე იმ წყლის ორთქლის კონდენსაცია – სუბლიმაციასთან, რომლის მიმდინარეობა ციკლონებისათვის დამახასიათებელი კონვერგენციული ნაკადები [5]. ექსპერიმენტული დაკვირვების მასალებიდან ცნობილია, რომ დრუბელთა სისტემების განვითარება ციკლონებში მიმდინარეობს უფრო ინტენსიურად, ვიდრე შიდამასიური პროცესების დროს. ამასთან ერთად ციკლონებში აქტიურად წარმოებს დრუბელთა ურთიერთშერწყმის პროცესი. როდესაც ხდება დრუბელთა შეერთება, მაშინ ადგილი აქვს გაერთიანებული დრუბლის სიმძლავრის მკვეთრ

ზრდას და ნაღვექვარმოქმნელი პროცესების ინტენსიფიკაციას. ღრუბელთა გაერთიანებისას, როგორც წესი, კონვექციური უჯრედების სრული შერწყმა არ წარმოებს, ამიტომ ღრუბელი ინარჩუნებს მრავალუჯრედოვან სტრუქტურას, რომელიც დამახასიათებელია ციკლონებისა და ფრონტალური პროცესებისთვის. ცნობილი ფაქტია, რომ ტროპიკულ ციკლონებში და ატმოსფერული ფრონტების არსებობისას აღინიშნება გროვა ღრუბლის გუმბათის მეტად სწრაფი ფეთქებადი ზრდა, როცა 2-3 წუთში ღრუბლის სიმაღლე იზრდება რამდენიმე კილომეტრით. ამგვარად დიდმასშტაბიანი ცირკულაცია გავლენას ახდენს არა მარტო ღრუბელთა სისტემის ევოლუციაზე, არამედ მის სტრუქტურაზე, ზომებზე და ამ სისტემაში შემავალი ცალკეული ღრუბლის განვითარების სიჩქარეზე.

ზემოთ ხსენებული მოვლენები თეორიულად ნაკლებადაა შესწავლილი. აქედან გამომდინარე, მოცემული ნაშრომის მიზანს შეადგენს მათემატიკური მოდელირების საშუალებით განსაზღვროთ გროვა ღრუბლის გაერთიანებაზე დიდმასშტაბიანი კონვერგენციის გავლენის თავისებურებანი. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად გამოყენებულია კონვექციურ ღრუბელთა სისტემის ორგანოზომილებიანი თერმოჰიდროდინამიკური მოდელი პარამეტრიზებული მიკროფიზიკით [1,2,4]. ამიტომ ამოსავალი განტოლებებში, საწყისი და სასაზღვრო პირობები ისეთივეა, როგორც [1,2,4] შრომებში განხილულ ამოცანაში, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ სიჩქარის ჰორიზონტალურ u და ვერტიკალურ w მდგენელებში შემოგვაქვს შესაკრებები bx და bz , რომლებიც პირველ მიახლოებაში ითვალისწინებენ სინოპტიკური მასშტაბის კონვერგენციის გავლენას ჰაერის ნაკადების სიჩქარის მდგენელებზე. მაშასადამე სიჩქარის U და W მდგენელები შეგვიძლია ჩავწეროთ შემდეგი სახით:

$$u = -bx + v(z) + u_k,$$

$$w = bz + w_k, \tag{1}$$

სადაც $v(z)$ -ფონური ნაკადის სიჩქარეა, რომელიც იცვლება მხოლოდ სიმაღლის მიხედვით. u_k და w_k კონვექციური მოძრაობის სიჩქარის შესაბამისი მდგენელებია. ამოცანის გამარტივების მიზნით ვუშვებთ, რომ $b = const$. ცხადია (1) გამოსახულება აკმაყოფილებს უწყვეტობის განტოლებას

$$\frac{\partial u \rho}{\partial x} + \frac{\partial w \rho}{\partial z} = 0. \tag{2}$$

ჩატარებული იქნა რიცხვითი ექსპერიმენტები b -ს სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის, როცა $v(z) = 0$. აქედან პირველი ჯგუფი იძლეოდა ცალკეული ღრუბლის განვითარებას, რომელიც წარმოიშვება

დიდმასშტაბიანი კონვერგენციის ზონაში ($b = 2 \cdot 10^{-5}$ წმ⁻¹ და $b = 10^{-4}$ წმ⁻¹), ხოლო ექსპერიმენტების მეორე ჯგუფი აღწერდა იგივე პირობებში ორი ღრუბლის ურთიერთქმედებას. მოცემულ ნაშრომში დასმული ამოცანის შესაბამისად დაწვრილებით განვიხილავთ მეორე ჯგუფის ექსპერიმენტების შედეგებს. აღვნიშნავთ, მხოლოდ, რომ პირველი ჯგუფის ექსპერიმენტებში b -ს გათვალისწინებამ გამოიწვია ნალექწარმოქმნის პროცესების დაჩქარება, ღრუბლის სიმძლავრისა და მოსულ ნალექთა რაოდენობის გაზრდა. უნდა აღინიშნოს, რომ კონვერგენციის ზონაში წარმოქმნილი ღრუბლის წყალშემცველობა მისი მაქსიმალური განვითარების მომენტში 3-ჯერ და მეტად აღემატება იგივე მომენტისათვის შიდამასიური ღრუბლის წყალშემცველობას.

მეორე ჯგუფის რიცხვით ექსპერიმენტებში კონვექციურ ღრუბელთა წარმოშობის ინიცირებას ვაწარმოებთ $t = 0$ მომენტში არამდგრადად სტრატოფიცირებული ატმოსფეროს ფენის ორ სხვადასხვა წერტილში მძლავრი სითბური იმპულსის ჩართვით, რომელიც აღიწერება შემდეგი გამოსახულებით:

$$T' = T_0 \left[1 - \frac{(x - x_0)^2}{x_0^2} \right] \left[1 - \frac{(z - z_0)^2}{z_0^2} \right]. \quad (3)$$

პირველი იმპულსისათვის $T_0 = 4^{\circ}K$, $x_0 = 3$ კმ და $z_0 = 1.5$ კმ, ხოლო მეორესათვის $T_0 = 5^{\circ}K$, $x_0 = 9$ კმ, $x_0 = 1,5$ კმ. სითბური იმპულსი (3) მოქმედებდა მხოლოდ იმ წრის შიგნით, რომლის ცენტრია (x_0, z_0) წერტილი, ხოლო რადიუსი ტოლია 3 კმ-ის. ამ წრის გარეთ ტემპერატურის შემოფოთება ნულის ტოლია. რაც შეეხება ტემპერატურის, წნევის და ფარდობითი ტენიანობის სიმაღლის მიხედვით საწყის განაწილებას, იგი აღებული იყო 1977 წლის 18 სექტემბრის სოფელ რუისპირის (კახეთი) რადიოზონდის მონაცემების მიხედვით. აღნიშნული მეტეოლოგიკური ვერტიკალური განაწილება მოცემულია ცხრ.1-ში. ამ დღეს განვითარდა ფრონტალური ტიპის კონვექციური ღრუბელი, რომლის სიმაღლემ მაქსიმალური განვითარების მომენტში მიაღწია 13 კმ-ს. ვინაიდან ხსენებული ზონდირება მოხდა ცივი ფრონტის გავლის მომენტში, ამიტომ (1) ფორმულაში მსხვილმასშტაბიანი კონვერგენციის ფონური ნაკადისათვის აღებული იქნა $b = 10^{-4}$ წმ⁻¹.

ნახ.1 და ნახ.2-ზე მოცემულია იმ ექსპერიმენტების შედეგები, რომელთათვის შესაბამისად $b = 0$ და $b = 10^{-4}$ წმ⁻¹. ორივე ნახაზი შეესაბამება ღრუბელთა მაქსიმალური განვითარების მომენტს. ნახაზებზე მსხვილი უწყვეტი წირი წარმოადგენს ჯამური წყლიანობის იზოხაზს, წვრილი უწყვეტი მრუდი აღნიშნავს $w > 0$ შესაბამის იზოხაზს, ხო-

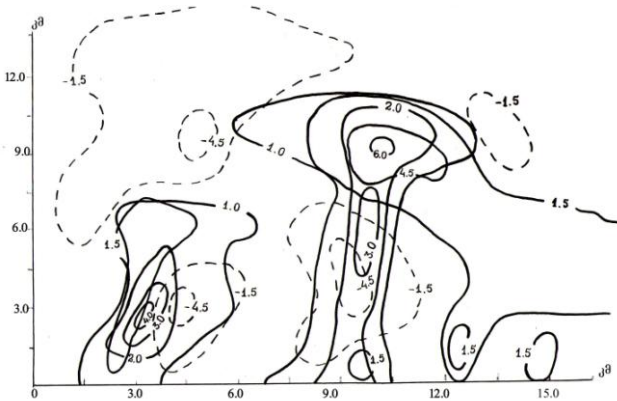
ლო წვევტილი - $w < 0$ შესაბამის იზოხაზს. ღრუბლის პერიფერიულ ნაწილში არსებული სუსტი დაღმავალი ნაკადები ნახაზებზე გამოსახული არ არის.

(ცხრილი 1.სოფ. რუსიპირის (კახეთი, სეტყვასაწინააღმდეგო სამსახური) 1977 წლის 18 სექტემბრის 12 საათის რადიოზონდის მონაცემები

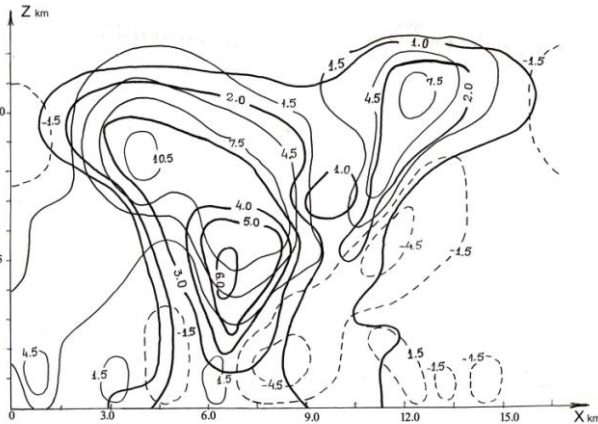
სიმაღლე დედამიწის ზედაპირიდან H მ	წნევა P კპა	ტემპერატურა $T^{\circ}K$	ტემპერატურის გრადიენტი გრად/100მ	ფარდობითი ტენიანობა %
0	955	297,36		65
440	908	291,56	1,32	70
740	876	288,66	0,97	73
940	856	287,76	0,45	79
1000	850	287,36	0,67	80
1440	807	284,56	0,64	83
1940	760	281,76	0,56	85
2440	715	278,36	0,68	85
2610	700	277,16	0,71	85
3240	648	274,16	0,48	77
3440	632	272,16	1,00	73
4440	557	264,16	0,80	71
5260	500	257,96	0,77	57
5440	488	257,36	0,33	57
6440	427	250,36	0,70	53
6910	400	247,16	0,68	51
7440	372	242,96	0,79	47
8440	322	235,76	0,72	42
8930	300	231,96	0,78	41
9340	293	230,26	0,41	41
9440	278	230,16	0,10	41
10160	250	229,16	0,14	40
10440	240	228,56	0,21	40
11440	206	225,16	0,36	40
12440	177	220,16	0,50	40
14440	129	212,16	0,40	40

ნახ.1-დან ჩანს, რომ ყოველ სითბურ იმპულსს შეესაბამება თავისი ღრუბელი. ცხადია მძლავრი ღრუბელი წარმოიშვება ტემპერატურის საწყისი შემფოთების დიდი მნიშვნელობისათვის ($T_o' = 5^{\circ}K$). როგორც ვხედავთ, ამ ღრუბელთა გაერთიანება არ ხდება, ვინაიდან

მძლავრი ღრუბლის კონვერგენციის არე არ ემთხვევა სუსტი ღრუბლის დივერგენციის არეს [1]. საწყისი იმპულსების კოორდინატების გათვალისწინებით ვღებულობთ, რომ ღრუბელთა ცენტრებს შორის მანძილი 6 კმ-ია. ამიტომ ისინი ურთიერთქმედებენ და განსხვავებულ წნევათა ძალების გავლენით იძენენ ასიმეტრიულ სახეს (ნახ.1).



ნახ.1 შიდამასიური პროცესების დროს წარმოქმნილი გროვა ღრუბლების სისტემა მაქსიმალური განვითარების მომენტში.



ნახ.2 კონვერგენციულ ნაკადში წარმოქმნილი გროვა ღრუბელი, მაქსიმალური განვითარების მომენტში. მასშტაბები ნახაზზე: პორიზონტალურად 2 სმ – 1.5 კმ ვერტიკალურად 1.2 სმ – 1 კმ, $d = 1.5$ კმ

იმ შემთხვევაში, როცა $b > 0$ (ნახ.2) მაქსიმალური განვითარების მომენტისათვის ორი ღრუბლის ნაცვლად გვაქვს ერთი მძლავრი

დრუბელი. მართალია, ამ დრუბლის შიგნით დაიკვირვება ცალკეული უჯრედები, მაგრამ დენის წირების განლაგებამ აჩვენა, რომ იგი სიმეტრიულია. თანახმად [1,2] შრომებისა, ეს მიგვითითებს იმაზე, რომ გვაქვს ერთი მრავალუჯრედიანი დრუბელი, რომელიც, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, დამახასიათებელია ფრონტალური პროცესებისათვის. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ დიდმასშტაბიანი კონვერგენციის გათვალისწინებით მიღებული დრუბლის მასშტაბები (ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ზომები, ნახ.2) ბევრად აღემატება შიდამასიური წარმოშობის დრუბლის ზომებს (ნახ.1). როცა $b > 0$, ხვედრითი წყლიანობა რაიმე მომენტისათვის ერთი რიგით მეტია, ვიდრე $b = 0$ შემთხვევაში იგივე დროისათვის მიღებული ორივე დრუბლის ხვედრით წყლიანობათა ჯამი. ამრიგად გაერთიანების შედეგად მიღებულ დრუბელში კონვექციური მოძრაობის და ნალექწარმოქმნის პროცესის ინტენსივობა მკვეთრად იზრდება.

მსგავსი შედეგები მოგვცა იმ რიცხვითმა ექსპერიმენტებმა, რომლებისათვის $b > 0$ და ვითვალისწინებთ დედამიწის ზედაპირზე ტემპერატურის დედამიწურ სვლას. ამ შემთხვევაში მცირე სიმძლავრის დრუბლები, რომლებიც წარმოიქმნებიან თერმიკების შეერთებით, სწრაფად ჯგუფდებიან ე.წ. კლასტერების (გროვა დრუბელთა თავმოყრა) სახით, ერწყმიან ერთმანეთს და უკვე 2 სთ ფიზიკური დროის შემდეგ გვაძლევენ ორ მძლავრ გროვა-საწვიმარ დრუბლებს. თითოეული მათგანი მსგავსია ნახ.2-ზე წარმოდგენილი დრუბლის კონფიგურაციისა. აღსანიშნავია არსებითი განსხვავება მოდელირების შედეგებში შესაბამისად $b = 0$ და $b > 0$ შემთხვევებისათვის. [4] შრომაში მიღებულია, რომ როცა $b = 0$ დაიკვირვება ორიარუსიანი გროვა დრუბელი. $b > 0$ შემთხვევაში კი დრუბელი იკავებს თითქმის მთელ ტროფოსფეროს და ორიარუსიანი დრუბლიანობა არ წარმოიქმნება. როცა $b > 0$ დრუბლის მახასიათებელი სიდიდეები აღარაა დამოკიდებული დედამიწის ზედაპირზე ტემპერატურის დედამიწური სვლის პარამეტრებზე, რაც დამახასიათებელი იყო $b = 0$ შემთხვევისათვის. ამასთან მნიშვნელოვნად (დაახლოებით 3-ჯერ) გაიზარდა ნალექთა ინტენსივობა.

ამგვარად, მათემატიკურმა მოდელირებამ დაადასტურა ის ძირითადი ფაქტები, რომლებიც ცნობილია სავსელ-ექსპერიმენტული დაკვირვებებიდან. კერძოდ, დადგენილი იქნა, რომ დიდმასშტაბიანი კონვერგენციული ნაკადები, რომელიც დამახასიათებელია ციკლონებისა და ფრონტებისათვის, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ გროვა დრუბლების სივრცითი ზომების გაზრდაზე. თუ შიდამასიური კონვექციური დრუბლის დამახასიათებელ სივრცითი მასშტაბების ფორმირებაში მთავარი როლი ენიჭება იმ თერმიკების ურთიერთშერწყმას, რომლებიც განლაგებული არიან თითქმის ერთი ვერტიკალის სხვა-

დასხვა სიმაღლეზე, ციკლონური წარმოშობის ღრუბელთა ($b > 0$) მახასიათებელი მასშტაბის ფორმირებაში ძირითადი როლი ეკუთვნის ერთი და იგივე სიმაღლეზე გვერდი-გვერდ მდებარე ღრუბელთა შეერთების პროცესს. ამ შემთხვევაში ღრუბელთა დაახლოებას ხელს უწყობს დიდმასშტაბიანი კონვერგენციული ნაკადები. როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს (ნახ.2), ღრუბელთა სრულ შერწყმას ადგილი არა აქვს და ამიტომ შეერთების შემდეგ ღრუბელი ინარჩუნებს მრავალუჯრედოვან სტრუქტურას. მაშასადამე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მრავალუჯრედოვანი კონვექციური ღრუბელი წარმოიშვება ცალკეული გროვა ღრუბლების გაერთიანებით.

ლიტერატურა- REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. ნ.ბეგალიშვილი, გ.რობიტაშვილი, ნ.ჯაფარიძე, თ.რობიტაშვილი, ნ.ნახვაშვილი. კონვექციურ ღრუბელთა ურთიერთქმედების გამოკვლევა. საქ. მეცნ. აკადემიის ჰმი-ს შრომები, ტ.101, 1998.
2. ნ.ბეგალიშვილი, გ.რობიტაშვილი, ნ.ჯაფარიძე, თ.რობიტაშვილი. მრავალუჯრედოვანი გროვა ღრუბლის რიცხვითი მოდელი. საქ. მეცნ. აკადემიის ჰმი-ს შრომები, ტ.104, 2001.
3. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака, строение и физика образования. Л., Гидрометеоиздат, 1983.
4. Чахвашвили Н.К., Васкевич Л.А., Мальбахов В.М., Робиташвили Г.А. Численное моделирование ансамбля кучевых облаков с учетом процессов осадкообразования. Труды ЗапСибНИГМИ, вып. 89, 1989.
5. Kuo H.L., Further studies of the parameterization of tropical cyclones through latent heat release by cumulus convection. J. Atm. Sci., V.22, N1, 1965.
6. Ogura Y. Modeling studies of convection. Advances in Geophysics. V.28, 1985.

უაკ 551.576

ატმოსფეროში ფართომასშტაბიანი კონვერგენციის გავლენა კონვექციურ ღრუბელთა გაერთიანებაზე. /ნ.ბეგალიშვილი, ვ.მაღლახოვი, გ.რობიტაშვილი, თ.რობიტაშვილი/ ჰმი-ს შრომათა კრებული. -2009.-ტ.114.-გვ.11-18,ქართ.; რეზ. ქართ.; ინგლ.; რუს.

ატმოსფეროში ჰაერის ნაკადების ფართომასშტაბიანი კონვერგენციის ფონზე შესრულებულია კონვექციურ ღრუბელთა ურთიერთქმედების თავისებურებების გამოკვლევა. დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად გამოყენებულია კონვექციურ ღრუბელთა სისტემის ევოლუციის ორგანოზომილებიანი თერმოჰიდროდინამიკური მოდელი, მიკროფიზიკური პროცესების პარამეტრიზებით. რიცხვითი ექსპერიმენტების საფუძველზე განსაზღვრულია კონვერგენციის არეში კონვექციური უჯრედების დაახლოების და გაერთიანების პირობები, რასაც მოჰყვა მძლავრი მრავალუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლის წარმოშობა და ნალექწარმოქმნელი პროცესების ინტენსიფიკაცია.

UDC 551.576

The influence of largescaled convergence on the aggregation of convective clouds in the atmosphere. /N.Begalishvili, V.Malbachov, G.Robitashvili, T.Robitashvili /Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2007. - т.114. – p.11-18 - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The interaction features of the convective clouds in the atmosphere against a background of the large-scale convergence of air flows have been investigated. To solve the assigned task two-dimensional thermohydrodynamical model of the evolution of the convective cloud system is used, considering parameterization of the microphysical processes. On basis of the numerical experiments the convergence and aggregation conditions of convective cells have been determined in the convergence area, resulted in the formation of powerful multicellular convective cloud and intensification of precipitation formatting processes.

УДК 551.576

Влияние широкомасштабной конвергенции в атмосфере на объединение конвективных облаков. /Н.А.Бегалишвили, В.М.Мальбахов, Г.А.Робиташвили, Т.Г.Робиташвили/ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии-т.114;-с.11-18 - Груз. рез.Груз.; Англ.; Русск.

Выполнено исследование особенностей взаимодействия конвективных облаков на фоне широкомасштабной конвергенции воздушных потоков в атмосфере. Для решения поставленной задачи применена двухмерная термогидродинамическая модель эволюции системы конвективных облаков с параметризацией микрофизических процессов. На основе численных экспериментов определены условия сближения и объединения конвективных ячеек в области конвергенции, приводящие к образованию мощного многоячейкового конвективного облака и интенсификации осадкообразующих процессов.

ნ.ბეგალიშვილი, გ.რობიტაშვილი.

მ.ტატიშვილი, თ.რობიტაშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უაკ 551.576

**კონვექციურ ღრუბლებში ზუნებრივი და ხელოვნური
ნალექარმოვნის გამომწვევა რამეზიონული
თემრიონიზაციის მიზნით საშუალებად**

ამჟამად მსოფლიოს მრავალი ქვეყანა განიცდის მტკნარი წყლის ნაკლებობას, რომელიც სულ უფრო და უფრო იზრდება. აღნიშნული დეფიციტის შევსების ერთ-ერთი საშუალებაა ატმოსფერული ნალექების ხელოვნური გაზრდა და გადანაწილება. ამ მიზნით კონვექციურ ღრუბლებზე დაიწყო აქტიური ზემოქმედების სამუშაოები ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან. საქართველოში ასეთი ფართომასშტაბიანი ექსპერიმენტული და საცდელ-საწარმოო სამუშაოები შესრულდა 70-80-იან წლებში. ეს საქმიანობა მნიშვნელოვანი იყო აღმოსავლეთ საქართველოს იმ რეგიონებისათვის, სადაც ხშირია გვალვები და ამის გამო დიდია წყლის დეფიციტი [1]. საველე ექსპერიმენტების ჩატარებამ მოითხოვა კონვექციური ღრუბლის ისეთი მათემატიკური მოდელების შექმნა და განვითარება, რომლებიც აღწერდნენ ზემოქმედების ფიზიკურ მექანიზმებს და სქემებს. კერძოდ, დამუშავდა გროვა ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების გამარტივებული ერთგანზომილებიანი მოდელები, რომელთა გამოყენება შესაძლებელი იყო ოპერატიულ პრაქტიკაში.

მაგალითად, [2]-ში განხილულია ერთგანზომილებიანი პროგნოზული მოდელი, მიკროფიზიკის პარამეტრიზებული სქემებით. მოდელით მიღებული შედეგები შედარებულია ოგურა-ტაკასაშის ერთგანზომილებიან [5] და ამინდის კვლევის და პროგნოზის (Weather Research and Forecast Model) სამგანზომილებიან მოდელთან. მოდელში მიკროფიზიკის დეტალურად ჩართვის გამო, დანარჩენებისგან განსხვავებით, მან წარმოაჩინა ვერტიკალური სინქარის მკვეთრი მაქსიმუმი. უფრო მეტიც, შედეგებმა უჩვენა, რომ იგი უკეთ აღწერდა კონვექციური ღრუბლის თვისებებს, ვიდრე სამგანზომილებიანი.

[3]-ში წარმოდგენილ მოდელში ღრუბელს აქვს ცილინდრული ფორმა და გამოყენებულია ოგურა-ტაკასაშის მოდელის განტოლებები [5]. იგი შეიცავს მოძრაობის, უწყვეტობის განტოლებებს, ასევე წყლის ორთქლის, ღრუბლის წყლის, წვიმის წყლის და კრისტალების გადატანის განტოლებებს. ჩართულია შემდეგი მიკროფიზიკური პროცესები: კონდენსაცია, ავტოკონვერსია, სუბლიმაცია, დნობა, აორთქლება. მოდელი გამოიყენება ატმოსფეროს სხვადასხვა სტრატოფიკაციის შემთხვევებისათვის.

წინამდებარე ნაშრომში ბუნებრივი და ხელოვნური ნალექწარმოქმნის გამოკვლევისათვის გამოყენებულია ერთგანზომილებიანი ოპერატიული მოდელი, რომელიც განხილულია [4]-ში. ამიტომ, მოცემულ ნაშრომში ამოსავალ განტოლებებს, საწყის და სასაზღვრო პირობებს არ მოვიყვანთ. აღნიშნული მოდელის მიხედვით ღრუბელს პირობითად აქვს ცილინდრის ფორმა დროში უცვლელი რადიუსით. ჩათვლილია, რომ უარყოფით ტემპერატურაზე ღრუბლის ტენი იმყოფება გადაცივებულ მდგომარეობაში. ღრუბლის თერმო- და პიდრო- დინამიკისათვის გამოყენებულია [5]-ში განხილული მოდელის განტოლებები, ხოლო ნალექის წარმოქმნის და გამოყოფისთვის პარამეტრიზებული სქემები, რომლებიც ითვალისწინებენ შემდეგ მიკროფიზიკურ პროცესებს: კონდენსაციას, სუბლიმაციას, კრისტალიზაციას, კოაგულაციას და აორთქლებას. ზემოქმედების აღწერისათვის გამოყენებულია [6]-ში შემოთავაზებული ხელოვნური კრისტალიზაციის პარამეტრიზებული სქემა.

ნალექწარმოქმნის შეფასებისთვის უპირველეს ყოვლისა შესრულებულია ღრუბლის ბუნებრივი განვითარების მოდელირება.

ზემოქმედების იმიტაცია შემდეგნაირად ხდება: დროის რაღაც განსაზღვრულ მომენტში ღრუბლის გადაცივებულ ნაწილში ($-6\text{--}12^{\circ}\text{C}$) შეგვაქვს გარკვეული რაოდენობის მაკრისტალიზებული რეაგენტი. დიფუზიის გამარტივებული განტოლების ანალიზური ამოხსნით ვიგებთ დროის გარკვეულ შუალედში პასიური რეაგენტის მიერ დაკავებულ მოცულობას, სადაც უნდა გაიყინოს განსაზღვრული რაოდენობის ღრუბლის და წვიმის წყალი. ვითვლით ხელოვნურად გაჩენილ კრისტალებზე წყლის ორთქლის სუბლიმაციას გამოყოფილ სითბოს რაოდენობას. ჩათვლილია, რომ ეს სითბო მთლიანად გადაეცემა განსახილველ არეში ჰაერის აღმავალ ნაკადს და ათბობს მას ΔT^0 -ით. ამით იქმნება ნაკადის სიჩქარის დამატებითი გაზრდის შესაძლებლობა, რაც გამოიწვევს ღრუბლის სიმძლავრის მატებას, ე.ი. ღრუბლის მიკროფიზიკის ხელოვნური მართვა იწვევს მისი დინამიკის ცვლილებას. ატმოსფეროს განურჩევითი წონასწორობისას ($\gamma=\gamma_b$) აღმავალი დენის სიჩქარის და ღრუბლის სიმძლავრის ზრდის მაქსიმუმი ითვლება შემდეგი გამოსახულებებით [7]:

$$\Delta W_{\max} = \frac{uv}{a^3 \rho} \sqrt{\frac{\lambda \theta}{\pi \rho_p \rho}} \quad , \quad (1)$$

$$\Delta h = \sqrt{\frac{\lambda \theta}{\pi \rho_p \rho_s^2 a^2}} \quad , \quad (2)$$

სადაც v -ტურბულენტობის კინემატიკური კოეფიციენტი, a - ღრუბლის რადიუსი, λ -კონვექციის პარამეტრი, θ -რეაგენტის მიერ დაკა-

ვებულ V მოცულობაში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, S-ზემოქმედების ხანგრძლივობის შებრუნებული პარამეტრი $S = \sqrt{\lambda(\gamma_a - \gamma)}$.

ერთჯერადი ზემოქმედებისას გამოთვლილი პარამეტრების მნიშვნელობებია $\Delta W_{\max} \approx 1\text{მ}^3/\text{წმ}$ და $\Delta h \approx 600\text{მ}$. მათი სიდიდეები მცირეა, თუმცა მრავალჯერადი ზემოქმედებისას ღრუბლის მოცულობის ნაზრდმა შეიძლება მიაღწიოს რამდენიმე კმ-ს, ხოლო მასში კონდენსირებული წყალი უზრუნველყოფს დამატებითი ნალექების წარმოქმნას.

ზემოქმედების მოდელირება ჩატარდა ღრუბლის განვითარების სხვადასხვა სტადიაში. მიღებული შედეგები უჩვენებენ, რომ დამატებითი წყლის მიღების თვალსაზრისით უკეთესი შედეგები მიიღება იმ შემთხვევაში, როცა რეაგენტის შეტანა ღრუბელში ხდება მისი განვითარების სტადიაში.

აქტიური ზემოქმედების რიცხვითი ექსპერიმენტები ჩატარდა ატმოსფეროს სტრატოფიკაციის აღმწერი სამი რადიოზონდის მონაცემებისათვის: ორი რეალურისა და ერთი ჰიპოთეტური პროფილებისათვის. ჰიპოთეტურის შემთხვევაში ტემპერატურა ზედაპირზე 298°K -ის ტოლი იყო და 10 კმ-ის სიმაღლემდე ეცემოდა 6.3°K -ით თითოეულ კმ-ზე, რის შემდეგაც უცვლელი რჩებოდა.

დედამიწის ზედაპირზე სითბური იმპულსის გადაცემის შემდეგ შეიქმნა კონვექციური ღრუბელი, რომლის სიმაღლე მაქსიმალური განვითარების მომენტში შეადგენდა 8.2კმ-ს, ხოლო მისი სიცოცხლის ხანგრძლივობა იყო 72წთ. ბუნებრივი განვითარების შემთხვევაში ღრუბლიდან გამოიყო $5 \cdot 10^5\text{ტ}$. ნალექი.

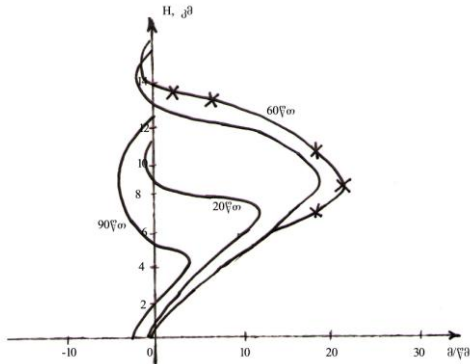
ღრუბლის განვითარების სტადიაში (მე-20წთ) მის გადაცივებულ არეში ($-6\text{--}12^{\circ}\text{C}$) მოვახდინეთ მაკრისტალიზებული რეაგენტით მრავალჯერადი ზემოქმედება (რაც ექვივალენტურია მაგ. 5წთ-ში 10 “ელბრუსის” ტიპის საზენიტო ჭურვის აფეთქებისა). ამან შეცვალა ღრუბლის დინამიკა, გაიზარდა მისი სიმაღლე და აღმავალი დენების სიჩქარე. ზემოქმედებამ დასაწყისში გამოიწვია ნალექთა ინტენსივობის შემცირება, ხოლო შემდეგ მისი გაზრდა. მოიმატა ღრუბლის სიცოცხლის ხანგრძლივობამ და დაფიქსირდა $5.95 \cdot 10^5\text{ტ}$ ნალექის გამოყოფა, წყლის რაოდენობა გაიზარდა დაახლოებით 20%-ით.

ნალექთა ინტენსივობის დროში მსვლელობისათვის დაიკვირვებოდა რამდენიმე მაქსიმუმი. ეს ახასიათებს, როგორც ბუნებრივ, ასევე ხელოვნურ ნალექწარმოქმნელ პროცესებს.

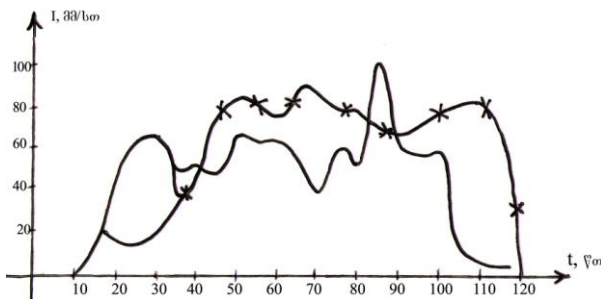
რაც შეეხება ატმოსფეროს რეალურ სტრატოფიკაციას, პირველი იყო რუისპირის (კახეთი, 1977წ.) ზონდი. დაკვირვებულ ღრუბელს მაქსიმალური განვითარების მომენტში ჰქონდა 13კმ სიმაღლე, 3-კმ-იანი რადიუსი, ხოლო მაქსიმალური რადიოლოკაციური ამრეკვლადობა დაფიქსირდა 9კმ სიმაღლეზე. მოდელურმა გამოთვლებმა აჩვენა, რომ განვითარების უმაღლეს სტადიას ღრუბელი აღწევდა 55წთ-ზე და

მისი სიმაღლე შეადგენდა 13.2კმ-ს, მაქსიმალური წყლიანობა 6.3გ/კგ აღინიშნა 8.8 კმ-ზე და მოსული წვიმის რაოდენობა იყო $8.5 \cdot 10^5$ გ.

მე-40წთ-ზე გადაცივებულ ნაწილში(-6--10°C) მოვახდინეთ 6-ჯერადი ზემოქმედების იმიტაცია, რის შედეგადაც ΔW_{max} და Δh -ს მნიშვნელობები შესაბამისად 1.8მ/წმ და 1.3კმ აღმოჩნდა. ნახ.1-ზე მოცემულია აღმავალი დენის სიჩქარის გრაფიკები ბუნებრივი განვითარების და ზემოქმედების შემთხვევებში, დროის სხვადასხვა მომენტისათვის. ნახ. 2-ზე მოცემულია ნალექის ინტენსივობის დროში ცვლილება განხილული ორივე შემთხვევისათვის.



ნახ.1 ნაკადის აღმავალი დენის სიჩქარის განაწილება სიმაღლის მიხედვით დროის სხვადასხვა მომენტებში (X-ზემოქმედების შემდეგ)



ნახ.2 ნალექების ინტენსივობის ცვლილება დროში (X-ზემოქმედების შემთხვევაში)

მეორე ზონდის (თეთრიწყარო, 1974წ.) პირობებში დრუბლის ბუნებრივი განვითარების სიმაღლე იყო 12.6კმ, დაიკვირვებოდა ძლიერი ნალექი. მოდელირებით მიღებულმა დრუბლის სიმაღლემ მიაღწია 13კმ-ს. მაქსიმალური წყლიანობის სიმაღლემ შეადგინა 8კმ.

მოსული ნალექების რაოდენობა იყო $3.2 \cdot 10^5$ გ. ზემოქმედების შედეგად მოსული ნალექების რაოდენობა გაიზარდა 22%-ით.

ზემოქმედების შედეგად დინამიკას და წვიმის ინტენსივობის დროში ცვლილებას ერთნაირი სახე აქვს: საწყის მომენტში ხდება ნალექის ინტენსივობის შემცირება ბუნებრივთან შედარებით. ამ მოვლენის ასხნა ფიზიკურად შემდეგნაირად არის შესაძლებელი: მაკროსტალიზებული რეაგენტით ზემოქმედებისას ხდება დამატებითი სითბური ენერჯის გამოყოფა, რის შედეგად იზრდება აღმავალი დენის სიჩქარე. ეს იწვევს ნალექთა წყლის ღრუბლის ზედა ნაწილში გადატანას და ღრუბლიდან მოსული ნალექების ინტენსივობის შემცირებას. ინტენსივობის დროში ცვლილებას აქვს იმპულსური ხასიათი, თუმცა მაინც შეიმჩნევა ორი მაქსიმუმი, რომლებიც ზემოქმედების შემთხვევაში დროში წანაცვლებული აღმოჩნდა.

სხვადასხვა სიმძლავრის ღრუბელზე ზემოქმედების იმიტაციამ აჩვენა, რომ სუსტ ღრუბელში ნალექის ფარდობითი ნამატი დიდია. თუმცა უფრო ხელსაყრელია ზემოქმედების ჩატარება მძლავრ კონვექციურ ღრუბელზე.

ექსპერიმენტებით დადგინდა, რომ ყოველი ღრუბლისათვის არსებობს რეაგენტის ექსტრემალური რაოდენობა, რომლისთვისაც ზემოქმედებით მიღებული დამატებითი ნალექის რაოდენობა მაქსიმალურია. რეაგენტის რაოდენობა დამოკიდებულია ღრუბლის სიმძლავრეზე და მისი განვითარების დინამიკაზე. ნალექების გაზრდისათვის საჭიროა ზემოქმედების წარმოება ღრუბლის განვითარების სტადიაში. რეაგენტის შეტანა უნდა მოხდეს ღრუბლის გადაცივებულ ნაწილში $-6 \div -10^\circ\text{C}$ ტემპერატურულ არეში, ხოლო ზემოქმედების დროითი ინტერვალი არ უნდა აღემატებოდეს 5წთ-ს.

რეაგენტის ოპტიმალური რაოდენობის დადგენა მოითხოვს მოდელის შემდგომ განვითარებას, როგორც ბუნებრივ, ასევე ხელოვნურად განვითარებულ ღრუბლებზე დაკვირვებათა მონაცემებს.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Сванидзе Г.Г., Бериташвили Б.Ш. О современном состоянии проблемы искусственного увеличения осадков. Обнинск, 1978.
2. Shu-Hua Chen, Wen-Yih Sun. A one-dimensional time dependent cloud model. Journal of the Meteorological Society of Japan. Vol.80, N1, 2002.
3. Lester Alfonso, Martinez Daniel, Perez Carlos. Numerical simulations of tropical convective clouds over Cuba using one-dimensional and time-dependent cloud model. 12-th International Conf. On Clouds and Precipitation Proceedings. Switzerland, 1996.
4. ნ.ბეგალიშვილი, გ.რობიტაშვილი, ვ.შაქარაშვილი. კონვექციური ღრუბლის ოპერატიული რიცხვითი მოდელი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.100, 1996.

5. Ogura J.,Takahashi T. Numerical simulation of the life cycle of a thunderstorm cell. Mon. Weath. Rev. V.99, N12, 1971.
6. თ. რობიტაშვილი, მ.ტატიშვილი. ღრუბელში მიმდინარე მიკროფიზიკური პროცესების პარამეტრიზაცია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.104, 2001.
7. კონვექციურ ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების მათემატიკური მოდელირება. თემა 2.21-ის ანგარიში. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ფონდები, 1995.

უაკ 551.576

კონვექციურ ღრუბლებში ბუნებრივი და ხელოვნური ნალექწარმოქმნის გამოკვლევა ოპერატიული თერმოჰიდროდინამიკური მოდელის საფუძველზე /ნ.ბეგალიშვილი, გ.რობიტაშვილი, მ.ტატიშვილი თ.რობიტაშვილი/. კჰი-ს შრომათა კრებული. –2009.-ტ.114 –გვ.19-25. ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. კონვექციური ღრუბლის ერთგანზომილებიანი ოპერატიული ჰიდროდინამიკური მოდელით შესრულებულია ბუნებრივი და ხელოვნური ნალექწარმოქმნის გამოკვლევა ორი რეალური და ერთი ჰიპოთეტური რადიოზონდის მონაცემების საშუალებით. მიკროფიზიკური პროცესები მოდელში წარმოდგენილია პარამეტრიზებული სახით. ზემოქმედების მოდელირება განხორციელდა მაკროსტალიზებული რეაგენტის შეტანით ღრუბლის განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე. დადგინდა, რომ ყოველი ღრუბლისათვის არსებობს მისი განვითარების განსაზღვრული მომენტი და რეაგენტის ოპტიმალური რაოდენობა, რომლის ღრუბელში შეტანით ნალექების დამატებითი რაოდენობა მაქსიმალურია. რეაგენტის ეს რაოდენობა დამოკიდებულია ღრუბლის მაქსიმალურ სიმძლავრეზე და დინამიკის თავისებურებებზე. ზემოქმედების შედეგად იცვლება ღრუბლის მიკროფიზიკა, რაც იწვევს დინამიკის ინტენსიფიკაციას. ასეთ პირობებში იზრდება ღრუბლის სიცოცხლის ხანგრძლივობა, მისი სიმძლავრე და მოსული ნალექების რაოდენობა.

UDC 551.576

Investigation of natural and artificial precipitation formation in convective clouds in terms of operational thermohydrodynamical model./N.Begalishvili, G.Robitashvili, M.Tatishvili, T.Robitashvili./Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2009. – v.114,-p.19-25.-Georg.-Summ. Georg., Ing., Russ.

Natural and artificial precipitation formation processes have been investigated using one-dimensional operational hydrodynamical model of convective cloud applying two real and one hypothetical radiosonde data. Microphysical processes are presented by parameterization schemes. The modification modelling has been carried out on the different stages of cloud growth by insertion of crystallizing reagent. It has been ascertained that for every cloud there exist the definite moment in its growth and optimal quantity of reagent, when additional precipitation increase is maximal. The mentioned amount of reagent depends on the features of growth dynamics and clouds maximal capability. In the result of modification changes were occurred in cloud microphysics, causing intensification of its dynamics. On such conditions clouds life time and the amount of precipitations have been increased.

УДК 551.576

Исследование естественного и искусственного осадкообразования в конвективных облаках на основе оперативной термогидродинамической модели. /Н.А. Бегалишвили, Г.А.Робиташвили, М.Р.Татишвили, Т.Г.Робиташвили/ сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. –2009.-т.114- с.19-25 -Груз. рез. Груз., Англ., Русск.,

С помощью одномерной оперативной термогидродинамической модели конвективного облака выполнено исследование естественного и искусственного осадкообразования, используя данные двух реальных и одного гипотетического радиозондов. Микрофизические процессы в модели представлены в параметризованном виде. Моделирование воздействия проведено на разных стадиях развития облака имитацией вноса кристаллизующего реагента. Установлено, что для каждого случая существует определенный момент в развитии облака и оптимальное количество реагента, когда дополнительное увеличение осадков является максимальным. Это количество реагента зависит от особенностей динамики развития и максимальной мощности облака. В результате воздействия изменяется микрофизика облака, что вызывало интенсификацию его динамики. В этих условиях увеличиваются продолжительность существования облака и количество выпавших осадков.

გ.გელაძე, **გ. რობიტაშვილი,**

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

მდინარაძე ჯ., სხირტლაძე ნ.

თსუ გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი

უაკ 551.51

**ფენა ღრუბლის მოდელირება თერმული "კუნძულის" გუბივიზი
 ბათბობისას**

ჩვენს განყოფილებაში რიგი წლების განმავლობაში ვმუშაობდით კონვექციური ღრუბლების მათემატიკურ მოდელირებაზე. მაგრამ არანაკლებ აქტუალურია ფენა ღრუბლების და ნისლის შესწავლა ატმოსფეროს მეზომასშტაბური სასახვრო ფენის (ამსფ) ფონზე, რაც განპირობებულია რიგი ისეთი პრობლემებით, როგორცაა ამინდის ლოკალური პროგნოზი, გარემოს დაბინძურება, ხელოვნური ზემოქმედება ცალკეულ მეზოპროცესებზე და ა. შ.

ამოცანის დასმა და ამოხსნის მეთოდი. განვიხილოთ 2-განზომილებიანი (x,z სიბრტყეში) ამსფ, რომელიც მოთავსებულია თერმულად არაერთგვაროვან ქვეფენილზე. ამ პროცესის აღმწერ განტოლებათა სისტემის გამოყენებისას გამოყენებულია ბუსინესკის გამარტივება, ჰიდროსტატიკური მიახლოება, უგულვებელყოფილია კორიოლისის ძალა, დაშვებულია ტურბულენტობის კოეფიციენტების მუდმივობა.

ამრიგად, განტოლებათა საწყის სისტემას აქვს შემდეგი სახე (Гутман Л. Н. 1969):

$$\frac{du}{dt} = -\frac{\partial \pi}{\partial x} + \Delta' u, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial z} = \lambda \theta, \quad (2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{d\theta}{dt} + S_w = \frac{L}{c_p} \Phi + \Delta' \theta, \quad (4)$$

$$\frac{dq}{dt} + \gamma_q w = -\Phi + \Delta' q, \quad (5)$$

$$\frac{dm}{dt} = \Phi + \Delta' m, \quad (6)$$

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + w \frac{\partial}{\partial z}, \quad \Delta' = \mu \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

სადაც u, w არის ჰაერის სიჩქარის მდგენელები, π , θ , q - წნევის ანალოგი, პოტენციალური ტემპერატურისა და ხვედრითი სინოტივის

ნაზრდი, “გადახრა” მათი ფონური მნიშვნელობებიდან, m - ხვედრითი წყლიანობა, λ, S - ფლოტაციისა და ატმოსფეროს სტრატოფიკაციის კოეფიციენტები, γ_q - ფონური ხვედრითი სინოტივის ვერტიკალური გრადიენტი, Φ - წყლის ორთქლის კონდენსაციის სიჩქარე, L - კონდენსაციის ფარული სითბო, c_p - ჰაერის კუთრი სითბოტევადობა მუდმივი წნევის დროს, μ, ν - ტურბულენტობის კოეფიციენტები.

სინოტივის ველების (ხვედრითი სინოტივე და წყლიანობა) პროგნოზის ამოცანების ამოხსნისას გვისდება რიგი სიძნელეების გადალახვა, რომელთა შორის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია წყლის ორთქლის კონდენსაციის სიჩქარის Φ გათვალისწინება, რომელიც შედის (4)-(6)-ში. ნაჯერი წყლის ორთქლის არის (დრუბელი) საზღვარზე Φ ფუნქცია განიცდის წყვეტას (დრუბელს გარეთ $\Phi=0$). ამიტომ დრუბლის საზღვრის განსაზღვრისას დაშვებული მცირე უზუსტობამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს დიდი ცდომილება სითბოსა და ტენიანობის ბალანსში, არამდგრადობა რიცხვით ექსპერიმენტებში. მოცემულ ნაშრომში ამ წინააღმდეგობის გადალახვისათვის გამოყენებულ იქნა მეთოდი (Амиров А. Д., 1971), რომლის მიხედვითაც ახალი, A და B ცვლადების შემოყვანით Φ გამოირიცხება (4), (6) და (5),(6) -დან:

$$\frac{dA}{dt} + Sw = \Delta' A, \quad (7)$$

$$\frac{dB}{dt} + \gamma_q w = \Delta' B, \quad (8)$$

სადაც

$$A = \begin{cases} \vartheta \\ \vartheta - L/c_p m \end{cases}, \quad B = \begin{cases} q & q < q_s \\ q_s + m & q \geq q_s \end{cases},$$

აქ q_s - ნაჯერი ორთქლის ხვედრითი სინოტივეა.

(Амиров А. Д., 1971)-ის საფუძველზე ცნობილი A და B -ს საშუალებით განისაზღვრება ϑ, q, m .

ჩამოვყავალიბოთ საწყისი და სასაზღვრო პირობები:

$$z = 0 \quad u = 0, \quad w = 0, \quad \vartheta = F(x, t), \quad q = 0, \quad m = 0,$$

$$z = Z \quad u = 0, \quad \pi = 0, \quad \vartheta = 0, \quad \frac{\partial q}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial m}{\partial z} = 0, \quad (9)$$

$$x = 0 \quad u = 0, \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial m}{\partial x} = 0,$$

$$x = X \quad \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial m}{\partial x} = 0,$$

$$t = 0 \quad u = 0, \quad \vartheta = 0, \quad q = 0, \quad m = 0,$$

სადაც X, Z ამსფ-ის საზღვრებია, ხოლო $F(x,t)$ - ქვეფენილის ტემპერატურა.

ამრიგად, თერმულად არაერთგვაროვან ქვეფენილის მქონე ამსფ-ის ორგანზომილებიანი, არასტაციონარული ამოცანა წყლის ფაზური გარდაქმნის გათვალისწინებით დაყვანილ იქნა (1)-(3), (7), (8) სისტემის ამოხსნაზე $[0:X, 0:Z]$ არეში (9) სასაზღვრო და საწყისი პირობების გათვალისწინებით.

ამოცანა ამოხსნილ იქნა რიცხვითი მეთოდით ცხადი სასრულ-სხვაობიანი სქემის საშუალებით, რომელსაც აქვს I რიგის სიზუსტე დროის მიხედვით და II რიგის სიზუსტე კოორდინატის მიხედვით.

მოგვეყვას იმ ფიზიკური კონსტანტებისა და პარამეტრების მნიშვნელობები, რომელნიც არ იცვლებოდნენ სხვადასხვა რიცხვითი ექსპერიმენტების შემთხვევაში: $\lambda = 0.033$ მ²/(წმ • გრად), $L = 600$ კალ/გ, $c_p = 0.24$ კალ/(გ • გრად), $\mu = 10^4$ მ²/წმ, $\nu = 10$ მ²/წმ, $X = 80$ კმ, $Z = 2$ კმ, $f = 0.98$ S = 0.005 გრად/მ,

ამოცანის ამოხსნის რეზულტატები. ამოხსნილ იქნა ამსფ-ის ამოცანა თერმული “კუნძულის” მუდმივი გათბობის შემთხვევაში, რის შედეგადაც მიღებულ იქნა ქარის სიჩქარის, პოტენციური ტემპერატურის, წნევის, ხვედრითი წყლიანობისა და ტენიანობის ველების სივრცულ-დროითი განაწილება. ძირითადი აქცენტი მაინც გაკეთდა წარმოქმნილ ფენა ღრუბლის განხილვაზე.

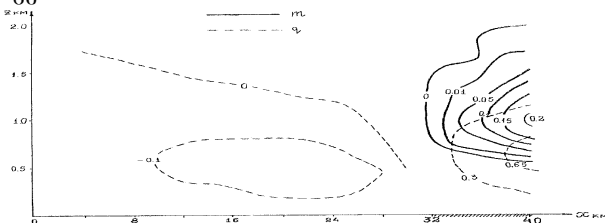
I ვარიანტი: ფარდობითი ტენიანობა $f = 0.98$ (“ნოტიო” მოდელი);

II ვარიანტი: $f = 0$, (“მშრალი”, საკონტროლო მოდელი).

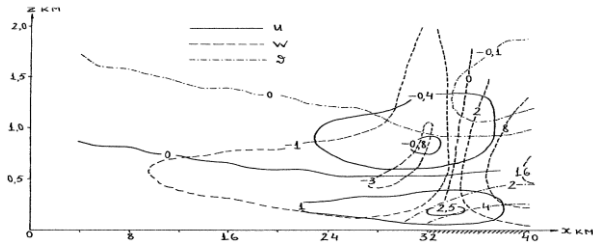
ორივე შემთხვევაში ატმოსფეროს სტრატოფიკაცია $S = 0.005$ გრად/მ, ხოლო ქვეფენილის ტემპერატურა

$$F(x,t) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq 28 \text{ km}, \quad 52 \text{ km} \leq x \leq 80 \text{ km}, \\ 5 & 28 \text{ km} \leq x \leq 32 \text{ km}, \quad 48 \text{ km} \leq x < 52 \text{ km} \\ 10 & 32 \text{ km} < x \leq 48 \text{ km} \end{cases}$$

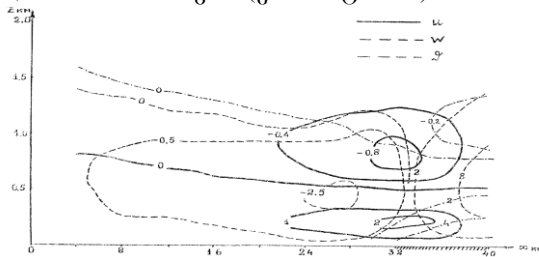
ნახ. 1, 2 მოცემულია q , m და u , w , θ (I ვარიანტი), ხოლო ნახ. 3 - u , w , θ (II ვარიანტი) იზოხაზები, როცა $t = 2$ სთ. რადგან სურათი ღერძულად სიმეტრიულია, ამიტომ მოცემულია სათვლელი არის მხოლოდ ნახევარი.



ნახ. 1. m და q -ს იზოხაზები (ვარიანტი №1; ქვეფენილის დაშტრისული ნაწილი - სითბური “კუნძული”).



ნახ. 2. u , w , θ -ს იზოხაზები (ვარიანტი №1).



ნახ. 3. u , w , θ -ს იზოხაზები (ვარიანტი №2).

ფენა ღრუბლის ჩასახვა იწყება $t=66$ წთ. სითბური “კუნძულის” თავზე წარმოქმნილი ღრუბლის ჰორიზონტალური ზომა არ აღემატება 16 კმ, ვერტიკალურმა ზომამ კი მიაღწია დაახლოებით 1.5 კმ. ღრუბლის ქვედა საზღვარი იმყოფება 600 მ სიმაღლეზე და თავისი 3 საათიანი არსებობის განმავლობაში არ იცვლება; მისი მაქსიმალური ხვედრითი წყლიანობა $m_{\max}=0.21$ გ/კგ, ხოლო მაქსიმალური წყლიანობის დონე $z(m_{\max})=1000$ მ, რაც კარგ თანხვედრაშია მეტეოროლოგიურ მონაცემებთან (Матвеев Л. Т., 1976; Воронцов П. А., 1960). როცა $t=3$ სთ, ღრუბელი ებჯინება ამსფ-ის ზედა საზღვარს, რაც იწვევს თვლის არამდგრადობას.

მაქსიმალური ხვედრითი ტენიანობის დონე $z(q_{\max})$ დაახლოებით ემთხვევა მაქსიმალური აღმავალი დენების დონეს $z(w_{\max})$ იმ დროს, როდესაც მაქსიმალური ხვედრითი წყლიანობის დონე $z(v_{\max})$ გაცილებით მაღლა მდებარეობს. ეს შეიძლება აიხსნას იმ ფაქტით, რომ, ჯერ ერთი, სინოტივე, როგორც პასიური მინარევი, უფრო მეტად არის დამოკიდებული აღმავალ დენებზე, ვიდრე წყლიანობა, რომელიც დამოკიდებულია აგრეთვე კონდენსაციის დონეზე, ფარდობით ტენიანობაზე, ატმოსფეროს სტრატოფიკაციასა და რიგ სხვა ფაქტორებზე და, მეორეც, ღრუბლის განენასთან ერთად ამსფ-ის ზედა ნაწილში, სადაც ფორმირდება იგი, ხვედრითი ტენიანობა მცირდება

კონდენსაციის გამო, რაც იწვევს ხვედრითი წყლიანობის გაზრდას (Воронцов П. А., 1960).

განსახილველი შემთხვევების შედარებიდან (მხედველობაში გვაქვს თერმოჰიდროდინამიკური ველები) ჩანს, რომ წყლის ფაზური გადასვლების დაწყებიდანვე ისინი მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ეს გამოწვეულია იმით, რომ “ნოტიო” მოდელის შემთხვევაში “მშრალი” მოდელისაგან განსხვავებით ადგილი აქვს კონდენსაციის ფარული სითბოს გამოყოფას, რის გამოც “ნოტიო” მოდელის თერმოჰიდროდინამიკური ველები u, w, π , θ გაცილებით ინტენსიურია.

განვიხილოთ ტემპერატურის ველი. ნულოვანი იზოთერმის ზემოთ გვაქვს უარყოფითი ტემპერატურა, რომელიც გამოწვეულია აღმავალი ჰაერის ადიაბატური გაციებით. ორივე შემთხვევაში ნულოვანი იზოთერმის დონე იზრდება დროის განმავლობაში, მაგრამ კონდენსაციის ფარული სითბოს გამოყოფის გამო “ნოტიო” მოდელში ნულოვანი იზოთერმის “ვერტიკალური სიჩქარე” მეტია, ვიდრე “მშრალ” მოდელში (2 საათის განმავლობაში № 1 ვარიანტში ის 200 მ-ით მაღლაა, ვიდრე №2-ში).

განვიხილოთ სიჩქარეთა ველი. სათვლელი არის ქვედა ნაწილში ორივე შემთხვევაში გვაქვს ჰაერის შედინება, ზედა ნაწილში კი - კომპენსაციური გამოდინება. კონდენსაციის ფარული სითბოს გამოყოფას შესამჩნევი გავლენა აქვს ამსფ-ის დინამიკაზე; ჰაერის შედინების არე 200 მ-ის სიმაღლემდე ვრცელდება ორივე შემთხვევაში იმ დროს, როდესაც მისი ჰორიზონტალური მანძილი ცენტრიდან 4 კმ-ით ნაკლებია “ნოტიო” მოდელში “მშრალთან” შედარებით; №1 ვარიანტში შედინების მაქსიმალური სიჩქარე 20% - ით მეტია, ვიდრე №2-ში. რაც შეეხება გამოდინების მაქსიმალურ სიჩქარეებს, ისინი დიდად არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

სითბური “კუნძულის” თავზე გვაქვს აღმავალი დენები, მის გარეთ კი დაღმავალი. წყლის ორთქლის ფაზური გადასვლების გამო “ნოტიო” მოდელში “მშრალთან” შედარებით მკვეთრადაა გაზრდილი აღმავალი და დაღმავალი დენების მაქსიმალური სიჩქარე (100 % და 20 % -ით, შესაბამისად); ასევე გაზრდილია $z(w_{max})$; მაქსიმალური დაღმავალი დენების უბანი გადაადგილებულია ამსფ-ის ზევით და ცენტრისაკენ (შესაბამისად, აღმავალი დენების უბანი ვიწროვდება); შეიმჩნევა w -ს მკვეთრი ზრდა სათვლელი არის ზედა საზღვრის ცენტრში, რითიც გარკვეულწილად აიხსნება კონდენსაციის ფარული სითბოს უმნიშვნელო გავლენა ჰაერის გამოდინების სიჩქარეზე ამსფ-ის ზედა ნაწილში.

რიცხვითი ექსპერიმენტების რეზულტატები შედარებული გვაქვს რეალური ამსფ-ისა და მის ფონზე წარმოქმნილი ღრუბლების თერმოჰიდროდინამიკურ ველებთან, რის საფუძველზეც შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჩვენს მიერ მიღებული რეზულტატები თვისებრივად

დამაკმაყოფილებლად აღწერს განსახილველ პროცესს. ავტორები შემდგომშიც აპირებენ წინამდებარე მოდელის სრულყოფას რიგი ფიზიკური მხარეების გათვალისწინებით (მიკროფიზიკა, ქვეფენილის ტემპერატურის თეორიული განსაზღვრა და ა. შ.)

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Амиров А. Д., 1971: Метод расчета полей влажности и температуры в задаче о кучевом облаке. Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. т.7, №7, стр.723-730.
2. Воронцов П. А., 1960: Аэрологические исследования пограничного слоя атмосферы. Гидрометеиздат, Ленинград, 451 стр.
3. Гутман Л. Н., 1969: Введение в нелинейную теорию мезометеорологических процессов. Гидрометеиздат, Ленинград, 295 стр.
4. Матвеев Л. Т., 1976: Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Гидрометеиздат, Ленинград, 640 стр.

უაკ 551.5

ფენა ღრუბლის მოდელირება თერმული "კუნძულის" მუდმივი გათბობისას. /გ.გელაძე, გ. რობიტაშვილი, ჯ.მდინარაძე, ნ.სხირტლაძე/. შპი-ს შრომათა კრებული. –2009.-ტ.114 –გვ.26-32. ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ორგანზომილებიანი არასტაციონალური მეზომასშტაბური სასაზღვრო ფენის ფონზე რიცხვითი მეთოდების საშუალებით მოდელირებულია ფენა ღრუბელი სითბური "კუნძული" მუდმივი გათბობისას. მიღებულია თერმოჰიდროდინამიკური და ნოტიო ველების სივრცულ-დროითი განაწილება. რიცხვითი გათვლების შედეგები თვისებრივად დამაკმაყოფილებლად აღწერენ განსახილველ პროცესს.

UDC 551.51

The simulation of an stratus cloud over a thermal "island" at its constant heating. /Geladze G., Robitashvili G., Mdinardze J., Skhirtladze N./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2009. –V.114.-p.26 32.- Georg.; Samm. Georg., Eng., Russ.

The stratus cloud on background of twodimensional nonstationary mesoscale boundary layer of atmosphere at constant heating of thermal "island" was simulated numerically. An space-time distribution of thermohydrodynamical and humidity fields was obtained. The results of the numerical accountss quantitatively satisfactorily describe consider process.

УДК 551.51

Моделирование слоистого облака над тепловым "островом" при ее постоянном нагреве. /Геладзе Г. Ш., Робиташвили Г. А., Мдинарадзе Дж. А., Схиртладзе Н. М. / Сб. Трудов Института гидрометеорологии Грузии. –2009. –т.114.-с.26-32.- Груз.; рез. Груз.; Англ.; Русск.

На фоне двухмерного нестационарного мезомасштабного пограничного слоя атмосферы численно смоделировано слоистое облако при постоянном нагреве теплового "острова". Получено пространственно-временное распределение термогидродинамических и влажностных полей. Результаты численных расчетов качественно удовлетворительно описывают рассматриваемый процесс.

ნ.ბეგალიშვილი, გ.რობიტაშვილი,

ნ. კაპანაძე, მ.ტატიშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უა.კ.551.576

კონვექციური ღრუბლის მარბი ქვედაპირ კონვექციენტის შეფასება თერმოდინამიკური მოდელის გამოყენებით

კონვექციური ღრუბლის ჩასახვა-განვითარება და მასში ნალექების წარმოქმნა სხვადასხვა მასშტაბების მქონე მიკრო - და მაკროფიზიკური ფაქტორებით განპირობებულ რთულ პროცესს წარმოადგენს, რაც აძნელებს ღრუბლის მათემატიკურ მოდელებში მათ ერთდროულ გათვალისწინებას. ამიტომ, მოცემულ ნაშრომში დასმული ამოცანის გამარტივებისათვის კონვექციური ღრუბლის ფორმირებაში მონაწილე მხოლოდ მაკროფიზიკურ პროცესებს განვიხილავთ. კერძოდ, შიდამასიური წარმოშობის გროვა ღრუბლის განვითარებისათვის წყლის ორთქლის მარაგთან ერთად საჭიროა ატმოსფეროს არამდგრადი სტრატოფიკაციის შედეგად აღძრული აღმავალი ნაკადების გათვალისწინებაც.

ცნობილია, რომ გროვა ღრუბელში აღმავალი დენების სინქარე სიმაღლის მიხედვით იზრდება, აღწევს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას, ხოლო შემდეგ მცირდება ნულამდე, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ღრუბლის ქვედა ნაწილში ადგილი აქვს ჰაერის ნაკადების კონვერგენციას, ხოლო ზედა ნაწილში - დივერგენციას. ღრუბლის კონვერგენციის არეში, კერძოდ, ფუძიდან და გვერდითი ზედაპირიდან შესული წყლის ორთქლი ძირითადად იხარჯება ატმოსფეროს გაჯერებაზე, კონდენსაციის დონეზე წვეთების წარმოქმნაზე და მათ შემდგომ ზრდაზე. პირიქით დივერგენციის არის გაუჯერებელ ატმოსფეროში გადასვლისას წყლის წვეთები და ყინულის კრისტალები ორთქლდებიან, რაც ზრდის ტენიანობას ამ არეში. საღრუბლო ჰაერის ყოველი შემდგომი ნაკადის შემოსვლისას შედარებით მცირე ზომის წვეთები ორთქლდება, რაც ღრუბლის განვითარების იმპულსურ ხასიათს განაპირობებს.

დივერგენციის ზონაში ხდება წვრილი წვეთების გატანა გარემოცველ სივრცეში, სადაც წვეთების ნაწილი ორთქლდება, ნაწილი რჩება და კრისტალიზაციის შემდეგ წარმოქმნის ე.წ. გრდემლს, რომელიც ზრდის ღრუბლის ზედაპირის ფართობს და შესაბამისად ღრუბლის ზედაპირიდან აორთქლებული წყლის მასას. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ აორთქლების სინქარე ნალექის ნაწილაკების რადიუსის უკუპროპორციულია და ნალექების გამოყოფის პროცესში იგი მცირე სიდიდეს, რადგან ძირითადად წვრილი წვეთები ორთქლდება.

დრუბლის ნალექწარმოქმნელი ეფექტურობის, ანუ მისი მქკ-ს განსაზღვრა დრუბელთა ფიზიკაში ერთ-ერთ აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს. ამ სიდიდის თეორიული მეთოდებით შეფასება მოითხოვს დრუბელში მიმდინარე რთული მეზო - და მიკროფიზიკური პროცესების ერთდროულ განხილვას, ხოლო მისი ექსპერიმენტული დადგენა დაკავშირებულია ჰაერის ნაკადებისა და ტენშემცველობის გაზომვებთან კონვექციით მოცული თავისუფალი ატმოსფეროს საკმაოდ დიდ არეში, აგრეთვე ნალექების გაზომვასთან დედამიწის ზედაპირზე. ასეთი კომპლექსური გამოკვლევების ჩატარების დიდი სიძნელეების გამო აღნიშნული საკითხი ჯერ კიდევ შორსაა საბოლოო გადაჭრისაგან, თუმცა გარკვეული შეფასებები ამ მიმართულებით უკვე შესრულებულია. კერძოდ, სხვადასხვა ავტორების [1,2,5] მიერ მიღებული შედეგების მიხედვით დრუბლის ნალექწარმოქმნელი ეფექტურობა სხვადასხვა სინოპტიკური პროცესების დროს 10 - 50%-ის ფარგლებში იცვლება.

წინამდებარე ნაშრომში დასმული ამოცანის მიზანს შეადგენს თერმოდინამიკური მოდელის გამოყენებით განვსაზღვროთ კონვექციური დრუბლის მქკ, ანუ რაც იგივეა, შევაფასოთ თუ დრუბელში შესული წყლის რა ნაწილი გამოიყოფა ნალექის სახით.

დრუბელში შესული წყლის ორთქლის რაოდენობის გამოსათვლელად საჭიროა აეროლოგიური ზონდირების საშუალებით განვსაზღვროთ აღმაჯალი დენის სიჩქარე, როგორც კოორდინატებისა და დროის ფუნქცია და ასევე მოცემულ არეში ტენიანობის განაწილება სიმაღლის მიხედვით.

ცნობილია, რომ კონვექციური დრუბლის გამარტივებული, ღერძულად სიმეტრიული მოდელისათვის, როდესაც $\alpha = \gamma - \gamma_c > 0$, ვერტიკალური ტურბულენტობის უუკლებელყოფის შემთხვევაში აღმაჯალი ნაკადის სიჩქარის წარმოდგენა შესაძლებელია შემდეგი სახით [4]:

$$w = \frac{W_m}{Z_m} z \exp(-\alpha_1 r^2), \quad (1)$$

სადაც W_m -ვერტიკალური სიჩქარის მაქსიმალური სიდიდეა $Z=Z_m$ დონეზე, α_1 -ემპირული კოეფიციენტი, r და z - შესაბამისად რადიალური და ვერტიკალური კოორდინატებია.

მაშინ უწყვეტობის განტოლება

$$\frac{\partial w \rho}{\partial r} + \frac{\partial w p r}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

საშუალებას გვაძლევს გამოვთვალოთ რადიალური სიჩქარე. რადგან წყლის ორთქლის უმეტესი ნაწილი თავმოყრილია ატმოსფეროს ქვედა ფენაში ($Z_m \leq 6$ კმ), შეგვიძლია დავუშვათ, რომ ჰაერის სიმკვრივე $\rho = \text{const}$, რის შემდეგადაც ვლებულათ:

$$u = -\frac{W_m}{2rZ_m\alpha_1} (1 - e^{-\alpha_1 r^2}). \quad (3)$$

როცა $r \rightarrow \infty$, $e^{-\alpha_1 r^2} \rightarrow 0$ და პირობითად ღრუბლის საზღვრად ვიღებთ იმ იზოზედაპირს, სადაც აღმავალი დენის სიჩქარე $w = 1\text{მმ/წმ}$.

როგორც ხემათ იყო აღნიშნული, გროვა ღრუბლის კვება წარმოებს როგორც ფუძიდან, ისე გვერდითი ზედაპირიდან $z_k \leq z \leq z_m$ არეში, სადაც z_k -კონდენსაციის დონის სიმაღლეა. R რადიუსიან წრიული ცილინდრის ფორმის ღრუბელში შესული წყლის ორთქლის რაოდენობა შეიძლება გამოთვლილ იქნას შემდეგი ფორმულით;

$$Q = 2\pi \int_0^R \int_0^t \left(\int_0^{z_k} \rho(z)q(z)w(r, z, t) dz + \int_{z_k}^{z_m} \rho(z)q(z)u(r, z, t) dz \right) r dr dt, \quad (4)$$

სადაც $q(z)$ ხვედრითი ტენიანობაა (გ/ც). თუ განვიხილავთ ღრუბლის ერთეულოვანი ფართობის სვეტს და ჩავთვლით, რომ მისთვის $u \rightarrow 0$, ხოლო აეროლოგიური დიაგრამიდან განვსაზღვრავთ $w(z)$, მაშინ (4) ფორმულით შესაძლებელია შევაფასოთ ღრუბლის ერთეულოვან ფართში შესული წყლის ორთქლის რაოდენობა. იმავე მიზნებს ემსახურება [1-4]-ში მოცემული Q-ს გამოსათვლელი ფორმულა:

$$Q_1 = \frac{Q}{\pi^2} = \frac{\left(P_k - P_m \right) \bar{q} (\gamma - \gamma_{\text{გ}})}{g(\gamma - \gamma_{\text{გ}})}, \quad (5)$$

სადაც γ - ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი, $\gamma_{\text{გ}}$ -ნოტიო ადი-
ბატური გრადიენტი, \bar{q} ხვედრითი ტენიანობის საშუალო მნიშვნე-
ლობა დონეთა $0 - z_m$ -ზე შუალედში, $P_k - P_m$ კი $z_k - z_m$ დონეებს შორის
წნევათა სხვაობა (მ^2), ხოლო [1,2,4] შრომების მიხედვით

$$\gamma_{\text{გ}} = \gamma_{\text{გ}} - 0.65(\gamma_{\text{გგ}} - \gamma_{\text{გ}}) \left(1 - \sqrt{\frac{\gamma_{\text{გგ}} - \gamma_1}{\gamma_{\text{გგ}} - \gamma_{\text{გ}}}} \right). \quad (6)$$

(5) გამოსახულებით კარგად აღიწერება შიდამასიური პროცე-
სების დროს კონვექციაში ჩართული წყლის ორთქლის რაოდენობა.
თუ მოცემულ ფორმულაში გავითვალისწინებთ γ და p -ს დროში
ცვლილებას, მაშინ მისი გამოყენება შესაძლებელი იქნება ფრონ-
ტალური პროცესების შემთხვევაშიც.

ღრუბლის მარგი ქმედების კოეფიციენტის გამოთვლისათვის სა-
ჭიროა განისაზღვროს ერთეულოვან ფართობზე მოსული ნალექების
რაოდენობა. კონვექციური ნალექების ლოკალური ხასიათის გამო, მა-
თი დადგენა მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემთა საფუძ-
ველზე თითქმის შეუძლებელია. აქედან გამომდინარე გროვა ღრუბ-
ლიდან მოსული ნალექების რაოდენობის განსაზღვრა უნდა მოხდეს
გახშირებული ნალექებში ქსელით დაფარულ სპეციალურად გამო-
ყოფილ პოლიგონზე. მსგავსი ქსელით მიღებული ნალექების გაანა-
ლიზების საფუძველზე ნალჩიის მაღალმთიან გეოფიზიკურ ინსტი-
ტუტში ჩატარებულ სამუშაოთა შედეგად დადგინდა კავშირი

დრუბლის ერთეულოვან ფართობში შესული წყლის რაოდენობასა და ერთეულოვან ფართობზე მოსულ ნალექებს შორის [1, 2]. კერძოდ, მიღებული იქნა, რომ

$$Q_6 = 0.522Q_1^{0.83}, \quad (7)$$

საიდანაც მარჯი ქმედების კოეფიციენტისთვის ვღებულობთ:

$$\eta = 0.522Q_1^{0.17} \cdot 100\%, \quad (8)$$

სადაც Q_1 გამოითვლება (5) და (6) ფორმულებით.

გარდა ამისა, დრუბლის მქკ-ს განსაზღვრა შესაძლებელია ნალექთა რაოდენობის საპროგნოზო მეთოდის გამოყენებით [6], რომელშიც განხილული სქემისაგან განსხვავებით გათვალისწინებულია როგორც სინოპტიკური პროცესების თავისებურება, ასევე დინამიკური და ტურბულენტური შერევა. ამ შემთხვევაში დრუბელში კონდენსირებული წყლის რაოდენობის დასადგენად ისევ შეიძლება გამოვიყენოთ თერმოდინამიკური კანონები (5), ხოლო მოსულ ნალექთა რაოდენობის გამოსათვლელად – აეროლოგიური დიაგრამის დახმარებით შედგენილი მოკლევადიანი პროგნოზის მონაცემები.

იმისათვის, რომ შეგვემოწმებინა თერმოდინამიკური მოდელით და მოკლევადიანი პროგნოზით მიღებული მქკ-ის მნიშვნელობები მის შესაძლო მაქსიმალურ მნიშვნელობასთან შედარებით, გამოთვლილი იქნა ეს მაქსიმალური მნიშვნელობა, რისთვისაც დრუბელი განხილული იქნა როგორც სითბური ძრავა, სადაც გამათბობლის როლს ასრულებს დრუბელში მიმდინარე პროცესები. მაშინ დრუბლის როგორც გამათბობლის ტემპერატურა ტოლია აღმავალი ნაკადის ტემპერატურის საწყისი მნიშვნელობისა, ხოლო მაცივრის ტემპერატურა კი განისაზღვრება დაღმავალი ჰაერის ტემპერატურით, ე.ი.

$$\eta = \frac{T - T_0}{T} \cdot 100\%. \quad (9)$$

სადაც T_0 კონვექციური არამდგრადი ფენის ქვედა საზღვრის აბსოლუტური ტემპერატურაა, ხოლო T - დრუბლის ზედა საზღვრის აბსოლუტური ტემპერატურა.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე განვითარებული მძლავრი კონვექციური დრუბლებისათვის შერჩეული იქნა 10 აეროლოგიური ზონდის მონაცემები და განხილული სამივე მეთოდით განისაზღვრა მქკ-ის მნიშვნელობები, რომლებიც მოცემულია ცხრ.1-ში. ცხრილიდან ჩანს, რომ ყველა განხილულ შემთხვევაში სრულდება პირობა $\eta_{\text{მქკ}} > \eta_{\text{თდ}}$ და $\eta_{\text{მქკ}} > \eta_{\text{პრ}}$, ფარდობითი სხვაობა $\eta_{\text{მქკ}}$ და $\eta_{\text{თდ}}$ -ს შორის იცვლება 4-35%-ის ფარგლებში და საშუალოდ იგი 17%-ს შეადგენს, ხოლო $\eta_{\text{მქკ}}$ და $\eta_{\text{პრ}}$ -ს შორის სხვაობისათვის შესაბამისი მნიშვნელობებია 10-50% და 21%.

მიღებული შედეგების გათვალისწინებით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ნალექთა ხელოვნური რეგულირების (გაზრდის) თვალსაზრისით გროვა-საწვიმარ ღრუბელში მიკროფიზიკური პროცესების დაჩქარება მიზანშეწონილია მანამ, სანამ ღრუბელი გადავა სტაციონალურ მდგომარეობაში. ღრუბლის განვითარების პროცესში მასზე მაკრისტალიზებელი ნივთიერებით აქტიური ზემოქმედების დროს გამოყოფილი სითბური ენერჯის ხარჯზე გაიზრდება ღრუბლის ვერტიკალური სიმძლავრე და მოცულობა და შესაბამისად მასში კონდენსირებული წყლის რაოდენობა, რაც ხელს შეუწყობს ღრუბლის მკკ-ის მაქსიმალურ მნიშვნელობასთან მიახლოებას. ამასთან ერთად ნალექის გამოყოფის პროცესის დაჩქარება გამოიწვევს ღრუბლის პერიფერიული ნაწილიდან აორთქლებული წყლის რაოდენობის შემცირებას და შესაბამისად, ღრუბლის მკკ-ის დამატებით გაზრდას.

ცხრილი 1. შიდამასიური ღრუბლის მკკ-ის გამოთვლილი მნიშვნელობები

№	ზონდირების პუნქტი	ზონდირების თარიღი	მკკ %		
			η თერმოდ.	η პროგნ.	η მაქს.
1.	თბილისი	25.07.1996	32.0	17.0	33.2
2.	თეთრიწყარო	14.06.1974	23.0	26.7	35.3
3.	თეთრიწყარო	6.06.1977	28.8	27.8	35.5
4.	თეთრიწყარო	2.06.1983	30.0	28.8	32.1
5.	თეთრიწყარო	19.06.1983	31.0	29.0	33.5
6.	თეთრიწყარო	20.06.1983	27.0	26.4	32.4
7.	რუისპირი	18.09.1977	24.0	28.2	31.1
8.	რუისპირი	23.05.1979	24.5	26.5	33.4
9.	რუისპირი	24.06.1979	25.0	28.8	35.5
10.	რუისპირი	5.09.1979	26.0	27.0	35.7

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Сулаквелидзе Г.К., Сулаквелидзе Я. Г. Термодинамика тропосферы. Часть I. Изд. Тбилисского Государственного Университета. Тбилиси, 1980.
2. Сулаквелидзе Я. Г. Ливневые осадки в горных странах на примере Закавказья. Изд. Тбилисского Государственного Университета. Тбилиси, 1988.
3. Матвеев Л. Т. Общая метеорология. Физика атмосферы. Л., Гидрометеиздат, 1984.
4. Шишкин Н.С. Облака, осадки и грозовое электричество. Л., Гидрометеиздат, 1964.
5. Шметер С.М. Термодинамика и физика конвективных облаков. Л. Гидрометеиздат, 1987.

6. Руководство по краткосрочным прогнозом погоды. Часть I.II. Гидрометеиздат, 1986.

უკა-551.576

კონვექციური ღრუბლის მარტი ქმედების კოეფიციენტის შეფასება თერმოდინამიკური მოდელის გამოყენებით. /ნ. ბეგალიშვილი, გ. რობიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, მ.ტატიშვილი/. შპი-ს შრომათა კრებული. –2009 .-ტ.114.-გვ.33-38. – ქართ.; რეზ. ქართ.; ინგ.; რუს.

ემპირიული თერმოდინამიკური მოდელის გამოყენებით განსაზღვრულია აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე განვითარებული კონვექციური ღრუბლების მქკ. მიღებული მნიშვნელობების დასაზუსტებლად იგივე კოეფიციენტი გამოთვლილია ნალექთა მოკლევადიანი პროგნოზის მეთოდიკის საფუძველზე. მქკ-ის ორივე მეთოდით მიღებულ მნიშვნელობათა შესადარებლად მის მაქსიმალურ სიდიდესთან რადიოზონდირების მასალების გამოყენებით გამოთვლილი იქნა მქკ-ის მაქსიმალური მნიშვნელობები. სხვადასხვა მეთოდით გამოთვლილი მქკ მნიშვნელობები იცვლება 17-დან 36%-მდე და საშუალოდ შეადგენს დაახლოებით 30%.

UDC 551.576

Assessment of convective cloud efficiency using the thermodynamic model. /N.Begalishvili, G.Robitashvili, N.Kapanadze, M.Tatishvili/. Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. 2009. –V.114.-p.33-38.- Georg.; Samm. Georg., Eng., Russ. The efficiency of convective clouds developing over the territory of Eastern Georgia is determined using an empirical thermodynamic model. To verify the obtained results the same value is calculated on the basis of precipitation short-range forecast method, and to compare both these results with maximum possible values the maximum efficiency has been defined applying air-sounding data. The values of efficiency calculated by different methods vary between 17 and 36% making about 30% on the average.

УДК 551. 576.

Оценка коэффициента полезного действия конвективного облака с помощью термодинамической модели. /Н.А.Бегалишвили, Г.А.Робиташвили, Н.И.Капанадзе, М.Р.Татишвили/. Сб. Трудов Института гидрометеорологии Грузии. –2009. –т.114.-с.33-38 .- Груз.; рез. Груз.; Англ.; Русск.

С помощью эмпирической термодинамической модели определен к.п.д конвективных облаков, развивающихся на территории Восточной Грузии. Для уточнения полученных значений к.п.д. те же величины рассчитаны на основе методики краткосрочного прогноза осадков. Для сравнения, полученных разными методами данных с максимально возможными значениями, максимальные к.п.д. были определены с помощью материалов радиозондирования. Значения к.п.д., рассчитанные по различным методам, изменяются от 17 до 36 %, составляя в среднем 30 %.

მ.ტატიშვილი, ნ.ბეგალიშვილი
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 უკ 551.576

**ნაღმქვარმოქმნის ეფექტურობის გამოკვლევის ზოგიერთი
 შედეგი კონვექციური ღრუბლის ანალიზური
 მოდელის გამოყენებით**

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია კონვექციური ღრუბლის გამარტივებული სივრცულად ერთგვაროვანი მოდელი, რომელიც წარმოადგენს თხევადი და მყარი ნალექების ჩანასახების –შედარებით მცირე ზომის წყლის წვეთებისა და ყინულის კრისტალების ერთობლიობას. ამ ნაწილაკთა შემდგომი გამსხვილება და ნალექების ფორმირება მათი კოაგულაციური ზრდით მიმდინარეობს. ორკომპონენტიანი დისპერსული გარემოსათვის, როგორცაა ღრუბლის წვეთების და ყინულის კრისტალების ერთობლიობა, კოაგულაციის კინეტიკის განტოლებათა სისტემას, თუ მათში დამატებით არსებობს ნაწილაკთა წყაროები, აქვს შემდეგი სახე [1]:

$$\frac{\partial n_1(V,t)}{\partial t} = -n_1(V,t) \int_0^{\infty} \sigma_{11}(V,U) n_1(U,t) dU - n_1(V,t) \int_0^{\infty} \sigma_{12}(V,U) n_2(U,t) dU + \frac{1}{2} \int_0^V \sigma_{11}(V-U,U) n_1(V-U,t) n_1(U,t) dU + \frac{M}{1-LN_2(0)t} n_1(V,t), \quad (1)$$

$$\frac{\partial n_2(V,t)}{\partial t} = -n_2(V,t) \int_0^{\infty} \sigma_{21}(V,U) n_1(U,t) dU + \int_0^V \sigma_{21}(V-U,U) n_2(V-U,t) n_1(U,t) dU + LN_2(t) n_2(V,t). \quad (2)$$

განტოლებათა სისტემა აკმაყოფილებს შემდეგ საწყის პირობებს:

$$\begin{aligned} n_1(V,t) &= n_1(V,0), \\ n_2(V,t) &= n_2(V,0), \quad \text{როცა } t=0, \end{aligned} \quad (3)$$

სადაც $n_1(V,0)$, $n_2(V,0)$ ცნობილი ფუნქციებია. ბოლო წევრები (1)-(2)

განტოლებათა სისტემაში წარმოადგენენ ნაწილაკთა წყაროებს. LM, მუდმივი სიდიდეებია, რომლებიც არეგულირებენ სისტემაში ნაწილაკების შესვლას ან გამოსვლას. აღნიშნული განტოლებათა სისტემის ანალიზური ამოხსნები მოყვანილია [1] შრომაში.

(1)-(2) განტოლებათა სისტემის ანალიზური ამოხსნების საშუალებით და ამოცანის საწყის პირობებზე დამოკიდებულებით, თხევადი და მყარი ნალექების წარმოქმნის ეფექტურობის გამოკვლევისთვის პირობითად შემოღებულია მსხვილი წვეთების და კრისტალების მინიმალური მოცულობები V_1 და V_2 . ხოლო მათი საშუალებით განისაზღვრება ნალექწარმოქმნის ეფექტურობის დამახასიათებელი კოეფიციენტები:

$$\begin{aligned}
K_1 &= \frac{W_1'(V_1,t)}{W_1(t)+W_2(t)}, & K_3 &= \frac{W_1'(V_1,t)+W_2'(V_2,t)}{W_1(t)+W_2(t)}, \\
K_2 &= \frac{W_2'(V_2,t)}{W_1(t)+W_2(t)}, & K_{32} &= \frac{W_1'(V_1,t)+W_2'(V_2,t)}{W_1(t)+W_2(t)}, \\
K_{22} &= \frac{W_{22}(V_2')}{W_1(t)+W_2(t)}, & K_4 &= K_1 + K_{22} - K_2.
\end{aligned}
\tag{4}$$

K_1 -აღწერს წვიმის წარმოქმნის ეფექტურობას; K_2 -კრისტალების (სეტყვის ნაწილაკების) წარმოქმნის ეფექტურობას; K_{22} -კრისტალების (სეტყვის ნაწილაკების) და ხორხოშელას წარმოქმნის ეფექტურობას; K_3 -წვიმის და სეტყვის წარმოქმნის ეფექტურობას; K_{32} -წვიმის, სეტყვის და ხორხოშელას წარმოქმნის ეფექტურობას; K_4 -თხევადი ნალექის (წვიმა, ხორხოშელა) წარმოქმნის ეფექტურობას. $W_{1,2}$ წარმოადგენს წყლიანობას და ყინულოვნობას შესაბამისად.

გამოთვლები ჩატარდა წვეთების და კრისტალების სხვადასხვა საწყისი სპექტრებისა და სიმძლავრის წყაროებისთვის

წყაროების დასახასიათებლად შემოტანილია ორი მარეგულირებელი პარამეტრი:

$$n = \frac{N_2(t_0)}{N_2(0)} = \frac{1}{1-LN_2(0)t_0}, \tag{5}$$

$$n' = \frac{W_1(t_0)}{W_1(0)} = \frac{(1-LN_2(0)t_0)^K}{\exp(-\sigma_2 N_2(0)t_0)}, \tag{6}$$

სადაც t_0 შეესაბამება დრუბელში სეტყვის წარმოქმნის დროს-15წთს. $N_2(0), W_1(0)$ წარმოადგენენ კრისტალების კონცენტრაციას და წყლიანობას დროის საწყის მომენტში, როცა წყაროების მოქმედება ჯერ კიდევ არ ვლინდება. n, n' უჩვენებენ დროის ფიქსირებული მომენტისთვის როგორ შეიცვალა (გაიზარდა ან შემცირდა) წყლიანობა და კრისტალების კონცენტრაცია საწყის მომენტთან შედარებით, ანუ იმ მნიშვნელობებთან შედარებით, რომელიც მათ ექნებოდათ წყაროების არარსებობის შემთხვევაში.

ამოცანის საწყისი მონაცემებისათვის, რომლებიც მოცემულია ცხრილ 1-ში, განხილული იყო ორი შემთხვევა სხვადასხვა სიმძლავრის წყაროსათვის: 1) $n=2, n=10$; 2) $n=10, n=2$;

ცხრილი 1. ამოცანის საწყისი მონაცემები

$N_1(0) \text{ მ}^{-3}$	$W_1(0) \text{ გ/სმ}^3$	$N_2(0) \text{ სმ}^{-3}$	$W_2(0) \text{ გ/სმ}^3$
$2.9 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2.1 \cdot 10^{-12}$
$3.0 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$2.0 \cdot 10^{-12}$
$3.4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$2.6 \cdot 10^{-11}$
$1.2 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$2.8 \cdot 10^{-10}$

გამოთვლებიდან დადგინდა, რომ ამოცანის საწყის პირობებზე დამოკიდებულებით სისტემაში არსებული წყლიანობა გარკვეული თანაფარდობით გადანაწილდება კრისტალებზე და წვეთებზე. წვეთების წყაროს მოქმედებით იზრდება როგორც თხევადი ნალექების რაოდენობა, ასევე სეტყვისაც. ხოლო კრისტალების წყაროს მოქმედება ზრდის უპირატესად სეტყვის კონცენტრაციასა და ყინულოვნობას.

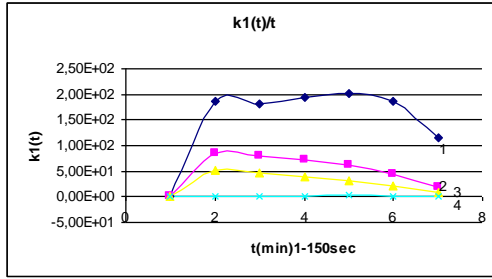
ყოველი სიმძლავრის წყაროსათვის არსებობს კრისტალების საწყისი კონცენტრაციის ისეთი მნიშვნელობა, როცა სეტყვის რაოდენობა მაქსიმალურია და შესაბამისად წვიმის-მინიმალური. ზოგიერთი საწყისი პირობისთვის ევოლუციის შედეგად ჩამოყალიბებული წვეთების და კრისტალების სპექტრები ორმოდალურია.

პირველი შემთხვევისთვის, როცა საწყისი წყლიანობა იყო $1 \cdot 10^{-6}$ და $1 \cdot 10^{-5} / \text{სმ}^3$, კრისტალებისთვის კრიტიკული აღმოჩნდა საწყისი კონცენტრაციების შემდეგი მნიშვნელობები: $5 \cdot 10^{-4}$ და $6 \cdot 10^{-5} / \text{სმ}^3$; ხორხოშელასთვის - $5 \cdot 10^{-4} / \text{სმ}^3$. როცა საწყისი წყლიანობა იყო $5 \cdot 10^{-5} / \text{სმ}^3$ და კრისტალების საწყისი კონცენტრაცია შეადგენდა $2 \cdot 10^{-5} / \text{სმ}^3$ -ს, წვეთების კონცენტრაცია ყოველთვის მცირდება.

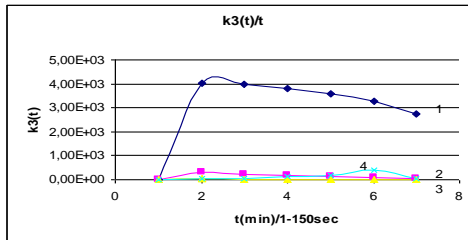
მეორე შემთხვევისთვის, კრისტალების კრიტიკული კონცენტრაციაა $6 \cdot 10^{-5} / \text{სმ}^3$, ხორხოშელასთვის კი $2 \cdot 10^{-5} / \text{სმ}^3$. წვეთებისათვის, როცა საწყისი წყლიანობის მნიშვნელობა შეადგენდა $10^{-6} / \text{სმ}^3$, კრიტიკული აღმოჩნდა კრისტალების კონცენტრაციის $5 \cdot 10^{-4} / \text{სმ}^3$ მნიშვნელობა.

საწყის პირობებზე დამოკიდებულებით ნალექწარმოქმნის ეფექტურობის კოეფიციენტები დროში სხვადასხვანაირად იცვლებიან. ნახაზებზე მოცემულია მათი დროზე დამოკიდებულება ოთხი საწყისი პირობისათვის ზემოთ მითითებულ ორ შემთხვევაში.

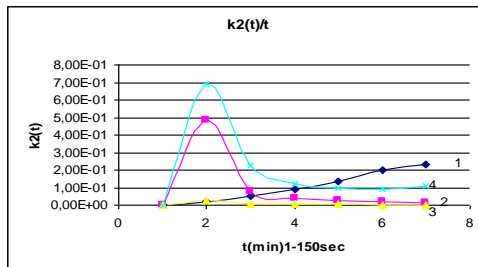
გამოთვლის შედეგების გათვალისწინებით შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები: არსებობს კრისტალების საწყისი კონცენტრაციის $\text{N}_2(\text{O})$ -ის ისეთი კრიტიკული მნიშვნელობა, რომ მასზე ნაკლები კონცენტრაციებისათვის ყინულის კრისტალები იზრდებიან სეტყვის საშიშ ზომებამდე, ხოლო მასზე უფრო დიდი კონცენტრაციების შემთხვევაში, ხდება სეტყვის ზომების შემცირება. წვეთების სხვადასხვა სიმძლავრის წყაროს მოქმედება იწვევს ამ კრიტიკული მნიშვნელობის გაზრდას, ხოლო კრისტალების წყარო-მის შემცირებას. სხვადასხვა საწყის პირობებზე დამოკიდებულებით კრისტალების სპექტრი ორმოდალურია, რაც შეიძლება აიხსნას გადაცივებულ დიდ წვეთებთან მათი კოაგულაციური ზრდით. წვეთების წყაროს სიძლიერის გაზრდა ხელს უწყობს წვიმის მატებას, ასევე დიდი ზომის კრისტალების და ხორხოშელას წარმოქმნას და მათი კონცენტრაციების ზრდას. წვეთების სპექტრიც ზოგიერთი საწყისი პირობის შემთხვევაში, ასევე ორმოდალურია.



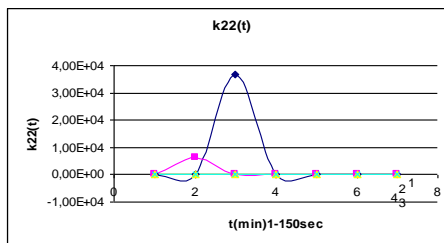
k1-ს დროზე დამოკიდებულება 4 საწყისი პირობისთვის როცა $n=2$, $n'=10$.



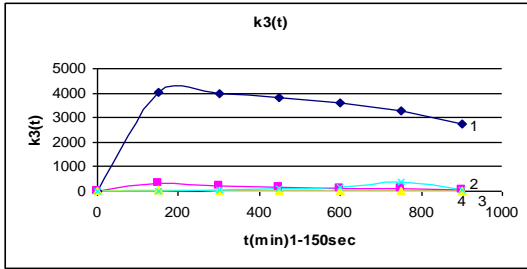
k3-ს დროზე დამოკიდებულება 4 საწყისი პირობისთვის როცა $n=2$, $n'=10$.



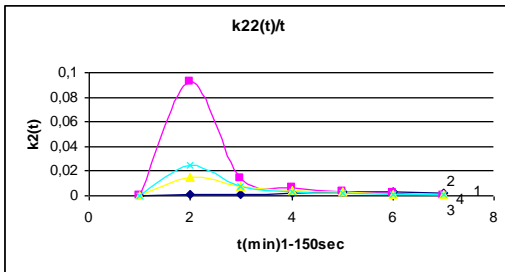
k2-ს დროზე დამოკიდებულება 4 საწყისი პირობისთვის, როცა $n=2$, $n'=10$



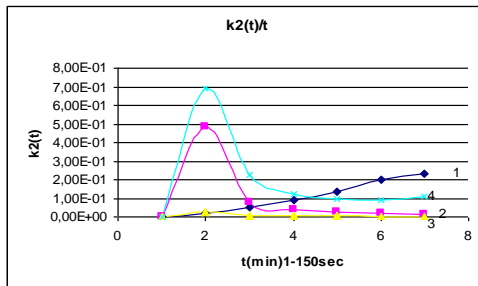
k22-ს დროზე დამოკიდებულება 4 საწყისი პირობისთვის, როცა $n=2$, $n'=10$



k_3 -ს წარმოქმნის ეფექტურობის დროზე დამოკიდებულება, 4 საწვისი პირობისთვის, როცა $n=10, n'=2$



k_{22} -ს წარმოქმნის ეფექტურობის დროზე დამოკიდებულება 4 საწვისი პირობისთვის, როცა $n=10, n'=2$



კრისტალების წარმოქმნის ეფექტურობის დროზე დამოკიდებულება 4 საწვისი პირობისთვის, როცა $n=10, n'=2$

ლიტერატურა- REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ნ.ბეგალიშვილი, მ.ტატიშვილი. ორკომპონენტიანი დისპერსული გარემოსთვის კოაგულაციის კინეტიკის გამოკვლევა ნაწილაკთა წყაროების გათვალისწინებით. თბილისის გეოფიზიკური ობსერვატორიის 150 წლისთავისადმი მიძღვნილი შრომათა კრებული. თბილისი, „მეცნიერება“, 1997.

უაკ 551.576

ნალექწარმოქმნის ეფექტურობის გამოკვლევის ზოგიერთი შედეგი კონვექციური ღრუბლის ანალიზური მოდელის გამოყენებით/მ.ტატიშვილი, ნ.ბეგალიშვილი / ჰ. შპი-ს შრომათა კრებული. –2009.-ტ.114 –გვ.39-45. ქართ., რეზ. ინგლ., რუს.

ნაშრომში განხილულია კონვექციურ ღრუბელში თხევადი და მყარი ნალექების ფორმირება კოაგულაციის კინეტიკური მოდელის ანალიზური ამოხსნების საშუალებით სხვადასხვა საწყისი პირობების შემთხვევაში საღრუბლო ნაწილაკთა წყაროების გათვალისწინებით. გამოთვლების შედეგები წარმოდგენილია გრაფიკულად. დადგენილია ყინულის კრისტალების საწყისი კონცენტრაციის კრიტიკული მნიშვნელობები საღრუბლო ნაწილაკთა სხვადასხვა სპექტრისათვის. კრიტიკულ მნიშვნელობაზე ნაკლები საწყისი კონცენტრაციების შემთხვევაში აღინიშნება “საშიში” ზომების სეტყვის ნაწილაკების წარმოქმნა და ზრდა, თხევადი ნალექების შემცირება. კრიტიკულზე მეტი კონცენტრაციების შემთხვევაში- “საშიში” ზომების სეტყვის ნაწილაკები მცირდება, შესაბამისად წვიმის რაოდენობა მატულობს.

UDC 551.576

On the some investigation results of precipitapion efficiency using analytical model of convective cloud./M.Tatishvili, N.Begalishvili/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2009. –v.114,-p.39-45.-Georg.-.Summ. Georg., Ing., Russ.

In the report there has been discussed the formation of liquid and solid precipitations growth processes in convective cloud using analytical solutions of kinetic model of coagulation considering cloud particle sources for different initial conditions. The calculation results were presented graphically. The initial critical values of ice crystals have been identified for a range of spectra of cloud particles. In case of initial concentrations less than critical ones the formation and growth of “dangerous” size hail particles and decreasing of liquid precipitations have been detected. When concentrations were above critical values the “dangerous” size hail particles have been reduced and rain amount increased accordingly.

УДК 551. 576.

Некоторые результаты исследования эффективности осадкообразования с использованием аналитической модели конвективного облака./М.Татишвили, Н.Бегалишвили/ сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузию –2009.- т.114- с-39-45, -Груз. рез. Груз., Англ., Русск.,

В работе исследован процесс формирования жидких и твердых осадков в кучевом облаке с помощью аналитических решений кинетической модели коагуляции для различных начальных условий, с учётом источников облачных частиц. Результаты вычислений представлены графически. Установлены начальные критические значения концентрации ледяных кристаллов для различных спектров облачных частиц. При начальных концентрациях ниже критического значения отмечается формирование и рост градовых частиц «опасных» размеров, уменьшение количества жидких осадков. При концентрациях выше критического-концентрация града «опасных» размеров уменьшается, соответственно увеличивается количество дождя.

გელაძე გ., რობიტაშვილი გ.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

სხირტლაძე ნ.

თსუ გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი

უაკ 551.51

**ღრუბელ- და ნისლწარმოქმნის მოდელირება ატმოსფეროს
 მეზომასშტაბურ სასაზღვრო ფენაში**

განვიხილოთ ატმოსფეროს მეზომასშტაბური სასაზღვრო ფენაში (ამსფ) ღრუბელ და ნისლწარმოქმნის პროცესი სითბური "კუნძულის" პერიოდული გათბობის დროს (ასეთია დაახლოებით ტემპერატურის დღე-ღამური სვლა). საბაზო განტოლებები, საწყისი და სასაზღვრო პირობები იგივეა, რაც (გელაძე გ. შ. და სხვ., 2008)-ში.

განვიხილოთ ასეთი შემთხვევა (ვარიანტი № 1):

ფარდობითი ტენიანობა $f = 0.95$, ატმოსფეროს სტრატეფიკაცია $S=0.005$ გრად/მ, ხოლო ქვეფენილის ტემპერატურა

$$F(x,t) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq 32km, \quad 48km < x \leq 80km, \\ 5 \sin \omega t & 32km \leq x \leq 48km, \end{cases}$$

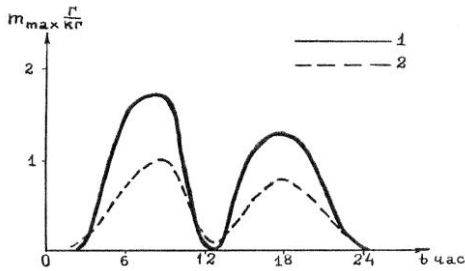
სადაც ω დედამიწის დღე-ღამური ბრუნვის კუთხური სიჩქარეა.

კონტროლის სახით მოვიყვანოთ (გელაძე გ. შ. და სხვ., 2008)-ში განხილული "ნოტიო" მოდელი, ვარიანტი № 2, რომელიც №1 ვარიანტისაგან განსხვავდება მხოლოდ ქვეფენილის ტემპერატურით (თერმული "კუნძულის" მუდმივი გათბობა):

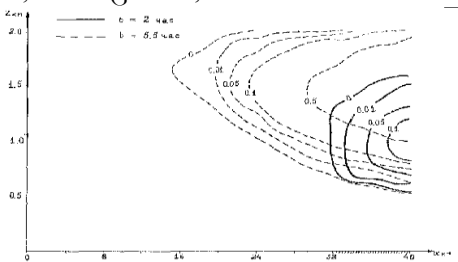
$$F(x,t) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq 28km, \quad 52km \leq x \leq 80km, \\ 5 & 28km \leq x \leq 32km, \quad 48km \leq x < 52km \\ 10 & 32km < x \leq 48km, \end{cases}$$

ვარიანტი №1, №2-ისაგან განსხვავებით გვაძლევს საშუალებას, ერთის მხრივ, განვიხილოთ უფრო მეტად რეალური მეტეოპროცესი (მხედველობაში გვაქვს ტემპერატურის დღე-ღამური სვლა) და, მეორეს მხრივ, ჩავატაროთ ნისლისა და ფენა ღრუბლის ევოლუციის სრული ციკლის (ჩასახვა, განვითარება და დაშლა) მოდელირება.

ნახ.1 და 2 მოცემულია მაქსიმალური წყლიანობის (v_{max}), მაქსიმალური წყლიანობის დონის ($z(v_{max})$), ღრუბლისა და ნისლის ზედა და ქვედა საზღვრების დროზე ფუნქციონალური დამოკიდებულება. ღრუბელი წარმოიქმნება ჰაერის მასების აღმავალი დენების შედეგად, რომელსაც ადგილი აქვს ქვეფენილის გათბობისას (დღის საათები), ნისლი კი - მისი გაციების შედეგად (ღამის საათები). ბუნებრივია, მოდელირებული ნისლი მიეკუთვნება რადიაციულს.



ნახ.1. ღრუბლისა და ნისლის m_{max} -ის ფუნქციონალური დამოკიდებულება სხვადასხვა ფონური ტემპერატურებისათვის (ვარიანტი №1). 1 - როცა $z=0$, $T=300K^{\circ}$; 2- როცა $z=0$, $T=290K^{\circ}$.



ნახ.2. $z(m_{max})$ -ის, ღრუბლისა და ნისლის ზედა და ქვედა საზღვრების ფუნქციონალური დამოკიდებულება დროზე (ვარიანტი №1). 1 - ნისლის $z(m_{max})$; 2 - ნისლის ზედა საზღვარი, 3 - ღრუბლის ზედა საზღვარი, 4 - ღრუბლის ქვედა საზღვარი, 5 - ღრუბლის $z(m_{max})$.

ღრუბელი ჩაისახება $t=3$ სთ-ზე (ფიზიკური დრო იგულისხმება და არა ასტრონომიული), თავის მაქსიმალურ სიმძლავრეს ($m_{max}=1,7$ გ/კგ) აღწევს $t=9$ სთ-ზე (მრუდი 1), ხოლო $t=12$ სთ-ზე ის იშლება. ნისლი ჩაისახება $t=14$ სთ-ზე, თავის მაქსიმალურ სიმძლავრეს ($m_{max}=1,3$ გ/კგ) აღწევს $t=18$ სთ-ზე, ხოლო $t=24$ სთ-ზე განიბნევა. ამრიგად, ღრუბელი არსებობს 9 სთ-ის, ხოლო ნისლი 10 სთ-ის განმავლობაში.

ღრუბლის ისეთი მნიშვნელოვანი პარამეტრები, როგორცაა m_{max} , $z(m_{max})$, ღრუბლის ქვედა და ზედა საზღვრები დროის მიხედვით სინქრონულად იცვლებიან. რაც შეეხება ნისლის $z(m_{max})$ და ნისლის ზედა საზღვარს, ისინი დროის მიხედვით არ იცვლებიან. ღრუბლის m_{max} , $z(m_{max})$ დროზე დამოკიდებულების გრაფიკებიდან ჩანს, რომ ისინი (მათი მრუდები) "ჩამორჩებიან" დროში იმ დროს, როდესაც ნისლის m_{max} გრაფიკს ასეთი ჩამორჩენა არა აქვს. ბუნებრივია, ეს გამოწვეულია იმით, რომ ნისლი ახლოა ქვეფენილთან. აღსანიშნავია, რომ ამ ჩამორჩენის დროისა და ღრუბლის სიმაღლის საშუალებით შეიძლება მიახლოებით შევაფასოთ ჰაერის აღმავალი დენების სიქარე.

ნისლის ზედა საზღვარი არის 400 მ-ზე, ხოლო მაქსიმალური წყლიანობა $m_{\max}=1,3$ გ/კგ, რაც კარგ თანხვედრაშია მეტეომონაცემებთან (Воронцов П. А., 1960, Матвеев Л.Т., 1976). რადიაციულ ნისლში, განსხვავებით ადვექციურისაგან, $z(m_{\max})$ თავისი განვითარების საწყის სტადიაზე არის ქვეფენილის ზედაპირზე, მაგრამ უკვე განვითარებულ ნისლში მისი დონე იწვევს მადლა. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ჩამოყალიბებულ ნისლში ცივდება არა ქვეფენილის ტემპერატურა, არამედ თვით ნისლის ზედა ნაწილი, რაც აძლიერებს ნისლწარმოქმნას სწორედ ამ ნაწილში. ჩვენი მოდელი ამ ფაქტს ვერ აღწერს, რაც გამოწვეულია ამოცანის დასმაში რიგი ისეთი ფიზიკური პროცესების უგულებელყოფით ან არასრულყოფილი გათვალისწინებით, როგორცაა კვაზისტაციონარული ქვეშრე, ქვეფენილის რადიაციული რეჟიმი, რიცხვითი სქემის დიდი ვერტიკალური ბიჯი.

ქვეფენილის როგორც პერიოდული, ისე მუდმივი გათბობისას (ვარიანტები №1,2), ღრუბლის $z(m_{\max})$ არის მის ზედა ნაწილში, ხოლო იმავე დონის მახლობლობაში ხვედრითი ტენიანობა მცირდება წყლის ორთქლის კონდენსაციის გამო. ორივე ეს ფაქტი კარგ თანხვედრაშია ე. წ. “საშუალო” ღრუბლის მონაცემებთან (Гойца Н. И., Шошин В. М., 1969).

ორივე ვარიანტის ბაზაზე შესწავლილ იქნა ზოგიერთი მნიშვნელოვანი ფიზიკური პარამეტრის გავლენა ღრუბელ- და ნისლწარმოქმნაზე.

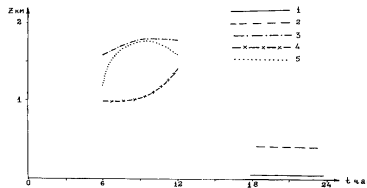
ფარდობითი ტენიანობის ზრდა იწვევს ღრუბელ- და ნისლწარმოქმნის ინტენსიურ განვითარებას. კერძოდ, ღრუბლის წარმოქმნის მომენტი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მასზე: №2 ვარიანტში იმ მინიმალური ფარდობითი ტენიანობის, (რომლის დროსაც იწყება წყლის ფაზური გარდაქმნა), გაზრდა 0.90-დან 0.98-მდე 3 სთ-ით აჩქარებს ამ პროცესს.

გამოკვლევულ იქნა ატმოსფეროს სტრატეფიკაციის გავლენა განსახილველ პროცესზე. ღრუბლის განვითარება, ისევე როგორც ამსფ-ის “შშრალი” თერმოჰიდროდინამიკა მასზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული. №2 ვარიანტის საფუძველზე ჩატარებულ იქნა რიცხვითი ექსპერიმენტების სერია ღრუბლის წარმოქმნის მომენტის სტრატეფიკაციაზე ფუნქციონალური დამოკიდებულების დასადგენად. აღმოჩნდა, რომ მას აქვს დაახლოებით წრფივი ხასიათი (როცა $S_{\min}=0.003$ გრად/მ ღრუბლის წარმოშობა ხდება ≈ 60 წთ, ხოლო როცა $S_{\max}=0.008$ გრად/მ - ≈ 100 წთ.).

ნახ.3 მოცემულია ხვედრითი წყლიანობის, m , იზოხაზები ინვერსიის შემთხვევაში (ვარიანტი №2):

$$S = \begin{cases} 0.005 & 0 \leq z < 1600m, \\ 0.015 & 1600m \leq z \leq 2000m, \end{cases}$$

$t=2$ სთ და $t=5.5$ სთ-თვის. ნახ.3 და ნახ.1 (გელაძე გ. შ. და სხვ., 2008) შედარებიდან ჩანს, რომ დრუბლის ქვედა საზღვარი, მისი ჰორიზონტალური ზომა და მაქსიმალური წყლიანობის დონე $z(m_{max})$ ერთნაირია, მაგრამ მისი ვერტიკალური ზომა შემცირდა 400მ-ით და იზოსახები მკვეთრად შემჭიდროვდნენ. როცა $S=0.005$ გრად/მ, $m_{max}=0.21$ გ/კგ, ხოლო ინვერსიის დროს $m_{max}=0.17$ გ/კგ. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ ინვერსიის დროს ამსფ-ის ზედა საზღვრის გავლენა იმდენად უმნიშვნელოა, რომ ის არ იწვევს თვლის არამდგრადობას. $t = 5.5$ სთ-ზე მაქსიმალური წყლიანობა გვაქვს 1600 მ-ზე და $m_{max}=1.42$ გ/კგ.

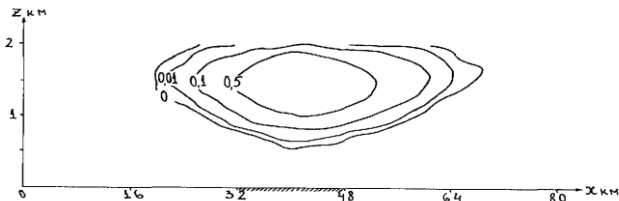


ნახ.3. m (გ/კგ)-ის იზოსახები ინვერსიის დროს (ვარიანტი №2).

შესწავლილ იქნა ამსფ-ის ფონური ტემპერატურის გავლენა დრუბელ ნისლწარმოქმნაზე. ეს პროცესი გარდა ატმოსფეროს სტრატოფიკაციისა (ფაქტობრივად, ფონური ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტისა $\gamma = -\partial T / \partial z$), დამოკიდებულია თვით ფონურ ტემპერატურაზე, T . ნახ.1 მოყვანილია მაქსიმალური წყლიანობის ფუნქციონალური დამოკიდებულება დროზე სხვადასხვა T -თვის (უწყვეტი გრაფიკი - როცა $z=0$ $T=300K^{\circ}$, წყვეტილი - როცა $z=0$ $T=290K^{\circ}$). ორივე შემთხვევაში $S=0.004$ გრად/მ (ვარიანტი №1). ნახაზიდან ჩანს, რომ ფონური ტემპერატურის 10 K° -ით შემცირებისას დრუბლის მაქსიმალური წყლიანობა შემცირდა 0.6 გ/კგ-ით, ხოლო ნისლისა - 0.4 გ/კგ-ით, ოღონდ როგორც დრუბლის, ასევე ნისლის არსებობის ციკლი იზრდება 1 სთ-ით. ეს კარგ თანხვედრაშია ცნობილ მეტეომონაცემებთან (Матвеев Л.Т., 1976). ეს თანხვედრა უკეთესია ტემპერატურული “კუნძულის” სინუსოიდალური გათბობისას, ვიდრე მისი მუდმივი გათბობისას, რადგან უნდა ვიფიქროთ, რომ ქვეფენილის ზედაპირის გათბობა ტემპერატურის “დღე-ღამური” სვლით უფრო ბუნებრივია. რაც შეეხება დრუბლის სიმძლავრეს, მის ქვედა და ზედა საზღვრებს, ისინი თერმული “კუნძულის” როგორც მუდმივი, ისე პერიოდული გათბობისას უმნიშვნელოდ არიან დამოკიდებული ფონური ტემპერატურაზე.

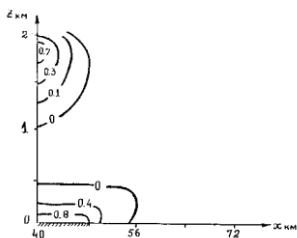
გამოკვლევული გვაქვს გეოსტროფული ქარის (u_g) როლი დრუბლის ფორმირებაზე. განვიხილოთ ვარიანტი №2, ოღონდ ზემოთმოყვანილი ინვერსიისა და ამსფ-ის ასეთი ზედა სასაზღვრო პირობის შემთ-

ხვევაში: როცა $z=Z$ $u = u_g = 2\mu/\sqrt{z}$. ნახ.4 მოცემულია ხვედრითი წყლიანობის იზოხაზები, როცა $t=5.5$ სთ. თუ შევადარებთ ნახ.3 და 4, შეიძლება დავასკვნათ შემდეგი: გეოსტროფული ქარი არღვევს პროცესის სიმეტრიას; იზოხაზები შემჭიდროვდნენ; ფენა ღრუბელმა “წაინაცვლა” 4 კმ-ით ქარის მიმართულებით; მაქსიმალური ხვედრითი წყლიანობა შემცირდა 0.3 გ/კგ-ით, რადგან ღრუბელი დაიძრა სითბური “კუმულიდან”, საიდანაც იგი “იკვებებოდა”.



ნახ.4. m (გ/კგ)-ის იზოხაზები გეოსტროფული ქარის დროს

რიცხვითი ექსპერიმენტების საშუალებით იმიტირებულ იქნა ჰაერის ლოკალური ცირკულაციის მეტად საინტერესო რეჟიმი, რომლის დროსაც გვაქვს ერთდროულად ღრუბელიცა და ნისლიც, ნახ.5. ეს შესაძლებელია იგივე პარამეტრებისათვის, რომლებიც გვაქვს №1 ვარიანტში, ოღონდ როცა $f=0.98$. როცა $t=15$ სთ, ღრუბლის დაშლისა და ნისლის გაძლიერების დროს, ღრუბლის მაქსიმალური წყლიანობა არის 0.7 გ/კგ, ხოლო ნისლისა - 0.9 გ/კგ.



ნახ.5. m (გ/კგ)-ის (ვარიანტი №1), როცა $f=0.98$, $t=15$ სთ.

წინამდებარე მოდელის საფუძველზე ამჟამად ვმუშაობთ ნისლზე ხელოვნური ზემოქმედების რიცხვით მოდელირებაზე. მიღებული გვაქვს გარკვეული შედეგები.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Воронцов П. А., 1960: Аэрологические исследования пограничного слоя атмосферы. Гидрометеиздат, Ленинград, 451 стр.

2. გელაძე გ., რობიტაშვილი გ., მდინარაძე ჯ., სხირტლაძე ნ. 2008: ფენა ღრუბლის მოდელირება თერმული “კუნძულის” მუდმივი გათბობისას., ჰიდრომეტეინსტიტუტის შრომები (წინამდებარე კრებული).
3. Гойса Н. И., Шошин В. М., 1969: Экспериментальная модель радиационного режима “среднего” слоистообразного облака. Стр. Укр.н/илин-та, вып. 82, с. 28-41.
4. Матвеев Л. Т., 1976: Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Гидрометеиздат, Ленинград, 640 стр.

უკ 551.51

ღრუბელ- და ნისლწარმოქმნის მოდელირება ატმოსფეროს მეზომასშტაბურ სასაზღვრო ფენაში /გ.გელაძე, გ.რობიტაშვილი, ნ.სხირტლაძე/. შპი-ს შრომათა კრებული. –2009.-ტ.114 –გვ.46-51. ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

რიცხვითი მეთოდების საშუალებით მოდელირებულია ლოკალური ცირკულაცია სითბური “კუნძულის” თავზე პერიოდული გათბობის პირობებში, ფენა ღრუბლისა და რადიაციული ნისლის განვითარების სრული ციკლი; გამოკვლეულია ცალკეული მეტეოროლოგიური პარამეტრების (ფარდობითი ტენიანობა, გეოსტროფული ქარი, ატმოსფეროს სტრატეფიკაცია და ფონური ტემპერატურა) გავლენა საკვლევი პროცესის ფორმირებაზე. გამოვლენილია და რაოდენობრივად შეფასებული პირდაპირი და უკუკავშირი მეზოსასაზღვრო ფენის თერმოდინამიკისა და ღრუბელ- და ნისლწარმოქმნას შორის.

UDC 551.51

The simulation of fog- and cloudformation in the mesoscale boundary layer of atmosphere. / Geladze G., Robitashvili G., Skhirtladze N./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2009. –v.114,-p.46-51-Georg.-Summ. Georg., Ing., Russ.

The local circulation of an air over heat “island” at its periodical warming and a complete cycle of development of a stratus cloud and radiational fog was simulated numerically. The influence of different meteorological parameters (relative humidity, stratification and background temperature of atmosphere, geostrophical wind) on the formation of the considered process was investigated. The direct and inverse connections between thermohydrodynamics and fog- and cloudformation were determined and quantitatively estimated.

УДК 551.51

Тумано- и облакообразование в мезомасштабном пограничном слое атмосферы. /Геладзе Г. Ш., Робиташвили Г. А., Схиртладзе Н. М. / Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2009.-т.114- с-46-51, -Груз. рез. Груз., Англ., Русск.

Численно смоделирована локальная циркуляция над тепловым “островом” при ее периодическом нагреве, полный цикл развития слоистого облака и радиационного тумана; исследовано влияние отдельных метеорологических параметров (относительная влажность, стратификация и фоновая температура атмосферы, геострофический ветер) на формирование рассматриваемого процесса. Выявлены и количественно оценены прямая и обратная связи между термогидродинамикой мезопогрансля и тумано- и облакообразованием.

მ.ტატიშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უაკ 551.5

ღრუბლის მიკროსტრუქტურის მათემატიკური მოდელირების ზოგიერთი თავისებურება

დედამიწის ზედაპირზე ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული და უმარტივესი არის წყლის მოლეკულა, რომელსაც მნიშვნელოვანი როლი გააჩნია ცოცხალი და არაცოცხალი ორგანიზმების არსებობისთვის. წყლის თვისებების უმეტესობა განპირობებულია იმით, რომ მისი მოლეკულის შემადგენელი სამი ატომი ერთ წრფეზე არ განლაგდება. უანგბადის ატომის მხარეს ჭარბობს უარყოფითი მუხტი, ხოლო წაყლებადის მხარეს-დადებითი. ასე, რომ წყლის მოლეკულა ელექტრულად პოლარიზებულია. ატმოსფერო წყლის მანქანაა და მასში მიმდინარე პროცესები წყლის მოლეკულის თვისებების დეტალურ შესწავლას საჭიროებს. ასევე საღრუბლო წარმონაქმნების მიკროსტრუქტურას ახასიათებს მთელი რიგი თავისებურებანი, რომლებიც შეიძლება აიხსნას წყლის ნაწილაკებისთვის დამახასიათებელი სპეციფიკური ძალებით, რომლებიც მაქსიმუმ აღწევენ 1მკმ ზომის ნაწილაკებისთვის და დაშორებულნი არიან ერთმანეთისგან 50 მკმ მანძილზე [1].

ატომებს და მოლეკულებს შორის მოქმედ ძალებში აღსანიშნავია განსაკუთრებული ძალა, რომელსაც აქვს ყოველთვის მიზიდვის ხასიათი. ეს არის მოლეკულათშორისი დისპერსული ანუ ვან-დერ-ვაალსის ძალა. თვითონ ეს ძალა ფუნდამენტურად არ ჩაითვლება, ის წარმოადგენს ელექტრომაგნიტური ძალის მხოლოდ ერთ-ერთ გამოვლინებას. მისი თვისებაა, რომ ის მოქმედებს ელექტრულად ნეიტრალურ სისტემებს შორის. მისი არსებობა შეიძლება გავიგოთ თუ ჩავთვლით, რომ ეს ურთიერთქმედი ნეიტრალური სისტემები წარმოადგენენ ელექტრულ დიპოლს ან უფრო რთული სისტემის შემთხვევაში -კვადროპოლს. დიპოლს შორის ურთიერთქმედების ძალა მცირდება r^{-4} -ს უკუპროპორციულად, ხოლო კვადროპოლს შორის r^{-6} -ს პროპორციულად. მეორე მნიშვნელოვანი თვისებაა: ის არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე. ხოლო, ბუნება კვანტურია. ამასთან დიპოლების რაოდენობის ზრდასთან ერთად მათი ურთიერთმიზიდვა იზრდება. თუმცა მისი ქმედება შემოსაზღვრულია იმ გარემოებით, რომლის არსებობაც მოლეკულურ დონეზე მოულოდნელობას წარმოადგენს-სინათლის სიჩქარის სასრულობით.

კლასიკური თეორიის მიხედვით ურთიერთქმედება წარმოიქმნება რხევით ოსცილატორებს შორის. მისი სიდიდე (პოტენციალი) დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. ეს ცხადია იქიდან, რომ 0°K -ზე არა-

ვითარი რხევები არ ხდება. სხვანაირად ხდება კვანტური მექანიკის პრინციპების მიხედვით. აბსოლუტურ 0-ზეც კი არსებობენ ნულოვანი რხევები, რაც იწვევს იმას, რომ ურთიერთქმედების საშუალო ენერგია 0-ს ტოლი არ არის და ის განპირობებულია მიზიდულობის ძალებით. ვან-დერ-ვაალსის ძალისთვის პოტენციური ენერგიის ფორმულა რეალური ატომისთვის მარტივად გამოითვლება [2]:

$$U(R) = -K \frac{U^2}{R^6}, \quad (1)$$

სადაც $\beta = \frac{e^2}{\omega_0}$ -ატომის პოლარიზებულობაა მუდმივ ველში. I-

ატომის იონიზაციის პოტენციალი, K-რიცხვითი კოეფიციენტი. ეს გამოსახულება ექსპერიმენტულ მონაცემებთან კარგ თანხვედნაშია, იმ შემთხვევებისთვის, როცა ადგილი აქვს კლაპეირონის განტოლებიდან გადახვევას.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ნეიტრალურ ატომებს შორის ურთიერთქმედების ენერგია კლებულობს r^{-6} -ის მიხედვით, ხოლო, თუ ერთ-ერთი ატომი აღგზნებულია, მაშინ მას და მის იგივე ატომს შორის წარმოიქმნება დაახლოებით r^{-3} რიგის, უფრო ძლიერი დისპერსული ანუ გაცვლითი ძალები. ანალოგიური ძალები მოქმედებენ მცირე ნაწილაკებს-კლასტერებს შორისაც.

კლასტერის ძირითადი და აღგზნებული მდგომარეობების აღწერისთვის შემოვიღოთ ტალღური ფუნქცია. ეს არის პირობითი სახელწოდება და მას (x,y,z) კოორდინატების და t დროის რთული სახე აქვს. თუმცა მისი ცხადი სახით გამოთვლა სავსებით შესაძლებელია. $\Psi = \Psi(x, y, z, t)$ -ს ფიზიკური არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ეს არის ნაწილაკის აღმოჩენის ალბათობა dV მოცულობაში t დროის მომენტისთვის. ალბათობა $W = |\Psi(x, y, z, t)|^2 = \Psi^* \Psi$. სადაც Ψ^* არის Ψ -ს კომპლექსურად შეუღლებული სიდიდე. მისი ნორმირების პირობაა: $\int_V |\Psi(x, y, z, t)|^2 dv = 1$, ხოლო Ψ ფუნქცია, რომელიც ამ პირობას

აკმაყოფილებს ნორმირებულია.

ზოგადად მას აქვს შემდეგი სახე:

$$\Psi(x, y, z, t) = \iiint \varphi(P_x, P_y, P_z, t) \exp(i \frac{px+py+pz}{h}) \frac{dP_x dP_y dP_z}{(2\pi\hbar)^{3/2}}, \quad (2)$$

სადაც $\varphi(P_x, P_y, P_z, t)$ არის ტალღის ამპლიტუდა P_x, P_y, P_z იმპულსით.

ვთქვათ φ_1, φ_2 არის კლასტერის ძირითადი და აღგზნებული მდგომარეობების ტალღური ფუნქციები. მათი ურთიერთქმედება დაბალ მიახლოებაში აღიწერება ეგრეთ წოდებული გაფანტვის S მატრიცით [3]:

$$\varphi(x, t) = \bar{S}(t, t_0) \varphi(x, t_0), \quad (3)$$

ზოგადად აქვს შემდეგი სახე:

$$\widehat{S}(t, t_0) = \exp(-\frac{i}{\hbar} \widehat{H}(t - t_0)). \quad (4)$$

\widehat{H} არის სისტემის ჰამილტონიანი. გაფანტვის ოპერატორის მატრიცული ელემენტები განსაზღვრავენ გადასვლის ალბათობას საწყისი კვანტური მდგომარეობიდან $S_{if} = -i \int_{t_0}^t d\vec{r}_1 d\vec{r}_2 dt \varphi_2^* U(r) \varphi_1 \exp(-i(E_{i1} + E_{21} - E_{1f} - E_{2f})t)$, მომდევნოში.

სადაც $E_i E_f$ არის კლასტერის საწყის და ბოლო მდგომარეობების კინეტიკური ენერგიები.

ურთიერთქმედების პოტენციალი ვან-დერ-ვაალსის პოტენციალის გამოთვლის ანალოგიით შეიძლება დაკავშირდეს გაფანტვის გასაშუალოებულ მატრიცასთან, რაც ერთფოტონიანი რეზონანსული გაცვლის ჰამილტონიანით აღიწერება [4]:

$$H = -\vec{d}_1 \vec{E}_1(r) - \vec{d}_2 \vec{E}_2(r), \quad (5)$$

სადაც \vec{d}, \vec{E} -დიპოლური მომენტის და ველის დაძაბულობის ოპერატორებია. მაშინ პოტენციალისთვის მიიღება:

$$U(\vec{r}) = \frac{i}{4\pi} \int_{-\infty}^{\infty} d\omega \omega^2 \alpha_k(\omega) D_k(\omega, \vec{r}), \quad (6)$$

სადაც D_{ik} არის ფოტონის გრინის ფუნქცია, ხოლო

$$\alpha_k = \frac{1}{3} \delta_k \sum_n |d_n|^2 [(\omega_n - \omega - i\Gamma_n)^{-1} + (\omega_n + \omega - i\Gamma_n)^{-1}] \quad (7)$$

პოლარიზაციის ტენზორი. ω_n, Γ_n, d_n შესაბამისად აღგზნებული დონეების სიხშირე, სიფართო და კლასტერის დიპოლური მომენტი.

(6)-ს ინტეგრება ხდება (7)-ს გათვალისწინებით, ხოლო დიპოლების მიმართულებით გასაშუალოებით მიიღება გამოსახულება პოტენციალისთვის:

$$U(r) = -\frac{2}{3c^2} \sum_n r_n^{-1} |d_n|^2 \omega_n^2 \exp(\frac{\Gamma_n r}{c}) \cos \frac{\omega_n r}{c}. \quad (8)$$

აჯამება ხდება ყველა დონისთვის.

ამრიგად ერთფოტონიანი რეზონანსული გაცვლა იწვევს სიმძლავის და სიღრმის მიხედვით კლებად პოტენციურ ორმოებს და ბარიერებს. შეიძლება გასაშუალოება მოხდეს სითბური გამოსხივების მიხედვითაც, მაშინ მიიღება იზოლირებული გრძელტალღოვანი გამოსხივების პოტენციალები. იზოლირებული გრძელტალღოვანი კვანტები შეიძლება სწორედ ის გამოსხივება იყოს, რომელსაც ადგილი აქვს კლასტერის ზედაპირზე ან კრისტალურ მესერში დამატებითი მოლეკულების ჩასმისას ან წვეთში მოლეკულის თვითდიფუზიისას.

როგორც ნაჩვენებია [5,6] შრომებში, კრისტალიზაციის და კონდენსაციის დროს ფარული სითბოს გადასვლის ნაწილი შეიძლება გარდაიქმნას მახასიათებელ გამოსხივებაში. გადასვლის ენერგია გადანაწილდება არსებულ და ახლად წარმოქმნილ დონეებზე. მათ ფა-

ზურ გამოსხივებებს უწოდებენ და გარემოს დიელექტრიკულ შედწევადობაზე და საერთოდ, მის ოპტიკურ თვისებებზეა დამოკიდებული.

კვანტური ფიზიკის სწრაფმა განვითარებამ ძირეულად შეცვალა შეხედულებები მიკრო და მაკრო-სამყაროს შესახებ, ხოლო კლასიკური მექანიკა მხოლოდ რაღაც შეზღუდული მიახლოება გახდა.

კვანტური მექანიკის პრინციპები და ძლიერი მათემატიკური აპარატი საშუალებას იძლევა ახლებურად შევხედოთ სამყაროს. მისი გამოყენება მეტეოროლოგიაში საშუალებას მოგვცემს ახლებურად შევხედოთ ატმოსფეროს და ღრუბლების ფიზიკას და მრავალი მათი ამოუხსნელი თვისება და მოვლენა თავიდან განვიხილოთ უკვე უფრო ფუნდამენტურ საფუძველზე.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Э.В.Шпольский. Атомная физика. М., «Наука». Т1,2, 1984.
2. Д.И.Блохинцев. Основы квантовой механики. М., «Наука», 1983.
3. Л.Д. Ландау, Е.М.Лифшиц. Квантовая механика. Т3. М., «Наука», 1989.
4. В.Б.Берестецкий, Е.М,Лифшиц, Л.П.Питаевский. Квантовая электродинамика. Т4, М., «Наука», 1989.
5. М.Е.Перельман, И.Я.Бадинов. Модель облачных образований. Сообщения Академии Наук Грузии, т.131, №2, 1988.
6. Д.Хастед. Физика атомных столкновений. М., «Мир», 1965

უკ 551.5

ღრუბლის მიკროსტრუქტურის მათემატიკური მოდელირების ზოგიერთი თავისებურებანი/მ.ტატიშვილი/ჰმი-ს შრომათა კრებული. –2009-ტ.114 –გვ.52-56. ქართ.; რუხ. ქართ., ინგლ., რუს.

სადრუბლო წარმონაქმნების მიკროსტრუქტურის თავისებურებანი განხილულია კვანტური დისპერსული ანუ ვან-დერ-ვაალსის ძალებით, რომლებიც დამახასიათებელია წყლის ნაწილაკებისთვის. ურთიერთქმედების პოტენციალის გამოსახულებისთვის შემოტანილია კლასტერის ძირითადი და აღზნებული მდგომარეობების ტალღური ფუნქციები და გაფანტვის მატრიცა, რომელიც აღიწერება ვირტუალური ფოტონით. აღმოჩნდა, რომ ვირტუალური ფოტონური ურთიერთქმედება იწვევს სიმადლის და სიღრმის მიხედვით კლებად პოტენციურ ორმოებს და ბარიერებს. იზოლირებული გრძელტალღოვანი კვანტები შეიძლება ის გამოსხივებაა, რომელიც ვლინდება მიკროფიზიკური პროცესებისას.

UDC 551.5

Some peculiarities of mathematical simulation of cloud microstructure. /M.Tatishvili/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2009. –v.114,-p.52-56,-Georg.-.Summ. Georg., Ing., Russ.

The peculiarities of microstructure of cloud formations have been discussed using quantum disperse forces or Van-Der-Vaals forces that are typical for water particles. To obtain the expression for interaction potential the wave functions of basic and exited conditions of clusters and dispersion matrix have been introduced describing by virtual photon. It has

been turned out that virtual photon interaction causes potential holes and barriers that are decreased by height and width. The isolated long wave quanta may be the radiation that is generated throughout observed microphysical processes.

УДК 551.5

Некоторые особенности математического моделирования микроструктуры облаков. /М.Татишвили/ сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии – 2009.-т.114- с-52-56, -Груз. рез. Груз., Англ., Русск.

Особенности облачных образований рассмотрены квантовыми дисперсионными или силами Ван-Дер-Ваалса, характерными для водяных частиц. Для получения формулы потенциала взаимодействия введены волновые функции основного и возбужденного состояния кластеров и матрица рассеивания, описываемая виртуальным фотоном. Оказалось, что такое взаимодействие создает последовательные ряды убывающих по высоте и глубине потенциальных ям и барьеров. Изолированными длинноволновыми квантами могут быть излучения, наблюдающиеся при протекании микрофизических процессов.

II. რადიოლოკაციური მეტეოროლოგია. კონვექციური ღრუბლის
ემპირიულ-სტატისტიკური მოდელები.

II. Radar Meteorology. Empirical – statistical models of convective cloud.

II. Радиолокационная метеорология. Эмпирико-статистические модели
конвективного облака.

კიბრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი №114
TRANSACTIONS OF THE GEORGIAN INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY, VOL.114
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИИ, ТОМ № 114

რ. დორეული

მ.ნოდისას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი

უკ 551.501.8.

**ადგილმდებარეობის რელიეფის საშუალო სიმაღლის გავლენა მის
თავზე განვითარებულ კონვექციურ ღრუბლების მაქსიმალურ
რადიოლოკაციურ ამრეკვლავობის მამრავლის ლოგარითმზე**

რადიოლოკაციური ამრეკვლავობის (η) ინტენსივობა დამოკიდებულია ღრუბელში მყოფ ნაწილაკების (წყლის წვეთების და ყინულის მარცვლების) ზომებზე და კონცენტრაციაზე. მათი ზრდა იწვევს ღრუბლის η-ს და მისი მამრავლის ლოგარითმის – $\log Z_m$ -ის ზრდას. იზრდება აგრეთვე ამ ღრუბლიდან მოსული ნალექის ინტენსივობაც (I) (Абшаев М.Т. и др. 1980). აქედან გამომდინარე დაკვირვების რეგიონის მიკროუბნებში ღრუბლების $\log Z_m$ -ის განაწილების შესწავლა და მისი I-სთან კავშირის დადგენა შესაძლებლობას მოგვცემს ვიფიქროთ ნალექის მოსვლის ინტენსივობის და რაოდენობის განაწილებაზეც. აქედან სჩანს რამდენად საინტერესოა ღრუბლების $\log Z_m$ -ის შესწავლა რეგიონის მიკროუბნებში.

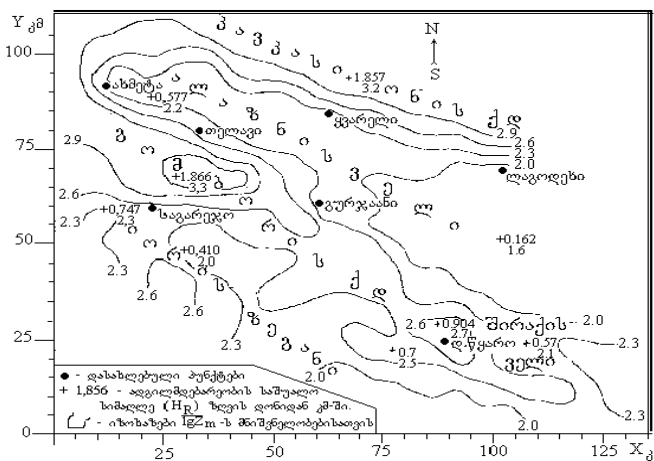
კახეთის რეგიონში, სადაც რიგი წლების განმავლობაში ფუნქციონირებდა რადიოლოკაციური ქსელი, ზომავდნენ კონვექციური ღრუბლების მაქსიმალური რადიოლოკაციური ამრეკვლავობის მამრავლის ლოგარითმების ($\lg Z_m$) სიდიდეებს.

მრავალწლიური რადიოლოკაციური დაკვირვებებიდან გამოვლინდა, რომ სხვადასხვა რელიეფის საშუალო სიმაღლის (H_R) მქონე ადგილმდებარეობაზე სხვადასხვა $\lg Z_m$ -ის მქონე ღრუბლები ვითარდებიან. ამის გათვალისწინებით დაისვა ამოცანა შეგვესწავლა დაკვირვების რეგიონის მიკროუბნებში კონვექციური ღრუბლების $\lg Z_m$ სიდიდეები ადგილმდებარეობის რელიეფის საშუალო სიმაღლესთან (H_R) კავშირში.

ამ სახის ამოცანების დეტალურად შესწავლის მიზნით საჭირო გახდა დაკვირვების ტერიტორია დაგვეყო მიკროუბნებად. ჩვენი დაკვირვებების მონაცემების მიხედვით კონვექციური ღრუბლების უმეტესი რაოდენობა(60%) ნალექს იძლევა 5 კმ-ის სიგანის და 15-20 კმ-ის სიგრძის ფართობზე. ამის დათვალისწინებით, კახეთის რეგიონის მთლიანი ტერიტორია დავეყავით $5კმ \times 5კმ = 25კმ^2$ ფართობების მქონე 334

კვადრატულ მიკროუბნად. თითოეულ მიკროუბნისთვის დადგენილია დედამიწის რელიეფურ ზედაპირზე თანაბრად განაწილებული 5-6 წერტილში განსაზღვრულ სიმაღლეთა საშუალო სიდიდე (H_R) ზღვის დონიდან.

დასმული საკითხის შესასრულებლად გამოყენებული იქნა, ჩვენს მიერ კახეთის რეგიონში კონვექციურ ღრუბლებზე ჩატარებული მრავალწლიური (1970-1980) რადიოლოკაციური დაკვირვებების მასალები. დამუშავებულ იქნა 2823 კონვექციური ღრუბელი, რომლებზეც ჩატარებულია რადიოლოკაციური პარამეტრებისა და შესაბამისი სივრცით-დროითი კოორდინატების 13436 გაზომვათა სერიალი. რეგიონის ყველა მიკროუბანში მოხვედრილ თითოეულ ღრუბელზე ჩატარებულ დაკვირვებების ყოველი სერიალის დროს იზომებოდა IgZ_m სიდიდეები. ყველა მიკროუბნისთვის დადგინდა ამ სიდიდეთა საშუალო შეწონილი მნიშვნელობები ($\overline{IgZ_m}$) და აგებული იქნა მათი განაწილების ველი, კახეთის მთლიანი რეგიონისათვის (ნახ.1), რომელზეც დატანი-



ლია იზოსაზები $\overline{IgZ_m}$ -ის შემდეგი მნიშვნელობებისთვის: 2,0; 2,3; 2,6; 2,9; 3,2.

ნახ.1. კონვექციური ღრუბლების მაქსიმალური რადიოლოკაციური ამრეკვლადობის მამრავლის ლოკარითმის საშუალო

როგორც ნახ.1-დან ჩანს, კავკასიონის ქედის სამხრეთ კალთების ზედა ნაწილის მიკროუბანში, $H_R=1.857$ კმ, $\overline{IgZ_m}=3,2$, გომბორის ქედის ყველაზე მაღლობ ადგილზე მდებარე მიკროუბანში, $H_R=1,856$ კმ, $\overline{IgZ_m}=3,3$. ქედების კალთების დაქანების გასწვრივ, ალაზნის ველისა

და იორის ზეგანის მიმართულებით, H_R სიდიდეები მცირდება, მცირდება $\overline{lgZ_m}$ -ის მნიშვნელობებიც.

თვითონ გომბორის ქედის სიმაღლე ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით თანდათან დაბლდება, დაბალ მნიშვნელობას ღებულობს $\overline{lgZ_m}$ -ც. სოფ.დ. წყაროს მიდამოებში $H_R=0,904$ კმ, $\overline{lgZ_m}=2,7$. სოფ. საგარეჯოსთან ახლოს მის სამხრეთ-აღმოსავლეთით $H_R=0,470$ კმ, $\overline{lgZ_m}=2,0$.

შირაქის ველის ცენტრალურ ნაწილში $H_R=0,57$ კმ, $\overline{lgZ_m}=2,1$. ალაზნის ველის აღმოსავლეთ ნაწილის ყველაზე დაბალ და გაშლილ ადგილზე, $H_R=0,162$ კმ, $\overline{lgZ_m}=1,6$.

ამრიგად, ნახ.1-ზე ნაჩვენებმა განაწილების ველმა გამოავლინა, რომ მთავორიან რეგიონში მთებისა და მათი კალთების ამაღლებულ ადგილებში, რომელთათვისაც H_R სიდიდე მაღალია, ვითარებიან და ყალიბებიან ძირითადად მაღალი რადიოლოკაციური ამრეკვლადობის მქონე ღრუბლები, ხოლო დაბალ და გაშლილ ადგილებზე დაბალი ამრეკვლადობის მქონე ღრუბლები. ღგპ-ის ღ-თან კავშირის ანალიზური სახის მონახვის მიზნით შემოვისაზღვრეთ კავკასიონის ქედის სამხრეთ კალთებზე, გომბორის ქედის ჩრდილო კალთებზე და ალაზნის ველზე დაფიქსირებულ კონვექციურ ღრუბლებზე ჩატარებულ რადიოლოკაციური დაკვირვებების მასალებით. ეს ტერიტორია მოიცავს 190 მიკროუბანს, ხოლო ღრუბლების. ღგპ სიდიდის გაზომვათა რაოდენობა 9050-ს შეადგენს. მნიშვნელობების ($\overline{lgZ_m}$) განაწილების ველი კახეთის რეგიონისათვის.

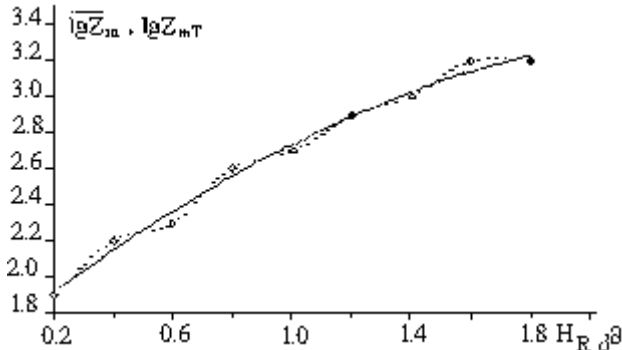
H_R იცვლება 0,156 კმ-დან 1,857 კმ-მდე. ეს დიაპაზონი დაყოფილი გვაქვს 0,2 კმ-იან ცხრა ინტერვალად, რომელთა საშუალო სიდიდეებია: 0,2; 0,4; 0,6;...;1,8 კმ. $\overline{lgZ_m}$ სიდიდე კი, რომელიც იცვლება 1,6-დან 3,3-მდე, დავეავით 0,2-იან 10 ინტერვალად, რომელთა საშუალო სიდიდეებია 1,6; 1,8; 2,0;...;3,4. H_R -ის თითოეულ გრადაციისათვის დადგინდა $\overline{lgZ_m}$ -ის საშუალო შეწონილი მნიშვნელობები ($\overline{lgZ_m}$) და აგებულ იქნა $\overline{lgZ_m}$ -ის H_R -თან დამოკიდებულების გრაფიკი, რომელიც ნაჩვენებია ნახ.2-ზე პუნქტირის სახით. ამ გრაფიკს შუალედში 0,15კმ ≤ H_R ≤ 2კმ დამაკმაყოფილებლად აღწერს ჩვენს მიერ რეგრესიის გზით მიღებული შემდეგი გამოსახულება:

$$\overline{lgZ_{mT}} = -0,2 H_R^2 + 1,25 H_R + 1,65 \quad (1)$$

რეგრესიის კოეფიციენტები 0,2; 1,25 და 1,65 მიღებულია უმცირესი კვადრატების მეთოდის გამოყენებით, (1) გამოსახულების შესაბამისი მრუდი ნაჩვენებია ნახ.2-ზე მთლიანი ხაზის სახით. კორე-

ლაციის კოეფიციენტი ტოლია 0,84, ხოლო საშუალო კვადრატული გადახრა იცვლება შუაღელში 0,14±0,22-მდე.

(1) გამოსახულების გამოყენებით კახეთის მთლიანი რეგიონის თითოეულ მიკროუბნისათვის გამოთვლილი იქნა კონვექციური ღრუბლების $\lg Z_{mT}$ სიდიდეები. შესაბამის მიკროუბნებში $\lg Z_{mT}$ -ის



მნიშვნელობების შედარებამ სტატისტიკურად მიღებულ $\overline{\lg Z_m}$ -ის მნიშვნელობებთან გვიჩვენა, რომ მაქსიმალური განსხვავება $\lg Z_{mT}$ -სი $\overline{\lg Z_m}$ -სგან არ აღემატება 10%-ს.

ნახ.2. $\overline{\lg Z_m}$ -ს და $\lg Z_{mT}$ -ის H_R -თან დამოკიდებულების გრაფიკი.

(1) გამოსახულება საშუალებას გვაძლევს სხვა რეგიონის მიკროუბნებისათვის გამოვთვალოთ ღრუბლების $\lg Z_{mT}$ სიდიდეები და ავავოთ მათი განაწილების ველი მთლიანი რეგიონისათვის თუ გვეცოდინება ამ უბნების რელიეფური ზედაპირის საშუალო სიმაღლეები (H_R) ზღვის დონიდან.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Абшаев М.Т., Бурцев И.И., Ваксенбург С.И., Шелева Г.Ф (ред.), 1980 – Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. Ленинград, Гидрометеиздат, , стр. 17-18; 58-60.

უაკ 551.501.8

ადგილმდებარეობის რელიეფის საშუალო სიმაღლის გავლენა მის თავზე განვითარებულ კონვექციურ ღრუბლების მაქსიმალურ რადიოლოკაციურ ამრეკლადობის მამრავლის ლოგარითმზე/ რ. დორეული/ჰმი-ს შრომათა კრებული -2009.-ტ.114.-გვ.57-61.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

კახეთის რეგიონის მაგალითზე გამოკვლეულია რელიეფის გავლენა კონვექციურ ღრუბლებში მაქსიმალური რადიოლოკაციური ამრეკლადობის მამრავლის ლოგარითმზე. შედგენილია რეგრესიის განტოლება, რომელიც საშუალებას გვაძლევს რეგიონის 5X5კმ² ფართობის მქონე მიკროუბნის თავზე განვითარებული ღრუბლისათვის გამოვთვალოთ $\lg Z_{mT}$ -ის მნიშვნელობა, თუ

გვეცოდინება ამ უბნის რელიეფური ზედაპირის საშუალო სიმაღლე ზღვის დონიდან. ილ.2, ლიტ. დას. 1.

UDC 551.501.8

Influence of average height of a relief of terrain to a log of a factor of a maximum radar reflectivity of convective clouds, explicating above them. /R.Doreuli/Transactions of the Institute of Hydrometeorology. -2009. - т.114. – p.57-61, - Georg.; Summ. Georg.; Eng., Russ.

On an example of Kakheti region of Georgia the influence of height of a relief of terrain to a log of a factor of a radar reflectivity is investigated. The equation of regressions allowing to calculate of significance $\log Z_m$ for clouds explicating above plot with square $5 \times 5 \text{ km}^2$, explicating above is made when average height of a relief surface is known it. HR. Fig. 2, Ref.1.

УДК 551.501.8

Влияние средней высоты рельефа местности на логарифм множителя максимальной радиолокационной отражаемости развивающихся над ними конвективных облаков./Р. Дореули/ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии АН Грузии. –2009. – т.114. – с.57-61. – Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

На примере кахетинского региона Грузии изучено влияние высоты рельефа местности на логарифм множителя радиолокационной отражаемости. Составлено уравнение регрессии, позволяющее рассчитать значения $\log Z_m$ для облаков развивающегося над участком с площадью $5 \times 5 \text{ км}^2$, когда известно его средняя высота рельефной поверхностям H_R . Рис 2, лит.1.

სალუქვაძე თ., ხელაია ე., ბალავაძე ა.
მნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი
შპპ 551.501.8.

მთაბორიანი რეგიონის ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლის ემპირიული რადიოლოკაციური მოდელი

კონვექციური ღრუბლების სხვადასხვა სტრუქტურას და განვითარების დინამიკას განაპირობებს სინოპტიკური სიტუაცია, ატმოსფეროს თერმოდინამიკური არამდგრადობა, თავისუფალ ატმოსფეროში სხვადასხვა სიმაღლეზე ქარის სიჩქარის სიდიდე, მიმართულება და სხვა.

პირველი ფუნდამენტალური კვლევა ჩაატარეს ჯ. მარვიცმა (Marwitz J.D.1972), ა. ჩიშოლმმა და ჯ. რენიკმა (Chisholm A.J. et al.,1972) ის მძლავრი კონვექციური ღრუბლები, რომლებიც სეტყვის სტადიამდე ვითარდებოდნენ, მათ დაყვეს სამ ძირითად ჯგუფად: ერთუჯრედიან, მრავალუჯრედიან და სუპერუჯრედიან ღრუბლებად. მათ მიერ განხილული ყველა შემთხვევა კანადის პირობებისათვის ჯდება ხსენებულ კლასიფიკაციაში. ანალოგიური სამუშაოები ჩატარებულ იქნა ჩრდილოკავკასიის (რუსეთი) პირობებისათვის ნ. ბიბილაშვილის და სხვათა მიერ (Абшаев М.Т. и др.1980, Бибилашвили Н.Ш. и др. 1981, Абшаев М.Т. 1984, Stephan P. Nelson et. al., 1984]. ისინი ამ სამი ძირითადი ჯგუფიდან მრავალუჯრედიან კონვექციურ ღრუბლებს ყოფენ კიდევ სამ ქვეჯგუფად: მოწესრიგებულ, მოწესრიგებულ და სუსტადორგანიზებულ მრავალუჯრედიან ღრუბლებად. ჩვენ შევეცადეთ ჩვენს ხელთ არსებული მასალის ანალიზის საფუძველზე მოგვეხდინა აღმოსავლეთ საქართველოს მთაბორიან რეგიონში განვითარებული კონვექციური ღრუბლების მსგავსი კლასიფიკაცია. კონვექციურ ღრუბლებზე რადიოლოკაციური დაკვირვების მასალების ანალიზის საფუძველზე (მასალა მოიცავს 1400-ზე მეტ შემთხვევას) ჩვენ მივედით დასკვნამდე, რომ ხსენებული რეგიონის წლის თბილი სეზონის აღნიშნული ღრუბლები შეიძლება დაყოფილ იქნას სამ ძირითად ჯგუფად: ერთუჯრედიან, მრავალუჯრედიან და სუპერუჯრედიან ღრუბლებად.

ჩვენს მიერ მოპოვებული მასალის მიხედვით ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლების წილად მოდის საერთო რაოდენობის 26,8%, მრავალუჯრედიანი და სუპერუჯრედიანი ღრუბლების წილად კი 61,4% და 21,8% შესაბამისად.

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლის ემპირიული რადიოლოკაციური მოდელი. გაანალიზებული მასალა მოპოვებულია 1972-1985 წლებში აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონში. ჩვენს მიერ შესწავლილ იქნა 382 შემთხვევა,

როცა ადგილი ჰქონდა ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლების განვითარებას.

ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლები ჩვენი პირობებისათვის ვითარდებიან ძირითადად შიდამასიური პროცესების დროს. ამ დროს ადგილი აქვს ერთი, ან ერთდროულად რამდენიმე იზოლირებული კონვექციური კერის წარმოქმნას. ფრონტალური პროცესის დროს ერთუჯრედიანი კონვექციური კერების წარმოქმნა და დამოუკიდებლად განვითარება ნაკლებად ალბათურია. ასეთ სიტუაციაში, ძირითადად ერთუჯრედიანი კერები გვევლინებიან მრავალუჯრედიანი და სუპერუჯრედიანი ღრუბლების წინამორბედად.

ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლები ვითარდებიან იზოლირებულად, ძირითადად მთის წვეროზე ან მათ მახლობლად და დაბალი სიჩქარით მიგრირებენ გაბატონებული ნაკადების მიმართულებით. ჩვენს პირობებში ასეთი ღრუბლების მიგრაცია ქარის მიმართულებასა და სიჩქარესთან ერთად განპირობებულია გაბატონებული ნაკადების მიმართ კავკასიონის, კახეთის და ცივ-გომბორის ქედების ორიენტაციით.

ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლების განვითარების მაქსიმალურ სტადიას ყოველთვის არ წარმოადგენს სეტყვის სტადია. ასეთი ღრუბლები ან არ იძლევიან ნალექს, ან იძლევიან ინტენსიურ თხევად ნალექს სეტყვასთან ერთად (მყარი ნალექის მაქსიმალური ზომა 5-8 მმ-ს არ აღემატება). იმ შემთხვევაში, თუ ადგილი აქვს შიდამასიურ პროცესზე ფრონტალური პროცესის ზედდებას, მაშინ ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბელი შეიძლება გადაიზარდოს მრავალუჯრედიან ან სუპერუჯრედიან ღრუბელში

ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლების განვითარება ხდება გაბატონებული ქარის სიჩქარის დაბალი მნიშვნელობების პირობებში. ამის გამო მათი მიგრაციის მიმართულებასა და გაბატონებული ქარის მიმართულებას შორის კუთხე 10-12 გრადუსს არ აღემატება.

განვითარების პროცესში რამდენიმე ერთუჯრედიანი ღრუბლის გაერთიანება მათი დროში და სივრცეში განფენილობის გამო თითქმის გამორიცხებულია.

ცხრილში 1 მოყვანილია ერთუჯრედიანი ღრუბლისათვის დამახასიათებელი რადიოლოკაციური და სხვა პარამეტრების ზღვრული და მოდალური მნიშვნელობები და ნაჩვენებია ასეთი ღრუბლების განვითარების ზოგიერთი პირობები.

აღმოსავლეთ საქართველოს ერთუჯრედიან კონვექციურ ღრუბლებში აღმავალი და დაღმავალი ნაკადების არსებობა დროში წანაცვლებულია და ამ ორი პროცესის ერთდროული არსებობა გამორიცხებულია. ასეთივე შედეგებია მიღებული ჩრდილოკავკასიისათვისაც (Быбилашвили Н.Ш. и др. 1981). ამის გამო ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლიდან ნალექის მოსვლა ერთჯერადია. აღმავალი ნაკადი

ასეთ ღრუბლებში მხოლოდ განვითარების სტადიაში არსებობს. ღრუბლის კვება და მისი განვითარება თითქმის თანაბრად ხდება ყველა მხრიდან. ამის შედეგია ის, რომ ამ კლასის კონვექციური ღრუბლის რადიოქოს ჰორიზონტალური ჭრილი რადიოლოკაციური ამრეკლადობის ყველა მნიშვნელობისათვის თითქმის წრიულია, ან ელიფსური, დიდი ღერძით ღრუბლის მიგრაციის მიმართულებით.

ცხრილი 1. ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლის დახასიათება

№	დამახასიათებელი ნიშნები და პარამეტრების დასახელება	დამახასიათებელი ნიშნები და პარამეტრების მნიშვნელობები	
		პარამეტრის ცვლილების დიაპაზონი	პარამეტრის მოდალური მნიშვნელობა
1	ღრუბლის განვითარების პირობები	წნევის სუსტად გამოხატული დასავლეთის გრადიენტიანი კვლი	
2	კონვექციური არამდგრადობა	ზომიერი	
3	ნალექის მოსვლის პროცესი	ერთჯერადი	
4	ნალექის სახეობა და ინტენსივობა	უნალექო, სუსტი ან ძლიერი თავსხმა წვიმა. სუსტი ეტყვა	
5	ნალექის ხანგრძლივობა წთ.	5 - 50	21
6	ღრუბლის მიგრაციის სიჩქარე კმ/სთ.	3 - 16	6
7	წამყვანი ნაკადის სიჩქარე კმ/სთ	5 - 22	9
8	ქარის წანაცვლება წმ ⁻¹	$1 \times 10^{-5,4} - 1 \times 10^{-4,0}$	$1 \times 10^{-4,5}$
9	კუთხე ქარის მიმართულებასა და ღრუბლის მიგრაციის მიმართულებას შორის კუთხურ გრადუსებში.	0 - 11	3
10	პირველი რადიოქოს გამონენის სიმაღლე კმ.	2 - 5	3,2
11	დრო პირველი რადიოქოს გამონენიდან წთ: ა) მაქსიმალურ განვითარებამდე ბ) ნალექის მოსვლამდე გ) პირველ ელჭექამდე	13 - 21 12 - 20 14 - 26	15 14 17
12	სიცოცხლის ხანგრძლივობა წთ.	30 - 70	38
13	რადიოქოს მაქსიმალური სიმაღლე m კმ.	5 - 11,2	8,8
14	ტემპერატურა m-ის დონეზე თავისუფალ ატმოსფეროში °C.	-48,1 ÷ -7,4	-24,3
15	მაქსიმალური ამრეკლადობის დონის სიმაღლე m კმ.	2,3 - 7,7	4,7

ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლის პირველი რადიოქოს ($\lambda=3$ სმ დიაპაზონის რადიოლოკატორებისათვის) ზღვის დონიდან 3-5 კმ-ის სიმაღლეზე ჩნდება. რაც უფრო მაღალია ჩასახვის დონე, მით მეტი შანსი აქვს მოცემულ ღრუბელს სეტყვის სტადიამდე განვითარებისა. რადიოქოს არ გააჩნია ე.წ. სტაციონარული მდგომარეობის პერიოდი. იგი მაქსიმუმის მიღწევის შემდეგ სწრაფად იწყებს დისიპაციას. ამ

მომენტს ემთხვევა ნალექის მოსვლაც.

პირველი რადიოექოს ზომების ზრდა ვერტიკალური მიმართულებით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე ჰორიზონტალური მიმართულებით. რადიოლოკაციური ამრეკლადობის ვერტიკალური გრადიენტი დროში სწრაფად იცვლება. მისი მნიშვნელობა საწყის მომენტში 2,0 - 2,5 კმ⁻¹-დან 12-15 წუთის შემდეგ კლებულობს და ღებულობს მნიშვნელობას 0,9-0,25 კმ⁻¹. რადიოლოკაციური ამრეკლადობის ჰორიზონტალური გრადიენტიც საწყის მომენტში სწრაფად იცვლება და მის ზღვრულ მნიშვნელობას ($\gamma=2,3$ კმ⁻¹) უფრო მაღე აღწევს, ვიდრე $\gamma_{ვერტ}$. და გარკვეული დროის განმავლობაში რჩება მუდმივი.

ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბელი ელექტრული აქტივობის თვალსაზრისით თავის მაქსიმუმს აღწევს ღრუბლის მაქსიმალური განვითარების მომენტისათვის. როგორც წესი, ასეთი ღრუბლების განმუხტვა ძირითადად დედამიწაზე ხდება.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლის რეგენერაცია არ ხდება. მართალია ადგილი აქვს ახალი ერთუჯრედიანი ღრუბლის წარმოქმნას და განვითარებას იმ ადგილებში, სადაც რამდენიმე წუთის (30-50წთ) წინ იმყოფებოდა ასეთივე ღრუბელი, მაგრამ ახლად წარმოქმნილი ღრუბლის ჩათვლა წინამორბედის რეგენერაციად არ შეიძლება. ასეთი ახლად წარმოქმნილი ღრუბელი თავისი განვითარების ყველა სტადიას ისევე გადის, როგორც მისი წინამორბედი

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Chisholm A.J., Renick J.H. 1972. Supercell and Multicell Alberta Hailstorms - Proc. Inter. Cloud Physics Conf., London, , p.67-68.
2. Marwitz J.D. 1972. Supercells storms; Multicells storms; Severaly Sheared Storms. J. Appl. Met., vol. 11, N1. p.166-201.
3. Stephan P. Nelson and Nansy C. Knight. 1984. The hibrid Multicellural - Supercellular storm: an efficient hail producer. Proc. 9th Inter. Cloud Physics Conf., Tallin USSR, p. 435-437
4. Абшаев М.Т., Бурцев И.И., Ваксенбург С.И., Шевела Г.Ф. (ред)- 1980. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. Ленинград, Гидрометеиздат, 230 с.
5. Абшаев М.Т., Бурцев И.И., Ваксенбург С.И., Шевела Г.Ф. (ред)- 1980. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. Ленинград, Гидрометеиздат, 230 с.
6. Абшаев М.Т. 1984. Радиолокационная структура и динамика развития грозово-градовых процессов Северного Кавказа. В кн. "Радиометеорология". Труды VI Всесоюзного совещания Ленинград, Гидрометеиздат, с. 109-115.
7. Бибилашвили Н.Ш., Бурцев И.И., Серегин Ю.А. (ред). 198. Руководство

по организации и проведению противоградовых работ. Ленинград, Гидрометеоздат, 168 с.

უაკ 551.501.8.

მთავორიანი რეგიონის ერთჯერდიანი კონვექციური ღრუბლის ემპირიული რადიოლოკაციური მოდელი/თ. სალუკვაძე, ე. ხელაია, ა. ბალავაძე/. შპი-ს შრომათა კრებული -2009-ტ.114-გვ.62-66- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. სტატიაში მოყვანილია ერთჯერდიანი ღრუბლისთვის დამახასიათებელი რადიოლოკაციური და სხვა მახასიათებელი პარამეტრების ზღვრული და მოდალური მნიშვნელობები აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონისათვის. ასეთი ღრუბლების პირველი რადიოექო აღინიშნება $\lambda=3,2$ სმ ტალღაზე ზღვის დონიდან 3 – 5კმ-ის სიმაღლეზე ჩნდება. რაც მაღალია რადიოექოს ჩასახვის სიმაღლე, მით მეტია აღბათობა ასეთი ღრუბლის სეტყვის სტადიამდე განვითარებისა. რადიოექოს ზრდა ვერტიკალური მიმართულებით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე ჰორიზონტალური მიმართულებით. ცხრ.1, ლიტ.დას.7.

UDC 551.501.8.

Empirical radar model of singlcell convective cloud of mountain region /T.Salukvadze, E.Rhelaya, A.Balavadze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. -2009. - т.114. – p.62-66 - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

In the article the maximum and modal significances of radar parameters are indicated and are indicated synoptical and aerological conditions of development of singlcell cloud for regions of East Georgia. The first radioecho of such clouds is scored on a wave $\lambda=3,2$ cm at height 3 - 5კმ from a sea level. Than more than height of origin of a radioecho, the more probability of development of a cloud up to hail a stage. The development of a radioecho on a vertical direction occurs faster, than on horizontal. Tab.1, Ref. 7.

УДК 551.501.8.

Эмпирическая радиолокационная модель одноячейкого конвективного облака горного региона./Т.Салуквадзе, Э.Хелая, А.Балавадзе/. Сб.Трудов Института Гидрометеорологии АН Грузии. –2009. – т.114. – с.62-66. – Груз.; рез. Груз., Анг., Русск.

В статье приведены максимальные и модальные значения радиолокационных параметров и указаны синоптические и аэрологические условия развития одноячейковых облаков для регионов Восточной Грузии. Первое радиоэхо таких облаков отмечается на волне $\lambda=3,2$ см на высоте 3 – 5კმ от уровня моря. Чем больше высота зарождения радиоэха, тем больше вероятность развития облака до градовой стадии. Развитие радиоэха по вертикальному направлению происходит быстрее, чем по горизонтальному. Таб.1, лит. 7.

რ. დორეული

მ.ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი

უკ 551.501.8.

**კონვექციური ღრუბლების ელჭექის აქტივობის
კავშირი მათი განვითარების ადგილმდებარეობის
რელიეფის საშუალო სიმაღლესთან**

ცნობილია, რომ ელჭექის მოვლენები ხშირ შემთხვევაში მიზეზი ხდება ავიაკატასტროფების, მაღალი ძაბვის ელექტრო გადაძვები ხაზების დაზიანების, სამხედრო ობიექტებისა და მაგისტრალური გაზსადენების აფეთქებების, ტყის დიდი მასივების განადგურების და სხვათა. ამას თან სდევს ქვეყნის სახალხო მეურნეობის დიდი ეკონომიური ზარალი, რომელიც დაკავშირებულია ზემოთ ჩამოთვლილ როგორც ავიო და ელექტროხაზების, ისე სხვა ობიექტების არასწორ დაგეგმვასა და განაშენიანებასთან.

ხეივანიანი შემთხვევები და მათგან გამოწვეული ეკონომიური ზარალი არსებითად შემცირდება, თუ რეგიონის თითოეულ მიკროუბანს შევისწავლით და დავახასიათებთ ელჭექსაშიშროების თვალსაზრისით. ამის გათვალისწინებით მოხდება როგორც ავიო და ელექტროხაზების, ისე სხვა ობიექტების დაგეგმვა-განაშენიანება.

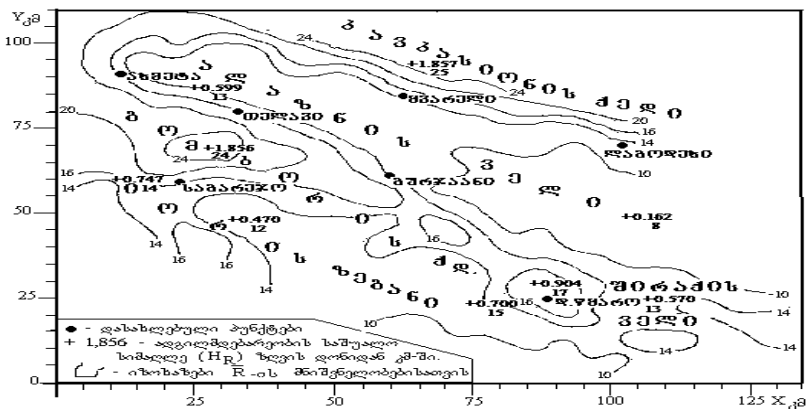
დაკვირვების რეგიონის მიკროუბნები ელჭექსაშიშროებით რომ შევაფასოთ, თითოეული მიკროუბნისათვის უნდა შევისწავლოთ მათ თავზე განვითარებული ღრუბლების: 1) ელჭექის აქტივობები (R); 2) ელჭექის აქტივობის ხანგრძლივობები (t_R); 3) საშუალო თბილსეზონური განვითარების განმეორადობები (n_R). ეს სიდიდეები საშუალებას მოგვცემს რეგიონის თითოეული მიკროუბანი კომპლექსურად დავახასიათოდ ელჭექსაშიშროების თვალსაზრისით.

ამჟამად ჩვენი ამოცანაა კახეთის მთაგორიანი რეგიონის თითოეულ მიკროუბანში შევისწავლოთ მათ თავზე განვითარებული და გაფლით მოხვედრილი კონვექციური ღრუბლების ელჭექის აქტივობა (R).

ამ ამოცანის და სხვა მსგავსი ამოცანების შესასრულებლად კახეთის ტერიტორია წინასწარ დაყოფილი გვაქვს 5 x 5 კმ² ფართობის მქონე 334 მიკროუბნად, რომელთა რელიეფური საშუალო სიმაღლეები (H_R) ზღვის დონიდან დადგენილია.

გასაანალიზებლად გამოყენებული იქნა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტისა და ჰიდრომეტეოლოგიის ინსტიტუტის სექციასთან ბრძოლის სამსახურის მიერ კახეთის რეგიონში კონვექციურ ღრუბლებზე ჩატარებული რადიოლოკაციური დაკვირვების 1972-1976 წლებში დაგროვილი მასალები. დამუშავებული იქნა 2543 კონვექციური ღრუბელი, რომლებზეც ჩატარებულია რადიოლოკაციური პარამეტრებისა და შესაბამისი სივრცულ-დროითი

კოორდინატების 11418 გაზომვათა სერიალი. ყოველი სერიალის დროს იზომებოდა დრუბლის მაქსიმალური სიმაღლე (ზღვის დონიდან) H_m კმ; მაქსიმალური ამრეკლადობის სიმაღლე H_{zm} კმ., მაქსიმალური ამრეკლადობის მამრავლის ლოგარითმი lgZ_m . ფიქსირებოდა აგრეთვე ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე H_0 . ამ სიდიდეებისა და დრუბლის ელჭექის კრიტერიუმის დასადგენ ბ.ზიმინის ემპირიული ფორმულის გამოყენებით (И.Гайваронский, Б.Зимин, 1971), რეგიონის თითოეულ მიკროუბანში მოხვედრილი ყოველი დრუბლისათვის გამოთვლილი იქნა ელჭექის აქტივობა (კრიტერიუმი R) დრუბლების შერჩევა ხდებოდა $5 \leq R \leq 25$ პირობის გამოყენებით. თითოეული მიკროუბანისათვის დადგენილი იქნა R-ის საშუალო მნიშვნელობები \bar{R} და აგებულ იქნა მათი განაწილების ველი კახეთის მთლიანი რეგიონისათვის (ნახ.1), რომელზეც დატანილია იზოხაზები \bar{R} -ის შემდეგი



ნახ.1. კონვექციური დრუბლების ელჭექის აქტიურობათა (\bar{R}) განაწილების ველი კახეთის რეგიონისათვის

მნიშვნელობებისათვის: 10, 14, 16, 20, 24. როგორც ნახ.1-დან ჩანს, მაღალი ელჭექის აქტივობებით (\bar{R}) ხასიათდებიან ძირითადად ის დრუბლები, რომლებიც ვითარდებიან მთებზე და მის კალთებზე მდებარე მიკროუბანებში, სადაც H_R სიდიდე მაღალია. მაგალითად, კავკასიონის ქედის სამხრეთ კალთების ზედა ნაწილში $H_R=1,857$ კმ, $\bar{R}=25$. გომბორის ქედის ყველაზე მაღალ ადგილზე $H_R=1,856$ კმ, $\bar{R}=24$. ქედების კალთების დაქანების გასწვრივ ალაზნის ველის და იორის ზეგანის მიმართულებით H_R მცირდება, შესაბამისად მცირდება \bar{R} სიღის მნიშვნელობებიც. შირაქის ველის ცენტრალურ ნაწილში

$H_R=0,570$ კმ, $\bar{R}=13$. ალაზნის ველის აღმოსავლეთ ნაწილის ყველაზე დაბალ და გაშლილ ადგილზე $H_R=0,162$ კმ, $\bar{R}=8$.

ეს ბუნებრივია, რადგან რეგიონის ამჟღავნებულ ადგილებში იქმნება ჰაერის ნაკადური კონვექციური პროცესები. ეს კი განაპირობებს მძლავრი კონვექციური დრუბლების ჩამოყალიბებას, რომლებსაც შესაბამისად მაღალი H_m , H_{Zm} და lgZ_m სიდიდეები ახასიათებთ.

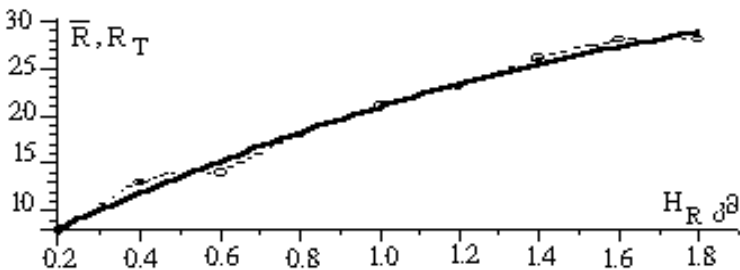
R სიდიდის H_R -თან დამოკიდებულების ანალიზური სახე რომ მიგვეღო, შემოვისაზღვრეთ კავკასიონის ქედის სამხრეთ კალთებზე, ალაზნის ველზე და გომბორის ქედის ჩრდილო კალთებზე დაფიქსირებულ კონვექციურ დრუბლებზე ჩატარებული რადიოლოკაციური დაკვირვებების მასალებით. ეს ტერიტორია მოიცავს 190 მიკროუბანს, ხოლო დრუბლების H_m , H_{Zm} და lgZ_m პარამეტრების გაზომვათა 3580 სერიადს.

H_R -ის ცვალებადობის არეა 0,156კმ-დან 1,857კმ-მდე. ეს დიაპაზონი დაყოფილი გვაქვს 0,2კმ-იან ცხრა ინტერვალად, რომელთა საშუალო სიდიდეებია: 0,2; 0,4; 0,6; . . . 1,8კმ. R სიდიდე კი, რომელიც იცვლება 8-დან 25-მდე, დაყვავით 2-ის ტოლ 9 ინტერვალად, რომელთა საშუალო სიდიდეებია: 8; 10; 12; . . . 24.

H_R -ის თითოეული გრადაციისათვის დადგენილი იქნა R სიდიდის საშუალო სიდიდეები (\bar{R}) და აგებული იქნა მისი H_R -თან დამოკიდებულების გრაფიკი, რომელიც ნაჩვენებია ნახ.2-ზე წყვეტილი ხაზის სახით. ეს გრაფიკი შუალედში $0,15\text{კმ} \leq H_R \leq 2\text{კმ}$ დამაკმაყოფილებლად აღიწერება ჩვენს მიერ რეგრესიის გზით მიღებული შემდეგი განტოლებით:

$$R_T = -2.4 H_R^2 + 17,8 H_R + 4,9 \quad (1)$$

რეგრესიის კოეფიციენტები -2,4, 17,8 და 4,9 გამოთვლილია უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით. (1) განტოლების შესაბამისი წირი ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე მთლიანი ხაზის სახით. კორელაციის



ნახ.2. \bar{R} -ის და R_T -ს H_R -თან დამოკიდებულების გრაფიკი

კოეფიციენტი ტოლია 0,89, ხოლო საშუალო კვადრატული გადახრა იცვლება შუალედში $1 \div 1,7$.

(1) განტოლების გამოყენებით კახეთის მთლიანი რეგიონის თითოეულ მიკროუბნისათვის გამოთვლილი იქნა კონვექციური დრუბლების ელჭექსაშიშროების საშუალო თბილსეზონური აქტივობები (R_T). შესაბამის მიკროუბნებში R_T -ს მნიშვნელობების შედარებამ სტატისტიკურად მიღებულ \bar{R} -ის მნიშვნელობებთან გვიჩვენა, რომ მაქსიმალური განსხვავება R_T -სი \bar{R} -საგან არ აღემატება 10%-ს.

(1) განტოლება საშუალებას გვაძლევს რეგიონის $5კმ \times 5კმ = 25კმ^2$ ფართობების მქონე მიკროუბნების თავზე განვითარებული დრუბლებისათვის გამოვითვალოთ R -ის მნიშვნელობა, თუ გვეცოდინება ამ უბნის რელიეფური ზედაპირის საშუალო სიმაღლე (H_R) ზღვის დონიდან.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гайворонский И. И., Зимин Б. И. 1971. - О контроле результатов воздействия на грозовыепроцессы. Тр ЦАО, Гидрометеиздат, вып. 95, стр. 115-180.

უკ 551.501.8

კონვექციური დრუბლების ელჭექის აქტივობის კავშირი მათი განვითარების ადგილმდებარეობის რელიეფის საშუალო სიმაღლესთან. /რ.დორეული/. ჰმი-ს შრომათა კრებული-2009.-ტ.114.-გვ.67-70.-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

კახეთის რეგიონის მაგალითზე გამოკვლეულია რელიეფის გავლენა კონვექციური დრუბლების ელჭექის აქტივობაზე (დ). შედგენილია რეგრესიის განტოლება, რომელიც საშუალებას გვაძლევს რეგიონის $5X5კმ^2$ ფართობის მქონე მიკროუბნის თავზე განვითარებული დრუბლისათვის გამოვითვალოთ R -ის მნიშვნელობა, თუ გვეცოდინება ამ უბნის რელიეფური ზედაპირის საშუალო სიმაღლე ზღვის დონიდან. ილ.2, ლიტ. დას. 1.

UDC 551.501 8

Connection between thunderstorm activity of convective clouds with average height of a relief of terrain of their development. /R.Doreuli/Transactions of the Institute of Hydrometeorology. -2009. - т.114. – p.67-70, - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

On an example of Kakheti region of Georgia the influence of height of a relief of terrain on thunderstorm activity of convective clouds (R) is investigated. The equation of regressions allowing to calculate of significance R for clouds explicating above plot with square $5X5$ km^2 , explicating above is made when average height of a relief surface is known it.. HR. Fig. 2, Ref.1.

УДК 551.501.8

Связь между грозовой активности конвективных облаков со средней высотой рельефа местности их развития. /Р. Дореули/.Сб.Трудов Института Гидрометеорологии АН Грузии. –2009. – т.114. – с.67-70. – Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

На примере кахетинского региона Грузии изучено влияние высоты рельефа местности на грозовой активности конвективных облаков (R). Составлено уравнение регрессии, позволяющее рассчитать значения R для облаков развивающегося над участком с площадью $5X5$ km^2 , когда известно его средняя высота рельефной поверхностям H_R . Рис 2, лит.1.

თ.ცინცაძე, ო.შველიძე, ნ.ცინცაძე
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
შპს 551.509:551.556/047

რადიოლოკაციური მონაცემების გამოყენება ჰიდროლოგიურ გაანგარიშებებში

XX საუკუნის 80-იანი წლებიდან, წვიმის ჩამონადენის მათემატიკურ მოდელირებისას, მდინარეთა აუზებში მოსული ნალექების განსაზღვრისათვის ფართო გამოყენება ჰპოვა რადიოლოკაციური მონიტორინგის მონაცემებმა [1-2]. რადიოლოკაციური სადგურებიდან მიღებული ინფორმაცია, ატმოსფერული მოვლენების განვითარების შესახებ, გამოიყენებოდა სეტყვასთან ბრძოლის სამსახურის გადასატრედად. 1978 წლიდან შესაძლებელი გახდა თიანეთის რაიონში “იორის” საცდელ პოლიგონზე მისი გამოყენება ნალექთა გაზრდის ანუ იმ მდინარეთა ჩამონადენის ხელოვნურად მომატების სამუშაოებს ეფექტურობის დასაბუთებაში, რომლებზედაც უკვე არსებობდა რეგულირებული წყალსაცავები, კერძოდ, მდ.იორის აუზის ჩამონადენის ფორმირებაში ხელოვნური ზემოქმედების პერიოდში.

წვიმის წყლების ჩამონადენის გაანგარიშება და მათი პროგნოზირება, მდინარეთა ცალკეული აუზებისათვის, მრავალი ბუნებრივი ფაქტორების ზეგავლენით ფორმირდება და ხასიათის შეხამებით დროში განუმეორებელი არიან. განსაკუთრებით ეს ეხება მთის ტიპის მდინარეებს, სადაც წვიმის ჩამონადენის გენეზისი კიდევ უფრო რთულდება, მდინარეთა კალაპოტებში კალთური ჩამონადენის გარბენის დროის სიმცირის გამო. ანგარიშს ართულებს ატმოსფერული ნალექების (ჩამონადენის უმთავრესი პრედიქტორი) დღემდე არსებული გაზომვების მეთოდოლოგია და მონაცემების არ არსებობა (მდინარეთა სათავეებში).

[3] მონაცემების მიხედვით 1970, 1990 და 1993 წლებისთვის ატმოსფერულ ნალექებზე ინფორმაცია და აღიწხვა ტარდებოდა შესაბამისად 441, 149 და 91 სადგურზე. აქედან კასპიის ზღვის აუზზე 47, ხოლო დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში – 44 პუნქტზე. (იხ.ცხრ.1). როგორც ცხრილიდან ვხედავთ საქართველოში ყოველათას კვ.კმ-ზე საშუალოდ მოდის 13 დაკვირვების პუნქტი.

თუ გადავხედავთ ლიტერატურულ წყაროებს [4-9] წარმოდგენას მივიღებთ ჰიდროლოგიური პროგნოზირების თანამედროვე მდგომარეობაზე, რომელთაგან [8]-ში “წყალდიდობის ჩამონადენის გაანგარიშება” განხილულია ჩამონადენის გაანგარიშების მეთოდოლოგია მსოფლიო პრაქტიკის გამოცდილებაზე. კერძოდ, ჰიდროლოგიურ პროგნოზირებაში ძირითადი გაანგარიშებები ეყრდნობა დეტერმინანტულ მიდგომას, კერძოდ, ალბათური მეთოდები, რომლებიც დამყარებული არიან ჩამონადენის ფიზიკურ საწყისებზე და ითვალისწინებენ მის შემთხვევით ხასიათს და მეთოდები, რომელიც მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაშია გავრცელებული, დაყრდნობილი გენეტიკურ თეორიაზე. ეს

უკანასკნელი ფართოდ გამოიყენება მათემატიკური მოდელირების დროს პატარა აუზის მქონე მთის მდინარეებისათვის.

ცხრილი 1. ფართობებისა და მეტეოსადგურების (საგუშავოების) განაწილება სიმაღლის მიხედვით

სიმაღლე ზღვის დონიდან, მ	ფართობი, ათასი კმ ²	%	მეტეოსადგურების (საგუშავო) რაოდენობა	სისშირე, ათას კმ ² -ზე
0–200	7.8	11.2	23	2.9
299–500	10.3	14.8	15	1.5
500–1000	13.9	19.9	25	1.8
1000–1500	12.9	18.5	13	1.0
1500–2000	11.2	16.1	8	0.7
2000–2500	9.3	13.3	5	0.54
2500–3000	2.8	4.0	1	0.35
3000–3500	1.08	1.6	0	-
3500–4000	0.35	0.5	1	2.85
4000 და ზევით	0.07	0.1	0	–
სულ	69.7	100.0	91	საშ.1.3

ამრიგად, ჰიდროლოგიური პროგნოზირების ეს ორივე მეთოდი ეყრდნობა ატმოსფერული ნალექების რაოდენობასა და სისშირეს. პირველი მეთოდი მეტად მარტივია, მაგრამ როგორც პრედიქტორების განსაზღვრის, ასევე თვით განტოლების ამოხსნის ცდომილების გამო დღევანდელ მოთხოვნებს ვერ აკმაყოფილებს. მეორე მეთოდი რთული და საიმედოა, მაგრამ აქაც ატმოსფერული ნალექების გაზომვების საშუალებები გარკვეულ ცდომილებას იწვევს.

ამრიგად წვიმის წყლის ჩამონადენის გაანგარიშების მეთოდიკა შესაძლებელია დამუშავდეს გენეტიკური თეორიის საფუძველზე, რომელშიც ატმოსფერულ ნალექებზე დაკვირვებულ მასალებში გამოყენებული იქნება, სტანდარტულ დონეზე გაზომილი რადიოლოკაციური მონიტორინგის სისტემა, რაც საგრძნობლად გაზრდის გამოთვლების საიმედოებას.

ამრიგად, ანალიზურ გაანგარიშებაში, დაფუძნებული ჩამონადენის წარმოქმნის (გენეზისის) პრინციპებზე, გათვალისწინებული უნდა იქნას მდინარეთა აუზებში ზედაპირული ჩამონადენის ფორმირების კავშირის მიზეზობრივ და გამომწვევ ფაქტორებს შორის. კერძოდ, მეტეოროლოგიური ელემენტებით (თხევადი ნალექი) გამოწვეული ჩამონადენის ფორმირება წყალშემკრები აუზის ნებისმიერი ფართიდან.

წვიმის წყლის ჩამონადენი შეიძლება წარმოვადგინოთ ინტეგრალური ფორმით

$$Q_t = f_1 h_1 + f_{t-1} h_2 + \dots + f_1 h_t = \sum_{k=1}^t f_k h_{t-k+1} = \sum_{k=1}^t f_{t-k+1} h_k$$

რომელიც ნ.დოლგოვისა და მკველიკანოვის შრომებში [8-9] გენეტიკური ფორმულის სახელწოდებით არის ცნობილი და მას შემდეგი სახე აქვს:

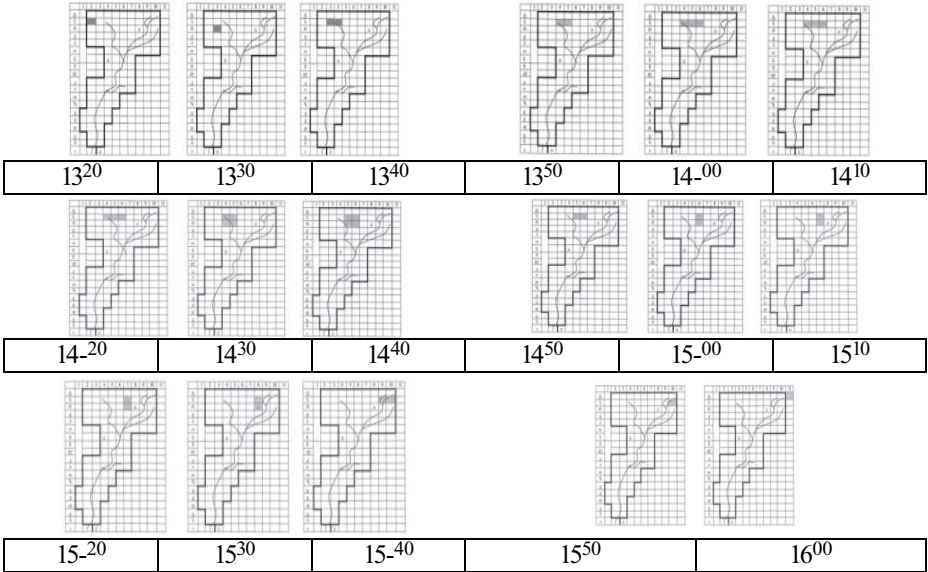
$$Q_t = \int_0^t \frac{\partial f}{\partial t} (X - P) dt \quad \left| \quad \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right. \quad (1)$$

$$Q_t = \int_0^t \frac{\partial f}{\partial t} h dt$$

სადაც, დროის t მომენტისათვის - Q_t ჩამონადენის ხარჯია; f - ერთდროული ჩამონადენის ფართობი, რომელიც ჩამკეტი კვეთისათვის წარმოადგენს ფუნქციას წყლის გარბენის დროის და მდინარის დინების სიჩქარის; X - წვიმის წყლის ფენის სიმაღლე; P - ჯამური დანაკარგები დროში; $h=X-P$ - ჩამონადენის ფენა.

ვინაიდან ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენს მდ.იორის სოფ.ღელღოვანთან (ჩამკეტი კვეთი) ხელოვნური ზემოქმედების შედეგად ჩამონადენის გაანგარიშება, (1)-ის გამოყენებით. დავადგინეთ აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელის სხვადასხვა ფართიდან მოსული, ელემენტალური ჯამური ჩამონადენის მოცულობა, გარბენის დროის გათვალისწინებით. კერძოდ, მდ.იორის ზემო წელი (სოფ.ღელღოვანამდე) დავეყავით 190 თანაბარი ფართის (5 კმ²) კვადრატებათ, თვითეული კვადრატიდან ვიანგარიშეთ გარბენის დრო (ნახ.1.ა.). რადიოლოკაციური კომპლექსით, ლოკაციის ხილვადობის არეალში (100-200 კმ რადიუსი) განსაზღვრული იქნას მდინარის ცალკეულ აუზში მოსული ნალექების ინტენსივობა დროის ერთეულში, დადგინილი იქნას ის ფართი რომელზედაც აღნიშნული ნალექი მოვიდა. (ნახ.1. ბ.).

გავიანგარიშეთ მდ.იორს ზემო წელში 1985 წლის 25 მაისს ღრუბელთა სისტემაზე წარმოებული ზემოქმედების შედეგად მიღებული ჩამონადენი (ჩამკეტი კვეთი სოფ.ღელღოვანი, აუზის ფართობი 494 კმ², მდინარის სიგრძე 43კმ, მდინარის დახრილობა 30‰, გარბენის დრო 8-10 სთ, ჩამონადენის კოეფიციენტი 0.35). გამოთვლის შედეგები მოცემულია ნახ.2-ზე და ცხრ.2-ში მოყვანილია გამოთვლის შედეგები.

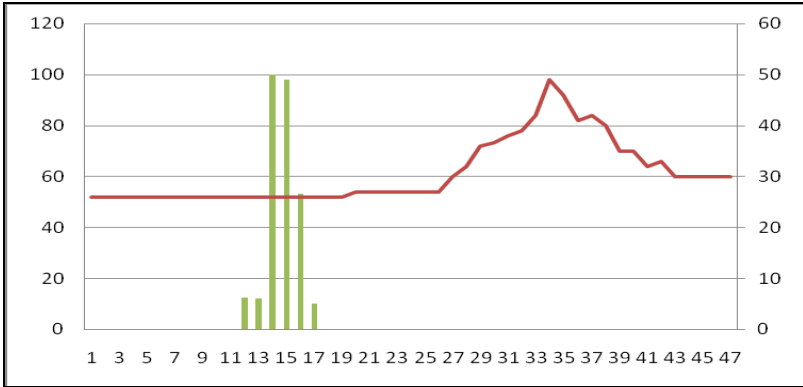


ნახ.2. მდ.იორის აუზის ზემო წელში 1985 წლის 25 მაისს დრუბელის სისტემის გადაადგილება

ცხრილი 2 ექსპერიმენტის გამოთვლის შედეგები

მდ.იორის აუზის კატორჯი, კმ	მდ.იორის კატორჯი, კმ	მდ.იორის ნაღველი															Σhf	მდ.იორის						
		13²⁰-13³⁰	13³⁰-13⁴⁰	13⁴⁰-13⁵⁰	13⁵⁰-14⁰⁰	14⁰⁰-14¹⁰	14¹⁰-14²⁰	14²⁰-14³⁰	14³⁰-14⁴⁰	14⁴⁰-14⁵⁰	14⁵⁰-15⁰⁰	15⁰⁰-15¹⁰	15¹⁰-15²⁰	15²⁰-15³⁰	15³⁰-15⁴⁰	15⁴⁰-15⁵⁰			15⁵⁰-16⁰⁰					
ს	2	5	2,0																		2,0	0,2		
ს	3	5																				5,0	0,5	
რ	3	5		3,5																		3,5	0,3	
ს	4	5			5,0	4,5	5,5	5,0	11,0	21,0												52,0	5,1	
რ	4	5								21,0												21,0	2,0	
ს	5	5				4,5	5,5	5,0	11,0	21,0	12,5	5,0										64,5	6,3	
რ	5	5								21,0	12,5											33,5	3,3	
ს	6	5							5,0	11,0	12,5		7,0									35,5	3,5	
რ	6	5								12,5		7,0										19,5	1,9	
ს	7	5												6,5	4,5							11,0	1,1	
რ	7	5												6,5	4,5							11,0	1,1	
ს	8	5														4,5						4,5	0,4	
რ	8	5														4,5						4,5	0,4	
ს	9	5																			3,5	0,3		
ს	10	5																			3,5	1,0	4,5	0,4
			2,0	3,5	10,0	9,0	11,0	15,0	33,0	84,0	50,0	5,0	14,0	13,0	9,0	9,0	7,0	1,0				275,5	26,8	

ამრიგად, ლიმნიგრაფის ბაფთის გაშიფრუხას აღმოჩნდა, რომ მოსული ატმოსფერული ნალექების ჩამონადენი გაანგარიშება (გარბუნის დროის გათვალისწინებით) ემთხვევა მდინარე იორის დონის მატებას, კერძოდ, წვიმის დაწყებიდან 8 საათის შემდეგ მდინარეში ნალექის შესაბამისად დონემ იმატა, რაც გამოსახულია ნახაზ 3-ზე.



ლიმნიგრაფის ბაფთის გაშიფრის დრო, სთ.

8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6	8
---	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ცინცაძე თ., სვანიძე გ., ბეგალიშვილი ნ. 1985, რანდომიზირებულ ექსპერიმენტში კონვექტიური ღრუბლიდან ნალექების გაზრდის ეფექტიანობის დადგენის ჰიდროლოგიური მეთოდის შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 117 №1, გვ. 117-120, (რუსულ ენაზე).
2. ცინცაძე თ. 1986, ღრუბელთა სისტემებზე ანთროპოგენური ზემოქმედებით მდინარის ჩამონადენის ფორმირების მათემატიკური მოდელირება. კრაკოვი, პოლონეთი, საერთაშორისო კონფერენციის “ჰიდროლოგიური პროცესები წყალშემკრებზე” შრომათა კრებული, გვ. 205-210, (ინგლისურ ენაზე).
3. Справочник по климату СССР, вып.14., ч.IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л., Гидрометеоиздат, 1970, 425 с.
4. Румианцев В.А., Кондратьева С.А., Капотова Н.И., Ливанов Л.А. Опыт разработки и применения математических моделей бассейнов малых рек. Л., Гидрометеоиздат, 1985. 93 с.
5. Расчеты паводочного стока. Методы расчетов на основе мирового опыта. Л., Гидрометеоиздат, 1978, 363 с.
6. Грани гидрологии. Т. II, Л., Гидрометеоиздат, 1975, 544 с.
7. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. Л., Гидрометеоиздат, 1990, 364 с.
8. Великанов М.А. Композиционный метод нахождения кривой распределения для пиковых расходов весеннего половодья. Метеорология и гидрология, №3, 1949.

9. Долгов Н.Е. основные положения теории стока ливневых вод. Гидрологический вестник, 1916.

უაკ 551.509:551.556/047

რადიოლოკაციური მონაცემების გამოყენება ჰიდროლოგიურ გაანგარიშებებში. /თ.ცინცაძე, ო.შველიძე, ნ.ცინცაძე/ ჰმ-ის შრომათა კრებულში.-2010.-ტ.114.-გვ.69-75.-ქართ., რუმს.ქართ., ინგლ., რუს.

რადიოლოკაციური სადგურის ინფორმაციაზე დაყრდნობით და გენეტიკური ფორმულის გამოყენებით გაანგარიშებულია მდ.იორის – სოფ.ლელოვანთან, 1985 წლის 25 მაისს ჩატარებული დრუბელზე აქტიური ზემოქმედების შედეგად მიღებული წვიმის წყლის ჩამონადენი

UDC 551.509:551.556/047

Application of radio-location data in hydrological calculations /T.Tsintsadze, O.Shvelidze, N.Tsintsadze/.Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2010.-V.114.-p.69-75.-Georg., Summ.:Georg.,Eng.,Russ.

Based on the radio-location station information and via usage of the genetic formula, the rain water runoff received as a result of the active influence exerted on the cloud on May 25, 1985 near village Lelovani – riv. Iori has been calculated.

УДК 551.509:551.556/047

Использование радиолокационных данных для гидрологических расчетов. /Т.Н.Цинцадзе, О.А. Швелидзе, Н.Т.Цинцадзе/. Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2010. – т.114. – с.69-75. – Груз., рез.: Груз.,Анг.,Русск..

На основании информации радиолокационной станции и использованием генетической формулы стока, рассчитан дождевой сток р.Иори у створа Леловани по итогам активного воздействия на облака проведенный 25 мая 1985 года.

III. ღრუბლებზე ზემოქმედებით გამოწვეული ნალექთა დაბინძურება.

III. Precipitation pollution caused by cloud seeding.

III. Загрязнение осадков, вызванные воздействием на облака.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი №114

TRANSACTIONS OF THE GEORGIAN INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY, VOL.114

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИИ, ТОМ № 114

მ. სალუქვაძე

პ.მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და

ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

თ.სალუქვაძე

მ.ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი

უაპ 550.42;54.064

**ატმოსფერულ ნალექებში ტყვიისა და იოდის კონცენტრაციების
დამოკიდებულება ბრომა საწვინარ ღრუბლებზე ზემოქმედების
დაწყების მომენტიდან გასულ დროზე**

ღრუბლებზე ზემოქმედების ნორმალურად ჩატარების შეფასება შესაძლებელია ზემოქმედებაქმნილი ღრუბლებიდან მოსულ ნალექებში ზემოქმედების პროდუქტების (ჩვენს შემთხვევაში Pb და I) კონცენტრაციის დონის შემოწმებით. წინამდებარე ნაშრომში დეტალურად არის გამოკვლეული იმ რეგიონის ნალექების ქიმიური შემადგენლობა, სადაც ზემოქმედება სწარმოებდა (J.III.Абесалашვილი и др.,1972). გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ იმ დღეების ნალექებში, როცა ზემოქმედება ტარდება, Pb-ის და I-ის შემცველობები თითქმის 2 - 2,5-ჯერ აღემატება ისეთ ნალექებში ამ ელემენტების შემცველობას, როცა ზემოქმედების ოპერაცია ჩატარებული არ ყოფილა. ეს თითქმის ცალსახად მიუთითებს, რომ Pb და I-ის კონცენტრაციის ზრდა დამოკიდებული უნდა იყოს ზემოქმედებაზე. მაგრამ ისიც აშკარაა, რომ ზემოქმედების დღეებში გაზრდილია ნალექებში ძირითადი იონების კონცენტრაციაც (J.III.Абесалашვილი и др.,1972). ეს კი შედეგია იმისა, რომ დღეები, როცა სეტყვასაშიში და სეტყვიანი ღრუბლების განვითარებას აქვს ადგილი, ხასიათდება ატმოსფეროს ძლიერი ტურბულენტური მოძრაობებით, რაც იწვევს ატმოსფეროში და შემდეგ ნალექებში ტერიგენული აეროზოლების მომატებული რაოდენობის მოხვედრას. ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ ზემოქმედების დღეებში ნალექებში Pb და I-ის კონცენტრაციის ზრდა ნაწილობრივ მაინც შეიძლება იყოს განპირობებული ზემოთაღწერილი მოვლენის გამო.

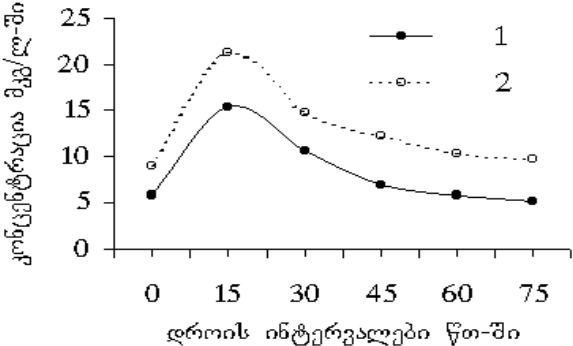
აღნიშნულ ნაშრომში ჩვენ შევეცადეთ გამოგვეკვლია თუ როგორ იცვლება Pb და I-ის კონცენტრაცია ნალექებში ღრუბელზე ზემოქმედების დაწყებიდან გასულ დროსთან კავშირში.

ამ მიზნისათვის გამოვიყენეთ გასულ წლებში აღმოსავლეთ საქართველოში (თელავის რ-ნი სოფ. რუისპირი) წარმოებული ატმოსფერული ნალექების ფრაქციულად აღებული სინჯების ქიმიური ან-

ალიზის შედეგები. ნალექის ფრაქციულად აღება ხდებოდა ნალექის მოსვლის დასაწყისიდან ყოველ 15 წუთში. მართალია ნალექების ქიმიურ შემადგენლობაზე დაკვირვების პერიოდი მრავალ წელს მოიცავს (1966 - 1979წწ.), ისეთი სინჯების რაოდენობა, როცა დაცული იყო ზემოთხსენებული პირობები, 63-ს არ აღემატება. თითოეულ 15 წუთიან დროით ინტერვალში სინჯების რაოდენობა იცვლება 6-დან 14-მდე. მართალია ასეთი მონაცემების გასაშუალებული მნიშვნელობების საიმედოობა შედარებით დაბალია, მაგრამ პირველადი შეფასებისათვის ნამდვილად გამოდგება.

Pb და I-ის კონცენტრაციის დინამიკის სრული სურათის წარმოდგენისათვის შესწავლილი იქნა ზემოქმედებაქმნილი ღრუბლებიდან ზემოქმედებამდე მოსული ნალექების ქიმიური შემადგენლობა. დროის ამ ინტერვალს პირობითად ვუწოდეთ ნულოვანი ინტერვალი. შემდეგი 15 წუთიანი ინტერვალი შეესაბამება მომენტს, როცა სინჯი აღებული იქნა ზემოქმედების დაწყებიდან 7,5±22,5 წუთის განმავლობაში. ასევე 30 წუთიანი ინტერვალში ჩართულია იმ სინჯების ქიმიური ანალიზის შედეგები, რომელიც აღებულია ზემოქმედების დაწყებიდან 22,5±37,5 წუთის განმავლობაში და ა.შ.

გაანალიზებულია შემთხვევები, როცა ზემოქმედების ხანგრძლივობა არ აღემატებოდა 15 წუთს. ეს ძირითადად არის ერთუჯრედიან ღრუბლებზე ზემოქმედების შემთხვევები.



ჩვენს მიერ ჩატარებული ანალიზის შედეგები ნაჩვენებია ნახ.1-ზე.

ნახ. 1. ატმოსფერულ ნალექებში ტყვიისა(1) და იოდის(2) კონცენტრაციების მნიშვნელობების ზემოქმედების დაწყებიდან გასულ დროსთან დამოკიდებულების გრაფიკი

როგორც გრაფიკიდან ჩანს, ნალექის სინჯებში, რომელიც წინ უსწრებდა ზემოქმედების დაწყებას, Pb და I-ის კონცენტრაცია დაახლოებით ისეთივეა, როგორიც საერთოდ ზემოქმედების დღეებში (ქ.III.

Абесалашвили и др., 1976) სინჯები, რომლებიც აღებულია ზემოქმედების დაწყებიდან 15 წუთში, ხასიათდება Pb და I-ის მომატებული (2,5 და მეტიც) კონცენტრაციით. ინტერვალების რიცხვის ზრდასთან ერთად ტყვიისა და იოდის კონცენტრაციები სწრაფად ეცემა და თითქმის ზემოქმედების დაწყებიდან ერთი საათის გასვლის შემდეგ უახლოვდება ზემოქმედებიანი დღეებისათვის დამახასიათებელ მათ ფონურ მნიშვნელობებს.

Pb-სა და I-ის დროში სინქრონული ცვლილება მიუთითებს იმაზე, რომ ჩვენს მიერ გაანალიზებულ ატმოსფერულ ნალექებში Pb-ის კონცენტრაციის ზრდა ძირითადად მაინც დამოკიდებულია ზემოქმედებასთან და არა ატმოსფეროს მდგომარეობაზე ზემოქმედების დღეებში, რადგანაც I-ის წყაროს ატმოსფეროში მხოლოდ ზღვის წყალი წარმოადგენს.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ატმოსფერულ ნალექებში ტყვიისა და იოდის კონცენტრაციის ნახტომისებური ზრდა ზემოქმედების დაწყებიდან 15 წუთის გასვლის შემდეგ შეიძლება მივაწეროთ ზემოქმედებას, ხოლო ამ ნახტომზე მიწის ზედაპირიდან ატმოსფერულ ნალექებში მოხვედრილი ტყვიის რაოდენობის გავლენა უმნიშვნელოა. ზემოქმედებაქმნილი დრუბლებიდან მოსულ ნალექებში ამ ნივთიერებათა კონცენტრაციის ფონურ მნიშვნელობამდე დაცემა ხდება არა უადრეს 45 წუთისა.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Абесалашвили Л.Ш., Карцивадзе А.И., Карсанидзе Н.И., Супаташвили Г.Д. 1972: Исследование химического состава атмосферных осадков в районе активного воздействия на облака. Труды Института геофизики АН Грузии, изд. "Мецნიერება", т. 28, с. 125-130.
2. Абесалашвили Л.Ш., Супаташвили Г.Д. 1976. Влияние активных воздействии на содержание свинца и йода в атмосферных осадках Алазанской долины. Труды Тбилисского Государственного Университета, т. 178, Тбилиси, с. 15-26.

უკ 550.42;54.064

ატმოსფერულ ნალექებში ტყვიისა და იოდის კონცენტრაციების დამოკიდებულება გროვა საწვიმარ დრუბლებზე ზემოქმედების დაწყების მომენტიდან გასულ დროზე/მ.სალუქვაძე, თ.სალუქვაძე/. შპი-ს შრომათა კრებული -2007.-ტ.114.-გვ.85-96.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. ნაშრომი ეძღვნება გროვა საწვიმარი დრუბლებიდან მოსულ ნალექებში ზემოქმედების პროდუქტების (Pb და I) კონცენტრაციის დროში ცვალებადობის შესწავლას. დადგენილია, რომ ზემოქმედების დაწყებიდან 15 წუთში Pb-ის და I-ის კონცენტრაციები 2,5-ჯერ აღემატება მათ შესაბამის მნიშვნელობებს ზემოქმედების დაწყებამდე. კონცენტრაციები თავის ფონურ მნიშვნელობებს აღწევს ზემოქმედების დამთავრებიდან 40-50 წუთის გასვლის შემდეგ. ილ.1, ლიტ.დას.2.

UDC 550.42;54.064

Dependence of concentration Plumbum and Iodine in atmospheric precipitation from time, past from a beginning of influence on Cumulonimbus clouds. /M.Salukvadze, T. Salukvadze/.Translations of the Institute of Hydrometeorology.-2007.-V.114.-p.85-96.-Georg. Summ.Georg.,Eng.,Russ.

The work is devoted to study of changes of concentration of products of influence (Pb and I), in the atmospheric precipitation which has dropped out of clouds, subjected to artificial influence. Is established, that of concentration of these elements in precipitation taken in 15 minutes the ambassador of a beginning of influence 2,5 times surpass to similar sizes at the moment of a beginning of influence. To the background meanings they come back after 40-50 minutes after ending influence have passed. Fig.1,Ref.2.

УДК 550.42;54.064

Зависимость концентраций свинца и йода в атмосферных осадках от времени, прошедшего от начала воздействия на кучево-дождевые облака.. /М.Т.Салуквадзе,Т.Г. Салуквадзе/. Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. - 2007.-т.114.-с.85-96.- груз.; груз., англ., рус.

Работа посвящается изучению изменений концентраций продуктов воздействия (Pb и I), в атмосферных осадках, выпавших из облаков, подвергнутых искусственному воздействию. Установлен, что концентраций этих элементов в осадках, взятых через 15 минут после начала воздействия, 2,5 раза превосходит аналогичным величинам в момент начала воздействия. К своим фоновым значениям они возвращаются по прошествии 40-50 минут после окончания воздействия. Рис.1,лит.2.

მ. სალუქვაძე

მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და
ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

თ.სალუქვაძე

მ.ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი

შპპ 550.42;54.064

**შიდამასიური ბანშითარების ერთუჯრედიანი ღრუბლებიდან
მოსულ ნალექებში და მიწისპირა აეროზოლებში Pb-ის,
I-ისა და Cu-ის შემცველობის დამოკიდებულება ამ
ღრუბლებში შატანილი ტყვიის იოდიდის რაოდენობაზე**

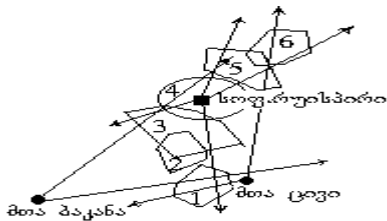
ალახნის ველის ატმოსფერული ნალექების ქიმიურ შემადგენლობაზე ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების გავლენას სწავლობდნენ ა.ქარცივაძე, გ. სუპატაშვილი, ლ. აბესალაშვილი და სხვ (Г. Д. Супаташвили и др. 1972; Л. Ш. Абесалашвили и др. 1972). მათ მიერ გამოკვლეულ იქნა მიწისპირა აეროზოლებისა და ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შემადგენლობის დროში და სივრცეში გასაშუალებელი მნიშვნელობები და მოკვნილ იქნა კავშირი წლის განმავლობაში ატმოსფეროში ღრუბლებზე ზემოქმედების დროს გაბნეული აქტიური რეაგენტის (PbI_2) რაოდენობასა და აეროზოლებში და ნალექებში Pb, I და Cu-ის შემცველობას შორის. საკითხისადმი ასეთნაირად მიდგომისას ძნელია იმის დადგენა, თუ რის შედეგია ესა თუ ის დამოკიდებულება საკვლევ სიდიდეებს შორის.

წინამდებარე ნაშრომში ჩვენ შევეცადეთ ყოველი ცდის შედეგი (ცდას ვუწოდებთ ღრუბელზე აქტიურ ზემოქმედებას და ამ ღრუბელიდან მოსული ნალექისა და ერთდროულად აღებული აეროზოლის სინჯის ქიმიურ ანალიზების ერთობლიობას) გაგვეანალიზებინა ცალკე-ცალკე. სსენებულ ნაშრომში ჩვენ განვიხილავთ ერთუჯრედიან შიდამასიური განვითარების ღრუბლებს, რომლებიც ვითარდებოდნენ ერთ გარკვევულ ადგილას და შემდეგ გადაადგილდებოდნენ ნალექისა და აეროზოლის სინჯების აღების ადგილისაკენ.

ცდის დროს რადიოლოკატორით ფიქსირდებოდა ღრუბლის რადიოექოს ჰორიზონტალური კვეთი დაახლოებით 4 - 6 კმ-ის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან. იმ მეთოდის თანახმად, რომლითაც სწარმოებდა ღრუბლებზე ზემოქმედება, რეაგენტი შეჰქონდათ უპირატესად ზემოთსენებული კონტურის შიგნით და ის შეძლებისდაგვარად განაწილებული უნდა ყოფილიყო თანაბრად.

ცდები შერჩეულ იქნა ისეთნაირად, რომ ღრუბლებს გარდა ერთნაირი გენეზისისა, უნდა ჰქონოდათ თითქმის ერთნაირი მაქსიმალური სიმაღლე (10-12კმ.) და მოძრაობის თითქმის ერთნაირი ტრაექტორია. იმის გამო, რომ ისინი ხასიათდებოდნენ სექცვასაშიშროების სხვადა-

სხვა მნიშვნელობებით და ხსენებული კვეთის სხვადასხვა სიდიდით, მათში შეყვანილ იყო სხვადასხვა რაოდენობის აქტიური რეაგენტი. ნახ.1-ზე წარმოდგენილია ერთ-ერთი ცდის სქემატური გამოსახულება. სქემაზე შეკრული ტექნიკური შეესაბამება ღრუბლის რადიოექოს ჰორიზონტალურ ჭრილს 5,4 კმ-ის სიმაღლეზე. ნომრები კონტურებს შიგნით აღნიშნავენ რადიოექოზე დაკვირვების დროის გარკვეულ მომენტს, რომელთა შორის სხვაობა 4-6 წუთის ტოლია. მრგვალი წერტილებით აღნიშნულია რეაგენტიანი რაკეტების გაშვების ადგილები. ისრების ხაზებით შემოსაზღვრულია რაკეტების გაშვების ჰორიზონტალური კუთხეები. ოთხკუთხედი წერტილით სქემაზე აღნიშნულია სინჯების ადების ადგილი (თელავის რ-ნი, სოფ. რუისპირი). ყოველი ცდის დროს ცნობილი იყო ზემოქმედების დაწყებისა და დამთავრების დრო. ნალექისა და აეროზოლების სინჯების ადების დრო ყოველთვის თავსდებოდა დროის ზემოთ-ხსენებულ ინტერვალში.



ნახ. 1. ერთ-ერთი ცდის სქემატური გამოსახულება

ცდების საერთო რაოდენობა, რომელიც აკმაყოფილებდა ყველა ზემოთჩამოთვლილ პირობას, მოცემულ შემთხვევაში, შემოსაზღვრება 54-ით. აქედან 35 შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა სხვადასხვა ინტენსივობის ზემოქმედებას.

პარალელურად გაანალიზებულ იქნა ისეთი შემთხვევებიც (სულ 19 შემთხვევა), როცა ღრუბლის წარმოშობის ადგილი და განვითარების ისტორია თითქმის ისეთივე იყო, როგორც ზემოთაღწერილ შემთხვევებში, მაგრამ მათი არასეტყვასაშიშროების გამო მათზე ზემოქმედება ჩატარებული არ ყოფილა. ასეთი ღრუბლები თავისი განვითარების ტიპით (ერთუჯრედიანი, შიდამასიური ხასიათის) ისეთივე იყო, როგორც ზემოთნახსენები ღრუბლები, მაგრამ განვითარების სიმძლავრით ჩამოუვარდებოდა მათ. ასეთი ღრუბლების სეტყვასაშიშროების კოეფიციენტი არ აღემატებოდა 0,3-0,4.

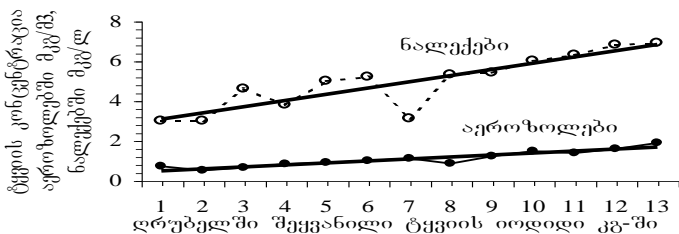
არაზემოქმედებაქმნილი ღრუბლების ჩართვა შემოთავაზებულ ანალიზში განპირობებულია იმით, რომ საჭიროა გეკონდეს გასანალიზებელი სიდიდეების ე.წ. ფონური მნიშვნელობები.

ძირითადი ყურადღება გამახვილებული იყო ნალექებში და აეროზოლებში Pb-ის და I-ის შემცველობაზე. პარალელურად ისაზღვრებოდა Cu-იც. ეს უკანასკნელი აღებული იყო, როგორც საკონტროლო ელემენტი, რადგანაც ზემოქმედების რეაგენტი მას არ შეიცავს, მისი ძირითადი წყარო ნიადაგია, სადაც იგი ხვდება სასოფლოსამეურნეო კულტურებზე აგროქიმიური ოპერაციების ჩატარების დროს.

საქართველოს ატმოსფერული ნალექებში Pb-ის, I-ის და Cu-ის შემცველობის ფონურ მნიშვნელობად ითვლება 2,3მკგ/ლ, 4,9მკგ/ლ და 1,2მკგ/ლ შესაბამისად (Л.Ш. Абесалашвили и др., 1972).

არაზემოქმედებაქმნილი ღრუბლებისათვის ჩვენს შემთხვევაში ამ სიდიდეების საშუალო მნიშვნელობები ოდნავ აღემატება ზემოთმოყვანილ მნიშვნელობებს. (Pb-სთვის იგი ტოლია 2,6მკგ/ლ-სა, იოდისთვის - 5,1მკგ/ლ და სპილენძისთვის - 1,5მკგ/ლ). ამის მიზეზი, ალბათ, გახლავთ ის, რომ ფონური მნიშვნელობების დადგენისას იღებდნენ ყველა სინჯს, აღებულს აპრილის დასაწყისიდან ოქტომბრის ბოლომდე. ჩვენს შემთხვევაში ცდების უმრავლესობა მოდის სექტევიანობის თვალსაზრისით შედარებით უფრო აქტიურ თვეებზე (მაისი-ივნისი და აგვისტო-სექტემბერი), რომელიც ძლიერი კონვექციური და ტურბულენტური მოძრაობებით ხასიათდება (ზ. ხვედელიძე, 1998).

ზემოქმედებაქმნილი შიდამასიური პროცესის ერთუჯრედიანი



ღრუბლების შემთხვევაში ნალექებში ტყვიის საშუალო შემცველობა 6,15მკგ/ლ ტოლია, იოდის - 8,4, ხოლო სპილენძის - 1,4მკგ/ლ.

რაოდენობრივად იქნა შეფასებული კაეშირი PbI_2 -ის რაოდენობასა და შესაბამის ნალექებსა და აეროზოლებში Pb-ის შემცველობას შორის. გრაფიკულად ეს დამოკიდებულება ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე.

ნახ.2. ზემოქმედების დროს გახარჯული რეაგენტის რაოდენობაზე ატმოსფერულ ნალექებში და აეროზოლებში ტყვიის შემცველობის დამოკიდებულების გრაფიკი.

გახარჯული რეაგენტის იმ რაოდენობებისათვის, რომელებთანაც საქმე გვექონდა ჩვენი ცდების დროს (გახარჯული რეაგენტის რაოდენობა ერთი ცდის დროს 80კგ-ს არ აღემატებოდა. ეს განპირობებული იყო იმით, რომ საქმე გვექონდა სუსტ და საშუალო განვითარების სექვასაშიშ დრუბლებთან), ეს დამოკიდებულება წრფივია. საკმაოდ მაღალი მნიშვნელობა აქვს წრფივი კორელაციის კოეფიციენტს. ($r=0,89$).

აგრეთვე წრფივი დამოკიდებულებაა ნალექებში Pb-ისა და I-ის შემცველობებს შორისაც. ეს მოსალოდნელიც იყო, რადგანაც ალაზნის ველზე ატმოსფეროში იოდის მოხვედრის სხვა წყარო თითქმის არ არსებობს, ზემოქმედების გარდა. მაღალია შესაბამისი კორელაციის კოეფიციენტიც - $r=0,95$. ანალოგიურად იქნა გამოკვლეული აეროზოლებში ტყვიის შემცველობაც (იხ.ნახ.2). მასზე ნაჩვენებია გრაფიკული დამოკიდებულება

ბუღება სოფ. რუისპირში აღებული ჰაერის სინჯებში ზემოქმედების მასშტაბსა და ამ სინჯებში ტყვიის შემცველობას შორის. ჩვენთვის საინტერესო ტყვიის იოდის რაოდენობისათვის ეს დამოკიდებულებაც წრფივია. აქ საინტერესოა ერთი გარემოების ხაზგასმა. ზემოთხსენებულ ორ სიდიდეს შორის კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა შედარებით დაბალია ($r_{kor}=0,6$).

ალაზნის ველისათვის ჰაერში ტყვიის შემცველობის ფონურ მნიშვნელობად ითვლება $1,17\text{მკგ/მ}^3$. ჩვენ შემთხვევაში იგი ტოლია $1,4\text{მკგ/მ}^3$. ეს უკანასკნელი ემთხვევა დიდი ქალაქებისათვის ჰაერში ტყვიის შემცველობის მნიშვნელობას (Farn P., Parungo O.R.I., 1970).

ამრიგად, შეიძლება ჩაითვალოს, რომ გამოკვლეულია და დამყარებულია რაოდენობრივი კავშირები ალაზნის ველის ერთუჯრედიანი, შიდამასიური პროცესებისათვის დამახასიათებელი დრუბლებიდან მოსულ ატმოსფერულ ნალექებსა და მიწისპირა აეროზოლებში ტყვიის, იოდის და სპილენძის შემცველობებსა და ზემოქმედების მასშტაბებს შორის.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. xvedeliZe z. 1998: sinoptikuri meteorologia. Tbilisi, Tbilisis saxelmwifo universutetis gamomcemloba., 190 gv.
2. Farn P., Parungo O.R.I., 1970, J. Appl. Meteorology Am. Met. Soc., vol.10, p. 86-94.
3. Абесалашвили Л.Ш., Карцивадзе А.И., Карсанидзе Н.И., Супаташвили Г.Д. 1972: Исследование химического состава атмосферных осадков в районе активного воздействия на облака. Труды Института геофизики АН Грузии, изд. "Мецниереба", т. 28, с. 125-130.
4. Супаташвили Г.Д., Карцивадзе А.И., Абесалашвили Л.Ш., Карсанидзе Н.И. 1972. Микроэлементы в атмосферных осадках Алазанской долины. Вестник АН Грузии, т. 66, №1, с. 121-124.

უაკ 550.42;54.064

შიდამასიური განვითარების ერთჯერდიანი ღრუბლებიდან მოსულ ნალექებში და მიწისპირა აეროზოლებში Pb-ის, I-ისა და Cu-ის შემცველობის დამოკიდებულება ამ ღრუბლებში შეტანილი ტყვიის იოდიდის რაოდენობაზე /მ. სალუკვაძე, თ.სალუკვაძე/ ჰმი-ს შრომათა კრებული -2007.- ტ.114.-გვ.85-96.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ნაშრომში განხილულია ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების დროს მათში შეტანილი ტყვიის იოდიდის რაოდენობის გავლენა ამ ღრუბლებიდან მოსულ ნალექებში და მიწისპირა აეროზოლებში ტყვიის, იოდისა და სპილენძის კონცენტრაციებზე. Pb-სა და I-ის კონცენტრაციები ნალექებსა და მიწისპირა აეროზოლებში, როცა ღრუბელში შეტანილი იყო არა უმეტეს 80 კგ ტყვიის იოდიდის აეროზოლი, 2-3-ჯერ აღემატება მათ ფონურ მნიშვნელობას, ხოლო Cu-ის კონცენტრაცია PbI_2 -ის რაოდენობისაგან არ არის დამოკიდებული. ილ.2.,ლიტ.დას. 4.

UDC550.42;54.064

Dependence of concentrations Pb, I and Cu in the precipitations which have dropped out of singlecell air-mass clouds and in lowest layer aerosols from an amount of lead iodide, brought in these clouds ./M. Salukvadze, T. Salukvadze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. -2007. - т.114. – p. 85-96 - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ. In the article the influence of an amount of lead iodide, brought in a singlecell air-mass cloud on concentrations Pb, I and Cu in precipitations and aerosols is investigated. Concentrations in precipitations and aerosols Pb and I, when in appropriate clouds was introduced no more than 80 kg. Lead iodide, 2-3 times exceed of their background significance, and the concentration Cu does not depend on an amount PbI_2 . Fig. 2.Ref. 4.

УДК550.42;54.064

Зависимость концентраций Pb, I и Cu в осадках, выпавших из одноячейковых внутримассовых облаков и в приземных аэрозолях от количества йодида свинца, внесённого в этих облаках../М.Т.Салуквадзе,Т.Г.Салуквадзе/. / Сб.Трудов Института Гидрометеорологии АН Грузии. –2007. – т.114. – с.85-96. – Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

В статье изучено влияние количества йодида свинца, внесённого в одноячейковое внутримассовое облако на концентраций Pb, I и Cu в осадках и аэрозолях. Концентраций в осадках и аэрозолях Pb и I, когда в соответствующих облаках было внесено не более 80 кг. йодида свинца, 2-3 раза превосходит их фоновое значения, а концентрация Cu не зависит от количества PbI_2 . Рис. 2, лит. 4.

IV. მეზომასშტაბური და ლოკალური ატმოსფერული პროცესების თეორიული მოდელირება .

IV. Theoretical modelling of mesoscale and local atmospheric processes.

IV. Теоретическое моделирование мезомасштабных и локальных атмосферных процессов.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი №114
TRANSACTIONS OF THE GEORGIAN INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY, VOL.114
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИИ, ТОМ № 114

დ. დემეტრაშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უკ 551.558.21:551.551.32

ჰაერის ფონური ნაკადის მიერ საძაბრთველო რელიეფის ბარსდინის მათემატიკური მოდელირების შედეგები

[1,2]-ში ამოხსნილი იყო თავისუფალ ატმოსფეროში ჰაერის ნაკადის მიერ მთის გარსდენის სივრცითი არასტაციონარული ამოცანა და რიცხვითი ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო მოდელური იზოლირებული მთის შემთხვევაში. წინამდებარე სტატიის მიზანია მოკლედ აღვწეროთ [1,2]-ში განხილული მოდელის საფუძველზე ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტების ზოგიერთი შედეგი საქართველოს რელიეფის გათვალისწინებით.

მოკლედ დავახასიათოთ მოდელის ძირითადი თავისებურებანი. მოდელს საფუძველად უდევს ატმოსფეროს ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრული სისტემა ჰიდროსტატიკურ მიახლოებაში, რომელიც შეიცავს დიდმასშტაბური ფონური პროცესის დამახასიათებელ მეტეოროლოგიურ სიდიდეებს. ვიხილავთ რა ტროპოსფეროში მოძრავ ჰაერის მასას როგორც იდეალურ სითხეს, ქვედა საზღვარზე მოიცემა ჰაერის ნაწილაკების სრიალის პირობა

$$w = u \frac{\partial \delta}{\partial x} + v \frac{\partial \delta}{\partial y}, \quad \text{როცა} \quad z = \delta(x, y),$$

ხოლო ზედა საზღვარზე – ტროპოპაუზის სიმაღლეზე

$$w = \frac{\partial H}{\partial t} + u \frac{\partial H}{\partial x} + v \frac{\partial H}{\partial y}, \quad \varphi' = 0, \quad \text{როცა} \quad z = H(x, y, t).$$

აქ u, v და w ჰაერის ნაკადის სინქარის მდგენელებია შესაბამისად x, y და z ღერძების გასწვრივ (z ღერძი მიმართულია მიწის ზედაპირიდან ვერტიკალურად ზემოთ, ხოლო x და y ღერძები - შესაბამისად აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთის მიმართულებით), $\delta(x, y)$ რელიეფის აღმწერი ფუნქციაა, φ' წნევის ანალოგის შემფოთებაა, ხოლო $H(x, y, t)$ თავისუფალი ზედაპირია, რომლის საშუალებითაც ხდება ამოხსნის არის ზედა საზღვრის მოდელირება. რელიეფთან დაკავშირებულ კოორდინატთა სისტემაში გადასვლის

შემდეგ ამოცანა ამოხსნილია ლაქს-ვენდროვის ორბიჯიანი მეთოდის გამოყენებით [3]. აღვნიშნოთ, რომ ამოცანის ასეთი ფორმულირება წარმოადგენს [4]-ში განხილული ორგანზომილებიანი მოდელის განზოგადოებას სამგანზომილებიანი რელიეფის შემთხვევაში.

საქართველოს ტერიტორიისათვის მოდელის რეალიზაციის მიზნით ამოხსნის არე იფარებოდა სათველელი ბადით, რომლის პარამეტრები იყო: ვერტიკალზე აიღებოდა 31 სათველელი დონე, ხოლო თითოეულ დონეზე ბადის მთავარი კვანძების რაოდენობა x და y ღერძების გასწვრივ შესაბამისად შეადგენდა 49 და 26-ს მუდმივი ჰორიზონტალური ბიჯებით $\Delta x = \Delta y = 12$ კმ. ვერტიკალური ბიჯი რელიეფთან დაკავშირებულ სისტემაში $\Delta z = 1/30 \approx 0.033$, რომელიც დეკარტის მართკუთხოვან კოორდინატთა სისტემაში შეესაბამება ბიჯს $\Delta z = 400$ მ შეუშვოთებელი თავისუფალი ზედაპირისა და $\delta(x, y) = 0$ შემთხვევაში. რელიეფისა და $\partial\delta/\partial x$, $\partial\delta/\partial y$ დახრილობების საწყისი მასივები მიიღებოდა 6კმ ბიჯის მქონე ბადის კვანძებში საქართველოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული რუკიდან. ამის შემდეგ ხდებოდა ამ მასივთა გაგლუვება [5]-ში წარმოდგენილი ფორმულის საშუალებით, რის შედეგადაც რელიეფისა და დახრილობების საბოლოო გაგლუვებული მნიშვნელობები მიიღებოდა სათველელი ბადის კვანძებში (12 კმ ბიჯით).

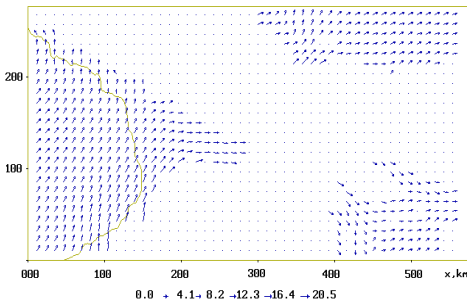
ჩატარებულ რიცხვით ექსპერიმენტებში თავისუფალი ზედაპირი $t = 0$ საწყის მომენტში მოიცემოდა 12 კმ სიმაღლეზე, ხოლო დროითი ბიჯის მნიშვნელობა $\Delta t = 2\sqrt{t}$ შეირჩეოდა გამოთვლითი არამდგრადობის კრიტერიუმის შესრულების გათვალისწინებით. ფონური დინება, რომლის პარამეტრები მოდელში აპრიორულად მოიცემოდა, ჩნდებოდა საწყის მომენტში და 2 სთ-ის განმავლობაში აღწევდა სტაციონარულ მდგომარეობას. გამოთვლის შედეგები განიხილებოდა ინტეგრების დაწყებიდან $t=10$ სთ მომენტისათვის, რის შემდეგაც მეტეოროლოგიური ველები მნიშვნელოვნად აღარ იცვლებოდნენ.

ერთ-ერთი რიცხვითი ექსპერიმენტი ჩატარებული იყო დასავლეთის ფონური დინების შემთხვევაში. როგორც ცნობილია ასეთი პროცესების განმეორებადობა საკმაოდ მაღალია წლის თბილ პერიოდში [6,7]. ფონური ქარის მდგენელები x და y ღერძების გასწვრივ აიღებოდა შემდეგნაირად: $U = 10$ მ/წმ, $V = 0$.

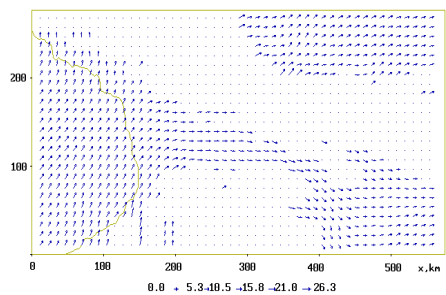
ნახ.1-ზე ნაჩვენებია ჰაერის დინების გათვლილი ვექტორული ველები 600 და 1000 მ სიმაღლეებზე ზღვის დონიდან. ამ სურათებიდან კარგად ჩანს, რომ დასავლეთის ფონური დინება გარკვეულ დეფორმირებას განიცდის. ამოხსნის არეში მოქცეული შავი ზღვის ნაწილი და კოლხეთის დაბლობი დასავლეთის დინებისათვის წარმოადგენს ქარპირა მხარეს, სადაც ჰაერის ნაკადი “შეიგრძნობს” მოახლოებული ოროგრაფიის არსებობას. ნახაზიდან კარგად ჩანს,

რომ შავი ზღვის ტერიტორიასა და კოლხეთის დაბლობზე ფონური დინება მოახლოებული მთის მასივების გავლენით გადაიხრება მარცხნივ ძირითადი მიმართულებიდან და უმეტესად მიმართულია სამხრეთ-დასავლეთიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთისაკენ. აჭარისა და აფხაზეთის სანაპიროებთან მიახლოებისას, რომლებიც ხასიათდებიან რელიეფის მკვეთრი ამაღლებით, ჰაერის ნაკადი მეტად უხვევს ჩრდილოეთით და აფხაზეთის სანაპიროებთან ქარის სიჩქარის x მდგენელი ნიშნისა ცი იცვლის. უნდა აღვნიშნოთ, რომ ქარპირა მხარეს ატმოსფეროს ქვედა ფენებში ჰაერის დინების გადახრა მარცხნივ ფონური ქარის მიმართულებიდან კორიოლისისა და წნევის გრადიენტის ძალების ერთობლივი მოქმედების შედეგია.

(ა)



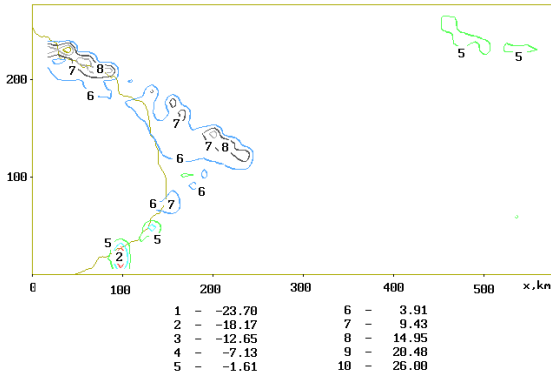
(ბ)



ნახ.1. დინების ველი დასავლეთის ფონური ქარის დროს ($U=10\text{მ/წმ}$) ზღვის დონიდან (ა) 600 და (ბ) 1000 მ სიმაღლეებზე.

მთის მასივთან მიახლოებისას ნაკადის მექანიკური დამუხრუჭების გამო კორიოლისის ძალა მცირდება და შესაბამისად ირღვევა წონასწორობა ამ ორ ძალას შორის. ამგვარად, კორიოლისისა და წნევის გრადიენტის ძალის ტოლქმედი მიმართული იქნება ფონური მიმართულებიდან მარცხნივ და ნაკადსაც შესაბამისად აიძულებს გადაიხაროს იმავე მიმართულებით. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ანალოგიური შედეგი მიღებულია აგრეთვე [8]-ში კავკასიის რეგიონში განვითარებული საშუალო მასშტაბის ატმოსფერული პროცესების მოდელირებისას დასავლეთის ფონური ქარის შემთხვევაში. რიცხვითი ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზმა აჩვენა, რომ სიმაღლის მატებასთან ერთად შემოფოთებული დინების მიმართულება თანდათან უახლოვდება ფონურს და ზღვის დონიდან დაახლოებით 6კმ სიმაღლეზე დინება კვლავ განედურ მიმართულებას დებულობს. გამონაკლისი კავკასიონის ქედის ზემოთ არსებული არეა, სადაც დაიკვირვება გადახრები ფონური მიმართულებიდან.

მთათაშორისო დადაბლება ჰაერის მასებისათვის წარმოადგენს დერეფანს, სადაც დასავლეთიდან შემოჭრილი ფონური დინება ვრცელდება აღმოსავლეთ საქართველოშიც თითქმის მიმართულების შეუცვლელად. ჰაერის მასების მოძრაობა ოროგრაფიულად არაერთგვაროვანი ქვეფენილი ზედაპირის ზემოთ წარმოშობს ვერტიკალურ სიჩქარეებს, რომლებიც ემატებიან სინოპტიკური პროცესებისათვის დამახასიათებელ შედარებით მცირე ვერტიკალურ სიჩქარეებს. ნახ.2-ზე ნაჩვენებია ვერტიკალურ სიჩქარეთა განაწილება ზღვის დონიდან 200მ სიმაღლეზე.



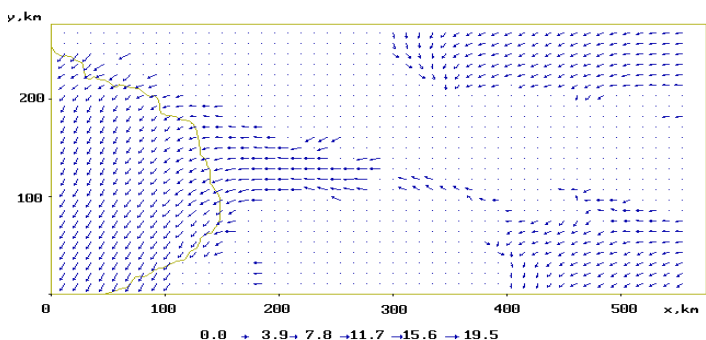
ნახ.2. ვერტიკალური სიჩქარის იზოწირები (სმ/წმ-ში) დასავლეთის ფონური ქარის დროს ($U=10$ მ/წმ) ზღვის დონიდან 200 მსიმაღლეზე.

კოლხეთის დაბლობის ტერიტორიაზე, რომელიც დასავლეთის ფონური ქარისათვის წარმოადგენს ქარპირა მხარეს, დაიკვირვება ჰაერის აღმავალი მოძრაობა, რაც ხელშემწეობს პირობებს ქმნის დრუბელთა განვითარებისა და ნალექებისათვის.

განსახილველი არის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში, რომელიც დაბლობს წარმოადგენს ჰაერის ნაკადი გადმოლახავს რა კავკასიონს, ქვემოთ ეშვება. ამიტომ აქ სჭარბობს დაღმავალი დენები. გათვლილი ტემპერატურის შემფოთებათა ველის ანალიზმა აჩვენა, რომ ტემპერატურის შემფოთებათა განაწილების სურათი ძირითადად ყალიბდება ვერტიკალური მოძრაობის გავლენით. იმ ადგილებში, სადაც ჰაერის აღმავალ დინებასა აქვს ადგილი, ადიაბატური გაფართოების გამო ჰაერი ცივდება, ხოლო დაღმავალი მოძრაობის რაიონებში ადიაბატური შეკუმშვის გამო - თბება. ამიტომაც კოლხეთის დაბლობის ტერიტორიაზე დასავლეთის ფონური ქარის დროს ძირითადად ადგილი აქვს ჰაერის გაცივებას, ხოლო ამოხსნის არის ჩრდილო-აღმოსავლეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილებში - ჰაერის გათბობას.

შემდეგი რიცხვითი ექსპერიმენტი ჩატარებული იყო აღმოსავლეთის ფონური ქარის შემთხვევაში. ცნობილია, რომ ასეთი სახის სინოპტიკური პროცესები ყველაზე მეტად დაიკვირვება წლის ცივ სეზონში [6,7]. ამ შემთხვევაში ფონური ქარის მდგენელები იყო $U=10$ მ/წმ, $V=0$.

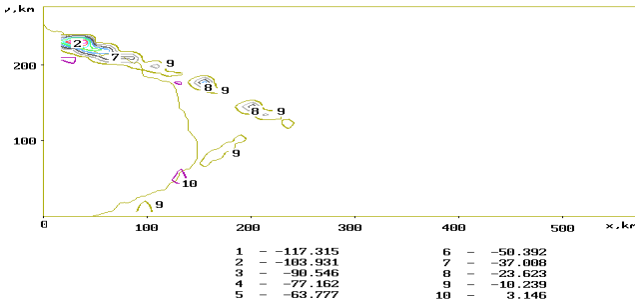
ნახ. 3-ზე ნაჩვენებია ჰაერის დინებათა ვექტორული ველი 800 მ სიმაღლეზე. ამ შემთხვევაში ჰაერის მასები შავი ზღვის ტერიტორიაზე გავრცელებისას იცვლიან მიმართულებას და გადაიხრებიან ფონური ქარის მიმართულებიდან მარცხნივ. ისევე როგორც დასავლეთის ქარის შემთხვევაში, ეს მოვლენა კორიოლისისა და წნევის გრადიენტის ძალების ერთობლივი მოქმედების შედეგია. ნახ.3-დან ჩანს, რომ ჰაერის დინებამ შესაძლოა ფონური შეუშფოთებელი დინების x მდგენელის საწინააღმდეგო ნიშანიც შეიძინოს. ეს მოვლენა დაიკვირვება იმ ადგილებში, სადაც მთა ნაკადის მიმართ კედლის როლს ასრულებს და ჰაერის ნაკადი ატმოსფეროს ქვედა ფენებში იძულებულია შემოუხვიოს ძირითადი მიმართულებიდან მარცხნივ.



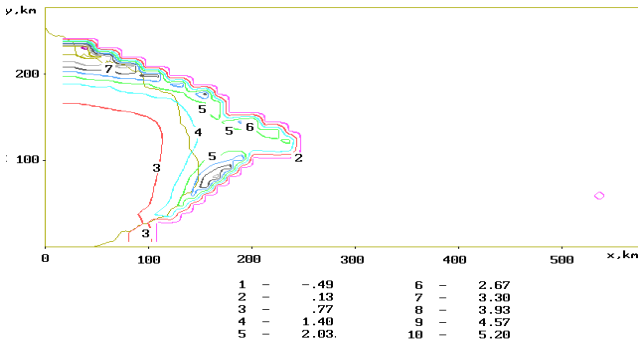
ნახ.3. დინების ველი აღმოსავლეთის ფონური ქარის დროს ($U=10$ მ/წმ) ზღვის დონიდან 800 მ სიმაღლეზე

ნახ. 4 – ზე ნაჩვენებია გამოთვლილი ვერტიკალური სიჩქარისა და ტემპერატურის შეშფოთების ველი ველი ზღვის დონიდან 200 მ სიმაღლეზე. ნახაზიდან კარგად ჩანს, რომ აღმოსავლეთის ფონური პროცესის დროს კოლხეთის დაბლობის ტერიტორიაზე მთების ქარზურგა რაიონებში დაიკვირვება საკმაოდ მძლავრი დაღმავალი დინებები, რომლებსაც თან ახლავს ჰაერის ადიაბატური გათბობა. ესაა სწორედ დაკვირვებებიდან კარგად ცნობილი ფიონური ქარები, რომლებიც ხშირად ვითარდებიან დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე აღმოსავლეთის ფონური პროცესების დროს [7].

(ა)



(ბ)



ნახ. 4. (ა) ვერტიკალური სიჩქარეებისა და (ბ) ტემპერატურის შემოფოტების ველი 200 მ სიმაღლეზე აღმოსავლეთის ფონური ქარის დროს

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Demetrashvili D. I. A nonstationary three-dimensional problem of mesoscale processes over orographically inhomogeneous Earth's surface. International workshop on limited-area and variable resolution models (Beijing, China, 23-27 October, 1995), WMO/TD – N 699, pp.293-298.
2. Деметрашвили Д. И., Кордзაძე А. А. Нестационарная пространственная модель атмосферных процессов, обусловленных орографической неоднородностью подстилающей поверхности. Сообщения АН Грузии, 1995, т. 152, N 1, с.87-91.
3. Рихтмайер Р. Д., Мортон К. У. Разностные методы краевых задач. М., Мир, 1972, 418 с.
4. Деметрашвили Д. И. Нестационарная задача о мезомасштабных процессах в свободной атмосфере над орографически неоднородной поверхностью Земли. Изв. АН СССР, физика атмосф. и океана, 1979, т. 15, N 7, с.609-709.

5. მიქაშავიძე ბ. ა. გამოთვლითი არამდგრადობა და გაგლუვება. ჰმი-ის ინსტიტუტის შრომები. 1996, ტ. 100, გვ. 52-58.
6. ჯავახიშვილი შ. ატმოსფერული ნალექები საქართველოს ტერიტორიაზე. თბილისი, 1981, 183 გვ.
7. Климат и климатические ресурсы Грузии. Л.Гидрометеиздат,1971,384 с.
8. Kordzadze A., Surmava A. The numerical investigation of the meteorological fields distribution in the Caucasian Region in the presence of the background western wind . III. The atmosphere moisture, cloudiness and the soil moisture. Journ. of Georgian Geoph. Soc., v. 8b, 2003, p. 28-38.

შპპ 551.558.21:551.551.32

ჰაერის ფონური ნაკადის მიერ საქართველოს რელიეფის გარსდენის მათემატიკური მოდელირების შედეგები/დ. დემეტრაშვილი/. ჰმი-ის შრომათა კრებული -2007.-ტ.114.-გვ.85-96.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.
 მოცემულია არასტაციონარული სივრცითი ჰიდროსტატიკური მოდელის საფუძველზე ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგები საქართველოს ტერიტორიისათვის (ჰორიზონტალური ბიჯით 12კმ) აღმოსავლეთისა და დასავლეთის ფონური ქარების შემთხვევებში. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ მოდელი კარგად აღწერს საქართველოს ტერიტორიაზე განვითარებული მეტეოროლოგიური პროცესების თავისებურებებს, მათ შორის - ფონური ქარების წარმოშობას დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე აღმოსავლეთის ფონური პროცესების დროს.

UDC 551.558.21:551.551.32

Results of mathematical modelling of a streamline of a relief of Georgia by air background current./Demetrashvili D/. Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2007. - т.114. – p. 85-96 - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Results of numerical experiments which have been carried out on the basis of non-stationary spatial hydrostatic mesoscale model for territory of Georgia (by horizontal step of 12 kms) are presented in case of east and western background winds. Calculations have shown, that the model well describes features of meteorological processes developing on territory of Georgia, including formation of foehn winds on territory of the Western Georgia at eastern background stream.

УДК 551.558.21:551.551.32

Результаты математического моделирования обтекания рельефа Грузии воздушным фоновым потоком./Д. И. Деметрашвили/. Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. –2007. – т.114. – с.85-96. – Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

Представлены результаты численных экспериментов, проведённых на основе нестационарной пространственной гидростатической мезомасштабной модели для территории Грузии (горизонтальным шагом 12 км) в случае восточного и западного фонового ветров. Расчёты показали, что модель хорошо описывает особенности метеорологических процессов, развивающихся на территории Грузии, в том числе - формирование фёновых ветров на территории Западной Грузии при восточном фоновом потоке.

ბ.მიქაშავიძე

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 შპს 551.510

მთების გავლენა ატმოსფერული პროცესების დინამიკაზე

ატმოსფერული პროცესების დინამიკაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ადგილმდებარეობის რელიეფი. ამ გავლენის გამო, ერთის მხრივ, ირღვევა ქარის გეოსტროფიულობა, ხოლო მეორეს მხრივ, წარმოიქმნება დამატებითი ვერტიკალური დინებები, განპირობებული მთის კალთებზე ჰაერის მასების სრიალით. ქარზე რელიეფის გავლენის გათვალისწინებისათვის ქარის ჰორიზონტალური მდგენელები წარმოდგენილი გვაქვს შემდეგნაირად [5]:

$$u = -\mu \frac{g}{l} \frac{\partial H}{\partial y} - \mu \frac{g}{l^2} \frac{\partial^2 H}{\partial t \partial x} - \mu^2 \frac{g^2}{l^3} \left(H, \frac{\partial H}{\partial x} \right) - \mu \frac{g^2}{l^3} \frac{\partial H}{\partial x} (H, \mu) - \mu \frac{g}{l^2} \tau \frac{\partial^2 H}{\partial p \partial x}; \quad (1)$$

$$v = \mu \frac{g}{l} \frac{\partial H}{\partial x} - \mu \frac{g}{l^2} \frac{\partial^2 H}{\partial t \partial y} - \mu^2 \frac{g^2}{l^3} \left(H, \frac{\partial H}{\partial y} \right) - \mu \frac{g^2}{l^3} \frac{\partial H}{\partial y} (H, \mu) - \mu \frac{g}{l^2} \tau \frac{\partial^2 H}{\partial p \partial y}, \quad (2)$$

სადაც $\mu=1+(\eta-1)/n$; $\eta=P_0/P_h$; $P_0=1000$ ჰპ-ს - სტანდარტული წნევაა ზღვის დონეზე; $P_h = P_h(x,y)$ - წნევაა მთის ზედაპირზე; $n=1,2,4,8$ შესაბამისად 850, 700, 500 და 300 ჰპ-ს დონეებზე გათვლებისას. დანარჩენი აღნიშვნები ზოგადად ცნობილია. μ -ს ასეთი სახით წარმოდგენა([3]) განპირობებულია იმით, რომ მთების გავლენა ატმოსფერული პროცესების დინამიკაზე სიმაღლის მიხედვით თანდათან მცირდება ისე, რომ კავკასიის პირობებში(მთების საშუალო სიმაღლე 3 კმ-ია) 500 ჰპ-იანი ზედაპირის ზემოთ უმნიშვნელოდ მცირეა.

თუ (1) და (2)-ში დავუშვებთ, რომ $\mu=1$ -ს და უგულებელვყოფთ ბოლო წევრს(მეოთხე წევრი ხდება 0-ის ტოლი), მივიღებთ იკიბელის ცნობილ მეორე მიახლოებას [2]. ბუნებრივია, ისმება კითხვა, რამდენად აუცილებელია მე-4-ე და მე-5-ე წევრების გათვალისწინება? მით უმეტეს, რომ უგანზომილებო სიდიდეებში წარმოდგენის დროს მე-5-ე წევრის წინ დგას იკიბელის ცნობილი მცირე პარამეტრი კვადრატში, ანუ გამოდის, რომ მე-5-ე წევრი ორი რიგით უფრო დაბალია, ვიდრე პირველი და ერთი რიგით დაბალი, ვიდრე მეორე და მესამე წევრები. მაგრამ, თუ გავითვალისწინებთ, რომ "მსგავსების თეორიის" მოსაზრებანი არაა საკმარისი მოძრაობის განტოლებების სხვადასხვა წევრებს შორის თანაფარდობების შეფასებისათვის ასეთი სახის ამოცანები არ შეიძლება გადაწყვეტილი იქნას ფაქტიური მონაცემების საკმაოდ დეტალური ანალიზის გარეშე [1], ცხადი გახდება ამ წევრების გათვალისწინების აუცილებლობა. მართლაც, H-ის

ფაქტიური მონაცემებით(1997 წლის იანვარი-ივნისი, 73 შემთხვევა) გამოთვლილი იქნა (1) და (2)-ში შემავალი თითოეული წევრის მაქსიმუმების საშუალო კვადრატული მნიშვნელობები(სკმ) ცალცალკე 850, 700 და 500 კპ-იან დონეებზე და საერთო მთელი ფენისათვის(850- - 500 კპ). გამოთვლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ მაგალითად, 850 კპ-ს დონეზე MTS სისტემაში გვაქვს(ფრჩხილებში მოცემულია იგივე სიდიდეები 1.5 - 5.5 კმ-იან ფენაში):

$$O[V(u, v)] \approx 15,4(23.0)$$

$$O\left[\mu \frac{g}{l} \frac{\partial H}{\partial S(x, y)}\right] \approx 1,2 \cdot 10^5 \cdot 14,1 \cdot 10^{-5} \approx 16,9(24.0)$$

$$O\left[\mu \frac{g}{l^2} \frac{\partial^2 H}{\partial t \partial S}\right] \approx 1,2 \cdot 10^9 \cdot 12,8 \cdot 10^{-10} \approx 1,5(2.4)$$

$$O\left[\mu^2 \frac{g^2}{l^3} \left(H, \frac{\partial H}{\partial S}\right)\right] \approx 1,44 \cdot 10^{14} \cdot 4,9 \cdot 10^{-14} \approx 7,1(14.4)$$

$$O\left[\mu \frac{g^2}{l^3} \frac{\partial H}{\partial S}(H, \mu)\right] \approx 1,2 \cdot 10^{14} \cdot 14,1 \cdot 10^{-5} \cdot 12,9 \cdot 10^{-11} \approx 2,2(2.4)$$

$$O\left[\mu \frac{g}{l^2} \tau \frac{\partial^2 H}{\partial p \partial S}\right] \approx 1,2 \cdot 10^9 \cdot 11,6 \cdot 10^{-4} \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} \approx 7,7(8.4)$$

როგორც ამ შედეგებიდან ჩანს, ჩვენს მიერ დამატებული წევრების ფაქტიური მნიშვნელობები (2.2(2.4), 7.7(8.4)) და მეორე მიასლოების წევრების ფაქტიური მნიშვნელობები (1.5(2.4), 7.1(14.4)) თითქმის ერთნაირია და ამიტომ აუცილებელია მათი გათვალისწინება.

უწყვეტობისა და სითბოს მოდინების განტოლებებიდან, (1) და (2)-ის ჩანს, მიიღება საპროგნოზო განტოლებათა სისტემა [4]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial t} = & -m^2 \mu \frac{g}{l} (H, \Delta H) - \tau \frac{\partial \Delta H}{\partial p} - \left(\frac{\partial \tau}{\partial x} \frac{\partial^2 H}{\partial p \partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y} \frac{\partial^2 H}{\partial p \partial y} \right) + \\ & + \frac{l^2}{m^2 \mu g} \frac{\partial \tau}{\partial p} + \frac{1}{\mu} (H, \mu) \left(1 - \frac{m^2 \mu g}{l^2} \Delta H \right) - \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial \mu}{\partial x} \frac{\partial^2 H}{\partial t \partial x} + \frac{\partial \mu}{\partial y} \frac{\partial^2 H}{\partial t \partial y} \right) - \\ & - \frac{2gm^2}{l} \left[\frac{\partial \mu}{\partial x} \left(H, \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial \mu}{\partial y} \left(H, \frac{\partial H}{\partial y} \right) \right] - \frac{gm^2}{l} \left[\frac{\partial H}{\partial x} \frac{\partial (H, \mu)}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial y} \frac{\partial (H, \mu)}{\partial y} \right]; \end{aligned} \quad (3)$$

$\tau = \left\{ \mu \frac{gm^2}{l^2} \left[\left(\frac{\partial^2 H}{\partial p \partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 H}{\partial p \partial y} \right)^2 \right] - \frac{\alpha RT_1}{gp^2} \right\}^{-1} \left\{ \frac{\partial^2 H}{\partial p \partial t} + \mu \frac{gm^2}{l} \left(H, \frac{\partial H}{\partial p} \right) - \right.$ $\left. - \mu \frac{gm^2}{l^2} \frac{\partial^2 H}{\partial p \partial x} \left[\frac{\partial^2 H}{\partial t \partial x} + \mu \frac{gm^2}{l} \left(H, \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{gm^2}{l} \frac{\partial H}{\partial x} (H, \mu) \right] - \right.$ $\left. - \mu \frac{gm^2}{l^2} \frac{\partial^2 H}{\partial p \partial y} \left[\frac{\partial^2 H}{\partial t \partial y} + \mu \frac{gm^2}{l} \left(H, \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{gm^2}{l} \frac{\partial H}{\partial y} (H, \mu) \right] \right\};$	(4)
---	-----

(3) და (4) განტოლებებს $\partial / \partial t$ -სა და τ -ს მიმართ ვხსნით შემდეგი სასაზღვრო პირობებით:

1. ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე არ ხდება ჰაერის გადინება, ანუ $\tau = -\rho g w \rightarrow 0$ როცა $p \rightarrow 0$;
2. მთის ზედაპირთან ადგილი აქვს ჰაერის მასების მთის კალთებზე სრიალს, ანუ

$$\tau_h = - \frac{g P_h}{RT_h} \left(u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} \right), \quad \text{როცა,} \quad \mathbf{p} = \mathbf{P}_h \quad (5)$$

სადაც u და v მოცემულია (1) და (2) გამოსახულებებით, ხოლო $h = h(x, y)$ – მთის ზედაპირის განტოლებაა;

3. ამოცანის ამოხსნის არის საზღვარზე, ამოხსნის მთლიანი დროის განმავლობაში, ცნობილია გეოპოტენციალის მნიშვნელობა.

სისტემა (3)-(4)-ის ამოხსნა ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით;

1. პირველ დროით ბიჯზე განტოლება (3)-ის მარჯვენა მხარეში რჩება მხოლოდ პირველი წევრი, რომელიც მინიმუმ ერთი რიგით მაინც უფრო მაღალია, ვიდრე სხვა წევრები და განისაზღვრება $(\partial / \partial t)_1$ პირველი მიახლოებით (ქვედა ინდექსებით აღნიშნულია მიახლოების ნომრები);

2. $(\partial / \partial t)_1$ -ის გამოყენებით განისაზღვრება (4) განტოლებიდან τ_1 .

3. $(\partial H / \partial t)_1$ -სა და τ_1 -ის გამოყენებით სრული (3) განტოლებიდან განისაზღვრება $(\partial H / \partial t)_2$, ხოლო შემდეგ, ამ უკანასკნელის გამოყენებით (4) განტოლებიდან - τ_2 .

დროით მეორე და შემდეგ ბიჯებზე $(\partial H / \partial t)_1$ -ისა და τ_1 -ის ნაცვლად გამოიყენება წინა დროითი ბიჯის $(\partial H / \partial t)_2$ და τ_2 .

დიფერენციალურ გამოსახულებათა სასრულ სხვაობებში ჩაწერის დროს წარმოებულები ჰორიზონტალური კოორდინატებით (x, y) შეცვლილია ცენტრალური სხვაობებით. ვერტიკალური კოორდინატი (p) წარმოებულები გამოთვლილია შემდეგნაირად:

$$\left. \frac{\partial f}{\partial p} \right|_{850} = (f_{700} - f_{850}) / (70 - 85); \quad \left. \frac{\partial f}{\partial p} \right|_{700} = (f_{500} - f_{850}) / (50 - 85);$$

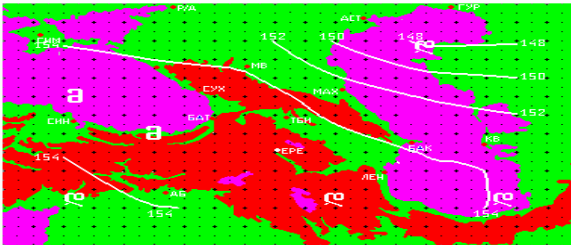
$$\partial f / \partial p \Big|_{500} = (f_{500} - f_{700}) / (50 - 70),$$

ხოლო τ -ს შემთხვევაში $\partial \tau / \partial p \Big|_{850} = (\tau_{700} - \tau_h) / (70 - P_h)$, სადაც τ_h განსაზღვრულია ქვედა სასაზღვრო (5) პირობით და მასში შემავალი u და v -ს გამოთვლა ხდება (1) და (2) გამოსახულებებით 850 კპ-ის დონეზე. ასეთი დაშვება გამართლებულია, რადგან სათვლელი ბადის 280 კვანძიდან 245 კვანძში $P_h \leq 850$ კპ-ზე.

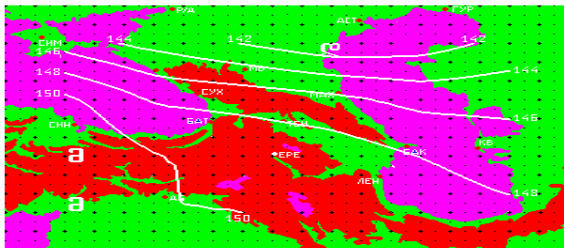
პროგნოზის თვლის დროს საწყის მონაცემებად გამოიყენება გეოპოტენციალის მნიშვნელობები 850, 700 და 500 კპ-იან დონეებზე ბადის 22 x 28 კვანძში, ბიჯით 100 კმ. ამოხსნა მიიღება ბადის ცენტრალურ 10 x 16 კვანძში. ამოხსნის არის გარე საზღვრის 6-6 რიგში, ოთხივე მხრიდან, გამოიყენება ცვლადი სასაზღვრო პირობები. დროითი ბიჯი $\Delta t = 1800$ წმ-ს.

24 საათიანი პროგნოზის გათვლას პერსონალურ კომპიუტერზე (სიხშირით 100 მეგაჰერცი და მეტი) ჭირდება საშუალოდ 3 წუთზე ნაკლები. პროგნოზების შეფასება ხდებოდა ბადის ცენტრალური ნაწილის, ერთმანეთისაგან 300 კმ-ით დაშორებულ, 4 x 6 წერტილში.

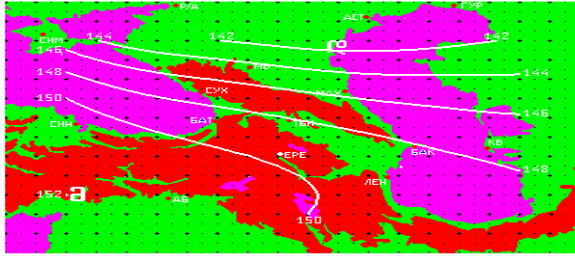
ნახ.1-4-ზე მოცემულია ატ-850-ის 24 საათიანი პროგნოზის მაგალითი 24.01.97 წლის 03 საათის მონაცემებით (ნახ.1). ამ პროგნოზის შეფასების შედეგები მოცემულია ცხრ.1-ის ზედა ნაწილში, სადაც \mathcal{E} -პროგნოზის ფარდობითი ცდომილებაა; kk -პროგნოზირებულ და ფაქტიურ ცვლილებებს შორის კორელაციის კოეფიციენტი; df - მთელ ველზე (4 x 6) გეოპოტენციალის ფაქტიური ცვლილების საშუალოა გეოპოტენციალურ დეკამეტრებში (გპდ).



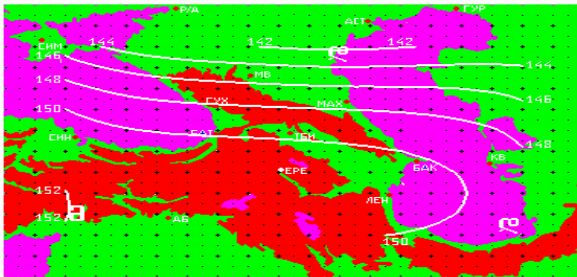
ნახ. 1. საწყისი ველი, 24.01.97, 03 სთ.



ნახ. 2. ფაქტიური ველი, 25.01.97, 03 სთ.



ნახ. 3. პროგნოზირებული ველი ოროგრაფიის გავლენის გათვალისწინებით



ნახ. 4. პროგნოზირებული ველი ოროგრაფიის გავლენის გათვალისწინების გარეშე

ცხრილი 1. ცვლადი სასაზღვრო პირობებით გეოპოტენციალის 24 საათიანი პროგნოზის შეფასების შედეგები

პროგნოზების რაოდენობა	დღე	რელიეფის გავლენის				df
		გათვალისწინებით		გათვალისწინების გარეშე		
		ℰ	kk	ℰ	kk	
1, (24.01.77)	850	0.06	0.98	0.15	0.95	6.1
	700	0.16	0.97	0.20	0.96	6.3
	500	0.19	0.98	0.21	0.98	5.6
80	850	0.32	0.95	0.36	0.84	2.8
	700	0.33	0.86	0.34	0.86	2.8
	500	0.28	0.90	0.29	0.90	4.1

ამ დღეს 850 მბ-არზე გეოპოტენციალის ცვლილება იყო არაჩვეულებრივად დიდი – საშუალოდ მთელ ველზე 6.1 გპდ. დაეცა წნევა ასტრახანთან 9, სიმფეროპოლში 8, თბილისსა და ბაქოში 6 გპდ-ით და ა.შ. მიუხედავად ასეთი დიდი ცვლილებისა, პროგნოზირებული

ველი(ნახ.3) კარგად ემთხვევა ფაქტიურ ველს (ნახ.2) - $\varepsilon=0.06$ და $kk=0.98$ -ს. ნახ.4-ზე შედარებისთვის მოცემულია იგივე პროგნოზი ოროგრაფიის გავლენის გათვალისწინების გარეშე ($\mu=1$). არც ეს პროგნოზია ცუდი ($\varepsilon=0.15$, $kk=0.95$), მაგრამ ნაკლებად ზუსტია, ვიდრე ოროგრაფიის გავლენის გათვალისწინებით. აღსანიშნავია, რომ ყველაზე დიდი განსხვავება შეიმჩნევა სწორედ კავკასიის მთებით დაფარულ ტერიტორიებზე, რაც კარგად ჩანს ნახ.3,4-ზე 146, 148 და 150 გპდ-იანი იზოჰიფსების შედარებიდან.

როგორც ცხრ.1-დან ჩანს, მოყვანილ მაგალითში ფარდობითი ცდომილება (ε) ოროგრაფიის გავლენის გათვალისწინებით გაუმჯობესდა 2.5-ჯერ(0.15:0.06) 850 კპ-ზე, 25(0.20:0.16) და 11(0.21:0.19) პროცენტით შესაბამისად 700 და 500 კპ-ზე.

ცხრ.1-ის ქვედა ნაწილში მოცემულია 1997 წლის იანვარ-ივნისის მონაცემებით გეოპოტენციალის 24 საათიანი 80 პროგნოზის შეფასების საშუალო შედეგები. როგორც ამ შედეგებიდან ჩანს, რელიეფის გავლენის გათვალისწინებით პროგნოზი საგრძნობლად გაუმჯობესდა, განსაკუთრებით 850 კპ-იან დონეზე. ε გაუმჯობესდა საშუალოდ 13(0.36:0.32=1.13), 3 %-ით შესაბამისად 850, 700 და 500 კპ-ზე. პროგნოზების აღნიშნული გაუმჯობესება მიღწეულია ოროგრაფიის გავლენის გათვალისწინებით, სიმაღლის მიხედვით ცვლადი, μ პარამეტრის შემოტანით და ატმოსფეროს ქვედა საზღვარზე მთის კალთებზე ჰაერის მასების სრიალის პირობით. ამასთან, როგორც საშუალო მონაცემებიდან ჩანს, პროგნოზი 850 და 700 კპ-ზე ნაკლებად ზუსტია ($\varepsilon=0.32$, $kk=0.85$ და $\varepsilon=0.33$, $kk=0.86$ შესაბამისად), ვიდრე 500 კპ-ზე ($\varepsilon=0.28$, $kk=0.90$). ასეთი შედეგები, ვფიქრობთ განპირობებულია იმით, რომ ფაქტიურად ატმოსფერული პროცესების დინამიკაზე მთების გავლენა ბევრად უფრო რთულია, ვიდრე მას აღწერს სრიალის პირობა. თუ შევძლებთ ამ პირობის ნაწილობრივ დაზუსტებას, თუნდაც ნაკადის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში მთების სიმრუდის გათვალისწინებით [5], მაშინ უნდა ვივარაუდოთ, რომ პროგნოზის შედეგები კიდევ უფრო გაუმჯობესდება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гандин Л.С., Лайхтман Д.Л., Матвеев Л.Т., Юдин М.И., 1955, Основы ди-намической метеорологии и Л., Гидрометеиздат, 647 стр.
2. Кибель И.А., 1957, Введение в гидродинамические методы краткосрочного прогноза погоды, М., ГИТТЛ, 375 стр.
3. Микашавидзе Б.А., 1967, Расчет вертикальных токов на разных уровнях атмосферы с учетом влияния орографии. Труды ЗаКНИГМИ, вып. 24(30), Л. Гидрометеиздат, стр.67-87.
4. Микашавидзе Б.А., Чоговадзе И.В., Кварацхелия Д.П., 1982, Опыт региональных численных прогнозов метеорологических элементов в

условиях Кавказа, Труды ЗакНИГМИ, вып. 75(81), Л. Гидрометеиздат, стр.82-90.

5. მიქაშავიძე ბ., 1996, ამინდის პროგნოზის ამოცანებში რელიეფის გავლენის გათვალისწინების ზოგიერთი თავისებურებანი. საქ. მეც.აკად. შპი-ის შრომები, ტ. 101, გვ. 38-43.

შპპ 551.510

მთების გავლენა ატმოსფერული პროცესების დინამიკაზე, /ბ.მიქაშავიძე/, შპი-ს შრომათა კრებული -2007-ტ.114,-გვ. - ქართ. რეზ. ქართ ინგლ. რუს.

განხილულია საკითხი მთების გავლენის გათვალისწინებისა ქარის სიჩქარის ჰორიზონტალური მდგენელების გამოსათვლელ გამოსახულებათა და-ზუსტების აუცილებლობისა და მართებულობის შესახებ. მოცემულია სათანადო საპროგნოზო განტოლებათა სისტემა. რელიეფის გავლენის გათვალისწინებით და გაუთვალისწინებლად გათვლილი 80 პროგნოზის შეფასების საშუალო შედეგები და პროგნოზის მავალითი. ცხრ. 1, ილ. 4, ლიტ.დას. 5.

UDC 551.510

Influence of Mountains on the Dynamics of Aatmospheric Processes, /B.A.Mikashvidze/, Tansactions of the Institute of Hydrometeorologyof Georgian Academy of Science, 2007-V 114, -p. ., -Georg.:Summ.Georg.Eng..Russ.

In the article the question on necessity and legitimacy for accuracy of expressions to account the horizontal components of wind speed with the purpose to take into account an influence of orography on dynamics of atmospheric processes. A relevant system of prognostic equations, avarage results of '80 forecasts' calculation taking and not taking into account the influence of orography and an example of forecast are being presented. Tab.1, Fig.4, Ref.5.

УДК 551.510

Влияние гор на динамику атмосферных процессов, /Б.А.Микашавидзе/, Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии, -2007- т.114, -с. , -Груз., рез. Груз., Англ., Русск.

Рассмотрен вопрос о необходимости и правомерности уточнения выражений для расчета горизонтальных составляющих скорости ветра с целью учета влияния орографии на динамику атмосферных процессов. Приводятся соответствующая система прогностических уравнений, средние результаты расчета 80 прогнозов с учетом и без учета влияния орографии и пример.

ბ. გუნია

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ზ. ცკვიტინიძე

ეკოლოგიური უსაფრთხოების საზოგადოება

უკ551.510.04

**ფიონური მოვლენების ზემოქმედების თავისებურებანი კოლხეთის
დაბლობის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიაში მდგომარეობაზე**

დასავლეთ საქართველოს რეგიონის კლიმატური თავისებურებათა შესახებ ჯერ კიდევ 1853 და 1898 წწ ცნობილი მეცნიერების ა.ციმერმანის და ა.ვოიკოვის, ხოლო მე XX-ე საუკუნის დასაწყისში ა.კამინსკის და ი.ფიგუროვსკის მიერ იყო აღნიშნული. ეს თავისებურება განპირობებულია მრავალი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორებით, მათ შორის: -რეგიონის გეოგრაფიული მდებარეობით, ოროგრაფიით, ატმოსფერული პროცესებით და სხ. [А.И.Войков; С.У.Гуния; И.В.Фигуровский].

ცალკეული აღნიშნული პარამეტრის ანალიზი განსახილველ რეგიონისთვის მნიშვნელოვან პრაქტიკულსა და მეცნიერულ ინტერესს წარმოადგენს. მაგრამ ჩვენთვის უფრო მეტ ინტერესს იწვევს განაწილების თავისებურებათა კვლევა იმ “ტრადიციული” მეტეოროლოგიური ელემენტებისა, რომლებიც, სხვადასხვა წყაროებიდან მაგნე ნივთიერებათა ემისიების რაოდენობის მუდმივობის პირობებში, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ატმოსფეროს ლოკალური დაბინძურების დონეზე და ჩვენთვის ცნობილია, როგორც “საშიში მეტეოროლოგიური პირობები”. მათ რიცხვს მიეკუთვნება: - ტემპერატურის მიწისპირა და წამოწეული ინვერსიები; ჰაერის უძრაობა; ნისლიანობა; ღრუბლიანობა; ქარის ”საშიში” სიჩქარეები და მიმართულებები, რომლის დროსაც მაგნე ნივთიერებები ამოფრქვევის ადგილებიდან საცხოვრებელ და დასასვენებელ რაიონებში გადაიტანება.

ამჟამად, აღნიშნული თვალსაზრისით, გვინდა შევეხოთ ისეთ ნაკლებად შესწავლილ ზემოქმედებას, როგორცაც ატმოსფეროს დაბინძურების დონეზე ფიონური მოვლენების გავლენა წარმოადგენს. ამასთან, აღნიშნული საკითხის განხილვა დიდად დაშორებული რეგიონების პირობებში მნიშვნელოვან სამეცნიერო და პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს.

ფიონური მოვლენების ნიშნების რიცხვს მთებიდან ბარში შედარებით თბილი ქარების დაბერვა მიეკუთვნება, ფარდობითი ტენიანობის შემცირებისა და ქვედა იარუსების ღრუბლების გაფანტვის თანხლებით. ამასთან ფიონები ქედების ქარხურვა მხარეზე ჰაერის ნაკადის დამავალი მოძრაობის შედეგად ვითარდებიან. ამას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ჰაერის ნაკადის მიერ მთების ქედების გადავლისას

ციკლონის სისტემაში, მისი მთის ქედების მახლობლად გადაადგილებისას, ფერდობებიდან ჰაერის ნაკადის შეწოვის პროცესის განვითარებით [С.У.Гуния].

აღსანიშნავია, რომ კოლხეთის დაბლობი ფიონური მოვლენების განვითარების ხელშემწყობ პირობების მქონე რეგიონის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს. ამას აქ გარემომცველი მთების თავისებურება განაპირობებს.

უნდა ითქვას, რომ, საზოგადოდ, ამ რაიონის ოროგრაფია კლიმატწარმომქმნელ ფაქტორს წარმოადგენს. ის ამიერკავკასიის დასავლეთით მდებარეობს და სამი მხრიდან გარშემორტყმულია მთების ქედებით:

- ჩრდილოეთით – დიდი კავკასიონის ქედების მასივები 3000-4000 მ-ის სიმაღლით;
- სამხრეთით - მცირე კავკასიონის ქედები, დაახლოებით, 2000 მ-ის სიმაღლით;
- აღმოსავლეთით – ლიხის (სურამის) ქედი, 900-2500 მ-ის სიმაღლეების ფარგლებში, რომელიც დიდი და მცირე კავკასიონის ქედებს აერთებს.

ხოლო დასავლეთის მხრიდან კოლხეთის დაბლობი შავი ზღვით არის შემოსაზღვრული.

დიდი და მცირე კავკასიონის მასივები დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ, ცენტრალურ ნაწილამდე, ურთიერთ შესაყრელად მიმართულ სისტემას ქმნიან.

ამის შედეგად კოლხეთის დაბლობს სამკუთხედის ფორმა გააჩნია, ლიხის ქედის მთისწინს მიკრული წვერით და შავი ზღვის სანაპირო ზოლით წარმოსახული ფუძით.

ამრიგად, კოლხეთის დაბლობი დასავლეთით, შავი ზღვის მხრიდან, ხოლო აღმოსავლეთით, ლიხის ქედიდან, არის ღია ჰაერის მასების შემოჭრისათვის.

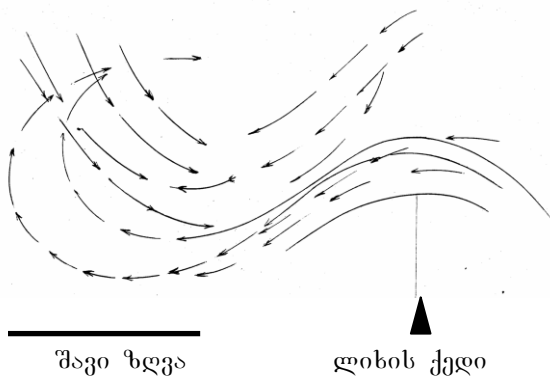
საშუალოდ, ამ ქარების განმეორადობა განსახილველ ტერიტორიაზე 42 და 53% შეადგენს, შესაბამისად. ამასთან, კოლხეთის დაბლობზე აღმოსავლეთის ქარების განვითარებისას, აღნიშნული ოროგრაფიული თავისებურებანი განსაკუთრებული ცირკულაციური რეჟიმის დამყარებას იწვევენ, რასაც ფიონური მოვლენები (მაღლიდან ჰაერის მასების დაშვება) ახლავთ თან.

ამ პროცესის დინამიკა გამოიხატება იმაში, რომ აღნიშნულ რეგიონის თავზე 25-30 მ/წმ-ის სიჩქარეს მიღწეული აღმოსავლეთის ქარების დამყარების პირობებში, ატმოსფეროს ქვედა ფენებიდან შავი ზღვის მიმართულებით ჰაერის მასების ინტენსიური გამოტანა წარმოებს, აქედან გამომდინარე ყველა ნეგატიური შედეგებით, მაგალითად, როგორცაა სხვადასხვა წარმოშობის მავნე ნივთიერებათა ემისიების შეწოვა და გადატანა შორ მანძილზე.

ჰაერის ნაკადის აღნიშნული დანაკარგის აღდგენა ატმოსფეროს ქვედა 2კმ-იან ფენაში, როგორც ჩანს, შესაძლებელია მხოლოდ უფრო მაღალი ფენებიდან მაკომპენსირებელი დამავალი მოძრაობის არსებობის პირობებში [И.В.Чоговаძე].

გარდა ამისა, საკვლევ რეგიონში განვითარებულია ჰაერის ადგილობრივი ცირკულაციაც, რაც ზღვისა და სანაპირო ზოლის ტემპერატურებს შორის არსებული სხვაობით არის გამოწვეული და ცნობილია ბრიზების სახელწოდებით.

აღნიშნული მოვლენები ყველა პირობებს ქმნიან იმისათვის, რომ კოლხეთის დაბლობზე ატმოსფერული ჰაერის ნაკადის დინება ჩაკეტილ სისტემას წარმოადგენდეს, რაც აქ განლაგებულ სამრეწველო ობიექტებიდან ატმოსფეროში გამობოლქვილ მავნე მინარევებით დაბინძურებულ ჰაერის მიმოქცევას განაპირობებს (ნახ.1).



ნახ.1. კოლხეთის დაბლობზე ფიონური მოვლენების პირობებში ჰაერის ნაკადის მიმოქცევის პრინციპიალური ცქემა

დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა პუნქტებში წელიწადის განმავლობაში დღეთა რიცხვი ფიონების თანხლებით ფართო დიაპაზონში მერყეობს. ამასთან, ფიონური ეფექტი ღიხის ქედიდან დაშორებით მცირდება და ქ.ღესეჯიძის მიდამოებში მას შესუსტებული ხასიათი აქვს. მაგალითად, გაგრაში ის საშუალოდ 23, ხოლო ღესეჯიძეში – 8 დღეს შეადგენს [P.C.Корძაхия]. მათი მაქსიმალური რიცხვი ზანთრის პერიოდზე მოდის, მინიმალური კი, ზაფხულში აღირიცხება. ფიონური ქარების სიჩქარე, საშუალოდ, 10მ/წმ შეადგენს, მაგრამ ცალკეულ შემთხვევაში ის 15-20 მ/წმ აღემატება. ამასთან ჰაერის ტემპერატურეს მომატება 2-9°C ფარგლებში მერყეობს, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში მან შეიძლება 15°C გადააჭარბოს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, გვინდა პირველად მკვლევართა და პრაქტიკოსთა ყურადღება მივაპყვრად ისეთ არაორდინალურ მეტეოროლოგიურ მოვლენას, როგორსაც ფიონური ქარების და ბრიზების არსებობის პირობებში კოლხეთის დაბლობზე ჰაერის მიმოქცევა წარმოადგენს.

ატმოსფეროს დაბინძურების სიდიდეზე ზეგავლენის მიხედვით ეს მეტეომოვლენა კოლხეთის დაბლობის რეგიონში “საშიში მეტეოროლოგიური პირობების” რანგში უნდა იქნეს აყვანილი. ამასთან, მისი გათვალისწინება ატმოსფეროს რეგიონალური დაბინძურების შეფასებისა და პროგნოზირების გაუმჯობესების საშუალებას მოგვცემს.

ამროგად, ჩვენი ჰიპოთეზის თანახმად დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ფიონებისა და ბრიზების არსებობის პირობებში ადგილი აქვს ატმოსფერული ჰაერის შეკრულ ცირკულაციას (ნახ.1).

ასეთი დასკვნის გაკეთების ფიზიკური არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ფიონური მოვლენების პროცესში, ლიხის ქედიდან შავი ზღვის მიმართულებით დაქანებისას, თბილი ჰაერის ნაკადი ზღვასთან მიახლოებისას იშლება, სუსტდება და, ვინაიდან მისი ტემპერატურა აღემატება ადგილობრივი ჰაერის ტემპერატურას, ძირითადად, მიემართება მიწისპირა ატმოსფერული ჰაერის ზედა ფენებისკენ. ხოლო ფიონური მოვლენების განახგრძლიებისას, იქიდან, შეიძლება, განმეორებით იქნეს ჩართული განხილული მოძრაობაში.

ამას თუ დავუმატებთ ბრიზული მოვლენების სიჭარბეს საკვლევ რეგიონში, ნათელი ხდება განსახილველი საკითხის მნიშვნელობა აღნიშნული რეგიონის ეკოლოგიური მდგომარეობისათვის.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. გუნია გ. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. – თბ., 2005, 265გვ.
2. Воейков А.И. Климат восточного побережья Черного моря. – СПб, 1898.
3. Гуния С.У. Переваливание воздушных потоков через горные хребты. - Метеорология и гидрология, 1958, 10, с. 3-8.
4. Кордзахия Р.С. Некоторые особенности фенів в районе Леселидзе - Пицунда. - Труды ЗакНИИ, 1982, вып.75, с.75-80.
5. Фигуровский И.В. Местные и общие ветры на Кавказе. - Записки Кавк.отд.-Русского геогр.об - ва, 1905, вып.5.
6. Чоговадзе И.В. К вопросу возникновения фенів в Колхидской низменности. -Труды ЗакНИИ, 1982, вып.75, с.42-52.

უკა551.510.04

ფიონური მოვლენების ზემოქმედების თავისებურებანი კოლხეთის დაბლობის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე./გ.გუნია, ზ.ცქვიტინიძე/. ჰმი-ს შრომათა კრებული -2007.-ტ.114.-გვ.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. ნაშრომში, პირველად, მკვლევართა ყურადღება მიპყრობილია ისეთ მოვლენებზე, როგორცაა ფიონური და ბრიზული მოვლენების ზემოქმედება

კოლხეთის დაბლობის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების დონეზე. ათორების მიერ გაკეთებულია დასკვნა, რომ აღნიშნული მეტეოროლოგიური მოვლენები ხელს უწყობენ მოცემული რეგიონის ჰაერის მაღალ დაბინძურებას.

UDC 551.510.04

The Foehn Events Impact on the Ecological State of Atmospheric Air in Kolkhida Lowlands Influence of Foehn Events on the Atmospheric Air Pollution./ G. Gunia, Z. Tskvitinidze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. -2007. - т.114. – p.. 85-96 - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The results of investigations regarding the impact of foehn events on the level of atmospheric air pollution are presented on the example of Kolkhida lowlands.

It is shown that foehn events have significant impact on a level of atmospheric air pollution in conditions of mountainous countries. They are to be taken into account during regional investigations of atmospheric pollution that allows to raise appreciably the accuracy of ecological estimations of natural environment state. The conclusion is drawn that the given meteorological event should be included in the rank of regional “dangerous meteorological conditions“ favorable for strengthening local pollution of atmosphere.

УДК 551.510.04

Особенности влияния фоновых явлений на экологическое состояние атмосферного воздуха Колхидской низменности./Г.С.Туния, З.И.Цквитинидзе/. Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. –2007. – т.114. – с.. – Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

В работе, впервые, обращено внимание исследователей на влияние фоновых и бризовых явлений на уровень загрязнения атмосферного воздуха в районе Колхидской низменности.

Авторами сделано заключение о том, что указанные метеорологические явления способствуют высокому загрязнению воздуха данного региона.

ზ. ხვედელიძე. თ დავითაშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ბ. რამიშვილი

თსუ გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი

უკაკ 551.509

**ტემპერატურისა და სინოტივის ველის ცვლილების შესწავლა
 შავი ზღვიდან ჰაერის ნაკადის ტრანსფორმაციისას**

შეისწავლება ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვლილების სტრუქტურა ატმოსფეროს ქვედა დეჰამიწის ზედაპირიდან დაახლოებით ერთი კოლომეტრიან ფენაში. ამ ფენაში ხახუნის ძალის დაძაბულობა არის უპირატესი მოქმედი ძალა [1,2,3]. იგი მუდმივია და მუდმივია აგრეთვე ქარის მიმართულებაც. ატმოსფეროს ასეთ ფენაში განიხილება ჰაერის მასატა ტრანსფორმაცია, როდესაც მასა გადაადგილდება ერთი “საგები” (გამომსხივებელი) ზღვის ზედაპირიდან, მკვეთრად განსხვავებული თვისებების (ტემპერატურა, სინოტივე, მოსილობა) მქონე მეორე ხმელეთის ტერიტორიაზე.

მიღებულია, პროცესი მიმდინარეობს ისეთი ხანგრძლივობით, რომ იგი ჩაითვალოს კვაზისტაციონალურად. ეს იძლევა საშუალებას ამოცანის ზოგადი აღწერისათვის ვისარგებლოთ ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა შემდეგი სისტემით [2,5,10]

$$u \frac{\partial \theta}{\partial x} + w \frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) + \frac{1}{c_p \rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{L}{c_p} m \quad (1)$$

$$u \frac{\partial q}{\partial x} + w \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial q}{\partial z} \right) \quad (2)$$

$$u \frac{\partial \delta}{\partial x} + w \frac{\partial \delta}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial \delta}{\partial z} \right) \quad (3)$$

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} \quad (4)$$

$$u \frac{\partial b}{\partial x} + w \frac{\partial b}{\partial z} = k \left[\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 - \frac{g}{T} \frac{\partial \theta}{\partial z} \right] - c \frac{b^2}{k} + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial b}{\partial z} \right) \quad (5)$$

$$k = l \sqrt{b} \quad (6)$$

$$l = \rho c^{1/4} \frac{\frac{b}{k} \sqrt{b}}{\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{b}{k} \right)} \quad (7)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (8)$$

სადაც θ -პოტენციალური ტემპერატურა, u და w ქარის სიჩქარის მდგენელები OX და OZ საკოორდინატო ღერძების მიმართ; q -ხვედრითი ტენიანობა; δ -ჰაერის წყლიანობა; L -ორთქლადქცევის კუთრი სითბო; m -კონდენსაციის სიჩქარე; k -ტურბულენტობის კოეფიციენტი; b -პულსაციური სიჩქარის საშუალო ხვედრითი კინეტიკური ენერჯია; c_p - კუთრისითბოტევადობა მუდმივი წნევის დროს. p -ატმოსფერული წნევა, ρ -ჰაერის სიმკვრივე, ρ -კარმანის მუდმივა; l -შერევის გზა, R -სხივურ-რადიაციული ნაკადი; c -მუდმივა.

თუ მივიღებთ, რომ წნევის გრადიენტის ძალა და სითბო სხივური ნაკადი ცნობილი სიდიდეებია, მაშინ (1)-(8) სისიტემა შეიძლება ჩაითვალოს ჩაკეტილად. ამ სისტემისათვის ასევე ზოგადად დაისმის შემდეგი სასაზღვრო პირობები[2]

1) პირველი “საგები” ზედაპირზე (საიდანაც ჰაერის მასა მოძრაობს) მეტეოროლოგიური ელემენტების განაწილება მოცემულია

$$S(x, z) \Big|_{x=0} = S_1(z)$$

აქ S -ის ქვეშ იგულისხმება $(\theta, q, \delta, b, u, w, k)$ -სიდიდეები.

2) შემხვედრი “საგები” ზედაპირის ახლოს ტემპერატურის და სინოტივის ველი ცნობილია.

$$\theta(x, z) \Big|_{\substack{z=Z_0 \\ x>0}} = \theta_0(0)$$

$$q(x, z) \Big|_{\substack{z=Z_0 \\ x>0}} = f_v \cdot q_{\max}(\theta_0)$$

სადაც f_v - ფარდობითი ტენიანობა. ვინაიდან წყლის ზედაპირიდან მიმდინარეობს განუწყვეტლივ აორთქლება, ამიტომ

$$\delta(x, z) \Big|_{\substack{z=Z_0 \\ x>0}} = 0$$

3) დინამიკური პირობები კი ასე განისაზღვრება:

$$u(x, z) \Big|_{\substack{z=z_0 \\ x>0}} = w(x, z) \Big|_{\substack{z=z_0 \\ x>0}} = 0$$

$$K(x, z) \Big|_{\substack{z=z_0 \\ x>0}} = \chi V_* Z_0$$

$$b(x, z) \Big|_{\substack{z=z_0 \\ x>0}} = C \frac{1}{2} V_*^2$$

4) მიწისპირა ფენის ზემოთ მეტეოროლოგიური ელემენტები არ განიცდიან ტრანსფორმირებას, ე.ი.

$$S(x, z) \Big|_{\substack{z \rightarrow \infty \\ x>0}} = S_1(\infty).$$

ასეთი ზოგადი ამოცანა შეიძლება ამოიხსნას მხოლოდ რიცხვითი მეთოდებით [2,4,5,6].

ამოცანის დასმაში არის პარამეტრები, რომლებიც ყოველთვის არ არის ანალიზირებადი. აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილია მოვახდინოთ გამარტივება. კერძოდ, ავიღოთ მხოლოდ ტემპერატურისა და სინოტივის ველის ტრანსფორმაცია (ბუნებრივია, ცალკე შეიძლება შესწავლილი იქნას დინამიკური პროცესების ტრანსფორმაცია).

მითითებული შეზღუდვა იმის საშუალებას იძლევა, რომ (1)-(8) სისტემაში სითბოს სხივური და ფაზური ნაკადები არ მივიღოთ მხედველობაში; ასევე, მოწესრიგებული მოძრაობის ტურბულენტური შერევა უგულვდეთ, ტურბულენტურ გაცვლასა და ადვექციურ გადატანასთან შედარებით.

ყოველივეს გათვალისწინებით ამოცანა დადის შემდეგ განტოლებათა სისტემის ამოხსნაზე [2]:

$$u \frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) \quad (9)$$

$$u \frac{\partial q}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial q}{\partial z} \right) \quad (10)$$

სასაზღვრო პირობებში:

$$S(x, z) \Big|_{x=0} = S_1(x) \quad (11)$$

$$S(x, z) \Big|_{\substack{z \rightarrow \infty \\ x>0}} = S_1(\infty) \quad (12)$$

$$S(x, z) \Big|_{\substack{z=0 \\ x>0}} = S_0(x) \quad (13)$$

აქ S არის ან Q , ან q .

დავუშვათ, რომ ქარის სიქარე \bar{u} მიმართულია ჰორიზონტალურად OX ღერძის გასწვრივ და არ არის x და z -ზე დამოკიდებული; k არ არის z -ის ჰუნქცია; ზედაპირის რადიაციული გათბობა ან გაცივება ნულია. ასეთ იდეალიზირებულ პირობებში იხსნება შემდეგი მარტივი ამოცანა [2,3]. ცნობილია, რომ:

$$\frac{\partial \theta}{\partial z} = \gamma + \frac{\partial T}{\partial z} \quad \text{და} \quad \frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial x},$$

ამიტომ (9) განტოლება ასე გადაიწერება:

$$-u \frac{\partial T}{\partial x} = k \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \quad (14)$$

ცხადია, აქ T - ჰაერის ტემპერატურა და γ - მისი ადიაბატური გრადიენტი.

(14) განტოლების ამოხსნა მოენახოთ შემდეგი ფუნქციის სახით:

$$T = T_0 - \gamma \cdot z + \Delta T(x, z) \quad (15)$$

სადაც γ - ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტია

(14)-სათვის უნდა სრულდებოდეს შემდეგი სასაზღვრო პირობები:

1) როცა $x = 0$, $\Delta T = 0$;

2) როცა $z = 0$ და $x > 0$, $\Delta T = T_1 - T_0$.

აქ T_1 არის ზღვის ზედაპირის ტემპერატურა (ითვლება მუდმივად), T_0 - კი ტემპერატურა ხმელეთზე. (15)-ის ჩასმით (14)-ში, სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით მოგვცემს ამოხსნას [3]:

$$\Delta T = (T_1 - T_0) \left[1 - \Phi \left(z \sqrt{\frac{u}{4kx}} \right) \right], \quad (16)$$

სადაც $\Phi(\xi)$ - ალბათობის ინტეგრალია. (16)-ის ბუნებიდან გამომდინარეობს, რომ ΔT -ს ტოლ მნიშვნელობებს შეესაბამება $\Phi(\xi)$ -ის არგუმენტის ერთნაირი სიდიდეები, ე.ი.

$$z \sqrt{\frac{u}{4kx}} = C,$$

ანდა:

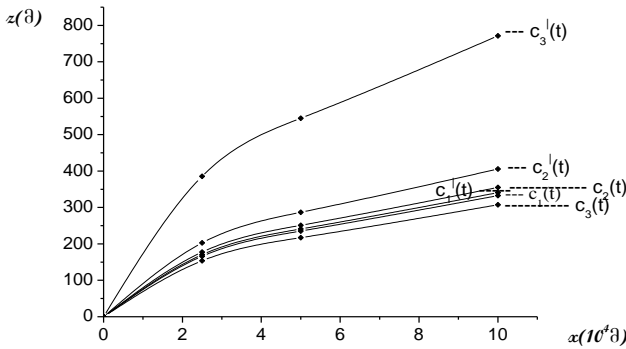
$$z^2 = \frac{4Ck}{u} x. \quad (17)$$

ცხადია, C არის $\frac{\Delta T}{T_1 - T_0}$ -ს ჰაერის მასის ტრანსფორმაციის

განსაზღვრული სიდიდე. თუ ამ სიდიდეს ვცვლით 0,1-დან 1,0-მდე ბიჯით 0,1 და შესაბამის $\Phi(\xi)$ -ს ვიპოვით სპეციალური ტაბულებიდან [7], მაშინ გვექნება შემდეგი ცხრილი 1.

$z\sqrt{\frac{u}{4kx}}$	0	0,089	0,179	0,272	0,371	0,477	0,596	0,723	0,906	1,163
$\frac{\Delta T}{T_1 - T_0}$	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

თეორიულ გათვლებში მიღებულია, რომ $k = 1 \text{ მ}^2/\text{წმ}$ და $u = 10 \text{ მ}/\text{წმ}$ [3]. ამ მონაცემების საფუძველზე z -ის x -ზე დამოკიდებულება სხვადასხვა C -სთვის მოყვანილია ნახ.1-ზე.



ნახ.1-დან გამომდინარეობს, რომ ზღვის სანაპიროდან დაშორების ზრდით ტრანსფორმაციის პროცესი წონასწორულ მდგომარეობაში გადადის მით უფრო სწრაფად, რაც დაბალია ვერტიკალური გაგრძელების ზონა და მეტია C სიდიდე.

თუ საკვლევი რეგიონის ოროგრაფიის გავლენას გავითვალისწინებთ, ნაკადის მიერ მთის გარსდენის პირობით, კერძოდ, შემოვიტანო ახალ z_1 კოორდინატს განსაზღვრულს შემდეგი სახით [4,5,9]:

$$z_1 = \frac{z - \zeta(x, y)}{H - \zeta(x, y)} \cdot H, \quad (18)$$

სადაც $\zeta(x, y)$ - რელიეფის ამსახველი ფუნქცია; H -სიმაღლე, სანა-
მდეც ვრცელდება ტრანსფორმაციის გავლენა ($H \approx 1000\text{მ}$). z_1 -კოორ-
დინატზე გადასვლის შემდეგ (17)-ე დამოკიდებულება მიიღებს სახეს:

$$z_d^2 = \frac{4d^2 Ck}{u} \cdot x \quad (19)$$

სადაც $d = \frac{H}{H - \zeta(x, y)}$ - რელიეფის გავლენის მახასიათებელი პარ-

ამეტრია. მოყვანილი თეორია და შედეგები განვიხილოთ რეალურ პი-
რობებში, კერძოდ, დასავლეთ საქართველოს მაგალითზე. ავარჩიოთ
ზღვიდან დაშორების მიხედვით სამი 25, 50 და 100 კმ რადიუსის ზო-
ნა. ამ ზონებში მოთავსებული დაკვირვების პუნქტები და მეტეორო-
ლოგიური ელემენტების მრავალწლიური მნიშვნელობები [8] მოყვა-
ნილია ცხრილ 2-ში.

ცხრილი 2

№	დაკვირვების პუნქტი	ტემპერატურა t°C		ვარდობითი ტენიანობა f %		ქარის ინქარე v მ/წმ	
		ჰაერის	ზღვის	ჰაერის	ზღვის	საშ.	მაქს.
1	სოხუმი	14.5	16.3	80	72	2.4	35
2	ოჩამჩირე	14.5	16.5	82	71	2.3	34
3	გულაუთა	14.6	16.4	75		2.0	30
4	ფოთი	14.4	16.5	78	77	4.3	38
5	ქობულეთი	13.4	16.6	81		2.6	26
6	ბათუმი	14.5	16.8	79	79	2.9	36
7	გალი	14.1		79		0.8	27
8	ზუგდიდი	13.9		76		1.2	26
9	სამტრედია	14.4		76		2.6	28
10	საქარა	14.0		73		1.9	29
11	ტყიბული	12.1		72		2.5	34
12	სენაკი	14.6		74		2.2	38
13	ქუთაისი	14.6		70			39
14	სახსერე	11.6		76		1.5	26

ცხრილი 2-ის მონაცემების საფუძველზე გათვლილი იქნა $C(t)$ და
 $C(q)$ ტრანსფორმაციის პარამეტრები და (17) და (19) ფორმულებით
 z და z_d -ს მნიშვნელობები. ამასთანავე, გათვალისწინებული იქნა
ზონალური ქარის \bar{u} სიჩქარისა და ტურბულენტობის k
კოეფიციენტის სამი განსხვავებული, მაგრამ რეგიონისათვის

დამახასიათებელი მნიშვნელობები. შესაბამისი რიცხვითი სიდიდეები მოცემულია ცხრილ 3-ში.

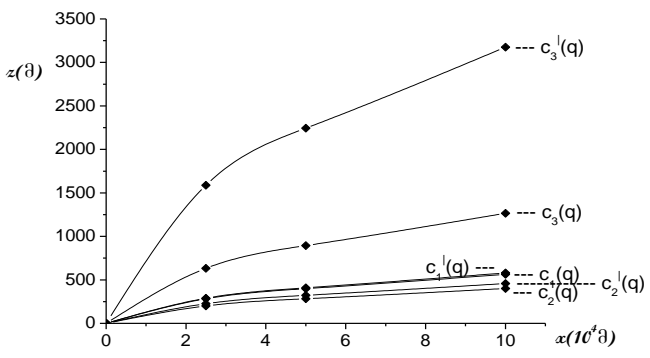
ცხრილი 3

პარამეტრები	z						z _d						d _{საშ}
	$\bar{u}=3$ მ/წმ k=5 მ ² /წმ		$\bar{u}=10$ მ/წმ k=10 მ ² /წმ		$\bar{u}=15$ მ/წმ k=20 მ ² /წმ		$\bar{u}=3$ მ/წმ k=5 მ ² /წმ		$\bar{u}=10$ მ/წმ k=10 მ ² /წმ		$\bar{u}=15$ მ/წმ k=20 მ ² /წმ		
	c ₁ (t) 0.166	c ₁ (q) 0.479	c ₂ (t) 0.315	c ₂ (q) 0.4	c ₃ (t) 0.177	c ₃ (q) 3	c ₁ (t) 0.166	c ₁ (q) 0.479	c ₂ (t) 0.315	c ₂ (q) 0.4	c ₃ (t) 0.177	c ₃ (q) 3	
2.5×10 ⁴	166.1	282.5	177.5	200.0	153.6	632.4	170.2	289.6	202.9	225.6	385.5	1587.5	1.025
5.0×10 ⁴	235.5	399.4	251.0	282.8	217.2	894.4	240.9	409.4	286.9	323.2	545.2	2245.0	1.143
10.0×10 ⁴	332.6	564.9	355.0	400.0	307.2	1265.0	340.9	579.0	405.8	457.2	771.1	317.5	2.510

ცხრილ 3-ში სიდიდეების მიხედვით z და z_d-ს x-ზე დამოკიდებულების გრაფიკი, შესაბამისად C(t) და C(q)-ს ერთიდაიგივე მნიშვნელობისათვის მოყვანილია ნახ. 1 – 2-ზე

ამ გრაფიკების ანალიზიდან (ფარდობითი ტენიანობის გრაფიკები ანალოგიურია, მხოლოდ იზრდება ვერტიკალის გასწვრივ) გამომდინარეობს, რომ შავი ზღვიდან დაშორების გაზრდით ჰაერის მასათა ტრანსფორმაციის დროს პროცესი სტაბილურში გადადის არა მარტო C-ს დიდი მნიშვნელობისათვის, როგორც ეს თეორიულ ნაწილშია, არამედ რელიეფის გავლენითაც; ამასთანავე, რელიეფისგათვალისწინება ზრდის ტრანსფორმაციის ვერტიკალურ სიმაღლეს. ეს კი მეტად მნიშვნელოვანია, ვინაიდან სინოპტიკური პრაქტიკიდან ცნობილია, რომ საკვლევ რეგიონზე ტრანსფორმაცია ვლინდება არა მარტო 850 მმ ზედაპირზე, არამედ 700 მმ დროსაც. ამრიგად, რელიეფის გავლენის გათვალისწინებამ დაასაბუთა

ოპერატიულ პრაქტიკაში არსებული შედეგები. ასეთი კვლევა პირველად არის ჩატარებული და მიღებულ შედეგებს აქვთ დიდი თეორიული და პრაქტიკული ღირებულება.



ნახ. 2

ჩატარებული კვლევიდან სჩანს, რომ შავი ზღვის ზედაპიროდან გადაადგილებული ჰაერის მასა ტრანსფორმაციას ძირითადად განიცდის სანაპიროდან 50 კმ ზოლში, ზღვიდან 25 კმ-ის რადიუსიან ზონაში ჰაერის მასა ინარჩუნებს პარამეტრების მნიშვნელობებს, ხოლო 100 კმ ზონაში უკვე მთლიანად ტრანსფორმირებულია. ეს შედეგები ფიზიკურად გამართლებულია და რეალობას შეესაბამება. კერძოდ, მიღებული შედეგები თავისებურად ადასტურებენ იმ გარემობას, რომ დასავლეთ საქართველოში კლიმატის აცივების ტენდენციაა გლობალური დათბობის ფონზე.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ზ. ხვედელიძე. "დინამიკური მეტეოროლოგია" თ.ს.უ. გამომცემლობა, 2002წ. გვ 525.
2. "Динамическая метеорология" под редакцией Д. Лайхтмана, л. гидрометиздат.1976г. с. 500.
3. Дж. Халтинер, Ф. Мартин. "Динамическая и физическая метеорология" пер. с англис; под редакци А. Монина, М. Издат. –во иност. лит. 1960г. с. 435.
4. Z. Khvedelidze. "The Structure of Baroclinic waves with Account of the Earth's Relief" Bulletin of the Georgian Academy of sciences, 166, №1, 2002. p. 71-75.
5. П. Н. Белов и др. "Численные методы прогноза погоды" Л. гидрометиздат, 1989г.с. 375.

6. Z. Khvedelidze, R. danelia. "Prognosis of Meteorological elements considering of Micro "Polygonal" Relief". Bulletin of the Georgian Academy of sciences. Tbilisi, vol. 163, №2, p. 273-276.
7. Г. Корн и Т. Корн. "Справочник по математике" Издат.-во "Наука" физ.-мат.литература, М. 1976г. с. 778.
8. საქართველოს სამეცნიერო – გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი, ნაწ. 1. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი 2007წ. გვ. 128.
9. R. Chakhaia. Consideration of the Earth's Orography Influence in Prognostic Models of Meteorological Values. Bulletin of the Georgian Academy of sciences volume 172 number 1 July – August 2005, p. 80 -83
- 10.3. Хведелидзе, Н. Рамишвили, Т. Щаламберидзе, И Адеишвили. "Математическое моделирование микроциркуляционных процессов с учетом физико-географических Условий Закавказья". Экологические системы и приборы. М. 2006г. с. 43-48.

უაკ 551.509

ატმოსფეროს ტემპერატურისა და სინოტივის ველის ცვლილების შესწავლა შავი ზღვიდან ჰაერის ნაკადის ტრანსფორმაციისას/ზ. ხვედელიძე, თ დავითაშვილი, ნ. რამიშვილი/. ჰმი-ს შრომათა კრებული -2007-ტ.114-გვ.85-96-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

დედამიწის ერთი რეგიონის ზედაპირიდან, ფიზიკური თვისებებით განსხვავებულ, მეორე ფართზე ჰაერის მასათა ტრანსფორმაციის გამოკვლევა იყო და რჩება აქტუალურ პრობლემად. ეს განსაკუთრებით ეხება დასავლეთ საქართველოს, სადაც გლობალური დათბობის ფონზე აცივების პროცესები დაიკვირვება. აქედან გამომდინარე, შრომაში შესწავლილი იქნა ატმოსფეროს ტემპერატურისა და სინოტივის ველის ცვლილების ბუნება ზღვიდან ჰაერის მასის ტრანსფორმაციისას დედამიწის "საგები" ზედაპირის მახასიათებელი პარამეტრების სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის. პირველად გათვალისწინებულ იქნა დედამიწის რელიეფის და ჰაერის ნაკადის ტრანსფორმაციის პარამეტრები და შესწავლილია მათი ცვლილება ზღვიდან დაშორების მიხედვით. აღმოჩნდა, რომ შავი ზღვიდან 25 კმ- რადიუსიან ზონაში ჰაერის მასა ინარჩუნებს ზღვის მახასიათებელ პარამეტრების მნიშვნელობებს, ხოლო ტრანსფორმაცია ხდება ძირითადად 50 კმ რადიუსიან ზონაში. შემდეგ მესამე 100კმ-რადიუსიან ზონაში ჰაერის მასა თითქმის მთლიანად ხასიათდება რეგიონის მახასიათებელი სიდიდეებით. ასეთი დასკვნები პირველად არის მიღებული და კარგად ასახავს ოპერატიულ პრაქტიკაში დაკვირვებულ რეალურ პროცესებს.

UDC 551.509

Investigation Of Changeability Of Atmospheric Temperature And Humidity Fields Of Atmospheric Currents Transformed From The Black Sea./ Z. Khvedelidzr, T. Davitashvili, N. Ramishvili /. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. -2007. -ტ.114. – პ. 85-96 - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Investigation of changeability of atmospheric currents transferred from the Earth one region to another with different physical propertied is very actual problem of science. This

problem especially is important for the territory of west Georgia, as there is observed cooling process on the background of global warming process. So in the present work there is investigated character of changeability of atmospheric temperature and humidity fields of atmospheric currents transferred from the Black Sea to land for different parameters of land's surface. First time was studied changeability of atmospheric temperature and humidity fields of atmospheric currents transferred from the Black Sea to land by mathematical modelling taking into account different parameters of land's surface and air currents. Results of calculations have shown that inside of zone with radius 25km. from the Black Sea atmospheric masses have preserved the Black Sea's parameters. The main changeability of atmospheric currents parameters were observed inside of zone 25-50km. from the Black Sea and inside of zone 50-100km. from the Black Sea atmospheric masses have preserved the land's parameters. These results were obtained at first time by theoretical methods and they are in a good accordance with data observed in operational practice.

УДК 551.509

Изучение Изменения Атмосферной Температуры и Полей Влажности при Трансформаций Воздушных Потокос с Черного Моря./З.Хведелидзе, Т. Давиташвили, Н.Раишвили / Сб.Трудов Института Гидрометеорологии АН Грузии. –2007. – т.114. – с.85-96. – Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

Исследование трансформаций воздушных потоков при переносе от поверхности одного региона земли на другую площадь, отличающей физическими свойствами, остается весьма актуальной проблемой науки. Это проблема особенно важно для Западной Грузии, где на фоне глобального потепления наблюдается процессе похолодания. Поэтому в данной работе изучается характер изменения атмосферной температуры и полей влажности при трансформаций воздушных потоков с Черного Моря на сушу, для разных параметров подстилающей поверхности. В первые было принято во внимание параметри трансформации рельефа подстилающей поверхности и воздушных потоков и было изученно изменение трансформаций воздушных потоков при переносе от побережья Черного Моря. Результаты расчетов показали, что в зоне 25 км от моря атмосферная масса сохраняет параметри воздушных масс моря и основная трансформация происходит в зоне 25-50 км от моря. В зоне 50-100 км атмосферная масса почти полностью характеризуется величинами присущей региону. Такой результат в первые было полученно теоретически и хорошо согласуется с данными имеющийся в оперативной практике.

ბ.მიქაშაიძე

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ 551.510

**მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და მათი წარმოებულების
მნიშვნელობები მთების თავზე (კავკასიის მაგალითზე)**

ჰიდროთერმოდინამიკის საწყის განტოლებათა სისტემის სირთულეს გამო იძულებული ვართ მოვახდინოთ ატმოსფერული პროცესების კლასიფიკაცია, რაც საშუალებას გვაძლევს ცალკე გამოვეყოთ შესასწავლი პროცესები და სათანადოდ გავამარტივოთ საწყისი განტოლებები. ჩვეულებრივ, განტოლებებს ამარტივებენ მსგავსების თეორიის საფუძველზე. როგორც ცნობილია ([1], გვ.68), მსგავსების თეორიის გამოყენება არაა საკმარისი ატმოსფეროს დინამიკის განტოლებების წვერთა შორის თანაფარდობების რაოდენობრივი შეფასებისათვის. საჭიროა ფაქტიურ მონაცემთა დეტალური ანალიზი, რაც პირველად შესრულებული იქნა ა.ფრიდმანისა და ტ.გესელბერგის მიერ ჯერ კიდევ 1914 წელს. ანალიზის შედეგად შედგენილი იქნა ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების წარმოებულების რიგების ცხრილი, რომელიც დიდ როლს ასრულებდა თეორიულ-მეტეოროლოგიურ გამოკვლევებში. პრაქტიკულად, დიდმასშტაბიანი პროცესების შესწავლის დროს, განტოლებათა გამარტივების მიზნით, წარმატებით იყენებენ მ. იუდინის მიერ შედგენილ მეტეოროლოგიური ელემენტების წარმოებულების (სხვაობათა ფარდობების) საშუალო-კვადრატულ მნიშვნელობათა (სკმ) ცხრილს, რომელიც მიღებულია MTS სისტემაში, დამოუკიდებელი ცვლადების შემდეგი ინტერვალებისათვის: $\Delta t=12$ სთ-ს. $\Delta s=400$ კმ-ს, $\Delta z=2.5$ კმ-ს. MTS(მეტრი, ტონა, წამი) სისტემაში წნევის ერთეულია 1 სბარი(სანტიბარი)=10 მბარი(მილიბარი)=10 კპ(კეკტოპასკალი).

დამოუკიდებელი ცვლადების ინტერვალების შერჩევა ხდება შესასწავლი პროცესის მასშტაბის შესაბამისად. ამიტომ, რეგიონალური მასშტაბის პროცესებისათვის, გამოთვლები ჩატარებულ იქნა დამოუკიდებელი ცვლადების შემდეგი ინტერვალებისათვის $\Delta t=24$ სთ-ს. $\Delta s=100$ კმ -ს, $\Delta z=2.5$ კმ-ს. გამოთვლებისათვის გამოყენებულ იქნა კავკასიისა და მის გარშემო მდებარე 25 აეროლოგიური სადგურის 1997 წლის იანვარ-ივნისის პერიოდის(სულ 73 შემთხვევა) გეოპოტენციალის მონაცემები 850, 700 და 500 კპ-ს დონეებზე. საწყისი მონაცემები 22×28 წერტილიანი ბადისათვის, ბიჯით 100 კმ, მიიღებოდა ინტერპოლაციით, სადგურებამდე მანძილების უკუპროპორციული კოეფიციენტების გამოყენებით. მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და

მათი წარმოებულების მნიშვნელობები გამოითვლებოდა შემდეგნაირად:

1. რადგან ციკლონების, ანტიციკლონების, ბარიული ღარებისა და თხემების მოძრაობის სიჩქარეებს აქვთ იგივე რიგი, რაც ქარის სიჩქარეს და ამასთანავე, ატმოსფეროში მიმდინარე ამინდის გამპირობებელი პროცესები კვაზიგეოსტროფიულია, ქარის სიჩქარის ჰორიზონტალური მდგენელების გამოსათვლელად გამოვიყენეთ შემდეგი დამოკიდებულებები [2]:

$$u = -\mu \frac{g}{l} \frac{\partial H}{\partial y} - \mu \frac{g}{l^2} \frac{\partial^2 H}{\partial t \partial x} - \mu^2 \frac{g^2}{l^3} \left(H, \frac{\partial H}{\partial x} \right) - \mu \frac{g^2}{l^3} \frac{\partial H}{\partial x} (H, \mu) - \mu \frac{g}{l^2} \tau \frac{\partial^2 H}{\partial p \partial x}; \quad (1)$$

$$v = \mu \frac{g}{l} \frac{\partial H}{\partial x} - \mu \frac{g}{l^2} \frac{\partial^2 H}{\partial t \partial y} - \mu^2 \frac{g^2}{l^3} \left(H, \frac{\partial H}{\partial y} \right) - \mu \frac{g^2}{l^3} \frac{\partial H}{\partial y} (H, \mu) - \mu \frac{g}{l^2} \tau \frac{\partial^2 H}{\partial p \partial y}, \quad (2)$$

სადაც $\mu=1+(\eta-1)/n$ - ითვალისწინებს რელიეფის გავლენას; $\eta=P_0/P_3$; $P_0=1000$ ჰპ-ს - სტანდარტული წნევაა ზღვის დონეზე; $P_h = P_h(x,y)$ - წნევაა მთის ზედაპირზე; $n=1,2,4$ - შესაბამისად 850, 700, და 500 ჰპ-ის დონეებზე გათვლებისას; H - გეოპოტენციალური ზედაპირის სიმაღლეა მეტრებში. დანარჩენი აღნიშვნები ზოგადად ცნობილია.

2. სიჩქარის გრივალის ვერტიკალური მდგენელი ითვლებოდა ტოლობით

$$\Omega = \partial v / \partial x - \partial u / \partial y, \quad (3)$$

სადაც u და v მოცემულია (1) და (2) გამოსახულებებით.

3. ვერტიკალური სიჩქარეები w და w_h (განპირობებულია ოროგრაფიით) ითვლებოდა ტოლობებით: $w = -\rho g \tau$ და $w_h = -\rho g \tau_h$, სადაც τ და τ_h განსაზღვრულია შესაბამისად სითბოს მოდინების განტოლებიდან და ქვედა სასაზღვრო პირობიდან (ქარის მთის კალთებზე სრიალის პირობა).

4. ნებისმიერი სიდიდის წარმოებული t დროით გამოითვლებოდა ერთმანეთის მომდევნო ორი დღის მონაცემთა სხვაობით. წარმოებულები ჰორიზონტალური კოორდინატებით (x და y) - ცენტრალური სხვაობებით, ხოლო ვერტიკალური მიმართულებით (z კოორდინატი) შემდეგნაირად:

$$\frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z1} = (f_{700} - f_{850}) / (H_{700} - H_{850}); \quad \frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z2} = (f_{500} - f_{850}) / (H_{500} - H_{850}); \quad \frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z3} = (f_{500} - f_{700}) / (H_{500} - H_{700}),$$

$$\partial^2 f / \partial z^2 \Big|_{z2} = (\frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z3} - \frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z1}) / (z3 - z1) = (\frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z3} - \frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z1}) / (H_{500} - H_{850}),$$

სადაც დონეები $z1 = (H_{700} + H_{850}) / 2$; $z2 = (H_{500} + H_{850}) / 2$; $z3 = (H_{500} + H_{700}) / 2$.

გამოთვლები წარმოებდა ბადის ცენტრალური ნაწილის $14 \times 20 = 280$ წერტილში. ამიტომ, მაგალითად, H -ის x -ით და y -ით პირველი რიგის წარმოებულების გამოთვლისას თითოეულ დონეზე მიიღებოდა 560 მნიშვნელობა, ხოლო u და v -ს იმავე წარმოებულთათვის - 1120 მნი-

შენელობა და ა.შ., ყველა 40 სიდიდისათვის (მეტეოროლოგიური ელემენტი, წარმოებული, ოპერატორი, იხ. ცხრ.2). მიღებული შედეგებიდან ვაფიქსირებდით მაქსიმალურ მნიშვნელობებს ღონეების (850, 700, 500 კპ) მიხედვით და საერთოს სამივე ღონისათვის, ანუ 1.5-5.5 კმ-იანი ფენისათვის. ამრიგად, თითოეული შემთხვევის (73 შემთხვევიდან) გათვლის შედეგად ფიქსირდებოდა $40 \times 4 = 160$, ხოლო 73 შემთხვევისათვის 160×73 მაქსიმუმი. სკმ-ების გამოთვლები წარმოებდა ცაღ-ცაღკე ღონეებისათვის, ფენისათვის, ცივი (იანვარი-მარტი, 44 შემთხვევა), თბილი(აპრილი-ივნისი, 29 შემთხვევა) და მთლიანი პერიოდისათვის, ანუ თითოეული სიდიდისათვის მიიღებოდა 12 სკმ. ცხრ.1-ში,

ცხრილი 1. ქარის ჰორიზონტალური მდგენელების გამოსახულებებში შემავალი სიდიდეების სკმ-ები

ელემენტი, წარმოებული	ღონეები(კპ-ში)			ფენი 1.5-5.5 კმ
	850	700	500	
ც ი ვ ი პ ე რ ი ო ღ ი				
V(u,v)	15.7	18.1	31.5	22.8
$\partial H/\partial s(x,y) \cdot 10^5$	14.5	17.9	27.5	20.7
$\partial^2 H/\partial t \partial s \cdot 10^{10}$	13.0	15.4	25.4	18.7
$(H, \partial H/\partial s) \cdot 10^{14}$	5.3	7.2	17.6	11.4
$(H, \mu) \cdot 10^{11}$	13.1	7.8	6.2	9.5
$w(w_h) \cdot 10^2 = \tau(\tau_h) \cdot 10^4$	4.5(11.8)	3.8	4.4	4.2(11.8)
$\partial^2 H/\partial p \partial s \cdot 10^6$	5.5	5.3	6.3	5.8
თ ბ ი ლ ი პ ე რ ი ო ღ ი				
V(u,v)	14.9	16.7	28.3	20.8
$\partial H/\partial s(x,y) \cdot 10^5$	13.4	15.7	24.1	18.3
$\partial^2 H/\partial t \partial s \cdot 10^{10}$	12.3	12.7	17.3	14.2
$(H, \partial H/\partial s) \cdot 10^{14}$	4.1	4.9	11.9	7.8
$(H, \mu) \cdot 10^{11}$	12.6	7.0	5.3	8.9
$w(w_h) \cdot 10^2 = \tau(\tau_h) \cdot 10^4$	4.3(11.0)	3.0	2.7	3.4(11.0)
$\partial^2 H/\partial p \partial s \cdot 10^6$	5.3	4.9	5.7	5.3
მ თ ლ ი ა ნ ი პ ე რ ი ო ღ ი				
V(u,v)	15.4	17.7	30.4	22.2
$\partial H/\partial s(x,y) \cdot 10^5$	14.1	17.2	26.4	20.0
$\partial^2 H/\partial t \partial s \cdot 10^{10}$	12.8	14.6	23.0	17.4
$(H, \partial H/\partial s) \cdot 10^{14}$	4.9	6.5	15.9	10.3
$(H, \mu) \cdot 10^{11}$	12.9	7.6	5.9	9.3
$w(w_h) \cdot 10^2 = \tau(\tau_h) \cdot 10^4$	4.4(11.6)	3.6	3.9	4.0(11.6)
$\partial^2 H/\partial p \partial s \cdot 10^6$	5.5	5.2	6.1	5.6

მაგალითად, მოცემულია ამ 12 სკმ-ის მნიშვნელობა (1) და (2) გა-
 მოსახელებებში შემავალი სიდიდეებისათვის. მიღებული შედეგებისა-
 თვის საერთოა ის, რომ ცივი პერიოდის მნიშვნელობები უფრო მაღა-
 ლია, ვიდრე თბილი პერიოდის, რაც სრულიად სამართლიანად, გა-
 ნპირობებულია თბილ პერიოდთან შედარებით, ცივ პერიოდში ცირ-
 კულაციური პროცესების მეტი ინტენსივობით. გარდა ამისა, ჩვენს მი-
 ერ, რეგიონალური მასშტაბის პროცესებისათვის, მიღებული შედეგე-
 ბი შესამჩნევად მაღალია, ვიდრე დიდმასშტაბიანი პროცესების დროს.
 განსაკუთრებით დიდი განსხვავებაა ვერტიკალური სიჩქარეების მნიშ-
 ვნელობებში. აღნიშნული სხვაობები განპირობებულია, ერთის მხრივ,
 მთების გავლენის გათვალისწინებით და მეორეს მხრივ, შედარებით
 მცირე(100 კმ, 400 კმ-ის ნაცვლად) ჰორიზონტალური ბიჯით.

ცხრ.2-ში მოცემულია საბოლოო საშუალო კვადრატული მნიშვნე-
 ლობები კავკასიის რეგიონისათვის, ფენში 1.5-5.5 კმ, გამოთვლილი
 მეტეოროლოგიური ელემენტების, მათი წარმოებულებისა და
 საპროგნოზო განტოლებებში შემავალი ზოგიერთი ოპერატორის
 მაქსიმალური მნიშვნელობებით.

ცხრილი 2, მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და მათი
 წარმოებულების (სხვაობათა ფარდობების) სკმ-ები კავკასიის
 რეგიონისათვის, ფენში 1,5 – 5,5 კმ (TS სისტემაში)

ელემენტი, წარმოებულ ოპერატორი	საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა	ელემენტი, წარმოებულ ოპერატორი	საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა	ელემენტი, წარმოებულ ოპერატორი	საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა
$V(u, v)$	23	$\partial^2 H / \partial t \partial s$	$2 \cdot 10^{-9}$	$\partial w_h / \partial s$	10^{-6}
$\partial V / \partial S(x, y)$	$8.8 \cdot 10^{-5}$	$\partial^2 H / \partial s \partial z$	$5 \cdot 10^{-8}$	$\partial w_h / \partial t$	$1.4 \cdot 10^{-6}$
$\partial V / \partial t$	$2.6 \cdot 10^{-4}$	$\partial^2 H / \partial t \partial z$	$3 \cdot 10^{-7}$	Ω_z	$8.7 \cdot 10^{-5}$
$\partial V / \partial z$	$6.8 \cdot 10^{-3}$	$\partial^3 H / \partial s^3$	$4 \cdot 10^{-15}$	$\partial \Omega_z / \partial s$	$7.2 \cdot 10^{-10}$
$\partial^2 V / \partial z^2$	$3.4 \cdot 10^{-6}$	$\partial^3 H / \partial s^2 \partial z$	$1.8 \cdot 10^{-13}$	$\partial \Omega_z / \partial t$	$1.3 \cdot 10^{-9}$
$\partial^2 V / \partial s^2$	$6.7 \cdot 10^{-10}$	$\partial^3 H / \partial s^2 \partial t$	$6.6 \cdot 10^{-15}$	$\partial \Omega_z / \partial z$	$3.2 \cdot 10^{-8}$
$\partial^2 V / \partial t \partial s$	$1.2 \cdot 10^{-9}$	$\partial H / \partial p$	$1.2 \cdot 10^2$	$g(H, \Delta H) / l$	$1.3 \cdot 10^{-13}$
$\partial^2 V / \partial s \partial z$	$3 \cdot 10^{-8}$	$\partial^2 H / \partial p \partial s$	$5.8 \cdot 10^{-6}$	$\Delta(\partial H / \partial t)$	$1.6 \cdot 10^{-14}$
$\partial^2 V / \partial t \partial z$	$9 \cdot 10^{-8}$	$\partial^2 H / \partial p \partial t$	$3.3 \cdot 10^{-5}$	$(H, \partial H / \partial s)$	10^{-13}
$\partial H / \partial s$	$2 \cdot 10^{-4}$	w	$4.2 \cdot 10^{-2}$	$(H, \partial H / \partial p)$	$6.6 \cdot 10^{-10}$
$\partial H / \partial t$	10^{-3}	$\partial w / \partial s$	$2 \cdot 10^{-7}$	(H, l)	$2.6 \cdot 10^{-15}$
$\partial p / \partial z$	$9 \cdot 10^{-3}$	$\partial w / \partial t$	$7 \cdot 10^{-7}$	(H, μ)	10^{-10}
$\partial^2 p / \partial z^2$	10^{-6}	$\partial w / \partial z$	$1.7 \cdot 10^{-5}$		
$\partial^2 H / \partial s^2$	$5.7 \cdot 10^{-10}$	w_h	$1.2 \cdot 10^{-1}$		

მიგვაჩნია, რომ ცხრ.2-ის მონაცემები სავსებით მისაღებია მთიანი რეგიონისათვის საპროგნოზო განტოლებების წვერთა შორის თანაფარდობების დასადგენად. შემდგომში, როცა იქნება სათანადო დაკვირვებათა მონაცემების მოპოვების საშუალება, რასაკვირველია, ურიგო არ იქნება ანალოგიური ცხრილის შედგენა ქარისა და ტემპერატურის რეალური(არა გამოთვლილი) მონაცემების საფუძველზე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гандин Л.С., Лайхтман Д.Л., Матвеев Л.Т., Юдин М.И., 1955, Основы динамической метеорологии и Л., Гидрометеиздат, 647 стр.
2. Микашавидзе Б.А., Чоговадзе И.В., Кварацхелия Д.П., 1982, Опыт региональных численных прогнозов метеорологических элементов в условиях Кавказа, Труды ЗакНИГМИ, вып. 75(81), Л. Гидрометеиздат, стр.82-90.

უაკ 551.510

მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და მათი წარმოებულების მნიშვნელობები მთების თავზე(კავკასიის მაგალითზე)/ბ.მიქაშავიძე, ჰმის შრომათა კრებული, -2007-ტ.114,-გვ - ქართ., რეზ.ქართ., ინგლ., რუს.

ფაქტიური მონაცემების საფუძველზე, რეგიონალური მასშტაბის პროცესებისათვის გათვლილია მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და მათი წარმოებულების(სხვაობათა ფარდობების) მაქსიმუმთა საშუალო კვადრატული მნიშვნელობები 850, 700 და 500 ჰპა დონეებზე და ფენაში 1.5-5.5 კმ., რომელთა საშუალებითაც შეიძლება დავადგინოთ თანაფარდობა საპროგნოზო განტოლებების წვერთა შორის. ცხრ.2, ლიტ.დას.2.

UDC 551.510

Meanings of the Meteorological Elements and their Derivative above Mountains (on the example of Caucasus).. /B.A.Mikashavidze/, Transactions of the Institute of Hydrometeorology of Georgian Academy of Science, -2007-V.114,-p. -Georg. Summ.Georg.,Eng.,Russ.

On the basis of the factual data, for the regional scale processes are computing the mean-quadratic values and their derivative (divided differences) of maxims of the meteorological elements at 859, 700 and 500 hPa levels and in 1.5-5.5 kms layers, according them it is possible to establish dependence between the members of the forecasting equations. Table.2, lit.2.

УДК 551.510

Значения метеорологических элементов и их производных над горами(на примере Кавказа), /Б.А.Микашавидзе/, Сб.Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии, -2007-т.114, -Груз., рез. Груз.,Анг.,Русск.

На основе фактических данных, для процессов регионального масштаба, рассчитаны среднеквадратические значения максимумов метеорологических элементов и их производных (разделенных разностей) на уровнях 859, 700 и 500 гПа и в слое 1.5-5.5 км, с помощью которых можно установить зависимость между членами прогнозистических уравнений. Таб.2, лит.2.

დ. დემეტრაშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უკ 551.558.21:551.551.32

ლოკალური ატმოსფერული პროცესების ჰიდროდინამიკური მოდელირების შესახებ

შესავალი. ამჟამად, საქართველოსათვის, როგორც რთული ოროგრაფიის მქონე ქვეყნისათვის, მეტად აქტუალურია ისეთი მათემატიკური მოდელის შექმნა, რომელიც საკმარისი ადეკვატურობითა და მაღალი სივრცითი დეტალიზაციით ასახავს საქართველოს ტერიტორიაზე განვითარებული ლოკალური ატმოსფერული პროცესების თავისებურებებს ადგილობრივი ფიზიკურ - გეოგრაფიული პირობების გათვალისწინებით. ასეთი მოდელის გამოყენება ამინდის პროგნოზირებისათვის დაკავშირებულია მის მიერთებასთან ოპერატიულ რეჟიმში მომუშავე დიდმასშტაბიანი (ფონური) პროგნოზის სქემასთან. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ის გარემოებაც, რომ ლოკალური ატმოსფერული პროცესების ჰიდროდინამიკური მოდელის საფუძველზე გათვლილი ატმოსფეროს ცირკულაციური პარამეტრები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას მთელი რიგი ეკოლოგიური ამოცანების გადასატრედად, რომლებიც დაკავშირებულია ატმოსფეროში გამოფრქვეული სხვადასხვა ანთროპოგენური მინარევების გავრცელებასთან.

წინამდებარე სტატიაში შემოთავაზებულია ლოკალური ატმოსფერული პროცესების ჰიდროდინამიკური მოდელის ერთ-ერთი ვარიანტი და განხილულია მისი აგების თეორიული საფუძვლები.

მოდელის აღწერა. განვიხილოთ მოძრავი ჰაერის მასა, რომელიც ქვემოდან შემოსაზღვრულია ოროგრაფიულად და თერმულად არაერთგვაროვანი $\delta(x, y)$ დედამიწის ზედაპირით, ხოლო ზემოდან, ტროპოპაუზის სიმაღლეზე - $H(x, y, t)$ თავისუფალი ზედაპირით, რომლის მდებარეობა განისაზღვრება ამოცანის ამოხსნის პროცესში. ამასთანავე, პირველ ეტაპზე უგულებელვყოთ ატმოსფეროში რადიაციის გადატანისა და შთანთქმის პროცესები.

მოდელის ვერტიკალური სტრუქტურა შემდეგ ფენებს მოიცავს:

- ტროპოსფერო, რომელიც განიხილება ქვედა ტურბულენტური ფენის ზემოთ $(\delta(x, y) + h_a \leq z \leq H)$, სადაც z ღერძი მიმართულია ზღვის დონიდან ვერტიკალურად ზემოთ, h_a ტურბულენტური ფენის სისქეა, ხოლო $\delta(x, y)$ რელიეფის აღმწერი ფუნქციაა);
- ატმოსფეროს ქვედა ტურბულენტური (მიწისპირა და წყლისპირა) ფენა $(\delta(x, y) \leq z \leq \delta(x, y) + h_a)$;

- ნიადაგის აქტიური ფენა ($0 \leq z_n \leq h_n$, სადაც z_n ღერძი მიმართულია დედამიწის ზედაპირიდან ნიადაგში, h_n აქტიური ფენის სისქეა);
- ზღვის აქტიური ფენა ($0 \leq z_m \leq h_m$, სადაც z_m ღერძი მიმართულია ზღვის ზედაპირიდან ვერტიკალურად ქვემოთ, ხოლო h_m ზღვის აქტიური ფენის სისქეა).

თანახმად [1] მონოგრაფიისა, ამოცანის ფორმულირებისას გამოყენებულია თავისუფალი კონვექციის თეორიის გამარტივებები იმ ფაქტის მხედველობაში მიღებით, რომ ლოკალური პროცესები ვითარდებიან არასტაციონარული დიდმასშტაბიანი (ფონური) პროცესების ფონზე. გარდა ამისა, მიწისპირა ფენასა და ნიადაგში ჰიდროთერმოდინამიკური პროცესების აღსაწერად გამოვიყენებთ [2,3]-ში განხილულ პლანეტარული სასაზღვრო ფენა – ნიადაგის ქვაზიერთგანზომილებიან რიცხვით მოდელს, რომელიც მოდიფიცირებულია წყლის ფაზური გადასვლების გათვალისწინებით.

ფონური პროცესების მიმართ მივიღებთ, რომ

$$U = U(z, t), \quad V = V(z, t), \quad W = 0, \quad \Theta = \Theta(x, y, z, t), \quad Q = Q(z, t).$$

სადაც U, V და W ფონური დინების სიჩქარის კომპონენტებია x, y და z ღერძების გასწვრივ, ხოლო Θ და Q ფონური პოტენციალური ტემპერატურა და კუთრი სინოტივია.

მოდელის განტოლებებს შემდეგი სახე ექნებათ:

ტროპოსფეროში

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} &= -\Theta_0 \frac{\partial \varphi'}{\partial x} + l v + \mu \Delta u + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho v \frac{\partial u}{\partial z} + F_u, \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} &= -\Theta_0 \frac{\partial \varphi'}{\partial y} - l u + \mu \Delta v + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho v \frac{\partial v}{\partial z} + F_v, \end{aligned} \quad (1)$$

$$0 = -\Theta_0 \frac{\partial \varphi'}{\partial z} + \lambda \varphi', \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = \sigma w,$$

$$\frac{\partial \vartheta'}{\partial t} + u \frac{\partial \vartheta'}{\partial x} + v \frac{\partial \vartheta'}{\partial y} + w \frac{\partial \vartheta'}{\partial z} + S w = \frac{L}{c_p} M + \mu_g \Delta \vartheta' + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho v_g \frac{\partial \vartheta'}{\partial z} -$$

$$-u' \frac{\partial \Theta}{\partial x} - v' \frac{\partial \Theta}{\partial y},$$

$$\frac{\partial q'_1}{\partial t} + u \frac{\partial q'_1}{\partial x} + v \frac{\partial q'_1}{\partial y} + w \frac{\partial q'_1}{\partial z} + \gamma_q w = -M + \mu_q \Delta q'_1 + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho v_q \frac{\partial q'_1}{\partial z},$$

$$\frac{\partial q_2}{\partial t} + u \frac{\partial q_2}{\partial x} + v \frac{\partial q_2}{\partial y} + w \frac{\partial q_2}{\partial z} = M + \mu_q \Delta q_2 + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho v_q \frac{\partial q_2}{\partial z},$$

$$F_u = -IV + \frac{\partial U}{\partial t}, \quad F_v = IU + \frac{\partial V}{\partial t}, \quad S = \frac{\partial \Theta}{\partial z}, \quad \gamma_q = \frac{\partial Q}{\partial z}.$$

$$u = U + u', \quad v = V + v', \quad w = w', \quad \vartheta = \Theta + \vartheta', \quad q_1 = Q + q_1', \quad \varphi = \Phi + \varphi'.$$

ქველა ტურბულენტურ ფენაში

$$\frac{\partial \tilde{u}}{\partial t} = \lambda \vartheta' \frac{\partial \delta}{\partial x} + l \tilde{v} + \frac{\partial}{\partial z} \tilde{v} \frac{\partial \tilde{u}}{\partial z} + F_u,$$

$$\frac{\partial \tilde{v}}{\partial t} = \lambda \vartheta' \frac{\partial \delta}{\partial y} - l \tilde{u} + \frac{\partial}{\partial z} \tilde{v} \frac{\partial \tilde{v}}{\partial z} + F_v,$$

$$\frac{\partial \tilde{\vartheta}'}{\partial t} = -\tilde{u}' \left(\frac{\partial \Theta}{\partial x} + S \frac{\partial \delta}{\partial x} \right) - \tilde{v}' \left(\frac{\partial \Theta}{\partial y} + S \frac{\partial \delta}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \tilde{v}_q \frac{\partial \tilde{\vartheta}'}{\partial z} + \frac{L}{c_p} \tilde{M}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \tilde{q}'_1}{\partial t} = -\tilde{u}' \gamma_q \frac{\partial \delta}{\partial x} - \tilde{v}' \gamma_q \frac{\partial \delta}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \tilde{v}_q \frac{\partial \tilde{q}'_1}{\partial z} - \tilde{M},$$

$$\frac{\partial \tilde{q}'_2}{\partial t} = \tilde{M} + \frac{\partial}{\partial z} \tilde{v}_q \frac{\partial \tilde{q}'_2}{\partial z}.$$

ნიადაგის აქტიურ ფენაში:

$$\frac{\partial T'_n}{\partial t} = k_n \frac{\partial^2 T'_n}{\partial z_n^2} \quad (3)$$

ზღვის აქტიურ ფენაში

$$\frac{\partial T'_m}{\partial t} = v_m \frac{\partial^2 T'_m}{\partial z_m^2} - \frac{1}{C_m \rho_m} \frac{\partial I}{\partial z_m}, \quad I = (1 - A_m) I_0 e^{-\alpha z}.$$

აქ გამოყენებულია შემდეგი აღნიშვნები: u, v და w ჰაერის დინების სიჩქარის კომპონენტებია შესაბამისად x, y და z ღერძების გასწვრივ; $\vartheta', \varphi', q'_1$ პოტენციალური ტემპერატურის, წნევის ანალოგისა და კუთრი სინოტივის გადახრებია შესაბამისი Θ, Φ, Q ფონური მნიშვნელობებიდან; q_2 ღრუბლის წყლიანობაა; ρ ატმოსფეროს სიმკვრივეა; g, Θ_0, l სიმძიმის ძალის აჩქარება, ატმოსფეროს საშუალო პოტენციალური ტემპერატურა და კორიოლისის პარამეტრია; σ პარამეტრია, რომელიც ახასიათებს სიმკვრივის შემცირებას სიმაღლის

მიხედვით; c_p, R ატმოსფეროს კუთრი სითბოტევადობა და გაზური მუდმივა; M ჰაერის ერთეულოვან მასაში კონდენსაციის (ორთქლადქცევის) სინქარეა; L ორთქლადქცევის კუთრი სითბო; T'_m და T'_m ნიადაგისა და ზღვის ტემპერატურის გადახრებია საშუალო დღე-ღამური მნიშვნელობებიდან; $\mu, \mu_g, \mu_q, \nu, \nu_g$ და ν_q ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ტურბულენტური სიბლანტისა და დიფუზიის კოეფიციენტებია სითბოსა და წყლის ორთქლისათვის (აქ იგულისხმება, რომ დიფუზიის კოეფიციენტები წყლის ორთქლისა და წვეთებისათვის ერთი და იგივეა); k_n - ნიადაგში მოლეკულური სითბოგამტარებლობის კოეფიციენტი; ν_m, c_m და ρ_m შესაბამისად ზღვაში ვერტიკალური ტურბულენტური დიფუზიის კოეფიციენტი, ზღვის წყლის კუთრი სითბოტევადობა და სიმკვრივე; I_0 ზღვის ზედაპირზე დაცემული ჯამური მოკლეტალღოვანი რადიაციის ნაკადია; A_m ზღვის ზედაპირის ალბედოა, ხოლო α ზღვის მიერ რადიაციის შთანთქმის კოეფიციენტი. სიმბოლო \sim აღნიშნავს შესაბამის სიდიდეთა მნიშვნელობებს მიწისპირა და წყლისპირა ფენებში (1)-(4) განტოლებათა ინტეგრება ხდება ერთობლივად ვერტიკალზე შემდეგი სასაზღვრო პირობების გამოყენებით:

ტროპოპაუზის სიმაღლეზე $z = H$

$$w = \frac{\partial H}{\partial t} + u \frac{\partial H}{\partial x} + v \frac{\partial H}{\partial y}, \quad \varphi' = 0, \quad (5)$$

$$\rho v \frac{\partial u}{\partial z} = 0, \quad \rho v \frac{\partial v}{\partial z} = 0, \quad \rho \nu_g \frac{\partial \vartheta}{\partial z} = 0, \quad \rho \nu_q \frac{\partial q_1}{\partial z} = 0, \quad q_2 = 0;$$

მიწისპირა (წყლისპირა) ფენის ზედა საზღვარზე $z = \delta(x, y) + h_a$

$$v \frac{\partial u}{\partial z} = \tilde{v} \frac{\partial \tilde{u}}{\partial z}, \quad v \frac{\partial v}{\partial z} = \tilde{v} \frac{\partial \tilde{v}}{\partial z}, \quad \nu_g \frac{\partial \vartheta}{\partial z} = \tilde{\nu}_g \frac{\partial \tilde{\vartheta}}{\partial z},$$

$$\nu_q \frac{\partial q_1}{\partial z} = \tilde{\nu}_q \frac{\partial \tilde{q}_1}{\partial z}, \quad \nu_q \frac{\partial q_2}{\partial z} = \tilde{\nu}_q \frac{\partial \tilde{q}_2}{\partial z}, \quad w = u \frac{\partial \delta}{\partial x} + v \frac{\partial \delta}{\partial y}, \quad (6)$$

$$u = \tilde{u}, \quad v = \tilde{v}, \quad \vartheta = \tilde{\vartheta}, \quad q_1 = \tilde{q}_1, \quad q_2 = \tilde{q}_2.$$

ღედამიწის ზედაპირთან $z = z_0$ (z_0 - სიქისის ფენის სიმაღლე)

ა) ხმელეთი

$$-c_p \tilde{\nu}_g \rho \frac{\partial \tilde{\vartheta}}{\partial z} - L \rho \tilde{\nu}_q \frac{\partial \tilde{q}_1}{\partial z} - c k_n \rho_n \frac{\partial T_n}{\partial z_n} = C_1 R_1,$$

$$R_1 = (1 - A) I - F, \quad (7)$$

$$u = v = 0, \quad \vartheta = T_n, \quad \tilde{q}_1 = r q_H(T_{n,0}), \quad (0 \leq r \leq 1), \quad \tilde{q}_2 = 0;$$

ბ) წყალი

$$\begin{aligned} \tilde{u} = u_m, \quad \tilde{v} = v_m, \quad \tilde{q}_1 = q_H(T_{m,0}), \quad \tilde{\vartheta} = T_m, \quad \tilde{q}_2 = 0, \\ -c_p \tilde{v}_s \rho \frac{\partial \tilde{\vartheta}}{\partial z} - L \rho \tilde{v}_q \frac{\partial \tilde{q}_1}{\partial z} - c k_n \rho_n \frac{\partial T_n}{\partial z_n} = C_2 R_2. \end{aligned} \quad (7')$$

ნიადაგის აქტიური ფენის ქვედა საზღვარზე

$$T'_n = 0, \quad \text{როცა } z_n = h_n$$

ზღვის აქტიური ფენის ქვედა საზღვარზე

$$T'_m = 0 \quad \text{როცა } z_m = h_m$$

საწყის $t = 0$ მომენტში

$$u = u^0, \quad v = v^0, \quad \vartheta' = \vartheta'^0, \quad q'_1 = q'_1{}^0, \quad q_2 = 0$$

$$\tilde{u} = \tilde{u}^0, \quad \tilde{v} = \tilde{v}^0, \quad \tilde{\vartheta}' = \tilde{\vartheta}'^0, \quad \tilde{q}'_1 = \tilde{q}'_1{}^0, \quad \tilde{q}_2 = 0, \quad T'_n = T_n{}^0$$

აქ u_m და v_m ზღვის ზედაპირული დინების სიჩქარის კომპონენტებია x და y საკოორდინატო ღერძების გასწვრივ; $T_{m,0}$ და $T_{n,0}$ ზღვის ზედაპირის ტემპერატურაა; R_1 და R_2 ხმელეთისა და ზღვის ზედაპირების რადიაციული ბალანსია, ხოლო C_1 და C_2 ემპირიული კოეფიციენტებია, რომლებიც გამოხატავენ დრუბლიანობის გავლენას რადიაციულ ბალანსზე; r ფარდობითი სინოტივეა ხმელეთის ზედაპირთან, ხოლო q_H ნაჯვრობის კუთრი სინოტივეა, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს მაგნუსის ფორმულით [4].

(5) სასაზღვრო პირობები გამოხატავენ იმპულსის, სითბოსა და სინოტივის ნაკადებისა და წნევის შეშფოთების ნულთან ტოლობას ტროპოპაუზის სიმაღლეზე, აგრეთვე დრუბელთა არარსებობასა და იმ ფაქტს, რომ ამოხსნის არის ზედა საზღვრის მოდელირებას ვახდენთ თავისუფალი ზედაპირის სახით. (6) სასაზღვრო პირობები წარმოადგენენ იმპულსის, სითბოს, წყლის ორთქლისა და დრუბელში წყლიანობის ნაკადებისა და შესაბამისი ფუნქციების უწყვეტობას ქვედა ტურბულენტური ფენის ზედა საზღვარზე. როგორც (7) პირობებიდან ჩანს, თუ ქვეფენილი ზედაპირი წარმოადგენს ხმელეთს, მაშინ ქარის სიჩქარის კომპონენტებისათვის მოითხოვება მიწეების პირობა, ხოლო ტემპერატურისათვის - უწყვეტობის პირობა ხმელეთ-ჰაერის გამყოფ საზღვარზე. ხმელეთის ზედაპირზე განიხილება აგრეთვე მიწის ზედაპირის სითბური ბალანსის განტოლება, ხოლო თუ ამონახსნის არე მოიცავს ზღვის ნაწილს, მაშინ საჭირო ხდება (7') პირობების გამოყენება. რაც შეეხება გვერდით სასაზღვრო პირობებს, აქ საჭიროა ისეთი სასაზღვრო პირობების გამოყენება, რომლებიც პრაქტიკულად არ დაამახინჯებს ამონახსნს ჩვენთვის სასურველი საინტეგრო დროის განმავლობაში. ჩვენი და სხვა ავტორთა გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ასეთ სასაზღვრო

პირობებად შეიძლება განხილულ იქნას გვერდითი საზღვრების ნორმალის გასწვრივ მეტეოროლოგიურ სიდიდეთა წარმოებულების ნულთან ტოლობა.

(1) და (2) განტოლებებში შემავალი ფონური სიდიდეების შემცველი წევრები აღწერენ დიდმასშტაბური სინოპტიკური პროცესების ენერგეტიკულ ზემოქმედებას ლოკალურ პროცესზე და ისინი შეიძლება განხილულ იქნას როგორც სინოპტიკური პროცესების პარამეტრიზაციის შედეგად მიღებული წევრები. ცხადია, რომ ინფორმაცია ფონური სიდიდეების სივრცით-დროითი განაწილების შესახებ მიიღება დიდმასშტაბური ატმოსფერული პროცესების რიცხვითი მოდელის რეალიზაციის შედეგად. მოდელური რიცხვითი ექსპერიმენტების ჩატარებისას კი აღნიშნული წევრები განისაზღვრება აპრიორულად, როგორც დროისა და სივრცითი კოორდინატების ცნობილი ფუნქციები.

უნდა შევნიშნოთ, რომ სტატიის მოცულობის შეზღუდულობის გამო შეუძლებელია ამოცანის რეალიზაციასთან დაკავშირებული ყველა საკითხის განხილვა. აქ შემოვისაზღვრებით მხოლოდ იმ საკითხებით, რომლებიც დაკავშირებულია ღრუბლიანობის ველის კორექტულ გათვლასა და ამოხსნის არის რთულ გეომეტრიასთან. (1) და (2) განტოლებათა სისტემებში კონდენსაციის სიჩქარის ცხადი სახით ფიგურირებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს მნიშვნელოვანი ცდომილებები ღრუბლიანობის ველის განსაზღვრაში. ღრუბლიანობის ველის გამოთვლა შესაძლებელია [4] – ში აღწერილი ცნობილი მეთოდის საფუძველზე, რომელიც დაფუძნებულია განტოლებებიდან კონდენსაციის სიჩქარის გამორიცხვაზე. ამის შემდეგ, ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის გადავიღებისა და რელიეფის კორექტულად გათვალისწინების მიზნით შეიძლება გადასვლა დეკარტის მართკუთხა კოორდინატთა სისტემიდან რელიეფთან დაკავშირებულ მრუდწირულ კოორდინატთა სისტემაში x_1, y_1, ζ , სადაც

$$x_1 = x, y_1 = y, \zeta = \frac{z - [\delta(x, y) + h_a]}{h(x, y, t)},$$

$$h = H(x, y, t) - [\delta(x, y) + h_a]$$

აღნიშნული გარდაქმნების შედეგად (1) განტოლებათა სისტემიდან მიღებული სახეცვლილი განტოლებათა სისტემის ამოხსნა ხორციელდება სწორი გეომეტრიის მქონე ამოხსნის არეში – მართკუთხა პარალელებიპედში შესაბამისი სასაზღვრო და საწყისი პირობების გამოყენებით.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гутман Л. Н. Введение в нелинейную теорию мезометеорологических процессов. Л., Гидрометеиздат, 1969, 295 с.

2. Деметрашвили Д. И К вопросу о гидродинамическом прогнозе суточного хода температуры. Сообщения Академии наук Грузинской ССР, 1989, т. 133, N3, с.549-552.
3. Деметрашвили Д. И Нестационарная квазиодномерная модель планетарного пограничного слоя.- Тр. ЗакНИИ, М., Гидрометеиздат, 1989, вып. 91 (98). с. 84-93.
4. Матвеев Л. Т. Динамика облаков.-Гидрометеиздат, 1981, 311 с.

უაკ 551.558.21:551.551.32

ლოკალური ატმოსფერული პროცესების ჰიდროდინამიკური მოდელირების შესახებ./დ.დემეტრაშვილი/. შპი-ს შრომათა კრებული -2007.-ტ.114.-გვ.85-96.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

შემთავაზებულია ლოკალური ატმოსფერული პროცესების არასტაციონარული სივრცითი მოდელის ერთ-ერთი ვარიანტი წყლის ფაზური გადასვლებისა და ღრუბელთა წარმოქმნის პროცესების გათვალისწინებით. მოდელს საფუძვლად უდევს ატმოსფეროს ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრული სისტემა ჰიდროსტატიკურ მიახლოებაში. ქვეყნიელ ზედაპირთან (ზღვა, ხმელეთი) დინამიკური და თერმული ურთიერთქმედების გასათვალისწინებლად ატმოსფეროს მიწისპირა (წყლისპირა) ფენაში განიხილება პლანეტარული სასაზღვრო ფენის გამარტივებული ერთგანზომილებიან განტოლებათა სისტემა ნიადაგისა და ზღვის აქტიურ ფენებში სითბოს გადატანის განტოლებებთან ერთად.

UDC 551.558.21:551.551.32

On hydrodynamical modelling of local atmospheric processes./D. Demetrasvili/. Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2007. - т.114. – p.. 85-96 - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

One of variants of a non-stationary spatial model of local atmospheric processes in view of phase transitions of a moisture and processes of clouds' formation is offered. The model is based on a full system of atmospheric hydrothermodynamic equations in hydrostatic approximation. For taken into account of dynamic and thermal interaction with the underlying surface (water, land) in the atmospheric surface layer the simplified one-dimensional equation system of a planetary boundary layer together with heat transfer equations in active layers of a soil and sea are considered.

УДК 551.558.21:551.551.32

О гидродинамическом моделировании локальных атмосферных процессов./ Д. И. Деметрашвили/. Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. –2007. – т.114. – с.85-96. – Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

Предложен один из вариантов нестационарной пространственной модели локальных атмосферных процессов с учётом фазовых переходов влаги и процессов облакообразования. В основе модели лежит полная система уравнений гидротермодинамики атмосферы в гидростатическом приближении. Для учёта динамического и термического взаимодействия с подстилающей поверхностью (вода, суша) в приземном (приводном) слое атмосферы рассматривается упрощённая одномерная система уравнений планетарного пограничного слоя вместе с уравнениями переноса тепла в активных слоях почвы и моря.

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

**ციტოპლაზმური პროცესების დინამიკის თავისებურებები
სამართველოში ამინდის მასტრემალური პირობების
ბანვითარების 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 მყინვარების ეკოლოგიურ წონასწორობას, რაც ნორმასთან შედარებით მაღალი ტემპერატურისა და ჰაერის მზარდი აეროზოლური დატვირთვის პირობებში მათი აბლაციის დაჩქარებაში გამოიხატება.

რეინვის უნივერსიტეტისა და მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მკვლევართა ჯგუფის მიერ ჩატარებული სამუშაოების [1,2] შედეგად აღმოჩნდა, რომ კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში 1985-2000 წწ პერიოდში მყინვარების აბსოლუტურმა უმრავლესობამ (94%) განიცადა უკან დახევა საშუალო სიჩქარით 8 მეტრი წელიწადში. გაზომილი 113 მყინვარიდან მხოლოდ ორმა წაიწია წინ. უკუქცევის მაქსიმალურმა მანძილმა შეადგინა 571 მ, ხოლო წინსვლის მანძილმა 108 მ. რადგან მყინვარები 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 მასხიათებელი 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, წინ გადადგმული 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 რაოდენო-

ბრივი შეფასების საშუალება. მაგალითად, თუ $\Delta F > 0$, მაშინ რუკის მოცემული წერტილის ირგვლივ დაიკვირება 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.

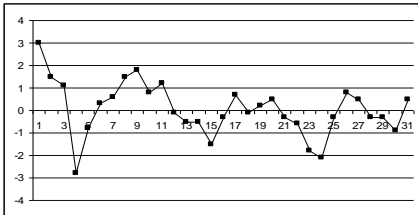
აღნიშნული ცირკულაციის ინდექსების გამოთვლა მიზანშეწონილია AT-500 ჰჰა რუკების მონაცემების გამოყენებით, ვინაიდან ციკლონური და ანტიციკლონური წარმონაქმნების არსებობა განაპირობებს სითბოსა და სიცივის კერების არსებობას ტროპოსფეროს შუა ფენაში (5.5კმ), რომელიც გადამწვევტ ზეგავლენას ახდენს მიწისპირა ფენაში ამინდის 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.

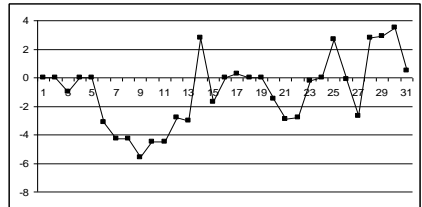
ნახ.1-ზე წარმოდგენილია $\Delta F, F_x, F_y$ ინდექსების გრაფიკები 2008 წლის იანვრის თვეში. როგორც ნახ.1-ა-დან ჩანს, ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე ტროპოსფეროს შუა ფენაში (AT-500 ჰჰა) იანვარში ადგილი ჰქონდა ციკლონური და ანტიციკლონური ბარიული ველების საკმაოდ მკაფიოდ გამოსატყულ მორიგეობას. ციკლონური ველის ზემოქმედება 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 თანაბრადაა განაწილებული. ამასთან უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე 2008 წლის იანვრის თვეში სიცივის ჩამოყალიბებაში ატმოსფერული ცირკულაციის ამ ინდექსს გადამწვევტი 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 მასეების მოძრაობა ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ ($F_x < 0$). ამასთან, მოძრაობა ხშირად გამოირჩეოდა მნიშვნელოვანი ინტენსივობითაც ($F_x < -3$). რაც შეეხება დღეთა საერთო რაოდენობას ჰაერის მასეების მოძრაობით ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ, მათმა რიცხვმა 17-ს მიაღწია, ხოლო დღეთა რიცხვი ჰაერის მასეების 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 მასეების ხანგრძლივ მოძრაობაში ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ.

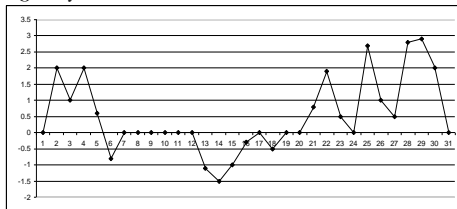
ა) ΔF



ბ) F_x



გ) F_y



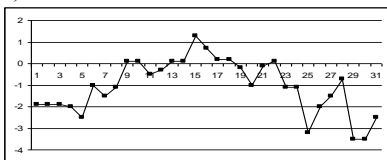
ნახ.1 $\Delta F, F_x, F_y$ ინდექსების გრაფიკები 2008 წლის იანვრის თვეში

საყურადღებოა F_y -ის გრაფიკიც. როგორც ნახ 1-გ-დან ჩანს 5-დან 20 იანვრამდე ტროპოსფეროს შუა ფენაში ამიერკავკასიის თავზე ბლოკირებული იყო ჰაერის მასეების მოძრაობის დასავლეთის მდგენელი ($F_y < 0$) და მხოლოდ თვის ბოლოს აღინიშნა ჰაერის მასეების გადაადგილების დასავლეთის მდგენელის გაძლიერება ($F_y > 0$). აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ჰაერის მასეების გადაადგილების დასავლეთის მდგენელის გააქტიურება, როგორც წესი, ხელს უწყობს თბილი 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 მასეების მოძრაობა მხოლოდ ჩრდი-

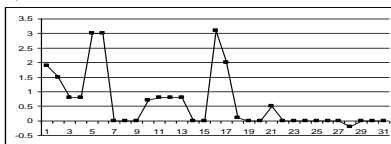
ლოეთიდან სამხრეთისაკენ, რაც საბოლოო ჯამში კიდევაც აისახა საქართველოში დაბალი ტემპერატურების ჩამოყალიბებაზე.

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 ნახაზიდან (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 ($\Delta F > 0$).

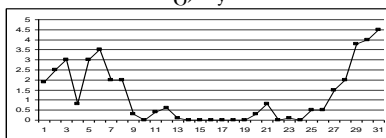
ა) ΔF



ბ) F_x



გ) F_y



ნახ.2 F , 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 შე-

ეხება აგვისტოს, აქ მთელი თვის განმავლობაში (გარდა 9-10 რიცხვისა) დაიკვირვებოდა ჰაერის საშუალო დღეღამური 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 გამოეწვიოს ჰაერის ტემპერატურის დაწვევა საქართველოს ტერიტორიაზე.

ამინდის ექსტრემალური პირობების მახასიათებლების შემადგამელი მნიშვნელობები 2008 წლის იანვარსა და აგვისტოში მოცემულია ცხრილში 1. როგორც ცხრილიდან ჩანს, თბილისში 1-23 იანვარს ჰაერის საშუალო დღეღამური 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.

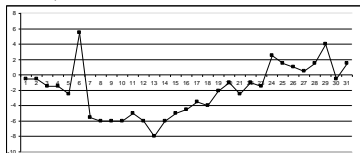
ცხრილი 1. 2008 წლის იანვრისა და აგვისტოს ამინდის ექსტრემალური პირობების მახასიათებლები

პროცესის დასაწყისი	პროცესის დასასრული	ხანგრძლივობა (დღე)	საშ. დღეღამური ტემპერატურა (C) თბილისი	გადახრა ნორმიდან T _C	ინდექსის საშუალო მნიშვნელობა (T-500 კვა)			პროცესის დახასიათება
					ΔF წმ ⁻¹	F_x მ/წმ	F_y წმ/მ	
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

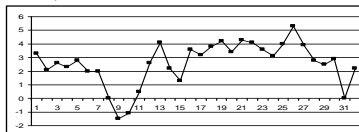
როგორც ვხედავთ, საქართველოს ტერიტორიაზე ჰაერის ტემპერატურის ნორმიდან მნიშვნელოვანი უარყოფითი გადახრის პერიოდები შემთხვევა დროის იმ მონაკვეთებს, როდესაც ამიერკავკასიის თავზე

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) $\Delta T^{\circ}C$



ბ) $\Delta T^{\circ}C$



ნახ.3 ჰაერის საშუალო დღეღამური 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 შესაძლებელბას 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 balance, 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 суховей 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/ შპი-ს შრომათა კრებული – 2009 – ტ.116. გვ. ქართ., რეზ. 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.

ზ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი, ი.სამხარაძე

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უაკ 551

მთა-ხეობებში მიკროციკლური პროცესების მათემატიკური მოდელირება ორბრავიული ვაქტორების ბათვალისწინებით

აერო-ჰიდროდინამიკის ერთ-ერთ აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს. ჰაერის ნაკადის დინების შესწავლა მცირე სიგანის არხში. ეს საკითხი უფრო საინტერესო ხდება იმ შემთხვევაში, როცა არხის ფსკერი წარმოდგენილია მთა-ბურცობული რელიეფის სახით. ასეთი პირობები რეალურად არსებობს მთა-ხეობებში, მდინარეთა კალაპოტებში, მცირე სიმაღლის ბურცობებიან ტერიტორიაზე ჰაერის მასათა გარსდენისას. საქართველოს ტერიტორიაზე მრავალ ადგილას არსებობს მსგავსი სიტუაციები, მათ შორის ბაქო-თბილის-ჯეიჰანის ნავთობ-მაგისტრალის გასწვრივ. აქედან გამომდინარე აღნიშნულ პრობლემას აქვს როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული ღირებულება.

ამოცანა ისმის ასე: შესწავლილი იქნას აერო-ჰიდრო ნაკადების დინება ჰორიზონტისადმი მცირე α კუთხით დახრილ, მცირე b სიგანის არხში, სუსტი ($V < 10\text{მ/წმ}$) ქარის დროს. განიხილება სტაციონალური დინება xoz სიბრტყეში სიმძიმის ძალის და ფსკერის რელიეფის გავლენის გათვალისწინებით. კოორდინატთა სათავე მოთავსებულია მდინარის ან ხეობის ძირში, ox ღერძი მიმართულია ნაკადის გასწვრივ, ხოლო oz – ვერტიკალურად ზევით. იგულისხმება რომ ნაკადის ინტენსიობა მცირე Δt დროში უცვლელია და ატმოსფერული წნევის მოქმედება შეუღმავია. ამრიგად გვაქვს [1,2]:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0; \tag{1}$$

ხოლო

$$P_x = g \sin \alpha; \quad p_z = g \cos \alpha, \tag{2}$$

სადაც p წნევაა, g – სიმძიმის ძალის აჩქარებაა.

მითითებულ პირობებში ჰიდროდინამიკის განტოლებათა სისტემა ჩაიწერება შემდეგი სახით [1, 2, 3].

$$g\rho \sin \alpha + \mu \left(\frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} \right) = 0 \tag{3}$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0; \tag{4}$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} + g\rho \cos \alpha = 0 \tag{5}$$

(3)-(5) ინტეგრირდება შემდეგი სასაზღვრო პირობებით:

$$\text{როცა } z=0, \quad V=0, \quad (6)$$

$$\text{როცა } z=h, \quad \frac{\partial V}{\partial z} = 0, \quad (7)$$

$$\text{როცა } z=h, \quad p=p_0, \quad (8)$$

სადაც ρ ჰაერის (სითხის) სიმკვრივეა, h – თავისუფალი ზედაპირის სიმაღლე, μ – სიბლანტის კინემატიკური კოეფიციენტი. ასეთი სახით დასმული ამოცანა ამოხსნილია [1, 2] და შესაბამისი მახასიათებელი სიდიდეები სიჩქარე, წნევა და გამავალი ნაკადის რაოდენობა Q განსაზღვრულია შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$p = p_0 + g\rho(h - z) \cos \alpha, \quad (9)$$

$$V = \frac{g\rho(2h - z)}{2\mu} \sin \alpha, \quad (10)$$

$$Q = \frac{g\rho b h^3 \sin \alpha}{3\mu}, \quad (11)$$

სადაც Q არის ნაკადის სიმძლავრე იმ შემთხვევაში, როცა არხის ქვედა ზედაპირი არის მცირე სიმაღლის (რამოდენიმე მეტრის რიგის) ბურცობული ღრმულებით დაფარული, მოძრაობს სტრუქტურის გამოსაკვლევად z კოორდინატი ნაცვლად შემოვიტანოთ ახალი კოორდინატი z' შემდეგი დამოკიდებულებით [3-6]:

$$z_1 = \frac{z - \xi(x, y)}{h - \xi(x, y)} h, \quad (12)$$

სადაც $\xi(x, y)$ არის არხის ფსკერის რელიეფის ფორმა. კოორდინატთა ახალ სისტემაში (3)-(5) განტოლებათა სისტემა (6)-(8) სასაზღვრო პირობებით მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$g\rho \sin \alpha + \mu \left(\frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + a^2 \frac{\partial^2 V}{\partial z_1^2} \right) = 0, \quad (13)$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0, \quad (14)$$

$$a \frac{\partial p}{\partial z_1} + g \cos \alpha = 0, \quad (15)$$

$$\text{როცა } z_1 = \xi(x, y), \quad \text{მაშინ } V=0, \quad (16)$$

$$\text{როცა } z_1 = h, \quad \text{მაშინ } \frac{\partial V}{\partial z_1} = 0, \quad (17)$$

$$p=p_0,$$

$$\text{აქ } a = \frac{h}{h - \xi(x, y)} \text{ და ითვლება მუდმივად. რაც შეეხება (9) - (11)}$$

ფორმულებს, ისინი a-ს გათვალისწინებით ასე გადაიწერებიან:

$$p = p_0 + \frac{g\rho}{a}(h - z_1) \cos \alpha, \quad (18)$$

$$V = \frac{\partial \rho_{z_1}(2h - z_1)}{2a^2 \mu} \sin \alpha, \quad (19)$$

$$Q = \frac{\partial \rho b h^3}{3a^2 \mu} \sin \alpha. \quad (20)$$

(18) - (20)-დან ჩანს, რომ ჰაერის ნაკადის სიჩქარე და სიმძლავრე ფსკერის რელიეფის მახასიათებელ სიდიდეზე დამოკიდებულია მისი კვადრატის უკუპროპორციულად. ამრიგად, არხში ფსკერის რელიეფის გავლენის გათვალისწინებამ შეამცირა როგორც ნაკადის სიჩქარე, ასევე ინტენსიობის რაოდენობა. აქედან გამომდინარე ჰაერის (სითხის) ნაკადში ადგილობრივი დაჭუჭყიანების წყარო (სხვადასხვა მინარევის ლაქა) ნელა გადაადგილება და თვითგაწმენდის პერიოდი გაიზრდება.

ახლა განვიხილოთ ისეთი ჰაერ-ჰიდრო ნაკადი, რომელიც შეიცავს დაჭუჭყიანების წერტილოვან ან წრფივ წყაროებს და დინებისას ჰორიზონტალურ სიბრტყეში წარმოქმნის ინტენსიობის გრივალებს - ცირკულაციურ დინებებს [1]. ვისარგებლოთ ჰიდროდინამიკის განტოლებათა სისტემით ლამბა - გრომოკის ფორმით, რომელიც უშვებს სიჩქარისა და ძალის ველის პოტენციურობას ე.ი. [3]:

$$U = \frac{\partial \Phi}{\partial x}; \quad V = \frac{\partial \Phi}{\partial y}; \quad W = \frac{\partial \Phi}{\partial z}. \quad (21)$$

ამიტომ განტოლებათა სისტემა ასე ჩაიწერება:

$$-grad(\varphi + \Pi + E) = grad\left(\frac{\partial \Phi}{\partial t}\right), \quad (22)$$

სადაც φ - მასიური ძალების პოტენციალია, Φ - სიჩქარეთა ველის პოტენციალი, E - კინეტიკური ენერჯია, $\Pi = \frac{P}{\rho}$ უკუმშვადი

გარემოსათვის, ხოლო $\Pi = \frac{\chi - 1}{\chi} \frac{P}{\rho}$ კუმშვად-ადიაბატური

პირობებისათვის, $\chi = \frac{C_p}{C_v}$ C_p - კუთრისითბო-ტევადობა მუდმივი

წნევის დროს, C_v - კუთრისითბოტევადობა მუდმივი მოცულობისას. (22)-დან მიიღება ლაგრანჟის ინტეგრალი [1, 3]:

$$-(\varphi + \Pi + E) = \frac{\partial \Phi}{\partial t} + c(t) \quad (23)$$

სადაც $c(t)$ – მუდმივია და როცა იგი უდრის 0-ს (23) გადადის ელემენტის ფორმულაში, რომელსაც ბაროტროპული გარემოსათვის აქვს სახე:

$$\rho\varphi + P + \frac{\rho V^2}{2} + \rho \frac{\partial \Phi}{\partial t} = 0 \quad (24)$$

იმის დაშვებით, რომ დინება სტაციონალური ($\Phi = const$) მცირე დროით ინტერვალზე ox ღერძის მიმართულება ემთხვევა „გრიგალს“ ღერძს ($\varphi = 0$) მაშინ (24) ასე გადაიწერება:

$$P - P_\infty = -\frac{\rho V^2}{2} \quad (25)$$

სადაც P_∞ შეესაბამება წნევის მნიშვნელობას წყაროდან შორ მანძილზე, სადაც $V=0$. როგორც თეორიიდან ცნობილია [1,4,5] დინების სინქარები კლებულობენ წყაროდან დაშორების r სიდიდის უკუპროპორციულად. ე.ი.

$$V = \frac{Q}{2\pi r} \quad (26)$$

(26)-ის გათვალისწინებით (25) ასე გადაიწერება:

$$P - P_\infty = -\frac{\rho Q^2}{8\pi^2 r^2} \quad (27)$$

ე.ი. გრიგალური დინებისას წნევა კლებულობს ცენტრისკენ მანძილის კვადრატის უკუპროპორციულად. ამასთანავე რადგან $P < P_\infty$ ხდება ჰაერის (წყლის) ნაკადის შეწოვა ცენტრისკენ. ეს ფაქტიც აგრეთვე ხელს უწყობს დინების ნაკადში არსებულ დამჭეუჭყიანებელი მინარევების გადატანა-გაფანტვის შესუსტებას.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ სწორედ ქარის „გრიგალური“ სინქარის ასეთი თვისებით აიხსნება „ქარბორბალას“ წარმოქმნა. ქარბორბალა გადაადგილებისას პერიფერიებიდან ცენტრისკენ იწოვს ჰაერის მასებს და თან მიაქვს სხვადასხვა საგნები. აშრობს წყალს მდინარეთა კალაპოტში, ამსხვრევს სახლებს და ხეებს. $P - P_\infty$ – სხვაობის აბსოლუტური მნიშვნელობის სწრაფად ზრდა განაპირობებს იმ გარემოებას, რომ ქარბორბალა ვრცელდება ვიწრო ზოლზე და საზღვრებზე ხელუხლებელს ტოვებს იმ საგნებს, რომელთა მსგავსს ცენტრში ანადგურებს.

როცა პროცესები აღიბატურია და გარემო კუმშვადია, მაშინ მსგავსად (27)-სა ტემპერატურისათვის გვექნება

$$T - T_\infty = -\frac{(\chi - 1)}{\chi} \frac{1}{R} \frac{Q^2}{8\pi^2 r^2} \quad (28)$$

სადაც R – გაზის უნივერსალური მუდმივაა. (28)-დან კარგად ჩანს, რომ გრიგალურ ნაკადებში ტემპერატურა ცენტრისკენ მცირდება, ეს

უზრუნველყოფს იმას, რომ დინების გასწვრივ დაფიქსირებული იქნას „ცივი“ და „ცხელი“ უბნები. ასეთ უბნები მართლაც დაიკვირვება დიდი (ატომური ვულკანური) აფეთქებებისას და მოსალოდნელია შეიქმნას ნავთობ-გაზ სადენების გასწვრივ კატასტროფული სიტუაციების შემთხვევაშიც.

საინტერესოა ერთ-ერთი მთავარი აქტუალური პრობლემა, კერძოდ ჭარბი წნევის მნიშვნელობა მძლავრი (შედარებით ხანგრძლივი დროის პერიოდში) აფეთქების დროს. ზოგადობისათვის მივიღოთ, რომ აფეთქების ნაკადი ვრცელდება სფერულად (ცხადია, ნაკადის გავრცელება შეიძლება წყაროდან ცალკეულ სექტორებში, განსაკუთრებით გაბატონებული ქარის მიმართულების გათვალისწინებით). ასეთ შემთხვევაში ნაკადის სიჩქარე წყაროს Q – სიმძლავრესთან დაკავშირებულია შემდეგი ფორმულით [1,5].

$$V = \frac{Q}{4\pi r^2} \quad , \quad (29)$$

აღნიშნოთ, რომ ამ დროს მოძრაობა არასტაციონალურია, საწყის მომენტში სიჩქარე ყველგან ნულია, ხოლო Δt დროს შემდეგ სიჩქარე ხდება (29) გამოსახულებით მოცემული მნიშვნელობის ტოლი. ცხადია, რომ

$$\varphi = -\frac{Q}{4\pi r} \quad , \quad (30)$$

ლანგრანჟის ინტეგრალი კი მოგვცემს

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + p + \frac{V^2}{2} = p_\infty \quad . \quad (31)$$

მცირე Δt დროისათვის (31)-დან მივიღებთ:

$$p - p_\infty = \rho \frac{Q}{4\pi r \Delta t} - \frac{\rho Q^2}{32\pi^2 r^4} \quad , \quad (32)$$

Δt -დროში r ტოლია, ამიტომ (32)-ში მეორე წევრი მარჯვენა მხარეში შეიძლება სიმცირის გამო უგულველყოთ. ამრიგად გვრჩება

$$p - p_\infty = \frac{\rho Q}{4\pi \Delta t} \cdot \frac{1}{2} \quad . \quad (33)$$

მივიღოთ, რომ წნევა აფეთქების ცენტრის მიახლოებისას იზრდება მანძილის უკუპროპორციულად, ეს განსხვავებული დასკვნაა წინა შემთხვევისგან, რაც გამოწვეულია პროცესის არა სტაციონალურობის გათვალისწინებით.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Фабрикант О. Н. "Аэродинамика". Изд. "Наука", 1964г. с. 815.
2. Берлянд М. "Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы", Л., гидрометеоздат, 1975, с. 449.
3. ხვედელიძე ზ. „დინამიკური მეტეოროლოგია“ თსუ, გამომ. 2002წ, გვ. 535.

4. Шевченко М.В. Органические вещества природны и методы их управления. Киев: Наукова думка, 1966.
5. Davitashvili T., Samkharadze I. Mathematical Modeling of Georgian Territory Pollution With Account of «Hot Points» E1anlarged Sessions of I. Vekua Institute of Applied Mathematics. Vol. 20. 2005. № 3.
6. Белов Н.И др. "Численные методы прогноза почодве, Л., гидрометеоздат, 1989, с. 375.

უაკ. 6 32155027

მთა-ხეობებში მიკროცირკულაციური პროცესების მათემატიკური მოდელირება ოროგრაფიული ფაქტორების გათვალისწინებით/ზ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი, ი.სამხარაძე / ჰმი-ს შრომათა კრებული-2007.-ტ.114.-გვ.85-96.-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ჰიდროთერმოდინამიკური მეთოდების დახმარებით შეისწავლება სუსტი აერო-ჰიდრო დინებების თავისებურებები მცირე დახრილობის მქონე არხებში. ნაჩვენებია, რომ დინების სიჩქარე და სიმძლავრე უკუპროპორციულია არხის რელიეფის მახასიათებელი სიდიდის კვადრატისა. გრიგალურ დინებათა შემთხვევაში ჰიდრო-აერო დინებათა წნევა მცირდება ცენტრიდან დაშორების მანძილის უკუპროპორციულად. შემოთავაზებული თეორია საშუალებას იძლევა განისაზღვროს დინებათა სიჩქარეები და დამაბინძურებელ ნივთიერებათა გავრცელება მდინარეთა და მთათა შორის ხეობებში.

UDC632155027

Mathematical Modelling of The Mountain-Pass Microcirculatory Processes Taking Into Account Orographic Factors./Khvedelize Z., Davitashvili T., Samkharaze I./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2007. - т.114. – p.. 85-96 - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ

In present report the peculiarities of the hydro-dynamical flows in a narrow canals with small slope bottom, at low velocities of the stream, have been studied. It has been shown that the velocity and power of the currents are inversely proportional to the square of the parameter characterized the special features of the canal's bottom . In the existing vortex stream the pressure decreases inversely proportional to the distance from the center. The present theory gives possibility to determine the velocity of flows and spreading of pollutants in the rivers or intermountain plains.

УДК 632155027

Математическое Моделирование Горно- Ущелье Микроциркуляционных Процессов с Учетом Орографических Факторов./ Хведелидзе З.В., Давиташвили Т.П., Самхарадзе И.Н./ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии.–2007.– т.114.–с.85-96.–Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

С помощью гидродинамических методов изучены особенности гидровоздушных потоков в узких каналах с малым наклоном дна при слабых течениях. Показано, что скорость и мощность потока обратно пропорциональны квадрату величины, характеризующей рельеф дна канала. При вихревых течениях давление гидровоздушных потоков уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния от центра. Предложенная теория позволяет определять скорости потоков и распространения загрязняющих веществ в ущельях рек и равнин междугорья.

დ. დემეტრაშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უკ 551.465:551.509

ბუნებრივი გარემოში მიმდინარე ჰიდროთერმოდინამიკური და მორფოლოგიური პროცესების მოდელირების ზოგიერთი შედეგები

ბუნებრივი გარემო, რომელშიც ცხოვრება და სამეურნეო საქმიანობა უხდება ადამიანს, ბოლო ათეულ წლებში სწრაფ ცვლილებებს განიცდის. ეს ცვლილებები გამოწვეულია ადამიანის გაზრდილი სამეურნეო საქმიანობითა და მასთან დაკავშირებული გარემოზე ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედებით. სწორედ ეს ჰქონდათ მხედველობაში ამერიკელ გეოფიზიკოსებს რ. რეველსა და გ. სუესს, რომლებმაც ჯერ კიდევ 1957 წელს შენიშნეს, რომ კაცობრიობა ატარებს “დიდმასშტაბიან გეოფიზიკურ ექსპერიმენტს”, ატარებს მას არა ლაბორატორიაში ან კომპიუტერზე, არამედ საკუთარ პლანეტაზე [1]. ასეთ პირობებში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად ათვისებასა და ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის ოპტიმალურად წარმართვას, რაც თავის მხრივ აუცილებელსა ხდის ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობისა და მისი შესაძლო ცვლილებების შესახებ ოპერატიული ინფორმაციის მიღების საჭიროებას. ეს გარემოება დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა წინაშე წარმოშობს ისეთი მათემატიკური მოდელების შექმნის აუცილებლობას, რომლებიც რეალურთან მაქსიმალური მიახლოებითა და მაღალი გარჩევისუნარიანობით აღწერენ ბუნებრივი გარემოს ობიექტებში მიმდინარე დინამიკურ და ეკოლოგიურ პროცესებს.

წინამდებარე სტატია, რომელიც მიმოხილვით ხასიათს ატარებს, შეეხება ავტორის უშუალო მონაწილეობით ბოლო წლებში შემუშავებული შავი ზღვისა და ატმოსფეროს დინამიკისა და შავ ზღვაში მინარევების გავრცელების მათემატიკური მოდელების რეალიზაციის ზოგიერთ შედეგს.

ამჟამად ჩვენი მიერ შემუშავებულია შავი ზღვის დინამიკის ბაროკლინური პროგნოსტიკული მოდელი, რომელსაც საფუძვლად უდევს ზღვის ჰიდროთერმოდინამიკის დიფერენციალურ განტოლებათა სრული სისტემა ჰიდროსტატიკურ მიახლოებაში შესაბამისი სასაზღვრო და საწყისი პირობებით. განტოლებათა სისტემა ჩაწერილია დეკარტის მართკუთხოვან კოორდინატთა სისტემაში და განხილულია თერმოდინამიკური სიდიდეების – ტემპერატურის, წნევისა და სიმკვრივის გადახრებისათვის მათი სტანდარტული ვერტიკალური განაწილებებიდან. ეს მოდელი წარმოადგენს სრულყოფას გასული საუკუნის 70-იან წლებში პირველად შემუშავებული შავი ზღვის დინამიკის პროგნოსტიკული მოდელისა, რომელიც დაფუძნებულია ოკე-

ნის ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრულ სისტემაზე [2-4]. მისგან განსხვავებით, ჩვენი მოდელი ითვალისწინებს შავი და მარმარილოს ზღვების წყლების გაცვლას ბოსფორის სრუტის მეშვეობით, მდ.დუნაის ჩამონადენს, მზის ჯამური რადიაციის შთანთქმას ზღვის ზედაპირული წყლების მიერ, ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ტურბულენტური სიბლანტისა და დიფუზიის კოეფიციენტების ცვლილებას დროსა და სივრცეში, შავი ზღვის აქვატორიის ზემოთ განვითარებული ატმოსფერული ცირკულაციური ტიპების მონაცვლეობას; გარდა ამისა, მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა სათვლელი ბადის გარჩევისუნარიანობა, როგორც ჰორიზონტალზე (ჰორიზონტალური ბიჯი 5 კმ), ასევე ვერტიკალზე (32 სათვლელი დონე). ატმოსფერული ზემოქმედება ზღვის ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე გათვალისწინებულია სასაზღვრო პირობებით ზღვის ზედაპირზე, სადაც მოიცემა ქარის ხახუნის ტანგენციალური დაძაბულობის ვექტორის კომპონენტები, ტემპერატურა და მარილიანობა (ან სითბოს ნაკადები, ატმოსფერული ნალექები და აორთქლება), როგორც ცნობილი ფუნქციები. ზღვის ფსკერთან დინების სიჩქარის სამივე კომპონენტი და სითბოსა და მარილიანობის ნაკადები მიღებულია ნულის ტოლად. გვერდით საზღვარზე, რომელიც ზღვის აკვატორიას გამოჰყოფს ხმელეთისაგან, განიხილება სიჩქარის ჰორიზონტალური კომპონენტებისა და სითბოსა და მარილიანობის ნაკადების ნულთან ტოლობა. მოდელის განტოლებათა სისტემის ამოსხნას საფუძვლად უდევს გახლეჩის ორციკლიანი მეთოდი ფიზიკური პროცესების, ვერტიკალური საკოორდინატო სიბრტყეებისა და კოორდინატების მიხედვით [5].

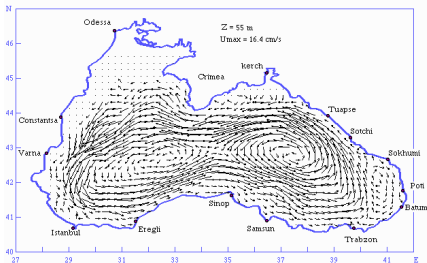
შავი ზღვის დინამიკის მოდელის რეალიზაციისას გამოიყენებოდა სხვადასხვა გარჩევისუნარიანობის სათვლელი ბადეები შესაბამისად 37, 10 და 5 კმ ჰორიზონტალური ბიჯებით. ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ მოდელი რეალურად ასახავს შავი ზღვის ცირკულაციისა და თერმოჰალინური ველების ძირითად თავისებურებებს. კერძოდ, გამოთვლების შედეგად მიღებულია შავი ზღვის ძირითადი დინება, რომელიც პერიფერიებში გამავალი ციკლონური რგოლის სახით გარს უვლის ზღვის აუზს და ძირითადი ციკლონური წრებრუნვები ზღვის დასავლეთ და აღმოსავლეთ შიდა ნაწილებში. გარდა ამისა, მოდელი კარგად აღწერს დააკვირვებებიდან ცნობილ სანაპირო ანტიციკლონური ხასიათის გრივალებს, მაგალითად ე. წ. ბათუმის ანტიციკლონს ზღვის აქვატორიის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში, სტამბოლის ანტიციკლონურ გრივალს და სხვ.

ნახ.1-ზე ილუსტრაციის მიზნით წარმოდგენილია მოდელის საფუძველზე გათვლილი შავი ზღვის ცირკულაციის ველი საშუალო წლიური კლიმატური მონაცემების მიხედვით სხვადასხვა სიღრმეებზე [6].

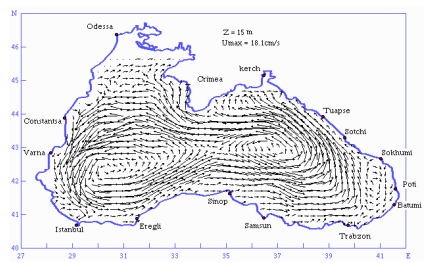
შეფასებულია ცალკეული ფიზიკური ფაქტორების როლი შავი ზღვის ჰიდროლოგიური რეჟიმის ჩამოყალიბებაში, მათ შორის მზის

ჯამური რადიაციის შთანთქმისა შავი ზღვის ზედა ფენის თერმული რეჟიმის ფორმირებაში. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ მზის ჯამური მოკლეტალღოვანი რადიაციის შთანთქმა იწვევს ზღვის წყლის ტემპერატურის მცირე დღეღამურ რხევებს 0.2 – 0.3⁰C ამპლიტუდით ზედა 10-15 მ სისქის ფენაში. მიუხედავად ტემპერატურის მცირე ცვლილებისა, დიდი მოცულობითი სითბოტეკადობის გამო შავი ზღვის ზედა ფენები ახდენენ სითბოს მნიშვნელოვანი რაოდენობის აკუმულირებას. რადიაციის შთანთქმით გამოწვეულმა ზედა ფენის თბოშემცველობის ნახრდის შიდაწლიური მსვლელობის ანალიზმა აჩვენა, რომ მზის რადიაციის ენერგეტიკული გავლენა ყველაზე მეტად მჟღავნდება აგვისტოში და ამ პერიოდში შავი ზღვის ზედა ფენას რადიაციის შთანთქმით შეუძლია შეიძინოს სითბური ენერჯის ისეთი მარაგი, რომელიც საკმარისი იქნებოდა შავი ზღვის აუზის ზემოთ მდებარე დაახლოებით 600 მ სისქის ჰაერის ფენის გასათბობად 10⁰C-ით [7].

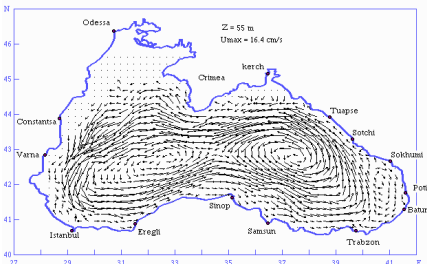
(ა)



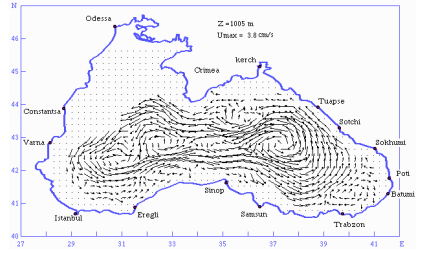
(ბ)



(გ)



(დ)



ნახ.1. გამოთვლილი შავი ზღვის დინების ველი საშუალო წლიური მონაცემების მიხედვით სხვადასხვა სიღრმეებზე: (ა) --- 5 მ, (ბ)--- 15 მ, (გ) --- 55 მ, (დ) --- 1005 მ.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია შავი ზღვის ცირკულაციაზე ატმოსფერული ზემოქმედების გავლენის შესწავლა ზღვის აუზის ტერიტორიაზე განვითარებული ატმოსფერული ცირკულაციური ტიპე-

ბის უწყვეტი მონაცვლეობის პირობებში [8]. მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია შავი ზღვის ცირკულაციის მთელი რიგი თავისებურებანი ატმოსფერული ზემოქმედების ძლიერი არასტაციონარულობის პირობებში.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ შემუშავებული მოდელი ამჟამად გამოყენებას პოულობს შავი ზღვის შესწავლის საერთაშორისო პროექტებით გათვალისწინებულ სამუშაოებში, რომელთა მიზანია შავი ზღვის ოპერატიული პროგნოზული სისტემის შექმნა.

ზღვის დინამიკის მოდელის რეალიზაციამ შავი ზღვის აუზისათვის საშუალება მოგვცა შეგვეშვა შევებინა ეკოლოგიური პროცესების მოდელები, რომლებიც დაკავშირებულია შავი ზღვის ზედაპირზე ავარიულად დაღვრილი ნავთობისა და შავი ზღვის ღრმა ფენებში მდებარე დაჭუჭყიანების წყაროდან არაკონსერვატიული მინარევის გავრცელებასთან [9]. მოდელები დაფუძნებულია სუბსტანციის გადატანა-დიფუზიის ორ და სამგანზომილებიან განტოლებათა ამოხსნაზე, ხოლო განტოლებებში შემავალი ზღვის დინების კომპონენტებად გამოიყენება ზღვის ბაროტროპული და ბაროკლინური მოდულების საფუძველზე მიღებული მნიშვნელობები.

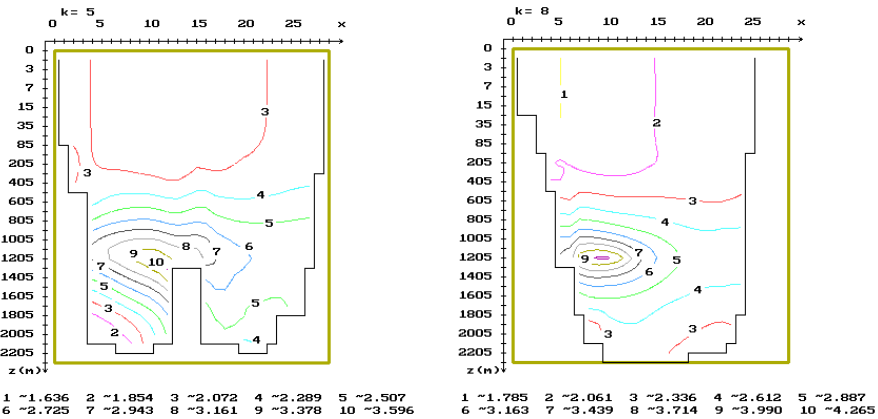
ნავთობის ჩაღვრის ადგილი ზღვაში განიხილებოდა როგორც წერტილოვანი წყარო. რიცხვითი ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო წყაროს სხვადასხვა მდებარეობის შემთხვევებში, როცა ნავთობის ავარიული ჩადინება ტოლი იყო 10000 ან 100000 ტ-ისა. ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტების ანალიზის შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ შავ ზღვაში ნავთობის დიდი რაოდენობით ჩაღვრისას ზღვის საშუალო წლიური ცირკულაციის პირობებში ადგილი აქვს ნავთობის კონცენტრაციების გავრცელების შემდეგ კანონზომიერებებს:

- შავი ზღვის ზედაპირული წყლების ციკლონური ხასიათი და სახელდობრ, შავი ზღვის ძირითადი დინება მნიშვნელოვანწილად განაპირობებს ნავთობის გაჭუჭყიანების სივრცით-დროითი განაწილების ძირითად თავისებურებებს.
- ნავთობის ზღვაში ავარიულად ჩაღვრიდან რამოდენიმე ათეული დღის განმავლობაში ნავთობის კონცენტრაციების გავრცელების ხასიათი და მასშტაბი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული იმ ფაქტთან თუ ზღვის რომელ რაიონში მოხდა ავარიული ჩაღვრა. ავარიულად ჩაღვრიდან დაახლოებით 1,5-2 თვის შემდეგ ნავთობის კონცენტრაციების გავრცელების პროცესი პრაქტიკულად აღარაა დამოკიდებული ნავთობის წყაროს ადგილმდებარეობაზე.

მინარევის გავრცელების სივრცითი მოდელის რეალიზაციისას რადიოაქტიური მინარევი სტრონციუმ-90 (Sr^{90}) გამოიყოფოდა ზღვის გარემოში წერტილოვანი პიპოთეზური წყაროდან უწყვეტად მთელი ინტეგრების დროის განმავლობაში 2000 კიური რაოდენობით

წელიწადში. განტოლების ინტეგრება ხდებოდა დინამიკური წონასწორობის დამყარებამდე. (ასეთი მდგომარეობა მიიღწეოდა დაახლოებით 39 მოდელური წლის შემდეგ).

ნახ.2-ზე ნაჩვენებია ერთ-ერთ რიცხვით ექსპერიმენტში გათვლილი S_r^{90} -ის კონცენტრაციის ველი 39 მოდელური წლის შემდეგ, როდესაც წყარო მდებარეობდა 1805 მ სიღრმეზე. ჩატარებული გამოკვლევების შედეგებმა აჩვენა, რომ შავი ზღვის ფსკერის გამოყენება ტოქსიკურ და რადიოაქტიურ ნივთიერებათა სამარხად დაუშვებელია (როგორც ცნობილია, შავი ზღვა დრო და დრო გამოიყენებოდა ასეთ ნივთიერებათა სამარხად).

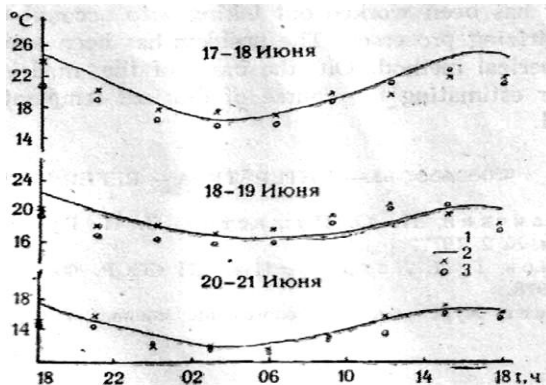


ნახ. 2. მინარევის კონცენტრაციის იზოწირები წყაროს მახლობელ ვერტიკალურ კვეთებში, როდესაც წყარო მდებარეობდა 1805 მ სიღრმეზე.

მნიშვნელოვანი პრაქტიკული ღირებულება გააჩნია ზღვის აუზში დატუჭყიანების წყაროს მდებარეობის დადგენის თეორიულ მეთოდს ზღვის ზედა ფენის ცალკეულ წერტილებში მინარევის ცნობილი კონცენტრაციების მიხედვით, რომელსაც საფუძვლად უდევს გადატანა-დიფუზიის შეუღლებულ განტოლებათა ამოხსნა [10]. მეთოდი აპრობირებულია იმ შემთხვევებში, როცა წყარო მდებარეობდა შავი ზღვის ღრმა ფენებში (3 განზომილებიანი ამოცანა) და ზღვის ზედაპირზე (ნავთობის დაღვრის შემთხვევა, ორგანოზომილებიანი ამოცანა). გამოკვლეულია მეთოდის მგრძობიარობა ამოცანაში შემაჯავლი პარამეტრების მიმართ.

ატმოსფერული პროცესების შესწავლის მიზნით ჩატარებულ ჩვენს კვლევებში ძირითადი ყურადღება გამახვილებულია მეზომას-შტაბური პროცესების რიცხვითი მოდელების შემუშავებასა და მათ

რეალიზაციაზე საქართველოს ტერიტორიისათვის. ასეთი მოდელების შემუშავება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საქართველოსათვის, რადგან მისი რელიეფი მკვეთრად გამოხატული სხვადასხვა მასშტაბისა და ორიენტაციის მქონე ოროგრაფიული ელემენტების სიუხვით მნიშვნელოვანწილად განაპირობებს მეზომასშტაბური ცირკულაციური სისტემების ჩამოყალიბებასა და ევოლუციას. ეს უკანასკნელნი ვითარდებიან სინოპტიკური პროცესების ფონზე და მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვთ საქართველოს ტერიტორიაზე ამინდის განმსაზღვრელი პარამეტრების სივრცით-დროით განაწილებაში. ჩვენს მიერ შემუშავებულია პლანეტარული სასაზღვრო ფენა-ნიადაგის ქვაზიერთგვაროვანი ჰიდროთერმოდინამიკური მოდელი [11] და ლოკალური პროცესების არასტაციონარული სივრცითი მოდელი ჰიდროსტატიკურ მიახლოებაში [12]. პირველი მოდელი საშუალებას იძლევა მივიღოთ ცალკეულ პუნქტებში მეტეოროლოგიურ სიდიდეთა ვერტიკალური პროფილები მათი დღე-ღამური მსვლელობის გათვალისწინებით, ხოლო მეორე მოდელით მიიღება მეტეოროლოგიური ველების სივრცით-დროითი განაწილება მთელ ტროპოსფეროში ოროგრაფიულად და თერმულად არაერთგვაროვანი ქვეფენილი ზედაპირის ზემოთ. ამასთანავე, გარდა იმისა, რომ პირველ მოდელს დამოუკიდებელი მნიშვნელობა გააჩნია, იგი ცალკეული ბლოკის სახით შემადგენელი ნაწილია მეორე – უფრო ზოგადი მოდელისა. ნახ. 3-ზე ნაჩვენებია პირველი მოდელით გათვლილი მიწისპირა ტემპერატურის პროგნოზი ქ. თბილისისათვის 1986 წლის 17-18, 18-19 და 20-21 ივნისს. პროგნოზის გათვლისათვის საჭირო ინფორმაცია ფონური პროცესების მახასიათებლების შესახებ მიიღებოდა საქართველოს ჰიდრო-



მეტცენტრში ოპერატიულ რეჟიმში მომუშავე ამინდის მოკლევადიანი პროგნოზის ქვაზიერთგვაროვანი რიცხვითი სქემიდან.

ნახ.3. მიწისპირა ტემპერატურის ($z=2\text{მ}$) დღე-ღამური მსვლელობა ქობილისისათვის (1986წ). 1 – პროგნოზი, 2 --- დიღომის მეტსადგურის მონაცემებით, 3 --- აეროპორტის მეტსადგურის მონაცემებით.

დასასრულს შეიძლება ითქვას, რომ შემდგომი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე დინამიკური და ეკოლოგიური პროცესების მოდელირების დარგში მიმართული იქნება აღნიშნული მოდელების სრულყოფისა და მათი პრაქტიკული გამოყენებისაკენ ამ პროცესების საიმედო პროგნოზის მეთოდების შემუშავების მიზნით. ასეთ სამუშაოთა ნუსხაში მეცნიერული და პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია ისეთი მოდელების შემუშავება, რომლებშიც ბუნებრივი გარემო განიხილება ერთიანობაში გარემოს ობიექტებს შორის (ატმოსფერო, ჰიდროსფერო, ნიადაგის აქტიური ფენა) ურთიერთქმედების გათვალისწინებით.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Шнайдер С. Г. Меняющийся климат. - В Мире науки, М., Мир, 1989, N.11, с. 26-35.
2. Марчук Г. И., Кордзадзе А. А., Скиба Ю. Н. Расчёт основных гидрологических полей Чёрного моря на основе метода расщепления. - Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана. 1975, Т.11, N 4, с.379--393.
3. Марчук Г. И., Кордзадзе А. А., Залесный В. Б. Проблема математического моделирования морских и океанических течений. В кн.: Дифференциальные и интегральные уравнения. Краевые задачи. Тбилиси, 1979, с.99-151.
4. Кордзадзе А. А. Математическое моделирование динамики морских течений (теория, алгоритмы, численные эксперименты). М., ОВМ АН СССР, 1989, 218 с.
5. Марчук Г. И. Численное решение задач динамики атмосферы и океана. Л., Гидрометеоиздат, 1974, 303 с.
6. Demetrashvili D. Modeling of hydrophysical fields in the Black Sea. J. Georgian Geophys. Soc., v.8b, 2003, pp.19-27.
7. Кордзадзе А. А., Деметрашвили Д. И. Численные эксперименты по модели динамики Черного моря, учитывающей поглощение солнечной радиации. Вычислительная математика и математическое моделирование. Труды международной конференции, посвященной 75-летию со дня рождения акад. Г. И. Марчука и 20-летию основания Института Вычислительной математики Российской АН. М., 2000, Т. 1, с.125-134.
8. Kordzadze A., Demetrashvili D. Results of numerical experiment on modeling of inner-annual hydrological regime of the Black Sea. J. Georgian Geophys. Soc., v.8b, 2003, pp. 3-18.
9. Demetrashvili D., Kordzadze A. Numerical modeling of distribution of pollution substances in the Black Sea. Reports of enlarged sessions of the seminar of I. Vekua Institute of applied mathematics. vol. 17, N 3, 2002, pp. 44-57.

10. Demetrashvili D., Kordzadze A. Determination of the pollution source location in the Black Sea on the basis of conjugate equations theory. Reports of enlarged sessions of the seminar of I. Vekua Institute of applied mathematics. vol. 17, N 3, 2002, pp. 58-70.
11. Деметрашвили Д. И Нестационарная квазиодномерная модель планетарного пограничного слоя.- Тр. ЗакНИИ, М., Гидрометеиздат, 1989, вып. 91 (98). с. 84-93.
12. დემეტრაშვილი დ. ლოკალური ატმოსფერული პროცესების ჰიდროდინამიკური მოდელირების შესახებ. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 2007 (იხ., წინამდებარე კრებული).

შპპ 551.465:551.509

ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე ჰიდროთერმოდინამიკური და ზოგიერთი ეკოლოგიური პროცესის მოდელირების ზოგიერთი შედეგები. /დ.დემეტრაშვილი/. შპპ-ის შრომათა კრებული-2007.-ტ.114.-გვ.85-96.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

მიმოხილულია ავტორის უშუალო მონაწილეობით ბოლო წლებში შემუშავებული შავი ზღვისა და ატმოსფეროს დინამიკისა და შავ ზღვაში მინარევების გავრცელების მათემატიკური მოდელების რეალიზაციის ზოგიერთი შედეგი.

UDC 551.465:551.509

Some results of modelling of hydrothermodynamic and ecological processes in the natural environment./D. Demetrashvili/. Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2007. - т.114. – p.. 85-96 - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The review of some results of realization of mathematical models of dynamics of the Black Sea and atmosphere and distribution of impurity in the black Sea, developed in last years at direct participation of the author, is given.

УДК 551.465:551.509

Некоторые результаты моделирования гидротермодинамических и экологических процессов в природной среде./ Д. И. Деметрашвили /. Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии.–2007.–т.114.–с.85-96.–Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

Даётся обзор некоторых результатов реализации математических моделей динамики Чёрного моря и атмосферы и распространения примесей в чёрном море, разработанных в последние годы при непосредственном участии автора.

V. მეტეოროლოგიის პრობლემები. თანამგზავრული ინფორმაციის
გამოყენება.

V. Problems of Meteorology. Application of satellite information.

V. Проблемы метеорологии. Использование спутниковой информации.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი №114
TRANSACTIONS OF THE GEORGIAN INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY, VOL.114
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИИ, ТОМ № 114

უაკ 551

კ.თავართქილაძე,

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ა.ქიქავაძე, რ.სოლომონიძე, ნ.გოგატიშვილი

ვახუშტი ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი

**ჰაერის მიწისპირა ტემპერატურის რემიონალური ცვლილების
თავისებურებაანი საქართველოში**

გლობალური დათბობის ფონზე რეგიონალური ჰაერის ცვლილება განსაკუთრებული თავისებურებებით შეიძლება ხასიათდებოდეს. ეს თავისებურებები ძირითადად ვლინდება ისეთ რეგიონებში, რომლებიც დათბობისა და აცივების სასაზღვრო ზონაში იმყოფებიან. ცნობილია, რომ კასპიისა და შავი ზღვის აუზებში ჰაერის ცვლილების ურთიერთ საწინააღმდეგო, დათბობისა და აცივების ტენდენციები შეინიშნება. ამ ურთიერთ საწინააღმდეგო პროცესების საზღვარი საქართველოს ტერიტორიაზე უნდა გადიოდეს. რომ ეს ასეა მრავალი გამოკვლევები ადასტურებს [1-7 და სხვ.]. აღსანიშნავია, რომ სასაზღვრო ზონაში დათბობიდან აცივებაში ან პირიქით გადასვლა მონოტონურად არ ხდება. საზღვრთან ახლოს, როგორც დათბობის ისე აცივების ზონაში, ჩნდება მცირე ტერიტორიული მონაკვეთები, სადაც ტემპერატურული ველის ცვლილება საწინააღმდეგო მიმართულებით მკვეთრადაა გამოხატული. ასეთი ფაქტი უშუალოდ დაიკვირვება საქართველოს ტერიტორიაზეც [2], ეს კი ართულებს ჰაერის ცვლილების ჭეშმარიტი სურათის დადგენას.

საქართველოში რეგიონალური ჰაერის ცვლილება მრავალრიცხოვან ლიტერატურულ წყაროებშია ასახული. შედგენილია რუკები, რომლებიც ჰაერის ცვლილების როგორც მრავალწლიურ, ასევე სეზონურ სურათსაც იძლევიან. დადგენილია რიგი პროცესებისა, რომლებიც საქართველოში რეგიონალური ჰაერის ცვლილებამ გამოიწვია, ან მომავალში შეიძლება გამოიწვიოს. წინამდებარე ნაშრომის ამოცანას შეადგენს დაადგინოს ჯერ შეუსწავლელი ზოგიერთი პროცესი, რომელიც რეგიონალური ჰაერის ცვლილებამ გამოიწვია, ან შეიძლება გამოიწვიოს. კერძოდ, აქვს თუ არა ტემპერატურული ველის ცვლილების პროცესს რაიმე კანონზომიერება ზღვის დონიდან ადგილმდებარეობის სიმაღლესთან კავშირში და მიმდინარე ტემპერატურული ველის ცვლილების ფონზე რა ცვლილებას განიცდის საშუალო თვიური მაქ-

სიმაღური და მინიმალური ტემპერატურები და შიდაწლიური ვარიაციების დისპერსია.

დასმული ამოცანების გადასაჭრელად გამოყენებულია საქართველოში დაკვირვების 89 პუნქტის თვის საშუალო ტემპერატურები 1906-1995 წლებში. ყოველი პუნქტისთვის მიწისპირული ტემპერატურის საშუალო წლიური მნიშვნელობების მიხედვით ცვლილება დადგენილი იქნა მონაცემთა მწკრივის წრფივი აპროქსიმაციით [2]. ტემპერატურის ცვლილების მიმართულებებიდან გამომდინარე, ცვლილების ინტენსიურობის გათვალისწინების გარეშე, დაკვირვების პუნქტები გაიყო ორ ჯგუფად დათბობისა და აცივების მიხედვით. თითოეულ ჯგუფში მონაცემები განლაგდა სამ ქვეჯგუფად ზღვის დონიდან ადგილმდებარეობის სიმაღლის მიხედვით: 300 მეტრამდე; 300-დან 1000 მეტრამდე და 1000 მეტრს ზევით.

ცხრილ 1-ში მოცემულია ქვეჯგუფებში მოხვედრილი პუნქტების რაოდენობა, ტემპერატურის ცვლილების საშუალო სიდიდე, დათბობისა და აცივების მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები და შესაბამისი დაკვირვების პუნქტები, სადაც აღნიშნულ მაქსიმუმს ან მინიმუმს ჰქონდა ადგილი. როგორც ცრილიდან ჩანს განხილული 89 პუნქტიდან 45-ში დათბობა და 44-ში აცივებას ჰქონდა ადგილი. ამასთან დათბობის საშუალო ინტენსიურობა ($39^{\circ}\text{C}/100\text{წელი}$) გაცივლებით დიდია ვიდრე აცივების ($-0.22^{\circ}\text{C}/100\text{წელი}$). მაქსიმალური დათბობა აღინიშნა ბორჯომში, ხოლო აცივება – ახალციხეში. აღსანიშნავია, რომ ტემპერატურის ცვლილების საშუალო ინტენსიურობა, როგორც დათბობის, ასევე აცივების ზონაში, 300-დან 1000 მეტრამდე განლაგებული დაკვირვების პუნქტებისთვისაა გამოკვეთილი.

ამრიგად, ცხრილი 1 ზოგადად ახასიათებს საქართველოში საშუალო წლიური ტემპერატურული ველის ცვლილების სურათს ადგილმდებარეობის სიმაღლის მიხედვით და უჩვენებს, რომ დათბობისა და აცივების პროცესი ადგილმდებარეობის სიმაღლეზე ნაკლებადაა დამოკიდებული.

საშუალო წლიური ტემპერატურული ველის ცვლილების ფონზე, გარკვეულ ინტერესს შეადგენს იმის დადგენა, თუ რა ცვლილებებს განიცდის ტემპერატურის უკიდურესი.

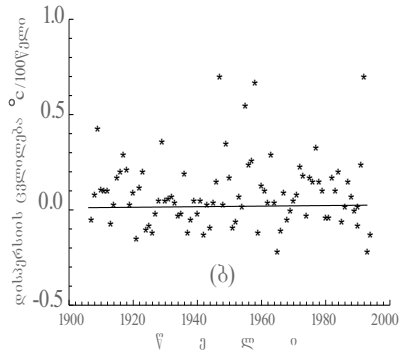
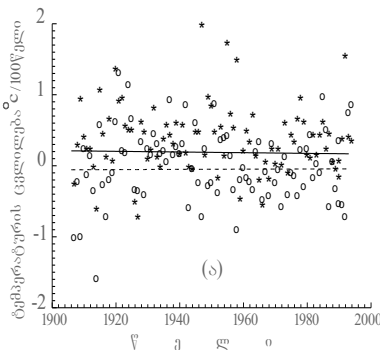
მაქსიმალური და მინიმალური საშუალო თვიური ტემპერატურები. აგრეთვე, იცვლება თუ არა საშუალო თვიური ტემპერატურების შიდაწლიური ვარიაციების დისპერსია. ამისათვის შედგენილი იქნა ყოველწლიური მონაცემების სამი მწკრივი. მწკრივის წევრები მიღებული იყო დაკვირვების 89 პუნქტის მონაცემთა გასაშუალებით. ამრიგად, მიღებული მწკრივები ასახავდა საშუალო თვიური ტემპერატურების მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობების და ყოველი წლის საშუალო თვიურ ტემპერატურათა დისპერსიების

ცვლილებებს 1906-1995 წლებში, საშუალოდ საქართველოს მთელი ტერიტორიისთვის.

ცხრილი 1. ტემპერატურის ცვლილების ($^{\circ}\text{C}/100\text{წელი}$) განაწილება ზღვის დონიდან ადგილმდებარეობის სიმაღლის მიხედვით ცვლილების ინტენსიურობა როგორც დათბობის ასევე აცივების ზონაში მინიმალურია დაკვირვების პუნქტებისთვის, რომლებიც ზღვის დონიდან 300 მეტრამდე მდებარეობენ.

დაკვირვების პუნქტის სიმაღ. ზღვ. დონიდან კმ	დათბობის მიმართულებით				აცივების მიმართულებით			
	შემთხვევათა რიცხვი	საშ. ცვლილება	მაქსიმალური		შემთხვევათა რიცხვი	საშ. ცვლილება	მინიმალური	
			ცვლილება	პუნქტი			ცვლილება	პუნქტი
< 0.3	7	0.17	0.47	მწკ.კონცხი	22	-0.16	-0.45	წულუკიძე
0.3-დან 1.0-მდე	22	0.51	1.17	ბორჯომი	12	-0.28	-0.65	ახალციხე
> 1.0	16	0.33	0.75	დმანისი	10	-0.24	-0.24	გუდაური
> 0	45	0.39	1.17	ბორჯომი	44	-0.22	-0.65	ახალციხე

მიღებული მწკრივების წვერთა მნიშვნელობები წლების მიხედვით დატანილია ნახ.1-ზე. როგორც სურათებიდან ჩანს წლების მიხედვით დისპერსია ძალიან დიდია. ჩვენ მაინც შევეცადეთ დავედგინა არსებობს თუ არა ცვლილების ტენდენციური მიმართულება. ამისათვის მოვახდინეთ თითოეული მწკრივის მონაცემთა წრფივი აპროქსიმაცია უმცირეს კვადრატთა მეთოდით [8]. მიღებული წრფეთა განტოლებები მაქსიმალური, მინიმალური ტემპერატურებისა და დისპერსიისთვის მოცემულია შესაბამისად ფორმულებით (1-3), სადაც n აღნიშნავს წლების გადათვლას დაწყებული 1906 წლიდან.



ნახ.1. საშუალო თვიურ ტემპერატურათა (ა) ყოველწლიური მაქსიმუმების (*), მინიმუმების (o) და დისპერსიის (ბ) ცვლილებები 1906-1995 წლებში საქართველოს დაკვირვების პუნქტებისთვის.

$$dT_{\max}=0.213-0.000480 n \quad (1)$$

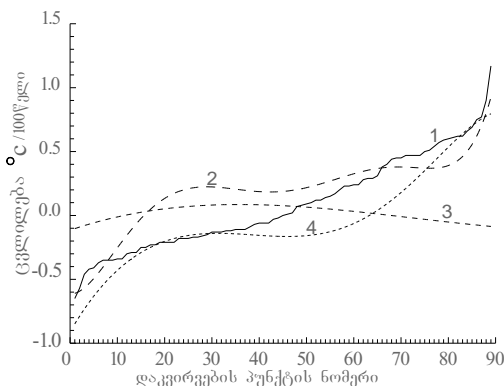
$$dT_{\min}=-0.0565+0.000144 n \quad (2)$$

$$dT_{\text{dis}}=0.0107+0.000152 n \quad (3)$$

როგორც ფორმულებიდან ჩანს სამივე პარამეტრის (dT_{\max} , dT_{\min} , dT_{dis}) ცვლილება წლების მიხედვით ძალზე უმნიშვნელოა (<0.05 °C/100 წელი), ე.ი პრაქტიკულად ცვლილებას არ განიცდის. ეს მოსალოდნელი იყო, რადგან გაერთიანებულია დაკვირვების პუნქტების მონაცემები, რომლებიც დათბობასაც და აცივებასაც უჩვენებდნენ.

სრულიად განსხვავებულ სურათს მივიღებთ თუ აღნიშნული პარამეტრების ყოველწლიურ მნიშვნელობებს საშუალო წლიური ტემპერატურების ცვლილების ინტენსიურობათა ზრდის (რანჟირების) მიხედვით დავაღაგებთ.

ნახ.2-ზე საქართველოს დაკვირვების პუნქტების საშუალო წლიურ



ნახ.2. 1906-1995 წლებში საქართველოს დაკვირვების პუნქტების საშუალო წლიურ ტემპერატურათა წრფივი ცვლილების რანჟირებულ მნიშვნელობათა (1) მიხედვით დალაგებული მაქსიმალური (2) და მინიმალური (3) ტემპერატურების და დისპერსიის (4) ცვლილებები.

ტემპერატურათა ცვლილების სიდიდეები, დალაგებული ზრდის მიხედვით, (1) მრუდის სახესღებლობს. როგორც უკვე იყო აღნიშნული, იგი იწყება -0.65 °C/100წელი მნიშვნელობიდან, ანუ დაკვირვების პუნქტის – ახალციხის მონაცემით და მთავრდება $+1.17$ °C/100წელი – ბორჯომის მონაცემით. საშუალო წლიურ ტემპერატურათა ცვლი-

ლების რანჟირებულ მნიშვნელობათა შესაბამისი მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურების ცვლილება (2) და (4) მრუდის სახეს ღებულობს. აღნიშნული მრუდები დაახლოებით (1) მრუდის სახეს იმეორებენ, ე.ი. დაკვირვების პუნქტებში მაქსიმალურ და მინიმალურ ტემპერატურათა ცვლილების მიმართულებები თითქმის ემთხვევა საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვლილების მიმართულებას. რაც შეეხება ცვლილებათა სიდიდეებს, რანჟირებული მრუდის საწყისსა და ბოლო მონაკვეთებში, (2) და(4) მრუდები უფრო ინტენსიურია, ხოლო შუა მონაკვეთში – პირიქით.

რაც შეეხება საშუალო თვიურ ტემპერატურათა შიდაწლიურ დისპერსიას (მრუდი 3), რეგიონალური ტემპერატურული ველის ცვლილების ფონზე, იგი ცვლილებას თითქმის არ განიცდის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Climate Change 1995. The Science of Climate Change. The Contribution of WG – 1 to the Second Assessment. Rep. of the IPCC. Cambridge Univ. Press – IPCC, 1996 (572).
2. თავართქილაძე კ., ელიზბარაშვილი ე., მუმლაძე დ., ვანხაძე ჯ. საქართველოს მიწისპირა ტემპერატურული ველის ცვლილების ემპირიული მოდელი. მეცნიერება, თბილისი, 1999 (128).
3. Бегалишвили Н.А., Таварткиладзе К.А., Вачнадзе Д.И. Современное изменение климата в Грузии. Вековое изменение влагосодержания атмосферы и его влияние на влагооборот. Тбилиси, 2007 (123).
4. თავართქილაძე კ., შენგელია ი. ჰავის თანამედროვე ცვლილება საქართველოში. რადიაციული რეჟიმის ცვალებადობა. მეცნიერება, თბილისი, 1999 (150).
5. Элизбарашвили Э.Ш. Влияние горного рельефа на распределение тепла и увлажнения Изв.АН СССР, сер. Геогр., №2, 1984 (77-83).
6. მუმლაძე დ., ლომიძე ნ. საქართველოს თერმული ველის ცვლილება კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე. პიდრომეტ. ინსტ. შრ., 118, 2008 (66-75).
7. ბერიტაშვილი ბ., მესხია რ. ტემპერატურული ანომალიების საუკუნოებრივი სვლა საქართველოს ტერიტორიაზე. პიდრომეტ. ინსტ. შრ., 111, 2007 (144-151).
8. Мазмишвили А.И. Спосов наименьших квадратов. Недра, Москва, 1968 (436).

უაკ 551

ჰაერის მიწისპირა ტემპერატურის რეგიონალური ცვლილების თავისებურებანი საქართველოში. /კ.თავართქილაძე, ა.ქიქავა, რ.სოლომონიძე, ნ.გოგატიშვილი/. პმ-ს შრომათა კრებული -2007.-ტ.114.-გვ.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. საქართველოს დაკვირვების 89 პუნქტის 1906-1995 წლების საშუალო თვიურ ტემპერატურათა ცვლილების სიდიდეებზე დაყრდნობით, შესწავლილია

ტემპერატურული ველის ცვლილების კავშირი ადგილმდებარეობის სიმაღლესთან ზღვის დონიდან. მიღებულია, რომ ცვლილება როგორც დათბობის ასევე აცივების ზონაში ინტენსიურად მიმდინარეობს დაკვირვების პუნქტებისთვის, რომლებიც განთავსებულია ზღვის დონიდან 300-1000 მეტრის ფარგლებში.

მაქსიმალური და მინიმალური საშუალო თვიური ტემპერატურების ცვლილება მსგავსია რანჟირებული საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვლილების. ხოლო ტემპერატურის შიდაწლიურ ვარიაციათა დისპერსია ცვლილებას არ განიცდის

UDC 551

Peculiarities of air surface temperature change in Georgia./K.Tavartkiladze, A.Kikava, R.Solomonidze, N.Gogatishvili/.Transactions of the Georgian Institute of Hydro-meteorology. -2007. - т.114. – p.. - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Based on the monthly mean temperature change values of 1906-1995 year 89 observation posts of Georgia, the relation of temperature field with the point elevation from the sea level has been studied. It has been established that change as in warming as in cooling zone intensively takes place for observation post that are located within 300-1000m from the sea level. The maximal and minimal monthly mean temperature change is similar to the ranged annual mean temperature change, and interannual variation dispersion hasn't been changed.

УДК 551

Особенности регионального изменения приземной температуры воздуха в Грузии./К.Таварткиладзе, А.Кикава, Р.Соломонидзе, Н.Гогатишвили/ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. –2007. – т.114. – с.. – Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск

Опираясь на величины изменения среднемесячных температур 89 пунктов наблюдений 1906-1995 годов, изучена связь между изменением температурного поля и высотой местоположения над уровнем моря. Выявлено, что изменение как в зоне потепления, так и в зоне похолодания интенсивно протекает для пунктов наблюдений, которые расположены в пределах 300-1000 метров над уровнем моря.

Максимальное и минимальное изменение среднемесячной температуры похоже на изменение ранжированной среднегодовой температуры. А среднегодовая дисперсия вариации температуры не претерпевает изменения.

რ. სამუკაშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ 551. 584.

**მდინარე ენბურის და ბაღის წყალსაცავების ბავშვანა ჰაერის
ტემპერატურაზე**

საკვლევ რაიონში გათვალისწინებული იყო 7 წყალსაცავის (ბაღი, ჯვარი, ხუდონი, ხაიში, ლატალი, ფარი და ივარი) მშენებლობა. აქედან ექსპლუატაციაში გადაეცა ბაღის (1969წ) და ჯვრის (1978წ) წყალსაცავები. ხუდონის წყალსაცავის მშენებლობა დაიწყო 1980 წელს და შეწყდა 1989 წელს. ამ წყალსაცავის მშენებლობის წინააღმდეგ წაყენებული ძირითადი არგუმენტი მდგომარეობდა იმაში, რომ თითქოს ამ პროექტის რეალიზაციის შედეგად კატასტროფულად გაუარესდებოდა რაიონის ეკოლოგიური მდგომარეობა ერთ-ერთი კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორის—აუზის ბურებრივი ქვეფენილი ზედაპირის სრულიად განსხვავებული ფიზიკური თვისებების მქონე წყლის ზედაპირით შეცვლის შედეგად. ბუნებრივია, რომ მდინარის აუზის ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებების მკვეთრმა ცვლამ გარკვეული გავლენა უნდა მოახდინოს წყალსაცავის მიმდებარე ტერიტორიის კლიმატური მახასიათებლების (მათ შორის ჰაერის ტემპერატურის) სიდიდეზე, რომლის რაოდენობრივი შეფასება კვლევის სათანადო მეთოდების გამოყენებით წარმოადგენს განსაზღვრული აქტუალობის მქონე ეკოლოგიურ პრობლემას. წყალსაცავების გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის თერმულ რეჟიმზე განპირობებულია მათში არსებული წყლის მასის გაცივებისა და გათბობის პერიოდების ხანგრძლივობაით, რაც დამოკიდებულია წყლის დიდ სითბოტევადობაზე, ჰაერისა და წყლის ტემპერატურების სხვაობაზე. წყალსაცავებისა ფართობისა და სიღრმის ზრდისას მისი გამაცივებელი და გამათბობელი ეფექტის ინტენსივობა მატულობს. წყალსაცავების გარემოს თერმულ რეჟიმზე გავლენის სიდიდეზე გარკვეულ ზემოქმედებას ახდენს მათი განლაგების რაიონის გეომორფოლოგიური და კლიმატური პირობები, სინოპტიკური სიტუაციების (სიცივისა და სითბოს ადვექცია) და კვების რეჟიმის თავისებურებები.

როგორც ცნობილია, წყალსაცავის ზედაპირის სითბური ბალანსის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$B = LE + P + Q, \quad (1)$$

სადაც, არის წყლის ზედაპირის რადიაციული ბალანსი, —სითბოს ტურბულენტური ნაკადი, კონდენსაციის ან აორთქლების შედეგად გამოყოფილი (ან დახარჯული) სითბოს რაოდენობა —სითბოს ნაკადი წყლის ზედაპირსა და წყლის მასას შორის. ამ გამოსახულებაში მხედველობაში არ არის მიღებული სითბოს ის

ნაკადი, რომლებიც დაკავშირებულია სითბოს ან სიცივის ადექვციასთან, ან წყლის ფიზიკურ გარდაქმნებთან (გაყინვა, დნობა). წელიწადის სეზონის მიხედვით (1) გამოსახულების მდგენელების როლი იცვლება, რაც განაპირობებს წყალსაცავის გამათბობელ ან გამაცივებელ ეფექტს. როდესაც >0 მაშინ წყალსაცავზე ჰაერის ფენა თბება, თუ <0 —მაშინ ცივდება. ანალოგურად თუ >0 მაშინ ადგილი აქვს წყლის ტემპერატურის ზრდას, როდესაც <0 მაშინ სახეზეა წყლის ტემპერატურის შემცირება. მდგენელი განსახლვრავს წყლისპირა ჰაერის ფენაში ტენიანობის ცვლილებას (მატებას აორთქლების და შემცირებას კონდენსაციის პირობებში). ამ პროცესების შედეგად წელიწადის განმავლობაში წყალსაცავის სანაპირო ზონაში ჰაერის ტემპერატურა განიცდის გარკვეულ ტრანსფორმაციას. ჰაერის ტემპერატურის საწყისი (ხმელეთზე) და ტრანსფორმირებული (წყლის აკვატორიაზე) მნიშვნელობების შედარება სათანადო მეთოდების გამოყენებით საშუალებას იძლევა რაოდენობრივად შეფასდეს წყალსაცავის გავლენის ეფექტი მიმდებარე ტერიტორიის თერმულ რეჟიმზე. ამ მეთოდებიდან აღსანიშნავია:

1. ტემპერატურის ცვლილება წყალსაცავის სავარაუდო გავლენის რაიონში განიხილება იმ პერიოდთან შედარებით, რომელიც წინ უსწრებდა წყალსაცავის ექსპლოატაციაში გადაცემის მომენტს.
2. განიხილება ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სიდიდეების სხვაობა წყალსაცავის გავლენის ზონაში და მის ფარგლებს გარეთ განლაგებულ რამდენიმე პუნქტში.
3. განიხილება “სივრცულ-სხვაობათა მეთოდი”, რომლის გამოყენებით ხდება გავლენის ზონისა და შესადარებელი ზონის ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობების შედარება დაკვირვებათა რიგების ორი პერიოდისათვის: წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ.

ჯვრის და გალის წყალსაცავების მიმდებარე ტერიტორიაზე ჰაერის ტემპერატურაზე გავლენის რაოდენობრივი შეფასების მიზნით გამოყენებული იქნა “სივრცულ სხვაობათა მეთოდი”, რომელიც ემყარება იმ დაშვებას, რომ თუკი წყალსაცავი ახდენს გავლენას ჰაერის ტემპერატურაზე, მაშინ უნდა დაირღვეს ამ მეტეოელემენტზე დაკვირვებების მრავალწლიური რიგის ერთგვაროვნება წყალსაცავის აშენების შემდეგ. ჯვრის და გალის წყალსაცავების განლაგების რაიონში ჰაერის ტემპერატურაზე დაკვირვებები წარმოებდა წყალსაცავების აშენებამდე და აშენების შემდეგ. ამიტომ მათი სავარაუდო გავლენის ზონაში მეტეოსადგურებად აღებული იქნა ჯვარი, გალი და ხაიში. ამ სადგურებზე ტემპერატურაზე დაკვირვებების მრავალწლიური რიგები დაყოფილი იქნა ორ ნაწილად: წყალსაცავების აშენებამდე და აშენების შემდგომ პერიოდებად. ამასთანავე წყალსაცავების ჰაერის ტემპერატურაზე გავლენის

სანდობის შეფასება ჩატარდა დაკვირვებათა რიგების ანალიზით სტიუდენტის პარამეტრის გამოყენებით. ამ მიზნით დაკვირვებათა რიგების ნაწილებისათვის გამოთვლილი იქნა საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები \bar{t}_1 და \bar{t}_2 , საშუალო კვადრატული გადახრები σ_1 და σ_2 . \hat{t} პარამეტრი, რომელიც ემორჩილება სტიუდენტის განაწილების კანონს მ+n-2 თავისუფლების ხარისხით გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებებიდან:

$$\hat{t} = \frac{\bar{t}_2 - \bar{t}_1}{\sqrt{n\sigma_1^2 + m\sigma_2^2}} \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}}, \quad (2)$$

რომელშიც m და n არიან რიგის ნაწილების წევრთა რიცხვები \hat{t} პარამეტრის იმ მნიშვნელობების შემთხვევაში, რომლებიც აღემატებიან $\hat{t}_{კრიტ.}$ მნიშვნელობებს (თავისუფლების მოცემული ხარისხისა და დონისათვის) უარყოფილი იქნება ნულ-ჰიპოთეზა იმის შესახებ, რომ t_1 და t_2 ეკუთვნიან ერთი და იგივე გენერალურ ერთობლიობას, ე. ი. t_1 და t_2 საშუალოებს შორის განსხვავება არსებითია და რომ განსაზღვრული აღბათობით შეიძლება მტკიცება წყალსაცავის მიმდებარე ტერიტორიის ჰაერის ტემპერატურაზე გავლენის ეფექტის შესახებ. სტიუდენტის კრიტერიუმის გამოყენებით გაანალიზებული იქნა ჰაერის ტემპერატურის რიგები ხაიშის, ჯვრისა და გალის მეტეოსადგურებისათვის, რომლებიც განლაგებულია აღნიშნული წყალსაცავების გავლენის ზონაში (ცხრ.1). ჰაერის ტემპერატურის რიგი სადგურ ხაიშში ხასიათდება სადგურის ადგილმდებარეობის შეცვლით განპირობებული არაერთგვაროვნებით ამის გარდა, მკაფიოდ ფიქსირდება ჰაერის ტემპერატურის რიგის არაერთგვაროვნება, განპირობებული ჯვრის წყალსაცავის გავლენით 1978 წლის ნოემბრიდან. 1978-90 წლების პერიოდისათვის \hat{t} -ს ყველა გამოთვლილი მნიშვნელობა აღემატება $\hat{t}_{კრიტ.}=2$, რის შედეგად შეიძლება იმის მტკიცება, რომ არსებობს წყალსაცავის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე სადგურ ხაიშში, ისევე როგორც ჯვარში და მესტიაში. ანალოგიურ მოვლენას 1969 წლიდან ადგილი აქვს სადგურ გალში.

როგორც ცხრ. 1-ში მოყვანილი მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, წყალსაცავების აშენების შედეგად სადგურ ჯვარში უკანასკნელ პერიოდში (1979-90წწ) ჰაერის ტემპერატურის საშუალოთვიური მნიშვნელობები 10 თვის (VII-IV) განმავლობაში აღმოჩნდა ნაკლები, ხოლო მაისში და ივნისში მეტი წინა პერიოდის (1959-79) შესაბამის მნიშვნელობებზე. ტემპერატურის მნიშვნელობებს შორის განსხვავების სიდიდე მაქსიმალურია მარტში და აპრილში (-0,6°). საშუალოწლიური ტემპერატურა უკანასკნელ პერიოდში წინა პერიოდთან შედარებით

ჯვარში და ხაიშში დაეცა 0,2⁰-ით, მესტიაში 0,1⁰-ით ხოლო გაღში მოიმატა 0,4⁰-ით. აღსანიშნავია, რომ ოქტომბერ-აპრილში ჯვარში წყალსაცავის აშენების შემდეგ პერიოდში აღინიშნა ტემპერატურის დაბალი მნიშვნელობები წინა პერიოდთან შედარებით, რაც არ შეესაბამება წყალსაცავში მიმდინარე სითბური პროცესების (თერმული რეჟიმის) ფიზიკურ არსს. მაგრამ, როგორც ადგილობრივი ქარების (განსაკუთრებით ფიონების) რეჟიმული მახასიათებლების ანალიზი გვიჩვენებს, სადგურ ჯვარში სითბოს ამ დამატებითი წყაროს გავლენით ჰაერის მიწისპირა ფენის ტემპერატურა უფრო მკვეთრად იზრდება, ვიდრე წყლის ზედაპირის ტემპერატურა, რაც კონკრეტულ გამოვლინებას პოულობს წყალსაცავის გამაგრილებელ ეფექტში, ამავე პროცესს უფრო ინტენსიურს ხდის შავი ზღვის სიახლოვეც. სადგურ ხაიშში წყალსაცავის გამაგრილებელ ეფექტს ადგილი აქვს ნოემბერ-თებერვლის, მესტიაში ოქტომბერ-აპრილის, გაღში კი-ნოემბერ-იანვრის განმავლობაში. აღსანიშნავია, რომ ხუდონის წყალსაცავის აშენების შემთხვევაში ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება სადგურ ხაიშში გახდება უფრო ინტენსიური, ვინაიდან იგი პრაქტიკულად განლაგებულია ხუდონის მშენებარე წყალსაცავის სანაპირო ზოლში.

ცხრილი 1. ჰაერის ტემპერატურის (ტ⁰) საშუალო მნიშვნელობები წყალსაცავების აშენებამდე (ტ⁰₂) და აშენების შემდეგ (ტ⁰₁) სადგურები ჯვარი, ხაიში, მესტია, გაღი

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლიური
ჯვარი (t₁, 1979-1990; t₂, 1959-1978)													
t ₁	5.0	5.4	8.0	12.6	17.3	20.1	21.5	22.2	19.0	15.9	10.9	7.5	13.8
t ₂	5.3	5.6	8.6	13.2	17.1	20.0	21.9	21.9	19.4	15.6	11.4	7.9	14.0
t ₁ -t ₂	-0.3	-0.2	-0.6	-0.6	0.2	0.1	-0.4	-0.3	-0.4	-0.3	-0.5	-0.4	-0.2
ხაიში (t₁, 1979-1990; t₂, 1959-1978)													
t ₁	-0.5	1.5	5.2	10.8	15.3	18.1	20.6	20.3	16.7	11.0	5.9	1.3	10.5
t ₂	-0.4	1.8	5.2	10.8	15.2	18.0	20.6	20.2	16.3	10.9	6.0	1.5	10.7
t ₁ -t ₂	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.2
მესტია (t₁, 1979-1990; t₂, 1959-1978)													
t ₁	-5.8	-4.4	-0.2	5.7	10.6	13.8	16.8	16.1	12.0	6.5	1.6	-4.0	5.7
t ₂	-5.5	-3.9	0.0	5.8	10.2	13.5	16.4	15.5	11.7	6.7	1.8	-3.3	5.8
t ₁ -t ₂	-0.3	-0.5	-0.2	-0.1	0.4	0.3	0.4	0.5	0.3	-0.2	-0.2	-0.7	-0.1
გაღი (t₁, 1979-1990; t₂, 1959-1978)													
t ₁	4.9	5.8	7.9	12.2	16.5	20.2	22.3	22.5	19.5	14.6	10.3	6.8	13.6
t ₂	4.6	6.8	9.2	13.3	16.9	20.2	22.3	22.7	19.8	15.0	9.7	6.4	14.0
t ₁ -t ₂	-0.3	1.0	1.3	1.1	0.4	0.0	0.6	0.2	0.3	0.4	-0.6	-0.4	0.4

საკვლევი წყალსაცავების გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის ჰაერის ტემპერატურაზე რაოდენობრივად შეფასდა აგრეთვე რუსეთის მთავარ გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში დამუშავებული ნახევრადემპირიული მეთოდით (Рекомендации по расчёту изменения температуры и влажности воздуха на побережье водоёмов, 1981), რომლის თანახმად წელიწადის განმავლობაში ჯვრის წყალსაცავის გავლენის შედეგად ჰაერის ტემპერატურა საშუალოდ ეცემა 0,3⁰-ით. გამაცივებელი პერიოდის დიდი ხანგრძლივობა (III-XI) განპირობებულია წყალსაცავის დიდი სიღრმით და თოვლ-მყინვარების დნობის შედეგად მასში ცივი წყლის დიდი მასის ფორმირებით. ჰაერის საშუალოთვიური ტემპერატურის ცვლილება წყალსაცავზე და სანაპიროდან სხვადასხვა მანძილზე დამოკიდებულია წყლის დონეზე: წყალსაცავის გავლენის ზონა წელიწადის განმავლობაში იცვლება 0-1,5კმ-ის საზღვრებში. ზამთარში, შემოდგომის შუა რიცხვებში და ზაფხულის ბოლოს იგი ვრცელდება 1კმ-დე, გაზაფხულზე და შემოდგომის დასაწყისში 0,5კმ-დე. წეწლიწადის თბილი და ცივი სეზონების ცვლის პერიოდში ჰაერის ტემპერატურაზე წყალსაცავის გავლენის ზონა შემოიფარგლება მხოლოდ წყალსაცავის აკვატორიით. აქვე ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებას, რომ აღნიშნული ორი მეთოდით გამოთვლების შედეგად მიღებული წყალსაცავის გამათბობელი (გამაცივებელი) გავლენის ხანგრძლივობა და ინტენსივობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან: იმაზე დამოკიდებულებით, თუ რომელი მეთოდით არის განსაზღვრული წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურა (ინსტრუმენტალურად, ანალოგ-წყალსაცავების გამოყენებით, წყალსაცავების განლაგების რაიონისათვის წყლის ზედაპირისა და ჰაერის ტემპერატურებს შორის დადგენილი დამოკიდებულებით) გამოთვლების შედეგად შესაძლოა მიღებული იქნეს წყალსაცავების გამათბობელი ან გამაცივებელი ეფექტის ხანგრძლივობისა და ინტენსივობის განსხვავებული ვარიანტები, რომლებიც პრობლემის კორექტულად გადაჭრის მიზნით დღის წესრიგში აყენებს საკვლევი წყალსაცავების აკვატორიაზე წყლის ზედაპირის ტემპერატურაზე ხისტმატური ინსტრუმენტალური დაკვირვებების ორგანიზაციის აუცილებლობას, რაც უზრუნველყოფს ობიექტური შედეგების მიღებას.

ლიტერატურა—REFERENCES_ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по расчёту изменения температуры и влажности воздуха на побережье водоёмов, 1981, Изд. ГГО, Л., 16с.

უაკ 551. 584.

მდინარე ენგურის და გალის წყალსაცავების გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე /რ. სამუკაშვილი/ პმი-ს შრომათა კრებული- 2007,ტ.114, გვ., ქართ., რეზ.-ქართ., ინგლ., რუს.

შეფასებულია ჯვრისა და გალის წყალსაცავების გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის ჰაერის ტემპერატურაზე. ჯვრის, მესტიის, ხაიშისა და გალის

მეტეოსადგურების მონაცემების ანალიზის საფუძველზე. წყალსაცავებისათვის დადგენილია გამათბობელი და გამაცივებელი პერიოდების ხანგრძლივობა და მათი ინტენსივობა. ცხრ. 1, ლიტ. დას.1.

UDC 551. 584.

The influence of reservoirs the riv. Inguri and Gali on the air temperature /R. Samukashvili/ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. 2007. v.114,p. Georg, Summ., Eng., Russ.

The influence of Djvari and Gali reservoirs on the air temperature-for the adjoining territory on the basis of analysis of information (date) of meteorological stations of Djvari, Khaishi, Mestia and Gali is estimated.

For the reservoirs is settled the duration of heating and cooling periods and their intensity. Tab. 1, Ref. 1.

УДК 551. 584.

Влияние водохранилищ реки Ингури и Гали на температуру воздуха. /Р.Самукашвили/.Сб. Трудов Института гидрометеорологии Грузии-2007,т.,114,с. Груз., Англ., Русск.

Оценено влияние водохранилищ Джвари и Гали на температуру воздуха прилегающей территории. На основе анализа данных метеостанции Джвари. Хаиши, Местия и Гали для водохранилищ установлены продолжительности периодов нагревания и охлаждения и их интенсивность. Таб. 1, Лит. 1.

ლ.შენგელია, გ.კორძახია,
მ.ტატიშვილი, ი.მკურნალიძე
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
გ.თვაური
მ. ნოდიას გეოფიზიკის ინსტიტუტი,
უაკ 551.50.501.7

**შავი ზღვის საქართველოს აკვატორიის ეკოლოგიური
უსაფრთხოებისათვის თანამგზავრული ინფორმაციის
ბამოყენების ამოსაქმედება**

ევროკავშირის პროგრამით „ტრასეკა“ (სატრანსპორტო დერეფანი ევროპა-კავკასია-აზია) დიდი აბრეშუმის გზის და ნავთობისა და გაზის მილსადენების ამოქმედებასთან დაკავშირებით, მეტად აქტუალურია შავი ზღვის ეკოლოგიურ უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული ყველა საკითხი. მათ შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება რიცხვითი მოდელების საშუალებით საზღვაო და ეკოლოგიური პროგნოზების გამოთვლას. საზღვაო პროგნოზის გამოთვლა რეალურ დროში უზრუნველყოფს ზღვის დინებების დადგენას, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ზღვაზე გადაზიდვების უსაფრთხოების გაზრდისთვის. ამავდროულად ეს უკანასკნელი აუცილებელია ნავთობის ჩაღვრების შემთხვევაში ე.წ. ეკოლოგიური პროგნოზების გამოთვლისათვის და ხელს უწყობს ანთროპოგენული ზემოქმედების და ასევე ბუნებრივი კატასტროფული მოვლენების პრევენციას და/ან შერბილებას.

XX საუკუნის მიწურულიდან მსოფლიოს სხვადასხვა სამეცნიერო ცენტრებში მიმდინარეობს მუშაობა თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენებით ზღვის ზედაპირის ტემპერატურის (ზზტ) საიმედო მონაცემების მისაღებად და ამ ინფორმაციის პროგნოსტიკულ მოდელებში გამოსაყენებლად ამჟამად შემუშავებულია შავი ზღვის დინამიკის მათემატიკური მოდელები, რომლებიც დაფუძნებულია ჰიდრო-დინამიკის განტოლებათა სრულ სისტემაზე [1,2,3]. მათ შორის აღსანიშნავია მ. ნოდიას გეოფიზიკის ინსტიტუტის შავი ზღვის დინამიკის ბაროკლინური მოდელი [3]. უნდა აღინიშნოს, რომ იგი გამოიყენებოდა ევროკავშირის კომისიის მიერ დაფინანსებულ პროექტში „ARENA“, რომელიც აერთიანებდა შავი ზღვის აუზის ქვეყნების (რუმინეთი, უკრაინა, რუსეთი, საქართველო, თურქეთი, ბულგარეთი) წამყვან სპეციალისტებს.

ორწლიანი ერთობლივი მუშაობის შედეგად 2005 წლის ივლისში ჩატარდა უნიკალური სამეცნიერო-ტექნიკური ექსპერიმენტი. ჩატარებულმა გამოთვლებმა დაადასტურეს საქართველოში დამუშავებული მათემატიკური მოდელის ეფექტურობა საზღვაო პროგნოზების გამოთვლისათვის 48 საათის წინასწარობით.

ზღვის დინამიკის მოდელის გამოსათვლელად აუცილებელია ზზტ-

ის ცოდნა რეგულარული ბადის კვანძებში. ასეთი მონაცემების არ არსებობის გამო გეოფიზიკის ინსტიტუტის შავი ზღვის დინამიკის ბაროკლინურ მოდელში მათი შეცვლა ხდება სითბოს ნაკადის შესახებ ინფორმაციით.

შავი ზღვის ზედაპირის ტემპერატურის რეალური მონაცემების მოსაპოვებლად ყველაზე ეფექტურია თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენება [4], რაც საშუალებას მოგვცემს რეალურ დროში გამოვითვალოთ ზხტ-ის მნიშვნელობები რეგულარული ბადის კვანძებში. ასეთი მონაცემების მიღების შემთხვევაში შესაძლებელი გახდება ზღვის დინამიკის პროგნოზის გამოთვლა.

ინტერნეტის ღია წყაროების (5,6,7) გამოყენებით შესაძლებელია თანამგზავრული ინფორმაციის მიღება ხილულ და ინფრაწითელ დიაპაზონში. სპექტრის ხილულ დიაპაზონში მიღებულ სურათებზე სიკაშკაშეთა სხვაობა დაკავშირებულია ობიექტის ამრეკლადობის უნართან, ხოლო ინფრაწითელ დიაპაზონში – გამოსხივების ტემპერატურებს შორის სხვაობასთან. ინფრაწითელ სპექტრში გადაღებული სურათები მიიღება როგორც დღისით, ასევე ღამით (განსხვავებით ხილულ სპექტრში მიღებული სურათებისაგან, რომლებიც მხოლოდ დღისით მიიღება).

დადგინდა, რომ ზხტ-ის რეალური მონაცემების მისაღებად მიზანშეწონილია ინფრაწითელ სპექტრში მიღებული თანამგზავრული სურათების გამოყენება, რომლებიც მოითხოვენ გარკვეულ შესწორებებს და შესაბამისი ცდომილებების დადგენას. რეგულარული ბადის კვანძებში ზხტ-ის საიმედო თანამგზავრული მონაცემების მისაღებად აუცილებელია მონაცემთა ხარისხის შეფასება და კონტროლი. ამისათვის უნდა დამუშავდეს სპეციალური მეთოდოლოგია, როგორც პიქსელის (წერტილის, ბადის კვანძის), ასევე ბადურ დონეზე.

ამასთან დაკავშირებით აუცილებელია შემდეგი ამოცანების შესრულება:

1. ზხტ-ის თანამგზავრული ინფორმაციის მიღება ინტერნეტის დახმარებით;
2. თანამგზავრული მონაცემების დამუშავების შედეგად გამოთვლილი ზხტ-ის მნიშვნელობების რეალურ ტემპერატურასთან შესაბამისობის დადგენის მიზნით მათი ჰიდრომეტეოროლოგიურ მონაცემებთან შედარება სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე;
3. შავი ზღვის საქართველოს აკვატორიისათვის ზხტ-ის თანამგზავრულ და ჰიდრომეტეოროლოგიურ მონაცემთა ბაზის შექმნა როტაციული (განახლებადი) ფაილების გამოყენებით სტატისტიკური ანალიზისათვის;
4. ზხტ-ის თანამგზავრულ მონაცემთა ხარისხის შეფასების და კონტროლის მეთოდოლოგიის დამუშავება პიქსელის და ბადურ დონეზე;

5. შავი ზღვის ზედაპირის ტემპერატურის თანამგზავრულ მონაცემთა ხარისხის შეფასების და კონტროლისათვის ჰიდრომეტეოროლოგიურ მონაცემების გარდა ზზტ-ის თანამედროვე გაზომვის საშუალებების—დრიფტერების მონაცემების გამოყენება;
6. შავი ზღვის ზედაპირის ტემპერატურის მნიშვნელობების გამოთვლარეგულარული ბადის კვანძებში;
7. შავი ზღვის დინამიკის ჰიდროდინამიკურ მოდელში გამოთვლების სრულყოფისათვის საწყისი მონაცემების სახით ზზტ-ის თანამგზავრული მნიშვნელობების გამოყენება.

ზღვის დინამიკის მოდელი ამჟამად გამოიყენება მხოლოდ კვლევებისათვის. დასმული ამოცანების გადაწყვეტის შემთხვევაში მოდელი გახდება ოპერატიულად გამოსაყენებელი ანუ შესაძლებელი გახდება რეალურ დროში შემავალი ინფორმაციის, მათ შორის თანამგზავრულის ათვისება და ჰიდროფიზიკური ველების ოპერატიულ რეჟიმში გამოთვლა, რაც რეალურს გახდის ზღვის დინამიკის მოდელით პროგნოზირებას.

ევროკავშირის პროექტის „ტრასეკას“ მნიშვნელობის შეფასება საქართველოს ეკონომიკისა და სოციალური სფეროსთვის ალბათ შეუძლებელია. ეს არის პროექტი, რომელიც ემსახურება ჩვენი ქვეყნის ევროკავშირში შესვლას. იგი შეესაბამება ევროკავშირის გლობალურ სტრატეგიას პირველადი პარტნიორი ქვეყნების (ხუთი ცენტრალური აზიის და სამი სამხრეთ კავკასიის - საქართველო, აზერბაიჯანი, სასომხეთი) მიმართ.

დიდი აბრეშუმის გზის აღდგენა ევროპიდან – აზიის მიმართულებით, შავი ზღვის, კავკასიის და კასპიის ზღვის გავლით ცენტრალური აზიისკენ, ითვალისწინებს ამ ქვეყნებში შესაბამისი ინფრასტრუქტურის განვითარებას, ადამიანების დასაქმებას და მათი სოციალური მდგომარეობის გაუმჯობესებას.

„ტრასეკას“ ეკონომიკური ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის უსაფრთხოებაზე და ტვირთების შენარჩუნებაზე მარშრუტის მთელ სიგრძეზე. შესაბამისი საპროგნოზო მოდელების განვითარება პირდაპირ კავშირშია ეროვნული ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის ეფექტურ საქმიანობასთან ამ კუთხით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Демьшев С.Г., Коротаев Г.К. Численное моделирование сезонного хода синоптической изменчивости в Чёрном море. Изв. РАН, Физика атм. и океана, 1996, Т. 32, №1, с.108-116
2. Oguz T., Mallanotte-Rizzoli P., Aubrey D. Wind and thermohaline circulation of the Black Sea driven by yearly mean climatological forcing. Journ. Geophys. Research, 1995, V.100, # C4, p. 6845-6863

3. Kordzadze A., Demetrashvili D. Numerical modeling of inner-annual variability of the hydrological regime of the Black Sea with taking into account alternation of different types of the wind above its surface. Proceed. of Intern. Conference: "A year after Johannesburg-Ocean Governance and Sustainable Development: Ocean and coasts- a Climpse into the future". Kiev /Ukraine, Oct.27-30, 2003
4. Larisa Shengelia, George Kordzakhia, Genadi Tvauri, Marika Tatishvili, Irine Mkurnalidze. Peculiarities of the Use of Satellite Information for Early Warning of Natural Meteorological and Hydrological Disasters in Georgia. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, vol 3, №1, 2009, 79-83.
5. Comprehensive Large Array-data Stewardship system - <http://www.class.noaa.gov/>.
6. EUMETSAT Archive Service <http://www.eumetsat.int/HOME/Main/>.
7. Landsat ETM <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>.

უაკ 551.50.501.7

შავი ზღვის საქართველოს აკვატორიის ეკოლოგიური უსაფრთხოებისათვის თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენების პერსპექტივები. /ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ტატიშვილი, ი. მკურნალიძე/. პმი-ს შრომათა კრებული-2010-ტ.114-გვ. . ქართ.; რეზ. ქართ., ინგ., რუს.

დასმულია ამოცანები, რომელთა გადაწყვეტა აუცილებელია თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენებით შავი ზღვის ზედაპირის ტემპერატურის საიმედო პროგნოსტიკულ მოდელეებში გამოსაყენებლად.

UDC 551.50.501.7

The perspectives of using of satellite information for the safety of the Black Sea Georgian part of sea water./L.Shengelia, G.Kordzakhia, M.Tatishvili, G.Tvauri, I.Mkurnalidze/ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. 2010.v114. Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The ways of solving problems necessary for receiving Black Sea surface temperature real data set for using this information in forecasting models by implementation of satellite information are presented.

УДК 551.50.501.7

Перспективы использования спутниковой информации для экологической безопасности Черноморской акватории Грузии./Л.Шенгелия, Г.Кордзахия, М.Татишвили, Г.Тваური, И.Мкурналидзе/Сб.Т рудов Института Гидрометеорологии Грузии – 2010 – т.114,-с. –Груз. рез.,Анг., Русск.

Поставлены задачи , решения которых необходимы для получения надёжных данных о температуре поверхности Чёрного моря по спутниковой информации и дальнейшего использования этих данных в прогностических целях.

რ. სამუკაშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ 551. 584.

**მდინარე ენბურის და გალის წყალსაცავების ბავშვთა ქარის
სიჩქარის, ჰაერის ტენიანობისა და ნალექების სიდიდებზე**

როგორც ცნობილია, წყალსაცავების აშენების შედეგად მკვეთრად იცვლება ქვეყნილი ცელაპირის ფიციკური თვისებები, რაც გავლენას ახდენს ქარის სიჩქარეზე, ჰაერის ტენიანობაზე და ნალექების რაოდენობაზე, რაც განპირობებულია სიხისტის პარამეტრის, აორთქლების ინტენსივობისა და სითბოს ტურბულენტური ნაკადის ცვლილებებით. ქარის სიჩქარის, ჰაერის ტენიანობის, ნალექების საწყის და წყალსაცავის მიერ ტრანსფორმირებული მნიშვნელობების გამოყენებით შესაძლოა რაოდენობრივად შეფასდეს წყალსაცავის გავლენა აღნიშნულ მეტეოელემენტებზე. დაკვირვების რიგების ორი პერიოდისათვის (წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ) აღნიშნული მეტეოელემენტების სიდიდეების ცვლილება დგინდება “სივრცულ სხვაობათა მეთოდის” გამოყენებით, რომელიც გულისხმობს წყალსაცავის გავლენისა და გავლენისაგან თავისუფალ ზონაში (სადაც გაღაგებულია სადგური-ეტალონი) მეტეოელემენტების მნიშვნელობების შედარებას. მეორე მეთოდით მეტეოელემენტების სიდიდეების ცვლილება უშუალოდ წყალსაცავის გავლენის ზონაში განიხილება იმ პერიოდთან შედარებით, რომელიც წინ უსწრებდა მის ექსპლოატაციაში გადაცემის მომენტს. ჯვრისა და გალის წყალსაცავების გავლენის ზონაში დაკვირვებების ქარის სიჩქარეზე, ჰაერის აბსოლუტურ და ფარდობით ტენიანობაზე, ნალექებზე წარმოებდა და წარმოებს როგორც წყალსაცავების აშენებამდე, ასევე აშენების შემდეგ (სადგურები-ჯვარი, გალი, ხაიში). ამ სადგურებისათვის სადგურ-ანალოგად შერჩეული იქნა კოდორის ხეობაში განლაგებული მეტეოსადგური ლატა. მეტეოელემენტებზე დაკვირვებების მრავალწლიური რიგები დაყოფილი იქნა წყალსაცავების აშენებამდე და აშენების შემდეგ პერიოდებად: 1959-78 და 1979-88წწ (სადგური ჯვარი). 1937-68წწ. და 1969-90წწ.(სადგური გალი).

როგორც ცხრ.1-ში მოცემული სიდიდეების ანალიზი გვიჩვენებს, ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე უკანასკნელ პერიოდში წინა პერიოდთან შედარებით შემცირდა ჯვარში-1,1მ/წმ-ით, გალში-0,3მ/წმ-ით, ხაიში-0,9მ/წმ-ით, მესტიაში-0,5მ/წმ-ით, რაც დაკავშირებულია ჯვრის წყალსაცავის შევსებით განპირობებული ხეობის პროფილის ცვლილებასთან და მთა-ხეობის ქარების შესუსტებასთან. ჯვრის წყალსაცავის შევსების შედეგად ხეობის პროფილის გასწორებას და

რელიეფის სიმაღლეთა განსხვავების შემცირებას 27კმ მანძილზე მოჰყვა მთა-ხეობის ქარების სიჩქარის კლება. ნალექის საშუალოწლიური რაოდენობა ყველა რაიონში გაიზარდა, ასევე ადგილი აქვს ჰაერის აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობის ზრდას (მაქსიმუმით-ჯვარში, მინიმუმით-გალში და ხაიშში).

ცხრილი 1. ქარის სიჩქარის v , ჰაერის აბსოლუტური e და ფარდობითი ტენიანობის, ნალექების რაოდენობის P საშუალოთვიური და წლიური მნიშვნელობების სხვაობები v , Δe , ΔE , ΔP ჯვარის და გალის წყალსაცავების აშენებამდე და აშენების შემდეგ

თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლიური
გალი													
Δv , მ/წმ	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3
ΔP , მმ	7	9	3	18	22	25	13	18	1	27	36	41	234
Δe , მმ	0.7	0.8	0.9	1	0.2	-1.3	-0.4	-0.6	0.4	0.5	0.5	-0.3	0.2
ΔE , %	4.5	0.4	0.7	4.7	0.8	-2.9	3.2	23	-4.2	-1.7	1.5	3.5	0.8
ჯვარი													
Δv , მ/წმ	0.3	0.6	-0.5	-0.3	-1.6	-1.9	-2	-2.3	2	-1.5	-0.1	-1.2	-1.1
ΔP , მმ	41	-18	-4	22	11	-3	147	31	7	-30	66	-6.9	201
Δe , მმ	0.9	0.8	0.6	0.7	0.4	0.8	0.2	0.8	1.4	1	1.3	0.8	0.8
ΔE , %	9	9	5	2	1	2	0	1	4	5	11	8	8
ხაიში													
Δv , მ/წმ	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.2	-0.2	-0.2	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.6	-0.3
ΔP , მმ	45	-20	-21	22	2	25	16	14	0	10	88	-8	173
Δe , მმ	0.2	0.1	0.1	0.5	0.1	-0.1	0.1	0	0.1	0	0.4	0.1	0.1
ΔE , %	4	4	1	3	2	0	1	-1	-3	0	7	7	2

ჯვრისა და გალის წყალსაცავების გავლენა გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე რაოდენობრივად შეფასებული იქნა აგრეთვე რუსეთის მთავარ გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში დამუშავებული ნახევრადემპირიული მეთოდით. შესაბამისი ფორმულებით გამოთვლების პროცესში გარკვეულ სიძნელეს წარმოადგენს წყალსაცავებში წყლის ზედაპირის ტემპერატურის განსაზღვრა დაკვირვებების მასალის არ არსებობის შედეგად, რის გამოც ამ პარამეტრის სიდიდეებს საჭირო ინფორმაციის არსებობის შემთხვევაში ადგენენ ინტერპოლაციის მეთოდით მოცემული რაიონისათვის სათანადოდ აგებული გრაფიკებიდან: $t_f=f(H)$, სადაც t და H არიან შესაბამისად წყლის ზედაპირის ტემპერატურა და წყალსაცავის აბსოლუტური სიმაღლე (Рекомендации, 1981).

წყალსაცავში წყლის ზედაპირისა და ჰაერის ტემპერატურის სიდიდეებს შორის სხვაობების (ტ_ჟ-ტ_ჰ) მნიშვნელობები და მათი ნიშანი განსაზღვრავს წყალსაცავის გავლენის ხარისხს წყლისპირა და მიწისპირა ჰაერის ფენებზე. ჯვრის წყალსაცავისათვის აღნიშნული მეთოდით გამოთვლილი მეტეოელემენტების სიდიდეები მოცემულია ცხრილ 2-ში.

ცხრილი 2. ჯვრის წყალსაცავის აკვატორიაზე ჰაერის ტემპერატურის (გრად), აბსოლუტური (ჰპა) და ფარდობითი (%) ტენიანობის გამოთვლილი სიდიდეები (პირქარის შემთხვევაში)

მეტეო-ელემენტი	ო კ ე				წელი
	I	IV	VII	X	
t _ჟ	3.1	10.4	20.0	12.4	11.6
t	1.8	11.5	21.4	13.7	12.3
t _ჟ -t	1.3	1.1	-1.4	-1.3	
Δt _ჟ =(t _ჟ -t)F _ტ	0.5	-0.7	-0.7	-0.4	
Δ t _ჟ =t+Δt	2.3	10.8	20.7	13.5	11.8
e ₀	7.6	12.6	20.4	14.4	14.7
e	5.3	8.6	13.3	10.8	11.1
e ₀ -e	2.3	4.0	4.1	3.8	
Δe=(e ₀ -e)Fe	0.7	2.4	1.7	1.0	
Δe/e, %	1.3	2.8	9.0	9	
e=e+Δe	6.0	11.0	21.0	11.8	
E	76	64	76	69	72
E	84	85	86	77	83
ΔE=E-E	8	21	10	8	11

ამ ცხრილში: ტ_ჟ-არის წყლის ზედაპირის ტემპერატურა, t-ჰაერის ტემპერატურის საშუალოთვიური მნიშვნელობები ნორმალური დატბორვის დონეზე (510მ) წყალსაცავში. Δt_ჟ=(t_ჟ-t)F_ტ-ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება, t_ჟ=t+Δt-წყალსაცავის აკვატორიაზე ჰაერის პროგნოზული ტემპერატურა პირქარის შემთხვევაში, e₀-წყლის ზედაპირის ტემპერატურით გამოთვლილი აბსოლუტური ტენიანობის საშუალოთვიური მნიშვნელობები, Δe=(e₀-e)Fe-აბსოლუტური ტენიანობის ცვლილება, e=e+Δe-აბსოლუტური ტენიანობის პროგნოზული მნიშვნელობა, E'-ფარდობითი ტენიანობის პროგნოზული სიდიდე (განისაზღვრება t და e მნიშვნელობებით), ΔE=E-E'-წყალსაცავის გავლენით გამოწვეული ფარდობითი ტენიანობის ცვლილება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ჯვრის წყალსაცავზე გამოთვლებში გამოყენებული ჰაერის განარბენის სიგრძე შეადგენს 27კმ-ს. ქარის უპირატესი მიმართულების (ჩრდილოეთი) ალბათობა მერყეობს 80-85%-ის ფარგლებში. ცხრილში მოცემული F_ჟ, F_e მნიშვნელობები აღებულია შესაბამისი გრაფიკებიდან.

როგორც ცხრ.2-დან ჩანს, ზამთრის პერიოდში ჯვრის წყალსაცავი მიმდებარე ტრიტორიის კლიმატზე ახდენს გამათბობელ, ხოლო მარტიდან დაწყებული ნოემბრის ჩათვლით—გამაცივებელ გავლენას. წელიწადის განმავლობაში წყალსაცავის აკვატორიაზე ე-ს სიდიდე საშუალოდ მატულობს 1,5ჰჰა-ით. ჯვრის წყალსაცავის გავლენა წყლის ორთქლის დრეკადობაზე ჰაერის ტემპერატურა ასთან შედარებით ვრცელდება გაცილებით მეტ მანძილზე: ზაფხულში ე-ს ცვლილება აღინიშნება სანაპირო ხაზიდან 10კმ მანძილზე. ოქტომბერ-დეკემბერში გავლენის ზონა მცირდება 5კმ-მდე, იანვარ-მაისში კი 3კმ-მდე.

წელიწადის განმავლობაში e-ს ფარდობითი ზრდის მაქსიმუმი აღინიშნება მარტში და აპრილში (27-28%), მინიმუმი—აგვისტო-სექტემბერში (8%). ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის ცვლილება მაქსიმალურია გაზაფხულზე (19-21%), მინიმალურია სექტემბერ-თებერვალში (7-9%). ზაფხულში იგი იცვლება 10-12%-ის საზღვრებში. წელიწადის განმავლობაში E-ს ზრდა საშუალოდ შეადგენს 11%. თუ ფარდობითი ტენიანობის გაზომვის სიზუსტის მნიშვნელობად მივიღებთ 2%-ს, მაშინ წყალსაცავის გავლენის არეალი ვრცელდება 5კმ-მდე, 1%-ის სიზუსტის შემთხვევაში კი 10კმ-მდე.

ამავე მეთოდით რაოდენობრივად შეფასდა ხუდონის მშენებარე წყალსაცავის გავლენა აღნიშნულ მეტეოელემენტებზე წყალსაცავიდან 0-10კმ მანძილის ფარგლებში. აღმოჩნდა, რომ გამათბობელი და გამაცივებელი პერიოდების ხანგრძლივობა ჯვრის და ხუდონის წყალსაცავებისათვის შეადგენს 4 და 8 თვეს. გამათბობელი ეფექტის ინტენსივობა ჯვრის წყალსაცავისათვის თითქმის 2-ჯერ მეტია ხუდონის წყალსაცავთან შედარებით, გამაცივებელი ეფექტის ინტენსივობა კი მათთვის თითქმის ერთნაირია, მიუხედავად მათი ზომების (წყლის მასის) განსხვავებისა, რაც განპირობებულია ხუდონის წყალსაცავის შედარებით დაბალი თერმული რეჟიმით.

ჯვრის წყალსაცავის გავლენა ჰაერის აბსოლუტურ ტენიანობაზე ზამთარში აღინიშნება 10კმ-მდე, ზაფხულში—5კმ-მდე, ხუდონის წყალსაცავისა კი შესაბამისად 5 და 1კმ-ზე. ივლის-სექტემბერში ორივე წყალსაცავზე აღინიშნება აბსოლუტური ტენიანობის შემცირების პროცესი, რაც განპირობებულია წყლის ორთქლის კონდენსაციით. ფარდობითი ტენიანობის სიდიდე სანაპირო ხაზზე იზრდება 11%-დან 20%-მდე ჯვრის წყალსაცავზე და 5%-დან 18%-მდე ხუდონის წყალსაცავზე.

გარდა აღნიშნული ვარიანტისა (პირქარის შემთხვევა), ჯვრის, გალისა და ხუდონის წყალსაცავებისათვის გამოთვლილი იქნა წყლის ორთქლის დრეკადობისა (ეჰჰა) და ფარდობითი ტენიანობის (E,%) ცვლილებების სიდიდეები სანაპირო ხაზიდან მანძილზე დამოკიდებულებით წყალსაცავების მთლიან აკვატორიაზე ჰაერის ნაკადის სა-

შუალღ განარბენის სიგრძის გათვალისწინებით, რომელიც გამოითვლება ყველა 8 რუმბისათვის ქარის მიმართულების განმეორადობის ალბათობის გამოყენებით დაკვირვებების მრავალწლიური მონაცემების ანალიზის საფუძველზე. ამ მეთოდით მიღებული შედეგები გაცილებით ზუსტად ასახავენ წყალსაცავის აკვატორიაზე მიმდინარე მეტეოროლოგიური პროცესების არსს, ვიდრე რომელიმე მიმართულებით აღებული ჰაერის ნაკადის განარბენის სიდიდით გამოთვლილი შედეგები. როგორც გამოთვლის ანალიზი გვიჩვენებს, მეტეოლოგიური მონაცემების ცვლილებების სიდიდეებზე გადამწყვეტ გავლენას ახდენს წყალსაცავების აკვატორიაზე ჰაერის ნაკადის საშუალო განარბენის სიგრძე (რომელიც ჯვრის წყალსაცავისათვის მერყეობს 0,9-1,2კმ-ის საზღვრებში), რაც განაპირობებს მეტეოლოგიური მონაცემების ცვლილების ტრანსფორმაციის ინტენსივობის და წყალსაცავის გავლენის არეალის შემცირებას. ჰაერის ნაკადის მაქსიმალური და საშუალო განარბენის სიდიდეების გათვალისწინებით გამოთვლილი წყლის ორთქლის დრეკადობის მნიშვნელობები როგორც ჯვრის, ასევე სხვა წყალსაცავების შემთხვევაში საგრძნობლად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. მაგალითად, ჯვრის წყალსაცავის სანაპირო ხაზზე პირველ შემთხვევაში (როდესაც ჰაერის ნაკადის საშუალო განარბენის სიდიდე მერყეობს 0,9-1,2კმ-ის საზღვრებში) ე ტოლია 0,2(I), 0,4(IV), 0,5(VII), 0,5(X) კპა-ისა. მეორე შემთხვევაში კი როდესაც წყალსაცავის აკვატორიაზე ქარის მიმართულება ემთხვევა წყალსაცავის სიგრძის ორიენტაციას (27კმ), ადგილი ჰქონდა ე-ს მაქსიმალურ მნიშვნელობებს: 0,7(I), 2,4(IV), 1,7(VII) და 1,0(X) კპა. საგულისხმოა, რომ განხილული წყალსაცავების გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე გავლენით მიღებული შედეგები, როგორც გამაცხელებელი და გამათბობელი პერიოდების ხანგრძლივობის სიახლოვით, ასევე მათი ინტენსივობის იდენტურობით და მოქმედების არეალის სიდიდით, იმყოფებიან იმ საზღვრებში, რომლებიც დადგენილია ზომიერ განედებში ანალოგიურ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში განლაგებული შედარებით მცირე ზომის წყალსაცავებისათვის.

ლიტერატურა—REFERENCES_ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по расчёту изменения температуры и влажности воздуха на побережье водоёмов, 1981, Изд. ГГО, Л., 16с.

უკ 551. 584.

მდინარე ენგურის და გალის წყალსაცავების გავლენა ქარის სიჩქარის, ჰაერის ტენიანობასა და ნალექების სიდიდეებზე /რ. სამუკაშვილი/ კმი-ს შრომათა კრებული- 2007, ტ.114, გვ. ქართ., რუხ.-ქართ., ინგლ., რუს.

მეტეოსადგურების ჯვრის, ხაიშისა და გალის ქარის სიჩქარეს, ჰაერის ტენიანობას და ნალექების სიდიდეებს მონაცემების გამოყენებით შეფასებულია ჯვარისა და გალის წყალსაცავების გავლენა ამ მეტეოლოგიურ

მენტეზზე, დადგენილია წყალსაცავების გამაცივებელი (გამათბობელი) პერიოდების ხანგრძლივობა, ინტენსივობა და გავლენის რაიონის ზომები. ცხრ. 2, ლიტ. დას.1.

UDC 551. 584.

The influence of reservoirs Djvari and Gali on values of the wind velocity, moisture of air and precipitation /R. Samukashvili/ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. 2007. v.114, p. Georg, Summ., Eng., Russ.

By using of date of meteorological stations Djvari, Khaishi and Gali on the air velocity, moisture and precipitation the influence of reservoirs Djvari and Gali on these meteorological elements is estimated.

For the reservoirs of Djvari and Gali the duration of cooling (heating) periods, intensivity and sizes of influence areas is settled. Tab. 2, Ref. 1.

УДК 551. 584.

Влияние водохранилищ реки Джвари и Гали на величины скорости ветра, влажности воздуха и осадков. /Р. Самукашвили/. Сб. Трудов Института гидрометеорологии Грузии-2007, т.,114, с. Груз., Англ., Русск.

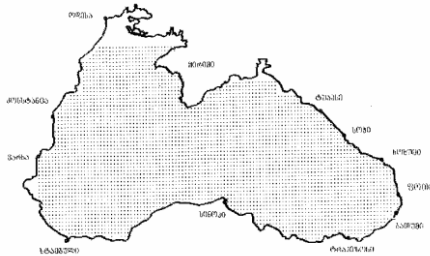
С использованием данных скорости ветра, влажности воздуха и осадков метеостанций Джвари, Хаиши и Гали оценено влияние водохранилищ Джвари, Хаиши, и Гали на эти метеоэлементы. Для водохранилищ установлены продолжительность периодов охлаждения (нагревания), интенсивность и размеры района влияния. Таб. 2, Лит. 1.

ლ. შენგელია, გ. კორძაია,
მ. ტატიშვილი, ი. მკურნალიძე
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
გ. თვაური
მ. ნოდის გეოფიზიკის ინსტიტუტი
უაკ 551.50.501.7

**დისტანციური ზონდირების გამოყენებით საჰაეროვალს შავი
ზღვის სანაპირო ზოლის კონტურის დადგენა ზღვის ზედაპირის
ტემპერატურის თანამგზავრული მონაცემების ხარისხის
შეფასებისა და კონტროლისათვის**

სახლგაო პროგნოზის გამოთვლა რეალურ დროში უზრუნველყოფს ზღვის დინებების დადგენას, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ზღვაზე გადაზიდვების უსაფრთხოების გაზრდისთვის და ხელს შეუწყობს ანთროპოგენული ზემოქმედების და ასევე ბუნებრივი კატასტროფული მოვლენების პრევენციას და/ან შერბილებას.

ლიტერატურულმა წყაროების [1-7] ანალიზმა გამოავლინა, რომ შავი ზღვის ზზტ-ის რეალური მონაცემების მოსაპოვებლად ყველაზე ეფექტურია თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენება, რაც საშუალებას იძლევა ეს მონაცემები რეალურ დროში გამოვითვალოთ რეგულარული ბადის კვანძებში. სურ.1-ზე წარმოდგენილია გეოფიზიკის ინსტიტუტში შემუშავებული შავი ზღვის დინამიკის ბაროკლინურ მოდელში [1] გამოყენებული რეგულარული ბადე. ბადის სათავის კოორდინატებია აღმოსავლეთ გრძედის $27^{\circ} 57'$ და ჩრდილოეთ განედის $40^{\circ} 51'$, ბიჯი – 5 კმ.



სურ. 1. შავი ზღვის ზედაპირის რეგულარული ბადე.

შეირჩა იმ თანამგზავრების ტიპები, რომელთა გამოყენება ეფექტური და ხელმისაწვდომია დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად. ესენია NOAA –ს სერიის 15-19 და Metop-A თანამგზავრები [8].

სპექტრის ხილულ დიაპაზონში მიღებულ სურათებზე სიკაშკაშეთა სხვაობა დაკავშირებულია ობიექტის ამრეკვლადობის უნართან, ხოლო ინფრაწითელ დიაპაზონში – გამოსხივების ტემპერატურებს

შორის სხვაობასთან. ინფრაწითელ სპექტრში გადაღებული სურათები მიიღება როგორც დღისით, ასევე ღამით (განსხვავებით ხილულ სპექტრში მიღებული სურათებისაგან, რომლებიც მხოლოდ დღისით მიიღება).

დადგინდა, რომ ზხტ-ის რეალური მონაცემების მოსაპოვებლად მიზანშეწონილია ინფრაწითელ სპექტრში მიღებული თანამგზავრული სურათების გამოყენება, რომლებიც ფაქტიურად ასახავენ ზღვის ზედაპირის სითბური გამოსხივების ველს. კვლევის შედეგად შესაძლებელია თანამგზავრულ მონაცემებსა და ზღვის ზედაპირის რეალურ ტემპერატურებს შორის კორელაციური კავშირების და შესაბამისი შესწორებების დადგენა, რაც საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ ზხტ რეგულარული ბადის კვანძებში.

შავი ზღვის ტემპერატურის დისტანციური ზონდირების მონაცემები მოითხოვს გარკვეულ შესწორებებს და შესაბამისი ცდომილებების დადგენას. ამისათვის ტარდება შესაბამისი კვლევები და მუშავდება თანამგზავრული მონაცემების ხარისხის შეფასების და კონტროლის (ხმ/ხკ) პროცედურების განხორციელების მეთოდოლოგია, რომლის ერთ-ერთი ნაწილი ქვემოთ არის წარმოდგენილი.

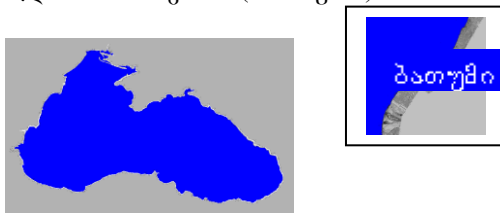
დისტანციური ზონდირების მონაცემების [9] გეოლოკაციის სიზუსტე საკმაოდ მაღალია, მაგრამ რიგ შემთხვევაში თანამგზავრულ სურათებზე სანაპირო ზოლთან 2-3 პიქსელის სიდიდის აცდენა შეინიშნება, რაც NOAA-ს თანამგზავრის AVHRR სენსორის (გაუმჯობესებული, შედარებით მაღალი გარჩევადობის რადიომეტრი, რომლის გარჩევადობაა 1,09 კმ, ხოლო დაფარვის ზოლი შეადგენს 2253 კმ-ს) გარჩევადობის გათვალისწინებით რამდენიმე კილომეტრს შეიძლება აღწევდეს.

ამ მდგომარეობის გამოსასწორებლად და საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის კონტურის დასაზუსტებლად დამატებით დისტანციური ზონდირების თანამგზავრ “Landsat”-ის არქივული სურათები იქნა გამოყენებული. მრავალარხიანი სკანირებადი რადიომეტრი Landsat TM (TM - თემატური რუკები) “Landsat”-ის სერიის მე-4 და მე-5 თანამგზავრებზე 1982 წლის ივლისიდან მოქმედებს და თანამგზავრულ ინფორმაციას მუდმივად გადმოსცემს. Landsat ETM (გაუმჯობესებული ვარიანტი) Landsat-7 თანამგზავრზე მოქმედებს და ახდენს დედამიწის ზედაპირის სკანირებას ხილული და ინფრაწითელი დიაპაზონების ე.წ. ახლო, მოკლე და სითბურტალღოვანი არხებით. Landsat ETM თანამგზავრული სურათების შერჩევა განპირობებული იყო იმ გარემოებით, რომ ეს მონაცემები გეოლოკაციური ფორმატით ვრცელდება ანუ ნებისმიერი წერტილის კოორდინატი საკმაოდ დიდი სიზუსტით არის მოცემული.

თანამგზავრ “Landsat”-ის არქივული მონაცემები ინტერნეტით [10] არის ხელმისაწვდომი. Landsat-7 ETM სენსორი დედამიწის ზედაპირის

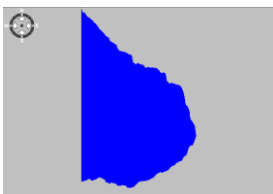
სკანირებას რვა სისშირულ დიაპაზონში ახდენს. მათგან პანქრომატული (VIII) არხის სივრცითი გარჩევითობაა 15 მ, თერმული ინფრაწითელი (VI) არხისა – 60 მ, დანარჩენების (I-V, VII) – 30 მ. კვლევაში ზღვის სანაპირო კონტურის დასაზუსტებლად გამოიყენეთ V, ე.წ. მოკლევალდოვანი ინფრაწითელი არხი, რადგან ამ დიაპაზონში წყლის ზედაპირიდან არეკვლა მინიმალურია და სურათზე წყალსატევები, (მდინარეები, ტბები, ზღვა) უფრო კონტრასტულად ჩანს.

სანაპირო ზოლის Landsat ETM თანამგზავრული ფაილების დამუშავების შედეგად აიგო შავი ზღვის მთელი სანაპიროს მოზაიკური სურათი (აზოვის ზღვის გამოკლებით), რეკერული ქალაქის, ბათუმის სანაპირო ზოლის მითითებით (იხ. სურ.2).



სურ. 2. Landsat ETM-ის თანამგზავრული სურათის დამუშავებით მიღებული შავი ზღვის სანაპირო ზოლის მოზაიკური სურათი

შემდეგ ეტაპზე გამოიყო საქართველოს სანაპირო ზოლი, რისთვისაც მოზაიკური სურათიდან ამოიჭრა 39-ე მერიდიანის აღმოსავლეთით მდებარე აკვატორია. აკვატორიის გამოყოფის შემდეგ AVHRR სენსორის სივრცულ გარჩევადობასთან (1.09 კმ) შიხლოების მიზნით “Landsat”-ის სურათების სივრცითი გარჩევადობა 30 მ-დან 1 კმ-მდე ხელოვნურად გაუარესდა და სანაპირო ზოლის კონტური აიგემა. სურ.3-ზე მოცემულია ჩატარებული სამუშაოს ეტაპების შედეგი. ამდენად, თანამგზავრული ინფორმაციით სარგებლობისას იმ თანამგზავრული სურათებისათვის, რომელთა გარჩევადობა 30 მ-ის ტოლია ან უფრო დაბალია, საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის კონტური სურ.3-ზე განსაზღვრული სახით უნდა იყოს წარმოდგენილი.



სურ. 3. თანამგზავრული მონაცემებით განსაზღვრული საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის კონტური.

ზემოთ აღწერილის საფუძველზე თანამგზავრული მონაცემების ხ/შ/სკ პროცედურების განხორციელების მეთოდოლოგიის ერთ-ერთი პუნქტი შემდეგნაირად ყალიბდება:

- გეოლოკაციის მაღალი სიზუსტის მისაღწევად თანამგზავრული სურათებისათვის, რომელთა გარჩევადობა 30 მ ან უფრო დაბალია (მაგ. NOAA-სათვის – 1,09კმ), საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის კონტური სურ. 3- ზე მოყვანილი სახით უნდა იყოს წარმოდგენილი.

სამუშაო შესრულდა საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტის № GNSF/St08/5-432 “თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენების სისტემის შექმნა საქართველოში საზღვაო გადაზიდვებისა და ზღვის ეკოლოგიური უსაფრთხოებისათვის” ფარგლებში.

ლიტერატურა – REFERENSIS – ЛІТЕРАТУРА

1. Kordzadze A., Demetrashvili D. Numerical modeling of inner-annual variability of the hydrological regime of the Black Sea with taking into account alternation of different types of the wind above its surface. Proceed. of Intern. Conference: “A year after Johannesburg-Ocean Governance and Sustainable Development: Ocean and coasts- a Climpse into the future”. Kiev /Ukraine, Oct.27-30, 2003.
2. Демьщев С.Г., Коротаев Г.К. Численное моделирование сезонного хода синоптической изменчивости в Чёрном море. Изв. РАН, Физика атм. и океана, 1996, Т. 32, №1, с.108-116
3. Oguz T., Mallanotte-Rizzoli P., Aubrey D. Wind and thermohaline circulation of the Black Sea driven by yearly mean climatological forcing. Journ. Geophys. Research, 1995, V.100, № C4, p. 6845-6863.
4. Towards an assimilation of MODIS-derived Sea Surface Temperature (SST) by Optos_nos model. V. Pison, B. nechad. Proceedings of the Fourth International Conference on EuroGOOS. 2005. pp154-159.
5. Deriving the operational nonlinear multichannel sea surface temperature algorithm coefficients for NOAA-15 AVHRR/3. X.Li, W. Pichel, E. Maturi, P.clemente-Colon and J. Sapper. Int.J. Remote Sensing, 2001, vol.22, no 4, p.699-704.
6. Sea surface temperatures derived from NOAA satellite data. <http://www2.ncdc.noaa.gov/docs/podug/index..htm> .
7. Comparison of AVHRR measurmants of sea surface temperature with surface observations around New Zealand. Stephen chriswell, Basil Stanton. New Zealand J. of Marine and Freshwater Research, 1992, vol. 26: p. 303-309.
8. Larisa Shengelia, George Kordzakhia, Genadi Tvauri, Marika Tatishvili, Irine Mkurnalidze. Peculiarities of the Use of Satellite Information for Early Warning of Natural Meteorological and Hydrological Disasters in Georgia. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, vol 3, №1, 2009, 79-83.

9. Comprehensive Large Array-data Stewardship system <http://www.class.noaa.gov>.
10. Landsat ETM <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>.

უაკ 551.50.501.7

დისტანციური ზონდირების გამოყენებით საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის კონტურის დადგენა ზღვის ზედაპირის ტემპერატურის თანამგზავრული მონაცემების ხარისხის შეფასებისა და კონტროლისათვის /ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ტატიშვილი, ი. მკურნალიძე/. შპი-ს შრომათა კრებული-2010-ტ.114-გვ. . ქართ.; რუხ. ქართ., ინგ., რუს.

ნაშრომში წარმოდგენილია შავი ზღვის ზედაპირის ტემპერატურის თანამგზავრული მონაცემების ხარისხის შეფასებისა და კონტროლის (ხშ/ხკ) მეთოდოლოგიის ჩამოსაყალიბებლად ჩატარებული კვლევები, რომელიც ეხება დისტანციური ზონდირების გამოყენებით საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის კონტურის სახის დადგენას.

UDC 551.50.501.7

Determination of the Outline of the Black Sea Coastal Zone of Georgia Based on the Remote Sensing Data for Quality Assessment and Quality Control of Satellite Information about the Black Sea Surface Temperature../L.Shengelia, G.Kordzakhia, M.Tatishvili, G.Tvauri, I.Mkurnalidze/ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. 2010.v114. Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

In the research is presented the results of the investigation for determination of the outline of the Black Sea coastal zone of Georgia based on the Remote Sensing Data aiming creation of the methodology for Quality Assessment and Quality Control of the satellite information about the Black Sea surface temperature.

УДК 551.50.501.7

Определение контура Грузинской части прибрежной полосы Чёрного моря по данным дистанционного зондирования для оценки и контроля качества спутниковой информации о температуре поверхности Чёрного моря../Л.Шенгелия, Г.Кордзахия, М.Татишвили, Г.Тваური, И.Мкурналидзе/Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии – 2010 – т.114,-с. –Груз. рез.,Анг., Русск.

В статье представлены результаты исследований для создания методологии оценки и контроля качества спутниковых данных температуры поверхности Чёрного моря относящиеся определению контура Грузинской части прибрежной полосы Чёрного моря по данным дистанционного зондирования

სარჩევი

I. ღრუბლებისა და საღრუბლო პროცესების თეორიული მოდელები. ღრუბლებში ბუნებრივი და ხელოვნური ნალექწარმოქმნის მათემატიკური მოდელები	
ნ.ბეგალიშვილი, ე.მაღალახოვი, გ.რობიტაშვილი, თ.რობიტაშვილი ატმოსფეროში ფართომასშტაბიანი კონვერგენციის გავლენა კონვექციურ ღრუბელთა გაერთიანებაზე	11
გ.გელაძე, გ. რობიტაშვილი, ჯ.მდინარაძე, ნ.სხირტლაძე ფენა ღრუბლის მოდელირება თერმული "კუნძულის" მუდმივი გათბობისას	19
ნ. ბეგალიშვილი, გ. რობიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, მ.ტატიშვილი კონვექციური ღრუბლის მარგი ქმედების კოეფიციენტის შეფასება თერმოდინამიკური მოდელის გამოყენებით	26
გ.გელაძე, გ.რობიტაშვილი, ნ.სხირტლაძე ღრუბელ- და ნისლწარმოქმნის მოდელირება ატმოსფეროს მეზომასშტაბურ სასაზღვრო ფენაში	32
ნ.ბეგალიშვილი, გ.რობიტაშვილი, მ.ტატიშვილი თ.რობიტაშვილი კონვექციურ ღრუბლებში ბუნებრივი და ხელოვნური ნალექწარმოქმნის გამოკვლევა ოპერატიული თერმოდინამიკური მოდელის საფუძველზე	38
მ.ტატიშვილი, ნ.ბეგალიშვილი ნალექწარმოქმნის ეფექტურობის გამოკვლევის ზოგიერთი შედეგი კონვექციური ღრუბლის ანალიზური მოდელის გამოყენებით	44
მ.ტატიშვილი ღრუბლის მიკროსტრუქტურის მათემატიკური მოდელირების ზოგიერთი თავისებურებანი	50
II. რადიოლოკაციური მეთეოროლოგია. კონვექციური ღრუბლის ემპირიულ-სტატისტიკური მოდელები	
რ. დორეული ადგილმდებარეობის რელიეფის საშუალო სიმაღლის გავლენა მის თავზე განვითარებულ კონვექციურ ღრუბლების მაქსიმალურ რადიოლოკაციურ ამრეკვლადობის მამრავლის ლოგარითმზე	55
თ. სალუქვაძე, ე. ხელაია, ა. ბალავაძე მთაგორიანი რეგიონის ერთჯერდიანი კონვექციური ღრუბლის ემპირიული რადიოლოკაციური მოდელი	60
რ.დორეული კონვექციური ღრუბლების ელჭეკის აქტივობის კავშირი მათი განვითარების ადგილმდებარეობის რელიეფის საშუალო სიმაღლესთან	65

თ.ცინცაძე, ნ.ცინცაძე, ო.შველიძე რადიოლოკაციური მონაცემების გამოყენება ჰიდროლოგიურ გაანგარიშებებში	69
III. ღრუბლებზე ზემოქმედებით გამოწვეული ნალექთა დაბინძურება	
მ.სალუქვაძე, თ.სალუქვაძე ატმოსფერულ ნალექებში ტყვიისა და იოდის კონცენტრაციების დამოკიდებულება გროვა საწვიმარ ღრუბლებზე ზემოქმედების დაწყების მომენტიდან გასულ დროზე	76
მ. სალუქვაძე, თ.სალუქვაძე შიდამასიური განვითარების ერთუჯრედიანი ღრუბლებიდან მოსულ ნალექებში და მიწისპირა აეროზოლებში Pb-ის, I-ისა და Cu-ის შემცველობის დამოკიდებულება ამ ღრუბლებში შეტანილი ტყვიის იოდიდის რაოდენობაზე	80
IV. მიწისა და ჰაერის ღრუბლებში მდებარე მონაცემების თეორიული მოდელირება	
დ. დემეტრაშვილი ჰაერის ფონური ნაკადის მიერ საქართველოს რელიეფის გარსდენის მათემატიკური მოდელირების შედეგები	85
ბ.მიქაშაიძე მთების გავლენა ატმოსფერული პროცესების დინამიკაზე	92
გ.გუნია, ზ.ცქვიტინიძე ფიონური მოვლენების ზემოქმედების თავისებურებანი კოლხეთის დაბლობის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე	99
ზ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი, ნ. რამიშვილი ატმოსფეროს ტემპერატურისა და სინოტივის ველის ცვლილების შესწავლა შავი ზღვიდან ჰაერის ნაკადის ტრანსფორმაციისას	104
ბ.მიქაშაიძე მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და მათი წარმოებულების მნიშვნელობები მთების თავზე(კავკასიის მაგალითზე)	114
დ.დემეტრაშვილი ლოკალური ატმოსფერული პროცესების ჰიდროდინამიკური მოდელირების შესახებ	119
ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, ი. ჩოგოვაძე ციკლონური პროცესების დინამიკის თავისებურებები საქართველოში ამინდის ექსტრემალური პირობების განვითარების დროს	126
ზ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი, ი.სამხარაძე მთა-ხეობებში მიკროციკლონური პროცესების	133

მათემატიკური მოდელირება ოროგრაფიული ფაქტორების გათვალისწინებით	
დ.დემეტრაშვილი ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე ჰიდროთერმოდინამიკური და ზოგიერთი ეკოლოგიური პროცესის მოდელირების ზოგიერთი შედეგები	139
V. მეტეოროლოგიის პრობლემები. თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენება	
კ.თავართქილაძე, ა.ქიქავა, რ.სოლომონიძე, ნ.გოგატიშვილი ჰაერის მიწისპირა ტემპერატურის რეგიონალური ცვლილების თავისებურებანი საქართველოში	147
რ. სამუკაშვილი მდინარე ენგურის და გალის წყალსაცავების გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე	153
ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ტატიშვილი, ი. მკურნალიძე შავი ზღვის საქართველოს აკვატორიის ეკოლოგიური უსაფრთხოებისათვის თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენების პერსპექტივები	159
რ. სამუკაშვილი მდინარე ენგურის და გალის წყალსაცავების გავლენა ქარის სიჩქარის, ჰაერის ტენიანობასა და ნალექების სიდიდეებზე	163
ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ტატიშვილი, ი. მკურნალიძე დისტანციური ზონდირების გამოყენებით საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის კონტურის დადგენა ზღვის ზედაპირის ტემპერატურის თანამგზავრული მონაცემების ხარისხის შეფასებისა და კონტროლისათვის	169

CONTENTS

I.Theoretical models of clouds and cloud processes. Mathematical modelling of natural and induced precipitation formation in clouds	
N.Begalishvili, V.Malbaxov, G.Robitashvili, T.Robitashvili The influence of largescaled convergence on the aggregation of convective clouds in the atmosphere	11
Geladze G., Robitashvili G., Mdinaradze J., Skhirtladze N The simulation of an stratus cloud over a thermal “island” at its constant heating	19
N.Begalishvili, G.Robitashvili, N.Kapanadze, M.Tatishvili Assessment of convective cloud efficiency using the thermodynamic model	26
Geladze G., Robitashvili G., Skhirtladze N. The simulation of fog- and cloudformation in the mesoscale boundary layer of atmosphere	32
N.Begalishvili, G.Robitashvili, , M.Tatishvili, T.Robitashvili Investigation of natural and artificial precipitation formation in convective clouds in terms of operational thermohydrodynamical model	38
M.Tatishvili, N.Begalishvili On the some investigation results of precipitatipon efficiency using analytical model of convective cloud	44
M.Tatishvili Some peculiarities of mathematical simulation of cloud microstructure	50
II. Radar Meteorology. Empirical – statistical models of convective cloud	
R.Doreuli Influence of average height of a relief of terrain to a log of a factor of a maximum radar reflectivity of convective clouds, explicating above them	55
T.Salukvadze, E.Rhelaya, A.Balavadze Empirical radar model of singcell convective cloud of mountain region	60
R.Doreuli Connection between thunderstorm activity of convective clouds with average height of a relief of terrain of their development	65
T.Tsintsadze, O.Shvelidze, N.Tsintsadze Application of radio-location data in hydrological calculations	69
III.Precipitation pollution caused by cloud seeding	
M.Salukvadze,T. Salukvadze Dependence of concentration Plumbum and Iodine in atmospheric precipitation from time, past from a beginning of influence on Cumulonimbus clouds	76
M. Salukvadze, T. Salukvadze Dependence of concentrations Pb, I and Cu in the precipitations which	80

have dropped out of singlcell air-mass clouds and in lowest layer aerosols from an amount of lead iodide, brought in these clouds	
IV. Theoretical modelling of mesoscale and local atmospheric processes	
D. Demetrashvili Results of mathematical modelling of a streamline of a relief of Georgia by air background current	85
B.Mikashavidze Influence of Mountains on the Dynamics of Aatmospheric Processes	92
G. Gunia, Z. Tskvitinidze The Foehn Events Impact on the Ecological State of Atmospheric Air in Kolkhida Lowlands Influence of Foehn Events on the Atmospheric Air Pollution	99
Z. Khvedelidzr, T. Davitashvili, N. Ramishvili Investigation Of Changeability Of Atmospheric Temperature And Humidity Fields Of Atmospheric Currents Transformed From The Black Sea	104
B.Mikashavidze Meanings of the Meteorological Elements and their Derivative above Mountains (on the example of Caucasus)	114
D. Demetrashvili On hydrodynamical modelling of local atmospheric processes	119
B. Beritashvili, Nn. Kapanadze, I. Chogovadze Features of atmospheric processes dynamics during the extreme weather conditions development in Georgia	126
Z. Khvedelize, T.Davitasvili, I.Samkharaze Mathematical Modelling of The Mountain-Pass Microcirculatory Processes Taking Into Account Orographic Factors	133
D. Demetrashvili Some results of modelling of hydrothermodynamic and ecological processes in the natural environment	139
V. Problems of Meteorology. Application of satellite information	
K.Tavartkiladze, A.Kikava, R.Solomonidze, N.Gogatishvili Peculiarities of air surface temperature change in Georgia.	147
R. Samukashvili The influence of reservoirs the riv. Inguri and Gali on the air temperature	153
L.Shengelia, G.Kordzakhia, M.Tatishvili, G.Tvauri, I.Mkurnalidze The perspectives of using of satellite information for the safety of the Black Sea Georgian part of sea water	159
R. Samukashvili The influence of reservoirs Djvari and Gali on values of the wind velocity, moisture of air and precipitation	163

<p>L.Shengelia, G.Kordzakhia, M.Tatishvili, G.Tvauri, I.Mkurnalidze Determination of the Outline of the Black Sea Coastal Zone of Georgia Based on the Remote Sensing Data for Quality Assessment and Quality Control of Satellite Information about the Black Sea Surface Temperature</p>	<p>169</p>
---	------------

СОДЕРЖАНИЕ

I. Теоретические модели облаков и облачных процессов. Математическое моделирование естественного и искусственного осадкообразования в облаках	
Н.А.Бегалишвили, В.М.Мальбахов, Г.А.Робиташвили, Т.Г.Робиташвили Влияние широкомасштабной конвергенции в атмосфере на объединение конвективных облаков	11
Г.Ш. Геладзе, Г.А.Робиташвили, Дж.А. Мдинарадзе.Н.М.Схиртладзе Моделирование слоистого облака над тепловым “островом“ при ее постоянном нагреве	19
Н.А.Бегалишвили, Г.А.Робиташвили, Н.И.Капанадзе, М.Р.Татишвили Оценка коэффициента полезного действия конвективного облака с помощью термодинамической модели	26
Г. Ш.Геладзе, Г. А.Робиташвили, Н. М.Схиртладзе Тумано- и облакообразование в мезомасштабном пограничном слое атмосферы	32
Н.А. Бегалишвили, Г.А.Робиташвили, М.Р.Татишвили, Т.Г.Робиташвили Исследование естественного и искусственного осадкообразования в конвективных облаках на основе оперативной термогидродинамической модели	38
М.Татишвили, Н.Бегалишвили Некоторые результаты исследования эффективности осадкообразования с использованием аналитической модели конвективного облака	44
М.Татишвили Некоторые особенности математического моделирования микроструктуры облаков	50
II. Радиолокационная метеорология. Эмпирико-статистические модели конвективного облака	
Р. Дореули Влияние средней высоты рельефа местности на логарифм множителя максимальной радиолокационной отражаемости развивающихся над ними конвективных облаков	55
Т.Салуквадзе, Э.Хелая, А.Балавадзе Эмпирическая радиолокационная модель одноячейкого конвективного облака горного региона	60
Р. Дореули Связь между грозовой активности конвективных облаков со средней высотой рельефа местности их развития	65
Т.Н.Цинцадзе, О.А. Швелидзе, Н.Т.Цинцадзе Использование радиолокационных данных для гидрологических расчетов.	69

Ш. Загрязнение осадков. вызванное воздействием на облака	
М.Т.Салуквадзе, Т.Г. Салуквадзе Зависимость концентраций свинца и йода в атмосферных осадках от времени, прошедшего от начала воздействия на кучево-дождевые облака	76
М.Т.Салуквадзе, Т.Г.Салуквадзе Зависимость концентраций Pb, I и Cu в осадках, выпавших из одноячейковых внутримассовых облаков и в приземных аэрозолях от количества йодида свинца, внесённого в этих облаках	80
IV. Теоретическое моделирование мезомасштабных и локальных атмосферных процессов	
Д. И. Деметрашвили Результаты математического моделирования обтекания рельефа Грузии воздушным фоновым потоком	85
Б.А.Микашавидзе Влияние гор на динамику атмосферных процессов	92
Г.С.Туния, З.И.Цквитинидзе Особенности влияния фоновых явлений на экологическое состояние атмосферного воздуха Колхидской низменности	99
З.Хведелидзе, Т. Давиташвили, Н.Раишвили Изучение Изменения Атмосферной Температуры и Полей Влажности при Трансформаций Воздушных Потокос с Черного моря.	104
Б.А.Микашавидзе Значения метеорологических элементов и их производных над горами(на примере Кавказа)	114
Д. И. Деметрашвили О гидродинамическом моделировании локальных атмосферных процессов	119
Б.Ш Бериташвили, Н.И Капанадзе, И.В Чоговадзе Особенности циркуляционных процессов над Грузией при развитии экстремальных условий погоды	126
Хведелидзе З.В., Давиташвили Т.П., Самхарадзе И.Н. Математическое Моделирование Горно- Ущелье Микроциркуляционных Процессос с Учетом Орографических Факторов	133
Д. И. Деметрашвили Некоторые результаты моделирования гидротермодинамических и экологических процессов в природной среде	139
V. Проблемы метеорологии. Использование спутниковой информации	

К.Таварткиладзе, А.Кикава, Р.Соломонидзе, Н.Гогатишвили Особенности регионального изменения приземной температуры воздуха в Грузии	147
Р.Самукашвили Влияние водохранилищ реки Ингури и Гали на температуру воздуха	153
Л.Шенгелия, Г.Кордзахия, М.Татишвили, Г.Тваури, И.Мкурналидзе Перспективы использования спутниковой информации для экологической безопасности Черноморской акватории Грузии	159
Р. Самукашвили Влияние водохранилищ реки Джвари и Гали на величины скорости ветра влажности воздуха и осадков	163
Л.Шенгелия, Г.Кордзахия, М.Татишвили, Г.Тваури, И.Мкурналидзе Определение контура Грузинской части прибрежной полосы Чёрного моря по данным дистанционного зондирования для оценки и контроля качества спутниковой информации о температуре поверхности Чёрного моря	169

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
შრომები
ტომი № 114

მეტეოროლოგიის პრობლემები
© ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, 2009

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY OF
GEORGIA
VOL.№114

PROBLEMS OF METEOROLOGY
© Institute of Hydrometeorology of Georgia, 2009

ТРУДЫ ИНСТИТУТА
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИИ
ТОМ № 114

ПРОБЛЕМЫ МЕТЕОРОЛОГИИ
© Институт гидрометеорологии Грузии, 2009

თბილისი _ TBILISI – ТБИЛИСИ

2 0 0 9