

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული

ტომი № 120

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY
AT THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
VOL. №120

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ТОМ № 120



ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური
პრობლემები

PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

თბილისი — TBILISI — ТБИЛИСИ

2014

ISSN 1512 – 0902

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები

ტომი № 120

ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური
პრობლემები

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY
AT THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

VOL.№120

PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ТОМ № 120

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2014

მთავარი რედაქტორი Editor in Chief Главный редактор სარედაქციო კოლეგია	ნ.ბეგალიშვილი N.Begalishvili Бегалишвили Н.А. ბ.ბერიტაშვილი (რედაქტორის მოადგილე), გ.გაჩეჩილაძე, გ.გუნია, გ.გრიგოლია, ე.ელიზბარაშვილი, გ.მელაძე, რ.სამუკაშვილი, ვ. ცომაია, თ.ცინცაძე (პასუხ. მდივანი)
სარედაქციო საბჭო	ნ.ბუაჩიძე, ი.გელაძე, ჯ.ვანნაძე, ლ.ინჭკირველი, მ.მელაძე, გ.ხერხეულიძე.
Editorial Board	B.Beritashvili (Deputy Ed.-in-Chief), G.Gachechiladze, G.Gunia, G.Grigolia, E.Elizbarashvili, G.Meladze, R. Samukashvili, V.Tsomaia, T.Tsintsadze (Executive secretary)
Editorial Council	N.Buachidze, J.Vachnadze, I.Geladze, L.Inckirveli, M.Meladze, G.Kherkheulidze
Редакционная коллегия	Бериташвили Б.Ш. (зам.гл. редактора), Гачечиладзе Г.А., Григолия Г.Л., Гуния Г.С., Меладзе Г.Г., Самукашвили Р.А., Цомаия В.Ш., Цинцадзе Т.Н. (отв. секретарь), Элизбарашвили Э.Ш.
Редакционный совет	Буачидзе Н.С., Вачнадзе Д.И., Геладзе И.М., Инцкирвели Л.И., Меладзе М.Г., Херхеулидзе Г.И.

შენიშვნა: რედაქცია არ აგებს პასუხს ავტორების მიერ წარმოდგენილ მასალებზე
Note: The Editorial board is not responsible for materials submitted by authors
Примечание: Редакция не несет ответственности за содержание материалов, представляемых авторами

ISSN 1512-0902

©	<p>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი</p> <p>INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY AT THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY</p> <p>ИНСТИТУТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА</p>	2014
---	---	------

წინამდებარე კრებულში შესულია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის 58-ე მაისის სამეცნიერო სესიაზე მოხმენილი მოხსენებები, მიძღვნილი ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემებისადმი. შესაბამისი სტატიები მოცემულია შემდეგ სამეცნიერო მიმართულებათა მიხედვით: მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგია, აგრომეტეოროლოგია, ჰიდროლოგია, კლიმატის ცვლილება, ბუნებრივი გარემოს დაბინძურება.

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

In this issue texts of papers presented at the 58-th May scientific session of the Institute of Hydrometeorology are offered, dedicated to the pressing problems of Hydrometeorology and Ecology. Relevant papers are given according to the following scientific directions: Meteorology, Climatology, Agrometeorology, Hydrology, Climate Change, Environmental Pollution.

The volume is intended for experts working in different branches of geophysical, geographical and ecological sciences, magistrates and doctorates.

В настоящий сборник включены тексты докладов, заслушанных на 58-ой маиской научной сессии Института Гидрометеорологии, посвященной актуальной проблемы гидрометеорологии и экологии. Соответствующие статьи даны по следующим научным направлениям: метеорология, климатология, агрометеорология, гидрология, изменение климата, загрязнение природной среды.

Сборник предназначен для ученых и специалистов, работающих в различных областях геофизических, географических и экологических наук, магистрантов и докторантов.

უაკ 551

ნალექების ჰორიზონტალური გავრცობა და მისი სეზონური ცვლილება

კ.თავართქილაძე*, ნ.ბეგალიშვილი**, თ.ცინცაძე**.

*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ვახუშტი ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი.

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

საქართველოში ნალექების რეჟიმის შესწავლის მიზნით მრავალრიცხოვანი სამეცნიერო გამოკვლევებია ჩატარებული. ეს ნაშრომები ძირითადად კვლევის მიზნად ისახავდა ნალექიანობის რეჟიმული სტრუქტურის დამახასიათებელი მთელი რიგი პარამეტრების განსაზღვრას გარდა იმ ფართობისა, რომელზეც აღინიშნა ნალექი. ასეთი პარამეტრის შემოტანა არავითარ აუცილებლობას არ წარმოადგენდა მაშინ, როცა დაკვირვების პუნქტები მრავალრიცხოვანი იყო. ვადიანი დაკვირვების მონაცემებით ნალექების ჰორიზონტალური გავრცელების არეალის დადგენა საკმაოდ ზუსტად იყო შესაძლებელი, თუმცა ამ არეალის რეჟიმული სტრუქტურის შესწავლა იშვიათად ხდებოდა.

დღეს, როდესაც მიწისპირული ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელი სრული გარდაქმნის პროცესშია და თანდათან მკვიდრდება გლობალური კოსმოსური მონიტორინგი, მიწისპირული დისკრეტული დაკვირვების პუნქტების რიცხვი ძლიერ მცირდება. ისეთი შედეგებით პატარა ტერიტორიის და რთული რელიეფის მქონე ქვეყნისთვის როგორც საქართველოა, სადაც ნალექიანობას ხშირ შემთხვევაში შიდა მასიური ატმოსფერული პროცესები განაპირობებენ, ნალექების ჰორიზონტალური გავრცელების არეალის რეჟიმული სტრუქტურის დადგენას უკვე გარკვეული მნიშვნელობა ენიჭება. ამ მიზნით ნაშრომში [1] შემოტანილი იყო ე.წ. ატმოსფერული ნალექების ჰორიზონტალური “გავრცობადობის” ანუ ნალექების გავრცობადობის ცნება. მისი შინაარსი შემდეგში მდგომარეობს: თუ ქვეყნილი ზედაპირის ნებისმიერ ადგილზე მოდის ატმოსფერული ნალექი, რამდენია ალბათობა იმისა, რომ იმავედროულად მოდიოდეს ნალექი მისგან s მანძილით დაშორებულ ტერიტორიაზე, ანუ როგორია ნალექების (q) ერთდროული მოსვლის ალბათობის კავშირი მანძილთან (s). ეს ნიშნავს თუ განსაზღვრული ორი ადგილისთვის ნალექების ერთდროული მოსვლის ალბათობას წარმოვადგენთ ნორმირებული კორელაციის კოეფიციენტით r(q,s), მაშინ

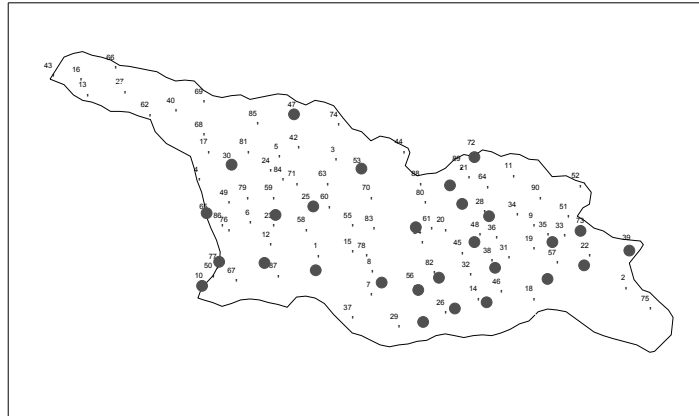
$$r(q,s) = f(s) \tag{1}$$

გამოსახულება განსაზღვრავს ნალექების გავრცობადობას.

ფორმულა (1)-ის მიახლოებითი ანალიზური სახე მოცემულია [1]-ში, სადაც გამოყენებულია საქართველოს 56 დაკვირვების პუნქტის 1936-1990 წლების მონაცემები, დაყოფილი ოთხ რეგიონად. გავრცობადობა განსაზღვრულია მხოლოდ ოთხი რეგიონისთვის და მათი გასაშუალებით დადგენილია (1) ფორმულის სახე. წინამდებარე ნაშრომის მიზანს შეადგენს საქართველოს დაკვირვების 28 პუნქტისთვის, 1936-2009 წლების მონაცემებით, თითოეული პუნქტისთვის ნალექების გავრცობადობის ფუნქციის ანალიზური სახით წარმოდგენა, მათი საშუალებით საქართველოს ტერიტორიისთვის ნალექების გავრცობადობის ფორმულის განსაზღვრა და გავრცობადობის პროცესის სეზონური ცვალებადობის შესწავლა. დაკვირვების მასალების სრულყოფილი დამუშავება (ობიექტური ანალიზი, ერთგვაროვნობის შემოწმება, სხვადასხვა მიზეზებით გამოტოვებულ დაკვირვებათა მონაცემების აღდგენა) ჩატარდა შემთხვევითი ფუნქციის ბუნებრივ ორთოგონალურ მდგენებლებად დაშლის მეთოდის გამოყენებით [2].

დაკვირვების პუნქტების განლაგება, რომელთა ინფორმაცია ნაშრომშია გამოყენებული, მოცემულია ნახ.1-ზე.

პირდაპირი მანძილები დაკვირვების პუნქტებს შორის განსაზღვრულია ზღვის დონიდან ადგილმდებარეობის სიმაღლის გათვალისწინებით. აღსანიშნავია, რომ აღნიშნულ პუნქტებს შორის მინიმალური დაშორება გუდაურსა და ჯვრის გადასასვლელს შორისაა და იგი შეადგენს 4 კმ-ს, მაქსიმალურად დაშორებული ერთმანეთისაგან (393 კმ) კი ბათუმი და ლაგოდეხია.

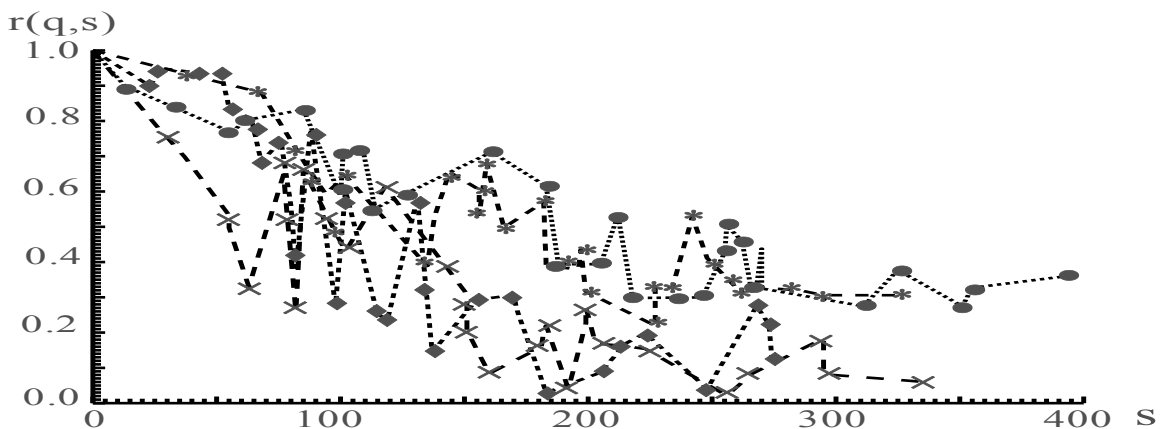


ნახ. 1. დაკვირვების პუნქტების განლაგება საქართველოს ტერიტორიაზე.

დაკვირვების პუნქტებს შორის ატმოსფერული ნალექის ერთდროულად მოსვლის ალბათობის დასადგენად, თითოეული დაკვირვების პუნქტისთვის განვსაზღვრეთ კორელაციის კოეფიციენტები ყველა დანარჩენ პუნქტთან, ყოველი თვისთვის დამოუკიდებლად. ამრიგად, მოცემული თვისთვის დაკვირვების ყოველი პუნქტისათვის აიგო კორელაციური ფუნქცია, რომელიც განსაზღვრავდა ამ პუნქტსა და მისგან ნებისმიერი მანძილით დაშორებულ ტერიტორიას შორის ატმოსფერული ნალექების ერთდროულად მოსვლის ალბათობის მნიშვნელობას. ყოველი თვისთვის თითოეული დაკვირვების პუნქტის კორელაციური ფუნქციის ასაგებად გამოყენებული იყო 104 წელი x 27 დაკვირვების პუნქტი ანუ 27 ფიქსირებული მანძილი = 2835 შემთხვევათა რიცხვი.

აღნიშნული წესით განსაზღვრული ფუნქციათა უმრავლესობა, რომელთა საერთო რიცხვი შეადგენდა 336-ს, ერთმანეთისაგან განსხვავდებოდა, მაგრამ ცვლილების საერთო სახე (ცვლილების ტენდენცია) მათთვის ერთნაირი იყო.

თვალსაჩინოებისთვის ნახ.2-ზე წარმოდგენილია ოთხი მათგანი, რომლებიც შერჩეულია როგორც ყველაზე განსხვავებულები მიღებულ ფუნქციათა შორის. ეს ფუნქციები განსაზღვრავენ: 1. ბათუმის ნოემბრის თვისთვის მიღებულ განაწილებას, სადაც აღინიშნა განხილული მაგალითებიდან ყველაზე მაღალი ნალექების საშუალო თვიური ჯამი (158 მმ); 2. მარნეულის იანვრის თვის განაწილების ფუნქციას, სადაც დაფიქსირდა მინიმალური თვიური ნალექების ჯამი (17.8 მმ); 3. მესტიის ოქტომბრის თვის განაწილებას, როგორც მაღალმთიანი ზონის შემთხვევას უდიდესი საშუალო კვადრატული გადახრით და 4. სამტრედიის სექტემბრის თვის განაწილებას, როგორც დაბლობის დამახასიათებელს, მაგრამ ასევე უდიდესი საშუალო კვადრატული გადახრით.



ნახ. 2. ნალექების გავრცობადობის ფუნქცია ბათუმისთვის ნოემბერში (●), მარნეულისთვის იანვარში (◆), მესტიისთვის ოქტომბერში (*) და სამტრედიისთვის სექტემბერში (x).

მიუხედავად იმისა, რომ დისპერსიები ყველა განაწილებაში საკმაოდ დიდია (ეს ბუნებრივია, რადგან თითოეული წერტილი განსაზღვრავს კორელაციის კოეფიციენტს მხოლოდ ორი სადგურის მიხედვით), კორელაციის კოეფიციენტის შემცირების ტენდენციები მანძილის ზრდის პირობებში დიდად არ განსხვავდებიან. ე.ი. ნახაზზე წარმოდგენილია ის მაქსიმალური საზღვრები, რომელთა შიგნით უნდა განლაგდეს დანარჩენი 332 განაწილება.

მიღებული შედეგებიდან საქართველოს ტერიტორიისთვის ატმოსფერული ნალექების გავცობადობის საბოლოო სახით წარმოდგენა შემდეგი გზით განხორციელდა. პუნქტიდან მანძილები დაყოფილი იქნა 30 კმ-იან მონაკვეთებად და გაერთიანდა ყველა იმ პუნქტის მონაცემები, რომლებიც დაყოფილი მონაკვეთების საზღვრებში მოხვდნენ. განისაზღვრა საშუალო მანძილები შესაბამისი საშუალო კვადრატული გადახრებით ყოველ მონაკვეთში მოხვედრილი დაკვირვების პუნქტებისათვის და ისინი მოცემულია ცხრ. 1-ში.

ცხრილი 1. საშუალო მანძილები დაკვირვების ორ პუნქტს შორის მათი დაშორების 30 კმ-იან მონაკვეთებად დაყოფის შემთხვევაში

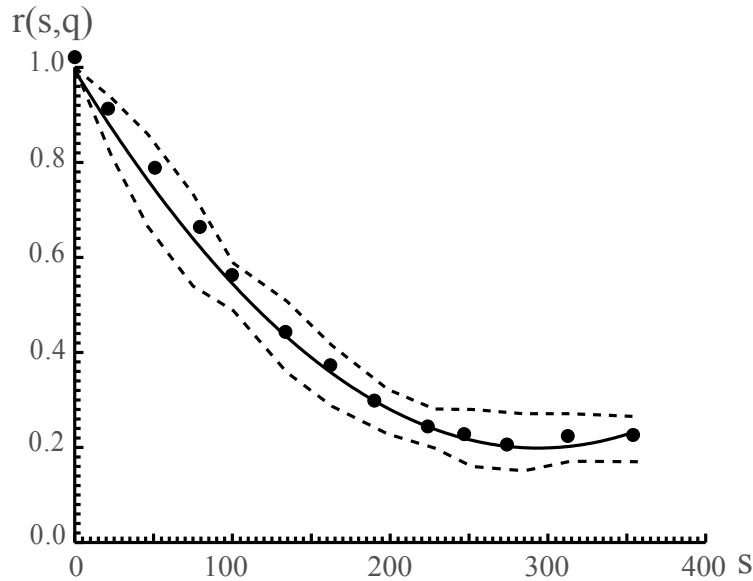
დიაპაზონი	<31 კმ	31 - 60კმ	61 - 90კმ	91 - 20კმ	121 - 50კმ	151 - 180კმ	181 - 210კმ	211 - 240კმ	241 - 270კმ	271 - 300კმ	301 - 330კმ	>330 კმ
s კმ	22.9	46.2	74.9	100.6	134.5	163.0	198.7	228.0	252.8	284.9	314.5	357.0
ს.კვ.გ.	6.6	8.1	9.6	16.5	8.2	8.7	16.7	23.8	12.9	9.8	8.1	20.6

დამოუკიდებლად ყოველი თვისთვის განისაზღვრა თითოეულ დიაპაზონში მოხვედრილი კორელაციის კოეფიციენტების საშუალო მნიშვნელობები. ამრიგად, მიღებული კორელაციის კოეფიციენტები დაახასიათებენ საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების ერთდროული მოსვლის ალბათობას დაკვირვების ნებისმიერ ორ პუნქტს შორის ცხრ.1-ში განსაზღვრული დაშორებების მიხედვით.

აღწერილი მიდგომით ჩატარებულმა ანალიზმა საშუალება მოგვცა ცალკეული თვეების მიხედვით წარმოგვედგინა (1) ფორმულის ფაქტიური სახე. კორელაციის კოეფიციენტების ცვლილება დაკვირვების პუნქტებს შორის მანძილის ცვლილების მიხედვით ყოველი თვისთვის ძალიან ახლოს იყო ერთმანეთთან. ეს კავშირი ყველა თვისთვის წარმოვადგინეთ მეორე რიგის პოლინომის სახით, სადაც აპროქსიმაციის სიზუსტე 90-დან 97 %-მდე მერყეობდა. აღსანიშნავია, რომ აპროქსიმაციის სიზუსტე უფრო მაღალი იქნებოდა რომ არა ერთი გარემოება. აპროქსიმირებული მრუდის საწყისი მნიშვნელობა, როგორც წესი, უნდა იწყებოდეს 0 კმ-ზე ალბათობის მნიშვნელობით 1, რაც ფიქტიურად შეესაბამება კორელაციურ კავშირს საკუთარ თავთან. რაგინდ მაღალი რიგის პოლინომით არ უნდა ჩავატაროთ აპროქსიმაცია [3], შედარებით დიდი ცდომილებები აღინიშნება მრუდის საწყის და ბოლო მონაკვეთებში. ასე რომ ფაქტიურად $s=0$ წერტილში $r=1$ -ის მიღწევა მხოლოდ ერთი გზით შეიძლება - თუ $s=0$ წერტილში $r=1$ -ს “მივაბამთ” ანუ პოლინომის თავისუფალ წევრს წინასწარ ჩავთვლით 1-ის ტოლად, ეს კი აპროქსიმაციის სიზუსტეს აუარესებს. უნდა აღინიშნოს, რომ r -სა და s -ს შორის კარგმა კავშირმა ამის საშუალება მოგვცა.

მიგვაჩნია, რომ ფორმულა (1)-ის ფაქტიური სახით წარმოდგენა ყველა თვისთვის არ არის აუცილებელი. ჩატარებული გამოკვლევის ცდომილების ფარგლებში საკმაოდ ზუსტად შეიძლება საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების ჰორიზონტალური გავრცელების არეალის რეჟიმული სტრუქტურის გამოსახვა ერთი ფორმულით მიუხედავად იმისა, რომ მიღებული მოდელის მცირეოდენი სეზონური ცვლილება შეიმჩნევა. ამ ცვლილებას ქვემოთ დავახასიათებთ.

დაკვირვების პუნქტებს შორის ცხრ. 1-ში განსაზღვრულ მანძილებზე კორელაციის კოეფიციენტების უაღბათესი მნიშვნელობები წარმოდგენილია ნახ. 3-ზე.



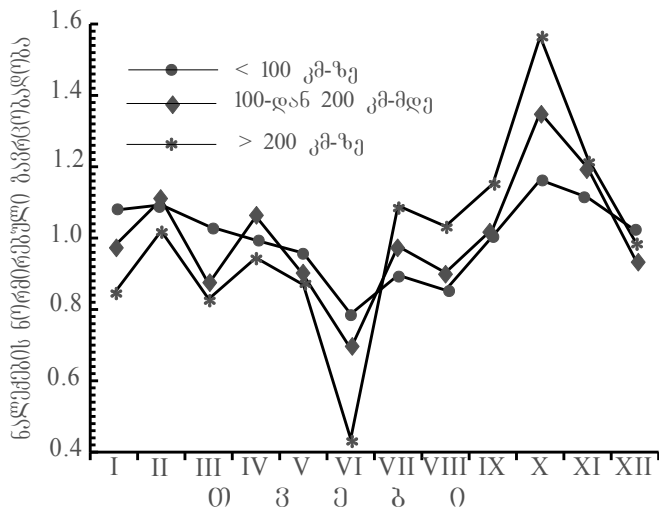
ნახ.3. ნალექების გავრცობადობა საქართველოს ტერიტორიაზე (უწყვეტი მრუდი – აპროქსიმაცია მეორე რიგის პოლინომით; წვეტიანი მრუდები – საშუალო კვადრატული გადახრის დიაპაზონი).

ნახაზზე წარმოდგენილი მრუდის ანალიზური სახეა

$$r(q,s) = 1 - 5.59 \cdot 10^{-3} s + 9.91 \cdot 10^{-6} s^2, \quad (2)$$

სადაც s აღებულია კმ-ში.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, პუნქტებს შორის ნალექების ერთდროულად არსებობის ალბათობის განმსაზღვრელ კორელაციის კოეფიციენტისა კავშირი პუნქტებს შორის მანძილთან დიდ სეზონურ ცვლილებას არ განიცდის. შევეცადეთ ეს კავშირი შემდეგი სახით წარმოგვედგინა. დაკვირვების პუნქტებს შორის დაშორებები დაყვავით სამ დიაპაზონად: ერთმანეთთან ახლოს განლაგებული პუნქტები, ანუ ისინი, რომელთა შორის მანძილები 100 კმ-ზე ნაკლებია; საშუალო მანძილით დაშორებული პუნქტები, ანუ ის პუნქტები, რომელთა შორის მანძილები 100-დან 200 კმ-მდეა და შორეული პუნქტები, ანუ პუნქტები, რომელთა შორის მანძილები 200 კმ-ზე მეტია. თითოეული დიაპაზონისთვის განვსაზღვრეთ კორელაციის გასაშუალებული კოეფიციენტები თვეების მიხედვით. დიაპაზონების ერთმანეთთან შედარების მიზნით მოვახდინეთ კორელაციის კოეფიციენტების საშუალო თვიური მნიშვნელობების ნორმირება. მანორმირებელ პარამეტრად ყოველი დიაპაზონისთვის ავიღეთ კორელაციის კოეფიციენტების საშუალო წლიური მნიშვნელობები. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ნახ.4-ზე.



ნახ. 4. ნალექების ნორმირებული გავრცობადობის სეზონური ცვლილება

როგორც ნახაზიდან ჩანს, შედარებით დიდ ცვლილებას განიცდის ნალექების გავრცობადობა შორი მანძილების შემთხვევაში. ეს ბუნებრივია: რაც უფრო დიდ ფართობზეა მოსული ნალექები, საერთო ნალექების რაოდენობაც მეტია. ხოლო მოსული ნალექების მეტ რაოდენობას მეტი დისპერსია ექნება. აქ მნიშვნელოვანია შემდეგი გარემოება: როგორც ნახაზიდან ჩანს, ნალექებით მოცული არეალი თითქმის არ განიცდის რეჟიმულ ცვლილებას. დეკემბრიდან მაისის ჩათვლით. შეიძლება ითქვას, რომ გავრცობადობა ნორმის ფარგლებშია, რადგან ნორმირებული მნიშვნელობები 1-თან ახლოსაა. ივნისში ხდება ნალექების გავრცობადობის შემცირება. ის ნორმაზე დაბლა იწევს. ივნისსა და აგვისტოში ნალექების გავრცობადობა კვლავ ნორმის ფარგლებშია. შემდეგ ნალექებით მოცული არეალი იზრდება და მაქსიმუმს ოქტომბერში აღწევს. როგორც ნახაზიდან ჩანს, გავრცობადობის მაქსიმალურმა ცვლილებამ შეიძლება 40-60 %-ს მიაღწიოს. სეზონური ცვლილების გათვალისწინება შეიძლებოდა მე-(2)-ე ფორმულაში. მაგრამ ეს არ გავაკეთეთ. ეს იმიტომ, რომ ჯერ ერთი მისი გათვალისწინება გავრცობადობის საბოლოო შედეგზე დიდ გავლენას არ ახდენს და შემდეგ, ამჯერად ვახასიათებთ ნალექებით მოცული ფართობის რეჟიმულ მდგომარეობას, რისთვისაც აღწერილობითი ანალიზი საკმარისია. თუ დადგება შემოტანილი პარამეტრის პრაქტიკული გამოყენების საკითხი ამა თუ იმ ატმოსფერული პროცესის მოდელირებისას და გავრცობადობის სიზუსტეს მნიშვნელობა ექნება, მისი გათვალისწინება სირთულეს არ წარმოადგენს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. თავართქილაძე კ. საქართველოში ნალექების განაწილების სტატისტიკური სტრუქტურა. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ.105, თბილისი, 2002 გვ.117-137.
2. Обухов А.М. О статистических ортогональных разложениях эмпирических функций. Изв. АН СССР, сер. геофиз., 3, 1960, с.432-439.
3. Мазмишвили А.И. Способ наименьших квадратов. Недра, Москва, 1968, (436).

უაკ 551.509

ნალექების ჰორიზონტალური გავრცობადობა და მისი სეზონური ცვლილება /კ.თავართქილაძე, ნ.ბეგალიშვილი, თ.ცინცაძე/. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2014, ტ.120, გვ.5-9. ქართ. რუს. ქართ., ინგლ., რუს.

შესწავლილია საქართველოში ატმოსფერული ნალექების “გავრცობადობის” რეჟიმული სტრუქტურა. დაკვირვების 28 პუნქტის 1936-2009 წლების თვიური ჯამების მონაცემებით მიღებულია ფორმულა, რომელიც აკავშირებს ტერიტორიის ნებისმიერ ორ წერტილში ნალექების ერთდროულად მოსვლის ალბათობას მათ შორის მანძილთან. დადგებილია ნალექების გავრცობადობის სეზონური ცვლილება.

UDC

Horizontal prevalence of precipitation and its seasonal changes /K.Tavartkiladze, N.Begalishvili, T.Tsintsadze/Tansactions of the Institutu of Hydrometeorology of Georgian Technical University. 2014, vol.120 , pp.5-9. Georg., Summ., Georg., Eng., Rus.

Studied modal structure "prevalence" of rainfall in Georgia. Monthly sums of precipitation at 28 monitoring stations for the period 1936-2009 yy obtained the formula for any two points in the territory connects the chance of precipitation with distance between them. Set seasonal changes in the prevalence of precipitation.

УДК

Горизонтальное распространённость осадков и его сезонное изменение /Таварткиладзе К.А., Бегалишвили Н.А., Цинцадзе Т.Н./. Сб. Трудов Института гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2014. Т.120, с.-5-9. Груз. Рез. Груз. ,Англ., Рус.

Изучена режимная структура «распространённости» атмосферных осадков в Грузии. По месячным суммам осадков на 28 пунктах наблюдений за период 1936-2009 гг получена формула, которая на любых двух точках территории связывает вероятность выпадения осадков с расстоянием между ними. Установлено сезонное изменение распространённости атмосферных осадков.

უაკ 551.509

ზოგიერთი ლოკალური მეტეოროლოგიური პროცესების მათემატიკური მოდელირება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

სამხარაძე ი, ხვედელიძე ზ, დავითაშვილი თ, ტატიშვილი მ, ზოტიკიშვილი ნ.
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

ჰაერის ნაკადის დინების შესწავლა მცირე სიგანის არხში ჩვენს მიერ ნაწილობრივ შესწავლილი იქნა იმ შემთხვევაში, როცა არხის ფსკერი წარმოდგენილია მთა-ბურცობული რელიეფის სახით [1]. ასეთი პირობები რეალურად არსებობს საქართველოს ტერიტორიაზე მრავალ ადგილას კერძოდ მთა-ხეობებში, მდინარეთა კალაპოტებში, მცირე სიმაღლის ბურცობებიან ტერიტორიაზე და ასე შემდეგ. აქედან გამომდინარე საქართველოს ტერიტორიაზე აღნიშნულ პრობლემას აქვს როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული ღირებულება.

ა) მთა-ხეობებში არსებული მიკროციკლაციური პროცესების მათემატიკური მოდელირება.

კერძოდ ამოცანა ისმის შემდეგნაირად: შესწავლილი იქნას აერო-ჰიდრო ნაკადების დინება ჰორიზონტისადმი მცირე α კუთხით დახრილ, მცირე b სიგანის არხში, სუსტი ($V < 10$ 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 მუდმივია. მითითებულ პირობებში ჰიდროდინამიკის განტოლებათა სისტემა ჩაიწერება შემდეგი სახით [1, 2, 3].

$$g\rho \sin \alpha + \mu \left(\frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} \right) = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0; \tag{2}$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} + g\rho \cos \alpha = 0 \tag{3}$$

სადაც (1)-(3) ინტეგრირდება შემდეგი სასაზღვრო პირობებით:
როცა $z=0$, $V=0$ (4)

$$z=h, \quad \frac{\partial V}{\partial z} = 0; \quad p=p_0 \tag{5}$$

სადაც p ჰაერის (სითხის) სიმკვრივეა, h – თავისუფალი ზედაპირის სიმაღლე, μ – სიბლანტის კინემატიკური კოეფიციენტი. ასეთი სახით დასმული ამოცანა ამოსხნილია [1,2,3] და შესაბამისი მახასიათებელი სიდიდეები სიჩქარე, წნევა და გამავალი ნაკადის რაოდენობა Q განსაზღვრულია შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$p = p_0 + g\rho(h - z) \cos \alpha \tag{6}$$

$$V = \frac{g\rho z(2h - z)}{2\mu} \sin \alpha \tag{7}$$

$$Q = \frac{g\rho b h^3 \sin \alpha}{3\mu} \tag{8}$$

სადაც Q არის ნაკადის სიმძლავრე იმ შემთხვევაში, როცა არხის ქვედა ზედაპირი არის მცირე სიმაღლის (რამოდენიმე მეტრის რიგის) ბურცობული ღრმულებით დაფარული. იმ შემთხვევაში, როცა არხის ფსკერი წარმოდგენილია მთა-ბურცობული რელიეფის სახით მოძრაობს სტრუქტურის გამოსაკვლევად z კოორდინატი ნაცვლად შემოვიტანოთ ახალი კოორდინატი z' შემდეგი დამოკიდებულებით [1,2,4,5]:

$$z_1 = \frac{z - \xi(x, y)}{H - \xi(x, y)} H \tag{9}$$

სადაც $\xi(x, y)$ არის არხის ფსკერის რელიეფის ფორმა. კოორდინატთა ახალ სისტემაში (1)-(3) განტოლებათა სისტემა (4)-(5) სასაზღვრო პირობებით მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$g\rho \sin \alpha + \mu \left(\frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + a^2 \frac{\partial^2 V}{\partial z_1^2} \right) = 0 \tag{10}$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0; \tag{11}$$

$$a \frac{\partial p}{\partial z_1} + g \cos \alpha = 0 \tag{12}$$

როცა $z_1 = \xi(x, y)$, მაშინ $V = 0$ (13)

როცა $z_1 = h$, მაშინ $\frac{\partial V}{\partial z_1} = 0$; (14)

$p = p_0$ აქ $a = \frac{H}{H - \xi(x, y)}$ და ითვლება მუდმივად. რაც შეეხება (10) – (12) ფორმულებს, ისინი

a -ს გათვალისწინებით ასე გადაიწერებიან:

$$p = p_0 + \frac{g\rho}{a} (h - z_1) \cos \alpha \tag{15}$$

$$V = \frac{\partial \rho z_1 (2h - z_1)}{2a^2 \mu} \sin \alpha \tag{16}$$

$$Q = \frac{\partial \rho b h^3}{3a^2 \mu} \sin \alpha \tag{17}$$

(15) – (17)-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 გადაადგილდება და თვითგაწმენდის პერიოდი გაიზრდება. ვისარგებლოთ (6) და (8), (15) და (17) ფორმულებით და გავთვალოთ ნაკადის სიჩქარე (სიმძლავრე) არხის რელიეფის ჰორიზონტისადმი დახრის კუთხეზე დამოკიდებულებით, ხეობის მახასიათებელი პარამეტრები მოცემულია ცხრილ 1-ში.

ცხრ. №1

პარამ. გარემო	$\rho \left(\frac{კგ}{მ^3} \right)$	h(m)	z1(m)	$\mu \left(\frac{კგ}{მ/წმ} \right)$	a	b
ჰაერი	1,3	5·102	10 – 500	1,7·105 2·104	1.0-10.10	10 – 50
წყალი	103	0 – 5	0 – 2	1,1·106 1,2·105	10-3.0	10 – 50

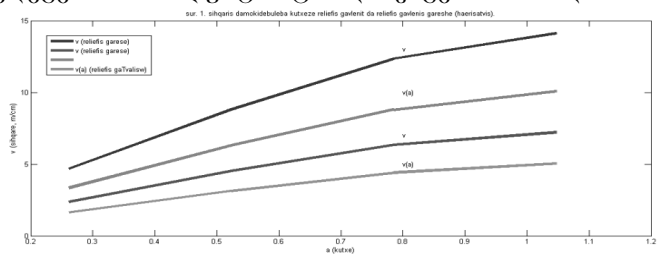
ხოლო სიჩქარის მნიშვნელობები ხეობის რელიეფის გათვალისწინებლად V და გათვალისწინებით $V(a)$ α -კუთხის ოთხი სიდიდისათვის, μ ორი სიდიდისათვის მოყვანილია ცხრ. №2-ში.

ცხრ. №2 – მონაცემებიდან მკაფიოდ ჩანს სიჩქარის პროპორციული ზრდა ჰორიზონტალური დახრის კუთხის მატების მიხედვით. ქარის სიჩქარის გამოთვლილი მნიშვნელობები რეალურთან უფრო ახლოს არის თუ გავითვალისწინებთ ფსკერის რელიეფის გავლენას და ტურბულენტობის კინემატიკურ კოეფიციენტს. ავიღებთ თითქმის ერთნაირს წყლის ზედა ფენასა და მის მიმდებარე ჰაერის ფენაში (სმ. წყლისპირა ფენაში). მოყვანილი მათემატიკური თეორია გამოიყენება სხვადასხვა მდინარეთა ხეობებში ან მთათა

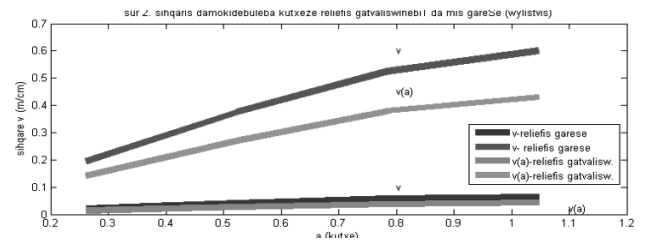
შორის დაბლობში ჰაერის (წყლის) ნაკადის სიჩქარის განსაზღვრისათვის და შესაბამისად დაბინძურების გავრცელების შესასწავლად, ცხრ.№2

ჰაერისათვის					წყლისათვის			
V α0	V (მ/წმ)		V(a) (მ/წმ)		V (მ/წმ)		V(a) (მ/წმ)	
	$\mu = 2 \cdot 10^4$	$\mu = 1,7 \cdot 10^5$	$\mu = 2 \cdot 10^4$	$\mu = 1,7 \cdot 10^5$	$\mu = 1,1 \cdot 10^6$	$\mu = 1,2 \cdot 10^5$	$\mu = 1,1 \cdot 10^6$	$\mu = 1,2 \cdot 10^5$
150	4,69	2,35	3,35	1,64	$2 \cdot 08 \cdot 10^{-2}$	0,195	$1 \cdot 44 \cdot 10^{-2}$	0,14
300	8,82	4,53	6,3	3,15	$4 \cdot 0 \cdot 10^{-2}$	0,375	$2,78 \cdot 10^{-2}$	0,27
450	12,35	6,35	8,8	4,41	$5 \cdot 6 \cdot 10^{-2}$	0,525	$3,89 \cdot 10^{-2}$	0,38
600	14,11	7,21	10,1	5,04	$6 \cdot 4 \cdot 10^{-2}$	0,60	$4,44 \cdot 10^{-2}$	0,43
საშ.	9,992	5,11	7,14	3,56	$4,52 \cdot 10^{-2}$	0,424	$3,13 \cdot 10^{-2}$	0,3

ცხრ.2 –ში მიღებული შედეგების საილუსტრაციოდ ავაგეთ ნახ.1 და ნახ.2.



ნახ. 1. სიჩქარის დამოკიდებულება კუთხეზე ფსკერის რელიეფის გათვალისწინებით (V(a)) და რელიეფის გათვალისწინების გარეშე (V) ჰაერისათვის, სიბლანტის კოეფიციენტის სხვადასხვა მნიშვნელობის დროს.



ნახ.2. სიჩქარის დამოკიდებულება კუთხეზე ფსკერის რელიეფის გათვალისწინებით (V(a)) და რელიეფის გათვალისწინების გარეშე (V) წყლისთვის, სიბლანტის კოეფიციენტის სხვადასხვა მნიშვნელობის დროს.

ა) მძლავრი ცირკულაციური მოძრაობა (ქარბორბალა) მთა-გორიან ტერიტორიაზე დედამიწის ატმოსფეროში, მცირე ფართის ტერიტორიაზე, ხშირად მიმდინარეობს არაპერიოდული არაორდინალური პროცესები. ამ პროცესებს თან ახლავს არასასურველი მოვლენები ადამიანთა მსხვერპლით დამთავრებული კი. აღნიშნულ მოვლენებს მიეკუთვნება: ქარბორბალა, ადგილობრივი ქარები, მიწისპირა ფენაში წარმოშობილი სხვადასხვა ბუნების აღმავალი დინებები, ლოკალური ადგილები სადაც მუდმივად დაიკვირვება ე.წ. გეოფიზიკური „ფენომენური“ მოვლენები (დავით გარეჯის ტაფობი, სურამის ზეგანი, არაგვის და თერგის ხეობები). ეს მოვლენები დიდ გავლენას ახდენს ამინდზე და კლიმატზე, ამიტომ მათ შესწავლას უდიდესი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. განვიხილოთ ჰაერის მასის დიდი სიჩქარით (20 მ/წმ და მეტი) დინება წრიული ცილინდრის ფორმის გარემოში, რომელიც ბრუნავს მუდმივი ω კუთხური სიჩქარით. დავუშვათ, რომ ოროგრაფიული პირობებით ბრუნვის დერძი კი არ არის ვერტიკალური, როგორც ეს საერთოდ არის მიღებული, არამედ ჰორიზონტისადმი ϕ კუთხით არის დახრილი (კუთხე ათვლება დერძიდან პერიფერიისაკენ). რელიეფის გავლენის გათვალისწინება ხდება ვერტიკალური კოორდინატის გარდაქმნით [8,9]. იმის გათვალისწინებით, რომ პროცესები სწრაფად ვითარდება – მოვლენები ითვლება სტაციონალურად. შესაბამისი განტოლებათა სისტემა შემდეგი სახით ჩაიწერება [2,6,7,8].

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \tag{18}$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \tag{19}$$

$$0 = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z_1} - g, \tag{20}$$

სადაც g თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა, oz_1 ცილინდრის ბრუნვის ღერძია. მოვლენის მცირე დროში არსებობისას (რამოდენიმე ათეული წუთი) მასათა დეფორმაციას ადგილი არ აქვს და ხდება მხოლოდ ბრუნვა [2], მაშინ ვისარგებლოთ შემდეგი ცნობილი დამოკიდებულებით [10]:

$$u = -\omega \sin \varphi y, \quad v = \omega \sin \varphi x, \tag{21}$$

(21)-ის გათვალისწინებით (18)-(19) ასე გადაიწერება:

$$\omega^2 \sin^2 \varphi x = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \tag{22}$$

$$\omega^2 \sin^2 \varphi y = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \tag{23}$$

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} = g, \tag{24}$$

გავამრავლოთ (18)-(20) განტოლებები შესაბამისად dx, dy, dz -ზე და შევკრიბოთ, გვექნება:

$$p + \gamma z_1 = \frac{\rho \omega^2}{2} r^2 \sin^2 \varphi + c, \tag{25}$$

სადაც $r^2 = x^2 + y^2$, $\gamma = g\rho$, c – მუდმივა ნაკადის გეომეტრიით განისაზღვრება. კერძოდ, მივიღოთ, რომ ნაკადის პერიფერიაში წნევა საზღვარზე შიგნიდან და გარედან ტოლია, მაშინ ეილერის განტოლების საფუძველზე ვწერთ [2,8]:

$$c = p_\infty - \frac{\rho G^2}{8\pi^2 r_0^2} - \frac{\rho \omega^2}{2} r_0^2 \sin^2 \varphi \tag{26}$$

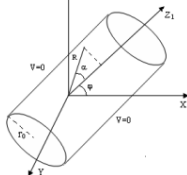
სადაც p_∞ წნევაა უსასრულობაში, პრაქტიკულად ცილინდრის საზღვარზე, სადაც სიჩქარე ნულია. $G = 2\pi R\omega$ – სიჩქარის ცირკულაციაა. ამრიგად (25) და (26) გვაძლევს:

$$p + \gamma z_1 - p_\infty = \frac{\rho \omega^2}{2} \sin^2 \varphi (r^2 - r_0^2) - \frac{\rho \omega^2}{2} r_0^2, \tag{27}$$

აქედან კარგად ჩანს, რომ წნევა მცირდება ბრუნვის ღერძისაკენ და მინიმალურია ღერძის გასწვრივ. ამიტომ ხდება ქარბორბალაში გარედან წატაცება და შიგნით ბრუნვა დიდი სიჩქარით. ფიზიკური რელიეფის გათვალისწინებით [8] გვაქვს:

$$p + \gamma dz_1^1 = \frac{\rho \omega^2}{2} r^2 \sin^2 \varphi + c \tag{28}$$

გამოდის, რომ რელიეფის გავლენით წნევა იზრდება რელიეფის ფარდობითი სიმაღლის $d = \frac{H}{H-\xi(x,y)}$ პროპორციულად [2,8]. გამოვსახოთ r გრიგალის ჩასახვის წერტილიდან (სათავიდან) მოცემულ წერტილამდე R მანძილით (იხ. ნახ. 3), $r = R \sin \alpha$, სადაც α არის კუთხე გრიგალის ბრუნვის ღერძსა და R მიმართულებას შორის. ეს კუთხე დამოკიდებულია რელიეფის ჰორიზონტისადმი დახრის სიდიდეზე.

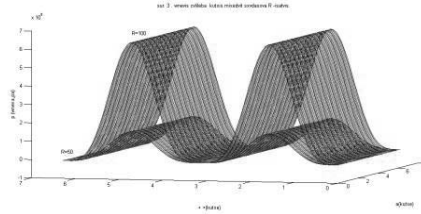


ნახ. 3

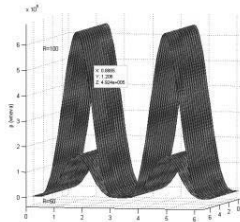
აღნიშნულის გათვალისწინებით (28) ასე გადაიწერება:

$$p + \gamma dz_1^1 = \frac{\rho \omega^2}{2} R^2 \sin^2 \alpha \sin^2 \varphi + c. \tag{29}$$

აღმოჩნდა, რომ წნევა მინიმალურია გრიგალის ცენტრში, იზრდება მანძილის პროპორციულად და მოიცავს $\pi R^2 \sin^2 \alpha$ ფართს. მიღებული შედეგები კარგად ხსნის დაკვირვებულ მოვლენებს და თეორიულად მიღებულია პირველად. მიღებული შედეგების საილუსტრაციოდ Matlab-ის პროგრამული სისტემის გამოყენებით (29) ფორმულაზე დაყრდნობით ავაგეთ ნახ. 4. და ნახ. 5. როგორც ამ ნახატებიდან ჩანს ქარის გრიგალურ ველში წნევა იზრდება ბრუნვის ღერძიდან მანძილის პროპორციულად, მაქსიმალურია პერიფერიაში და მინიმალური ბრუნვის ღერძის გასწვრივ;



ნახ. 4. წნევის მნიშვნელობის ცვლილება გრიგალის დახრის კუთხეზე (φ) და ბრუნვის ღერძსა და R მიმართულებას შორის კუთხეზე (α), მოცემულ წერტილამდე მანძილის (R) ორი მნიშვნელობისათვის.



ნახ.5. წნევის მნიშვნელობის ცვლილება გრიგალის დახრის კუთხეზე (φ) და ბრუნვის ღერძსა და R მიმართულებას შორის კუთხეზე (α), მოცემულ წერტილამდე მანძილის (R) ორი მნიშვნელობისათვის

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ზ.ხვედელიძე, თ.დავითაშვილი, ი.სამხარაძე, „მთა-ხეობებში მიკროცირკულაციური პროცესების მათემატიკური მოდელირება ოროგრაფიული ფაქტორების გათვალისწინებით.“ ჰიდრომეტ. ინსტიტუტის შრომები .ტ.114.გვ.133.
2. ზ. ხვედელიძე „დინამიკური მეტეოროლოგია“ თსუ გამომცემლობა, 2002წ.გვ.535.
3. О. Н. Фабрикант "Аэродинамика". Изд. "Наука", 1964г. с. 815.
4. М. Берлянд. "Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы", Л., гидрометеоздат, 1975, с. 449.
5. T.Davitashvili, I. Samkharadze, "Mathematical Modeling of Georgian Territory Pollution With Account of "Hot" Points" E1anlarged Sessions of I.Vekua Instituti of Applied Mathematics– Vol. 20 № 3, 2005, pp. 51-58.
6. А Хргиан физика атмосферы том 2 л гидрометиздат 1978 с 315
7. Л. Гандин, Д .Лайхтман, Л. Матвеев, М. Юдин „ Основы динамической метеорологии „Л . Гидрометиздат, 1055г. с639.
8. З .Хведелидзе, Т. Шалаверидзе, Е. Тагвадзе „Изучение выхревых полей ветра на горной территории“km Экологические системы и приворы, М .2009г, с41-46.
9. ზ. ხვედელიძე, დ. ჯანაზაშვილი, რეგიონალური ატმოსფერული პროცესების „მადონური“ ბუნების შესახებ ლოკალური რელიეფის გავლენის გათვალისწინებით, ქესუ „ფიზიკა“№1(5), 2011წ.გვ.104-112.
10. Z.Khvedelidze, T.Davitashvili, I.Samkharadze "Mathematical Modelling of the hydro-dynamical flows in a narrow canals with compound bottom", Journal "Ecology and Appliances" Moscow, Russia, No.5, pp. 60-66, 2007.

უაკ 551.509

ზოგიერთი ლოკალური მეტეოროლოგიური პროცესების მათემატიკური მოდელირება საქართველოს ცალკეული რეგიონებისათვის/ სამხარაძე ი, ხვედელიძე ზ, დავითაშვილი თ, ტატიშვილი მ, ზოტიკიშვილი ნ/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2014, ტ.120, გვ.10-15. 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. დედამიწის ატმოსფეროში, ხშირად დაიკვირვება, მცირე ტერიტორიაზე განვითარებული არაპერიოდული არაორდინალური ატმოსფერული პროცესები. აღნიშნულ მო-

ვლენებს მიეკუთვნება: ქარბორბალა; მიკრორელიეფური ადგილობრივი ქარები; ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში წარმოშობილი სხვადასხვა ბუნების აღმავალი დინებები და ლოკალურ რეგიონზე თითქმის მუდმივად არსებული გეოფიზიკური „ფენომენები“. სტატიაში ჰიდრო-თერმოდინამიკის კანონების საფუძველზე მოყვანილია აღნიშნული მოვლენების ასხნა. დღემდე ასეთი მიდგომა და გაკეთებული დასკვნები ცნობილი არ არის. აგრეთვე დამტკიცებულ იქნა, რომ ქარის გრიგალურ ველში წნევა იზრდება რელიეფის სიმაღლის პროპორციულად და იმ კუთხის ზრდით, რომელსაც ნაკადის ბრუნვის დერძი ადგენს ვერტიკალურ მიმართულებასთან. მიღებულ შედეგებს აქვთ, როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული მნიშვნელობა.

UDC 551.509

On mathematical modeling of some local meteorological processes for particular regions of Georgia /I. Samkharadze, Z. Khvedelidze, T. Davitashvili, M. Tatishvili, N. Zotikishvili/ Transactions of the Institut of Hydrometeorology of Georgian Technical University. 2014, vol.120, pp.10-15. Georg., Summ., Georg., Eng., Rus.

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 Earth atmosphere there are often observed non-periodical. Such kind atmosphere phenomenal events may be: powerful wind vortex, strong local micro-orographic winds, different arising air currents in the atmosphere lower boundary layer and constantly dominated some regional geophysical "phenomenal" events. In the present article on the bases of the hydrothermodynamic laws above mentioned phenomena is investigated. Namely it was proved that pressure in the wind vortex is arising proportionally with relief altitude and enlarged with augmentation of the angle between wind vortex axes and vertical direction. Obtained results are new and have as theoretical as well practical values.

УДК 551.509АА

Математическое моделирование некоторых локальных атмосферных процессов для специфических районов Грузии /И. Самхарадзе, З. Хведелидзе, Т. Давиташвили, М. Татишвили, Н. Зотикишвили / Сб. Трудов Института гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2014. Т.120, с.10-15 Груз. Рез. Груз. ,Англ., Рус.

С помощью гидродинамических методов изучены особенности гидровоздушных потоков в узких каналах с малым наклоном дна при слабых течениях. Показано, что скорость и мощность потоков обратно пропорциональны квадрату величины, характеризующей рельеф дна канала. В атмосфере Земли часто наблюдаются неперриодические, неординарные явления. Среди таких явлений можно перечислить: мощные атмосферные вихри, локальные микрорельефные ветри, восходящие потоки имеющие различную природу зарождения и постоянно действующие геофизические "феномены" свойственные для данного региона. В настоящей статье методами гидротермодинамики дается объяснение происхождению таких явлений. А именно было доказано, что давление в поле вихря ветра растет пропорционально высоте рельефа и по увеличению угла между осью вращения потока и вертикального направления. Предлагаемый подход и полученные результаты имеют новизну и представляют как теоретическую так и практическую ценность.

О КЛАССИФИКАЦИИ И ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ФЁНОВ

Геладзе Г. Ш., Бегалишвили Н. А., Бегалишвили Н. Н.

Институт гидрометеорологии Технического университета Грузии

В метеорологии есть хорошо известный термин «фён». Это ветер, как правило, нисходящий и, часто, сухой ветер, несущий тепло. О самом названии «фён»: этим термином в Альпах называют сухой, тёплый, нисходящий ветер. Он активную роль играет в ряде мезометеорологических процессов; влияет на термогидродинамику атмосферы, тумано- и облакообразование, агро- и экологическую обстановку региона; вызывает оранжерейный эффект; исследование его сезонного и пространственно-временного распределения актуально для городского, сельского и курортного планирования и т. д. Значительную роль он играет в образовании аридного (сухого) климата, что тесно связано с процессами опустынивания [1 – 5] – этот фактор особо актуален именно сегодня в связи с глобальным потеплением на нашей планете.

Грузинские метеорологи имеют богатый опыт искусственного воздействия на определённые мезометеорологические процессы; думаем, что его успешно можно применить и в отношении фёнов. В этом деле незаменимую роль может сыграть численное моделирование – т. е. теоретическое планирование и прогнозирование активного воздействия на фёны без постановки технически сложных, дорогостоящих и экологически опасных экспериментов.

Вкратце рассмотрим механизм образования фёна. Из классической метеорологии известно, что при подъёме сухой воздух (её можно считать с большой долей достоверности адиабатическим подъёмом) охлаждается на 1 град при подъёме на 100 метров, т.е. сухоадиабатический градиент $\gamma_a = 0.01$ град /м. Естественно, при адиабатическом опускании воздух нагревается по сухоадиабатическому закону, т. е. $\gamma_a = - 0.01$ град /м.

Обычно, нисхождение воздуха рассматривают с нагорья («полки»), т. е. с горы в долину, рис. 1 .



Рис.1. Фён.

Вот это и есть традиционное определение фёна.

Рассмотрим генезис формирования фёна процесс более полно: примем во внимание кроме спуска и начальный этап процесса - подъём воздуха и облако- и осадкообразование.

Случай #1. Представим себе обтекание горы высотой $H = 1000$ м сухим воздухом. Допустим, $t_1 = 20$ С°. Из-за сухоадиабатического охлаждения на вершине горы воздух охладится до $t_H = 10$ С°, а у подножья горы воздух нагреется сухоадиабатически до $t_2 = 20$ С°, рис. 2.

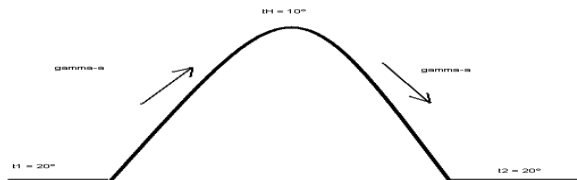


Рис.2. Сухоадиабатический фён.

Т. о. у подножья горы (и за и перед ней) имеем $t_1 = t_2 = 20$ С°. Конечно, за горой имеем фён.

Но если процесс будем рассматривать только лишь за горой, то здесь воздух нагревается от 10 С° до 20 С°. Этот традиционный вид фёна назовём сухоадиабатическим фёном.

Случай № 2. При подъёме же влажного воздуха процесс идёт несколько иначе: если воздух достигает уровня конденсации, то из-за фазового превращения водяного пара имеет место облакообразование и выделение скрытой теплоты конденсации и вследствие этого параллельно с охлаждением происходит нагревание воздуха. Поэтому адиабатически всплывающий воздух охлаждается не на 1 С° , а на 0.6 С° на 100 м. В таком случае имеем дело с влажноадиабатическим

охлаждением воздуха (т. е. влажноадиабатический градиент $\gamma_v = 0.006$ град./м). Подчеркнём, что в этом случае рассматриваем процесс без осадкообразования.

Естественно, воздух опускаться будет по влажной адиабате: $\gamma_v = - 0.006$ град. /м.

Т.о. если у подножья перед горой $t_1 = 20$ C°, на вершине температура будет больше по сравнению со случаем № 1, т. е. $t_H = 14$ C°, а за горой опять $t_1 = t_2 = 20$ C°.

Т. о. при влажноадиабатическом переваливании у подножья горы температура одинаковая и за, и перед горой $t_1 = t_2 = 20$ C°, т. е. то же самое, что и при сухоадиабатическом переваливании лишь с той разницей, что на вершине горы при сухоадиабатическом переваливании t_H меньше, чем при влажноадиабатическом переваливании рис.3.

Т. о. при влажноадиабатическом стекании воздуха с нагорья тепловыделение будет меньше, чем при сухоадиабатическом нисхождении. Этот вид фёна назовём влажноадиабатическим фёном.

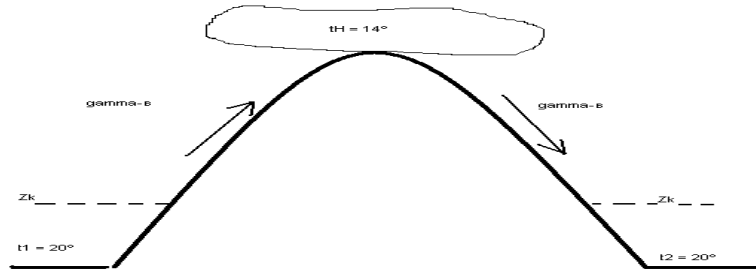


Рис. 3. Влажноадиабатический фён.

Т. е. если дело имеем с нисхождением воздуха с нагорья, то можем различать как сухо- (рис. 1, 2), так и влажноадиабатический фёны (рис. 3). Отметим, что ни сухо-, ни влажноадиабатический фёны (рис. 1 -3) не являются «сухими» ветрами, они несут лишь тепло на наклонной стороне (за горой). Тем не менее, у подножья горы (перед и за горой) температура не меняется: $t_1 = t_2$.

Случай №3. Рассмотрим более сложный сценарий: подъём влажного воздуха после достижения уровня конденсации осуществляется по «влажной» адиабате ($\gamma_v = 0.006$ град./м) в результате чего образуется облако, на вершине горы выпадает осадок, а затем нисхождение уже обезвоженного, сухого воздуха происходит, естественно, по «сухой» адиабате ($\gamma_a = 0.01$ град /м) из-за выпадения осадков.

В этом случае за горой имеем большую степень нагревания, чем охлаждение при подъёме (перед горой).В результате $t_1 < t_2$. Вот это действительно нагревание воздуха за горой у подножья. Этот вид фёна назовём влажно-сухоадиабатическим, рис. 4.

Т. о. случай № 1 можно назвать сухоадиабатическим фёном, случай № 2 – влажноадиабатическим фёном, а случай № 3 – влажно-сухоадиабатическим фёном – при этом виде фёна имеем действительное потепление и осушение первоначального воздуха во время переваливании горы.

Ещё раз подчеркнём, что из вышесказанного можно заключить, что фёны можно классифицировать на сухоадиабатические, влажноадиабатические и влажносухоадиабатические.

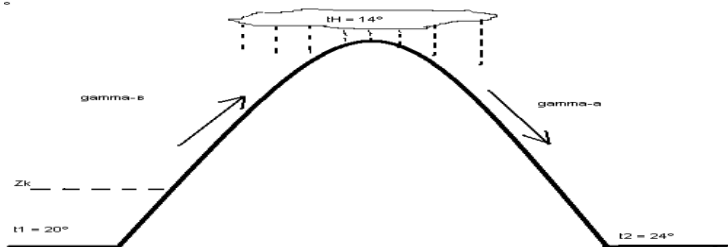


Рис. 4. Влажно-сухоадиабатический фён.

Отметим, что при переваливании воздухом горы не всегда формируется фён – за горой возможны формирование волновых движений (в этом случае появляются волновые облака, «облачные улицы» ...), фёноформированию также препятствует наложение внешних конвективных движений, высокая скорость набегающего (фонового) ветра; из-за высоких скоростей и турбулентности за горой могут образовываться и вихревые движения и т. д.

Фёны часто образуются при переваливании Сурамского хребта, в Альпах (как было сказано выше, оттуда идёт термин «фён»).

Особую роль в формировании климата фёны играют в Чили: вдоль всего этого государства (≈ 7000 км) простираются Кордильеры (высота ≈ 6000 м). При переваливании воздуха с востока на запад формируется система ярковыраженных влажно-сухоадиабатических фёнов (на вершине хребта имеет место выпадение осадков, вследствие чего воздух, поднимающийся по влажной адиабате, опускается по сухой адиабате), что способствует опустыниванию этого огромного даже приокеанского государства.

На таблице №1 (в случае влажно-сухоадиабатического фёна) при разных высотах гор приведены температура на вершине горы при влажноадиабатическом подъёме воздуха, температура воздуха у подножья горы при его сухоадиабатическом спуске и разность температур воздуха перед горой и за горой. Из неё следует, что, например, при переваливании 5000 метрового хребта воздух нагревается на 20°C . Это переброс огромной энергии (фактически, скрытой теплоты конденсации). Именно за счёт неё получают «второе дыхание» облака (особенно, конвективные), тропические циклоны и т. д. Можно считать, что в атмосфере под видом скрытой теплоты конденсации таится нечто, наподобие перпетууму мобиле, которое надобно использовать.

Табл. 1. Зависимость фённых элементов от высоты.

H m	влажноадиабатический подъём $t_H = t_1 - \gamma_w/H$	сухоадиабатический спуск $t_2 = t_p - \gamma_a/H$	$t_2 - t_1^{\circ}$
1000	14	24	4
2000	8	28	8
3000	2	32	12
4000	-4	36	16
5000	-10	40	20

Что касается численного моделирования фёнов отметим, что несмотря на то, что разработанная нами двухмерная модель мезометеорологического пограничного слоя атмосферы (МПСА) является плоской [6], всё равно можно имитировать фёнообразные процессы. Известно, что конвекции бывают, в основном, двух типов: принудительная и свободная. В случае вышеупомянутых фёнов при переваливании горы воздухом мы имеем принудительную конвекцию, т. е. набегающий поток действительно принуждает воздух обтекать гору. Но при свободной конвекции в случае плоской задачи имеем аналогичное восхождение и опускание воздуха, но по другой причине, т.е. из-за соответствующей стратификации атмосферы. И здесь возможны все три вышеупомянутые вида фёна. Думаем, что в этом случае поля температуры должны быть более смазаны, чем в вышерассмотренных фёнах, т. к. восходящие и нисходящие потоки пространственно расположены ближе друг к другу, чем в случае вынужденной конвекции (здесь между восходящим и нисходящим воздухом имеем гору в качестве теплоизоляции).

Итак, рассмотрим двухмерную (в плоскости x-z) задачу о МПСА. Исходные уравнения, краевые и начальные условия имеют следующий вид:

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

$$\frac{\partial \pi}{\partial z} = \lambda \vartheta, \tag{2}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \tag{3}$$

$$\frac{d\vartheta}{dt} + Sw = \frac{L}{c_p} \Phi + \Delta' \vartheta, \tag{4}$$

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

$$\frac{dv}{dt} = \Phi + \Delta' v, \tag{6}$$

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

где u, w – горизонтальная и вертикальная составляющие скорости ветра, p, ϑ, q – возмущения давления, температуры и удельной влажности от их фоновых значений, соответственно, v – удельная водность, λ, S – параметры атмосферной плавучести и стратификации, γ_q – вертикальный градиент фонового q , Φ – скорость конденсации водяного пара, L – скрытая теплота конденсации, c_p – удельная теплота сухого воздуха при постоянном давлении, μ, ν – горизонтальный и вертикальный коэффициенты турбулентности.

Граничные и начальные значения имеют такой вид:

$$\text{Апри } z = 0 \quad u = 0, \quad w = 0, \quad \vartheta = F(x, t), \quad q = 0, \quad v = 0, \quad c = 0, \quad (7)$$

где $F(x, t)$ температура подстилающей поверхности МПСА:

$$F(x, t) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq 32 \text{ km}, \quad 48 \text{ km} < x \leq 80 \text{ km}, \\ 5 \sin \omega t & 32 \text{ km} \leq x \leq 48 \text{ km}, \end{cases} \quad (8)$$

здесь ω угловая скорость суточного вращения земли.

$$\text{при } z = Z \quad u = 0, \quad \pi = 0, \quad \vartheta = 0, \quad \frac{\partial q}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial v}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial c}{\partial z} = 0, \quad (9)$$

$$\text{при } x = 0, X \quad \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial v}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial c}{\partial x} = 0, \quad (10)$$

где X, Z – горизонтальная и вертикальная границы МПСА.

В качестве контроля приводим изолинии метеополей (θ, u, w, v), полученных на основе нашей модели для неаномальных, ординарных процессов при следующих параметрах: $\mu = 10^4 \text{ m}^2/\text{sec}$, $\nu = 10 \text{ m}^2/\text{sec}$, $f=0.95$.

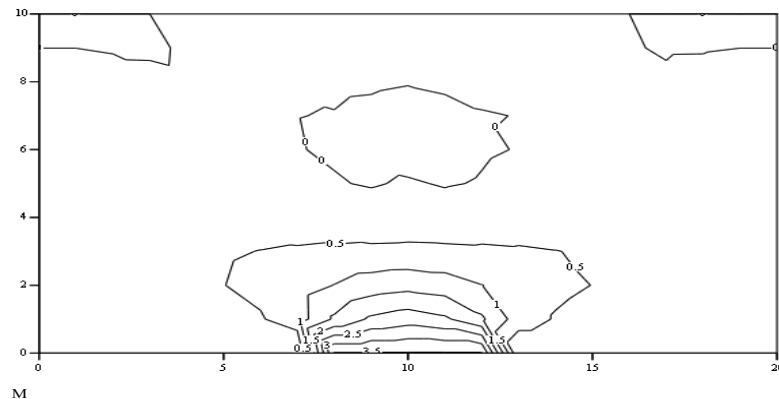


Рис. №5. Изолинии температуры, ϑ ($t=9$ час.).

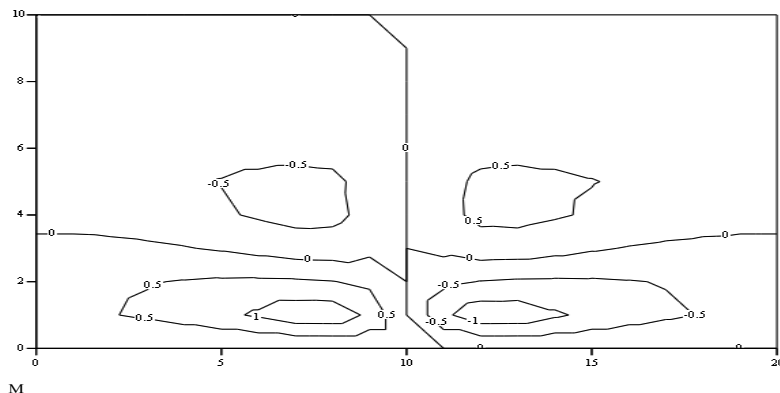


Рис. №6. Изолинии горизонтальной скорости, u (м/сек), ($t=9$ час.).

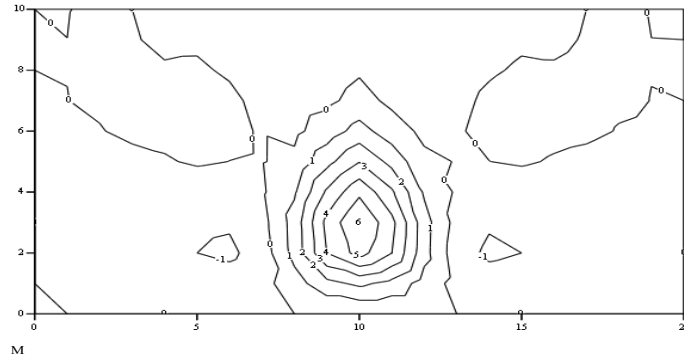


Рис. №7. Изолинии вертикальной скорости, w (см/сек), ($t = 9$ час.).

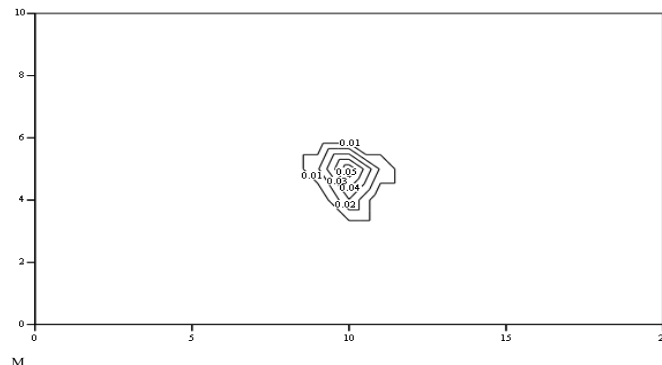


Рис. №8. Изолинии удельной влажности, v (г/кг), ($t = 9$ час.). Fig.

Для имитации влажно-сухоадиабатического фёна в момент , когда имеем максимальную влажность (t^*), программно убираем воду (зануляем относительную влажность f), т. е.

$$\text{при } t = t^* \quad f = 0 \quad (11)$$

где f относительная влажность.

Первые пристрелочные численные эксперименты по имитации влажно-сухоадиабатического фёна дали обнадеживающие результаты.

ლიტერატურა – REFERENCES –ЛИТЕРАТУРА

1. Сулаквелидзе Г. К. Ливневые осадки и град. – Л.: Гидрометеоиздат, 1967, 409 с.
2. Гутман Л. Н. Введение в нелинейную теорию мезометеорологических процессов–Л.: Гидрометеоиздат, 1969, -295 с.
3. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии.
4. Хргиан А. Х. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969, 647 с.
5. Воронцов П. А. Аэрологические исследования пограничного слоя атмосферы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1960, 451 с.
6. Geladze G. Numerical modelling of an ensemble of humidity processes and their interconversion in atmosphere. Reports of enlarged session of the seminar of I. Vekua Institutii of applied mathematics, v. 25, 2011.

უაკ 551.551.1, 551.575-6

ფიონების კლასიფიკაციისა და რიცხვითი მოდელირების შესახებ/გელაძე გ. შ., ბეგალიშვილი ნ. ა., ბეგალიშვილი ნ. ნ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი შრომათა კრებული. 2014, ტ120. გვ.16-21 - რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. დეტალურადაა გამოკვლეული ფიონების გენეზისი. ისინი კლასიფიცირებულია მშრალადიაბატურ, ნოტიოდიაბატურ და ნოტიო-მშრალადიაბატურ ფიონებად. დასმულია ამოცანა ფიონების რიცხვითი მოდელირების შესახებ ატმოსფეროს ბრტყელი, ორგანზომილებიანი მეზომასშტაბური სასახლვრო ფენის ფარგლებში. ამოცანა რიცხვითი რეალიზაციის სტადიაზეა. ვიდეოულია პირველი დადებითი რეზულტატები.

About classification and numerical modelling of Foehns. Geladze G. Sh., Begakishvili N. A., Begakishvili N. N./Transaction of the Institut of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2014,-T.120. pp.16-21., Russ . Summ.: Georg., Eng., Russ.

Genesis of Foehns is in detail investigated. They are classified on dryadiabatic, mostadiabatic and most-dryadiabatic Foehns. It is stated a problem about numerical modelling of Foehns in frame of a flat, two-dimensional mesoscale boundary layer. The problem is at a stage of numerical realisation. The first encouraging results are received.

УДК551.551.1, 551.575-6

О классификации и численном моделировании фёнов. Геладзе Г. Ш., Бегалишвили Н. А., Бегалишвили Н. Н./Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2014.-т.120.-с.16-21 - Рус ., Рез. Груз., Анг., Рус

Подробно исследован генезис фёнов. Они классифицированы на сухоадиабатические, влажноадиабатические и влажно-сухоадиабатические фёны. Поставлена задача о численном моделировании фёнов в рамках плоской, двухмерной задачи о мезопограничном слое атмосферы. Задача находится на стадии численной реализации. Получены первые обнадеживающие результаты.

უაკ: 551.501.8

ელჩქეპური პროცესების სივრცულ-დროითი ვარიაციები კახეთის რეგიონში

ი.მკურნალიძე, მ.ტატიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

კახეთის რეგიონი მოიცავს კახეთის ვაკეს, რომელიც განლაგებულია მდინარე ალაზნის ორივე ნაპირის გასწვრივ და ესაზღვრება ერთი მხრიდან დიდი კავკასიის სამხრეთ ციკაბო კალთებს და მეორე მხრიდან კი ცივკომბორის ქედის ჩრდილო კალთებს. უკანასკნელი წარმოადგენს იორის ზეგანის გაგრძელებას. ზეგანის სამხრეთ-აღმოსავლეთში კი გადაშლილია შირაქის და ელდარის სტეპები.

ალაზნის ველის კლიმატზე არსებით გავლენას ახდენს მისი მოსაზღვრე ქედები. ველის განლაგება ქედებს შორის და მისი აღმართი, ხელს უწყობს ველზე შემოსული ჰაერის მასების კონვერგენციას და მათში აკუმულირებული ტენის კონდენსაციას. ს. გუნიას კვლევების [1] თანახმად, ხშირ შემთხვევაში ინტენსიური პროცესების დროს, ელჩქეპები გადადის გომბორის ქედზე და მიემართება თელავსა და გურჯაანისაკენ. ზოგჯერ გადაადგილება ალაზნის ორივე ნაპირით ყვარლის და ლაგოდეხის მიმართულებით. იმავე კვლევის თანახმად თვითონ ცივკომბორის ქედი წარმოადგენს შიდამასიური ელჩქეპების წარმოქმნის კერას. ელჩქეპს, როგორც წესი, თანმოსდევს სეტყვა, რომელსაც დიდი ზარალი მოაქვს რეგიონის სოფლის მეურნეობისათვის.

წარმოდგენილი კვლევის მასალად აღებულია ელჩქეპური მახასიათებლების საშუალოდ 70-წლიანი პერიდის დაკვირვების კახეთის რეგიონში განლაგებული 10 მეტეოსადგურის საშუალოთვიური და წლიური მონაცემები [2].

ცხრილი: 1. ელჩქეპური აქტივობის საშუალო წლიური მახასიათებლები

N	მეტეო სადგური	სიმაღლე ზღ.დ. (მ)	ელჩქეპიან დღეთა რიცხვი		ხანგრძლ. (სთ)		პერიოდი (დღ.)	განმუხტ. რაოდ. (1კმ ²)	
			\bar{n}	max	\bar{n}	max		\bar{n}	max
			1	წნორი	223	35		53	77
2	ლაგოდეხი	302	44	65	142	218	8	7.3	8.0
3	გურჯაანი	410	37	55	114	177	6	7.0	7.7
4	ყვარელი	443	40	59	60	127	4	7.2	7.8
5	ახმეტა	567	39	56	54	151	9	7.1	7.7
6	თელავი	568	48	69	119	179	11	7.5	8.1
7	შირაქი	515	38	52	57	123	5	7.1	7.6
8	სიღნაღი	795	38	49	90	160	4	7.1	7.5
9	დედოფლის წყარო	800	35	56	101	168	6	7.1	7.7
10	საგარეჯო	802	36	54	61	108	5	7.0	7.7
	საშუალოდ ერთ სადგურზე		39	57	86	147	~7	7.2	7.7

ცხრილიდან ჩანს, რომ კახეთის რეგიონში ელჩქეპიან დღეთა საშუალოწლიური რიცხვი 35 - 50 ინტერვალშია, მაქსიმალური კი 50 - 70-ში. ყველაზე მეტად ელჩქეპიანი დღეები დაიკვირვება თელავში, ლაგოდეხში და ყვარელში. საკმაოდ დიდი ელჩქეპური ხანგრძლივობით გამოირჩევა ლაგოდეხი. ხანმოკლე ელჩქეპები დაიკვირვება ახმეტაში. ელჩქეპიან დღეების უწყვეტი რაოდენობა აღწევს 9-11 ახმეტაში და თელავში. რაც ეხება განმუხტვების რაოდენობას ის მთელ რეგიონში 1კმ 7-8 აღწევს, ყველა ამ პარამეტრების მიღებული მნიშვნელობები მიგვითითებენ რეგიონის საკმაოდ ელჩქეპსაშიშროებაზე.

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში წარმოდგენილია ელჩქეპიან დღეთა რიცხვის სეზონური განაწილება.

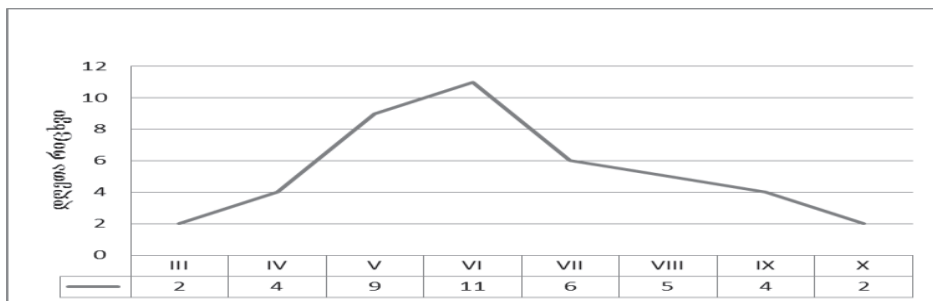
ცხრილიდან ჩანს, რომ კახეთში ყველაზე მეტი ელჩქეპიანი დღე დაიკვირვება მაისში და ივნისში. ეს ასახულია შემდეგ გრაფიკზე:

ამრიგად, კვლევის შედეგები გვიდასტურებს კახეთის რეგიონის მაღალ ელჩქეპსაშიშროებას [3]. ეს იმას ნიშნავს, რომ სხვადასხვა სამრეწველო ობიექტების, ენერგომატარებლების, მაღალი ძაბვის ხაზების, ელექტრომწოდებლობის დაზიანების ალბათობა იზრდება. ელვა მრავალი ტიპის ზემოქმედებით აზიანებს ობიექტებს. ცნობილია თერმული ზემოქმედება, ელექტროდინამიკური, ელექტროჰიდრავლიკური, პირდაპირი

დარტყმით ჭარბი ძაბვის გაჩენა, ინდუცირებული ჭარბი ძაბვა, ელექტროსტატიკური ინდუქცია, მაღალი პოტენციალის შემოჭრა, ე.წ. გრუნტზე სრიალა დენის გაჩენა და ა.შ [4]. არ უნდა დაგვავიწყდეს ისაც, რომ ელვა ადამიანის სიცოცხლესაც საფრთხეს უქმნის.

ცხრილი 2. ელჭექიან დღეთა რიცხვის სეზონური (III-X თვეები) განაწილება კახეთის რეგიონში.

სადგური \ თვე	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
წნორი	2	4	9	9	5	5	3	2
ლაგოდეხი	1	4	9	11	7	6	5	3
გურჯაანი	2	4	10	10	7	5	4	2
ყვარელი	1	3	9	11	7	6	4	2
ახმეტა	1	4	10	10	6	6	4	3
თელავი	2	6	11	12	8	6	4	3
შირაქი	2	4	8	10	7	5	4	2
სიდნაღი	2	5	9	11	8	6	4	3
დედოფლის წყარო	2	4	9	10	6	5	4	2
საგარეჯო	1	3	9	10	6	5	4	2
საშუალო ერთ სადგურზე	2	4	9	10	7	6	4	2



მიღებული შედეგები შესაძლო გამოყენებულ იქნეს ამინდის, კლიმატის სხვადასხვა მოდელის შექმნისას, სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში და ელვადაცვის უზრუნველყოფისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Гуния С.У. Грозовые процессы в Закавказье. Гидрометиздат. 1960, 156стр.
2. Holle R.H., Lopez R.E., Arnold L.J., Endres J., 1996.- Insured Lightning-Caused Property Damage in three Western States. J. Appl. Meteor.,vol 35, #8, August, pp. 1344-1351.
3. ამირანაშვილი ა., ბერიტაშვილი ბ., მკურნალიძე ი. აღმოსავლეთ საქართველოში ელჭექიან დღეთა რიცხვის მრავალწლიური ვარიაციები. ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები. თომი №21, 2003, გვ. 134-149
4. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащита. Изд. ФИЗМАТЛИТ, ISBN 5-9221-0082-3, 2001, 308стр.

უაკ: 551.501.8

ელჭექური პროცესების სივრცულ-დროითი ვარიაციები კახეთის რეგიონში ი.მკურნალიძე, მ.ტატიშვილი/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2014, ტ.120. გვ.22-24 - ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში განხილულია ელჭექური პროცესები კახეთის რეგიონში მოქმედი მეტეოსადგურების დაკვირვების მონაცემების გამოყენებით. სტატისტიკური მახასიათებლების საშუალებით გამოკვლეულია რეგიონის ელჭექური აქტივობა.

Thunderstorm process spatial-temporal variation on Kakheti region I. Mkurnalidze, M. Tatishvili / Transaction of the Institut of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2043,-T.120. pp.22-24 - Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

The thunderstorm processes have been reviewed based on meteostation observation data in Kakheti region in presented article. Using statistical parameters region thunderstorm activity has been investigated.

УДК: 551.501.8

Пространственно-временные вариации грозовых процессов в Кахетском регионе И. Мкурналидзе, М. Татишвили/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2014, т.120,с.22-24 Груз. Рез. Груз., Англ., Рус.

Грозовые процессы были рассмотрены на основе данных метеостанция наблюдений в регионе Кахети в представленной статье. С использованием статистических параметров была исследована грозовая активность региона

ჰაერის სინოტივე იმერეთის რეგიონში

ნ. ჭელიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

სინოტივე კლიმატის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ელემენტია. მისი ძირითადი მახასიათებლებია წყლის ორთქლის პარციალური წნევა (ჰპა) და ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე (%).

საქართველოს რთული ფიზიკურ - გეოგრაფიული პირობების გამო, სინოტივის მახასიათებლების სივრცული განაწილების სურათი ძალზე რთულია. წყლის ორთქლის პარციალური წნევის განაწილება შეესაბამება ტემპერატურის განაწილებას-მისი უდიდესი მნიშვნელობები აღინიშნება შავი ზღვის სანაპირო ზოლში და დასავლეთ საქართველოში. ზღვიდან დაშორებისა და ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად წყლის ორთქლის პარციალური წნევა კანონზომიერად კლებულობს. ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე საქართველოს ტერიტორიაზე იცვლება ფართო დიაპაზონში. მისი უდიდესი საშუალო წლიური მნიშვნელობები (80-82%) აღინიშნება სანაპირო რაიონებში, ხოლო უმცირესი (65-70%) - აღმოსავლეთ საქართველოში. დროსა და სივრცეში შეფარდებითი სინოტივე იცვლება მრუდწიროვნად, რაც აიხსნება ჰაერის ნოტიო და გაჯერებული ფენების შეღარებით მშრალ ფენებთან მონაცვლეობით.

სინოტივის მახასიათებლების სივრცითი - დროითი განაწილება მრავალრიცხოვან ლიტერატურაშია გამოკვლეული, ჩვენ ავლნიშნავთ მხოლოდ მონოგრაფიული ხასიათის შრომებს, სადაც მათი განზოგადოებაა მოცემული [1,2,4]. აღსანიშნავია აგრეთვე ახლახან გამოცემული ატლასი [3], სადაც წარმოდგენილია სინოტივის მახასიათებლების რამოდენიმე რუკა, მათ შორის ჩვენი 3 რუკა.

ამჟამად, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში მიმდინარეობს სამეცნიერო პროექტის შესრულება, სადაც გათვალისწინებულია საქართველოს ცალკეული რეგიონების კლიმატის და კლიმატური რესურსების კვლევა. გასულ წელს დასრულდა იმერეთის რეგიონის გამოკვლევა, სადაც ჩვენ შევასრულეთ სინოტივის მახასიათებლების - წყლის ორთქლის პარციალური წნევის და შეფარდებითი სინოტივის იმერეთის ტერიტორიაზე განაწილების გეოგრაფიული კანონზომიერებების გამოკვლევა.

ცხრილში 1 წარმოდგენილია წყლის ორთქლის პარციალური წნევის წლიური სვლა იმერეთის რეგიონის სხვადასხვა გეოგრაფიულ პუნქტში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, ისევე როგორც, ჰაერის ტემპერატურა, წლიურ სვლაში უმცირეს მნიშვნელობებს ზამთარში, ხოლო უდიდესს - ზაფხულში აღწევს. ამასთანავე, ტემპერატურის მსგავსად სიმაღლის ზრდით პარციალური წნევა კლებულობს, რაც კარგად ჩანს ცხრილ 1. - ის მონაცემებიდან.

ამავე ცხრილის ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ პარციალური წნევის საშუალო წლიური მნიშვნელობა რეგიონის ტერიტორიაზე იცვლება 8 ჰპა-დან 12-13 ჰპა-მდე ფარგლებში. ამრიგად, პარციალური წნევის საშუალო წლიური მნიშვნელობის ამპლიტუდა აღემატება 4 ჰპა-ს, რაც საკმაოდ მაღალი მნიშვნელობაა.

ცხრილი 1. ჰაერის წყლის ორთქლის პარციალური წნევა (ჰპა)

სადგური, სიმაღლე, მ	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ჭუთაისი, 114	6.0	6.2	7.0	9.6	13.5	17.6	21.6	21.4	17.4	12.4	9.0	6.8	12.4
სამტრედია, 28	6.6	6.8	7.7	10.1	14.4	18.6	22.3	22.5	18.5	13.4	9.8	7.3	13.2
ტყიბული, 593	5.4	5.5	6.2	8.5	12.2	15.7	19.2	18.7	15.0	10.9	7.8	6.0	10.9
მთა-საბუეთი, 1242	4.3	4.4	5.0	6.8	10.0	12.5	15.2	14.8	12.1	8.9	6.5	4.8	8.8

წყლის ორთქლის ტერიტორიული განაწილების დეტალურ სურათს იძლევა ჩვენს მიერ შემუშავებული რუკები (იხ. ნახ. 1). წყლის ორთქლის პარციალური წნევა მერყეობს 4-დან 7 ჰპა ფარგლებში, ისევე, როგორც ტემპერატურა. ის უდიდესია კოლხეთის დაბლობზე. აღმოსავლეთით, აგრეთვე ჩრდილოეთით და სამხრეთით ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად ის მცირდება. რეგიონის ტერიტორიაზე ჰაერის პარციალური წნევა მაღალია და 15-

22 პპა ფარგლებში იცვლება. ის უდიდესია აგრეთვე კოლხეთის დაბლობზე, ხოლო უმცირესია მთიან ზონაში - აჭარა-იმერეთისქედზე.

გაზაფხულზე ყველა მეტეოროლოგიური სადგურისათვის შეიმჩნევა პარციალური წნევის ზრდა თვიდან - თვემდე 3-4 პპა-ით. ზაფხულის შემდეგ პარციალური წნევა მონოტონურად ეცემა ყველა თვისა თუ სადგურისათვის ისევე 2,0-3,0პპა-ით, შემოდგომის თვეებში ეს სხვაობა 5 პპა-ს აღწევს.

ჰაერის სინოტივის აგრეთვე მნიშვნელოვანი მახასიათებელია შეფარდებითი სინოტივე. ის წარმოადგენს ჰაერში შემავალი წყლის ორთქლის პარციალური წნევის შეფარდებას გაჯერებული წყლის ორთქლის პარციალურ წნევასთან, იმავე ტემპერატურაზე და იზომება პროცენტებში (%). ეს პარამეტრიც ასევე წარმოადგენს კლიმატის ცვალებად ელემენტს. დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე, ცირკულარულ პროცესებზე, ღრუბლიანობაზე, ქარის რეჟიმზე, ოროგრაფიაზე და ა.შ. როგორც ბევრ სხვა მეტეოელემენტს, ფარდობით ტენიანობას ახასიათებს სეზონური სვლა, თუმცა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ადგილობრივ პირობებზე. მაგალითად, კოლხეთის დაბლობზე ის უდიდესია ზაფხულში და უმცირესი ზამთარში, ხოლო მთებში (მთა-საბუეთი) მაქსიმუმს ზამთარში აღწევს (ცხრილი 2).

ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია აბსოლუტური ტენიანობის მნიშვნელობების განაწილება იმერეთის რეგიონისთვის. მისი მნიშვნელობა მერყეობს 4-10 მბ-მდე. მაქსიმუმით კოლხეთის დაბლობზე, მინიმუმით მთებში.

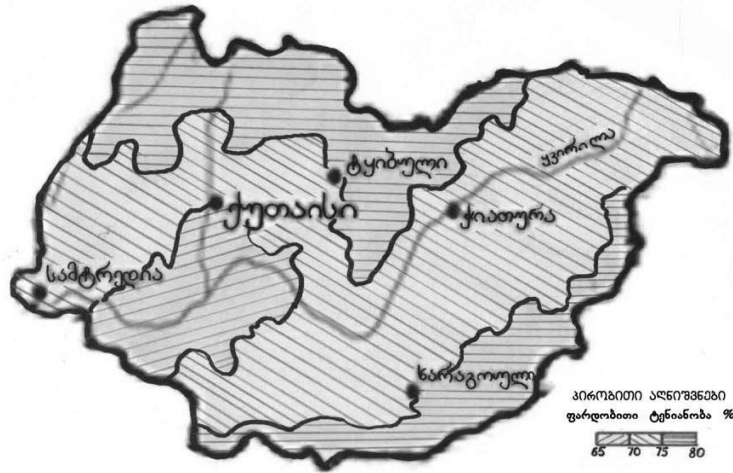
ცხრილი 2 ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა (%)

სადგური, სიმაღლე(მ)	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ქუთაისი, 114	68	68	69	66	72	72	76	75	74	71	65	64	70
სამტრედია, 28	76	75	73	72	73	75	78	80	81	79	72	72	76
ტყიბული, 593	73	72	72	69	70	74	79	76	74	73	68	62	72
მთა-საბუეთი, 1242	86	86	84	79	80	82	85	82	84	84	85	84	83

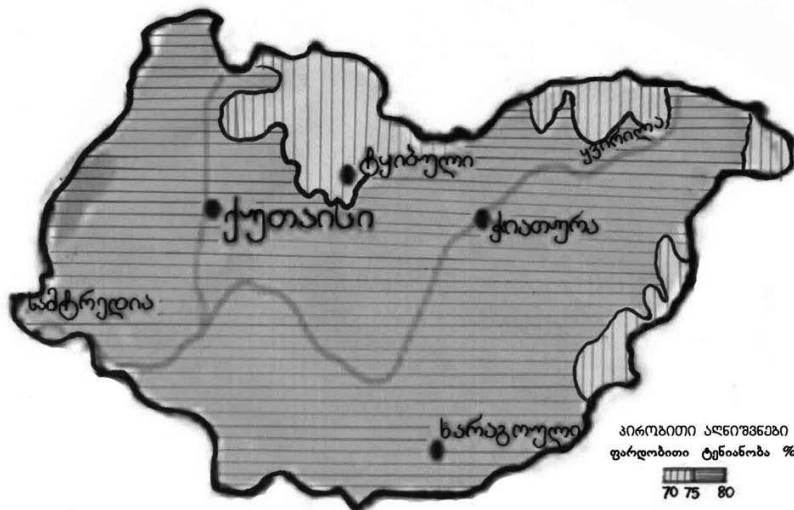


ნახ. 1. წყლის ორთქლის დრეკადობის წლის საშუალო მნიშვნელობათა განაწილება იმერეთის რეგიონისთვის.

ნახ. 2 და ნახ. 3-ზე წარმოდგენილია ჰაერის შეფარდებითი სინოტივის იმერეთის ტერიტორიაზე განაწილების რუკები.



ნახ. 2. ფარდობითი ტენიანობა იანვრის თვის საშუალო მნიშვნელობათა განაწილება იმერეთის რეგიონისთვის.



ნახ. 3. ფარდობითი ტენიანობა ივლისის თვის საშუალო მნიშვნელობათა განაწილება იმერეთის რეგიონისთვის.

იანვარში (ნახ.2) დასავლეთ საქართველოში ტენიანობა დიდ საზღვრებში მერყეობს 65-80 %.

ივლისის თვეში (ნახ. 3) ფარდობითი ტენიანობის მნიშვნელობების საზღვრები მერყეობს 70-80 % ფარგლებში. ეს მნიშვნელობები დაიკვირვება იმერეთის ტერიტორიის უმეტეს რაიონებში. შესამჩნევია საერთო კლების ტენდენცია დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ, აგრეთვე, მიმდებარე მთისწინა და მთიან რაიონებში.

შეფარდებითი სინოტივის დღე-ღამური მსვლელობისას, როგორც მოსალოდნელი იყო, უმცირესი მნიშვნელობა აღინიშნება შუადღისას, რაც აიხსნება ტემპერატურის შედარებით მაღალი ფონით.

ჰაერის სინოტივის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია დღეთა რიცხვი სინოტივის სხვადასხვა მნიშვნელობით. ლოდესაც შეფარდებითი სინოტივე ნაკლებია 30%-ზე, მას მშრალ დღეს უწოდებენ. ასეთი დღეთა რიცხვი რეგიონის ტერიტორიაზე 8-50-ია, მაქსიმუმით კოლხეთის დაბლობზე და მინიმუმით მთებში. შედარებით მეტია ნოტიონ დღეთა რიცხვი, როდესაც შეფარდებითი სინოტივე 80%. ასეთი დღეები შეადგენს 67-161-ს, შესაბამისი მინიმუმის და მაქსიმუმის ადგილები შეცვლილია - მინიმუმი კოლხეთის დაბლობზე, ხოლო მაქსიმუმი - მთებში (ცხრილი 3).

ამრიგად, ჩატარებული გამოკვლევის საფუძველზე გამოვლენილია წყლის ორთქლის პარციალური წნევის და შეფარდებითი სინოტივის განაწილების ძირითადი კანონზომიერებები იმერეთის ტერიტორიაზე.

ცხრილი 3. მშრალი (შეფარდებითი სინოტივე 30%) და ნოტიო (80%) დღეთა რიცხვი

სადგური, დღეთა რიცხვი	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	ქუთაისი												
მშრალი (30%)	3.5	3.7	5.8	7.8	5.8	3.9	2.1	3.6	3.6	2.9	3.4	4.8	50.9
ნოტიო (80%)	9.1	8.1	8.0	6.7	5.1	3.6	4.3	3.9	4.6	5.4	6.2	7.2	72.2
	სამტრედია												
მშრალი (30%)	1.2	1.0	2.7	4.7	3.0	1.4	0.7	0.9	0.8	0.4	1.2	1.8	19.8
ნოტიო (80%)	9.5	7.6	7.4	5.6	4.2	3.0	3.0	3.7	4.6	5.6	6.1	7.6	67.9
	ტყიბული												
მშრალი (30%)	2.9	2.5	3.3	6.6	4.0	2.5	1.2	2.0	1.7	2.8	4.0	4.2	37.7
ნოტიო (80%)	10.7	9.2	9.6	8.4	6.9	5.9	7.2	5.8	5.6	6.5	6.8	8.8	91.4
	მთა-საბუეთი												
მშრალი (30%)	0.8	0.6	0.7	2.2	0.5	0.2	0.2	0.9	0.3	0.5	0.8	0.8	8.5
ნოტიო (80%)	21.6	18.1	16.4	11.3	10.0	9.3	11.3	8.5	8.3	12.3	16.3	18.3	161.7

ლიტერატურა – REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. ელიზბარაშვილი. საქართველოს კლიმატური რესურსები. თბილისი, 2006.
2. კორძახია მ. საქართველოს ჰავა. თბ., 1961.
3. საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი. 2011.
4. Климат и иклиматические ресурсы Грузиимат 44(50) 1971

უაკ – 551.521

ჰაერის სინოტივე იმერეთის რეგიონში /ნ. ჭელიძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2014, ტ.120. გვ.25-28 - ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გამოკვლეულია ჰაერის სინოტივის სივრცითი-დროითი სტრუქტურა იმერეთის რეგიონის ტერიტორიაზე. გაანალიზებულია წყლის ორთქლის პარციალური წნევის და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის წლიური სვლის თავისებურებანი, შედგენილია მათი სივრცობრივი განაწილების რუკები და გამოვლენილია მათი განაწილების გეოგრაფიული კანონზომიერებები, გამოკვლეულია მშრალ და ნოტიო დღეთა რიცხვის წლიური და სეზონური სვლის კანონზომიერებები.

UDC 551.521

Air humidity in the territory of Imereti / N. Chelidze / Transaction of the Institut of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2043,-T.120. pp.25-28 - Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

In the territory of Imereti is prospected spatiotemporal structure of air humidity. Are analyzed special aspects of partial pressure of water vanstoning and annual movement of relative air humidity, are drawn up maps of their positional relation and is revealed regularity of their geographic distribution, is prospected currency regularity of annual and seasonal change of dry and damp days.

УДК 551.521

Влажность воздуха в регионе Имерети / Н. Челидзе / Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2014, т.120с.25-28. Груз. Рез. Груз., Англ., Рус.

Исследована пространственно-временная структура влажности воздуха на территории региона Имерети. Проанализированы особенности парциального давления водяного пара и годового движения относительной влажности воздуха, составлены карты их пространственного распределения и выявлена закономерность их географического распределения, исследована закономерность течения годовой и сезонной смены числа сухих и влажных дней.

იმერეთის რეგიონის ჰელიოენერგეტიკული რესურსები

ლიასამიძე ც., სამუკაშვილი, რ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

საქართველოს ტერიტორიაზე ჰელიოენერგეტიკული რესურსების განაწილების რუკები პირველად შედგენილი იქნა 1959 წელს გ. მელიას [1] და 1963-1971 წლებში ი. ცუცქირიძის [2,3] მიერ, რის შედეგად დადგინდა, რომ საქართველოს გააჩნია მნიშვნელოვანი ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალი, რომელიც შეიძლება წარმატებით იქნას გამოყენებული სხვადასხვა სისტემის და სიმძლავრის ჰელიოდანადგარების გამოყენების პირობებში.

მომდევნო პერიოდში (1987) საქართველოს ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული პოტენცი-ალის კომპლექსური შეფასების, მისი დარაიონების მეთოდური საფუძვლები და ჰელიო-ენერჯის განაწილების მსხვილმასშტაბიანი სქემატური რუკები დამუშავებული იქნა ჰიდრო-მეტეოროლოგიის ინსტიტუტში [4]. ამ ნაშრომში წინა პერიოდის შრომებისგან განსხვავებით ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის ტერიტორიული განაწილების დადგენის მიზნით გამო-ყენებულია მზის პირდაპირ და ჯამურ რადიაციებზე, მზის ნათების ხანგრძლივობაზე, ღრუბ-ლიანობაზე, ჰაერის ტემპერატურაზე და ქარის სიჩქარეზე მნიშვნელოვნად გაზრდილი ხანგრძლივობის დაკვირვების რიგები. დაკვირვებების მასალა დამუშავდა წინა შრომებისგან განსხვავებით სტატისტიკური და ალბათური ანალიზის მეთოდების გამოყენებით, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად გაიზარდა მზის რადიაციის მახასიათებლების, მზის ნათების ხა-ნგრძლივობის და სხვა აუცილებელი მეტეოროლოგიული ელემენტების სივცულ-დროითი გა-ნაწილების თავისებურებების და კადასტრული შეფასებების სიზუსტე. [4]-ში მოცემული ჰელიოენერგეტიკული რესურსების ტერიტორიული განაწილების რუკა არ ითვალისწინებს საქართველოს მთიანი რელიეფის მიკროკლიმატურ, ლანდშაფტურ და ოროგრაფიულ თავ-ისებურებებს, მაგრამ მისი შედგენისას მაქსიმალური ასახვა ჰპოვა საკვლევი ტერიტორიის ზოგადმა ფიზიკურ-გეოგრაფიულმა ხასიათმა და მისმა გავლენამ მზის კადასტრის მახა-სიათებლებზე. საქართველოს და კერძოდ იმერეთის რეგიონის ძლიერ დანაწევრებული რე-ლიეფის ისეთი ელემენტებისათვის, როგორცაა სხვადასხვა ექსპოზიციის და დახრილობის ფერდობები, რადიაციული მახასიათებლების (მზის პირდაპირი და ჯამური რადიაცია) განსაზღვრის მიზნით შეიძლება გამოყენებული იქნეს [5,6,7]-ში ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე (0,4-3,8კმ დიაპაზონში) რვა ორიენტაციის და 0-15-30-45-60-75-90 დახრილობის ფერდობებზე მრავალწლიური დაკვირვებების მასალების ანალიზის შედეგად მიღებული გადამთვლელი კოეფიციენტების სიდიდეები.

[4]-ში საქართველოს და კერძოდ იმერეთის ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული რესურ-სების დონით კომპლექსურ დარაიონებას საფუძვლად დაედო ისეთი რეპტენენტატული მახა-სიათებლები, როგორცაა ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის დღე-ღამური (I,VII), თვის მიხედვით (I,VII), სეზონური (V,IX), წლიური ჯამები. ჯამური რადიაცი-ის დღეღამური (I,VII), თვის მიხედვით (I,VII), წლიური ჯამები (მჯ/მ2). მზის ნათების ხანგრძლივობის დღეღამური (I,VII), თვის მიხედვით (I,VII), სეზონური (V,IX) და წლიური ჯამები (სთ), საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა, (I,VII) (ბალებში), საერთო ღრუბლიანობით მოწმენდილ დღეთა რიცხვი წელიწადში, ჰაერის საშუალო თვის მიხედვით ტემპერატურა (°C) იანვარში და ივლისში. იმ ხუთი ჰელიოენერგეტიკული ზონიდან, რომლებიც გამოყოფილია ჰელიოენერგეტიკული რესურსების ტერიტორიული განაწილების სქემატურ რუკაზე [4] იმერეთის ტერიტორია ძირითადად აღმოჩნდა მეოთხე და ნაწილობრივ მესამე ზონაში.

მეოთხე ზონა მოიცავს ძირითადად კოლხეთის დაბლობის აღმოსავლეთ ნაწილს. აქ მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამები ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მერყეობენ იანვარში: დღეღამეში 2-4, თვეში 80-100, სეზონში 1600-1700, წელიწადში 2600-2700მჯ/მ²-ის ფარგლებში. ივლისში ამ მახასიათებლის სიდიდე მერყეობს 9-11 (დღეღამე) და 300-350 (თვე) მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

ჯამური რადიაციის ჯამები იცვლებიან იანვარში 5-6 (დღეღამე), 160-170 (თვე) 4500-4800 (წელიწადი) მჯ/მ-ის საზღვრებში, ივლისში კი შესაბამისად-20 (დღეღამე) და 550-600 (თვე) მჯ/მ-ის საზღვრებში. მზის ნათების ხანგრძლივობა მერყეობს იანვარში 3-4 (დღეღამე), 90-100 (თვე), 1050-1100 (V-IX) და 1900-2100 (წელიწადი) საათის ფარგლებში. ივლისში ამ მახასიათებ-ლის სიდიდე შესაბამისად მერყეობს 6-7 (დღეღამე) და 200-250 (თვე) საათის ფარგლებში. სა-ერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა მერყეობს იანვარში 7.0-7.5, ივლისში 6.0-6.5 ბალის საზ-

ღერებში. წელიწადის განმავლობაში საერთო ღრუბლიანობით მოწმენდილ დღეთა რიცხვი მერყეობს 40-50-ის საზღვრებში. ჰაერის ტემპერატურა მერყეობს იანვარში 5.0-6.0, ივლისში 22-24.0-ის საზღვრებში. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ მზის რადიაციის კადასტრის ისეთი მნიშვნელოვანი კომპონენტის, როგორცაა ჯამური რადიაციის წლიური ჯამები, ჩვენს მიერ კოლხეთის დაბლობის აღმოსავლეთ ნაწილში და წინამთაში განლაგებული რიგი პუნქტებისათვის (სამტრედია, ვანი წყალტუბო, ქუთაისი, ხარაგაული, საჩხერე, ტყიბული, წიფა) გამოთვლილი წლიური ჯამების $\Sigma Q_{\text{წ}}$ სიდიდეები (მერყეობენ 4400-4800მჯ/მ საზღვრებში) იმყოფებიან ამ მახასიათებლისათვის [4]-ში დადგენილი ცვლილებების დიაპაზონში. წინამთაში განლაგებული ზოგიერთი პუნქტისათვის კი (სადგური წიფა) ჩვენს მიერ გამოთვლილი $\Sigma Q_{\text{წ}}$ -ს სიდიდე აღემატება 5200მჯ/მ-ს, რის გამოც ეს სადგური განეკუთვნება [4]-ში მოყვანილი ჰელიოენერგეტიკული დარაიონების მესამე ზონას, სადაც $\Sigma Q_{\text{წ}}$ -ს სიდიდეები მერყეობენ 5000-5200მჯ/მ-ის საზღვრებში.

მეოთხე ზონაში ჰელიოდანადგარების მუშაობის ხანგრძლივობა მერყეობს წელიწადში 1700-1800, ზაფხულის პერიოდში (VI-VIII) 550-650 საათის, მოცდენების ხანგრძლივობა კი შესაბამისად 6900-7000 (წელიწადი) და 1600-1650 (VI-VIII) საათის საზღვრებში. ამ ზონისათვის არსებული კადასტრის მაჩვენებლები უზრუნველყოფენ მათი ცალკეული სახეობების გამოყენებას.

მესამე ზონა მოიცავს კოლხეთის დაბლობის წინამთას, რომელიც შემოფარგლულია რაჭის, მესხეთის და ლიხის ქედებით. ამ ზონაში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის თვიური (I,VII) ჯამები $\Sigma S_{\text{წ}}$ იცვლებიან შესაბამისად 100-დან 120მჯ/მ²-მდე (I) და 350-დან 400მჯ/მ²-მდე (VII), სეზონური ჯამები (V-IX)-1700-დან 1800მჯ/მ²-მდე, წლიური ჯამები-2700-დან 2800მჯ/მ²-მდე. ამავე ზონაში ჯამური რადიაციის თვიური ჯამები $\Sigma Q_{\text{წ}}$ (I) და $\Sigma Q_{\text{წ}}$ (VII) იცვლებიან 220-დან 230მჯ/მ²-მდე (I) და 600-დან 650მჯ/მ²-მდე (VII), წლიური ჯამები $\Sigma Q_{\text{წ}}$ კი 5000-დან 5200მჯ/მ²-მდე. მზის ნათების ხანგრძლივობა მერყეობს: თვეში 120-130 (I) და 250-270 (VI), სეზონში 1100-1200 (V-IX), წელიწადში 2000-2200 საათის ფარგლებში. საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა იცვლება იანვარში 6.0-6.5 ბალამდე, ივლისში კი 5.0-5.5 ბალამდე. საერთო ღრუბლიანობით მოწმენდილ დღეთა რაოდენობა წელიწადში მერყეობს 50-60-ის ფარგლებში. ამ ზონაში არსებული კადასტრის მახასიათებლები უზრუნველყოფენ მცირე და საშუალო ზომის ჰელიოდანადგარების რაციონალურ გამოყენებას.

ლიტერატურა-REFERENS-ЛИТЕРАТУРА

1. Мелия Г.Т. Гелиоэнергетические ресурсы Грузинской ССР, Тбилиси, Изд-во. ГССР, 1959.
2. Цуцкиридзе Я.А. Солнечный кадастр Грузии Труды Зак НИГМИ вып. 12, 1963.
3. Цуцкиридзе Я.А. Ресурсы солнечной энергии.- В кк:- Климат и климатические ресурсы Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1971.
4. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии, Л., Гидрометеиздат, 1987.
5. Самукашвили Р.Д. К вопросу приближенного расчёта сумм суммарной радиации на клонях в горных районах Кавкпза, Труды ВГИ, вып. 57, Л., Гидрометеиздат 1985.
6. Самукашвили Р.Д. Прямая солнечная радиация на клонях в условиях Большого Кавкпза, Труды ВГИ, вып. 62, Л., Гидрометеиздат 1985.
7. Самукашвили Р.Д. Оценка условий практического использования лучистой энергии солнца в условиях Кавказа, Труды ВГИ, вып. 73, Л., Гидрометеиздат 1988.

შპს 551.502.4

იმერეთის რეგიონის ჰელიოენერგეტიკული რესურსები/სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ც./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2014.-ტ.120.-გვ.29-31 -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გაანალიზებულია ჰელიოენერგეტიკული რესურსების ტერიტორიული განაწილების თავისებურებები.

HIDROMETEOROLOGICAL RESOURCE REGION OF IMERETI /Samukashvili R.D.,Diasamidze Ts.O./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2014. -vol. 120. – pp29-31.- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

Regularity of territorial distribution of Helioenergetical resurce region of Imereti.

ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В РЕГОНЕ ИМЕРЕТИ/Самукашвили Р. Д., * Диасамидзе Ц. О./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. - 2014.- т. 120 .-с.29-31 -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Проанализированы особенности территориального распределения гелиоэнергетических ресурсов В регионе Имерети.

ნისლი იმერეთის რეგიონში

დიასამიძე ც.ო, სამუკაშვილი, რ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

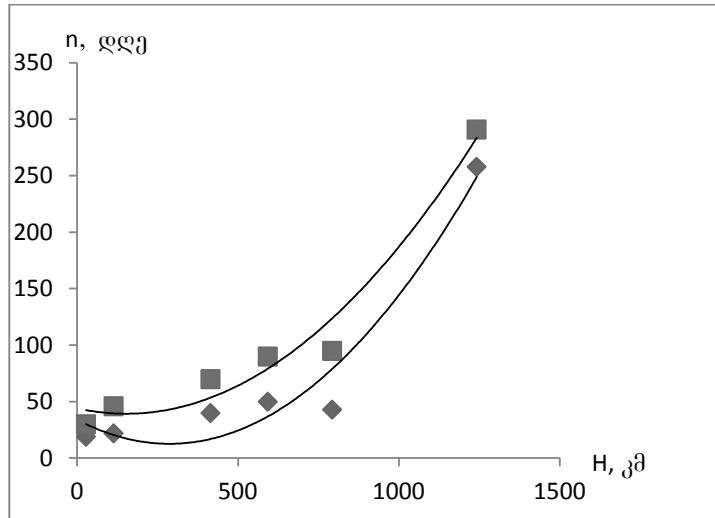
ნისლი განეკუთვნება საშიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენათა რიცხვს, ის ამცირებს მხედველობის სიშორეს 50 მეტრამდე და მეტად (ძლიერი ნისლი), რითაც უარყოფითად მოქმედებს ტრანსპორტის ყველა სახეობის ნორმალურ ფუნქციონირებაზე. იგი ასევე უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე თერმორეგურაციის პროცესებზე.

გენეზისის პირობებზე დამოკიდებულებით ნისლი შეიძლება იყოს შიდამასიური და ფრონტალური, შიდამასიური ნისლის სახეობებია: ადვექციური და რადიაციული ნისლი. მთიან რაიონებში ხშირად აღინიშნება ადვექციური ნისლის ნაირსახეობა-ფერდობების ნისლი. უნდა აღინიშნოს, რომ ნისლის ცალკეულ სახეობებს შორის მკვეთრი ზღვარი არ არსებობს, რადგანაც მათ წარმოშობაში მონაწილეობს მეტეოროლოგიური ფაქტორების მთელი კომპლექსი. იმერეთის ტერიტორიაზე ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობა მოცემულია ცხრილ 1-ში [1,2].

ცხრილი 1.ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობა

სადგური	H (მ)	ო კ კ												წელი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ტყიბული	593	2	1	2	3	3	1	2	1	0.3	0.7	0.8	18	
სახხერე	415	0.9	0.9	0.3	0.3	0.04	0.1	0.1	0.04	0.4	1	1	6	
ხონი	114	0.3	0.6	0.4	1	1	0.6	0.3	0.3	0.6	0.5	0.3	6	
წყალტუბო	121	0.7	0.4	0.5	1	1	0.3	0.1	0.4	0.4	0.5	0.2	5	
ქუთაისი	114	0.9	1	0.9	2	2	0.8	0.4	0.9	0.6	0.6	0.5	12	
ყორბოული	793	2	2	5	6	4	2	3	2	2	0.8	2	33	
სამტრედია	28	0.5	0.4	0.5	1	1	0.6	0.5	1	2	1	0.6	9	
საქარა	148	0.4	0.3	1	0.9	0.9	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.7	6	
ვანი	46	0.7	0.2	0.6	1	0.9	0.2	0.4	0.6	0.8	2	0.4	8	
დიმი	200	0.1	0.7	2	3	3	0.6	0.7	0.5	0.2	0.2	0.5	12	
მთა საბუეთი	1242	23	21	23	20	20	21	24	22	21	22	21	258	
ხარაგაული	280	0.5	0.6	0.4	0.1	0.4	0.4	0.05	0.4	0.4	0.3	0.3	4	
სურამი	743	0.7	0.5	0.1	0.1			0.04	0.04	0.04	0.1	0.8	3	
წიფა	673	6	6	6	4	3	1	2	1	0.4	1	3	37	
n_{max}														
ტყიბული	593	12	11	10	8	11	7	15	6	11	2	8	77	
სახხერე	415	3	5	2	2	1	1	2	1	2	4	3	14	
ხონი	114	2	2	3	5	4	4	1	2	4	2	4	12	
წყალტუბო	121	5	2	2	4	5	2	1	2	2	3	2	14	
ქუთაისი	114	4	4	4	5	7	3	4	4	4	2	6	26	
ყორბოული	793	7	5	13	15	10	7	8	10	4	3	4	67	
სამტრედია	28	3	2	3	5	4	2	4	5	9	5	2	18	
საქარა	148	3	3	5	4	6	2	3	3	2	9	3	18	
ვანი	46	5	2	4	6	5	3	5	4	5	5	3	24	
დიმი	200	2	5	7	11	10	5	6	2	2	1	2	24	
მთა საბუეთი	1242	30	27	29	28	27	27	30	29	28	30	28	291	
ხარაგაული	280	3	8	4	1	3	1	1	2	2	2	3	15	
სურამი	743													
წიფა	673	16	13	14	12	12	5	7	7	2	5	8	71	

ნახ.1-ზე წარმოდგენილია წელიწადში ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H დამოკიდებულების გრაფიკული სახე



ნახ.1. წელიწადში ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულება: (■ - 1)- $n_{max}=f(H)$, (◆-2)- $\bar{n}=f(H)$.

დამოკიდებულებები $\bar{n}=f(H)$ და $n_{max}=f(H)$ შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს მაჩვენებლიანი ფუნქციის $y=a/b^x$ სახით, რომელიც გალოგარიტმების შემდეგმიღებს ლგ $y=ლგa+xლგb$ წრფვი განტოლების სახეს, საიდანაც მარტივდება a და b პარამეტრების გამოთვლა. დამოკიდებულებებს $\bar{n}=f(H)$ და $n_{max}=f(H)$ აქვს შემდეგი ანალიზური სახე:

$$\lg \bar{n} = 0.46 + 0.27 \quad (1)$$

$$\lg n_{max} = 1.28 + 0.17 \quad (2)$$

ამ გამოსახულებებში H იცვლება 0.1-1.3კმ-ის ფარგლებში. დამოკიდებულებების ანალიზური სახეების დადგენისას შესაბამის გამოთვლებში გამოყენებული იქნა არა ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის H გრადაციები 0.2კმ ბიჯით (0.1; 0.3; 0.5; ...1.1; 1.3კმ), არამედ მათი შესაბამისი ნატურალური რიცხვების რიგი (1, 2, 3, ... 7). (1) და (2) გამოსახულებებით ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობები წელიწადში განისაზღვრება ლოგარიტმების ცხრილების საშუალებებით. შესაბამისი გამოთვლებიდან ჩანს, რომ (1) და (2) გამოსახულებებით გამოთვლილი \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} -ის სიდიდეები ახლოა შესაბამის სიმაღლეებზე დაკვირვებებით მიღებულ სიდიდეებთან.

გარდა ნისლწარმოქმნელი ზოგადი პროცესებისა, როგორცაა შედარებით ცივ ქვეფენილ ზედაპირზე თბილი ჰაერის მასის მოძრაობა, როდესაც ადგილი აქვს წყლის ორთქლის კონდენსაციას და ადვექციური ნისლის წარმოქმნას, მოწმენდილი ცის პირობებში ქვეფენილი ზედაპირის და ჰაერის მიწისპირა ფენის გაცივება გრძელტალღიანი გამოსხივების შედეგად და მასში არსებული წყლის ორთქლის კონდენსაცია რადიაციული ნისლის წარმოქმნით, ორი სხვადასხვა თერმოჰიგრომეტრიული თვისებების ჰაერის მასების შერევა (ზღვიდან შედარებით თბილი და ნოტიო ჰაერის მასა, ხმელეთიდან კი მშრალი და ცივი ჰაერის მასა), რაც მთავრდება სანაპიროს ნისლის წარმოქმნით, იმერეთის ტერიტორიაზე ნისლიან დღეთა რაოდენობა აგრეთვე დამოკიდებულია ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე და ოროგრაფიის თავისებურებებზე. მთიან რაიონებში ამ ფაქტორების გაგლენით ადგილი აქვს ადვეციური ნისლის ვერტიკალურ ნაირსახეობას—ფერდობების ნისლს, რომელიც წარმოიქმნება შავი ზღვიდან წამოსული ნოტიო ჰაერის ფერდობებზე ასვლისას მისი ადიაბატური გაცივების და მასში არსებული წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგად, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის ნისლიან დღეთა რაოდენობას მთიან რაიონებში. როგორც ცხრილ 1-ში მოყვანილი მონაცემებიდან და ნახ. 1-დან ჩანს, იმერეთის ტერიტორიის დაბლობ ნაწილში ნისლიან დღეთა საშუალო რაოდენობა \bar{n} მერყეობს 3-12 დღის ფარგლებში, ხოლო მაქსიმალურ დღეთა რაოდენობა n_{max} 12-26-ის ფარგლებში დაბალ მთაში (0.6-0.8კმ) სიმაღლეზე ამ მაჩვენებლების სიდიდე მერყეობს შესაბამისად 18-37 და 67-77 დღის

ფარგლებში შუამთის ქვედა საზღვარზე (მთა საბუეთი 1242მ) ეს მაჩვენებლები შესაბამისად ტოლია 258 და 292 დღისა. ე.ი. ადგილის სიმაღლის მატებისას იმერეთის ტერიტორიაზე აღინიშნება \bar{n} და n_{max} -ის მკვეთრი ზრდა.

იმერეთის ტერიტორიაზე არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების ქსელის მრავალწლიური ინფორმაციის ანალიზის შედეგად, გარდა ნისლიან დღეთა საშუალო და მაქსიმალური რაოდენობისა, გაანალიზდა ნისლიან დღეთა გრადაციების განმეორადობა თვეების და წელიწადის მიხედვით, ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა, ნისლების ხანგრძლივობა დღელამის სხვადასხვა დროს. თვეების მიხედვით ნისლიან დღეთა გრადაციების (ინტერვალთ 2 დღე) განმეორადობა (1-2, 3-4, 5-6 დღე და ა. შ.) იმერეთის დაბლობ რაიონში მაქსიმალურია 1-2 დღის გრადაციისთვის. წელიწადში იგი იცვლება ხონში 14%-დან (XI, XII) 50%-მდე (IV), წყალტუბოში 15-18%-დან (XI, XII) 50%-მდე (V), ქუთაისში 17%-დან (XI) 60%-მდე (V), სამტრედიაში 27%-დან (I) 54%-მდე (V), აღსანიშნავია, რომ ნისლიან დღეთა მაქსიმალური განმეორადობა ამ გრადაციისთვის (1-2 დღე) იმერეთის დაბლობ ტერიტორიაზე აღინიშნება ძირითადად მაისში (ხონში კი აპრილში), მინიმალური განმეორადობა კი ძირითადად ნოემბერ-დეკემბერში. რაც შეეხება შუა მთაში განლაგებულ მთა საბუეთის სადგურს, აქ დაბლობი რაიონისაგან განსხვავებით, მნიშვნელოვნად მატულობს ნისლიან დღეთა რაოდენობა. აქ დღეების გრადაციებისათვის 1-2 დღიდან 9-10 დღის ჩათვლით. ნისლიანდღეთაგანმეორადობა ნულის ტოლია. აქ ნისლიან დღეთა განმეორადობა ძირითადად მოდის 11-12 და 27-28 დღის გრადაციების ინტერვალზე. ამასთანავე ერთად ნისლიან დღეთა მაქსიმალური განმეორადობა მოდის დღეების შემდეგ გრადაციებზე: 19-20, 21-22, 23-24 და 25-26 დღე. წელიწადში ნისლიან დღეთა სხვადასხვა რიცხვის განმეორადობა (%) მოცემულია ცხრილ 2-ში.

ცხრილი 2.წელიწადში ნისლიან დღეთა სხვადასხვა რიცხვის განმეორადობა, %

სადგური	დღეთა ინტერვალი										
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55
ტყიბული	18	18	18	25	3	3	3	3	3	3	
სანხურე	35	61	4								
ხონი	41	45	14								
წყალტუბო	38	58	4								
ქუთაისი	4	35	42	15		4					
ყორბოული			4	14	18	11	11	15	15	4	4
სამტრედია	13	33	38	13							
საქარა	54	15	19	8							
ვანი	37	26	19	7	4						
	დღეთა ინტერვალი										
	211-220	221-230	231-240	241-250	251-260	261-270	271-280	281-290	291-300		
მთა საბუეთი	4		12	12	28	16	20	4	4		

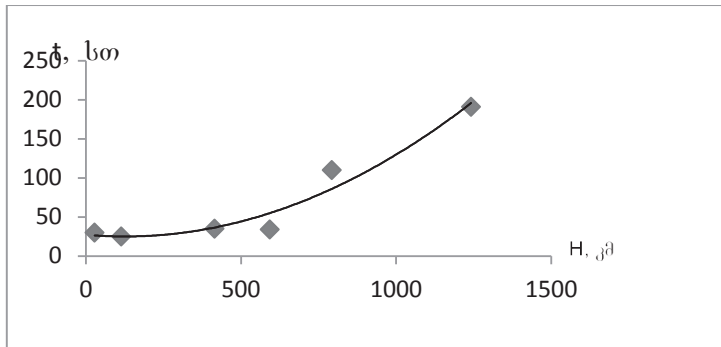
ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა მოცემულია ცხრილ 3-ში.

ცხრილი 3.ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა (სთ)

სადგური	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ტყიბული	5.0	2.4	6.8	7.0	9.8	2.2	2.2	1.2	1.4	0.4	0.5	1.1	40.0
სანხურე	3.3	3.3	2.8	3.5	2.5	0.2	2.3	0.5	0.8	3.2	3.5	9.9	35.5
ქუთაისი	2.9	3.1	1.6	4.9	6.5	1.6	0.4	2.1	1.0	1.5	1.4	1.8	28.8
ყორბოული	8.6	7.9	33.8	37.8	19.4	8.3	12.8	8.7	5.1	2.4	7.6	6.5	158.9
სამტრედია	1.5	1.0	1.6	4.1	3.5	0.9	1.1	3.3	3.2	4.1	1.6	1.1	27.0
საქარა	1.1	1.0	5.2	2.5	2.5	0.7	0.3	0.7	0.5	1.0	0.8	1.1	17.7
მთა საბუეთი	332.2	312.0	334.5	256.1	213.5	203.5	258.3	215.3	202.2	239.3	276.0	269.0	3111.9

როგორც ცხრილ 3-დან ჩანს, ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებისას ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა იზრდება და მთა საბუეთში აღწევს 3111.9 საათს წელიწადში.

დამოკიდებულების $t=f(H)$ (სადაც t არის ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა წელიწადში (სთ), H -ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე (კმ)) გრაფიკული სახე წარმოდგენილია ნახ. 2-ზე.



ნახ. 2 ნისლების საშუალო ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ადგილის სიმაღლეზე $t=f(H)$.

ანალიზურად დამოკიდებულება $t=f(H)$ წარმოდგინება მანვენებლიანი ფუნქციის სახით $y=ab^x$, რომელიც ლოგარითმების შედეგად გარდაიქმნება წრფის განტოლებად: $lgy=lga+xlgb$, რომელიც a და b პარამეტრების სიდიდების მარტივად გამოთვლის საშუალებას იძლევა. დამოკიდებულებას $t=f(H)$ აქვს შემდეგი ანალიზური სახე:

$$lgt=0,74+0,30H \quad (3)$$

ამ განტოლებაში H იცვლება 0,1-0,9კმ-ის ფარგლებში. ამ გამოსახულებით ნისლების საშუალო ხანგრძლივობის გამოსათვლელად ადგილის სიმაღლის (H) გრადაციების ნაცვლად (0,1; 0,3; . . . 0,9კმ) გამოიყენება მათი შესაბამისი ნატულარული რიცხვების რიგი (1,2,3,...5). (3) გამოსახულება საშუალებას იძლევა საკმაო სიზუსტით გამოითვალოს წლების საშუალო ხანგრძლივობა დაბლა მთაში. შუა მთისათვის ნისლების საშუალო რაოდენობა დგინდება ექსტრაპოლაციის გზით.

ლიტერატურა-REFERENS-ЛИТЕРАТУРА

1. საქართველოს სამეცნიერო გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი, ნაწ. 1, თბილისი, 2004.
2. Справочник по климату СССР, вып. 14, Облачность и атмосферные явления, Л., Гидрометеоиздат, 1970.

УДК 551.502.4

ნისლი იმერეთის რეგიონში/სამუკაშვილი რ. დ., დიასამიძე ც. ო./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2014.-ტ.120.-გვ.32-+35 -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გაანალიზებულია ნისლის კლიმატური მახასიათებლების ტერიტორიული განაწილების თავისებურებები.

UDC 551.502.4

A FOG REGION OF IMERETI /Samukashvili R.D.,Diasamidze Ts.O./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2014. -vol. 120. -pp.32-+35 - Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

Regularity of territorial distribution of fogs climatical characteristic is analyzed.

УДК 551.502.4

ТУМАНЫ В РЕГИОНЕ ИМЕРЕТИ /Самукашвили Р.Д., Диасамидзе Ц.О./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2014. - т. 120 . -с.32-35 -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Проанализированы особенности территориального распределения климатических туманов.

მევენახეობა-მელვინეობის აბროკლიმატური პოტენციალი შიდა ქართლში

მელაძე მ.გ.*, გოგიტიძე ვ.მ.**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

**საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის მეზღვების, მევენახეობის და მელვინეობის ინსტიტუტი

შიდა ქართლი მევენახეობა-მელვინეობის განვითარების მხრივ, მდიდარი ისტორიული წარსულის მქონე რეგიონად ითვლება. განსახილველი მიკრორაიონი მდებარეობს შიდა ქართლის რეგიონის სამხრეთ ნაწილში - მდ. მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე, თრიალეთის ქედის ჩრდილო დაქანებებზე. რეგიონში მევენახეობა-მელვინეობის ხარისხოვანი პროდუქციის საწარმოებლად აგროკლიმატური თვალსაზრისით, ძირითადად ხელსაყრელია თრიალეთის ქედის მდ. მტკვრისაკენ მიმართული შტოქედების (ყელეთი, საცხენისი, წერეთი, ქსილისი, საწკებლა) ჩრდილო-დასავლეთი და ჩრდილო-აღმოსავლეთის ექსპოზიციის დაქანებები.

მიკრორაიონი მდებარეობს სუბტროპიკული კონტინენტურიდან ზღვის კლიმატზე გარდამავალ ოლქში, სადაც ზამთარი ზომიერად ცივია, ზაფხული ცხელი. ამალეებულ მთისწინებზე ცხელი ზაფხული თბილი და ხანგრძლივი ხდება. მდ. მდ. ძამა, მაძღება, ტანა, ხეხმელა, თეძამი, კავთურა და ხეკორძულას ხეობების წყალგამყოფთა მთისწინა ზოლში უმეტესად გვხვდება ტყის ყავისფერი და რუხი ყავისფერი ნიადაგები; დაბლობ ნაწილში ძირითადად გავრცელებულია ალუვიური-კარბონატული თიხნარი ნიადაგები. მდ. ტანას ხეობა უჭირავს მცირე სისქის ხირხატიან ტყის ყავისფერ ნიადაგებს. ასეთი ნიადაგები გვხვდება დამრეც ფერდობებზე და დელუვიურ შლეიფებზე. აღნიშნული ტიპის ნიადაგები ხელს უწყობს ვაზის ზრდა-განვითარებას და მაღალ პროდუქტიულობას.

შიდა ქართლის მდ. მტკვრის მარჯვენა ნაპირი, მარცხენასთან შედარებით თბილია [1]. მ.კორძახია [2] ამ ფაქტს კავკასიონის მარადი თოვლისა და მყინვარებიდან (შედარებით მძიმე) ცივი ჰაერის მასების სამხრეთულ დაქანებებზე პერიოდული დაშვებით ხსნის. მისი აღნიშვნით, მოპირდაპირე მარჯვენა მხარეზე - თრიალეთის ქედის ჩრდილო დაქანებებზე ასეთ მოვლენას ადგილი არ აქვს. მტკვრის მარჯვენა ნაპირი, ჩრდილოეთიდან, დიდ მანძილზე (75 კმ-მდე) დაცულია, მარცხენა ნაპირის გასწვრივ მდებარე 800-1200მ აბსოლუტური, 200-600მ შეფარდებითი სიმაღლისა და 6-7 კმ სიგანის კვერნაქის განედური სერიით. მარჯვენა მხარის მეტ თბიერებას განაპირობებს, აგრეთვე ცივი ქარების საპირისპიროდ მიმართული ქედის განშტოებები, რომელთა შორის მოქცეულ ხეობებში, მტკვრის აუზში გაბატონებული ქარები დიფრაქციას განიცდის, სუსტდება და თანდათან ნაკლებად ნოტიო ხდება.

განსახილველ ზონაში ძირითადად გაბატონებულია დასავლეთის (52%) და მისი საპირისპირო აღმოსავლეთის (46%) ქარები. აღნიშნული პროცესი თვალსაჩინო ხდება შტოქედით (საცხენისი) დაცული ადგილიდან, მტკვრის ხეობის დაბლობ ნაწილში განვითარებული მაღალტანთან მცენარეულობაზე რეკონოსცირებული დაკვირვებით.

შიდა ქართლში, მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი 500-600 მმ, სავეგეტაციო პერიოდში 300-400 მმ-ის ფარგლებში იცვლება [3]. მრავალწლიური ნალექები ნაკლები რაოდენობით აღინიშნება (475 მმ) ტანას ხეობაში (ატენი), სავეგეტაციო პერიოდში კი ნალექები 300 მმ-ზე მეტი მოდის. დასავლეთიდან მომართული ატმოსფერული პროცესები მეტად ტენიანია, ვიდრე აღმოსავლური. ამიტომ, აღმოსავლეთისაკენ მიმართული დასავლეთის ქარზურგა ფერდობები შედარებით ნაკლებ დატენიანებულია, ვიდრე დასავლეთისაკენ მიმართული ქარპირა ფერდობები.

დასავლური მიმართულების ფერდობები, აღმოსავლურთან შედარებით ჩვეულებრივ თბილია, რაც იმ გარემოებით აიხსნება, რომ მოწმენდილ დღეებში დღის პირველ ნახევარში მეტად განათებულ აღმოსავლეთ ფერდობებზე აორთქლებაზე მეტი ენერგია იხარჯება. ამავდროულად, ნაწილობრივ გამომშრალი დასავლეთისაკენ მიმართული დღის მეორე ნახევარში მეტად განათებულ ფერდობებზე უფრო დიდი ენერგია იხარჯება მათ გათბობაზე. ასეთი სხვაობები ნაკლებადაა შესამჩნევი დასავლურ ფერდობებზე.

მტკვრის მარჯვენა მხარეს ბუნებრივად შეუშხუნა ღვინომასალების საწარმოებლად მოცემული გვაქვს ენდემური და ზოგიერთი ინტროდუცირებული ვაზის ჯიშების გავრცელების მოკლე აგროკლიმატური დახასიათება.

თავკვერი - ქართლის მასობრივი მოხმარების სუფრის წითელყურძნიანი, საგვიანო სიმწიფის პერიოდის საღვინე ვაზის ჯიშია. ყურძენი ოქტომბრის პირველ ნახევარში მწიფდება. ხარისხოვანი პროდუქცია ზღ. დონიდან 450-600 მ სიმაღლის ფარგლებში მიიღება, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3500°C აღწევს. ყურძნის მარცვლები სქელკანიანი და ხორციანია. მწიფე ყურძენში შაქრიანობა 19-21%, მჟავიანობა 7.5-8.5 გ/დმ³ ფარგლებშია. მიკრორაიონში, 450-550მ სიმაღლის საზღვრებში 3500°C-მდე აქტიური ტემპერატურა 10 წელიწადში 7-8-ჯერ გროვდება.

ჩინური - საშუალო-საგვიანო სიმწიფის პერიოდის თეთრყურძნიანი ვაზის საღვინე ჯიშია. აღნიშნულ მტკერის მარჯვენა მიკრორაიონში კვირტის გაშლა აპრილის შუა რიცხვებიდან დაიკვირვება, ყვავილობა - ივნისის პირველ პენტადაში, ყურძნის სიმწიფე აგვისტოს მესამე დეკადის დადგომიდან იწყება. ყურძენი სრულ სიმწიფეში შედის ოქტომბრის შუა რიცხვებამდე. კვირტის გაშლიდან სიმწიფის დაწყებამდე საჭიროა 2400°C-მდე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. მოცემული ჯიში ხირხატიან ყავისფერ, მდელოსა და ყომრალ ნიდაგებზე იძლევა 17-21% შაქრიანობისა და 8-10 გ/დმ³ მჟავიანობის ღვინომასალას, რომლისგანაც მზადდება მაღალხარისხოვანი ევროპული ტიპის სუფრისა და ბუნებრივად შუშუნა „ატენური“ ტიპის ღვინოები. შემადგენელ ადგილებში კი - მიიღება საკუპაჟე ღვინომასალა ბუნებრივად შუშუნა (შამპანური ტიპის) ღვინოების დასამზადებლად.

გორული მწვანე (სინ. ქვიშხური) - საშუალო, საგვიანო სიმწიფის პერიოდის, თეთრყურძნიანი საღვინე ვაზის ჯიშია, კვირტის გაშლას და ყურძნის სიმწიფეს 2-3 დღით გვიან, ხოლო ყვავილობას ორი დღით ადრე იწყებს, ვიდრე ჩინური. ამ ჯიშს ახასიათებს შაქრის დაგროვების მეტი (2%) უნარი, ოდნავ ნაკლები მჟავიანობა (0.5გ/დმ³), ვიდრე ჩინურს. სრულ სიმწიფეში ყურძნის შაქრიანობა 21-23%, ცალკეულ ადგილებში უფრო მეტსაც აღწევს. ამიტომ მიკროზონაში, სადაც აგროკლიმატური პირობები, ჩინური ყურძნის მოსამწიფებლად არასაკმაოა გორული მწვანე უნდა გაშენდეს. ღვინომასალა განსაზღვრულ შემთხვევაში გამოიყენება საკუპაჟედ, როგორც სუფრის, ისე შუშუნა (შამპანური ტიპის) ღვინოების დასამზადებლად.

ბუდეშური თეთრი - თეთრყურძნიანი, საშუალო სიმწიფის პერიოდის, საღვინე ვაზის ჯიშია. ყურძენი სრულ სიმწიფეს 2-3 კვირით ადრე იწყებს (შედარებით ჩინურთან), რისთვისაც საჭიროა 3150°C-მდე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. სექტემბრის მესამე დეკადაში ყურძნის შაქრიანობა 17-19%, მჟავიანობა კი - 6-8 გ/დმ³ შეადგენს. ბუდეშური თეთრისაგან ცალკე დაყენებული ღვინო ნაკლებსხეულიანი და ხანგრძლივად შენახვისუნაროა. ბუდეშური თეთრი იძლევა ხარისხოვან ღვინომასალას, როგორც სუფრის, ისე შუშუნა ღვინის დასამზადებლად.

ალთოტე (სინ. მუხრანული) - ფრანგული თეთრყურძნიანი, ადრეული პერიოდის საღვინე ვაზის ჯიშია. ყურძენი სრულ სიმწიფეში შედის სექტემბრის პირველ ნახევარში. ცქრიალა ღვინოების დასამზადებლად ყურძნის შაქრიანობა 19%, საერთო მჟავიანობა 8-10 გ/დმ³ შეადგენს. მაღალხარისხოვანი სუფრის ღვინის მისაღებად ყურძენი იკრიფება 19-21% შაქრიანობისა და 8-9 გ/დმ³ მჟავიანობისას. ყურძნის სიმწიფე მოსალოდნელია 2400°C აქტიური ტემპერატურათა ჯამის დროს, ხოლო ტექნიკური სიმწიფე 2800°C აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის დაგროვებიდან.

პინო (თეთრი და შავი) - საადრეო სიმწიფის პერიოდის ფრანგული საღვინე ვაზის ჯიშებია; დარაიონებულია საქართველოს მევენახეობის ყველა რაიონში. ყურძნის მომწიფება აგვისტოს პირველ დეკადაში, 2300°C აქტიური ტემპერატურის ჯამის დროს, ხოლო სიმწიფე სექტემბრის შუა რიცხვებამდე, 2700-2800°C დაგროვებიდან აღინიშნება. ამ ჯიშის პროდუქცია გამოიყენება სუფრისა და შუშუნა (შამპანური ტიპის) ღვინომასალების დასაყენებლად. შუშუნა ღვინოების დასამზადებლად მიკრორაიონში ყურძენი სექტემბრის დასაწყისში იკრიფება, ხოლო სუფრის ღვინის დასაყენებლად - ორი კვირის დაგვიანებით. სრულ სიმწიფეში მათი ყურძნის შაქრიანობა სუფრის ღვინოსათვის 20-22%, მჟავიანობა 7-8 გ/დმ³ შეადგენს.

შარდონე - ფრანგული თეთრყურძნიანი, ადრეული პერიოდის ვაზის ჯიშია, როგორც მაღალხარისხოვანი პროდუქციის მომცემი სუფრისა და შუშუნა (შამპანური ტიპის) ღვინის მწარმოებელი - პერსპექტიულია შიდა ქართლის მიკრორაიონის მთისწინებზე. ყურძენი იკრიფება სექტემბრის პირველ ნახევარში. მწიფე ყურძენი შეიცავს 18-22% შაქარს და 8-10

გ/დმ³ ტიტრულ მუავიანობას. შუშხუნა ღვინოსათვის მოცემული ჯიშის ყურძენი სექტემბრის პირველ პენტადაში იკრიფება.

ფრანგული ვაზის ჯიშები (ალიგოტე, შარდონე, პინო - თეთრი, შავი) წარმატებით შეგვიძლია გავავრცელოთ ზონებში, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 2800-3000°C ფარგლებშია. ასეთი რაოდენობის ტემპერატურათა ჯამი შიდა ქართლში - მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე 950-1000 მ სიმაღლემდე გროვდება.

ყველა დახასიათებული ჯიშის სითბოსადმი მოთხოვნილების სიმაღლითი საზღვრების დიფერენცირება-კონსტანტირებისათვის, ჩვენს მიერ შედგენილი იქნა რეგრესიის განტოლება:

$$\Sigma t = 4393 - 1.66H,$$

სადაც Σt - ტემპერატურათა ჯამია, H - ზღ. დონიდან აბსოლუტური სიმაღლე. ზემომითითებულ მიკრორაიონში, ზღ. დონიდან 450-100 მ სიმაღლემდე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3650-2700°C ფარგლებშია. ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურა 10°C-ზე ზევით მდგრადი გადასვლა აპრილის მეორე ნახევრიდან დაიკვირვება, ხოლო ქვევით ოქტომბრის მეორე ნახევარში. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 205-160 დღეს შეადგენს, უთბილესი თვის საშუალო ტემპერატურა - 19.5-23.5°C; ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი 500-650 მმ, სავეგეტაციო პერიოდში 300-430 მმ ფარგლებშია.

მიკრორაიონში, დღისა და ღამის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ადგილის გეოგრაფიულ განედზე, პორიზონტის გახსნილობაზე და მზის დახრილობაზე. საცდელ მიკრორაიონში ჩრდილო განედის 42°00' და აღმოსავლეთ გრძედის 44°00' კოორდინატებზე (სკრა), სავეგეტაციო პერიოდში დღის ხანგრძლივობა II საათიდან 15 საათის და 15 წუთის საზღვრებში იცვლება. მცენარეთა მწვანე მასის მიერ ნივთიერებათა შეთვისების (ასიმილაცია) პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს მზის „ამოსვლიდან“ (დისკოს ზედა კიდე) „ჩასვლამდე“ პერიოდში ჰაერის ტემპერატურის თანდათანობით მატებას. დღის მაღალი ტემპერატურები ხელს უწყობს ფოტოსინთეზის სრულყოფილად წარმართვას. ქლოროფილი, სხივური ენერჯის შთანთქმის დახმარებით ქმნის რთულ ორგანულ და არაორგანულ ნივთიერებებს -ნახშირორჟანგი, ნახშირწყალი და სხვ., რასაც მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს ბუნებრივად ცქრიალა (შამპანური ტიპის) ღვინომასალების წარმოებისათვის. ყურძნის მარცვლებში შაქარდაგროვებაზე მნიშვნელოვნად მოქმედებს ჰაერის ტემპერატურის დღეღამური ამპლიტუდა; ე.ი. დღის საათებში - მაქსიმალურ და ღამით მინიმალურ ტემპერატურებს შორის სხვაობა. ყურძნის სიმწიფის პერიოდში (VIII-X) მიკრორაიონში დღეღამური ამპლიტუდა 10.0-10.6°C ფარგლებში იცვლება. ამპლიტუდის მატებით ხდება ყურძნის მომწიფების პერიოდის შემოკლება და მათში შაქარდაგროვების ინტენსიური მატება.

რადიაციის ინტენსივობა მჭიდროდაა დაკავშირებული მზის ნათების ხანგრძლივობასთან, რომელიც შიდა ქართლის ცენტრალურ ნაწილში (სკრა, გორი) მეტად ხანგრძლივია და წლიურად 2340 სთ, ხოლო სავეგეტაციო პერიოდში 1735 სთ უდრის.

მიკრორაიონში, ჩრდილოეთის მხრიდან ცივი ჰაერის მასების უშუალო შემოდინებას კვერნაქის სერი იცავს. ამასთან, თრიალეთის ქედის შტოქედებით, მტკვრის ხეობაში გაბატონებული ქარებისაგან დაცულ ფართობებზე, მრავალწლიური აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურებიდან საშუალო მნიშვნელობა 3-5°C-ით უმჯობესდება, მტკვრის სანაპირო ზოლთან და მარცხენა ნაპირზე არსებულ ზონებთან შედარებით; სადაც ეს პარამეტრი - 17-19°C ფარგლებშია. ხაშურის მუნიციპალიტეტის სოფ. თაგვეთიდან (H=720მ) თბილისამდე (მუხათგვერდი, H=500მ) პირდაპირი ხაზით მანძილი დაახლოებით 100 კმ-ია. შიდა ქართლის ეს ნაწილი მტკვრის მარჯვენა ნაპირს სამხრეთიდან საზღვრავს თრიალეთის ქედის თხემური ნაწილი. უკიდურეს ჩრდილო ნაწილში მდ. მტკვარი გაედინება, რომელსაც მარცხენა შენაკად მდ. დირბისფრონედან მდ. არაგვამდე დაახლოებით 75 კმ მანძილზე (მცხეთამდე) გასდევს კვერნაქის სერი; საცდელ ტერიტორიას დასავლეთიდან, თრიალეთის ქედის ყელეთის შტოქედსა და მარცხენა ნაპირზე ღიხის ქედს შორის გამავალი მტკვრის ვიწრო ხეობა აკრავს; აღმოსავლეთიდან კი - ქართლის ქედსა და საწკეპელას შტოქედს შორის გამდინარე მტკვრის ვიწრო ხეობით ისაზღვრება. მდ. მტკვრის მარცხენა ნაპირზე მდებარე შიდა ქართლის ჰიდროგრაფიული ქსელი ძირითადად წარმოდგენილია თრიალეთის ქედის თხემური ნაწილიდან მომდინარე მარჯვენა შენაკადებით: ძამა, მაძლება, ტანა, ხენმელა, თეძამი, კავთურა და ხეკორძელა. აღნიშნულ მდინარეთა ხეობებს ერთმანეთისაგან გამოყოფს

თრიალეთის ქედიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით მტკვრისაკენ მიმართული შტოქედები: ელეთი, საცხენისი, წერეთი, ქსილისი და საწკეპელა. მიკრორაიონში არსებულ მდინარეთა ხეობების ერთმანეთთან სიახლოვე, რელიეფური, კლიმატური და ნიადაგური პირობების მსგავსება გვაძლევს საფუძველს - ჩვენს მიერ მდ. მაძლებასა (სკრა) და ტანას (ატენი) ხეობებში ვაზზე ჩატარებული გამოკვლევები სიმაღლითი საზღვრების თანმიმდევრულად, აპრიორულად განვაზოგადოთ მიკრორაიონის სხვა მდინარეთა ხეობებისთვისაც. სხვადასხვა მიმართულების ღვინომასალების საწარმოებლად ვაზის ჯიშების გაადგილება დაახლოებით ერთნაირ სიმაღლით საზღვრებში უნდა მოხდეს.

შიდა ქართლში, მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე, სიმაღლითი ზონალობის მიხედვით, წარმოდგენილია სხვადასხვა მიმართულების ღვინომასალათა საწარმოო მიკროზონების ძირითადი აგროკლიმატური მახასიათებლები.

1. სუფრის ღვინოების საწარმოო მიკროზონა, რომელიც მიკრორაიონში ვრცელდება ზღ. დონიდან 450-600 მ სიმაღლეთა საზღვრებში; მიკროზონა გამოიყენება სუფრის ღვინოების საწარმოებლად. მაღალხარისხოვანი ღვინომასალები მიიღება ჯიშებისაგან: თავკვერი, ჩინური, გორული მწვანე, შავკაპიტო და სხვ. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3650-3500°C. უთბილესი თვეების საშუალო ტემპერატურა 21-23°C, ნალექების წლიური ჯამი 550-650 მმ, სავეგეტაციო პერიოდში 300-400 მმ. ღვინომასალების კონდიცია - 19-21% შაქრიანობა და 7-8გ/დმ³ საერთო მჟავიანობა [4].

2. ბუნებრივად ცქრიალა „ატენური“ ტიპის ღვინოების საწარმოო მიკროზონა - ვრცელდება ზღ. დონიდან 550-650 მ სიმაღლის ფარგლებში. გასავრცელებლად რეკომენდებული ჯიშებია: ჩინური, გორული მწვანე, ბუდეშური თეთრი. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3600-3400°C. უთბილესი თვეების საშუალო ტემპერატურა 22.5-21.0°C. ნალექების წლიური ჯამი 550-600 მმ, სავეგეტაციო პერიოდში 300-400 მმ. ღვინომასალის კონდიცია - 18-20% შაქრიანობა და 7-8გ/დმ³ საერთო მჟავიანობა.

3. ბუნებრივად შუშხუნა და ცქრიალა (შამპანური ტიპის) ღვინომასალების საწარმოო მიკროზონა ვრცელდება ზღ. დონიდან 600-950 მ სიმაღლის ფარგლებში. იგი იყოფა ორ ქვეზონად: 1) ზღ. დონიდან 600-750 მ სიმაღლემდე. აქ გასავრცელებლად რეკომენდებულია: ჩინური, გორული მწვანე, ბუდეშური თეთრი, ალიგოტე, პინო (შავი, თეთრი), შარდონე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3500-3200°C შეადგენს. უთბილესი თვეების ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 20-22°C. ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი 500-600 მმ, ხოლო სავეგეტაციო პერიოდში 350-400 მმ. ღვინომასალის კონდიცია - 17-19% შაქრიანობა და 8-10გ/დმ³ მჟავიანობა. 2) ზღ. დონიდან 750-950 მ სიმაღლის ფარგლებშია არსებული ზონა. აქ გასავრცელებლად რეკომენდებულია: გორული მწვანე, ალიგოტე, ბუდეშური თეთრი, პინო (თეთრი, შავი), შარდონე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3200-2800°C. უთბილესი თვეების საშუალო ტემპერატურა 20.5-19.5°C. ნალექების წლიური ჯამი - 600 მმ, სავეგეტაციო პერიოდში 350-400 მმ. ღვინომასალის კონდიცია - 17-19% შაქრიანობა და 9-11გ/დმ³ საერთო მჟავიანობა [5].

აღვნიშნავთ, რომ სიმაღლითი ზონალობის მიხედვით შერჩეულ მიკროზონებში შესაბამისი ჯიშების განლაგება, ხელს შეუწყობს ისტორიულად ცნობილი „ატენური“ ტიპისა და სხვა მაღალი გემური ღირებულების, უნიკალური ადგილდასახლების ღვინომასალების საწარმოო არეალის აღდგენა-გაფართოებას.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ვახუშტი „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“, თბილისი, 1941, გვ.42-88
2. კოძახია მ. საქართველოს ჰავა. საქართველოს მეცნ. აკადემიის გამომცემლობა, თბილისი, 1961, 246გვ.
3. მელაძე გ., მელაძე მ. საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომც. „უნივერსალი“, თბილისი, 2010, 293გვ.
4. გოგიტიძე ვ., გაგუა გ. სუბტროპიკული მეხილეობის აგროეკოლოგიური თავისებურებანი შიდა ქართლში. ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები. გეოგრაფია და თანამედროვეობა, თბილისი, 2003, გვ.254-259
5. მირველაშვილი მ., გოგიტიძე ვ., კაკაშვილი თ. „დამხსერლოდამ ტფილისამდე“. სსმმ-ის „მოამბე“, ტ.15, 2006, გვ.15-18

УДК 551.502.4

მევენახეობა-მელვინეობის აგროკლიმატური პოტენციალი შიდა ქართლში /მელაძე მ.გ., გოგოტიძე ვ.მ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2014.-ტ.120.-გვ.36-40 -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

შიდა ქართლში, მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე, მთებით შემოსაზღვრულ მდინარეთა ხეობების მთელ ტერიტორიაზე სიმაღლითი ზონების მიხედვით კლიმატური პირობები ერთფეროვან ცვლილებას განიცდის. ღვინომასალების საწარმოებლად გამოყოფილია მიკროზონები: ევროპული ტიპის სუფრის ღვინომასალების, ზღ.დონიდან 450-600 მ, ბუნებრივად ცქრიალა-„ატენური“ ტიპის ღვინომასალების, ზღ.დონიდან 550-650 მ და ბუნებრივად ცქრიალა-შამპანური ტიპის ღვინომასალების, ზღ.დონიდან 650-950 მ.

UDC 551.502.4

AGROCLIMATIC POTENTIAL OF WINE GROWING AND WINEMAKING OF SHIDA KARTLI /Meladze M.G., Gogitidze V.M./ Transactions of the Institut of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2014. -vol. 120. -pp.36-40 - Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

In work about requirement of some grapes varieties to agroclimatic conditions are stated. According to the sums of active temperatures favorable microzones are allocated. From the point of view of winemaking the right coast Shida Kartli can be divided into three microzones: 1. Table wines - 450-600 m above sea level; 2. Naturally-sparkling wines „Atenuri” - 550-650 m a.s.l.; 3. Naturally-sparkling wines of champagne type - 650-950 m a.s.l.

УДК 551.502.4

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВИНОГРАДАРСТВО-ВИНОДЕЛИЯ ШИДА КАРТЛИ /Меладзе Г.Г., Меладзе М.Г./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2014.- т. 120 .-с. -Груз., Рез. Груз., Анг., Рус.

В работе изложены о потребности не36-40которых сортов винограда к агроклиматическим условиям. По суммам активных температур выделены благоприятные микрозоны. С точки зрения виноделия правое побережье Шиды Картли можно разделить на три микрозон: 1. Столовых вин - 450-600 м над уровнем моря.; 2. Природно-игристых вин «Атенури» - 550-650 м н.у.м.; 3. Природно-игристых вин типа шампанского - 650-950 м н.у.м.

უაკ 551.583

კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით ძირითადი სასურსათო კულტურების მოწყვლადობის სცენარები

მელაძე გ.გ., მელაძე მ.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

მსოფლიო მასშტაბით ბოლო სამი-ოთხი ათეული წელია გახშირდა წყალდიდობები, შტორმები და ქარიშხლები, გააქტიურდა მყინვარების დნობა და სხვა სტიქიური მოვლენები. აღნიშნული მოვლენების ცვლილებაში გარკვეული კორექტივები შეაქვს კლიმატის გლობალურ დათბობას, რომელსაც იწვევს ჰაერის ტემპერატურის მატება, რაც დადასტურებულია მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) გამოკვლევებით [1]. IPCC-ის ანგარიშის მიხედვით, ამჟამად დედამიწის მიწისპირა ჰაერის საშუალო ტემპერატურა მომატებულია 0.6°C.

კლიმატის გლობალური დათბობა მეტად საყურადღებო მოვლენაა, ამიტომ საჭიროა გავაცნობიეროთ მისგან მოსალოდნელი პოზიტიური თუ ნეგატიური გამოწვევები. რაც იმას ნიშნავს, რომ უნდა შევძლოთ კლიმატის ცვლილების მართვა, წინააღმდეგ შემთხვევაში არ არის გამორიცხული დაირღვეს ადამიანის არა მარტო ნორმალური ცხოვრების რიტმი, არამედ მისი ურთიერთობა დედამიწასთან, რომლის გამო შეუძლებელი იქნება სიცოცხლის არსებობა (შენარჩუნება).

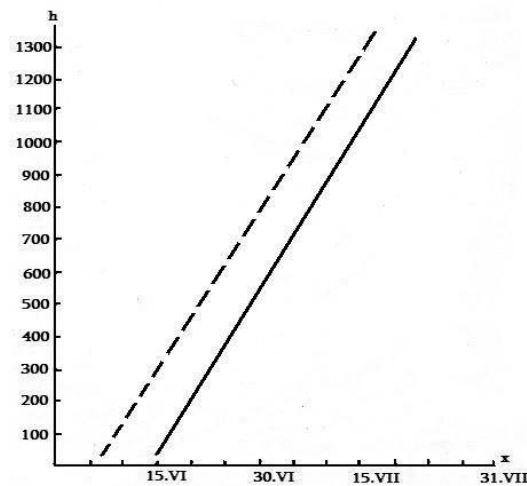
კლიმატის ცვლილების ტენდენცია, ძირითადად გლობალური ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგია. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივი რესურსები (ნახშირი, ნავთობი და სხვა) გონივრულად და მიზნობრივად უნდა იქნას გამოყენებული, აგრეთვე უნდა შეიზღუდოს ავტოტრანსპორტიდან და დიდი საწარმოო ქარხნებიდან გამონაბოლქვები. რადგან ისინი გამოყოფენ დიდი რაოდენობით ნახშირორჟანგა გაზს, რომელიც ატმოსფეროში აკავებს დედამიწის ზედაპირიდან გამოსხივებული სითბურ გრძელტალღოვან (ინფრაწითელ) სხივებს, რის შედეგად მიწისპირა ჰაერში ტემპერატურა მატულობს „სათბურის ეფექტის“ პროცესის ანალოგიურად. აღნიშნულიდან გამომდინარე, დედამიწის მიწისპირა ჰაერში დაიკვირვება გლობალური დათბობა. მი.ბუდიკო [2] აღნიშნავს, რომ ნახშირორჟანგა გაზის მატება ატმოსფეროში თუ გაგრძელდა 2030-2050 წწ., მაშინ იგი გაორმაგდება და ტემპერატურა მოიმატებს 2-3°C-ით, რომლის შედეგად შეიძლება შეიცვალოს მრეწველობის, განსაკუთრებით სოფლის მეურნეობის დარგში წარმოების არსებული სისტემა (აგროტექნიკა, მცენარეთა ზრდა-განვითარების პირობები და სხვა).

კლიმატის გლობალური ცვლილების ტენდენცია მკვლევარების მიერ გამოვლენილია საქართველოს ტერიტორიაზეც, რომლის ინტენსივობა იზრდება დასავლეთ საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკული ზონიდან აღმოსავლეთ საქართველოსაკენ (0.2-0.5°C) შესაბამისად [3, 4]. აღნიშნული ტემპერატურის მატების ტენდენცია თითქოს მცირეა, მაგრამ იგი მომავალში აუცილებლად გასათვალისწინებელია, რადგან არ არის გამორიცხული 4-5 ათეული წლის შემდეგ მოიმატოს 1-2°C-ით და მეტი. ამიტომ წინასწარ უნდა ვიცოდეთ, როგორ ზემოქმედებას მოახდენს მოცემული ტემპერატურები სასურსათო საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლის, ქერის, ჭვავის და სხვა აგროკულტურების ფენოლოგიური ფაზების განვითარების მოწყვლადობაზე (მგრძნობიარობაზე). მოცემული კულტურების ფენოლოგიური ფაზების განვითარებიდან ძირითადია ყვავილობის ფაზა, რადგან მის ნორმალურ განვითარებაზეა დამოკიდებული მოსავალი. იმ შემთხვევაში, თუ ყვავილობის ფაზის პერიოდში დღეღამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 20°C და მეტია, ნორმალურად არ მიმდინარეობს ყვავილების დამტვერიანების (განაყოფიერების) პროცესი. ამ ფაზაში იგი მოწყვლადია (მგრძნობიარეა) აღნიშნულ ტემპერატურაზე, რომლის შედეგად ხორბლეული კულტურების თავთავები (20-30% და მეტი) რჩება დაუმტვერავი და მიიღება „ფშუტე“ მარცვლები, რაც მოსავალზე ძლიერ აისახება.

ჩვენი მიზანია, კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში დავადგინოთ მოცემული კულტურების ყვავილობის ფაზას რამდენად ემთხვევა დღეღამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 20°C-იანი დადგომის პერიოდი. აღნიშნულთან დაკავშირებით, საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლეული კულტურების წარმოების სცენარისათვის ვითვალისწინებთ ტემპერატურის 1 და 2°C-ით მატებას დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოსთვის

(შესაბამისად). ტემპერატურის 2°C-ით მატება ითვალისწინებს აღმოსავლეთ საქართველოში ტემპერატურის მეტი მატების ტენდენციას.

მოცემული მომავლის სცენარები (ტემპერატურის 1 და 2°C-ით მატება, 2030-2050 წწ.), გამოთვლილია ECHAM4 რეგიონალური მოდელით, რომელიც შესრულებულია კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენციისათვის საქართველოს მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში მოცემული მასალებიდან გამომდინარე [3]. გამოყენებულია საქართველოს მეტეოროლოგიურ სადგურებზე ჩატარებული მრავალწლიური დაკვირვებათა მონაცემები, როგორც საბაზისო (მიმდინარე) [5]. კერძოდ, დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 20°C-ის ზევით გადასვლის თარიღები, ასევე სცენარებით ტემპერატურის 1 და 2°C-ის მატებისას. აღნიშნული სცენარები დაკავშირებული იქნა ზღ. დონიდან სიმაღლებთან და დამუშავდა სტატისტიკის მათემატიკური მეთოდით, სადაც გამოვლინდა მჭიდრო კორელაციური კავშირები: საქართველოსათვის (საბაზისო) $r=0.89$, სცენარებით ტემპერატურის 1°C-ით მატებისას $r=0.93$, 2°C-ით მატებისას $r=0.91$ (ნახაზი 1).



— საბაზისო (მიმდინარე)
 - - - - სცენარი, 2°C-ით მატებისას

ნახ. 1 საშუალო ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღის (x) დადგომასა და ზღ.დონიდან სიმაღლეს (h) შორის კავშირი

ნახაზიდან ნათლად ჩანს აღნიშნული მჭიდრო კორელაციური დამოკიდებულებები, სადაც სცენარით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 20°C დაახლოებით 8 დღით ადრე დაიკვირვება საბაზისოსთან (მიმდინარესთან) შედარებით. რაც შეეხება სცენარს, ტემპერატურის 1°C-ით მატებას, იგი იკავებს შუალედურ ადგილს საბაზისო (მიმდინარე) და სცენარით ტემპერატურის 2°C-ის მატებას შორის. აღნიშნული საიმედო კორელაციური კავშირებიდან გამომდინარე, შედგენილია რეგრესიის განტოლებები (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღების განსაზღვრის განტოლებები

საბაზისო (მიმდინარე) საქართველოსათვის	სცენარი, ტემპერატურის 1°C-ით მატებისას დასავლეთ საქართველოსათვის	სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას აღმოსავლეთ საქართველოსათვის
$U=0.0291h+75.37$	$U=0.0306h+70.02$	$U=0.0305h+67.14$

განტოლებებში U - დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღია 1 - აპრილიდან (ანუ დღეთა რიცხვი 1 - აპრილიდან ტემპერატურის 20°C-ზე

გადასვლის თარიღამდე), h - ზღვის დონიდან სიმაღლე (მ). განტოლებით სარგებლობის წესი მარტივია.

მაგალითისათვის. განვსაზღვროთ საგაზაფხულო ხორბლის მწარმოებელ კახეთის რეგიონში, ზღვის დონიდან 500 მ სიმაღლეზე სცენარის მიხედვით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას როდის დადგება დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 20°C. ამისათვის შესაბამის განტოლებაში $U=0.0305h+67.14$ (ცხრ. 1), h-ის ნაცვლად ჩაისმევა მოცემული 500 მ სიდიდე და სათანადო მატემატიკური მოქმედებით მიიღება 82 დღეთა რიცხვი 1 - აპრილიდან ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღამდე. მიღებულ რიცხვი (82) გადაითვლება 1 - აპრილიდან და ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღის დადგომა იქნება 21 ივნისი.

საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლეული კულტურების ყვავილობის პროცესი, რამდენადმე განსხვავებულია დაბლობებზე და ზღვის დონიდან სიმაღლეების მიხედვით. მაგალითად, საშემოდგომო ხორბლეული კულტურების ყვავილობა მიმდინარეობს ზღვის დონიდან 300 მ სიმაღლიდან 800 მ სიმაღლემდე საშუალოდ 30 მაისიდან 10 ივნისამდე; 800 მ-დან 1300 მ სიმაღლემდე 25 ივნისის ჩათვლით, ხოლო 1800 მ-მდე და ზევით 15 ივლისამდე [6] (ცხრილი 2).

ცხრილი 2. საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლეული კულტურების ყვავილობის ფაზების და დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის ვადები

კულტურა	ზღ.დონიდან სიმაღლე (მ)	ყვავილობის ფაზა	საბაზისო (მიმდინარე)	სცენარი, 1°C-ით მატებისას	სცენარი, 2°C-ით მატებისას
საშემოდგომო ხორბლეული	300	30.V	23.VI	18.VI	15.VI
	800	10.VI	8.VII	3.VII	30.VI
	1300	25.VI	22.VII	18.VII	16.VII
	1800	15.VII			
საგაზაფხულო ხორბლეული	300	20.VI	23.VI	18.VI	15.VI
	800	10.VII	8.VII	3.VII	30.VI
	1300	25.VII	22.VII	18.VII	16.VII
	1800	5.VIII			

ცხრილის ანალიზიდან გამომდინარე, ზღვის დონიდან 1300 მ სიმაღლემდე საშემოდგომო და ხორბლეული კულტურების ყვავილობას მითითებულ ვადებში არ ემუქრება არახელსაყრელი დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 20°C და მეტის გავლენა. რადგან იგი დაიკვირვება ყვავილობის ფაზის დამთავრების შემდეგ, ხოლო 1300 მ სიმაღლის ზევით დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 20°C და მეტი ფაქტიურად არ აღინიშნება. რაც შეეხება საგაზაფხულო ხორბლეულ კულტურებს (საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, ჭკავი, შერი), ყვავილობის ფაზა მოცემული სიმაღლეების შესაბამისად აღენიშნებათ 20-30 დღით გვიან საშემოდგომო ხორბლეულ კულტურებთან შედარებით. მაგალითად, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში (აღმოსავლეთ საქართველო) საგაზაფხულო ხორბლის ყვავილობის ფაზა, ზღვის დონიდან 1300 მ სიმაღლეზე მოსალოდნელია საშუალოდ 25 ივნისისათვის. მაშინ, როცა კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში სცენარებით ტემპერატურის 1 და 2°C-ის მატებისას დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის პერიოდი (შესაბამისი განტოლებებიდან გაანგარიშებით) ყვავილობის ფაზამდე, სცენარით 1°C-ის მატებისას სიმაღლეების მიხედვით 2-7 დღით ადრე იწყება, 2°C-ით მატებისას 5-10 დღით ადრე, ხოლო საბაზისო თითქმის ემთხვევა ყვავილობის ფაზას (ცხრ. 2).

მაშასადამე, მოცემული კულტურის ყვავილობის ფაზა აღმოჩნდება 20°C და მეტი დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის პირობებში, რომლის გახანგრძლივებულმა (7-10 დღე) პერიოდმა, შეიძლება არახელსაყრელად იმოქმედოს ყვავილობის დამტკვერიანება-განაყოფიერებაზე. ამიტომ, ასეთ პერიოდში სოფლისა მეურნეობის მუშაკებმა და ფერმერებმა უნდა გაითვალისწინონ აღნიშნული მოვლენა და უზრუნველყონ მცენარეები ყვავილობის ფაზაში ნიადაგის ტენით (მორწყვა, კულტივაცია და სხვა), რაც შეარბილებს მითითებული

ტემპერატურის ზემოქმედებას ყვავილების დამტკვრიანება-განაყოფიერებაზე და ხორბლის მარცვლები დამაკმაყოფილებლად განვითარდება.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Human Development Report - Fighting Climate Change: Human Solidarity Divided Word. Published for the United Nations Development Programme (UNDP), 2007-2008, p.31
2. Будико М.И. Климат в прошлом и будущем. Гидрометеиздат, Л. 1980, с.351
3. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009, გვ.230
4. Tavartkiladze K., Begalishvili N., Tsintsadze T., Kikava A. Influence of Global Warming on the Near-Surface Air Temperature Field in Georgia. Bulletin of The Georgian National Academy of Sciences, vol.6, № 3, 2012, pp.55-60
5. Справочник по климату СССР,. Температура воздуха и почвы. Вып. 14, Гидрометеиздат, Л. 1967, с.373
6. Агроклиматические ресурсы Грузинской ССР. Под. ред. Турманидзе Т.И. Гидрометеиздат, Л., 1978, с.342

Уპაკ 551.583

კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით ძირითადი სასურსათო კულტურების მოწყვლადობის სცენარები /მელაძე გ.გ., მელაძე მ.გ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2014.-ტ.120.-გვ.41-44 -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

მოცემულია კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით (ტემპერატურის 1 და 2°C-ით მატება დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოსათვის, შესაბამისად) საშემოდგომო და საგაზაფხულო კულტურების (ხორბალი, ქერი, ჭვავი და სხვ.) მოწყვლადობის სცენარები.

აღნიშნული კულტურების ყვავილობის ფაზის ვადების დადგენისათვის შედგენილია ჰაერის დღეღამური საშუალო ტემპერატურების 20°C-ზე გადასვლის თარიღების განსაზღვრის რეგრესიის განტოლებები ზღვის დონიდან სიმაღლეების მიხედვით.

UDC 551.583

THE MAIN FOOD CROPS VULNERABILITY SCENARIOS CONSIDERING CLIMATE CHANGE. /Meladze G.G., Meladze M.G./ Transactions of the Institutii of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2014. -vol. 120. -pp.41-44 - Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

winter and spring crops (wheat, barley, rye, etc.) vulnerability scenarios (air temperature increasing by 1 and 2°C for Western and Eastern Georgia, respectively) considering climate change are presented.

For estimation of flowering phase of the mentioned crops the regression equations have been constructed to calculate the dates of average daily temperatures above 20°C according to sea level.

УДК 551.583

СЦЕНАРИИ УЯЗВИМОСТИ ОСНОВНЫХ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА. /Меладзе Г.Г., Меладзе М.Г./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2014.- т. 120 .-с.41-44 -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Даются сценарии (при повышении температуры воздуха на 1 и 2°C для Западной и Восточной Грузии, соответственно) уязвимости озимых и яровых культур (пшеница, ячмень, рожь, и т.д.) с учетом изменения климата.

Для установлении сроков наступления фаз цветении отмеченных культур составлено уравнение регрессии - определения дат среднесуточных температур воздуха выше 20°C в соответствии высоты над уровнем моря.

უაკ 551. 485.215

**ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები სვანეთის საკურორტო ზონაში
კატასტროფული გუნებრივი მოვლენების ბათვალისწინებით**

ს. გორგიჯანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

საქართველო გამოირჩევა თავისი ტურისტული პოტენციალით. მისი ბუნებრივი პირობები და ასევე ისტო-ეთნოგრაფიული ღირშესანიშნაობები ხელს უწყობს ტურისტულ - რეკრეაციული რესურსების განვითარებას. რომელთა ათვისება ინტენსიურად 1960 წლიდან დაიწყო. ამენდა მრავალი ტურისტული ობიექტი, რომელიც ემსახურებოდა როგორც ადგილობრივ, ასევე შემოსულ ტურისტებს. იმ პერიოდში მთავარი მოთხოვნები ტურისტული ობიექტების მიმართ იყო: ა) ტერიტორიის საკურორტო-ტურისტული მეურნეობა; ბ) მატერიალური დარგები სრულად და მნიშვნელოვნად მომსახურებოდა ტურისტებს; გ) ადგილობრივი მოსახლეობის დიდი ნაწილი უნდა ყოფილიყო ჩაბმული ამ ტურისტულ მეურნეობაში;

როგორც ცნობილია, საქართველოში პირველად შვიდი ტურისტული რაიონი შეიქმნა: აფხაზეთი, აჭარა, კოლხეთი, შოვი-უწერა, ბორჯომ-ბაკურიანი, თბილისი და აღმოსავლეთ კავკასიონი. მოგვიანებით ზოგი რაიონი გაფართოვდა. [1]

1990 წლამდე ყველა ეს რაიონი ჩართული იყო ტურისტულ საქმიანობაში. თუმცა ამავე პერიოდში აუთვისებელი იყო სხვა ტურიტულ-რეკრეაციული ტერიტორიები. ასეთი რეგიონები იყო: რაჭა (გარკვეული ნაწილი), მესხეთ-ჯავახეთი, სამაჩაბლო და სვანეთი. ამ რეგიონების ტურიზმის ბიზნესში ჩაბმა კი წარმოადგენდა მნიშვნელოვან წინსვლას ქვეყნის ეკონომიკისათვის. ამიტომ ამჟამინდელი ტურიზმის განვითარების პოლიტიკა მიმართულია იმისკენ რომ სრულად იქნას ათვისებული და დატვირთული ტურისტული ობიექტებით - სასტუმროებით, საოჯახო სახლებით, პოსტელები, კემპინგები, სანატორიუმები და ა.შ.

პირველი რეგიონი რომელიც ათვისების და განვითარების პროცესშია ეს არის სვანეთი, რომელსაც უდიდესი ტურისტული პოტენციალი გააჩნია.

თუ დავეყრდნობით ისტორიულ დოკუმენტებს აღმოჩნდება რომ თვით თამარ მეფე აქ ზაფხულშიც და ზამთარშიც სასურველი სტუმარი იყო. ეს კი იმის მაჩვენებელია რომ კუთხის ტურისტულ პოტენცილზე საუკუნეების განმავლობაში ხდებოდა ორიენტირება. ამჟამად რეგიონში მიმდინარეობს მრავალი ტურისტული ობიექტის მშენებლობა, გაკეთდა საავტომობილო მაგისტრალი.



ფოტო 1, 2. სეტი (მესტიის რაიონი)

თავად სვანეთი კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ კალთაზე მდებარეობს და საქართველოს ყველაზე მაღალმთიანი კუთხეა. იგი დასავლეთიდან ისაზღვრება კოდორის (სვანეთ-აფხაზეთის), სამხრეთიდან – სამეგრელოსა და ლეჩხუმის, ჩრთილოეთიდან – კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედებით. აღმინისტრაციულა მოიცავს მესტიის და ლენტეხის რ-ებს. ეს მონაკვეთი ცნობილია სვანეთის კავკასიონად. მისი სიგრძეა 125 კმ კოდორის ქედიდან ფასის მთამდე. კავკასიის თხემური ნაწილი თანდათან მალდება აღმოსავლეთისაკენ და მაქსიმალურ სიმაღლეს შხარას რაიონში აღწევს. სწორედ აქ არის თავმოყრილი კავკასიონის მთავარი ქედის უმაღლესი მწვერვალები: გისტოლა, თეთნულდი, ჯანდა, შოთა რუსთაველი, შხარა, ნამყვანი, აილამა, წურუნგალა და სხვ. ამ მონაკვეთშივეა

განლაგებული კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის უგრძესი და უდიდესი მყინვარები: ლეხიური, წანერი, ტვიბერი და სხვ. სვანეთის კავკასიონის ტერიტორიაზეა ცნობილი 18 უღელტეხილი. კავკასიონის სამხრული განშტოებებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სვანეთის ქედი, რომელიც მთავარ ქედს გამოეყოფა მ. ნამყვანიდან და ბოლოვდება სოფ. ხაიშთან. მისი უმაღლესი მწვერვალია – ლაჰილი (4010მ). თანამედროვე მყინვარები ძირითადად თავმოყრილია სვანეთის ქედის ცენტრალურ ნაწილში, მათი საერთო რიცხვი 30-მდეა. მთავარი მდინარე სვანეთის ტერიტორიაზე მდ. ენგურია, რომელიც გამოირჩევა თავისი ენერგო პოტენციალით, ბუნებით და ხეობის რელიეფური სირთულით. შხარისა და ენგურის მყინვარების ბოლოდან ენგურის ხეობა სუბმერიდიანული მიმართულებისაა და 12-15 კმ მანძილზე ტროგულ ფორმას ინარჩუნებს, სოფ უშგულის ქვემოთ – 2,5 კმ. მდ. ენგურს მრავალი შენაკადი ერთვის, რომელთაგან აღსანიშნავია მულახის ხეობა. იგი ძირითადად განედური მიმართულებისაა და მასში თავს იყრის ტვიბერის და წანერის მყინვარებიდან ჩამონადენი ნაკადები. [3]

ყოველივე აქედან გამომდინარე სვანეთის ტერიტორია წარმოადგენს საკმაოდ საშიშ ზონას სტიქიური მოვლენების მოქმედებისათვის. აქ ფიქსირდება როგორც წყალდიდობები და მეწყერული ჩამოსვლები, (ფოტო 1) ასევე ქვათაცვენები და თოვლის ზვავების (ფოტო 2) ჩამოსვლები.



ფოტო 1. ბენო-მესტიის გზის ონაკეოთი



ფოტო 2. სვანეთის ზვავში ზონა (თეთნულდი-ადიში)

საქართველოში ბოლო დროს გახშირებული სტიქიური მოვლენების შედეგად დაინგრა 225 საცხოვრებელი სახლი, მათ შორის ლენტეხის რაიონში 75, ცაგერში 37, მესტიის რაიონში 94, ონის რაიონში 2 და ა.შ.

ზემო სვანეთი კი გამოირჩევა წლის განმავლობაში სტიქიური მოვლენების სიხშირით. აქ არის გავრცელებული მეწყერები, ქვათაცვენები, წყალდიდობები და წყალმოვარდნები; ზამთრის პერიოდში ზვავები. ზვავ შაში ზონები მოცემულია სოფ. ლუხიდან დაწყებული ხაიში-ტუბერის მონაკვეთებამდე [2]. აღსანიშნავია რომ ყველა ამ პროცესს ხელს უწყობს კლიმატური პირობები და ამასთანავე ანთროპოგენური ფაქტორები. ყოველი სტიქიური მოვლენის გავრცელების ზონა საშუალო და მაღალ მთიანი რეგიონებია.

სტიქიური მოვლენები წყალდიდობის სახით დიდი მასშტაბით მოხდა 2003 წელს რამაც დიდი ზიანი მიაყენა მესტიის რაიონს. ხოლო 2011 წელს მთლიანად მოიცვა მულახი-ჟაბემის ტერიტორია, მდ. მესტიატალა. გადააკეტა გზები. დაანგრია მდინარეებზე არსებული ხიდები, საცხოვრებელი სახლები. (ფოტო 3, 4) საბედნიეროდ მოსახლეობაში მსხვერპლი არ ყოფილა, თუმცა გაანადგურა მრავალი სათიბ-საძოვარი ტერიტორიები.

სტიქიური მოვლენების მიუხედავად რეგიონში გავრძელდა მუშაობა და გაკეთდა სამთო-სათხილამურო ტრასა – კაწვალა-ზურულდი, რომელიც ემსახურება მრავალ ტურისტს; (I ტრასის სიგრძე 1900 მ, ხოლო II - 2565 მ), ტრასა საერთაშორისო სტანდარტების გათვალისწინებით არის გამართული. საწყის ნიშნულზე (სტარტი 2350მ) აშენდა რესტორანი.

მნიშვნელოვანია, სვანეთის რეგიონში წარმოდგენილი ტურისტული მარშუტები, რაც სანახაობრივად ფართო სპექტრს მოიცავს. ტურისტს შეუძლია ჩასვილიდან პირველ დღეს მონახულს დაბა მესტიის ღირშესანიშნაობები, მუზეუმები, მყინვარები, გაშლილი ველები,

სოფლები, სადაც ყველაზე მეტი სამონასტრო კომპლექსებია წარმოდგენილი (ბენო, უშგული, მულახი). (ფოტო 5, 6) საკმაოდ კარგად არის შეთანაწყობილი ძველი და ახალი სვანეთი, რაც ტურისტულ რეგიონს უფრო მიმზიდველს ხდის. თუმცა აქ აუცილებელია გათვალისწინებული იყოს სტიქიური მოვლენები, რომელებიც სწორედ ამ მარშუტებზე განმეორადობით ხასიათდებიან წლის განმავლობაში.



ფოტო 3. მულახი – ქაბეშის მონაკვეთ. მდ. მესტიაჭალა



ფოტო 4. მდ. ენგურის ხეობა



ფოტო 5. სოფ. მულახი



ფოტო 6. უშგული

ყოველივე ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე საჭიროა და მიზან მიმართულია შესწავლილი იქნას ყველა სტიქიური მოვლენა, რომელიც ამ რეგიონში ხდება წლის განმავლობაში. მათი მექანიზმები და სისშირე. არსებული ცნობები მოგვცემს პროგნოზს მომავალში ყოველი წლის სეზონების მიხედვით ინტენსივობას სტიქიური მოვლენების მაჩვენებელზე. რაც დადებითად აისახება რეგიონის განვითარებაზე - ტურიზმის განხრით. ასევე გათვალისწინებული უნდა იყოს სამეურნეო მიწების არასწორი ათვისება, მიწის ეროზია და სხვა ეკოლოგიური პრობლემები.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. მაისურაძე დ. ხუცუშვილი თ. ხომერიკი გ. ვერბეცკი ი. „ტურიზმის შესავალი“ თბილისი გვ. 192. 2010.
2. სალუქვაძე მ. „ზემო სვანეთის ზეგვსაშიშროება“. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. გვ. 67. 2011
3. „საქართველოს ბეობრაშია“ - საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ვ. ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი. გვ. 270-277. 2000

უაკ 551. 485.215

ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები სვანეთის საკურორტო ზონაში, კატასტროფული ბუნებრივი მოვლენების გათვალისწინებით /ს. გორგიჯანიძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2014, ტ.120. გვ.45-48 - ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

საქართველო გამოირჩევა თავისი ტურისტული პოტენციალით. მისი ბუნებრივი პირობები და ისტორიულ-ეთნოგრაფიული ღირშესანიშნაობები, ხელს უწყობს უფრო განავითაროს მისი ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსები. 2010 წლიდან მასიურად დაიწყო, ტურისტული რესურსის სრულად გამოყენება, რამაც გამოიწვია სვანეთის ისტორიული კუთხის ახალი სახით დანახვა მსოფლიოს ასპარესზე. თუმცა, აქ უნდა აღინიშნოს რომ სვანეთი გამოირჩევა, არა მარტო მისი ბუნებით და ღირშესანიშნაობებით, არამედ რთული და მარავალფეროვანი რელიეფით, კლიმატური პირობებითა და შიდა წყლებით. სვანეთში წარსულში და დღესაც მიმდინარეობს ისეთი კატასტროფული მოვლენები, როგორცაა: თოვლის ზვავები; მეწყერები; წყალდიდობები და ქვათაცვენები. ამგვარი პროცესები ზიანს აყენებს, როგორც სოფლის მოსახლეობას, ასევე მათ სასოფლო სავარგულებსაც. ამჟამად კუთხე გამოირჩევა ტურისტული აღმავლობით, რაც განაპირობებს სტიქიური მოვლენების შესწავლის უფრო დეტალურ და ძირფესვიან გამოკვლევას. აუცილებელია განხილული იყოს ყველა მოვლენა და ჩატარდეს, ის საჭირო ღონისძიება, რომელიც შეარბილებს სტიქიური პროცესების განვითარების ტენდენციებს და საკურორტო ზონა უფრო მეტად იქნება დაცული.

UDC 551. 485.215

RERSPECTIVES FOR THE DEVELOPMENT OF TOURISM IN THE RESORT AREA OF CATASTROPHIC NATURAL EVENTS OF SVANETI /S. Gorgijanidze/ Transaction of the Instituti of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2043,-T.120. pp.45-48- Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

Georgia is significant for it's spec significant for it's special supply of tourism. It's natural conditions, historical-ethnographic noteworthy sites, contribute to develope it's recreative resources. Since, 2010 it has been massively started using tour resources wholly, which caused to notice Svaneti from historical view all over the world. However, Svaneti isn't only special for it's nature and noteworthy, but also with it's complex and varied relief, with it's climate conditions and inner waters. In past, as well as today, there are some natural disasters in Svaneti, such as; avalanches, landslide, inundations and stone shed. These kind of processes, harms inhabitants of village, as well as their country arable lands. Currently, the place (Svaneti) is distinguished from the other parts of Georgia for it's tour development, which stipulates more detail and fundamental research . It's necessary to discus all kinds of events and to take all measures in order to mollify the process, as well as tendencies of developing natural disasters and a health resort will be more protacted.

УДК 551. 485.215

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В КУРОРТНОЙ ЗОНЕ СВАНЕТИИ С УЧЁТОМ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИИ /С. Н. Горгиджанидзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2014, т.120с.45-48 Груз. Рез. Груз., Англ., Рус.

Грузия особая страна своим туристическим потенциалом. Природные условия и природно-этнографические особенности способствуют развитию туристо-рекреативных ресурсов. С 2010 года началось полное использование ресурсов, что дело возможность рассмотрения Сванетской исторической области с новой стороны. Хотя, здесь же надо отметить что Свнети характеризуется не только неповтаримой природой и историческими особенностями, но и своим сложным многообразным рельефом, климатическими условиями и внутренними водами. В Сванетии как в прошлом, так и сейчас происходят такие катастрофические явления, как снежные лавины, завалы и камнепады, что наносит ущерб местному населению. В данное время Сванетия пользуется повышенным уристическим интересом. В связи сэтим остро стоит вопрос более детального и основательного изучения стихийных явления. Необходимо рассмотреть все явления и провести соответствующие мероприятия для смягчения стихийны процессов, чтоб лучше защтит курортню зону.

უა.კ.551

**დასავლეთ საქართველოს ენერგეტიკულად მძლავრ მდინარეთა
წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშება და პროგნოზირება**

ჟ.მამასახლისი, ი. გელაძე, ო. შველიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

საქართველო ჰიდროენერგეტიკული რესურსებით ერთ-ერთ ყველაზე მდიდარ რეგიონად ითვლება არა მარტო ყოფილ საბჭოთა ქვეყნებს შორის, არამედ მსოფლიოს ბევრ ქვეყნებს შორის.

საქართველო ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ხვედრითი მაჩვენებლით შეფასებულია 195 მილიარდ კილოვატსაათით, თუმცა დღეს ჩვენი ჰიდროელექტროსადგურები იძლევიან ამ პოტენციალის მხოლოდ 10-12 პროცენტს.

მსოფლიოს ეკონომიკურად განვითარებულ მრავალ ქვეყანაში ჰიდრორესურსები თითქმის მთლიანად ათვისებულია მაგალითად: აშშ-ში 47%, საფრანგეთში 90%, იაპონიაში 85%, შვეიცარიაში 82,5%, იტალიაში 70%, ყოფილ საბჭოთა კავშირში მხოლოდ 18%.

საქართველოში დიდი და მცირე ენერგეტიკის განვითარების კარგი საფუძველია, რადგან იგი მდიდარია წყლის რესურსებით აქ დაახლოებით 26-ათასი მდინარეა, რომელთა საერთო სიგრძე 59,8 ათასი კილომეტრია მათი ბუნებრივი ჩამონადენის ჯამური მოცულობა ≈ 65 კმ³

დღესდღეობით აუცილებელია ვილაპარაკოთ წყლის რესურსების დაცვაზე და მის რაციონალურ გამოყენებაზე, რათა ოპტიმალურად ვმართოთ წყალსაცავებისა და მდინარეთა წყლის რესურსები და დავიცვათ გარემო წყალდიდობით მიყენებული კატასტროფებისაგან, რასაც ემსახურება წინამდებარე ნაშრომი.

დასავლეთ საქართველოს რთული ოროგრაფიული თავისებურებანი, აქ „მოსული ატმოსფერული ნალექების სიუხვე და სიხშირე მდინარეებზე ხშირად აპრობებს წლის განმავლობაში რამოდენიმე წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების ფორმირებას.

მდინარეთა უმრავლესობა წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების პერიოდში, რომელსაც ხშირად სტიქიური ხასიათი აქვს ტბორავს მიმდებარე ტერიტორიებს, მნიშვნელობან მატერიალურ ზარალს აყენებს სამეურნეო და საწარმოო დანიშნულების ობიექტებს და ზოგჯერ დიდი ეკოლოგიურ საფრთხეს უქმნის რეგიონს [1]

ამ მნიშვნელოვანი ამოცანის გადასაწყვეტად, ჩატარებულია მრავალი წყალსამეურნეო გაანგარიშება, რომელიც საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ წყლის მაქსიმალური ხარჯის გაანგარიშების სიზუსტე და პროგნოზირება, რომელიც გადაწყვეტილია საწყისი დაკვირვების მასალების მკაცრი სტატისტიკური ანალიზის და წყლის მაქსიმალურ ხარჯებზე მოქმედ ფაქტორთა გათვალისწინებით.

აღსანიშნავია, რომ წყლის მაქსიმალური ხარჯის გაანგარიშების თანამედროვე მეთოდიკა ჯერ კიდევ შორსაა სრულყოფისაგან. ეს განსაკუთრებით ეხება მთის მდინარეებს.

დასახული მიზნის მისაღწევად გამოყენებულია მრავლობითი კორელაციის მეთოდი [2], რომელიც ფაქტორთა ერთობლიობის, ან თითოეულის ცალ-ცალკე წილობრივი შეფასების საშუალებას იძლევა, ამასთან ერთად ეს მეთოდი გვაძლევს საძიებელი სიდიდის (მაქსიმალური ხარჯის) განხილვის როგორც ყველა ფაქტორის ფუნქციად და მათგან ყველაზე ეფექტურის შერჩევის შესაძლებლობას.

წყლის მაქსიმალური ხარჯების რაოდენობრივი შეფასებისათვის შერჩეულია ამ მოვლენის ჩამოყალიბების განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორები, რომლის ფუნქციონალურ დამოკიდებულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$M_i = f(F, Q, A, L, I \text{ საშ, } H \text{ საშ, } i, X)$$

სადაც M_i - არის ჩამონადენის მაქსიმალური მოდული (ლ/წმ კმ²), F- წყალშემკრები აუზის ფართობი (კმ²), Q- წყლის მაქსიმალური ხარჯი (მ³/წმ), A- წყალშემკრები აუზის ტყიანობა (%), L- მდინარის სიგრძე (კმ), I საშ- მდინარის საშუალო დახრილობა, H საშ- წყალშემკრები აუზის საშუალო სიმაღლე (მ), X- ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა წყალდიდობების პერიოდში (მმ). მრავლობითი კორელაციის და ნორმალიზაციის ობიექტური მეთოდი შესაძლებელს ხდის მრუდხაზოვანი რეგრესიის განტოლებიდან იმ ფაქტორთა ამოღებას, რომელთა წილი არ

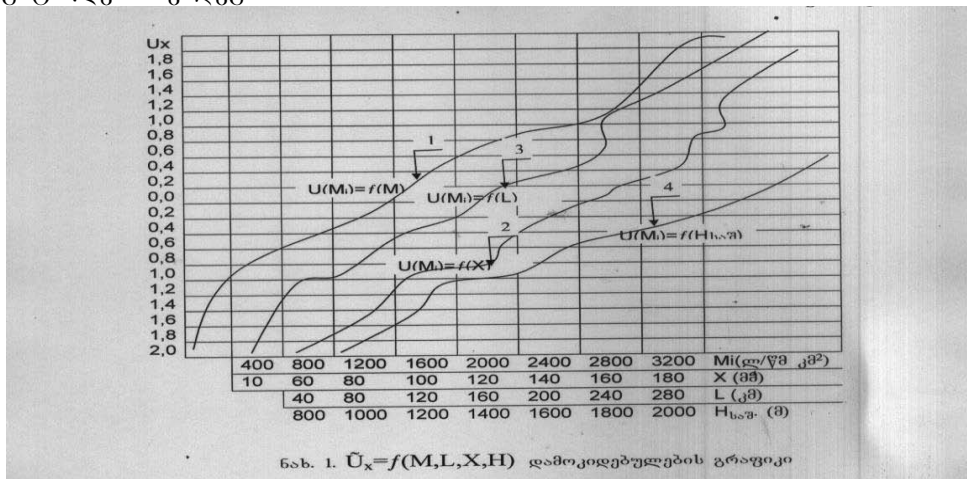
აღემატება კორელაციათა სრული კოეფიციენტის შეფარდებას საშუალო კვადრატული ცდომილების გაორმაგებულ მნიშვნელობასთან ($2\sigma R_2 / R_{02}$), რადგან ისინი არაეფექტურად არის მიჩნეული.

ყოველივე ზემოთ თქმულის გათვალისწინებით მრუდხაზოვანი რეგრესიის განტოლებას ექნება შემდეგი სახე:

$$\bar{U}_0 (M I) = a_{01} \bar{U}_1(x) + a_{02} \bar{U}_2(H_{საშ}) + a_{03} \bar{U}_3(L), \quad (2)$$

სადაც $\bar{U}_0 (M I)$, $\bar{U}_1(x)$, $\bar{U}_2 (H_{საშ})$, $\bar{U}_3(L)$, ნორმალიზებული ცვალებადია, ხოლო a_{01} , a_{02} , a_{03} - რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტები.

წყლის მაქსიმალური ჩამონადენის ხარჯის განსაზღვრისათვის ($M_{მაქ}$) აგებულია დამოკიდებულებები საწყისი მონაცემებისა $\bar{U}(M)$, $\bar{U}_1(x)$, $\bar{U}_2 (H_{საშ})$ და ნორმალიზებულ ცვლადებს \bar{U}_i -ს /ნახ.1/, რომელთა დამუშავების შედეგად მიღებულია რეგრესიის განტოლება შემდეგი სახით:



ნახ. 1. $\bar{U}_x = f(M, L, X, H)$ დამოკიდებულების გრაფიკი

$$\bar{U}_0 (M) = 0,568 \bar{U}_1(x) - 0,338 \bar{U}_2 (H_{საშ}) - 0,203 \bar{U}_3(L) \quad (4)$$

მიღებული შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ წყლის მაქსიმალური ხარჯების ფორმირებაში ატმოსფერული ნალექების წვლილი 58%-ს შეადგენს, მდინარის სიგრძე 28%-ია, ხოლო წყალშემკრები აუზის საშუალო სიმაღლის 14%-მდე.

ნახაზი1-ის დამოკიდებულებიდან გამომდინარე გვაქვს შემდეგი ფორმულები:

$$\bar{U}_0 (M I) = 2,65 \lg M - 7,36 \quad (5)$$

$$\bar{U}_1(x) = 5,66 \lg x - 10,9 \quad (6)$$

$$\bar{U}_2(H_{საშ}) = 5,95 \lg H_{საშ} - 4,46 \quad (7)$$

$$\bar{U}_3(L) = 2,66 \lg L - 18,9 \quad (8)$$

საბოლოო მიღებული ფორმულების გათვალისწინებით განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს $M_{მაქ} = 2440K$, (ლ/წმ კმ²) სადაც $K = 101,21 \lg x - 0,76 \lg H_{საშ} - 0,28 \lg L$, ხოლო მაქსიმალურ ხარჯებში გამოსახულ დამოკიდებულებას ექნება შემდეგი სახე $Q_{მაქ} = 2,45KF$ (მ³ /წმ) სადაც F - წყალშემკრები აუზის ფართობია (კმ²). მიღებული ემპირიული დამოკიდებულების პრაქტიკაში გამოყენების თვალსაზრისით გაანგარიშებული სიდიდეები შედარებულ იქნა მონაცემებთან, შედარების ანალიზმა გვიჩვენა. მივიღეთ, რომ საშუალო კვადრატული გადახრა არ აღემატება 21%-ს, კორელაციის კოეფიციენტ ტოლია 0,90-ის; რეგრესიის კოეფიციენტი კი 0,93-ის.

ამრიგად, ჩვენს მიერ მიღებული წყლის მაქსიმალური ხარჯის საანგარიშო ფორმულები, რომელთა საშუალებით მარტივად და სწრაფად შეიძლება როგორც საკვლევი რეგიონის, ასევე მსგავსი ფიზ-გეოგრაფიული პირობების მქონე რეგიონების მდინარეებისათვის გამოთვლილი იქნას საანგარიშო კვეთში ასწლიანი განმეორადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯის სიდიდე, რომელიც აადვილებს მრავალმხრივი დანიშნულების წყლის ობიექტების წყალსამყურნეო და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების პროექტირებას და მათ ტექნიკურ-ეკონომიკურ დასაბუთებას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Ж. Мамасахлиси - Расчет максимальных расходов воды дождевых паводков рек Западной Грузии. Сборник научных трудов ГрузНИИГиМ Эрозия почв, селевые потоки и методы борьбы с ним , Тбилиси 1985. с 55-60
2. Г. Алексеев - Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л., Гидрометеоиздат, 1971. 185 с.
3. Ц. Басилашвили - Разработка долгосрочных прогнозов стока рек со сложным водным режимом (Западная Грузия) Тр. ЗаКНИГМИ вып 38 Л. Гидрометеиздат, 1979 с 77-87
4. სვანიძე გ. „ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოყენების პერსპექტივები საქ. მეცნიერებათა აკადემია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი მაისის 45-ე სამეცნიერო სესიის მასალები, თბილისი 1998. 27-30 გვ.
5. მამასახლისი ჯ. წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების გრძელვადიანი პროგნოზირება რთულ ჰიდროლოგიური რეჟიმის პირობებში. თბილისი-ერევანი აგრაღური მეცნიერების პრობლემები 1999 გვ. 293-298

უაკ.551

დასავლეთ საქართველოს ენერგეტიკულად მძლავრ მდინარეთა წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშება და პროგნოზირება/ჯ. მამასახლისი, ი.გელაძე, ო. შველიძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2014, ტ.120, გვ.49-51. ქართ. რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ნაშრომში განხილულია დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე გავლილი წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშება კორელაციური კავშირების გამოყენების გზით. მის განმსაზღვრელ ძირითად ფაქტორებს შორის მიღებულია საანგარიშო რეგრესიის დამოკიდებულებები, რომლებიც ადგილობრივ მოქმედ ფაქტორთა ერთობლიობის, ასევე თითოეულის ცალ-ცალკე ნაწილობრივი შეფასების, საძიებელი სიდიდის (მაქსიმალური ხარჯის), როგორც ყველა ფაქტორის ფუნქციად და მათგან ყველაზე ეფექტურის შერჩევის საშუალებას იძლევა.

UDC 881

and Forecast of maximum Flood Flow of energy Powerful Rivers of Western Georgia/Zh. Mamasakhlishi, I. Geladze, O. Shvelidze/Tansactions of the Instituti of Hydrometeorology of Georgian Technical University. 2014, vol.120 , pp.49-51. Geo., Summary, Geo., Eng., Rus.

The essay focuses on the calculation of maximal expenses of the floods occurred on the rivers in Western Georgia by the way of application of the correlation connections; among the major factors determining the mentioned there are accepted and recognized the approaches of calculative regression which enables to determine the function of all factors for the unity of the local applicable factors as well as the separate assessment of each and the searching volume (maximal cost) and gives the most effective solution for making selection from those.

УДК 551

чет и прогнозирование паводковых расходов энергетически мощных рек Западной Грузии/Ж. Мамасахлиси, И. Геладзе, О. Швелидзе/Сб. Трудов Института гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2014. Т.120, с.49-51 Груз. Рез. Груз. ,Англ., Рус.

В данном труде рассмотрены расчеты максимальных паводковых расходов рек Западной Грузии путем использования корреляционных связей. Среди определяющих основных факторов приняты расчеты регрессионной зависимости, которые дают возможность оценки совокупности местных действующих факторов, частичной оценки каждого из них по отдельности а также искаемой величины (максимального расхода), как функции всех факторов и возможность выбора самого эффективного из них.

უაკ 551.50.501.7

სუათისის მყინვარების კვლევის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საშუალებზე

ლ. შენგელია*, გ. კორძახია*, გ. თვაური**, ვ. ცომაია*

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

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

მყინვარების კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ გასული საუკუნის ბოლო ათწლეულებში მყინვარების პარამეტრები ძირითადად მცირდებოდა [1]. ეს პროცესი ამჟამად გრძელდება და დიდი ალბათობით მოსალოდნელია, რომ მომავალ ათწლეულებშიც გაგრძელდება.

კლიმატის თანამედროვე ცვლილება იწვევს მყინვარების უკანდახევის გაძლიერებას. მყინვარების ინტენსიური დნობის ფონზე იცვლება მყინვარული ჩამონადენი. ეს განსაკუთრებით აქტუალურია საქართველოსათვის, რადგან მყინვარები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მთელი რიგი რეგიონების წყლის მარაგის ფორმირებაში და წყლის ბალანსის რეგულირებაში. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ მყინვარები იწვევენ გლაციო-ჰიდროლოგიური ხასიათის კატასტროფებს, როგორცაა: მყინვარების ჩამოქცევა, მდინარეთა კალაპოტის ჩახერგვა და ბუნებრივი კაშხლების წარმოქმნა, მათი გარღვევა და გამანადგურებელი წყალმოვარდნების გაგლა და სხვ. აღნიშნული მოვლენები ხასიათდება დიდი ეკონომიკური ზარალით და სშირად ადგილი აქვს ადამიანთა მსხვერპლს. ამ მოვლენების ბოლო მაგალითია 2014 წლის 17 მაისს ყაზბეგის რაიონში, დარიალის ხეობაში მომხდარი კომპლექსური ხასიათის ფართომასშტაბიანი კატასტროფა. დევლორაკის მყინვარი ჩამოიქცა, რაც გადაიზარდა დიდი მასშტაბის ღვარცოფულ კატასტროფაში ადამიანთა მსხვერპლით და დიდი ეკონომიკური ზარალით. ყოველივე ეს დღის წესრიგში აყენებს ამ პროცესების დეტალური კვლევის აუცილებლობას.

მყინვარების კვლევისათვის აქტუალურია მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული მონაცემების გამოყენება. თანამგზავრული მონაცემები ხელმისაწვდომია დედამიწის რესურსებზე დაკვირვების სისტემის {Earth Resources Observation Systems (EROS)} საშუალებით. მყინვარების მდგომარეობის შეფასების თვალსაზრისით ერთერთი ყველაზე პერსპექტიულია GLIMS (Global Land Ice Measurements from Space) პროექტის ფარგლებში მიღებული მონაცემთა ბაზები. ეს ბაზები შექმნილია თანამგზავრ TERRA-ს ASTER (Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) სენსორის მონაცემთა საფუძველზე [2]. ეს სენსორი ხილულ და ინფრაწითელ დიაპაზონებში მოიპოვებს მონაცემებს და მისი მაქსიმალური სივრცითი გარჩევითობა 15 მ-ს შეადგენს.

სენსორ ASTER-ის მონაცემები რელიეფის 30 მ სივრცითი გარჩევითობის ციფრული მოდელის (DEM – Digital Elevation Model) გენერირების შესაძლებლობას იძლევა. მულტისპექტრულ თანამგზავრულ მონაცემებთან ერთად ASTER DEM-ი მყინვარების შესწავლის მძლავრ ინსტრუმენტად იქცა [3,4].

თანამგზავრიდან დედამიწის ზედაპირის მონიტორინგზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ამინდის პირობები, კერძოდ დრუბლიანობის შემთხვევაში თანამგზავრული სურათების გამოყენება სხვადასხვა მონაცემების მისაღებად ფაქტიურად შეუძლებელია [5]. მყინვარებზე დაკვირვების შემთხვევაში ამ შემოსაზღვრას ემატება თვით მყინვარის ზედაპირის მდგომარეობა, რომელიც თავისუფალი უნდა იყოს თოვლის საფრისგან. კერძოდ დისტანციური მონიტორინგი უნდა წარმოებდეს თვითონ მყინვარის ზედაპირის, რაც ნიშნავს, რომ მონაცემები უნდა იყოს პერიოდისათვის აბლაციის მიწურულიდან ხელახალ გათოვებამდე. თანამედროვე კლიმატის პირობებში საქართველოსათვის ეს დროითი ინტერვალი აგვისტოს ბოლოდან დაახლოებით ოქტომბრის დასაწყისამდე.

წინამდებარე სამუშაოს მიზანია ჩატარდეს თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენებით სუათისის მყინვარების კვლევა. სუათისი – ხეობის ტიპის მყინვარია ხევის კავკასიონზე, მდებარეობს სოხის ქედზე, მდინარე სუათისის (თერგის მარცხენა შენაკადი) აუზში. შედგება სამი ნაკადისაგან (აღმოსავლეთ, შუა და დასავლეთ სუათისის მყინვარები). მათგან უდიდესია აღმოსავლეთის ნაკადი.

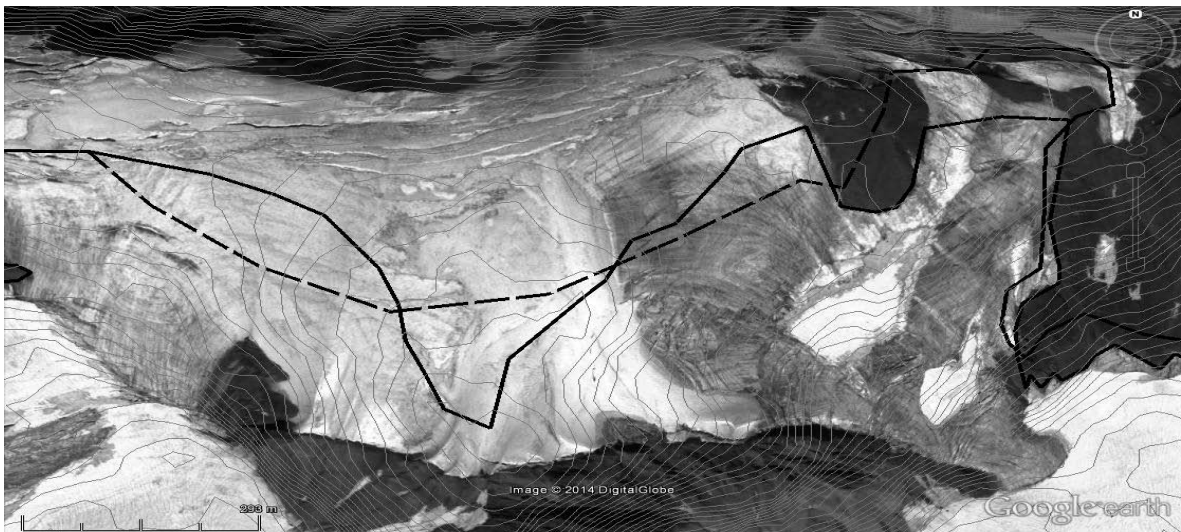
GLIMS-ის მონაცემთა ბაზიდან შეირჩა სუათისის მყინვარების კონტურები, რომლებიც 2004 წლის 25 სექტემბრითაა დათარიღებული. აუცილებელია მოყვანილი მყინვარების

კონტურების დაზუსტება, რაც გამოწვეულია არა მარტო მყინვარების ცვლილებით, არამედ იმიტაც, რომ GLIMS-ის მონაცემთა ბაზაში დაცული კონტურები შედგენილია ASTER-ის 15 მ გარჩევადობის თანამგზავრული მონაცემების საფუძველზე, Google Earth-ის სურათების გარჩევადობა კი 0.5-0.8 მ-ია, რაც კონტურების უფრო ზუსტად გაგების შესაძლებლობას იძლევა. მყინვარების კონტურების განსაზღვრა შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით შესაძლებელია როგორც ხელით, ასევე ავტომატურად. კვლევის რეგიონის მცოდნე ოპერატორის მიერ მყინვარების საზღვრების მანუალური დიგიტალიზაცია მყინვარების საზღვრების დიდი სიზუსტით დადგენის შესაძლებლობას იძლევა. სხვადასხვა სპექტრალური არხების კომბინირების საშუალებით მყინვარების კონტურების ავტომატური განსაზღვრა ელექტრომაგნიტური სპექტრის ხილულ და ინფრაწითელ დიაპაზონში მყინვარის ყინულის და თოვლის განსხვავებულ სპექტრალურ თვისებებს ეყრდნობა.

GLIMS-ის მონაცემთა ბაზაში დაცული სუათისის მყინვარების კონტურების დასაზუსტებლად გამოვიყენეთ პროგრამა Google Earth-ის მაღალი სივრცითი გარჩევითობის (0,5-0,8 მ) და მყინვარების მაქსიმალური აბლაციის პერიოდში (2010 წლის 1 სექტემბერი) გადაღებული თანამგზავრული მონაცემები, რაც მყინვარების კონტურების დიდი სიზუსტით დიგიტალიზაციის საშუალებას იძლევა.

მყინვარის კონტურის დაზუსტების მიზნით, აგრეთვე გამოვიყენეთ ASTER DEM-ის რელიეფის ციფრული მოდელი. კონტურების დაზუსტება ხდებოდა თანამგზავრული სურათისა და რელიეფის ციფრული მოდელის საფუძველზე შექმნილი იზოხაზების ზედღებით. 3D გამოსახულების გამოყენებით დადგინდა წყალგამყოფები, ხოლო ამ უკანასკნელების გამოყენებით დაზუსტდა მყინვარების კონტურები (სურ. 1).

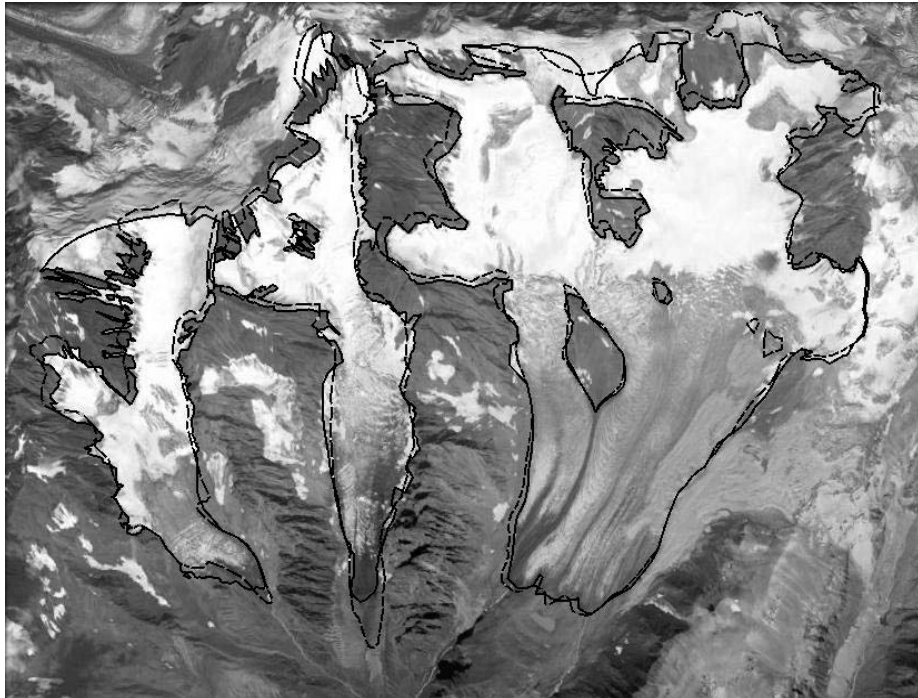
თვალსაჩინოებისათვის სურ. 1-ზე მოყვანილია აღმოსავლეთ სუათისის მყინვარის ჩრდილოეთ ნაწილში, ხოხის ქედის წყალგამყოფების დასადგენად ASTER DEM-ის საფუძველზე გაგებულია სიმაღლის იზოხაზები (10 მ ბიჯით). GLIMS-ის მონაცემთა ბაზაში დაცული კონტურები სურათზე ნაჩვენებია წყვეტილი ხაზით, ხოლო დაზუსტებული კონტურები – უწყვეტი ხაზით.



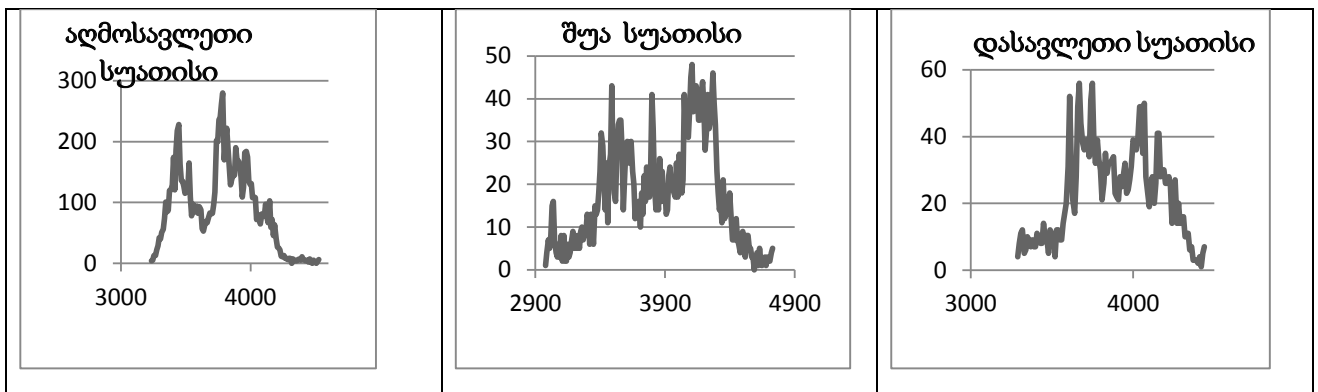
სურ.1. აღმოსავლეთ სუათისის მყინვარის ჩრდილოეთ ნაწილის სიმაღლის იზოხაზები (10 მ ბიჯით). GLIMS-ის მონაცემთა ბაზაში დაცული კონტურები სურათზე ნაჩვენებია წყვეტილი ხაზით, ხოლო დაზუსტებული კონტურები – უწყვეტი ხაზით.

ქვემოთ მოყვანილ სურ. 2-ზე ნაჩვენებია სუათისის მყინვარების კონტურები. წყვეტილი ხაზით ნაჩვენებია კონტურები Glims-ის მონაცემებზე დაყრდნობით, უწყვეტი ხაზით – დაზუსტებული კონტურები, რომლებიც თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენებითაა მყინვარების მახასიათებლების დასადგენად გამოყენებულია პროგრამა VISAT BEAM. გის-პროგრამა GRASS-ის საშუალებით, დაზუსტებული კონტურის ფაილები VISAT

BEAM-თან თავსებად ESRI-shape ფორმატშია გადაყვანილი. VISAT BEAM პროგრამა საშუალებას გვაძლევს გამოთვლილი იყოს სუათისის მყინვარების სიმაღლის მიხედვით განაწილების ჰისტოგრამა და აიგოს შესაბამისი ჰიპსომეტრიული მრუდი (სურ.3). აბსცისათა ღერძზე გადაზომილია მყინვარების სიმაღლე ზღვის დონიდან 10 მ ბიჯით, ხოლო ორდინატთა ღერძზე მოცემულია ამა თუ იმ სიმაღლის შესაბამისი პიქსელების რაოდენობა. მიღებული.



სურ. 2. აღმოსავლეთ, შუა და დასავლეთ სუათისის მყინვარების კონტურების თავდაპირველი (წვევტილი ხაზი) და დაზუსტებული სახე (უწყვეტი ხაზი).



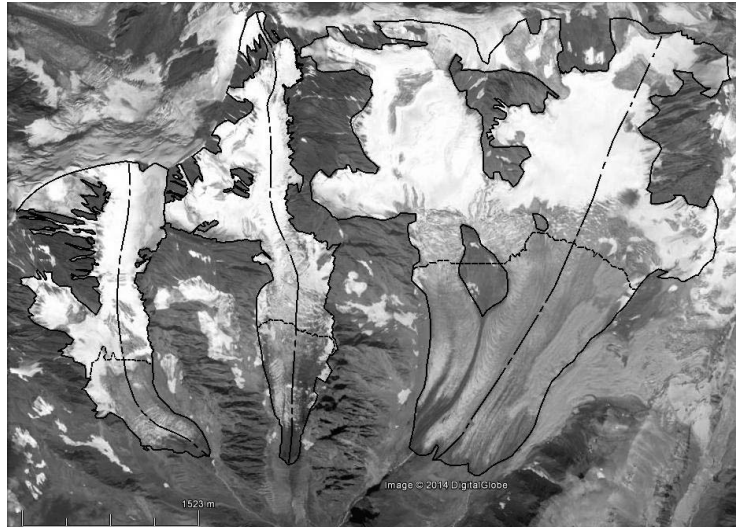
სურ. 3. სუათისის მყინვარების ჰიპსომეტრიული მრუდები.

ფირნის ხაზის სიმაღლის დასადგენად ვისარგებლეთ გეფერის მეთოდით, რისთვისაც მყინვარების კატალოგის და ჩვენს მიერ მიღებული მონაცემები გამოვიყენეთ. ჰიპსომეტრიული მრუდის საშუალებით შეიძლება განისაზღვროს მყინვარის აკუმულაციის არის ფართობი [6]. ჰიპსომეტრიულ მრუდზე პიქსელების ჯამური რაოდენობა ფირნის ხაზის სიმაღლიდან მყინვარის უმაღლეს წერტილამდე გამრავლებული ერთი პიქსელის ფართობზე, იძლევა მყინვარის აკუმულაციის არის ფართობს. შესაბამისად, პიქსელების ჯამური რაოდენობა ფირნის ხაზის სიმაღლიდან მყინვარის ყველაზე დაბალ წერტილამდე გამრავლებული ერთი პიქსელის ფართობზე იძლევა მყინვარის აბლაციის არის ფართობს. მყინვარის აკუმულაციის და აბლაციის არის ფართობები ჯამში შეადგენენ მყინვარის ფართობს.

ამგვარად გამოვითვალეთ სუათისის მყინვარების მახასიათებლები: მაქსიმალური სიგრძე და ფართობი; მინიმალური და მაქსიმალური წერტილების და ფირნის ხაზის სიმაღ-

ლე; აბლაციის არის ფართობი. ეს მონაცემები შედარდა მყინვარების კატალოგის [7] მონაცემებს.

სურათ 4-ზე წარმოდგენილია სუათისის მყინვარები, კერძოდ დასავლეთ, შუა და აღმოსავლეთ სუათისის მყინვარები. მყინვარების დასახასიათებლად გავლებულია: ა) მყინვარების დაზუსტებული კონტურები, (უწყვეტი ხაზი), ბ) ფირნის ხაზები გამოთვლილი გეფერის მეთოდით (წყვეტილი ხაზი); და გ) დამატებითი მრუდები მყინვარის სიგრძის გამოთვლისათვის (პუნქტირის ხაზი). პუნქტირის ხაზის გასწვრივ ხდებოდა სიგრძის ათვლა, ხოლო წყვეტილი ხაზები მიაწინებს დასავლეთ, შუა და აღმოსავლეთ სუათისის მყინვარების ფირნის ხაზის მდებარეობას.



სურ. 4. სუათისის მყინვარები: ა) დაზუსტებული კონტურები (უწყვეტი ხაზი); ბ) ფირნის ხაზები (წყვეტილი ხაზი) და გ) დამატებითი მრუდები მყინვარის სიგრძის გამოთვლისათვის (პუნქტირის ხაზი).

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში წარმოდგენილია სუათისის მყინვარების კონტურების დაზუსტების შემდეგ განსაზღვრული მყინვარების პარამეტრები: მაქსიმალური სიგრძე, ფართობი, მინიმალური და მაქსიმალური წერტილების და ფირნის ხაზის სიმაღლე, აბლაციის არის ფართობი. შესადარებლად ცხრილში მოყვანილია აგრეთვე სუათისის მყინვარების მონაცემები სსრკ მყინვარების კატალოგიდან [7].

ცხრილი 1. აღმოსავლეთ, შუა და დასავლეთ სუათისის მყინვარების მახასიათებლები.

სახელწოდება	მაქს.სიგრძე კმ		ფართობი კმ ²		მინ.სიმაღ. მ		მაქს.სიმაღ. მ		ფირნ.ხაზ. სიმაღლე მ		აბლ. არის ფართობი კმ ²	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
აღმ. სუათისი	4.45	5,4	8.307	10,2	3230	3000	4532	4580	3615	3500	3,019	3,3
შუა სუათისი	3.98	4,7	2.123	2,5	2975	2850	4734	4760	3583	3520	0,560	0,6
დას. სუათისი	2.95	3,5	1.832	2,4	3284	3070	4444	4460	3707	3600	0,502	0,4

(1)-ით აღნიშნულ სვეტში მოცემულია შედეგები, რომლებიც მიღებულია დისტანციური ზონდირების საფუძველზე; (2)-ით აღნიშნულ სვეტში მოყვანილია მყინვარების კატალოგის მონაცემები.

თუ ჩავატარებთ დაწვრილებით შედარებას დისტანციური მონიტორინგის საფუძველზე მიღებული შედეგების მყინვარების კატალოგის მონაცემებთან, შესაძლოა ჩამოვყალიბოთ ქვემოთმოყვანილი დასკვნები:

- ბოლო 50 წლის განმავლობაში სუათისის ყველა მყინვარის
- მინიმალური სიმაღლე და ფირნის ხაზის სიმაღლე იზრდება;
- სიგრძე და ფართობი მცირდება;
- აბლაციის არის ფართობი ფაქტიურად არ იცვლება, რადგან ერთის მხრივ დნობის შედეგად მინ. სიმაღლე იზრდება, მაგრამ იზრდება აგრეთვე ფირნის ხაზის სიმაღლეც.
- მაქსიმალური სიმაღლე გაზომვის ცდომილების ფარგლებში არ იცვლება.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მიღებული შედეგები ნათლად მიუთითებენ სუათისის მყინვარებზე კლიმატის რეგიონალური ცვლილების ზემოქმედებას, კერძოდ, დათბობის შედეგად მყინვარების უკანდახევას.

ამავდროულად უნდა აღინიშნოს, რომ მოყვანილი შედეგები მეტყველებენ, რომ დისტანციური ზონდირების გამოყენებით სუათისის მყინვარების კვლევა ფრიად ეფექტურია.

კვლევა ჩატარებულია სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტის პროექტის FR/586/9-110/13 ფარგლებში.

ლიტერატურა – REFERENCES –ЛИТЕРАТУРА

1. Chris R. Stokes, Stephen D. Gurney, Maria Shangedanova, Victor Popovnin. Late-20th-century changes in glacier extent in the Caucasus Mountains, Russia/Georgia: Journal of Glaciology, Vol. 52 No. 176, 2006.
2. Bruce, Raup.; Käab, A.; Kargel, J.S.; Bishop, M.P.; Hamilton, G.; Lee, E.; Paul, Rau, F.; Soltesz, D. Khalsa, S.J.S.; Beedle, M.; Helm, Ch. Remote sensing and GIS technology in the Global Land Ice Measurements from Space (GLIMS) Project.
3. Frank P.; Huggel, C.; Käab, A. Combining satellite multispectral image data and a digital elevation model for mapping debris-covered glaciers. Remote Sensing of Environment. 2004, 89, 510 – 518.
4. Bolch, T.; and Kamp, U.; Glacier Mapping in High Mountains Using DEMs, Landsat and ASTER Data, 8th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, La Paz, Bolivia, 22 March, 2005.
5. გ. კორძაია, ლ. შენგელია, გ. თვაური. თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენება შავი ზღვის ზედაპირის ტემპერატურის განსაზღვრისათვის. გამომცემლობა „ენივერსალი“, თბილისი 2011, 102 გვ.
6. Racoviteanu, A.E.; Williams, M.W.; Barry, R.G.; Optical Remote Sensing of Glacier Characteristics: A Review with Focus on the Himalaya, Sensors 2008, 8, 3355-3383;
7. В.Ш. Цома, О.А. Дробышев, Каталог Ледников СССР, Т. 8, Северный Кавказ, Гидрометеиздат, Ленинград 1977.

უკ 551.50.501.7

სუათისის მყინვარების კვლევის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე /ლ. შენგელია, გ. კორძაია, გ. თვაური, ვ. ცომაია/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2014, ტ.120. გვ.52-56 - ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში წარმოდგენილია მყინვარ სუათისის სამეცნიერო კვლევის შედეგები. კვლევაში გამოყენებულია მაღალი სივცითი გარჩევადობის თანამგზავრული მონაცემები. სამუშაო შესრულებულია სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტის პროექტის FR/586/9-110/13 ფარგლებში.

UDC 551.50.501.7

RESULTS OF THE INVESTIGATION OF THE SUATISI GLACIERS BASED ON SATELLITE REMOTE SENSING / L. Shengelia, G. Kordzakhia, G. Tvauri, V. Comaia/ Transaction of the Institutii of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2043,-T.120. pp.52-56 - Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

In the article results of scientific investigations of the Suatisi Glaciers are presented. The high resolution satellite remote sensing are used in the research. The research is carried in frames of the state research grant FR/586/9-11 for fundamental investigations of the Shota Rustaveli National Research Fund.

УДК 551.50.501.7

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДНИКОВ СУАТИСИ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ / Л.Д. Шенгелия, Г.И. Кордзахия, Г.А. Тваури, В.Ш. Цома/ Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2014.- т.120.-с.52-56 -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

В статье представлены результаты научных исследований ледников Суатиси. В работе использованы спутниковые данные высокого пространственного разрешения. Исследование выполнено в рамках государственного научного гранта FR//586/9-11 в области фундаментальных исследований Национального научного фонда им. Шота Руставели.

უკ.551.578.46

ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები და მათი განხორციელების შესაძლებლობა საქართველოში

მ.სალუქვაძე, ნ. კობახიძე, გ. ჯინჭარაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

საქართველოში ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების განხორციელების შესაძლებლობის განხილვამდე აუცილებელია ზვავსაშიში ზონის განსაზღვრა, თუმცა აქვე აღვნიშნავთ, რომ ზონის საბოლოო საზღვრის დადგენა ერთხელ და სამუდამოდ შეუძლებელია და დაკავშირებულია მთაში მიმდინარე პროცესებთან. უხვი ნალექი, მეწყერი, ტყეში გაჩენილი ხანძარი, თავად ზვავიც, განსაკუთრებით სპორადული, გადაადგილებისას ცვლის საზღვრებს.

შვეიცარიასა და ავსტრიაში ზვავსაშიში ზონებთან სხვაგვარი დამოკიდებულება აქვთ, რადგან მიწის მესაკუთრეები ცდილობენ ზვავსაშიში ზონების შემცირებას. იმ მონაკვეთზე, რომელიც ზვავსაშიში ზონაში მდებარეობს, მიწის ფასი დაბალია, ქონების დაზღვევაც გართულებულია. ზვავსაშიში ტერიტორიის ზონირებისათვის აუცილებელია რისკებისა და სხვადასხვა ხარისხის საშიშროების გათვალისწინება. შვეიცარიაში ზვავების წარმოქმნის რისკის კრიტერიუმად მიღებულია ზვავის დარტყმის ძალა ($>3\text{ტ/მ}^2$) და ზვავების ჩამოსვლის საშუალო დრო (30 წელი).

1993 წლიდან ევროპულ ქვეყნებში, მათ შორის რუსეთშიც მოქმედებს ზვავების რისკის კლასიფიკაცია.

ცხრილი 1. ზვავების წარმოქმნის რისკი

№	რისკის დონე	თოვლის სტაბილურობა	ზვავების ჩამოსვლის რისკი
1	დაბალი	თოვლი ძალიან სტაბილურია	ზვავების მოულოდნელი ჩამოსვლა გამორიცხებულია
2	შეზღუდული	თოვლი საშუალო მდგრადობისაა	ზვავების ჩამოსვლა შესაძლებელია თოვლის მასაზე ძლიერი ზემოქმედებისას.
3	საშუალო	თოვლი სუსტი მდგრადობისაა	ზვავების ჩამოსვლა შესაძლებელია თოვლის მასაზე მცირედი ზემოქმედების დროსაც. ცალკეულ ფერდობებზე შესაძლებელია საშუალო და დიდი ზვავების ჩამოსვლა
4	მაღალი	უმეტეს დამრეც ფერდობებზე თოვლი არასტაბილურია	რიგ ადგილებში შესაძლებელია კატასტროფული ზვავების ჩამოსვლა
5	ძალიან ძლიერი	თოვლი არასტაბილურია	დიდი ზომის ზვავების ჩამოსვლა შესაძლებელია თითქმის ყველა ზვავსაშიში ფერდობიდან

ჩვენს მიერ საქართველოს ტერიტორიაზე 10 ათასზე მეტი ზვავშემკრებიდან, იმ 2550 ზვავშემკრების შესწავლისას, რომლებიც დასახლებულ პუნქტებსა და სხვადასხვა ობიექტებს ემუქრება, რისკების გათვალისწინებით ზვავის დარტყმის ძალისა და ზვავშემკრების ფართობის მიხედვით მოვახდინეთ. გამოვყავით სუსტი, საშუალო, ძლიერი და განსაკუთრებით ძლიერი ზვავსაშიში რაიონები (ცხრ.2) [1]

მსოფლიოში ზვავსაწინააღმდეგო ბრძოლის მრავალი მეთოდი გამოიყენება. უპირველესად აუცილებელია ტერიტორიის ზვავსაშიშროების შეფასება და დროული პროგნოზის გაცემა, ხალხის ინფორმირება და მათი უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. შესაძლებელია ზვავების ხელოვნურად გამოწვევა, მაგრამ გათვალისწინებული უნდა იყოს თოვლის საფარის მდგრადობა, რომლის დადგენის შემდეგ შესაძლებელია ზვავების ჩამოშვება სროლით, აფეთქებით, თოვლის კარნიზის მოხერხების გზით და სხვა. ყირგიზეთში - ასაფეთქებელ ნივთიერებას ათავსებენ ზვავსაშიში ფერდობის ძირში და აფეთქების შედეგად წარმოქმნილი საჰაერო ტალღის გავლენით ხდება ზვავის გამოწვევა. არსებობს მეთოდი, როცა თოვლის საფარის წარმოქმნამდე ხდება ზვავის კერის ზონების დანადგვა და

სასურველ დროს პულტის მეშვეობით ხდება ზვავის გამოწვევა. შვეიცარიაში წელიწადში 5-დან 10 ათასამდე აფეთქება ხდება, აშშ-ში კი ორჯერ მეტი. ზვავის კერაში შესაძლებელია სპეციალური ორმოების ამოთხრა, სადაც მიწოდებული იქნება ორი ტიპის გაზი, რომელთა შეერთების შედეგად წარმოქმნილი საჭაერო დარტყმა იწვევს ზვავს. შესაძლებელია ეთილოგლიკოლის, ანუ ანტიფრიზის გამოყენებაც, ხიბინებში ტექნიკურ მარილსაც იყენებდნენ, მაგრამ ეს ცდები ექსპერიმენტის დონეზე დარჩა. ფრანგებს დაპატენტებული აქვს ვიბროსტენდი, რომელიც ზვავის კერაში თავსდება და მისი ჩართვა ხდება ზვავსაშიშროების დადგომისთანავე. ამ სტენდის გამოყენება შვეიცარიაშიც ხდება.

ცხრილი 2. საქართველოს სუსტი, საშუალო, ძლიერი, განსაკუთრებით ზვავსაშიში რაიონები

ზვავსა-შიშროება	დარტყმის ძალა,ტ/მ2	ზვავშემკრების ფართობი,კმ2	ზვავის ჩამოსვლის შედეგი
სუსტი	<20	<0,004	შენობების დაზიანება, ხის მსუბუქი ნაგებობების ნგრევა, ტრანსპორტის მოძრაობის შეფერხება, ხეებისა და ხეხილის დაზიანება
საშუალო	21-40	0,005-0,008	ადამიანთა მსხვერპლი, საცხოვრებელი სახლებისა და დამხმარე ნაგებობების დაზიანება, გზებზე მოძრაობის შეფერხება, ტყის განადგურება
ძლიერი	41-60	0,009-0,012	ადამიანთა მსხვერპლი, ნგრევა, მოძრაობის შეწყობა, გზებისა და ხიდების დაზიანება, ელექტროგადამცემი ხაზებისა და მათი საყრდენი ბოძების დაზიანება, ნარგავებისა და ტყის განადგურება
განსაკუთრებით ძლიერი	>60	>0,012	ადამიანთა მსხვერპლი, მიწისპირა შენობების ნგრევა, გზების დაზიანება, მიწისზედა სადენების, მრავალწლიანი ნარგავებისა და ტყის განადგურება

ზვავებისაგან დაცვა შესაძლებელია მიმართულების შემცვლელი ნაგებობით, კედლით, ხელოვნური ზვავსადენით, ზვავისმჭრელით, შემანერებელი და შემაფერხებელი ნაგებობის მოწყობით, მაგ. დამბით, ბორცვით, ტრანშეით, ზვავგამშვები ნაგებობით - კერძოდ გალერეით.

აქტიურ ზვავსაწინააღმდეგო მეთოდებს განეკუთვნება თოვლის საფარზე ზემოქმედების თანამედროვე GAZEX სისტემა, რომლის დახმარებით ხდება ჟანგბადისა და პროპანის (1:6 წილით) ნარევის შეერთების შედეგად ზვავების გამოწვევა. მეორე ასეთი პნევმატური იარაღი AVALANCHE -ია, მან საარტილერიო იარაღი შეცვალა. ჭურვი-რაკეტა სპეციალური თხევადი კომპონენტებისა და დეტონატორისაგან შედგება. მესამე სისტემა - DAISYBELL (ე.წ. ზარი) საშუალებას იძლევა ძნელადმისაწვდომ ზვავშემკრებების ცალკეულ უბნებზე მოახდინოს ზემოქმედება. იგი ტროსით არის მიერთებული ვეტმფრენზე და დისტანციური ინიცირებით, მაღალი მდგრადობის ფოლადისაგან დამზადებულ კონუსში, ახდენს ჟანგბადისა და წყალბადის ნარევის აფეთქებას და მის მიმართვას თოვლის საფარისაკენ [2].

განვიხილოთ რა ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების სახეობები მათი გამოყენების შესაძლებლობა საქართველოს პირობებში შემდეგნაირად გვესახება:

1. შეუძლებელია ზვავების პროფილაქტიკური ჩამოშვება დასახლებულ ტერიტორიებზე;
2. აუცილებელია ყოველი მთიანი რეგიონისათვის დეტალური კვლევა და დროული ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარება;
3. მნიშვნელოვანია ნაკრძალი ტერიტორიების გაზრდა და ტყის ჭრის აკრძალვა გარდა სანიტარული ჭრისა, გასათვალისწინებელია, რომ ტყის აღდგენას ათეულობით წელი ჭირდება;

4. შესაძლებელია საქართველოს სამხედრო გზასა თუ სხვა გადასასვლელებზე ზვავების პროფილაქტიკური ჩამოშვება დაბომბვის ან აფეთქების გზით, ასევე ვერტმფრენიდან წინასწარ განსაზღვრულ ადგილებში ასაფეთქებელი მასალის ჩამოვდება;
5. აუცილებელია დასახლებული პუნქტებისა და სტრატეგიული ობიექტების ზვავებისაგან დაცვის გენერალური გეგმის შემუშავება.

საქართველოს რიგ რაიონებში, განსაკუთრებით სვანეთსა და აჭარაში, შესაძლებელია ზვავსაწინააღმდეგო გაღერის მშენებლობა, ზვავის მიმართულების შემცველი დამბის აგება. ასევე თუ გაითვალისწინებთ 2013 წლის 10-12 დეკემბერს აჭარაში მაღალი ძაბვის ანძების დაზიანებას და რამოდენიმე დღით რეგიონის პარალიზებას, ანძების დასაცავად რკინაბეტონის კედლის ან ზვავისმჭრელის აშენებაა რეკომენდირებული.

აქტიური ღონისძიებების გატარება თოვლის საფარზე ზემოქმედების თანამედროვე სისტემებით GAZEX, AVALANCHE, DAISYBELL შესაძლებელია საქართველოს სამხედრო გზის დაუსახლებელ მონაკვეთებზე და სხვა უღელტეხილებზე, სადაც მკაცრად იქნება დაცული უსაფრთხოების ღონისძიებები.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. L.Khaldani, M. Saluqvadze. Vulnerabilite, Hazards and multiple risk assesment for Georgia. Natural Hazards, Jurnal of the Prevention and Mitigation of natural hazards DOI 10. 1007/s.2012, 37 p.
2. თ. ცინცაძე, ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, მ. სალუქვაძე. საქართველოში სეტყვასთან და ზვავებთან ბრძოლის სამუშაოთა განახლების საკითხისათვის. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტი. 2013, გვ. 61-78.

უაკ. 551.578.46

ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები და მათი განხორციელების შესაძლებლობა საქართველოში. /მ. სალუქვაძე, ნ. კობახიძე, გ. ჯინჭარაძე/. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2014, ტ.120, გვ.57-59. ქართ. რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ზვავების წარმოქმნის რისკის გათვალისწინებით განხილულია საქართველოში გასატარებელი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები და მათი გამოყენების პრაქტიკული ასპექტები.

UDC. 551.578.46

ANTI-AVALANCHE MEASURES AND THE POSSIBILITY OF THEIR IMPLEMENTATION IN GEORGIA. /M. Saluqvadze, N. Kobakhidze, G. Jincharadze/ Transactions of the Institut of Hydrometeorology of Georgian Technical University. 2014, vol.120 , pp.57-59. Geo., Summary, Geo., Eng., Rus.

Artikle considers risks related to avalanche hazards, possible anti-avalanche measures and the practical aspects of their implementation in Georgia.

УДК. 551.578.46

ПРОТИВОЛАВИННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ В ГРУЗИИ. / М. Салуквадзе, Н.Кобахидзе, Г.Джинчарадзе/. Сб. Трудов Института гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2014. Т.120, с.57-59. Груз. Рез. Груз., Англ., Рус.

Рассмотрены противолавинные мероприятия, проведение которых возможно в Грузии и практические аспекты их использования с учетом риска образования лавин.

შპს 551.482.215.3.627.14

**საქართველოს მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ბრძანებრივი პროგნოზირება
ბასილაშვილი ც.ზ.**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

დედამიწაზე კლიმატის გლობალური დათბობის, ასევე ბუნების ანთროპოგენური დატვირთვის შედეგად, მოსალოდნელია კატასტროფული მოვლენების გამომწვევი ფაქტორების მკვეთრი ცვლილება, რაც ზეგავლენას მოახდენს ამ მოვლენების მასშტაბებსა და სიხშირეზე.

მდინარეთა წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზირება აუცილებელია გარემოს ეკოლოგიური მდგრადობის, ასევე მოსახლეობის უსაფრთხოებისა და რაც მთავარია, წყალსამეურნეო ობიექტების (ჰიდროელექტროსადგურების, წყალმომარაგებისა და სარწყავი სისტემების), აგრეთვე სარკინიგზო და საავტომობილო გზების დაცვის, ნაპირდაცვითი ნაგებობებისა და სასოფლო – სამეურნეო ნათესების დატვირთვის საშიშროებისა და სხვა საფრთხეების შერბილებისა და ზარალის შემცირების მიზნით. მაგრამ მაქსიმალური ხარჯების ფორმირების სირთულის გამო, მათი პროგნოზების შემუშავება, განსაკუთრებით მთის მდინარეებზე, წარმოადგენს ყველაზე რთულ პრობლემას ჰიდროლოგიაში.

რთული მთიანი რელიეფის პირობებში მდინარეთა აუზები და მათი მაქსიმალური ხარჯები გარკვეული თავისებურებებით ხასიათდებიან, ამიტომ ყოველი მდინარის აუზისათვის უნდა შემუშავდეს ინდივიდუალური საპროგნოზო მეთოდოლოგია. გარდა ამისა, აქ ცალკეული მდინარის წყლის მაქსიმალური ხარჯების მაფორმირებელი კლიმატური ფაქტორების ყოველწლიური ცვალებადობა სხვადასხვა ხასიათს ატარებს. ამის გამო, წყლის მაქსიმალური პიკების წარმოქმნა არ მიმდინარეობს ერთნაირად, არ არიან იდენტური და გამოირჩევიან ინდივიდუალური თავისებურებებით.

მდინარის ჩამონადენის პროგნოზირების საკითხი, პირველ რიგში, დამოკიდებულია მის აუზში მოქმედი ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვების პუნქტების რაოდენობაზე, მათ განლაგებაზე, დაკვირვების რიგზე, მის სისწორესა და რაც მთავარია, მათ ინფორმაციულობაზე. საპროგნოზოდ შეიძლება მხოლოდ იმ პუნქტების მონაცემების გამოყენება, რომლებიდანაც რეგულარულად მიიღება შესაბამისი ოპერატიული ინფორმაცია.

თანამედროვე ჰიდროლოგიურ საპროგნოზო მოდელებში გამოიყენება სხვადასხვა ელემენტები: მდინარის ჩამონადენი, ატმოსფერული ნალექები, ჰაერის ტემპერატურა, აორთქლება, კონდენსაცია, ინფილტრაცია, ტრანსპირაცია და სხვა. ასეთი მოდელების გამოყენება შესაძლებელია იქ, სადაც კარგად არის განვითარებული ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელი და რეგულარულად მიიღება სათანადო ინფორმაცია მდინარის აუზის სხვადასხვა სიმაღლითი ზონიდან, რითაც ხდება მდინარის ჩამონადენის ფორმირების რეალური პირობების აღრიცხვა. სადღეისოდ, საქართველოში არსებული მცირე, მეტად შეზღუდული ინფორმაციის გამო, ვერ ხერხდება მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირების კანონზომიერებათა დადგენა ობიექტურად და საპროგნოზოდ თანამედროვე რთული საპროგნოზო მოდელების გამოყენება.

წყალდიდობის პიკების გავლა საქართველოს მდინარეთა კალაპოტებში ხდება გაზაფხულ – ზაფხულის პერიოდში, ძირითადად მაის – ივნისში. მათი მაქსიმალური ხარჯების გრძელვადიანი ოპერატიული პროგნოზების გაცემა ხდება ყოველწლიურად 23 – 24 მარტს, როცა ცნობილია მხოლოდ გასული შემოდგომა – ზამთრის პერიოდის ჰიდრომეტეოროლოგიური ფაქტორების გარკვეული ნაწილის მონაცემები. მაქსიმალური ხარჯები კი ფორმირდება 1 – 3 თვის შემდეგ ექსტრემალურ ვითარებაში, როცა ხდება თოვლის ინტენსიური დნობისა და თავსხმა წვიმების თანხვედრა.

მართალია საპროგნოზო პერიოდის (1 – 3 თვის) განმავლობაში მოქმედი ფაქტორების გავლენა მნიშვნელოვანი და გადამწყვეტია მაქსიმალური ხარჯის განსაზღვრისათვის, მაგრამ მათი წინასწარ გაანგარიშება შეუძლებელია. განსაკუთრებით დიდი სირთულე იქმნება იმის გამო, რომ პროგნოზების გაცემის დროს მარტის თვეში არ არსებობს 1 – 3 თვის შემდეგ მოსული იმ თავსხმა წვიმისა და თოვლის ნადნობი წყლის ოდენობა, მათი ინტენსივობა, განაწილება დროსა და სივრცეში და კიდევ სხვა მონაცემები, რომლებიც განაპირობებენ მაქსიმალური პიკის სიდიდეს.

აღსანიშნავია, რომ საქართველოს მდინარეებზე წყალდიდობის დაწვევის დროს, როცა თოვლის საფარი უკვე უმნიშვნელოა, შერეული საზრდოობის მაქსიმუმებთან ერთად, მდინარეებზე აღინიშნება მაღალი წვიმის წყალმოვარდნები, რომლებიც ზოგჯერ აჭარბებენ თოვლის ინტენსიური დნობით გამოწვეულ მაქსიმუმებს.

იმისათვის, რომ პროგნოზების გაცემის დროს არსებული საინფორმაციო მონაცემებიდან გამოვავლინოთ პროგნოზირებისათვის რეპრეზენტატიული ფაქტორები, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მათ დამოკიდებულებათა შესწავლას საპროგნოზო ჩამონადენზე. ამისათვის ჩატარდა კორელაციური ანალიზი საპროგნოზო მაქსიმალურ ხარჯებსა და წინა პერიოდის იმ ფაქტორებს შორის, რომელთა ინფორმაცია შეიძლება მიღებული იყოს ოპერატიული პროგნოზების გაცემის დროს. კერძოდ გამოკვლეულ იქნა მონაცემები: შემოდგომა – ზამთრის პერიოდის მდინარის ჩამონადენის (Q , მ³/წმ), ატმოსფერული ნალექების (R , მმ), თოვლის წყალშემცველობის (W , მმ) და ჰაერის ტემპერატურის (θ , °C). ამ ანალიზის საფუძველზე, მდინარის მაქსიმალური ხარჯის ფორმირების ფიზიკური არსის გათვალისწინებით, ვადგენთ პირველდაწყებით გაფართოებულ სტატისტიკურ საპროგნოზო მოდელს ყველა შესაძლებელი მოქმედი ფაქტორის გამოყენებით.

ცალკეული მდინარის გარკვეული ჰიდროკვეთისათვის იხილებოდა დაკვირვებათა ერთიანი პარალელური რიგები ყველა მონაცემებისა და მაქსიმალური ხარჯების ფორმირების ფიზიკური არსის გათვალისწინებით დგებოდა გაფართოებული სტატისტიკური საპროგნოზო მოდელი ყველა შესაძლებელი მოქმედი ფაქტორებით:

$$Q_m = f(R_{IX-XI}, \theta_{XII-II}, R_{XII-II}, Q_{XII-II}, W_{III}, R_{III}, \theta_{III}, Q_{III}) \quad (1)$$

ამ საპროგნოზო მოდელებში, ფაქტორების დანაწევრებით, ცალკეული პერიოდის მაჩვენებლებად, გათვალისწინებულია ჰიდრომეტეოროლოგიური ელემენტების დინამიკის მოქმედება მდინარის მომავალ ჩამონადენზე. მაგალითად, წყალდიდობების მაქსიმალურ ხარჯებზე სხვადასხვანაირად მოქმედებს მოსული ნალექები: შემოდგომაზე – R_{IX-XI} , ზამთარში – R_{XII-II} და გაზაფხულზე – R_{III} .

ფაქტორების ასეთი კომპლექსური მოქმედების განხილვას, მართალია ბევრი დადებითი მხარე აქვს, მაგრამ საპროგნოზო დამოკიდებულებაში ბევრი ცვლადების შეყვანა არ არის გამართლებული არც თეორიულად, რადგან ამით მცირდება შესაბამისი საპროგნოზო განტოლების მდგრადობა, და არც – მისი პრაქტიკული მოხმარების თვალსაზრისით, ოპერატიული ინფორმაციის შეზღუდულობის გამო.

ყველა სავარაუდო ფაქტორიდან უნდა შეირჩეს ყველაზე ოპტიმალური ნაერთი საპროგნოზო პრედიქტორებისა. პრაქტიკული გამოყენებისათვის უმჯობესია, მინიმალური რაოდენობის პრედიქტორებით მივიღოთ მაქსიმალური სიზუსტე და დროულობა (წინსწრება) საპროგნოზო პერიოდში (1 – 3 თვე) მოქმედი ფაქტორების გარეშე, რომელთა გრძელვადიანი პროგნოზირება ჯერ-ჯერობით ვერ ხერხდება.

ამის განსახორციელებლად გამოყენებული იქნა მრავალფაქტორიანი საპროგნოზო მოდელის კვლევის მეთოდი [1], სადაც, გარკვეული მათემატიკური კრიტერიუმებით [2], გამოირიცხება არაეფექტური და დუბლირებული ფაქტორები. შემდეგ, დარჩენილი ფაქტორებიდან, მრავალბიჯიანი გამორიცხვის მეთოდის [3] გამოყენებით, ვადგენთ ოპტიმალურ საპროგნოზო მოდელს. მდ. მტკვარზე ქ.თბილისთან (1) მოდელის სათანადო ანალიზის შედეგად, მიღებულია შემდეგი ოპტიმალური ვარიანტები კავშირებისა:

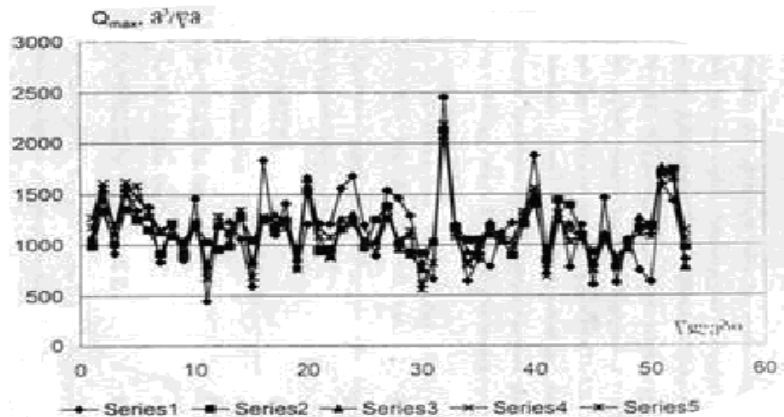
$$\begin{aligned} Q_m &= f(R_{XII-II}), & 0.63; \\ Q_m &= f(R_{XII-II}, \theta_{III}), & 0.70; \\ Q_m &= f(R_{XII-II}, \theta_{III}, Q_{III}), & 0.75; \\ Q_m &= f(R_{XII-II}, \theta_{III}, Q_{III}, R_{III}), & 0.77; \\ Q_m &= f(R_{XII-II}, \theta_{III}, Q_{III}, R_{III}, R_{IX-XI}), & 0.78. \end{aligned} \quad (2)$$

როგორც ირკვევა, საპროგნოზო კავშირების სიზუსტე, (r) ფაქტორების დამატებით იზრდება 0,63-დან 0,78-მდე. საპროგნოზო განტოლებათა განსაზღვრის დროს ვიყენებთ მრავალფაქტორიან დამოკიდებულებათა პირდაპირ და შებრუნებულ გაშლას, როცა განიხილება განტოლებათა ორი სისტემა ცალკეული პრედიქტორების დამატებით. ეს საშუალებას გვაძლევს, ერთდროულად მოვახდინოთ კვლევა პრედიქტორების შემცირების, საპროგნოზო დროულობის გაზრდისა და მათი სიზუსტის ამაღლების. შედეგად ვღებულობთ

სხვადასხვა ფაქტორის შემცველ საპროგნოზო დამოკიდებულებას სხვადასხვა ინფორმაციით, სიზუსტითა და წინსწრებით. მდ. მტკვარზე მიღებული საპროგნოზო განტოლებები მოცემულია 1 ცხრილში, შესაბამისი [4] შეფასებათა კრიტერიუმებით, სადაც პროგნოზების მთავარი კრიტერიუმი (s/δ) ცალკეული ფაქტორების დამატებით იცვლება 0.78-დან 0.67-მდე, პროგნოზების გამართლება $P = 59 - 70\%$, კორელაციის კოეფიციენტი ფაქტობრივსა და პროგნოზულ მაქსიმალურ ხარჯებს შორის იცვლება 0.63-დან 0.77-მდე. ნახ. 1 გვიჩვენებს ფაქტობრივი და პროგნოზული მაქსიმალური ხარჯების თანხვედრას.

ცხრილი 1. წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების (Q_m მ³/წმ) საპროგნოზო განტოლებები მდ. მტკვარზე – ქობილისთან

საპროგნოზო განტოლებები	შეფასებათა კრიტერიუმები		
	S/δ	P%	r
$Q_m = 6,16R_{XII-II} + 551$	0,78	59	0,63
$Q_m = 5,65R_{XII-II} - 57,70I_{III} + 745$	0,73	62	0,70
$Q_m = 4,76R_{XII-II} - 84,60I_{III} + 2,21Q_{III} + 538$	0,68	66	0,75
$Q_m = 4,62R_{XII-II} - 82,40I_{III} + 2,13Q_{III} + 4,43R_{III} + 404$	0,67	70	0,77



ნახ. 1. ფაქტიური (1) და პროგნოზული (2-5) მაქსიმალური წყლის ხარჯები მდ. მტკვარზე ქობილისთან.

1 ცხრილის მიხედვით, მდ. მტკვრის წყლის მაქსიმალური ხარჯის ოპერატიული პროგნოზი ქობილისთან, ყოველ წელს შეიძლება გაიცეს თებერვლის ბოლოს, რომლისთვისაც საჭიროა ზამთრის პერიოდის (XII-II) ატმოსფერული ნალექების ჯამი, შემდეგ მარტის თვეში ჰაერის ტემპერატურის, ნალექებისა და წყლის ხარჯების დამატებით, ეტაპობრივად, მოხდება პროგნოზის დაზუსტება.

ასეთი კვლევის შედეგად შემუშავებულ იქნა წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზები აგრეთვე მდ. ენგურზე, რიონზე, ყვირილაზე, ხანისწყალზე, დიდ ლიახზე, ქსანზე, თეთრ არაგვზე, შავ არაგვზე, ფშავის არაგვზე და ალაზანზე. ყველა ჰიდროკვეთისათვის მიღებულია რამდენიმე სახის განტოლება, რომელთა პირველ რიგებში არის მცირე რიცხოვანი ფაქტორების შემცველი განტოლება და აქვს ნაკლები სიზუსტე, ვიდრე შემდგომ მოყვანილ განტოლებებით მიღებულ პროგნოზებს, რომელთა გასაანგარიშებლად ფაქტორების მეტი რაოდენობაა, მაგრამ სამაგიეროდ მეტი სიზუსტეა.

იმ შემთხვევაში, თუ ოპერატიული პროგნოზის შედგენის დროს ჯერ არ არის მიღებული ოპერატიული ინფორმაცია რომელიმე საპროგნოზო ფაქტორის შესახებ, მაშინ საპროგნოზო განტოლებაში საანგარიშოდ მიახლოებით შეიძლება გამოყენებული იქნეს მისი ნორმის მნიშვნელობა.

ოპერატიული პროგნოზის გაცემის დროს, საპროგნოზო განტოლებებით გაანგარიშებული მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზული მნიშვნელობა უნდა შეედაროს საპროგნოზო მაქსიმალური ხარჯების ნორმას და მის ექსტრემალურ მნიშვნელობას, რათა გამორიცხული იყოს შემთხვევითი შეცდომები, ხოლო პროგნოზის ანომალური მნიშვნელობის დროს, უნდა გაკეთდეს სათანადო ანალიზი და მიღებული იქნეს შესაბამისი ღონისძიებები ასეთი

შემთხვევებისათვის. პროგნოზების წინსწრება საშუალებას იძლევა, მოსალოდნელი მაღალი პიკის შემთხვევაში, დროულად ჩატარდეს ყველა პრევენციული ღონისძიება, რათა დაცული იქნეს ყველა მნიშვნელოვანი ობიექტი და არ მოხდეს გაუთვალისწინებელი ზარალი და მსხვერპლი.

ასეთი პროგნოზებით მოსალოდნელი საშიშროების დროულად შეტყობინება საშუალებას იძლევა შემცირდეს ის მატერიალური ზარალი, რაც შეიძლება მოყვეს მაღალი წყალდიდობის პიკებს. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ისეთი ჰიდროობიექტებისათვის, როგორცაა ენგურისა და რიონის ჰესების კასკადი, ჟინვალის წყალსაცავი და ალაზნის სარწყავი სისტემა.

შემდგომში საპროგნოზო მეთოდები უნდა ეყრდნობოდნენ უფრო სრულყოფილ საწყის მონაცემებს ჩამონადენის ფორმირების ზონებიდან. ამისათვის საჭიროა რადიოლოკაციური სადგურების ორგანიზაცია, რომლებიც დიდი რადიუსის ფარგლებში აღწერენ ატმოსფერულ მოვლენებს. პროგნოზების მეთოდების სიზუსტე გაიზრდება აგრეთვე, ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის რიცხვითი პროგნოზების შემუშავების შედეგად.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Basilashvili Ts. The method of mountainous river water flow forecasting. Annals of Agrarian Sciences, 2006, vol 4, № 1, 75-80.
2. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Ленинград, Гидрометеиздат, 1971, 362.
3. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Перевод с английского. Москва, Статистика, 1973, 392.
4. Наставление по службе прогнозов, Ленинград, Гидрометеиздат, 1962, Раздел 3, Часть 1, 193.

შპს 551.482.215.3.627.14

საქართველოს მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ბრძელვადიანი პროგნოზირება /ბასილაშვილი ც.ზ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2014, ტ.120. გვ.60-63. - ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. შედგენილია საქართველოს მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების გრძელვადიანი (1 – 3 თვის წინსწრების) პროგნოზები, რომელთა გამოყენებით შესაძლებელია თავიდან ავიცილოთ დიდი მატერიალური ზარალი.

UDK 551.482.215.3.627.14

LONG TERM FORECASTS OF MAXIMUM DISCHARGE OF GEORGIAN RIVERS /Basilashvili Ts. Z./ Transaction of the Institut of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2014,-ტ.120. pp.60-63.- Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

Long term forecasts (one-three months) of maximum discharge of Georgian rivers have been made which allow to avoid significant material losses.

УДК 551.482.215.3.627.14

ДОЛГОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ РЕК ГРУЗИИ /Басиладшвили Ц.З./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2014.-т.120.-с.60-63. -Груз., Рез. Груз., Анг., Рус

Составлены долгосрочные (с заблаговременностью 1 – 3 месяца) прогнозы максимальных расходов, с использованием которых можно предотвратить большой материальный ущерб.

უა.კ. 551.583/551.324

კლიმატის ცვლილების გავლენის შეფასება მდ. ენგურის ჩამონადენზე

ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., შვანგირაძე მ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

გლობალური დათბობის ზეგავლენით, რომელიც 1980-იანი წლების შემდეგ საგრძნობლად გააქტიურდა, მსოფლიოს ყველა რეგიონში, მათ შორის კავკასიის ცენტრალურ ნაწილშიც, აშკარად დაიკვირვება მყინვარების დეგრადაცია. მყინვარების დნობისა და უკან დახვევის პირობებში იზრდება მყინვარული კვების მქონე მდინარეთა ჩამონადენი. ამავე დროს, ეს პროცესი მყინვარების ფართობისა და მათში ყინულის მარაგის შემცირების გამო იწვევს ჩამონადენის დაკლებას, რომელიც მყინვართა სრული გადნობის შემდეგ მხოლოდ ატმოსფერული ნალექებისა და მიწისქვეშა საზრდოობის ჩამონადენად იქცევა. უახლესი შეფასებით [1], კავკასიონის მყინვართა დეგრადაციის ამჟამინდელი ტემპისა და ტემპერატურის პროგნოზირებული ზრდის პირობებში ეს მთიანი სისტემა ყინულოვანი საფარისაგან, სავარაუდოდ, 2150-2160 წლებისთვის გათავისუფლდება.

საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში მიღებული შედეგების თანახმად, 2100 წლისთვის ზემო სვანეთის რეგიონში, რომელიც მოიცავს მდ. ენგურის აუზის ზედა ნაწილს, 1986-2010 წწ. პერიოდის საშუალოსთან შედარებით მოსალოდნელია საშუალო წლიური ტემპერატურის მომატება 3.7°C-ით. ეს უდავოდ გავლენას მოახდენს აუზის მყინვარების გეომეტრიულ ზომებსა და მყინვარულ ჩამონადენზე. ამ გავლენის მიახლოებითი შეფასებისათვის გამოვიყენეთ არსებული მონაცემები აუზის მყინვართა უკვე დაფიქსირებული დეგრადაციისა და რეგიონში ტემპერატურის გაზომილი და პროგნოზირებული ცვლილების შესახებ.

ცნობილია, რომ მე-20 საუკუნის მეორე ნახევრისათვის მდ. ენგურის აუზში აღრიცხული იყო 250 მყინვარი, რომელთა საერთო ფართობი 288.3 კმ² აღწევდა [2]. მყინვარების უმეტესობა (73%) მცირე ზომის იყო და მათი ფართობი 0.5 კმ²-ს არ აღემატებოდა. შედარებით დიდი მყინვარებიდან გამოირჩეოდა ლეხხირი (38,1 კმ²), ქვიში (13.8 კმ²), ჭალაათი (13.2 კმ²) და დოღრა (8.8 კმ²). მყინვარული ჩამონადენი მდინარეებიდან ნენსკრა, ნაკრა, დოღრა, მესტიაჭალა, მულხრა და სხვ. იკრიბება ჰიდროლოგიურ საგუშაგო ხაიშთან არსებულ ჩამკეტ კვეთში, სადაც 1937-1980 წწ. მონაცემებით ენგურის საშუალო წლიური ხარჯი შეადგენდა 110 მ³/წმ, ხოლო სრული წლიური ჩამონადენი 345 კმ³. მყინვარული წილის ჩამონადენის გათვალისწინებით (26,2%), მდ. ენგურის საშუალო წლიური მყინვარული ჩამონადენი ამ პერიოდში ტოლი იყო 0.908 კმ³, ანუ 908 მლნ. მ³.

იმავე ნაშრომის მიხედვით, 1890-1965 წწ. პერიოდში მდ. ენგურის აუზში მყინვართა საერთო ფართობმა დაიკლო 332 კმ²-დან 288 კმ²-მდე, რაც 13%-იან შემცირებას შეადგენს. ეს პროცესი შესაბამისობაშია მყინვართა გლობალური მასშტაბით დაფიქსირებულ დეგრადაციასთან, რომელიც 1890 წლიდან მზარდი ტემპით მიმდინარეობს მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში [3].

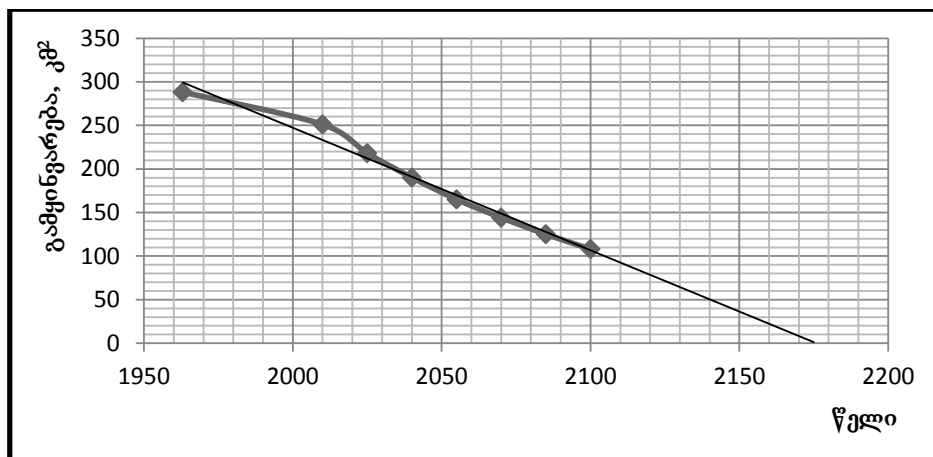
ენგურის აუზში მყინვართა ფართობის შემცირების ტემპერატურული პირობების შესაფასებლად განვიხილეთ დაკვირვების ხანგრძლივი რიგის მქონე, რეგიონში უახლოესი მეტეოსადგურის – ქუთაისის მონაცემები (მესტიაში დაკვირვებები მხოლოდ 1936 წელს დაიწყო), რომელთა თანახმად 1906-1913 და 1954-1963 წწ. ქვეპერიოდებს შორის საშუალო წლიური ტემპერატურა 0.3°C-ით გაიზარდა [4] ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტში არსებული მონაცემების ანალიზმა აჩვენა, რომ 1959-1991 წწ. 33 - წლიან პერიოდში ქუთაისისა და მესტიის მეტეოსადგურებზე საშუალო წლიურ ტემპერატურებს შორის კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა 0.882 შეადგენს. ეს შესაძლებელს ხდის საკმაო მიახლოებით ჩავთვალოთ, რომ მე-20 საუკუნის პირველ ნახევარში ქუთაისში დაფიქსირებული საშუალო წლიური ტემპერატურის 0.3 °C -ით მატება ვრცელდება ზემო სვანეთის რეგიონზედაც, რამაც განაპირობა ენგურის აუზში მყინვართა ფართობის ზემოთ ნახსენები შემცირება.

ამრიგად, მდ. ენგურის აუზში დათბობის შედეგად მყინვარების ფართობის შემცირების შეფასებას საფუძვლად შეიძლება დაედოს ის ფაქტობრივად დადგენილი გარემოება, რომ 1890-1965 წწ. პერიოდში მყინვარების საერთო ფართობი 13%-ით შემცირდა, რაც თან სდევდა ზემო სვანეთის რეგიონში საშუალო წლიური ტემპერატურის 0.3°C -ით მომატებას.

მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ მესტიაში 1961-2010 წწ. ნახევარსაუკუნოვან პერიოდში საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ 0.3°C -ით მო-

იმატა. თუ დავეუშვებთ, რომ ამ პერიოდის ხანგრძლივობა დაახლოებით ტოლია ზემოთ ხსენებული 1906-1963 წწ. პერიოდისა და ორივე მათგანისათვის დამახასიათებელია ტემპერატურის ერთნაირი მატება 0.3°C -ით, გარკვეული მიახლოებაში შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ პირველ პერიოდში დაფიქსირებულ მყინვართა ფართობის 13% -იანი შემცირება იმავე ტემპით გაგრძელდა მეორე, 1961-2010 წწ. პერიოდშიც. ამ შემთხვევაში გასული საუკუნის მნიშვნელობა 288 კმ² შეიცვლება ამჟამინდელი სავარაუდო 251 კმ²-ით, ხოლო მყინვარული ჩამონადენი პროპორციულად შემცირდება 908 მლნ მ³-დან 790 მლნ მ³-მდე წელიწადში.

რაც შეეხება 2100 წლამდე სამომავლო შეფასებას, კლიმატური პროგნოზით 2100 წლისთვის ზემო სვანეთში 1986-2010 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში მოსალოდნელია საშუალო წლიური ტემპერატურის 3.7°C -ით მომატება. პროგნოზის თანახმად, 2050 წლამდე ტემპერატურის მატება შედარებით ნელი ტემპითაა ნავარაუდები (1.2°C - ით), ხოლო საუკუნის ბოლოსთვის კიდევ 2.5°C -ით. 2010-2100 წწ. პერიოდში ტემპერატურის ზრდის გამარტივებული წრფივი სახით წარმოდგენის შემთხვევაში დროის მთელ ამ მონაკვეთში ტემპერატურის მატების საშუალო მნიშვნელობად შეგვიძლია ავიღოთ პროგნოზირებული ნაზრდის დაახლოებით ნახევარი, ანუ 1.8°C . ეს სიდიდე დროის აღნიშნულ მონაკვეთში (2010-2100 წწ.) შეიცავს ექვს 0.3°C -იან ნაზრდს და თუ დავეუშვებთ, რომ თითოეულ ეტაპზე 0.3°C -იან მატებას თან სდევს წინა ეტაპზე არსებულ მყინვართა ფართობის 13%-იანი შემცირება, მივიღებთ, რომ 2100 წლისთვის ენგურის აუზში მყინვართა ამჟამინდელი სავარაუდო ფართობი 251 კმ² შემცირდება 108 კმ²-მდე, ანუ 57%-ით (ნახ. 1). შესაბამისად, მყინვარის ფართობსა და მის ჩამონადენს შორის ზემოთ დაშვებული წრფივი დამოკიდებულების პირობით, აუზში წლიური მყინვარული ჩამონადენიც ამჟამინდელ სავარაუდო 790 მლნ მ³-დან, მყინვართა დამატებითი დნობის გაუთვალისწინებლად, 340 მლნ მ³-მდე შემცირდება.



ნახ. 1. ენგურის აუზში მყინვართა ფართობის შემცირების სავარაუდო დინამიკა მიღებული დაშვებების პირობებში

ნახაზიდან ჩანს, რომ მიღებული დაშვებების პირობებში აგებული მრუდის ექსტრაპოლაციით, მდ. ენგურის აუზში მოსალოდნელი იქნება ყინულოვანი საფარის გაქრობა 2170-2175 წლებისთვის. ეს შედეგი ახლოსაა ნაშრომში [1] მიღებულ ზემოთ ხსენებულ სავარაუდო პროგნოზთან.

მყინვარული ჩამონადენის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების შესწავლისას ერთ-ერთ საკვანძო საკითხს წარმოადგენს მყინვარის ზედაპირიდან მოდნობის კავშირი ჰაერის ტემპერატურასთან. ამ პროცესს ჩვეულებრივ ახასიათებენ საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 1°C -ით მომატებისას მყინვარის ზედაპირის სიმაღლის ცვლილებით. ტემპერატურის გარდა აღნიშნულ პროცესებზე გავლენას ახდენს მყინვარის ზედაპირის მდგომარეობა და ექსპოზიცია, მზის რადიაცია, ქარი, ნალექები და სხვ. თანახმად [5]-ისა, კავკასიონის პირობებში ტემპერატურის 1°C -ნაზრდზე მოდინების საშუალო სიჩქარე 6.5 მმ შეადგენს.

ცხრილში 1 მოყვანილია მყინვარ ჭალაათზე სხვადასხვა პერიოდში ჩატარებულ გაზომვათა შედეგები ზედაპირულ მოდნობასა (აბლაცია) და მყინვარულ ჩამონადენს შორის კავშირის დასადგენად.

ცხრილი 1. კავშირი ზედაპირულ მოდნობასა (აბლაცია) და მყინვარულ ჩამონადენს შორის მყინვარ ჭალაათზე ჩატარებული გაზომვების სხვადასხვა სერიების მიხედვით

გაზომვების ჩატარების თარიღი	პერიოდი	ზედაპირული მოდნობა (აბლაცია), სმ	მოდნობის, (აბლაციის) საშუალო სიჩქარე სმ/დღე	მყინვარული ჩამონადენის საშ. ხარჯი, მ ³ /წმ	მყინვარული ჩამონადენი, მლნ მ ³	ჩამონადენი 1მმ მოდნობაზე, 10 ³ მ ³ /მმ	საშ. ტემპერატ. გადახრა ნორმიდან მეტროში, °C
1959 წ. [5]	0.9.0.7-01.08	186.2	8.4	—	18.417	9.9	+0.8
	01.08-01.09	229.4	7.4	—	19.094	8.3	-1.6
	ჯამი	415.6			37.511		
	საშუალო		7.9	—		9.1	-0.4
2000 წ. [6]	16.06-05.07	138	6.9	7.1	12.269	.9.	+3.8
	15.07-01.08	218	8.7	8.4	18.144	8.3	+4.9
	01.08-01.09	188	6.1	10.9	29.194	15.5	+1.6
	01.09-15.10	218	4.8	5.8	22.550	10.3	+0.4
	ჯამი	762			82.1		
	საშუალო		6.6	8.0		10.7	+2.7
2011 წ.	08.07-14.07	74	12.3	15.5	8.035	10.8	+2.1
	14.07-20.07	56	9.3	14.6	7.569	13.5	
	20.07-28.07	71	8.9	14.7	10.161	14.3	
	28.07-04.08	73	10.4	15.1	9.132	12.5	+0.6
	04.08-14.08	97	9.7	9.7	8.381	9.6	
	14.08-23.08	56	5.6	8.4	7.258	13.0	
	ჯამი	427			50.536		
	საშუალო		9.4	13.0		12.1	+1.4

2011 წელს თსუ გეოგრაფიის ინსტიტუტის გლაციო-ჰიდროლოგიური ექსპედიციის მიერ მიღებული მონაცემების შედარება წინა ორი ექსპედიციის (1959 წ და 2000 წ) შედეგებთან [5,6] ცხადყოფს, რომ მყინვარ ჭალაათზე მოდნობის მახასიათებლებმა იმატა. კერძოდ, თუ აბლაციის წინა სეზონებზე აბლაციის საშუალო სიჩქარე 7-8 სმ/დღე ფარგლებში იცვლებოდა, ბოლო სეზონზე ამ სიდიდემ დღეში 9 სმ გადააჭარბა. იგივე ითქმის 1 მმ მოდნობაზე მყინვარული ჩამონადენის შესახებაც, რომელმაც 1959 წლის 9 100 მ³/მმ-დან 2011 წელს იმატა 12 100 მ³/მმ-მდე. ეს გარემოება როგორც ჩანს დაკავშირებულია მყინვარის დეგრადაციის ტემპის დაჩქარებასთან, რაც გამოიხატება მისი ზომების შემცირებაში და მისი ზედაპირის ნაშალი მორენული მასალით დაფარულობის ზრდაში.

გასული ნახევარი საუკუნის მანძილზე მყინვარ ჭალაათზე ჩატარებული სავსე გამოკვლევების შედეგები საშუალებას იძლევა პირველ მიახლოებაში შეფასდეს კლიმატის მიმდინარე დათბობის მოსალოდნელი გავლენა მდ. ენგურის ჩამონადენზე. ეს შეფასება დაყრდნობა იგივე დაშვებებს, რაც გამოყენებული იყო მყინვართა ფართობების მოსალოდნელი ცვლილების შეფასებისას.

კერძოდ, თუ საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 1°C-ით მომატებას შეესაბამება მყინვარიდან მოდნობის მატება 6.5 მმ-ით, 2010-2100 წწ. პერიოდში ტემპერატურის თანაბარი საშუალო მატება 1.8 °C-ით გამოიწვევს აბლაციის პერიოდში მყინვარ ჭალაათიდან

მოდნობის მატეხას 12.6 მმ-ით დღეში. 4-თვიანი პერიოდის (120 დღე) განმავლობაში ეს მოგვცემს $120 \times 12.6 \text{ მმ} = 1510 \text{ მმ}$ მოდნობის ნამატს. ჭალათიდან 2000 წელს დაფიქსირებული 7 620 მმ საშუალო ნადნობისათვის ეს სიდიდე 20%-იან ნაზრდს შეესაბამება. თუ დავუშვებთ, რომ ენგურის აუზში ეს შედეგი ყველა მყინვარზე შეიძლება გავრცელდეს, მივიღებთ, რომ 2010-2100 წწ. პერიოდში ტემპერატურის მატეხას 3.7 °C-ით შეუძლია მოდნობის ზრდის შედეგად ჩამონადენის გაზრდა დაახლოებით 20%-ით. საბოლოო ჯამში, ეს შედეგი გამოიწვევს მყინვართა ფართობის შემცირებით გამოწვეული მყინვარული ჩამონადენის შემცირებას 2010 წელთან შედარებით 40%-ით. ამასთან დაკავშირებით, მე-20 საუკუნის შუა პერიოდისათვის არსებული 908 მლნ მ³-ისა და 2010 წლისთვის შეფასებული 790 მლნ მ³-ის ნაცვლად 2100 წელს მოსალოდნელი იქნება მყინვარული ჩამონადენის შემცირება დაახლოებით 470 მლნ მ³-მდე წელიწადში, რაც საგ. ხაიშზე მდ. ენგურის გასულ საუკუნეში საშუალო სრული წლიური ჩამონადენის თითქმის 14% იქნება.

გასული საუკუნის შუა პერიოდში საგ. ხაიშისთვის დადგენილი სრული წლიური ჩამონადენი 3 465 კმ³ მყინვარული ჩამონადენის გარეშე შეიცავდა 2557 კმ³ ატმოსფერული ნალექებისა და მიწისქვეშა კვების ჩამონადენს. ზემოთ ჩატარებული შეფასების თანახმად, 2100 წლისთვის მყინვარული ჩამონადენი სავარაუდოდ, იქნება 0.470 კმ³. ამის გათვალისწინებით, 2100 წლისთვის მდ. ენგურის სრული ჩამონადენი შესაძლებელია შემცირდეს $2.557 + 0.470 = 3.027$ (კმ³/წელი) - მდე, რაც მე-20 საუკუნის შუა პერიოდისთვის არსებული ჩამონადენის 87% შეადგენს.

ამრიგად, 2100 წლისთვის გლობალური დათბობის შედეგად მყინვარული ჩამონადენის 2010 წლის დონესთან შედარებით მოსალოდნელი 40%-იანი შემცირების ეფექტი აისახება საგ. ხაიშზე გასული საუკუნის შუა პერიოდისთვის მდ. ენგურის სრული წლიური ჩამონადენის 13%-ით შემცირებაში.

საბოლოოდ შეიძლება ითქვას, რომ ჩვენს მიერ მდ. ენგურის აუზში კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით მყინვარის ფართობისა და მყინვარის ჩამონადენის სავარაუდო ცვლილების შეფასებები მიახლოებითი ხასიათისაა და ეყრდნობა მთელ რიგ დაშვებებს, რაც ქმნის ცალკეულ გაურკვევლობებს. მათი არსებითი შემცირებისათვის მსგავსი შეფასებები უნდა ჩატარდეს მოდელური გამოთვლების გზით, რასაც საფუძვლად დაედება თანამგზავრული მონაცემები მდ. ენგურის აუზში მყინვართა რაოდენობისა და ზომების განაწილების შესახებ, ასევე მყინვართა დნობისა და მყინვარული ჩამონადენის ფორმირების პროცესების ამსახველი თანამედროვე მათემატიკური მოდელები და ექსპერიმენტული მონაცემები.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ცომაია ვ. და სხვ. გამყინვარების საუკუნოვანი დინამიკა კავკასიაში და მყინვართა გაქრობის კლიმატური პროგნოზი გლობალური დათბობის ფონზე. სტუ პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 2013, ტომი 119, გვ. 197-203.
2. Сванидзе Г.Г., Цомая В.Ш. (ред.) Водные ресурсы Закавказья. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1988.
3. Climate Change 1995. The Science of climate Change IPCC, 1996, p. 371
4. ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ჩოგოვაძე ი. გლობალურ დათბობაზე საქართველოში კლიმატის რეაგირების შეფასება. პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2010. გვ. 59.
5. Владимирова Л.А. Водный баланс Большого Кавказа., Мечнерба“, Тбилиси, 1970,с.3
6. ჯანელიძე პ. (რედ) მყინვარების როლის შეფასება საქართველოში მდინარეული ჩამონადენის ფორმირებაში. საქ. კლიმ. ცვლილ. ეროვნული სააგენტო, თბილისი, 2000.

უაკ. 551.583/551.324

კლიმატის ცვლილების გავლენის შეფასება მდ. ენგურის ჩამონადენზე. /ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., შვანიძე მ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2014.-ტ.120.-გვ.64-68.-ქართ.; რეზ.ქართ., ინგლ., რუს. მდინარე ენგურის აუზის მყინვართა უკვე დაფიქსირებული დეგრადაციისა და რეგონში ტემპერატურის გაზომილი და პროგნოზირებული ცვლილებების საფუძველზე შეფასებულია გლობალური დათბობის სავარაუდო გავლენა მყინვართა ფართობებსა და მყინვარულ ჩამონადენზე. შესწავლილია მყინვარ ჭალათზე ჩატარებული გაზომვების სხვადასხვა სერიების მიხედვით დამოკიდებულება ზედაპირულ მოდნობასა და მყინვარულ ჩამონადენს

შორის. გარკვეული დაშვებების გათვალისწინებით პროგნოზირებულია 2100 წლისთვის ენგურის აუზში მყინვართა ამჟამინდელი საგარაუდო ფართობების, მყინვარული ჩამონადენისა და სრული ჩამონადენის შემცირების რაოდენობრივი მაჩვენებლები.

UDC 551.583/551.324

Assessment of climate change impact on R. Enguri's runoff. /Beritashvili B., Kapanadze N., Shvangiradze M./ Transactions of the Institut of Hydrometeorology at the Georgian Technical University. -2014. - v.120. – pp.64-68. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The anticipated impact of global warming on glacier area and glacial runoff of R. Enguri is assessed based upon the actual data on glacier degradation and temperature measured and projected change. According to different series of observations carried out on Chalaati Glacier the relationship between surface melting and glacial runoff is studied. Possible decrease of glacier area, glacial runoff and total discharge of R. Enguri is forecasted to 2100.

УДК 551.583/551.324

Оценка влияния глобального потепления на сток р.Ингури. /Бериташвили Б. Ш., Капанадзе Н. И., Швангирадзе М.Я./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. –2014. – т.120. – с.64-68. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

На основе зафиксированной деградации ледников бассейна р. Ингури и фактического и прогнозируемого изменения температуры в регионе дана оценка возможного влияния глобального потепления на площадь ледников и ледниковый сток. Исследована зависимость между величиной стаивания и ледниковым стоком с использованием различных серий наблюдений, проведенных на леднике Чалаати. При определенных допущениях прогнозированы количественные показатели ожидаемого уменьшения площади ледников, ледникового стока и общего стока р. Ингури к 2100 г.

უაკ 627.14.1.3.7.

**საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობების ფორმირების თავისებურებები
და მათი სივრცულ - დროითი ცვლილებების ტენდენციები
ც. ბასილაშვილი, ს. გორგიჯანიძე, გ. გრიგოლია, გ. ფიფია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი**

წყალდიდობა არის მთავარი ფაზა მთის მდინარეთა წყლის რეჟიმისა. ხანმოკლე წყალმოვარდნებისაგან განსხვავებით, ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში, ყოველწლიურად ერთსა და იმავე სეზონში მდინარის წყლის მომატებას, წყალდიდობა ეწოდება. მაღალმთიან მყინვარული საზრდოობის მდინარეებზე წყალდიდობა გაზაფხული-ზაფხულის სეზონს მოიცავს, ხოლო საშუალო და დაბალმთიან მდინარეთა აუზებში მხოლოდ გაზაფხულის თვეებს.

საქართველოს მდინარეები ხასიათდებიან მაღალი წყალდიდობებით, რომელთა დროს გაედინება მათი წლიური ჩამონადენის 50-70%. მაღალმთიან აუზებში წყალდიდობა 5-6 თვემდე გრძელდება, მაგალითად მდ. ენგურის აუზში ის მიმდინარეობს აპრილიდან სექტემბრამდე. დაბალმთიანეთში კი, სადაც არ არის მუდმივი თოვლი და მყინვარები, წყალდიდობა მხოლოდ მარტ-ივნისის თვეებს მოიცავს, ამის მაგალითია მდ. აჭარისწყალი.

წყალდიდობის ფორმირების თავისებურება განისაზღვრება მდინარეთა აუზების ზედაპირის ხასიათისა (სიდიდე, კონფიგურაცია, დახრილობა, ზედაპირის მდგომარეობა, მდინარეთა ქსელის სიმჭიდროვე და სხვა) და კლიმატური პირობების სხვადასხვაობით. საქართველოს მთიანი რელიეფი სხვადასხვა წარმოშობისა და აგებულებისაა, ამიტომ აქ მდინარეთა ჩამონადენზე მუდმივ მოქმედი აუზის ზედაპირული ფაქტორები: რელიეფი, ნიადაგ-მცენარეული საფარი, გეოლოგია, ჰიდროგეოლოგია და სხვა დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა.

მდინარეთა ჩამონადენზე მთავარი მოქმედი ფაქტორებია აუზის ცვალებადი კლიმატური ელემენტები: ატმოსფერული ნალექები, ჰაერის ტემპერატურა, აორთქლება, ინფილტრაცია, კონდენსაცია, ტრანსპირაცია და სხვა, რომლებიც განსაზღვრავს მდინარეთა საზრდოობის წყაროებს. მათ შორის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს კლიმატის ისეთ ელემენტებს, როგორცაა ჰაერის ტემპერატურა, ატმოსფერული ნალექები და თოვლის საფარი, რაც ჩამონადენის მთავარი წარმომშობი ფაქტორებია.

ჰაერის ტემპერატურა განაპირობებს თოვლისა და ყინულის საფარის დაგროვებას, მათ დნობასა და აორთქლებას. საქართველოში ტემპერატურული რეჟიმი მკვეთრი ვერტიკალური ზონალობით ხასიათდება: სიმაღლის მატებით მცირდება ტემპერატურა და შესაბამისად იზრდება ცივი პერიოდის ხანგრძლივობა.

მდინარეთა წყლიანობის განმსაზღვრელი, ძირითადად, ატმოსფერული ნალექებია, რომელთა რაოდენობა, ინტენსივობა, განაწილება დროსა და სივრცეში განაპირობებს მდინარეთა ჩამონადენის რაოდენობასა და მის რეჟიმს. ვინაიდან საქართველოში შავი ზღვიდან შემოჭრილი ნოტიო ჰაერის მასების ინტენსიური კონდენსაცია ხდება ქედების ქარპირა დასავლეთ ფერდობებზე, ამიტომ აღმოსავლეთ ქარზურგა კალთებზე, უკვე შედარებით მშრალი ჰაერის მასები, დაღმავალი მოძრაობის გამო ამცირებს ნალექების რაოდენობას. ამ მიზეზით დასავლეთ საქართველოში თუ ნალექების წლიური ჯამი საშუალოდ 1300-2700 მმ-ის ფარგლებში მერყეობს, აღმოსავლეთ საქართველოში იგი მხოლოდ 400-800 მმ-ია.

საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობების ფორმირებაში ხშირად ერთდროულად მონაწილეობს სეზონური თოვლის, წვიმის, მუდმივი თოვლისა და მყინვარების ნადნობი წყლები სხვადასხვა შეფასებით. ვინაიდან თვითოეული მდინარის აუზში ჩამონადენის მაფორმირებელი ფაქტორების ცვალებადობა სხვადასხვა ხასიათს ატარებს, როგორც დროში, ისე სივრცეში, ამიტომ წყალდიდობები არ არის იდენტურები და ხასიათდებიან გარკვეული ინდივიდუალურობით.

როელი მთიანი რელიეფის პირობებში, წყალდიდობის ფორმირებაში დიდ როლს თამაშობს აუზის ზედაპირის ვერტიკალური ზონალობა, რომელიც თითოეული მდინარის აუზში გარკვეული თავისებურებებით გამოირჩევა. ამიტომ წყალდიდობების ჩამონადენის მნიშვნელობა და მისი განაწილება სივრცესა და დროში სხვადასხვა იქნება.

განსაკუთრებულ დიდი სირთულეს ქმნის აქ მთებში მოსული ნალექების არათანაბარი განაწილება. წყალდიდობები ფორმირდებიან, როგორც წვიმისა და თოვლის დნობის

ერთობლივი მოქმედებით, ასევე მხოლოდ წვიმის წყლებით დაბლობ რაიონებში. მაღალ მთებში კი მნიშვნელოვანია ნაღობი წყლის როლი.

არსებული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ თოვლის ნაღობი წყლების ჩამონადენის კოეფიციენტი წყალდიდობის დროს შეადგენს 0,30-0,65, ხოლო წვიმის წყლებით მიღებული ჩამონადენის კოეფიციენტი 0,15-0,25, ე.ი. თოვლის ნაღობი წყლები ხვდებიან მდინარეში 1,5-ჯერ ნაკლები დანაკარგებით, ვიდრე წვიმის წყლები. ეს გამოწვეულია იმით, რომ თოვლისაგან განთავისუფლებულ დაბლობ რაიონებში მოსული წვიმის დიდი ნაწილი ჩაიჟონება ნიადაგში, ნაწილი კი უკვე ჰაერის მაღალი ტემპერატურების გამო ჰაერში ორთქლდება. ამიტომ წყალდიდობის ჩამონადენში თოვლის ნაღობი წყლების წილი დიდია. მაგალითად, თოვლის წყლების წილი აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენში იცვლება 30%-დან (მდ. ქცია-ხრამის აუზში) 53%-მდე (მდ. მტკვარი).

თოვლის საფარის განლაგება და დნობის ხასიათი არის მთის მდინარეთა გაზაფხული-ზაფხულის წყალდიდობის ჩამონადენის ძირითადი განმსაზღვრელი ფაქტორი. მაგრამ თოვლის მარაგის საშუალო მნიშვნელობა წლიდან წლამდე მეტად ცვალებადია, განსაკუთრებით 600-1200 მ-ის დიაპაზონში, სადაც მათი ვარიაციის კოეფიციენტი $Cv = 0,90-0,70$ -ს შეადგენს, სიმაღლის მატებასთან ერთად ვარიაცია კლებულობს.

ატმოსფერულ ნალექების წლიურ ჯამში ჭარბობს თხევადი ნალექების წილი, რაც საშუალოდ 54%-ს შეადგენს [1], რომელთა ვარიაცია თბილი სეზონის თვეებში $Cv = 0,30-0,60$. კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში საქართველოს ტერიტორიაზე თბილი თვეების განმეორადობის გაზრდასთან ერთად, მოსალოდნელია ატმოსფერული ნალექების მკვეთრი შემცირება. განსაკუთრებით წლის ცივ პერიოდში. წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში კი ტემპერატურის მნიშვნელოვანი ანომალიის დროს ნალექები იზრდება, რაც შეიძლება აიხსნას კონვექციური პროცესების გააქტიურებით და თავსხმა ნალექების მოსვლით [2].

წყალდიდობა მთის მდინარეებზე იწყება ძირითადად მარტის ბოლოს, როცა იწყება თოვლის დნობა. წყალდიდობის ხანგრძლივობა განისაზღვრება მდინარეთა აუზების სიმაღლით განვითარების დიაპაზონით, თოვლის მარაგის განაწილებით სიმაღლის მიხედვით და ტემპერატურული რეჟიმით. მაგ: მდ. მტკვარზე ყველაზე უხვწლიანი პერიოდია გაზაფხული (მარტი-მაისი), როცა გაედინება 50-60%-ზე მეტი წლიური ჩამონადენისა. წყალდიდობა მთავრდება ივლისის დასაწყისში. მაღალ წყალმოვარდნებს ძირითადად ადგილი აქვს აპრილ-მაისის თვეებში, როცა თოვლის ინტენსიურ დნობას თან ერთვის გაზაფხულის კოკისპირული წვიმები.

დედამიწაზე კლიმატის გლობალურ დათბობასთან დაკავშირებით XX საუკუნის დასასრულიდან იმატა კატასტროფულმა წყალდიდობებმა და მრავალ ქვეყანაში, მათ შორის საქართველოშიც დიდი ზარალი მიაყენა ქვეყნის ეკონომიკას, იყო მსხვერპლიც. მაგრამ აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ საქართველოს მდინარეებზე აშენებულია 44 წყალსაცავი, რომელთა ბაზაზე მუშაობენ ელექტროსადგურები, სარწყავი არხებისა და წყალმომარაგების სისტემები. ამ წყალსაცავების ყოველწლიური შევსება ხდება ამ მდინარეთა წყალდიდობების პერიოდის ჩამონადენით, რომელთა ექსპლუატაცია გათვლილია მეორე წლის წყალდიდობამდე. ე.ი. მდინარეთა წყალდიდობა არის წყალსამეურნეო ობიექტების მთავარი მკვებავი წყარო, რომლის წყლის რესურსების ხარჯზე ხდება ელექტროენერჯის გამომუშავება, მოსავლიანობის უზრუნველყოფა, მოსახლეობისა და სამეურნეო საწარმოების წყალმომარაგება.

ამრიგად წყალდიდობებს მოაქვთ როგორც დიდი ზიანი, ასევე დიდი სარგებლობაც, ამიტომ საჭიროა მათი მრავალმხრივი შესწავლა. ამ მიზნით ჩვენ მიერ, მრავალწლიანი დაკვირვებათა რიგების სათანადო ანალიზისა და გაანგარიშებათა საფუძველზე [3] ნაშრომში 47 ჰიდროკვეთისათვის მიღებულია წყალდიდობების მთავარი მახასიათებლები. შეუსწავლელ მდინარეთათვის კი, რომელნიც წყალდიდობის დროს ხშირად დიდ საშიშროებას უქმნიან მოსახლეობას და გარემოს, ჩვენ მიერ შედგენილია მარტივი ემპირიული გამოსახულებები მათი წყალდიდობის ჩამონადენის ნორმების დასადგენად [3].

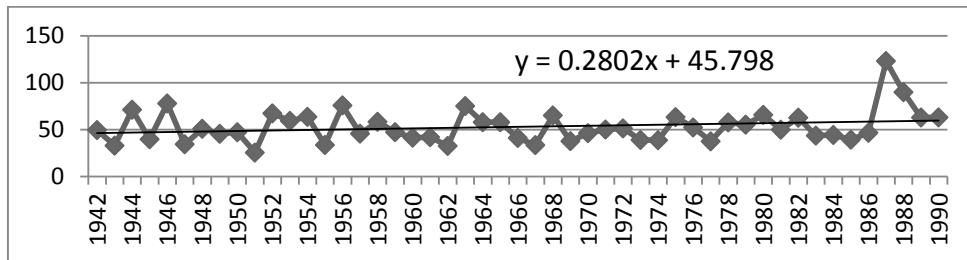
აღსანიშნავია, რომ ჩვენ მიერ საქართველოს მდინარეთა წყლის ხარჯებზე 208 ჰიდროკვეთებზე არსებული მრავალწლიური დაკვირვების რიგების ანალიზის საფუძველზე შედგენილ იქნა წყალდიდობის ჩამონადენისა და მისი დაწყების თარიღების რუკები, რომლებიც 2012 წელს გამოქვეყნდა „საქართველოს ეროვნულ ატლასში“ [4].

ამავე ატლასშია აგრეთვე, ჩვენ მიერ შედგენილი რუკა საქართველოს ტერიტორიის დარაიონებისა მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების მიხედვით [5], სადაც თითოეული რაიონისათვის გამოყოფილია მდინარეთა უხვწლიანი (წყალდიდობის) პერიოდის

ჩამონადენი და მისი წილი (%) წლიურ ჩამონადენში. ამავე დროს, ატლასის 85 გვერდზე მოცემულია ფორმულები და ცხრილი ნებისმიერი მდინარისათვის სხადასხვა პერიოდის (მათ შორის წყალდიდობის) ჩამონადენის ნორმის განსაზღვრის მიზნით [6].

წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენის აღნიშნული მახასიათებლები აუცილებელია საპროექტო ორგანიზაციებში ნაგებობათა ტექნიკურ-ეკონომიკური მანქვებლების დასადგენად, განსაკუთრებით ესეა, როცა საქართველოს 26 ათასი მდინარიდან მხოლოდ რამოდენიმეზე და ხდება წყლის დონეების გაზომვა, ადრე კი აქ 200-ზე მეტ ჰიდროლოგიურ საგუშაგოზე დღეში ორჯერ ხდებოდა არა მარტო დონეების, არამედ წყლის ხარჯების გაზომვაც.

კლიმატის თანამედროვე გლობალური ცვლილებების ზეგავლენის შესწავლის მიზნით, ჩვენ მიერ განხილულ იქნა საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობების მრავალწლიური დინამიკა. ამის მაგალითად ნახ. 1 გამოსახულია წყალდიდობის ჩამონადენის (მ³/წმ) ცვლილება მდ. დიდ ლიახვზე.



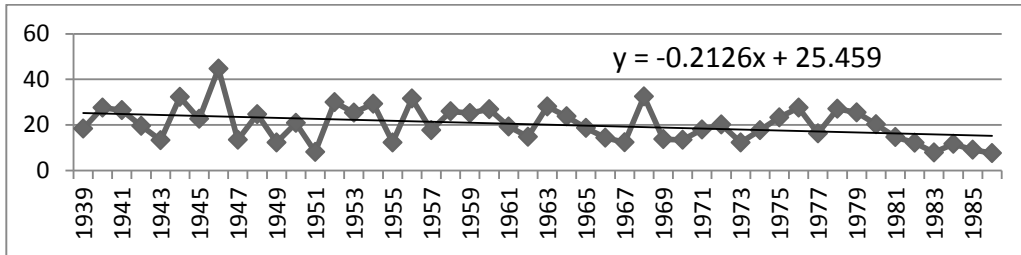
ნახ. 1. წყალდიდობის ჩამონადენის (მ³/წმ) დინამიკა (1942-1990 წწ.) მდ. დიდ ლიახვზე სოფ. კეხეთან

რომლის სათავეში კავკასიონის ქედზე [7]-ის თანახმად 22 მყინვარია 6,6 კმ² ფართობით და მის შენაკად მდ. პატარა ლიახვზე (ნახ. 2), რომლის აუზში არ არსებობს მყინვარები.

როგორც ნახაზებიდან ჩანს, მდ. დიდ ლიახვზე მრავალწლიურ რიგში აღინიშნება წყალდიდობების ჩამონადენის ზრდის ტენდენცია, მდ. პატარა ლიახვზე კი პირიქით, აღინიშნება წყალდიდობის წყლის ხარჯების შემცირება. ასეთი ურთიერთსაწინააღმდეგო ტენდენციები მდინარეთა წყალდიდობის ჩამონადენის ცვლილებისა გამოწვეულია იმით, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის შედეგად, წყალდიდობის დროს, წლების განმავლობაში უფრო და უფრო ინტენსიურად დნებოდა დიდი ლიახვის აუზში მდებარე მყინვარები და მუდმივი თოვლის საფარი, რის შედეგადაც იზრდებოდა მდინარის ჩამონადენი. პატარა ლიახვის აუზში კი, წლების განმავლობაში ტემპერატურის მომატებით იზრდებოდა აორთქლება და შესაბამისად მცირდებოდა მდინარის წყალდიდობის პერიოდის წყლის ხარჯები.

სადღეისოდ, გრძელდება რა გლობალური დათბობა, მოსალოდნელია ჰაერის ტემპერატურის კვლავ მომატება, რაც გამოიწვევს მყინვარებისა და მარადი თოვლის საფრის დნობის ინტენსივობის მატებას და შესაბამისად მყინვარებით მოსაზრდოვე მდინარეთა წყალდიდობების გაძლიერებას, ხოლო იქ სადაც არ არის მყინვარები, იქ გაიზრდება აორთქლება მდინარეთა აუზების ზედაპირიდან და შესაბამისად შემცირდება წყალდიდობების წყლის ხარჯები.

აღსანიშნავია, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის შედეგად კავკასიონის ქედზე მიმდინარეობს მყინვართა ინტენსიური დეგრადაცია. პერსპექტივაში თუ ეს პროცესი გაგრძელდა, მოსალოდნელია კავკასიონის ქედი განთავისუფლდეს მყინვარებისაგან, რაც შესაძლებელია, მოხდეს 2150-2160 წლებში [8]. ეს კი გამოიწვევს ამ ზონის მდინარეთა წყალდიდობების მასაზრდოვებელი მყინვარული წყლის გაქრობას და მათი დინამიკა შეიცვლება საწინააღმდეგო (შემცირების) ტენდენციით, რაც მეტად უარყოფითად იმოქმედებს წყლის რესურსების მარაგზე და შესაბამისად ქვეყნის ეკონომიკაზე. ამიტომ ამ მხრივ უნდა გამახვილდეს მეცნიერთა და ქვეყნის მმართველთა ყურადღება.



ნახ. 2. წყალდიდობის ჩამონადენის (მ3/წმ) დინამიკა (1939-1986 წწ.)
მდ. პატარა ლიახვზე სოფ. ვანათთან

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Климат и климатические ресурсы Грузии. Ленинград, Гидрометеиздат, Труды ЗакНИГМИ, 1971, вып. 44(50), с. 363
2. ელიზბარაშვილი ე. საქართველოს კლიმატური რესურსები. თბილისი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, 2007, 328 გვ.
3. ბასილაშვილი ც. საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, თბილისი, 2011, ტ. 116 გვ 39-43;
4. ბასილაშვილი ც. წყალდიდობის ჩამონადენი (რუკა), წყალდიდობის დაწყების თარიღები (რუკა). საქართველოს ეროვნული ატლასი, თბილისი, 2012, გვ. 86.
5. ბასილაშვილი ც. ტერიტორიის დარაიონება ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების მიხედვით (რუკა), საქართველოს ეროვნული ატლასი, თბილისი, 2012, გვ. 84.
6. ბასილაშვილი ც. მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება. საქართველოს ეროვნული ატლასი, თბილისი, 2012, გვ. 85.
7. Водные ресурсы Закавказья. Под редакцией Сванидзе Г.Г., Цомая В.Ш. Ленинград, Гидрометеиздат, 1988. 264 с.
8. ბასილაშვილი ც. სალუქვაძე მ, ცომია ვ. ხერხეულიძე გ. კატასტროფული წყალდიდობები, დვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში და მათი უსაფრთხოება. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2012, 244 გვ.

შპს 627.14.13.7.

საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობების ფორმირების თავისებურებები და მათი სივრცულ-დროითი ცვლილებების ტენდენციები /ბასილაშვილი ც., გორგიჯანიძე ს., გრიგოლია გ., ფიფია გ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2014. ტ.120. გვ.69-72. - ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. საქართველოს მდინარეთა მაგალითზე აღწერილია მთიან რეგიონში წყალდიდობის ფორმირების თავისებურებები. წყალდიდობის ჩამონადენის მრავალწლიური დინამიკის ამსახველი ტრენდებით დადგენილია მათი ცვლილების ტენდენციები.

UDK 627.14.13.7

THE CHARACTERISTICS OF FORMATION OF INUNDATIONS, SPATIAL - TEMPORARY CHANGES' TRENDS OF GEORGIAN RIVERS. /Basilashvili Ts., Gorgijanidze S., Grigolia G., Fifia G./ Transactions of the Institutu of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2014,-T.120. pp.69-72.- Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

According to Georgia's own experience, there is a description of characteristics of formations of inundations in mountainous regions. Based on many years of dynamic licking floods trends, there is a decision about tendencies of flood changes.

УДК 627.14.13.7

СВОЕОБРАЗИЕ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА ПОЛОВОДЬЯ РЕК ГРУЗИИ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ ВРЕМЕННО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ. /Басиладшвили Ц., Горгиджанидзе С., Григолия Г., Пипия Г./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Технического Университета Грузии. 2014.- т.120.-с.69-72. -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

На примере рек Грузии описывается своеобразие формирования половодья. На основе трендов описывающих многолетнюю динамику стока половодья установлены тенденции их изменения.

УДК 551.311.:627.141..121

ЗАДАЧИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЕЛЕЙ В СОСТАВЕ ПРОБЛЕМЫ СМЯГЧЕНИЯ УЩЕРБА И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

Херхеулидзе Г. И.

Институт Гидрометеорологии Грузинского Технического университета, г.Тбилиси

Анализ работ, посвященных проблеме прогнозирования селевых явлений в горных регионах, в частности в Закавказье и в Грузии, показывает, что эта проблема требует разностороннего изучения и решения. Актуальность её очевидна, так как ущерб, причиняемый селевыми потоками, исчисляется порой многими миллионами долларов и часто связан с человеческими жертвами. Примеры значительного, часто катастрофического ущерба, причинённого селями, приводятся не только в специальной литературе /1-3, 9 и многие другие/, но и в систематически появляющейся в интернете и прессе подобной информации. К числу характерных примеров последних лет можно отнести селя июня 2000 года, который прошёл в ночные часы и, сметая всё на своём пути, затопил дома ряда кварталов г. Тырнауз (Кабардино-Балкария) в считанные минуты. К числу совсем свежих примеров относится информация о гибели не менее 13 человек при сходе селя на горный кишлак /4/ в мае 2014. И, наконец, совсем свежая информация о перекрышем 17.05.14 года Военно-Грузинскую дорогу гляциальном селе, запрудившем русло р. Терек плотиной высотой более 20 на протяжении до 400, создав угрозу прорыва плотины с образованием мощного прорывного селя и опасного подтопления прилегающей к руслу зоны вплоть до г. Владикавказ. К счастью, дождей не было, расход воды в р. Терек был небольшим и (предположительно, поскольку окончательные выводы сделают работающие на месте специалисты) за счёт медленного промыва локальных проранов и инклюзии сброс воды из завального озера произошел плавно, без опасного подъёма уровней в нижнем бьефе. Тем не менее, нанесен существенный ущерб строящейся зоне завала ГЭС, а на восстановление движения по Военно-Грузинской дороге понадобится порядка двух недель. На момент написания данной статьи: восстановлен повреждённый селом участок газопровода, обеспечивающего транзит газа в Армению, идёт расчистка завалов и пока остаётся неясной судьба предположительно 6 человек. Следует учитывать, что масштабы ущерба могут значительно различаться в количественном выражении, но что потеря даже одного человека или жизненно важного для него, для семьи имущества – это тоже катастрофа, но локальная для государства, хотя в сферу внимания, интересов и обязанностей государства должно входить решение селевых и паводковых проблем любого уровня, тем более, что локальные проблемы часто имеют множественное распространение.

К числу главных задач, необходимых для текущего и планируемого на перспективу устранения или смягчения ущерба от селей относятся:

- сбор информации об эрозионной пораженности бассейнов водотоков, состоянии растительного покрова, случаях прохождения селевых потоков, способствовавших и сопутствовавших их прохождению условиях и факторах; анализ и обобщение этой информации с отражением в каталогах и кадастрах, на топографических картах с периодическим их обновлением (пространственный прогноз селевой опасности);
- прогнозы (с определенной заблаговременностью) возможности прохождения селей в селеопасных зонах, районах, бассейнах водотоков (пространственно-временной прогноз); вероятностный прогноз возможных (расчётных) максимальных гидрологических характеристик селей за заданный период времени, необходимый для определения зон возможного ущерба и обеспечения надёжности проектируемых противоселевых мероприятий;
- планирование и осуществление профилактических мероприятий по борьбе с эрозией, восстановлению и улучшению почвенного и растительного покрова;
- планирование, проектирование, осуществление капитальных противоселевых мероприятий, надзор за их надёжностью в течение всего периода эксплуатации;
- обеспечение селеопасных (в первую очередь особо опасных) зон средствами дистанционного наблюдения и оповещения о возникшей угрозе;
- в пределах возможного финансирования, создание селевых стационаров мобильных лабораторий, оснащённых современными средствами наблюдения, с целью получения надёжной информации для оценки применимости используемых формул, методов, программ, конструкций, материалов к условиям данного региона;

- подготовка кадров для квалифицированного осуществления и проведения необходимых мероприятий
- страна, в частности Грузия, должна быть обеспечена топографическими картами своих территорий хотя бы 1:50000-го масштаба (и более крупных типовых масштабов) на основе современных картографических работ, а не материалов 40-50-летней давности. Только при наличии современных карт, и при систематической их обработке специалистами соответствующего профиля, может быть получена полноценная информации согласно требованиям, предъявляемым к инженерным изысканиям (например, СН 518-79 глава 2 или др.), что в рамках конкретного проекта обычно невозможно из-за дефицита времени и финансов.

Приведенный перечень не претендует на полноту и совершенство формулировок, но может оказаться полезным при планировании и разработке комплексной и системной долгосрочной программы по предотвращению или смягчению причиняемого селями ущерба, наряду с другими разработками, в частности, из монографии /3/. Заметим, что существующие научные разработки в области селеведения, технические и технологические средства дают возможность организовать и проводить систематическую работу по снижению селевых рисков. Частично она проводится в рамках отдельных ведомств и организаций, но, на наш взгляд она нуждается в государственной координации, и может осуществляться в объёме и на уровне, обеспеченном выделенным финансированием. Ниже обсуждаются некоторые аспекты и вопросы, связанные с критериями и определениями селевой опасности и проведения селевого мониторинга.

Согласно существующим критериям, селевая опасность связывается с гидрологическими, гидрографическими, геологическими характеристиками селевых бассейнов и очагов, с динамическими параметрами потока и характером его воздействия на объекты, с качественными или количественными характеристиками жидкого и твердого стока, с частотой повторения явлений /1-3,5,8/. Используются также комплексные критерии, составленные из различных комбинаций отдельных характеристик. Между понятиями селевая опасность и селевая активность, оценками масштаба самого явления и связанной с ним опасности часто не делается различия. Такие критерии дают лишь укрупненные, общие и сравнительные оценки возможности и масштаба селепроявления в пределах определенной территории (бассейна). Они используются при составлении мелко- и среднemasштабных карт районов селевой опасности и определяют необходимость её дальнейшего количественного учета для оценки конкретной угрозы людям и объектам, обеспечения адекватных угрозе мероприятий по предотвращению, снижению ущерба или ликвидации его последствий.

Однако, с качественной стороны, «селевая опасность», по-видимому, должна определяться как возможность (угроза) причинения вреда населённым пунктам, группам людей и отдельным людям, объектам, животным и угодыям, находящимся в опасной зоне (геологи, лесничие, туристы др.). Поэтому к «селеопасным» должны быть отнесены все водотоки, бассейны, территории, где наблюдалось прохождение селей или имеются условия для их формирования. Размеры площадей водосбора, характеристики эрозионной поражённости его фрагментов, параметры селевого стока, частота повторения процессов, их динамика, характеризуют не опасность, а масштаб этих процессов и данного явления. С количественной стороны «селевую опасность» определяет вред (ущерб или риск ущерба), оцененный в возможном числе жертв, в объёме разрушений и затрат на ликвидацию последствий (в валютном исчислении), который зависит от ареала селевого воздействия, т.е. от горизонтов затопления. Для конкретного участка водотока «опасными» будут считаться уровни затопления, которые (в абсолютном или относительном исчислении) превысят неопасные критические отметки и обусловят ситуацию, сопряжённую с определенным ущербом. «Катастрофическими» будут считаться уровни, связанные с катастрофическим ущербом. От опасных и катастрофических уровней можно переходить к определяющим их опасным и катастрофическим расходам, объемам стока, к предикторам стока, особенно к параметрам опасных осадков и характеристикам эрозионной поражённости бассейна. **Критерием опасности будет величина превышения неопасного критического, уровня** (или другого, обуславливающего его параметра), с оценкой характера и размеров ущерба /7/. Именно такая оценка должна определять расчетную вероятность характеристик стока, используемых при проектировании мероприятий по надежной защите новых или существующих объектов в зоне возможного селевого воздействия, с учётом необходимых запасов в оценке расчетных уровней.

Отметим, что селевые потоки и паводки с одинаковыми параметрами бассейнов, потока и стока в одном случае наносят большой ущерб объектам, расположенным на отметках ниже критических, а в другом – безболезненно проходят там, где такие объекты обеспечены соответствующей защитой или

вовсе отсутствуют. Для установления опасных уровней с учетом прогноза на перспективу, действующие нормы и рекомендации предусматривают получение и обработку разносторонней существующей информации об условиях и факторах, определяющих селевые явления, в том числе с использованием аэрокосмических материалов и возможностей системы «ГИС». Однако:

при разнообразии генезиса и типов селевых потоков, крайне ограничена информация о параметрах прошедших селей, в особенности в сочетании с данными об основных селеформирующих факторах, которая должна систематически накапливаться хотя бы в нескольких наиболее характерных стационарах и обобщаться в специальных центрах;

высокая стоимость изысканий часто не позволяет осуществлять их в полном объеме, чему способствует занижение стоимости изыскательских работ в борьбе проектировщиков за победу в тендерах.

Дефицит исходной информации с внесением необходимых коррективов должен восполняться на стадии постройки и эксплуатации подзащитных объектов в результате осуществления специальных наблюдений за селевыми процессами и селеформирующими факторами в режиме локального мониторинга, также с передачей данных в специальные центры (осуществляющие мониторинг и отслеживающие динамику селевых процессов на региональном, а в идеале – глобальном уровне). На всех уровнях мониторинг должен осуществляться по замкнутой схеме (или по спирали): **информация - оценка – прогноз – мероприятия – информация- коррективировка оценки - прогноз... - и т.д.**

Мониторинг селевых явлений или селевой мониторинг – составная часть мониторинга окружающей среды. Рассматривая три главных иерархические ступени последнего: глобальную (биосферную), региональную (геосистемную, природохозяйственную) и локальную (в частности связанную с конкретными противоселевыми мероприятиями) /6/. Отметим, что значимость связанных с селями явлений в масштабе земного шара существенно возрастает от первой ступени к третьей. Это определяется прежде всего тем, что они приурочены к горным территориям земного шара с отметками очагов более 1000 м, которые по приближенным оценкам составляют около 9 % от площади поверхности суши, в свою очередь составляющей 29% от всей поверхности земного шара (510 млн.кв.км.). Определяющими селевые явления эрозионными процессами в среднем охвачено до 5-10% горных территорий или соответственно 0,1-0,3% в масштабе земного шара.

Роль селевых явлений в составе региональных горных геосистем значительна и подлежит обязательному учету, поскольку она определяет безопасность хозяйственной деятельности и затраты, связанные с ликвидацией или предотвращением значительного ущерба. Локальная же роль селевых явлений в зависимости от их масштабов часто оказывается определяющей, поскольку при большой их мощности практически исключается возможность проведения хозяйственной деятельности в зонах затопления селевыми потоками, а ликвидация или смягчение риска ущерба требуют больших затрат. В настоящее время, по настоятельному требованию природоохранных органов, в проектах осуществляемых в Грузии крупных объектов предусматриваются организация и проведение селевого мониторинга. Однако, как правило, он неполноценен уже в первом звене и прерывается на мероприятиях в первом же цикле. **В результате теряется обратная связь, которая необходима для совершенствования методов расчета, прогноза селей и противоселевых мероприятий.** По нашему мнению, оценку селевой опасности на подведомственной или передаваемой в частное владение территории, сбор и передачу в государственный центр информации об опасных природных процессах (включая сели) целесообразно вменить в обязанность всем госучреждениям, а контроль и функцию центра возложить на одно из наиболее влиятельных государственных ведомств (например, МЧС в Грузии и России, или на Минобороны). Такая схема, под контролем военного ведомства, успешно действовала в США с 1963 г. на основании указа президента Джонсона. В зонах риска ущерба от селей целесообразно оценивать возможный ущерб (U) в функции от уровня затопления (H_z) или превышения критического уровня (ΔH_z).

Отметим, что опыт систематизации информации в виде банков данных, каталогов, кадастров и карт в специализированных ведомственных и региональных (в том числе научных) центрах накоплен еще в советский период, в частности, по селям - в системе Госкомгидромета СССР. Тогда же заложены научно-методологические основы мониторинга, которые нуждаются в приведении к современному технологическому уровню. Однако, уровень реализации всегда ограничен финансовыми возможностями.

Большая трудоемкость и стоимость организации работ, даже в рамках значительных возможностей бывшего Госкомгидромета СССР, позволила создать локальную систему полного мониторинга лишь на северном склоне Заилийского Алатау в Казахстане. Система состояла из стационарных гидро-

метеорологических постов и метеостанций, временных селевых постов, радиооповестителей селей, диспетчерских пунктов сбора информации, управления наблюдениями, обработки и передачи информации заинтересованным потребителям. Качественная информация о состоянии и перемещении грунта в селевых очагах обеспечивалась путем аэровизуальных наблюдений. При несомненной полезности, уровень технологичности этой системы не отвечал современным требованиям. Заметим, что все селевые наблюдения в Японии с конца 1970-х годов оснащены цветной стереовидеоаппаратурой, дающей объемное изображение селевых очагов, селевого потока и его элементов в динамике. Казакским гидрометинститутом, с участием других учреждений Госкомгидромета, предполагалось разработать техническое задание на создание базовой автоматизированной системы оповещения о селевой опасности в составе: сейсмических оповестителей селей, горной станции, датчиков технологических параметров и каналов связи. В горную станцию предполагалось включить существующие датчики атмосферного давления, температуры и относительной влажности воздуха, скорости и направления ветра, слоя и интенсивности дождя, температуры грунта. Предстояло осуществить поиск или разработать датчики: влажности грунта, уровня грунтовых вод и уровня воды в водоемах. Большим достижением явилась разработка специалистами КазНИИ сейсморасходомера. Реализация разработанного в ЗакНИИ технического задания на внедрение методики использования радиолокационных наблюдений за паводко- и селеобразующими осадками, с автоматической обработкой данных и выдачей аварийных сигналов о различных уровнях опасности, позволила бы существенно повысить эффективность прогнозов селевой опасности и снизить все виды ущерба от опасного селепроявления. Предположительная стоимость одной базовой системы мониторинга в ценах 1990 года составляла примерно 7 млн. рублей. К сожалению, все эти разработки остались нереализованными. В пределах имевшихся возможностей, большая работа по систематическому и периодическому обследованию зон формирования и последствий прохождения селей в режиме мониторинга, при участии специалистов ряда ведомств СССР, проводилась и в других регионах. Весьма впечатляющие результаты таких работ в регионе Северного Кавказа, в частности, освещены в монографии С.С. Черноморца /3/.

Режим поверхностных и грунтовых вод, определяемый развитием метеорологических процессов, относится к числу основных агентов, обуславливающих динамику экзогенных геологических процессов, в том числе селевых очагов. Если учесть, что на процессы выветривания, таяния снега и льда, физико-механические характеристики воды и грунта, состояние и развитие растительного покрова в значительной мере влияют температурный режим, атмосферное давление и ветер, станет очевидной ведущая роль в селеведении – гидрометеорологии (разумеется в комплексе с геологией).

Следовательно, наблюдение за селевыми процессами должно включить наблюдение как за развитием экзогенных процессов в селевых очагах, так за сопутствующими им метеорологическими факторами и режимом водного и селевого стока. Модели формирования селевого стока дают возможность вероятностного предвычисления стоковых и русловых характеристик, необходимых для определения зон затопления и ущерба, а так же *влияния селевых потоков и паводков на режим и деформацию речных русел*. Это влияние *весьма существенно и ставит под угрозу нормативную работу гидротехнических сооружений далеко за пределами зоны непосредственного селевого воздействия*. Однако, оно практически не изучено и также требует организации необходимых наблюдений в рамках селевого мониторинга.

О возможности осуществления мониторинга селевых явлений на примере Грузии. Проблема организации селевого мониторинга в стране актуальна и экономически целесообразна. По нашим рекомендациям в 2004 году разработан проект организации селевого мониторинга в зоне объектов гидроэлектростанции в верховьях р. Алазани (в Панкисском ущелье), в условиях мощной селевой активности образующих р. Алазани бассейнов рек Циплованисхеви и Самкурицкали, выше слияния которых строится гидроэлектростанция. По проекту, в составе мониторинга геодинамических процессов экологического менеджмента («ОВОС»), в привязке к конкретным водотокам, местам и объектам должны быть определены и оценены: виды, объёмы, режим работы, составные элементы материально-технической базы, а также необходимое оборудование для осуществления селевого мониторинга.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гагошиде М.С. Селевые явления и борьба с ними. Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1970. 385 с.
2. Флейшман С.М. Сели. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 312с.
3. Черноморец С.С. Селевые очаги до и после катастроф. М.: Научный мир, 2005. 184 с.
4. Черноморец С.С.: http://rsk.land.ru/pdf/Chernomorets_Devdorak_2014.pdf.

5. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. Изд. МГУ, 1996, 46 с.
6. Советский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1989, .838 с..
7. Херхеулидзе Г.И. Эффективный критерий селевой и паводковой опасности и его прогностическое значение // Тр. ЗапНИГМИ, вып. 82(89), 1987, с. 28- 41.
8. Церетели Э.Д., Церетели Д.Д. Геологические условия распространения селей в Грузии.Тбилиси: Мецნიერება, 1985, 186 с.
9. А. Чикаидзе (<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=820149334680497&set=pb.719891784706253.-2207520000.1400743823.&type=3&theater>).

უაკ: 551.311.21:627.141.1

ღვარცოფული საშიშროების დროსა და სივრცეში პროგნოზირების ამოცანები, ზარალის რისკის შერბილების პრობლემის შემადგენლობაში, და მათი გადაწყვეტის შესაძლებლობის შეფასება. /ხერხეულიძე გ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული - 2013. - ტ. 119. -გვ.73-77. - რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. მოცემულია ძირითადი ამოცანების ჩამონათვალი, რომელთა გადაწყვეტა საჭიროა ღვარცოფული მოვლენებით გამოწვეული ზარალის თავიდან ასაცილებლად ან შესარბილებლად. განიხილება ღვარცოფული საშიშროების შეფასებისთვის განკუთვნილი სხვადასხვა მდგომეობა და კრიტერიუმები. განიხილება ღვარცოფული მონიტორინგის შემადგენლობის განსაზღვრასთან, ორგანიზებასთან და ჩატარებასთან დაკავშირებული ზოგადი და კერძო საკითხები.

UDC: 551.311.21:627.141.1

Problem of space-time prediction of debris flow hazard prediction as part of the problem of mitigation the risk of damage and the assessment of their performance capabilities / Kherkheulidze G. / Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. - 2013. - т.119. – pp.73-77. -Russ.;

Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Provides a list of the main tasks, which is necessary for the organization and implementation of measures to eliminate or mitigate the damage caused by mudflows. Various methods and criteria for assessing debris flow hazard. m discuss general and specific issues related to the determination of the composition, organization and conduct of debris monitoring.

УДК: 551.311.21:627.141.1

Задачи пространственно-временного прогнозирования селевой опасности, в составе проблемы смягчения риска ущерба, и оценка возможностей их выполнения./Херхеулидзе Г. И./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета – 2014. – т.. – с.73-77. - Рус.;

Рез. Груз., Англ., Рус.

Дается перечень основных задач, решение которых необходимо для организации и осуществления мероприятий по устранению или смягчению ущерба причиняемого селевыми потоками. Рассматриваются различные способы и критерии оценки селевой опасности. м. Обсуждаются общие и частные вопросы связанные с определением состава, организацией и проведением селевого мониторинга.

შპს 551.51; 556.12

კახეთის რეგიონში ატმოსფერული ჰაერის ზემოქმედების რაიონებში მეზომასშტაბის ატმოსფერული პროცესების ბამოკვლევის და გარემოს ობიექტებში მიმდინარე ლითონების ფონური კონცენტრაციების განსაზღვრის ამოცანა

ა.სურმავა, ლ.ინწკირველი, ნ.ბუაჩიძე, ლ.შაველიაშვილი, გ.კუჭავა, მ.ტაბატაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

1 შესავალი

გლობალური დათბობის და გარემოზე გაზრდილი ანტროპოგენული ზემოქმედების პირობებში კახეთში დაიკვირვება საშიში ჰიდრომეტეოროლოგიური (ძლიერი ქარები, სეტყვიანობა, ინტენსიური ნალექები და სხვა) და ნეგატიური ეკოლოგიური პროცესების ინტენსიფიკაცია. ეს პროცესები იწვევენ მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ზარალს. ამიტომ, ამ პროცესების შესწავლა მნიშვნელოვანია მათი წარმოშობის, ევოლუციის, გავრცელების მექანიზმების დაზუსტების და პროგნოზირებისათვის. შესწავლა მოგვცემს საშუალებას წინასწარ დამუშავდეს გარემოსდაცვითი ღონისძიებები და მათი განხორციელებით მინიმიზირდეს შესაძლო ნეგატიური შედეგები, რაც უდაოდ მნიშვნელოვანი წინაპირობაა ქვეყნის სოფლის მეურნეობის და ეკონომიკის მდგრადი განვითარებისათვის.

დღეისათვის, არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა ქსელის შემცირების პირობებში, პრაქტიკულად შეუძლებელია მხოლოდ დაკვირვების მონაცემების საშუალებით, საზღვარგარეთიდან მიღებული სტანდარტული პროგნოსტიკული და ადგილობრივი მეტეოროლოგიური ინფორმაციით აღნიშნული პრობლემების გადაწყვეტა. ამისათვის კომპლექსური მიდგომაა საჭირო.

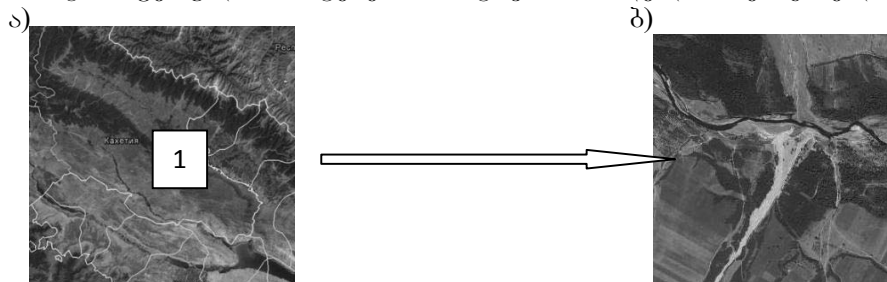
წარმოდგენილი სტატიის მიზანია, წარმოაჩინოს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის გარემოს დაბინძურების მონიტორინგისა და პროგნოზირების განყოფილებაში უახლოეს 3 წელის განმავლობაში დაგეგმილი სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოს ერთერთი მთავარი მიმართულება - საშიში ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების და ეკოლოგიური პროცესების წარმოშობისა და განვითარების გამოკვლევა.

დაგეგმილი კვლევისათვის ერთობლივად გამოიყენებული იქნება გარემოს კომპონენტების მდგომარეობის შესახებ არსებული სტანდარტული და სპეციალური ექსპერიმენტული მეტეოროლოგიური და ეკოლოგიური დაკვირვების მონაცემები, გარემოს ეროვნულ სააგენტოში საერთაშორისო ცენტრებიდან შემომავალი მეტეოროლოგიური ველების პროგნოზული მასალები, საქართველოში დამუშავებული ატმოსფერული ცირკულაციების განვითარების რიცხითი მოდელები.

2 ამოცანის დასმა

განიხილება კახეთის რეგიონი ფართობით დაახლოებით 150 × 150 კმ² და ამ ტერიტორიაზე არსებული ცალკეული ტერიტორიები, რომელთა ზომებია 10 × 10 კმ² (ნახ.1).

კახეთის რეგიონში (ნახ.1) ატმოსფერული პროცესების განვითარება მოდელირებული იქნება კავკასიაში ატმოსფერული პროცესების რეგიონალური მოდელის საშუალებით [1-5]. მოდელი იძლევა საშუალებას რთული რელიეფის რეგიონებში აღიწეროს β-მეზომასშტაბის (100 კმ) ატმოსფერული და ეკოლოგიური პროცესები კვაზისტატიკურ მიახლოებაში. რეგიონალური მოდელის შედეგად მიღებული მეტეოროლოგიური ველები შეიძლება გამოყენებული იქნეს როგორც ფონური მონაცემები კახეთის ცალკეულ ტერიტორიებზე (ნახ.1ბ) ლოკალური ატმოსფერული პროცესების რიცხვითი მოდელის შესაქმნელად.



ნახაზი1. კახეთის β (ა) და γ(ბ) მეზომასშტაბის მოდელირების არეების აეროსურათები.

ვინაიდან ლოკალური ატმოსფერული პროცესების (საშიში ქარები, სეტყვა, ლოკალური გრიგალური პროცესები) განვითარების არის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მასშტაბები ერთი რიგისაა ისინი უნდა აღიწერონ ატმოსფეროში აკიბელის მიერ მიღებული ჰიდროთერმოდინამიკის არაწრფივი არასტატიკური გამტოლებათა სისტემის საშუალებით (1) [6,7] :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\bar{P}}{\rho} \frac{\partial \tilde{v}}{\partial y} - \frac{\bar{P}}{\rho} \frac{\partial \tilde{v}'}{\partial y} + I_z U + I_z \tilde{u} + \mu \Delta + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho v \frac{\partial v}{\partial z} ,$$

$$\frac{dw}{dt} = \frac{\bar{P}}{\rho} \frac{\partial \tilde{w}}{\partial z} - \frac{\bar{P}}{\rho} \frac{\partial \tilde{w}'}{\partial z} + \lambda + I_y u' + I_y U + I_y W - I_z v' - I_z V + \mu \Delta + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho v \frac{\partial w}{\partial z} ,$$

$$\frac{\partial \theta'}{\partial t} + \text{div}(\mathcal{S}\bar{v}) + S w' + S W = \mu \Delta \theta + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho v \frac{\partial \theta'}{\partial z} + \frac{L}{C_p} \phi_{con} \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

$$\frac{\partial q'}{\partial t} + \text{div}(q\bar{v}) = \mu \Delta + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho v \frac{\partial q'}{\partial z} - \phi_{con} - \frac{\partial Q}{\partial t} ,$$

$$\frac{\partial m'}{\partial t} + \text{div}(m\bar{v}) = \mu \Delta + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho v \frac{\partial m'}{\partial z} + \phi_{con} - \frac{\partial M}{\partial t} - \frac{\partial N}{\partial t} ,$$

$$\frac{\partial u'}{\partial x} + \frac{\partial v'}{\partial y} + \frac{\partial w'}{\partial z} = 0 , \quad \psi = \psi' + \Psi, \quad \text{where } \psi = (u, v, w, \varphi, \theta, q, m)$$

სადაც $\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial z}$, $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$; t დროა; x, y და z აღმოსავლეთით,

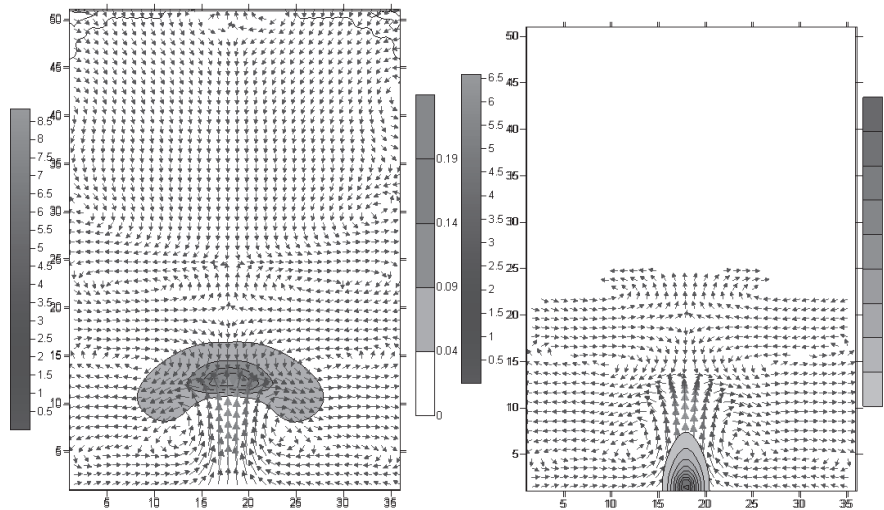
ჩრდილოეთით და ვერტიკალურად ზევით მიმართული დეკარტეს კოორდინატთა ღერძებია, შესაბამისად; u, v და w ქარის სიჩქარის მდგენელებია x, y და z ღერძების გასწვრივ; $\theta = T' / \bar{T}$ და $\varphi = P' / \bar{P}(z)$ ტემპერატურისა და წნევის ანალოგებია; $\bar{T} = 300K$; T' , P' ტემპერატურის და წნევის გადახრებია მათი სტანდარტული ვერტიკალური განაწილებებიდან $T(z) = \bar{T} - \gamma z$ და $\bar{P}(z)$, შესაბამისად; γ - ტემპერატურის სტანდარტული ვერტიკალური გრადიენტი; θ და θ' ტემპერატურის ანალოგის ლოკალური და ფონური შემადგენელი ნაწილებია; $\theta' = \theta - \theta$; q და Q წყლის ორთქლის მასური ნაწილი და ფონური მასური ნაწილებია; $q' = q - Q$; m და M ღრუბლის წყლის მასური ნაწილი და ფონური მასური ნაწილებია; $m' = m - M$; $\rho(z)$ მშრალი ჰაერის სიმკვრივის სტანდარტული ვერტიკალური განაწილება; S თერმული მდგრადობის პარამეტრია; L კონდენსაციის ფარული სითბოა; ϕ_{con} კონდენსაციის სიჩქარეა; μ და ν ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ტურბულენტობის კოეფიციენტია; $\partial N / \partial t$ - ნალექების მოსვლის ინტენსივობაა.

რიცხვითი მოდელის დამუშავების სტადიაში, როგორც საწყისი ეტაპი, შერჩეული საწყისი და სასაზღვრო პირობები შეესაბამებინათ თავისუფალი კონვექციის განვითარებას ფონური შტილური მეტეოროლოგიური სიტუაციის შემთხვევაში. კონვექციურ პროცესს იწვევს 2კმ × 2კმ ფართობის ნიადაგის ზედაპირის ლოკალური გათბობა 10 °C ტემპერატურამდე. რიცხვით მოდელში გამოყენებული პარამეტრებისათვის აღებულია ცნობილი სტანდარტული მნიშვნელობები. რიცხვითი ინტეგრირებისათვის გამოყენებულია ცხადი და არაცხადი რიცხვითი სქემები და კოორდინატებისა და სიბრტყეების მიხედვით გახლეჩის მეთოდი [8]. ჰორიზონტალური და ვერტიკალური რიცხვითი ბიჯები ტოლია 200 მ-ის, დროითი ბიჯი-5 წმ-ის.

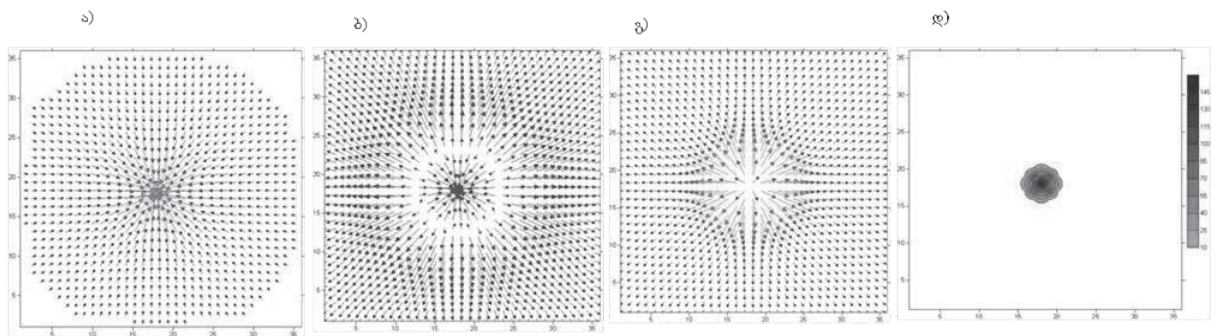
3. მიღებული შედეგები

საცდელი ტესტური გამოთვლების შედეგები ილუსტრირებულია ნახ. 2-3. ნახ. 2-დან ჩანს, რომ ნიადაგის გათბობა იწვევს მშრალი კონვექციური ცირკულაციური სისტემის წარმოშობას, რომელიც კონვექციური პროცესის დაწყებიდან 5 საათისათვის წარმოშობს დაახლოებით 1 კმ სისქის და 2კმ რადიუსის მქონე ღრუბელს. აღსანიშნავია, აგრეთვე ქარის

ვერტიკალური ცირკულაციური სისტემების წარმოქმნა. ქარის სიჩქარის ვერტიკალური განაწილება თვისობრივად ემთხვევა ცნობილ ფაქტს, რომ კონვექტიური პროცესის განვითარებისას ნიადაგის ქვედა ფენებში ადგილი აქვს სიჩქარის კოვერგენციას, რომელიც იცვლება სიჩქარის დივერგენციით კონვექციური უჯრედის თავზე (ნახ.3). მიღებულია ასევე ნალექები კონვექციური პროცესის ცენტრალურ ნაწილში.



ნახაზი 2. ქარის სიჩქარის ვექტორის, ტემპერატურის (გრად C, მწვანე) და წელიანობის (გ/კგ, ლურჯი) განაწილება X d სიბრტყეში, როცა ა) t = 1 სთ და ბ) t = 5 სთ.



ნახაზი 3. ქარის სიჩქარის განაწილება პორიზონტალურ XOY სიბრტყეში Z= 400 მ -- ა), 800 მ -- ბ), 1200მ -- ც) და ნალექები როცა t= 5 სთ -- დ).

4 დასკვნა

მოცემულია საქართველოს ერთ-ერთ ძირითად სასოფლო სამეურნეო დანიშნულების რეგიონისათვის ლოკალური ატმოსფერული პროცესების განვითარების სამგანზომილები არასტატიკური არაწრფივი რიცხვითი მოდელი და ნაჩვენებია პირველადი ტესტური გამოთვლების შედეგები. შედეგები აჩვენებენ, რომ რიცხვითი ინტერგრირების ალგორითმი შერჩეულია სწორად და მისი გამოყენებით შეიძლება დამუშავდეს დასახული ამოცანა.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. A.A.Kordzadze, A.A.Surmava, D.I.Demetrashvili, and V.G.Kukhalashvili - Numerical investigation of the influence of the Caucasus relief on the distribution of hydrometeorological fields, Izvestia, Atmospheric and Oceanic Physics, Vol. 43, No. 6, 2007, pp. 783-791.
2. Kordzadze A., Surmava A. - The numerical investigation of a meteorological fields distribution in the Caucasian region in the presence of the background western wind. II. The wind and the vertical velocity fields. Georgian Geophys. Soc., v.7b, 2002.pp. 35-47.
3. Jandieri G., Surmava A., Gvelesiani A. - On the Wind and Turbulence in the Lower Atmosphere above Complex Terrain. Int. Journal of Geosciences. 2011, 2, pp.13-28.

4. Surmava A.A. - On the Caucasus terrain influence on the spatial and temporary evolution of the vortexes and displacement of the pollution clouds in the atmosphere. - Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue (B). Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma. 2010, v. 14.
5. Surmava A. A. - Numerical Modeling of the α - and β -Mesoscales Vortexes and Waves Generated by Influence of the Complex Terrain of the Caucasus and Georgia. - Proceedings of International Conference „Environment and Global Warming”. Collected Papers, New series, No. 3(82), 2011. pp. 432-437.
6. Гутман Л. Н. - Введение в нелинейную теорию мезометеорологических процессов в атмосфере. - Л.: Гидрометеиздат. 1969. 296 с.
7. Белов П.Н., Борисенков Е.П., Панин Б.Д. - Численные методы прогноза погоды. - Ленинград: Гидрометеиздат. 1989. 376 с.
8. Марчук Г.И. - Численное решение задач динамики атмосферы и океана. - Л.: Гидрометеиздат. 1974, 302 с.

შპპ 551.51; 556.12

კახეთის რეგიონში აქტიური ზემოქმედების რაიონებში მეზომასშტაბის ატმოსფერული პროცესების გამოკვლევის და გარემოს კომპონენტებში მძიმე ლითონების ფონური კონცენტრაციების განსაზღვრის ამოცანა /ა.სურმავა, ლ.ინცკირველი, ნ.ბუაჩიძე, ლ.შავლიაშვილი, გ.კუჩავა, მ.ტაბატაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული – 2014. ტ.120.-გვ.78-81. ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ატმოსფეროს ჰიდროთერმოდინამიკის არაწრფივი არასტაციონალური განტოლებების გამოყენებით დასმულია კახეთის ტერიტორიაზე საშიში მეტეოროლოგიური პროცესების განვითარების და მძიმე მეტალების გავრცელების არაკვაზისტატიკური ამოცანა. პირველ მიახლოებაში რიცხობრივად მოდელირებულია კონვექციის სამგანზომილებიანი ამოცანა. მიღებულია შედეგები, რომლებიც თვისებრივად სწორად აღწერენ კონვექციის პროცესს.

UDC 551.51; 556.12

Task of development of the mesoscale atmospheric process in the area of the active influence on clouds and a determination of the background concentration of heavy metals in Kakheti /A.Surmava, L.Intskirveli, N.Buachidze, I.Shavliashvili, G.Kuchava, M.Tabatadze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2014. -vol. 120. –pp.78-81.- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

The task of development of the hazard meteorological processes and distribution of the background concentration of the heavy metals the environment of Kakheti by the nonlinear, non- stationary equations of the hydro- thermodynamics of the atmosphere in the non-static approach is considered. The 3D task of the convection is modeled in the first approximation. It is shown the obtained result qualitatively well describes the real process of convection.

УДК 551.51; 556.12

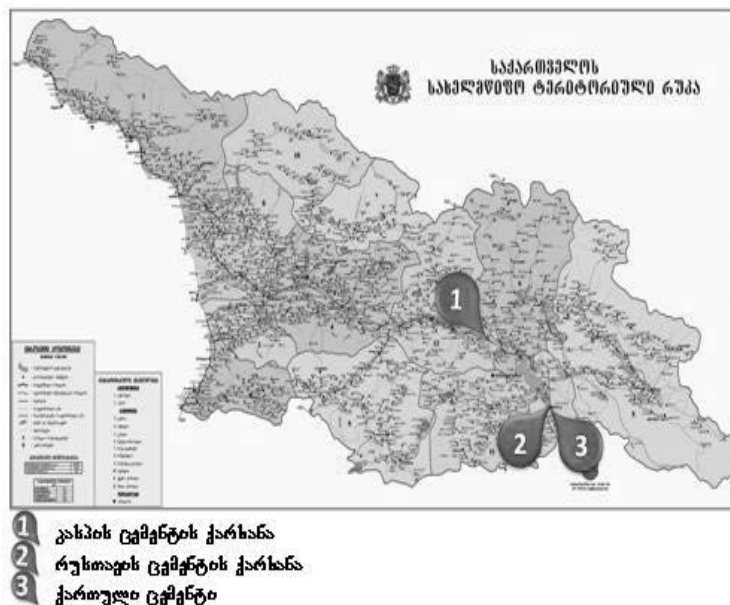
Исследование мезомасштабных атмосферных процессов в регионе активного воздействия Кахетии и решение задач определения фоновых концентрации тяжелых металлов в компонентах окружающей среды. /А.Сурмава, Л.Инцкирвели, Н.Буачидзе, Л.Шавлиашвили, Г.Кучава, М.Табатадзе/. Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2014, т.120. с.78-81. Груз. Рез. Груз., Анг., Рус.

С помощью набора нелинейных, нестационарных уравнений гидротермодинамики атмосферы поставлена задача развития опасных метеорологических процессов на территории Кахетии и неквазистатическая задача распространения тяжелых металлов. В первом приближении численно моделировано трехмерная задача конвекции. Полученные результаты качественно правильно описывают процесс конвекции.

შპს 632-151

ცემენტის ქარხნებიდან ემიტირებული სათბურის აირების რაოდენობრივი შეფასება
ნახიბროლა ბეგლარაშვილი, ნანა ნასყიდაშვილი, ლალი შავლიაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

ცემენტის წარმოება საქართველოში სამრეწველო სექტორის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია და წარმოადგენს სათბურის გაზების მიშენელოვან წყაროს. ცემენტის წარმოება საქართველოში 1930 წლიდან იღებს სათავეს და დღეისათვის წარმოდგენილია სამი მძლავრი ქარხნით: კასპის ცემენტის ქარხანა (1930 წლიდან); რუსთავის ცემენტის ქარხანა (1956 წლიდან) და ქართული ცემენტი (2006 წლიდან) ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია საქართველოში ძირითადი ცემენტის ქარხნების ტერიტორიული განაწილება. კასპისა და რუსთავის ქარხნები იყენებენ წარმოების სველ მეთოდს, ხოლო “ქართული ცემენტი” ცემენტს აწარმოებს მშრალი მეთოდით. დღეისათვის სამივე ქარხანა მსოფლიოს უდიდესი სამშენებლო მასალების მწარმოებლის კომპანია “ჰაიდელბერგის” მფლობელობაშია.



ნახ. 1. ძირითადი ცემენტის ქარხნები საქართველოს ტერიტორიაზე.

კვლევის მიზანს წარმოადგენს ცემენტის საწარმოებიდან ძირითადი სათბურის გაზების ემისიების რაოდენობრივი მანქვენებლის განსაზღვრა. ხოლო კვლევის ამოცანაა შეფასდეს ემიტირებული სათბურის გაზების გაფრქვევის ტენდენცია ცემენტის წარმოების როგორც ტექნოლოგიური პროცესიდან, ასევე ენერგომოსხმარებიდან (ძირითადი სათბურის გაზებისთვის).

CO₂-ის ტექნოლოგიური გაფრქვევის გამოსათვლელად ვისარგებლეთ კლიმატის ცვლილების სამთავრობათშორისო საბჭოს (IPCC) მიერ რეკომენდირებული მეთოდოლოგიით [5], რის მიხედვითაც CO₂-ის ტექნოლოგიური პროცესის ხვედრითი კოეფიციენცია: 0.4985ტ CO₂/ტ.ცემენტზე. ხოლო ენერგომოსხმარების წიაღისეულ საწვავთან დაკავშირებული ხვედრითი ემისიები, რომელსაც ასევე IPCC გვთავაზობს, წარმოდგენილია ცხრილებში 1, ხოლო ცხრილში 2 წარმოდგენილია სათბურის გაზების გაფრქვევები მოხმარებული ელ.ენერჯის წილად გრამებში 1ტ. ცემენტისათვის [4].

ცემენტის წარმოებიდან ენერგოდანახარჯების მონაცემების [1,2,3] დამუშავებით შესაძლებელი გახდა გვეწარმოებინა გათვლები ცემენტის წარმოების სრული ციკლში ძირითადი სათბურის გაზებისთვის როგორც ტექნოლოგიური გაფრქვევის, ასევე ენერგომოსხმარების გათვალისწინებით. მიღებული შედეგები გამოვთვალეთ CO₂-ის ექვივალენტში როგორც წარმოებული პროდუქციის წლის ჯამური მანქვენებლებისთვის, ასევე 1 ტონა პროდუქციისთვის. შედეგები წარმოვადგინეთ ცხრილში 3.

ცხრილი 1. ცემენტის წარმოების წიაღისეულ საწვავის ხვედრითი ემისიი კოეფიციენტები

საწვავის სახეობა	ემისიების ხვედრითი კოეფიციენტები						
	CO ₂ ტCO ₂ /ტ.საწ.	CH ₄ კგ/ტ%	N ₂ O კგ/ტ%	NO _x კგ/ტ%	CO კგ/ტ%	ააონ-ების კგ/ტ%	SO ₂ კგ/ტ%
საცეცხლე მასუთი	3.218	3	0.6	200	15	5	1.333
ქვანახშირი	1.758	1	1.4	300	20	5	1.533
ბუნებრივი აირი	1.961	1	0.1	150	20	5	-

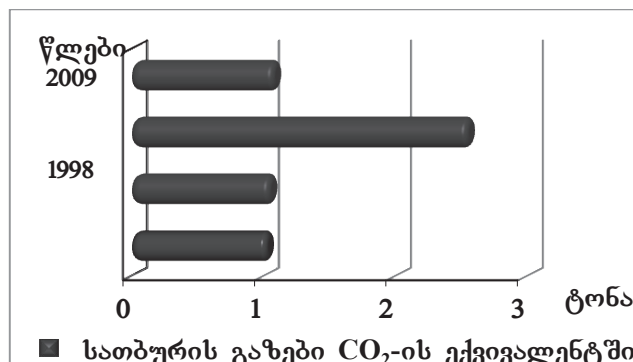
ცხრილი 2. სათბურის გაზების გაფრქვევები მოხმარებული ელ.ენერჯის წილად გრამებში 1ტ. ცემენტისათვის

საწვავის სახეობა	ემისიების ხვედრითი კოეფიციენტები						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	ააონ-ბის	SO ₂
ელ.ენერჯია, 180 კვტ.სთ	94260	2.6	0.5	203.5	17.6	5.4	1.1

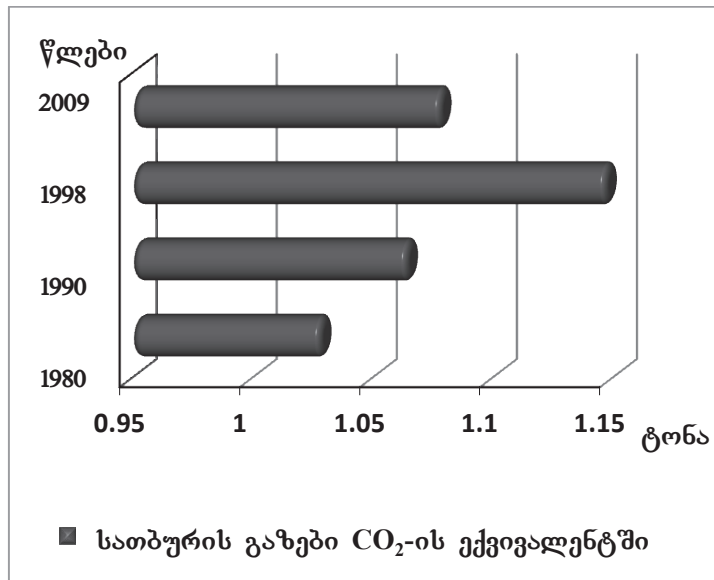
ცხრილი 3. წარმოებული პროდუქცია და შესაბამისი ხვედრითი ემისიები ძირითადი სათბურის გაზებისთვის

წლები	წარმოებული პროდუქცია (ტ. ცემენტი)	სათბურის გაზების ემისიები CO ₂ -ის ექვ.-ში (ტ CO ₂ /ტ.ცემენტი)	სათბურის გაზების ემისიების ჯამური მაჩვენებლები CO ₂ -ის ექვ.-ში (ტ/წელიწადში)
კასპის ცემენტის ქარხანა			
1980	769600	1.0320	745736
1990	583500	1.0566	552243
1998	240000	2.5559	93786
2009	761000	1.0870	827207
რუსთავის ცემენტის ქარხანა			
1980	849200	1.0287	825507
1990	730200	1.0647	685825
1998	240000	1.1475	209150
2009	700000	1.0787	648929
ქართული ცემენტი			
2009	500000	1.0740	457038

მიღებული შედეგები წარმოვადგინეთ გრაფიკების სახით, სადაც მოცემულია ერთეული ტონა პროდუქციის წარმოებისას ემიტირებული სათბურის გაზები CO₂-ის ექვივალენტში წლების მიხედვით (ნახ. 2;3.)

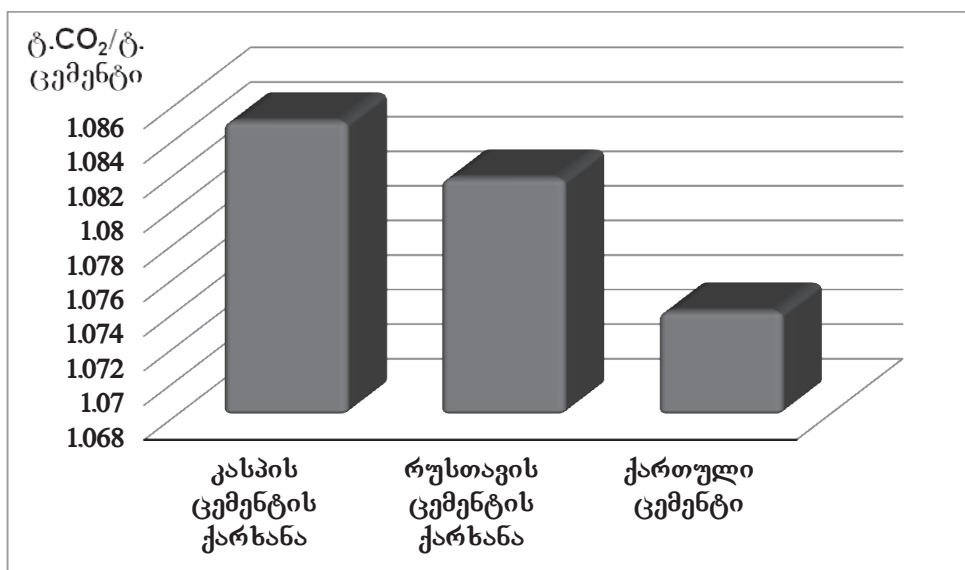


ნახ. 2. ძირითადი სათბურის გაზების ემისიები CO₂-ის ექვივალენტში კასპის ცემენტის ქარხნიდან, წლების მიხედვით (ტ.CO₂/ტ.ცემენტზე).



ნახ. 3. ძირითადი სათბურის გაზების ემისიები CO₂-ის ექვივალენტში რუსთავის ცემენტის ქარხნიდან, წლების მიხედვით (ტ. CO₂/ტ. ცემენტი).

“ქართულ ცემენტი” კასპის და რუსთავის ცემენტისგან განსხვავებით სარგებლობს წარმოების მშრალი მეთოდით. ეს მეთოდი გამოირჩევა შედარებით დაბალი ენერგო მოხმარებით, რამაც განსაზღვრა სათბურის გაზების ემისიის შედარებით დაბალი მაჩვენებელი (ნახ. 4.).



ნახ. 4. ძირითადი სათბურის გაზების ემისიები CO₂-ის ექვივალენტში ძირითადი ცემენტის ქარხნიდან საქართველოში, 2009წ.

როგორც ნახაზებიდან 2; 3 ჩანს წლების მიხედვით ემიტირებული სათბურის გაზების მატებას აქვს ადგილი. შეიძლება ითქვას, რომ ამ მატებას გარკვეული ახსნა აქვს. საკვლევი წლების პირველ ინტერვალში (1980-1990წწ) მატება აიხსნება წარმოებაში გამოყენებული ტექნიკის მოძველებით. საკვლევი წლების მეორე ინტერვალში (1990-1998წწ) ემთხვევა ქვეყნის პოსტსაბჭოთა პერიოდის მდგომარეობას. პერიოდულად შეწყვეტილი ელექტრო თუ

გაზომომარაგება, გაურკვეველი ვადებით შეჩერებული სამუშაო გრაფიკი (ცემენტის ქარხნის ნორმალური ფუნქციონირების ერთ-ერთი პირობა მისი 24 საათიანი სამიშაო გრაფიკია) პირდაპირ აისახება ქარხნის ენერგომოსხმარების ზრდაზე, რაც თავის მხრივ განსაზღვრავს სათბურის გაზების ემისიების ასეთ მკვეთრ ზრდას. კვლევის ბოლო პერიოდში (1998-2009წწ), კერძოდ 2006 წლიდან, როგორც უკვე აღნიშნეთ, ქართულ ცემენტის წარმოებაში შემოდის კომპანია “ჰაიდელბერგი”, რომელმაც ქარხნებში გაატარა ძირეული რეკონსტრუქცია და დანერგა თანამედროვე ტექნოლოგიები. აღნიშნულ ქმედებებს უნდა გამოეწვია სათბურის გაზების ემისიების შემცირება, თუმცა წარმოებული კვლევები საწინააღმდეგო სურათს აჩვენებს. 2008 წლიდან ცემენტის წარმოების ენერგომოსხმარებაში ცვლილებები მოხდა – ბუნებრივი აირი ჩაანაცვლა ეროვნულმა ქვანახშირმა, ქვანახშირი გამოირჩევა სათბურის გაზების ემისიის უფრო მაღალი მაჩვენებლით, რამაც განსაზღვრა ცემენტის წარმოებიდან სათბურის გაზების ემისიის ზრდა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში, კასპის ცემენტის ქარხანა, შპს “საქცემენტი”, 2009წ;
2. გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში, რუსთავის ცემენტის ქარხანა, შპს “საქცემენტი”, 2009წ;
3. გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში, შპს “ქართული ცემენტი”, 2009წ;
4. გარემოს ეროვნული სააგენტო. ცემენტის წარმოების მიერ სათბურის გაზების ემისია საქართველოში 1980 წლიდან. დარცემელია გ.; ცქვიტინიძე ზ. თბილისი, 1998წ;
5. Greenhouse Gas Inventory Reporting Instruction. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 1996.

УДК 632.151

ცემენტის ქარხნიდან ემიტირებული სათბურის აირების რაოდენობრივი შეფასება/ნ. ბეგლარაშვილი, ნ. ნასყიდაშვილი, ლ. შავლიაშვილი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2014, ტ.120. გვ.82-85. - ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია საქართველოში ცემენტის წარმოების ეკოლოგიური ასპექტები სათბურის გაზების ემისიების გათვალისწინებით. განსაზღვრულია ეგერგოდანახარჯები ცემენტის წარმოების სრულ ციკლში. ენერგოდანახარჯების საფუძველზე შეფასებულია ძირითადი სათბურის გაზების ემისიები რაოდენობრივი მაჩვენებლები CO₂-ის ექვივალენტში.

UDC 632.151

Quantitative assessment of greenhouse gases emitted from cement plants/Beglarashvili N., Naskidashvili N., Savliashvili L./Transaction of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2014,- T.120. pp82-85.- Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

The paper discusses ecological aspects of greenhouse gas emissions in cement production in Georgia. Energy consumption is estimated full-cycle of cement production. Based on the investigation are assessed quantitative indicators of greenhouse gas emissions by the equivalent of CO₂ on the basis of energy consumption.

УДК 632.151

Количественная оценка выбросов парниковых газов с цементного завода/Бегларашвили Н., Наскидашвили Н., Шавлиашвили Л./Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2014.-т.120.-с82-85.. -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Было рассмотрено экологические аспекты производства цемента в Грузии, учитывая выбросы парниковых газов. Было определено энерго-расходы производства полного цикла цемента. на основе энерго-расход было оценено количественные показатели выбросов основных парниковых газов в эквиваленте CO₂.

შპს 504.3.054.504.054

თბილისის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონებიდან ატმოსფეროში ემიტირებული სათბურის აირების რაოდენობრივი შეფასება

ს. მდივანი, ნ. ნასყიდაშვილი, ნ. ვაშაყმაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

2010 წლის ნოემბერში ქ. თბილისის მომსახურებაში შევიდა (მსნ) ნაგავსაყრელი, რომელიც მდებარეობს გარდაბნის მუნიციპალიტეტის ნორიოს თემის ტერიტორიაზე. ეს ერთადერთი ნაგავსაყრელია საქართველოში, რომლის პროექტი მომზადებულია ევროკავშირის სტანდარტების მოთხოვნის გათვალისწინებით.

ობიექტი მდებარეობს ქ. თბილისიდან 10,5-11,0 კმ.-ში, ნორიოს დასავლეთით, სოფლიდან 1,5-2,0 კმ-ს დაშორებით. პოლიგონის ტერიტორიის ფართობი შეადგენს 80 ჰა-ს. ნარჩენების უჯრედში განთავსებისა და მიწით დაფარვის შემდგომ, სწრაფად ვითარდება ანაერობული პირობები, სადაც მეთანოგენური მიკროორგანიზმების ზემოქმედებით წარმოებს ორგანული ნივთიერებების ბიოკონსერვაციის პროცესი. ამ პროცესის შედეგად წარმოიქმნება ბიოგაზი, ე.წ. ნაგავსაყრელის გაზი (ნ.გ). დღეისათვის (2014 წლის თებერვალი) დახურულია I სექტორი (უჯრედელი) რომელშიც ჩამონტაჟებულია 39 ჭაბურღილი. ჭაბურღილის ირგვლივ ნაგავსაყრელი საიმედოდაა დატკეპნილი და დაგროვილი აირები მიწის ზედაპირიდან 1,5 მეტრის სიმაღლის მიღების საშუალებით გამოიყოფა ატმოსფეროში. ატმოსფეროში ემიტირებული აირების რაოდენობრივი შეფასებისათვის მოვახდინეთ ვერტიკალური ჭაბურღილების ინვენტარიზაცია და "ნაგავსაყრელის გაზის" ხარჯის დადგენა პიტომონტელის მილისა და მიკრომანომეტრის გამოყენებით. მიკრომანომეტრით გამოვითვალეთ გამომავალი აირების დინამიური წნევა ფორმულით (1)

$$h=dkb(1)$$

სადაც: k=0,2 d=მიკრომანომეტრით გაზომილი წნევა, b არის წყლის სვეტის სიმკვრივე. ამ ფორმულით გამოვთვალეთ 39 მილიდან გამომავალი დინამიური წნევა 5 მილისათვის. აირის სიმკვრივე, სიჩქარე, მოცულობა განაგარიშებული იქნა ფორმულით (2,3,4)

$$\rho = \frac{1,29 \cdot T}{T+t^\circ}(2)$$

$$V = \sqrt{\frac{2gh}{\rho}}(3)$$

$$L = V \cdot S(4)$$

ამ მეთოდით განსაზღვრული აირების ფიზიკური მაჩვენებლები მოცემულია ცხრილში 1 ცხრილში 1 ნორიოს (მსნ) პოლიგონის დახურული სექტორის ჭაბურღილებიდან ატმოსფეროში გაფრქვეული აირების ფიზიკური მახასიებლები.

№	მიწის ზედაპირიდან მილის სიმაღლე (მ)	ამომავალი აირის ტემპერატურა t°C	აირის სიმკვრივე ρ კგ/მ ³	გამოფრქვეული აირის სიჩქარე V (მ/წმ)	გაფრქვეული აირის მოცულობა L (მ ³ /საათში)	შენიშვნა
1	1,5	50	1,10	1,8	41,2	
2	1,8	45	1,05	1,5	34,02	
3	1,6	50	2,0	2,0	45,36	
4	1,25	48	1,8	1,8	41,2	
5	2,0	50	1,20	1,6	36,3	

ჭაბურღილებიდან ატმოსფეროში ემიტირებული აირების სინჯები ქიმიური ანალიზისათვის აღებული იყო სპეციალური კამერებით - ასპირატორის საშუალებით. ადგილზე გაზომილი იყო ნახშირის მონოქსიდი, გოგირდწყალბადი, გოგირდის დიოქსიდი, ინდიკატორული მილის საშუალებით. კამერებით აღებული აირის სინჯებში ლაბორატორიაში არსებლ ქრომატოგრაფზე Газо-хром-3010 განისაზღვრა ნახშირის დიოქსიდის (CO₂), უანგბადის, წყალბადის, ნახშირის მონოქსიდის და მეთანის კონცენტრაციები. ცხრილში №2 მოცემულია ანალიზის შედეგები.

ცხრილი 2 ნორიოს (მ.ს.ნ.) პოლიგონის დახურული სექტორის ჭაბურღილიდან აღებული სინჯების ქიმიური ანალიზის შედეგები (გ/მ³)

№	CH ₄ გ/მ ³	CO ₂ გ/მ ³	CO გ/მ ³	O ₂ გ/მ ³	H ₂ გ/მ ³	H ₂ S გ/მ ³	SO ₂ გ/მ ³
1	350,0	200	31	35	2,5	10,11	15
2	350,6	250	23	32	2,1	10,20	12
3	349,8	240	27	30	2,0	10,30	14
4	347,0	251	25	32	1,8	10,30	18
5	351,0	242	32	38	2,3	10,30	16

ქ. თბილისში არსებული ნაგავსაყრელებიდან ყოველწლიურად ატმოსფეროში ემიტირებული მეთანის რაოდენობა თეორიულად ითვლება მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დღიური წარმონაქმნის მიხედვით (850 ტონა/დღეში). ცხრილში №3 მოყვანილია 2010-2014 წლებში თბილისის ძირითადი ნაგავსაყრელებიდან მეთანის ემისიის თეორიული გათვლით მიღებული შედეგები.

ცხრილი 3 ქ. თბილისის ძირითადი ნაგავსაყრელებიდან მეთანის ემისია (გ.გ) 2010-2014 წლებში

ნაგავსაყრელი წელი	გლდანი	იაღლეუჯა	ნორიო	CH ₄ - ის ჯამური ემისია	შენიშვნა
2010	4,6835	3,0033	0,000	7,4845	თეორიული
2011	4,7939	3,0868	1,5907	9,4714	თეორიული
2012	4,1268	2,6508	2,9503	9,7279	თეორიული
2014	-	-	4,937	4,937	ექსპერიმენტული

ლიტერატურული წყაროების მიხედვით გაზის გენერაციის პროცესი მიმდინარეობს 10-50 წლის განმავლობაში და გაზის კუთრი გამოყოფა ნარჩენების ერთ ტონაზე შეადგენს 120-200 მ³. 1მ³ გაზის საშუალო კალორიულობა შეადგენს 5500 კკალ. ასეთი გაზისაგან წარმოებული სითბური და ელექტროენერჯის თვითღირებულება ბევად იაფია და მნიშვნელოვანი ეკონომიაა მოსალოდნელი პოლიგონის საკუთარი მოხმარებისათვის გამოყენებისას და ასევე შესაძლებელი იქნება ელექტროენერჯის სხვა მომხმარებლისათვის მიწოდება.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ნორიოს ნაგავსაყრელის გზშ, 2009 წ.
2. ნ. დვალიშვილი, ნ. ნასყიდაშვილი - ქ. თბილისის დახურული და მოქმედი ნაგავსაყრელებიდან მეთანის ემისიის განსაზღვრა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები. 2013 გვ. 230
3. თბილისის ნარჩენების მართვის კონფერენცია. 2006 წ. გერმანიის ტექნიკური თანამშრომლობის საზოგადოება (GTZ) 2006 წ. გვ. 63

უპაკ 504.3.054.504.054

თბილისის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონებიდან ატმოსფეროში ემიტირებული სათბურის აირების რაოდენობრივი შეფასება /ს. მდივანი, ნ. ნასყიდაშვილი, ნ. ვაშაყმაძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული – 2014. ტ.120.გვ.86-88 ქართ., რუხ. ქართ., ინგლ., რუს.

თბილისის (მ.ს.ნ.) პოლიგონებიდან ანაერობული პროცესების გამო წარმოქმნილი ბიოგაზი, ანუ ნაგავსაყრელის გაზი (ნ.გ.) ატმოსფეროში გამოიფრქვევა დიდი რაოდენობით. ეს გაზი დიდი რაოდენობით შეიცავს სათბურის აირებს მეთანს, ნახშირბადის დიოქსიდს, აგრეთვე მიკროკომპონენტებს აზოტს, ჟანგბადს, წყალბადს, მიკრომინარევებს გოგირდის დიოქსიდს, გოგირდწყალბადს. შესწავლილია ექსპერიმენტულად ატმოსფეროში ემიტირებული ნაგავსაყრელის გაზის შემადგენლობა და რაოდენობა შედარებულია თეორიულად გამოთვლილი ნაგავსაყრელის გაზის რაოდენობასთან.

UDC 504.3.054.504.054

Quantitative Assessment of Greenhouse Gases Emitted into the Atmosphere from Tbilisi Solid Residential Waste Disposal Sites /S. Mdivani, N. Naskidashvili, N. Vashakmadze / Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2014. -vol. 120. -pp.86-88 - Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

Biogas or landfill gas at Tbilisi SRWDS-es is emitted into the atmosphere in large quantities. This gas contains GHGs- methane, carbon dioxide and microcomponents - nitrogen, oxygen, hydrogen and small admixtures - sulfur dioxide, hydrogen sulfide. The composition and quantity of emitted landfill gas is examined experimentally and the quantity is compared with the amount calculated theoretically.

УДК 504.3.054.504.054

Количественная оценка парниковых газов эмиссированных в атмосферу со свалок твёрдых бытовых отходов г. Тбилиси/ С. Мдивани, Н. Наскидашвили, Н. Вашакмадзе / Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2014, т.120. с.86-88 Груз. Рез. Груз., Англ., Рус.

Биогаз или свалочный газ, возникающий в результате анаэробных процессов, в большом количестве эмиссируется со свалок твёрдых бытовых отходов г. Тбилиси. Этот газ содержит метан и двуокись углерода, а также микрокомпоненты – азот, кислород, водород и микропримеси – диоксид серы и сероводород. Экспериментально исследованы состав и количество эмиссированного в атмосферу свалочного газа и количество сопоставлено с теоретически рассчитанным количеством свалочного газа.

შპს 551.510.42.535.5

ატმოსფეროში აეროზოლების გამრცელების და ნოტიო გამორეცხვის მათემატიკური მოდელების შესახებ

ნ.ა.ბეგალიშვილი, გ. გელაძე, ნ.ნ. ბეგალიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ნაშრომში განხილულია ატმოსფეროში არსებული აეროზოლური ნაწილაკების ნოტიო გამორეცხვის ამოცანა. ამისთვის მაქსიმალურად გამარტივებულია ამ პროცესის განხილვა იმისათვის, რომ მიღებულ იქნას შესაბამისი კოაგულაციის კინეტიკური განტოლების ანალიზური ამოხსნა.

როგორც ცნობილია [1,2], ატმოსფერული აეროზოლები განსხვავდებიან, როგორც ქიმიური შედგენილობით, ასევე ზომებით. იუნგეს კლასიფიკაციით კონდენსაციის (ჰიგროსკოპული) ბირთვების (აიტკენის ბირთვები) ზომების დიაპაზონია 10^{-7} - 10^{-5} სმ (10^{-3} - 10^{-1} მკმ) რადიუსში. $r = 10^{-5}$ - 10^{-4} სმ (0.1-1 მკმ) რადიუსიან ბირთვებს უწოდებენ დიდ აეროზოლურ ნაწილაკებს, ხოლო ბირთვებს ზომებით $r \geq 1$ მკმ მიეკუთვნებიან გიგანტურ აეროზოლურ ნაწილაკებს. ტროპოსფეროს ქვედა ფენებში დედამიწის ზედაპირის მახლობლობაში აიტკენის ბირთვების კონცენტრაცია მერყეობს ინტერვალში 10^4 - 10^5 სმ⁻³. მისი მინიმალური და მაქსიმალური სიდიდეები შეიძლება ერთი რიგით ნაკლები ან მეტი იყოს აღნიშნულ მნიშვნელობებზე. ზღვიური წარმოშობის დიდი აეროზოლური ნაწილაკების კონცენტრაცია შეადგენს 100-500 სმ⁻³, ხოლო კონტინენტური ტიპის ნაწილაკების – 500-3500 სმ⁻³. გიგანტური ჰიგროსკოპული ბირთვების კონცენტრაციაა 0.1-1 ლ⁻¹, ანუ 10^4 - 10^3 სმ⁻³.

ნოტიო გამორეცხვაში მონაწილე ნისლის ან ღრუბლის წვეთების ზომების დიაპაზონია $R=1$ -50 მკმ, საშუალო რადიუსით, $R_{საშ}=10$ -20 მკმ. მათი კონცენტრაცია $N=100$ -1000 სმ⁻³ რიგისაა. წვიმის წვეთების ზომებია $R=100$ -2000 მკმ (0.1-2 მმ), ხოლო კონცენტრაცია შეადგენს $N=1$ -100 მ⁻³ (10^6 - 10^4 სმ⁻³).

ნოტიო გამორეცხვაში შეიძლება მონაწილეობდეს მყარი ფრაქცია: ყინულის კრისტალები ($R=1$ -100 მკმ), ხორხოშელა ($R=100$ -500 მკმ), სეტყვის ნაწილაკები ($R=0.5$ სმ-5სმ). მათი კონცენტრაცია შეესაბამება, ერთის მხრივ, ნისლებისა და ღრუბლების წვეთების კონცენტრაციას, მეორეს მხრივ, მსხვილი წვეთების კონცენტრაციას წვიმებში.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ როგორც წესი, აეროზოლის ზომები ბევრად ნაკლებია წვეთების და კრისტალების ზომებზე: $r \ll R$, ხოლო კონცენტრაციები თანაზომადია $N \approx N_0$, ან $N \gg N_0$.

ეს განაპირობებს ნოტიო გამორეცხვის საკმაოდ მაღალ ინტენსივობას, ხოლო ერთმა წვეთმა შეიძლება განიცადოს რამდენიმე დაჯახება აეროზოლურ ნაწილაკებთან და შემოიერთოს ისინი.

განვიხილოთ სივრცულად ერთგვაროვანი დისპერსული სისტემა, რომელიც შედგება აეროზოლური ნაწილაკებისა და წვეთებისგან (კრისტალებისგან) და რომელშიც მიმდინარეობს კოაგულაციის პროცესი – ნაწილაკები ეჯახებიან წვეთებს (კრისტალებს) და ერწყმიან მათ. მივიღოთ, რომ:

- ა) ერთი წვეთის მიერ ნაწილაკების მიტაცება არ არის დამოკიდებული სხვა მეზობელი წვეთების არსებობაზე;
 - ბ) ყოველი ნაწილაკის ჩატაცების ალბათობა არ არის დამოკიდებული იმაზე, თუ რამდენ ნაწილაკს დაეჯახა მანამდე წვეთი და შემოიერთა ისინი;
 - გ) დისპერსულ სისტემაში მოქმედებს აეროზოლების წყარო, რომელიც პროპორციულია ნაწილაკთა საწყისი განაწილებისა;
 - დ) წვეთების განაწილებას შეესაბამება მონოდისპერსული სპექტრი.
- მაშინ კოაგულაციის კინეტიკური განტოლება შეიძლება შემდეგი სახით წარმოვადგინოდ:

$$\frac{\partial n(r,t)}{\partial t} = -\sigma N_0 n(r,t) + A n_0,$$

სადაც $n(r,t)$ – აეროზოლის განაწილების ფუნქციაა რადიუსების მიხედვით. $n_0=n(r,0)$ – ნაწილაკთა საწყისი სპექტრია, A – პროპორციულობის კოეფიციენტი,

$$N_0 = \int_0^{\infty} f(R) dR = \int_0^{\infty} \delta(R - R_0) dR = N_{R=R_0}$$

წვეთების კონცენტრაციაა, $f(R)$ - წვეთების განაწილების (სპექტრი) რადიუსების მიხედვით, t - დრო, ხოლო σ - დაჯახების (კოაგულაციის) ალბათობა. იგი მოიცემა შემდეგი გამოსახულებით:

$$\sigma = \iint_0^{\infty} \sigma(r, R) n_0(r, 0) f(R) dr dR . \quad (2)$$

$$\text{აქ } \sigma = (r, R) = \pi(R + r)^2 \Delta V \varepsilon(r, R) , \quad (3)$$

სადაც $\Delta V = V_R - V_r$ - წვეთის და ნაწილაკის ვარდნის სიჩქარეთა სხვაობა ანუ მათი დაახლოვების ფარდობითი სიჩქარე, $\varepsilon(r, R)$ - მიტაცების კოეფიციენტი.

(1) განტოლების ანალიზური ამოხსნა მოიცემა შემდეგი გამოსახულებებით:

$$n(r, t) = n_0 e^{-\sigma N_0 t} + \frac{A n_0}{\sigma N_0} (1 - e^{-\sigma N_0 t}) . \quad (4)$$

ასეთივე ტიპის გამოსახულებები მიიღება აეროზოლის კონცენტრაციისათვის $N(t)$ და ჯამური მასისა თუ მოცულობებისთვის $M(t)$.

(4)-დან გამომდინარეობს, რომ თუ $t \rightarrow 0$, მაშინ $n(r, t) \rightarrow n_0(r, 0)$. დიდი დროებისთვის, როცა $t \rightarrow \infty$,

$$n(r, t) \rightarrow \frac{A n_0}{\sigma N_0} .$$

ეს ნიშნავს, რომ დასაწყისში არსებული ყველა ნაწილაკი ჩაიტაცება (გამორეცხება) წვეთების მიერ და საბოლოოდ დარჩება ნაწილაკები კონცენტრაციით $\frac{A n_0}{\sigma N_0}$. ანუ წყაროს მოქმედების შედეგად სისტემაში შემოსული ნაწილაკების $A n_0$ კონცენტრაცია σN_0 -ჯერ მცირდება იმის გამო, რომ ისინი σ ალბათობით ეჯახებიან N_0 რაოდენობის წვეთებს.

თუ დისპერსიულ სისტემაში წყარო არ მოქმედებს, ე.ი. $A=0$, მაშინ

$$n(r, t) = n_0 e^{-\sigma N_0 t} = n_0 e^{-t/\tau} .$$

აქ $\tau = \frac{1}{\sigma N_0}$ - აეროზოლური ნაწილაკების არსებობის დროა (რელაქსაციის დრო). როგორც ვხედავთ ამ დროში ნაწილაკთა საწყისი კონცენტრაცია e -ჯერ მცირდება [1].

შევაფასოთ $\tau^{-1} = \sigma N_0$ ნაწილაკებისა და წვეთების სხვადასხვა ზომებისათვის და მივიღოთ ნოტიო გამორეცხვის მიკროფიზიკური კანონები [3]. დაჯახების ალბათობა განპირობებულია გრავიტაციული კოაგულაციით (სედიმენტაცია), ნაწილაკთა ინერციით, მათი წამოღება - წატაცებით, ბროუნის დიფუზიით.

1. $R_0 \leq 50$ მკმ, $0.1 \leq r \leq 1$ მკმ.

$$\tau^{-1} = \sigma N_0 \approx \pi R_0^2 a R_0^2 \varepsilon_0 \left(\frac{R_0 a R_0^2}{\gamma} \right)^{-\frac{2}{3}} N_0 \approx N_0 R_0^2 .$$

$r \leq 1$ მკმ დიდი ზომების მქონე ნაწილაკების ნისლისა და ღრუბლების წვეთებით გამორეცხვის ინტენსივობა პროპორციულია წვეთების ზედაპირთა ფართობების ჯამისა.

2. $R_0 \leq 50$ მკმ, $0.01 \leq r \leq 0.1$ მკმ.

$$\tau^{-1} \approx \pi R_0^2 a R_0^2 N_0 \frac{4D}{a R_0^3} \approx N_0 R_0 .$$

მცირე ზომის აიტკენის ბირთვების მიმართ ნისლისა და ღრუბლის წვეთების გამორეცხვის ქმედება პროპორციულია ყველა წვეთების რადიუსების ჯამისა.

3. $R_0 > 50$ მკმ, $0.01 \leq r \leq 0.1$ მკმ .

$$\tau^{-1} \approx \pi R_0^2 b R_0 N_0 \frac{4 \frac{skT\lambda}{\pi(\pi+\epsilon)\eta r^2}}{R_0 b R_0} \approx N_0 R_0 r^{-2} .$$

მცირე ზომის აეროზოლური ნაწილაკების წვიმის წვეთებით გამორეცხვის ეფექტურობა პროპორციულია წვეთების რადიუსების ჯამისა და უკუპროპორციულია ნაწილაკთა ზედაპირების ფართობისა.

4. როგორც ვხედავთ, რელაქსაციის დრო მაქსიმალურია $0.1 \leq r \leq 1$ მკმ ზომის აეროზოლური ნაწილაკებისათვის. ეს მოვლენა განსაზღვრავს ატმოსფეროში ბუნებრივ პირობებში მოქმედ ნოტიო გამორეცხვის მინიმუმს. ამ ინტერვალში დაიკვირება მაქსიმუმი ნაწილაკთა განაწილებაში [1,2].

მიღებული ნოტიო გამორეცხვის 1-4 მიკროფიზიკური კანონებიდან გამომდინარეობს, რომ, წვეთების ზომების მატებისას მათი გამორეცხვის ეფექტურობის მკვეთრი ზრდის მიუხედავად, ნისლებისა და ღრუბლების გამორეცხვის მოქმედება უფრო მაღალია, ვიდრე ნალექებისა. ეს აიხსნება იმით, რომ წვიმაში წვეთების კონცენტრაცია 5-6 რიგით უფრო ნაკლებია, ვიდრე ნისლებში და ღრუბლებში.

ქვემოთ მოცემულია აეროზოლური ნაწილაკების არსებობის (რელაქსაციის) საშუალო დრო, რომლის მიხედვით შეიძლება შეფასდეს მათი ნოტიო გამორეცხვის ეფექტურობა განხილული მათემატიკური მოდელის საფუძველზე.

მოვლენა	წვეთების ზომა R_0 მკმ	ნაწილაკის არსებობის (რელაქსაციის) დრო τ სთ
ნისლი, ღრუბელი	50	0.5
ჟინჯული	200	0.6
სუსტი წვიმა	500	0.8
ზომიერი წვიმა	1000	0.9
ძლიერი წვიმა	1500	1.5

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1.Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л., Гидрометеиздат, 1976, 640с.
 2.Облака и облачная атмосфера. Справочник под редакций И.П.Мазина и А.Х. Чршана. Л., Гидрометеиздат, 1989, 648с.
 3.Волощук В.М., Седунов Ю.С. Процессы коагуляции в дисперсных системах. Л., Гидрометеиздат, 1975, 320с.

შპს 551.510.42.535.5

ატმოსფეროში აეროზოლების ბავრცელების და ნოტიო გამორეცხვის მათემატიკური მოდელის შესახებ/ ბეგალიშვილი ნა., გელაძე გ., ბეგალიშვილი ნ.ნ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2014.-ტ.120.-გვ.89-92 -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია ატმოსფეროში არსებული აეროზოლური ნაწილაკების ნოტიო გამორეცხვის პროცესი. სივრცულად ერთგვაროვანი დისპერსულ სისტემისათვის, რომელიც შედგება აეროზოლური ნაწილაკებისა და წვეთებისაგან (კრისტალებისაგან), მიღებულია კოაგულაციის კინეტიკური განტოლების ანალიზური ამოხსნა აეროზოლების მუდმივი წყაროს მოქმედების პირობებში. წყარო პროპორციულია ნაწილაკთა საწყისი განაწილებისა. ამოხსნის საფუძველზე შეფასებულია ნოტიო გამორეცხვის ეფექტურობა სხვადასხვა ტიპის თხევადი ნალექებისათვის (აეროზოლურ ნაწილაკთა რელაქსაციის დრო). მიღებულია, ასევე ნოტიო გამორეცხვის მიკროფიზიკური კანონები გრავიტაციული კოაგულაციის შემთხვევაში.

УДК 551.510.42.535.5

О МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ВЛАЖНОГО ВЫМЫВАНИЯ АЭРОЗОЛЯ В АТМОСФЕРЕ/ Бегалишвили Н.А., Геладзе Г., Бегалишвили Н.Н./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. -2014.- т. 120 .-с.89-92 -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Рассмотрен процесс влажного вымывания аэрозольных частиц в атмосфере. Для пространственно однородной дисперсной системы, состоящей из аэрозольных частиц и капель (кристаллов), получено аналитическое решение кинетического уравнения коагуляции в условиях действия постоянного источника аэрозоля. Источник пропорционален начальному распределению частиц. На основе решения выполнены оценки эффективности влажного вымывания для разного типа жидких осадков (время релаксации аэрозольных частиц). Получены, также, микрофизические законы влажного вымывания в случае гравитационной коагуляции.

UDK. 551.510.42.535.5

ON THE MATHEMATICAL MODELS OF TRANSFER AND WET WASHING DOWN OF AEROZOL IN THE ATMOSPHERE/Begalishvili N.A., Geladze G., Begalishvili N.N./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University. -2014, t.120. , pp.89-92 - Georgia, Summary, Geo., Eng., Rus.

The process of wet washing down of aerosol particles in the atmosphere is examined. For the specially homogenous dispersive system containing aerosol particles and droplets (crystals), the analytic solution of coagulation kinetic equation is obtained under the conditions of constant generation of aerosol. The source is proportional to the initial distribution of particles. Using the solution the efficiency of wet washing down is assessed for different types of liquid precipitation (the relaxation time of aerosol particles). Microphysical laws of wet washing down in case of gravity coagulation are obtained as well.

ს ა რ ჩ ე მ ი

მიტაოროლოგია, კლიმატოლოგია

1	ნალექების ჰორიზონტალური გავრცობა და მისი სეზონური ცვლილება კ.თავართქილაძე, ნ.ბეგალიშვილი, თ.ცინცაძე.....	5
2	ზოგიერთი ლოკალური მეტეოროლოგიური პროცესების მათემატიკური მოდელირება საქართველოს ცალკეული რეგიონებისათვის.სამხარაძე ი, ხვედელიძე ზ, დავითაშვილი თ, ტატიშვილი მ, ზოტიკიშვილი ნ.	10
3	ფიონების კლასიფიკაციისა და რიცხვითი მოდელირების შესახებ.გელაძე გ., ბეგალიშვილი ნ. ა., ბეგალიშვილი ნ. ნ.....	16
4	ელჭექური პროცესების სივრცულ-დროითი ვარიაციები კახეთის რეგიონში ი.მკურნალიძე, მ.ტატიშვილი.....	22
5	ჰაერის სინოტივე იმერეთის რეგიონში. ნ. ჭელიძე.....	25
6	იმერეთის რეგიონის ჰელიოენერგეტიკული რესურსები. სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ც.....	29
7	ნისლი იმერეთის რეგიონში.სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ც.....	32
8	მევენახეობა-მეღვინეობის აგროკლიმატური პოტენციალი შიდა ქართლში მელაძე მ., გოგოტიძე ვ.	36
9	კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით ძირითადი სასურსათო კულტურების მოწყვლადობის სცენარები.მელაძე გ., მელაძე მ.	41
10	ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები სვანეთის საკურორტო ზონაში, კატასტროფული ბუნებრივი მოვლენების გათვალისწინებით.ს. გორგიჯანიძე.....	45

ჰიდროლოგია

1	დასავლეთ საქართველოს ენერგეტიკულად მძლავრ მდინარეთა წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშება და პროგნოზირება.უ. მამასახლისი, ი.გელაძე, ო. შველიძე.....	49
2	სუათისის მყინვარების კვლევის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე .დ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომიაია....	52
3	ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები და მათი განხორციელების შესაძლებლობა საქართველოში. მ. სალუქვაძე, ნ. კობახიძე, გ. ჯინჭარაძე	57
4	საქართველოს მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების გრძელვადიანი პროგნოზირება .ბასილაშვილი ც.	60
5	კლიმატის ცვლილების გავლენის შეფასება მდ. ენგურის ჩამონადენზე. ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., შვანგირაძე მ.....	64
6	საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობების ფორმირების თავისებურებები და მათი სივრცულ-დროითი ცვლილებების ტენდენციები ბასილაშვილი ც., გორგიჯანიძე ს., გრიგოლია გ., ფიფია გ.	69
7	ღვარცოფული საშიშროების დროსა და სივრცეში პროგნოზირების ამოცანები, ზარალის რისკის შერბილების პრობლემის შემადგენლობაში, და მათი გადაწყვეტის შესაძლებლობის შეფასება. ხერხეულიძე გ.....	73

ეკოლოგია

1	კახეთის რეგიონში აქტიური ზემოქმედების რაიონებში მეზომასშტაბის ატმოსფერული პროცესების გამოკვლევის და გარემოს კომპონენტებში მძიმე ლითონების ფონური კონცენტრაციების განსაზღვრის ამოცანა ა.სურმავა, ლ.ინწკირველი, ნ.ბუაჩიძე, ლ.შავლიაშვილი, გ.კუჭავა, მ.ტაბატაძე.....	78
2	ცემენტის ქარხნიდან ემიტირებული სათბურის აირების რაოდენობრივი შეფასება.ნ. ბეგლარაშვილი, ნ. ნასყიდაშვილი, ლ. შავლიაშვილი.....	82
3	თბილისის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონებიდან ატმოსფეროში ემიტირებული სათბურის აირების რაოდენობრივი შეფასება.ს. მდივანი, ნ. ნასყიდაშვილი, ნ. ვაშაყმაძე.....	86
4	ატმოსფეროში აეროზოლების გავრცელების და ნოტიო გამორეცხვის მათემატიკური მოდელის შესახებ ბეგალიშვილი ნ.ა., გელაძე გ., ბეგალიშვილი ნ.ნ.	89

CONTENTS

METEOROLOGY, CLIMATOLOGY

1	Horizontal prevalence of precipitation and its seasonal changes. K.Tavartkiladze, N.Begalishvili, T.Tsintsadze	3
2	On mathematical modeling of some local meteorological processes for particular regions of Georgia. I. Samkharadze , Z. Khvedelidze, T. Davitashvili, M. Tatishvili ,N. Zotikishvili.....	10
3	About classification and numerical modelling of Foehns. Geladze G. Sh., Begakishvili N. A., Begakishvili N. N.	16
4	Thunderstorm process spatial-temporal variation on Kakheti region. I. Mkurnalidze, M. Tatishvili	22
5	Air humidity in the territory of Imereti. N. Chelidze	25
6	HIDROMETEOROLOGICAL RESOURCE REGION OF IMERETI . Samukashvili R., Diasamidze Ts.	29
7	A FOG REGION OF IMERETI . Samukashvili R.,Diasamidze Ts.	32
8	AGROCLIMATIC POTENTIAL OF WINE GROWING AND WINEMAKING OF SHIDA KARTLI Meladze M., Gogitidze V.	36
9	THE MAIN FOOD CROPS VULNERABILITY SCENARIOS CONSIDERING CLIMATE CHANGE. Meladze G., Meladze M.	41
10	PERSPECTIVES FOR THE DEVELOPMENT OF TOURISM IN THE RESORT AREA OF CATASTROPHIC NATURAL EVENTS OF SVANETI. S. Gorgijanidze	45

HYDROLOGY

1	Forecast of maximum Flood Flow of energy Powerful Rivers of Western Georgia Zh. Mamasakhlisi, I. Geladze, O. Shvelidze.....	49
2	RESULTS OF THE INVESTIGATION OF THE SUATISI GLACIERS BASED ON SATELLITE REMOTE SENSING. L. Shengelia, G. Kordzakhia, G. Tvauri, V. Comaia	52
3	ANTI-AVALANCHE MEASURES AND THE POSSIBILITY OF THEIR IMPLEMENTATION IN GEORGIA. M. Saluqvadze, N. Kobakhidze, G. Jincharadze	57
4	LONG TERM FORECASTS OF MAXIMUM DISCHARGE OF GEORGIAN RIVERS . Basilashvili Ts. Z.	60
5	Assessment of climate change impact on R. Enguri's runoff. Beritashvili B., Kapanadze N., Shvangiradze M.....	64
6	THE CHARACTERISTICS OF FORMATION OF INUNDATIONS, SPATIAL - TEMPORARY CHANGES' TRENDS OF GEORGIAN RIVERS. Basilashvili Ts., Gorgijanidze S., Grigolia G., Fifia G.	69
7	PROBLEM OF SPACE-TIME PREDICTION OF DEBRIS FLOW HAZARD PREDICTION AS PART OF THE PROBLEM OF MITIGATION THE RISK OF DAMAGE AND THE ASSESSMENT OF THEIR PERFORMANCE CAPABILITIES. Kherkheulidze G.	73

NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION

1	Task of development of the mesoscale atmospheric process in the area of the active influence on clouds and a determination of the background concentration of heavy metals in Kakheti. A.Surmava, L.Intskirveli, N.Buachidze. I.Shavliashvili, G.Kuchava, M.Tabatadze	78
2	Quantitative assessment of greenhouse gases emitted from cement plants. Beglarashvili N., Naskidashvili N., Savliashvili L.....	82
3	Quantitative Assessment of Gases Emitted from the Covered Sector of Norio Solid Residential Waste Disposal Site. S. Mdivani, N. Naskidashvili, N. Vashakmadze, S. Mamulia	86
4	ON THE MATHEMATICAL MODELS OF TRANSFER AND WET WASHING DOWN OF AEROZOL IN THE ATMOSPHERE Begalishvili N.A., Geladze G., Begalishvili N.N.	89

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ

1	Горизонтальная распространённость осадков и его сезонное изменение.Таварткиладзе К.А., Бегалишвили Н.А., Цинцадзе Т.Н.	5
2	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ЛОКАЛЬНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ СПЕЦИФИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ГРУЗИИ. И. Самхарадзе,З. Хведелидзе, Т. Давиташвили,М. Татишвили, Н. Зотикишвили	10
3	О КЛАССИФИКАЦИИ И ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ФЁНОВ. Геладзе Г. Ш., Бегалишвили Н. А., БегалишвилиН. Н.....	16
4	Пространственно-временные вариации грозовых процессов в Кахетском регионе И. Мкурналидзе, М. Татишвили.....	22
5	Влажность воздуха в регионе Имерети. Н. Челидзе	25
6	ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В РЕГОНЕ ИМЕРЕТИ. Самукашвили Р. Д., Диасамидзе Ц. О.	29
7	АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВИНОГРАДАРСТВО-ВИНОДЕЛИЯ ШИДА КАРТЛИ. Меладзе Г.Г., Меладзе М.Г.	32
8	СЦЕНАРИИ УЯЗВИМОСТИ ОСНОВНЫХ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА. Меладзе Г.Г., Меладзе М.Г.	36
9	ТУМАНЫВРЕГОНЕИМЕРЕТИ. Самукашвили Р.Д., Диасамидзе Ц.О.	41
	ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В КУРОРТНОЙ ЗОНЕ СВАНЕТИИ С УЧЁТОМ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИИ. С. Н. Горгиджанидзе.....	45

ГИДРОЛОГИЯ

1	Расчет и прогнозирование паводковых расходов энергетически мощных рек Западной Грузии. Ж. Мамасахлиси, И. Геладзе, О. Швелидзе.....	49
2	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДНИКОВ СУАТИСИ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ. Л.Д. Шенгелия, Г.И. Кордзахия, Г.А. Тваури, В.Ш. Цомая.....	52
3	ПРОТИВОЛАВИННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ В ГРУЗИИ. М. Салуквадзе, Н.Кобахидзе, Г.Джинчарадзе.....	57
4	ДОЛГОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ РЕК ГРУЗИИ. Басилашвили Ц.З.	60
5	Оценка влияния глобального потепления на сток р.Ингури. Бериташвили Б. Ш., Капанадзе Н. И., Швангирадзе М.Я.	64
6	СВОЕОБРАЗИЕ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА ПОЛОВОДЬЯ РЕК ГРУЗИИ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ ВРЕМЕННО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ. Басилашвили Ц.З., Горгиджанидзе С., Григолия Г., Пипия Г.	69
7	Задачи пространственно-временного прогнозирования селевой опасности, в составе проблемы смягчения риска ущерба, и оценка возможностей их выполнения. Херхеулидзе Г. И.	73

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1	ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЗОМАСШТАБНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕГИОНЕ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ КАХЕТИИ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОНОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. А.Сурмава, Л.Инцкирвели, Н.Буачидзе, Л.Шавлиашвили, Г.Кучава, М.Табатадзе.....	78
2	Количественная оценка выбросов парниковых газов с цементного завода Бегларашвили Н., Наскидашвили Н., Шавлиашвили Л.	82
3	Количественная оценка газов эмиссированных с покрытой ячейки свалки твёрдых бытовых отходов в Норйо. С. Мдивани, Н. Наскидашвили, Н. Вашакмадзе, С. Мамулиа.....	86
4	О МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ВЛАЖНОГО ВЫМЫВАНИЯ АЭРОЗОЛЯ В АТМОСФЕРЕ Бегалишвили Н.А., Геладзе Г., Бегалишвили Н.Н.	89

