

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები
ტომი № 116

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF
HYDROMETEOROLOGY AT THE
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
VOL.№116

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ТОМ № 116

ჰიდრომეტეოროლოგიისა და
ეკოლოგიის პრობლემები

**Problems of Hydrometeorology and
ecology**

**Проблемы гидрометеорологии и
экологии**

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2011

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები
ტომი № 116

“ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური
პრობლემები”

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY AT THE GEORGIAN TECHNICAL
UNIVERSITY
VOL.№116

“PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY”

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ТОМ № 116

”АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И ЭКОЛОГИИ”

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2011

2

მთავარი რედაქტორი EDITOR IN CHIEF Главный редактор	ნოდარ ბეგალიშვილი N.Begalishvili Бегалишвили Н.А.
სარედაქციო კოლეგია	ბ.ბერიტაშვილი (რედ. 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.ვანაძე, ლ.ინციკრელი, გ.ხერხეულიძე მ.მელაძე
Editorial Board	B.Beritashvili (Deputy Ed.-in-Chief), G.Gachechiladze, G.Gunia, G.Grigolia, E.Elizbarashvili, G.Meladze, RSamukashvili, V.Tsomaia, T.Tsintsadze (Executive secretary)
Editorial Council	N.Buachidze, I.Geladze, J.Vachnadze, L.Inckirveli, G.Kherkheulidze, M.Meladze
Редакционная коллегия	Бериташвили Б.Ш. (зам.гл. редактора), Гачечиладзе Г.А., Григолия Г.Л., Гунია Г.С., Меладзе Г.Г., Самукашвили Р.А., Цомаи В.Ш., Цинцадзе Т.Н. (отв. секретарь), Элизбарашвили Э.Ш.
Редакционный совет	Буачидзе Н.С., Вачнадзе Д.И., Геладзе И.М., Инциквели Л.И., Херхеулидзе Г.И., Меладзе М.Г.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. 0112
თბილისი-12, დავით აღმაშენებლის გამზირი 150^ა,

E-mail: ecohydmet@yahoo.com

**INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY AT THE
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY**
150^a David Agmashenebeli ave., Tbilisi, 0112, Georgia,

ტელ.:

Tel.:

Тел.:

2951 047, 2 952 028,

**ИНСТИТУТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**
0112, Тбилиси-12, пр.Д. Агмашенебели 150^а.

ფაქსი:

Fax:

Факс:

295-11-60

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



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY AT THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ИНСТИТУТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

2011

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

კრებულის ბოლო ნაწილში წარმოდგენილია მოგონებები ინსტიტუტის ღვაწლმოსილ თანამშრომლებზე: გრიგოლ ხმალაძე, ირაკლი ხერხეულიძე, ილია კვარაცხელია, ლადო ქალდანი, გივი რობიტაშვილი, ლუდუშა არველაძე.

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.

In the end of the volume obituaries are presented on the honored staff members of the Institute: G.Khmaladze, I.Kherkheulidze, I.Khvaratskhelia, L.Kaldani, G.Robitashvili, G.Arveladze.

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 актуальным проблемы гидрометеорологии и экологии. Соответствующие статьи даны по следующим научным направлениям: метеорология, климатология, агрометеорология, гидрология, изменение климата, загрязнение природной среды.

В конце сборника представлены воспоминания о заслуженных сотрудниках института: Г.Н.Хмаладзе, И.И. Херхеулидзе, И.О. Кварацхелия, Л.А. Калдани, Г.Г. Робиташвили, Г.А. Арвеладзе.

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

ხ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი, ი. სამხარაძე
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 ნ.კუტალაძე ნ.მეგრელიძე
 ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტი
 უკ 551.58

**ჰაერის ნაპაღის საპრობნო სქემების ინ-
 ვარტიზაციის სიდიდეების შესახებ რელიე-
 ფის გავლენის გათვალისწინებით**

ბოლო 30-40 წლის განმავლობაში თეორი-
 ული მეტეოროლოგიისა და გამოთვლითი მა-
 თემატიკის მიღწევების საფუძველზე ჩამოყალ-
 იბდა ამინდის პროგნოზის რიცხვითი მეთო-
 დების ახალ-ახალი მიმართულებები, რომლებ-
 საც დასაწყისი მისცა ი. კიბელის [1,2], ჩარნის
 [1-3], და სხვა მრავალი მეცნიერის აღიარებუ-
 ლმა გამოკვლევებმა.

მიღებულია, რომ ამინდის პროგნოზირების
 საფუძველს წარმოადგენს ატმოსფეროს ჰიდ-
 როთერმოდინამიკის არაწრფივი დიფერენცია-
 ლურ განტოლებათა სისტემა. ამ სისტემის
 ანალიზური ამოხსნა ჯერ-ჯერობით ვერ ხერ-
 ხდება და გამოიყენება მხოლოდ მიახლოე-
 ბითი რიცხვითი ამოხსნები. ასეთ ამოხსნებს
 კი თან სდევს სხვადასხვა ხასიათის შეცდო-
 მები, რომელიც დროითი ბიჯებით ინტეგრირ-
 რებისას იკრებება და გვაძლევს არასასურ-
 ველ შედეგს.

აქედან გამომდინარე აუცილებელი ხდება
 ყურადღება მიექცეს შენახვის კანონებზე და-
 მყარებული რიცხვითი სქემების ინტეგრალ-
 ურ თვისებების შესრულებას.[1-5]. ასეთი მი-
 დგომა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია როდ-
 ესაც განიხილება საძიებელი სიდიდის რეგი-
 ონალური პროგნოზული მოდელი ლოკალური
 ოროგრაფიის გავლენის გათვალისწინებით[5-
 8]. ..ელისონსა და პარმის მიერ [11] შემჩნეუ-
 ლი იქნა, რომ “როცა ტალღები წრფივი
 სტაციონალურია და ნაკადი კონსერვატიული,
 მაშინ ნაკადის დივერგენცია ნულის ტოლია”.
 ამ თეორიის თანახმად:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \nabla F = D + O(h^0)$$

სადაც A და D არის ტალღური მახასია-
 თებების გასაშუალებული კვადრატული ფუ-
 ნქცია. $\frac{\partial A}{\partial t}$ - წვერი აღწერს არასტაციონალო-

ბას, ∇F - მიუთითებს არაკონსერვატულობაზე,
 უკანასკნელი წვერი კი ახასიათებს არაწრფი-
 ობას. ბუნებრივია ვექტორის დივერგენციის
 ნულთან ტოლობა უფრო მარტივი მოთხოვნაა,
 ვიდრე საშუალო ნაკადის ენერჯიის განტო-
 ლების შესრულება. ამიტომ ამ ვექტორს იყე-
 ნებენ “ნელი ცვალებადობის” ტალღების ბუ-
 ნების შესასწავლად. აღნიშნული მიდგომა გვა-
 ძლევს უფლებას ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე,
 ზონალური ნაკადის უპირატესების პირობებ-
 ში, შემოვიტანოთ კვაზი ინვარიანტული ინტე-

გრალური მახასიათებელი “ნელა ცვალებადი”
 ტალღური შემოფოტების შემთხვევაში. ამასთა-
 ნავე დროითი გასაშუალების პერიოდი ავიდ-
 ოთ დეკადური სიდიდის, რის საფუძველსაც
 იძლევა სინოპტიკური პრაქტიკა. მართლაც,
 ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე არა იშვიათად
 არის შემჩნეული ათი და მეტი დღეღამური პე-
 რიოდის ციკლონური ან ანტიციკლონური გრი-
 გალური “ნახვეულობები”, რომლებსაც ზონა-
 ლური გავრცელების ტენდენცია აქვთ. [10,12,14].

დედამიწის ზედაპირის რელიეფის გავლენ-
 ის გათვალისწინებით კოორდინატთა სისტე-
 მაში - $\sigma = \frac{p}{p_s(x,y,z)}$ ჰიდროთერმოდინამიკის გან-

ტოლებათა სისტემას ბაროტროპული ატმოსფე-
 როსათვის აქვს სახე [1,3,5,16] :

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - ev + \frac{\partial \Phi}{\partial x} - RT \frac{\partial \ln p_s}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - eu + \frac{\partial \Phi}{\partial y} - RT \frac{\partial \ln p_s}{\partial y} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} + \frac{\partial (u\tilde{\Phi}_s)}{\partial x} + \frac{\partial (v\tilde{\Phi}_s)}{\partial y} = 0, \quad (3)$$

სადაც p - ატმოსფერული წნევაა, p_s - წნე-
 ვა დედამიწის ზედაპირზე; x, y, σ - კოორდი-
 ნატთა ღერძები, u, v - ქარის სიჩქარის პორი-
 ზონტალური მდგენელები შესაბამისად OX და
 OY ღერძების მიმართ. $l = 2\omega \sin \phi$ - კორიო-
 ლისის პარამეტრია, t - დრო, ϕ - გეოგრაფიუ-
 ლი განედი, ω - დედამიწის თავის ღერძის
 გარშემო ბრუნვის კუთხური სიჩქარე; Φ - გეო-
 პოტენციალი; R - გაზების უნივერსალური მუდ-
 მივა. $\tilde{\Phi} = \Phi - \Phi_s$, Φ_s - გეოპოტენციალის მნიშე-
 ნელობა მთის ზედაპირზე. შევნიშნოთ, რომ
 მოდელი არ არის კვაზიგეოსტროფული, ვი-
 ნაიდან რელიეფის გავლენით ტემპერატურის
 გრადიენტი არ არის ნული.

$$\nabla_{\sigma} T \neq 0 \quad (4)$$

(σ სისტემაში რელიეფის გავლენით მა-
 მრავლი $\sigma \frac{\partial \Phi}{\partial \sigma} = -RT$, სადაც T - აბსოლუტური

ტემპერატურა ცვალებადი სიდიდეა და ამიტომ
 ტემპერატურის გრადიენტი $\nabla_{\sigma} T \neq 0$) ასეთი
 სტრუქტურის გამო მოდელი ხდება ბაროკლი-
 ნური და მოითხოვს დამატებით -სითბოს მოდ-
 ენის განტოლების გამოყენებას. ყოველივე ეს
 კიდევ უფრო მნიშვნელოვანს ხდის ე.წ. კონ-
 სერვატორული სიდიდეების შემოტანას და შე-
 ნახვის კანონების სამართლიანობის დაცვას.

შემოვიტანოთ რამდენიმე კონსერვატიული
 სიდიდე.

სრული ენერჯიის შენახვა:

განტოლებებში (1) და (2) ბოლო წევრები წარმოვადგინოთ ასე: $RT \frac{\partial \ln P_s}{\partial x}, RT \frac{\partial \ln P_s}{\partial y}$, გაუმრავლოთ (1) განტოლება u -ზე მეორე v -ზე და (3) $(\frac{u^2+v^2}{2} + \Phi)$ სიდიდეზე და შევკრიბოთ, გვექნება:

$$\frac{d}{dt} (\frac{u^2+v^2}{2} + \Phi) \Phi = - (u \frac{\partial \Phi}{\partial x} + v \frac{\partial \Phi}{\partial y}) \Phi - \Phi (\Phi + \frac{u^2+v^2}{2}) D, \quad (5)$$

აქ D ბრტყელი ივერგენციაა. აღვნიშნოთ

$$E_0 = \Phi \frac{u^2+v^2+\Phi}{2}, \quad (6)$$

მაშინ (5) ასე გადაიწერება:

$$\frac{\partial E_0}{\partial t} + \frac{D(uE_0)}{\partial x} + \frac{\partial (vE_0)}{\partial y} + \frac{1}{2} [\frac{\partial}{\partial x} (U\Phi^2) + \frac{\partial}{\partial y} (v\Phi^2)] = 0 \quad (7)$$

ამ განტოლების S -ფართობზე ინტეგრირებით, მივიღებთ:

$$I = \int_S \Phi \frac{u^2+v^2+\Phi}{2} dS, \quad (8)$$

ეს ინტეგრალი ინახება ბაროტროპულ ატმოსფეროში დამოუკიდებლად იმისა რა მეთოდით იხსნება საწყის განტოლებათა სისტემა.

კვაზი ინვარიანტული სიდიდეები:

გავამრავლოთ (1) განტოლება კვლავ U -ზე, მეორე v -ზე, ხოლო უწყვეტობის განტოლება RT -ზე, რომელიც ჩაწერილი იქნება კოორდინატთა σ -სისტემაში შემდეგი სახით:

$$\frac{d \ln p_s}{dt} = - (\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}) \quad (9)$$

შეკრების შედეგად მივიღებთ:

$$\frac{d}{dt} (\frac{u^2+v^2}{2} + RT \ln p_s) = - u \frac{\partial \Phi}{\partial x} - v \frac{\partial \Phi}{\partial y} - (\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}) RT - RT u \frac{\partial \ln p_s}{\partial x} - RT v \frac{\partial \ln p_s}{\partial y}$$

გამოვსახოთ $RT \ln p_s = -\Phi_s$ და ატმოსფეროს საშუალო დონისათვის, სადაც $D = 0$, გვექნება:

$$\frac{d}{dt} (\frac{u^2+v^2}{2} - \Phi_s) = \bar{v} RT \bar{\nabla} \ln p_s + \bar{v} \bar{\nabla} \Phi \quad (10)$$

თუ (10)-ის მარჯვენა მხარე

$$\bar{v} RT \bar{\nabla} \ln p_s + \bar{v} \bar{\nabla} \Phi, \quad (11)$$

სადაც \bar{v} -ქარის საშუალო სიჩქარეა, $\bar{\nabla}$ - გრადიენტი, მაშინ ინახება სიდიდე [5,16]

$$E = \frac{u^2+v^2}{2} - \Phi_s \quad (12)$$

E სიდიდე თავისი ფიზიკური შინაარსით ემთხვევა ელისონ-პალმის F ვექტორს ე.წ. „ნელა ცვლადი“ ნაკადისათვის. შემოწმებულ იქნა (10) განტოლების ორივე მხარის ცვლილებები ერთი-ორი დღეამის განმავლობაში და აღმოჩნდა, რომ (10)-ის მარჯვენა მხარის სრული ენერჯის E -ს ცვლილება მინიმუმ ერთი-ორი რიგით მცირეა ვიდრე (11)-ისა. (ცხრ.1).

აქედან გამოდინარე (12) შეიძლება მივიღოთ „ნელა ცვლადი“ ნაკადის ინვარიანტად და ვუწოდოთ მას კვაზინვარიანტული სიდიდე.

ცხრილი 1. ჟურნალი variabilities of the left $\Delta \Phi + K^2 \Phi_s$ (upper number) and right $b \frac{\partial}{\partial x} (\sigma \frac{\partial \Phi}{\partial \sigma} - a \frac{\partial}{\partial y} (\sigma \frac{\partial \Phi}{\partial \sigma}))$ (lower number) sides of equation (9)

-0.5	-0.4	1.2	0.1	0.1
-0.03	-0.08	0.1	0.06	0.1
0.0	0.4	0.83	-0.5	-0.5
-0.08	0.05	0.6	0.07	0.14
0.9	0.1	0.1	0.1	0.1
0.2	0.004	0.1	0.2	0.5
0.0	0.2	0.2	-0.1	-0.1
0.2	0.3	0.5	-0.2	-0.1
-0.6	-0.3	0.1	-0.2	-0.1
-0.1	0.2	0.02	-0.1	-0.02

ვისარგებლოთ (1), (2), (9), და სტატიკის განტოლებებით და სტაციონალური წესით მივიღოთ ქარის სიჩქარის გრიგალის

$$\Omega_z = \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial y} \text{ განტოლება [3,5,16].}$$

$$\frac{d}{dt} (\Omega + l) + (\Omega + l) \frac{d \ln p_s}{dt} = 0. \quad (13)$$

აქედან ჩანს, რომ გამოსახულება

$$\frac{(\Omega + l)}{p_s} = const, \quad (14)$$

ეი განხილულ მოდელში პოტენციალური გრიგალი არის კონსერვატორული სიდიდე. თუ (13) განტოლებას რელიეფის გავლენის გათვალისწინებით ჩავწერთ, მივიღებთ [1,3,5]:

$$\frac{d}{dt} (\Delta \Phi + l^2 (1 - \ln p_s)) = b \frac{\partial}{\partial x} (\sigma \frac{\partial \Phi}{\partial \sigma}) - a \frac{\partial}{\partial y} (\sigma \frac{\partial \Phi}{\partial \sigma}) \quad (15)$$

სადაც $\Delta \Phi = \Omega_z$; Δ -ბრტყელი ლაპლასიანია;

$$a = - \frac{\partial \ln p_s}{\partial x}; \quad b = - \frac{\partial \ln p_s}{\partial y}; \text{ -მთის გავლენის}$$

მახასიათებელი პარამეტრები დედამიწის პარალელისა და მერიდიანის გასწვრივ შესაბამისად. (15) განტოლების მარჯვენა მხარე არაძლიერი ბაროკლინური პროცესებისათვის, აგრეთვე სიმეტრიული მთის მასივებისთვის ($A=B$) უდრის ნულს. ეს კი ნიშნავს, რომ სიდიდე

$$\Delta \Phi + l^2 (1 - \ln p_s) = const.$$

ანუ

$$z = \Delta \Phi + K^2 \Phi_s = const, \quad (16)$$

$$\text{სადაც } K^2 = \frac{l^2}{RT} = 0,12 \cdot 10^{-11} \frac{1}{m^2} \text{ ამრიგად,}$$

მივიღეთ კვლავ კვაზი ინვარიანტი z , რომლის სამართლიანობა შემოწმებულ იქნა რეალურ მასალაზე [5], მოყვანილი კვაზი ინვარიანტები (12) და (16) შემოწმებულ უნდა იქნან პროგნოზურ რიცხვითი სქემებისათვის დედამიწის

რელიეფის გავლენის გათვალისწინების შემთხვევებში და შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამოთვლითი სქემების მდგრადობის მახასიათებლადაც კი.

ცხრ.1-ში მოყვანილია z სიდიდისა და (15) ფორმულის მარჯვენა მხარის დღეღამური ცვლილების მნიშვნელობები საიდანაც ჩანს რომ (15)-ის მარჯვენა მხარეში მდგომ გამოსახულების დღეღამური ცვლილება მინიმუმ ერთი რიგით მაინც მცირეა ვიდრე z სიდიდის იგივე პერიოდში ცვლილებაზე, აქედან გამომდინარე შეიძლება პირველი მიხსლოებით მივიღოთ (16)-ის სამართლიანობა.

ასევე შეფასდა ფორმულა (15) ორივე მხარის დღეღამური ფარდობითი ცვლილების მნიშვნელობები ამიერკავკასიის რეგიონზე ჰაერის მასების ოთხი გამსაზღვრელი სინოპტიკური სიტუაციების მიხედვით. საწყისი ველი აღებული იყო AT_{500} იზობარული ზედაპირის რუქიდან 1988 წლის ივლისის თვისათვის. მასალა აღებული იქნა სწორკუთხოვანი ბადის კვანძ წერტილებში ცენტრით თბილისში, ჰორიზონტალური ბიჯი 250 კმ. შეფასება მოხდა 100 საკვანძო წერტილში. გამოთვლებმა გვიჩვენეს, რომ სიდიდე ინახება კარგად (1-1,5)%-ის სიზუსტით [5].

სინოპტიკური თვალსაზრისით „ნელა ცვალებადი“ ნაკადის პირობებში ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე გაბატონებული ხდება ზონალური გადატანა, მასათა მერიდიანული გავრცელებით, ეს ჩანს AT_{700} იზობარულ ზედაპირზე გეოპოტენციალური ველის იზოგების სტრუქტურებიდან. სწორედ ასეთი პროცესები გლობალურ მასშტაბებში აღიწერება ელიასონ-პარმის ვექტორით [11]. ასეთი თანხვედრა გლობალური და რეგიონალური პროცესებისა შემჩნეულია პირველად. იგივე მოვლენას ადასტურებს ატმოსფეროს გეოპოტენციალის ველის გავლენის ფუნქციები აგებული ბაროკლინური მოდელის მიხედვით ე.წ. ξ კოორდინატთა სისტემაში [3,10-12]. ამოთვლებმა ასევე აჩვენეს, რომ გეოპოტენციალის ველი სხვადასხვა დონეზე დროის სხვადასხვა ხანგრძლივობით ნათლად მიუთითებდა ნაკადის მერიდიანულ გავრცელებას, ე.ი. ზონალურ პროცესს, სადაც ელიასონ-პარმის ვექტორის მსგავსად ინახება ზემოთ მითითებული კვაზინვარიანტები.

დასკვნა

ამრიგად მოყვანილ მაგალითებში აღმოჩნდა, რომ ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე „ნელა ცვალებადი“ ნაკადის შემთხვევაში მასათა გადატანა ხდება მერიდიანული მიმართულებით, ანალოგიურად გლობალური პროცესებისა სადაც მოდელი აღიწერება ელისონ-

პარმის ვექტორით. აღსანიშნავია, რომ რელიეფის გავლენით იზოხაზები გადაინაცვლებიან და წავრქვლებიან დიდი და მცირე კავკასიონის ქედის გასწვრივ, რაც ფიზიკურად გამართლებულია. რეგიონალურ და გლობალურ პროცესებს შორის ასეთი თანხვედრა შემჩნეულია პირველად. მიუხედავად იმისა, რომ გათვლები ჩატარებულია მცირე მასლაზე, მაინც შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა; ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე „ნელა ცვალებადი“ ჰაერის ნაკადის გავრცელების დროს მოყვანილი კვაზინვარიანტები ინახება საკმარისი სიზუსტით. ბუნებრივია მათი გამოყენება მოგვეცემს საშუალებას არა მარტო დაზუსტდეს პროგნოზის ხარისხი, არამედ შესაბამისად შეფასდეს გამოტვლითი სქემების მდგრადობის კრიტერიუმებიც.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Н. Белов, Е.П. Борисенко, Б.Д. Панин, 1982 г., „Численные методы прогноза погоды“ Гидрометеоиздател, С 375.
2. З. В. Хведелидзе 1980., „О сохраняющемся влиянии в баротропной модели при учете влияния рельефа“ Метеорология и гидрология, №2, С. 104-108.
3. ზ. ხვედელიძე „დინამიკური მეტეოროლოგია“ თსუ. 2002წ. გვ. 528.
4. З.В. Хведелидзе, М.Г. Гургенидзе, Л.А. Копидзе 1992 г., „Об интегральных свойствах прогнозических моделей метеорологических элементов с учетом влияния орографии“ Сообщения Академии наук Грузии, 145, №2 С 220-225.
5. З.В. Хведелидзе, Н.А. Павленишвили 1996г. „Описание энергетических характеристик атмосферных процессов на примере Кавказского региона“ Метеорология и гидрология, №2, с 48-53.
6. Z. Kvedelidze, R. Kvedelidze 1996., „On the influence of the relief on the geopotential in the lower layers of the atmosphere“ Journal of the Georgian Geophysical Society, Atmosphere, Ocean cosmic Rays, P 51-58.
7. Modeling of Atmosphere flown fields .World scientific Theoretical Physic.London. 1996, p.755
8. В.Н. Кадышников 1962., „Применение метода интегральных соотношений при решении полных прогностических уравнений метеорологии“ Изв. АН СССР, серия геофизик, №2,с 1083-1092.
9. Д. Н. Уоялос. 1988 г., „Роль перемещений баротропной энергии в общей циркуляции атмосферы,“ Из. книги „Динамика климата,“, Л. Гидрометеоиздатель.ст.50-90.
10. Z. Khvedelidze, 1997., „To the Study of Hydrodynamic Equation of atmosphere zonal Model on the

Territory of the Caucasus.” Bulletin of the Georgian Academy of sciences , 155, N 1, P.62-68 .

11. Eliassen A and Palm ,, 1961, On the transfer of energy in Stationary mountain waves ” Geophys. Norv. 22. N 3, 1-23. .
12. Напетваридзе Е. Л. 1962 «Общие черты атмосферной циркуляции». Труды Тб. Нигми , ввеп.10.. С. 10-15.
13. З. Хведелидзе, Н. Рамишвили, Т. Щаламберидзе, И Адеишвили. 2006г ”Математическое моделирование микроциркуляционных процессов с учетом физико-географических Условий Закавказья”. Экологические системы и приборы. М.. с. 43-48
14. ზ. ხვედელიძე, რ. დანელია, თ. შალამბერიძე, რ. აპლიკოვი, ე. თავგაძე 2005, დედამიწის ლოკალური რელიეფით გამოწვეულ ტალღური შეშფოთების მათემატიკური მოდელირება და მისი გავლენა ატმოსფერულ მოვლენებზე. საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური საინფორმაციო ანალიტიკური რეფერირებული ჟურნალი „საქართველოს ნავთობი და გაზი”.№21.გვ. 64-70.
15. Хведелидзе З., Давиташвили Т., Самхарадзе И. 2011г. „Математическое моделирование гидро-воздушных потоков в узких каналах с учетом рельефа дна” Экологические системы и приборы. Россия. №5, с. 60-66
16. Davitashvili T. 1996 Numerical model of the meteorological fields prediction with account of orography influence.-Reports of enlarged sessions of the seminar of VIAM vo# 8., No. 3.. pp. 12-15.

Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.5-8 – Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

While numerical prediction of meteorological fields with account of orography, on bases of full system of hydrothermodynamic equations some invariants of numerical scheme are proposed. These invariants give us possibility to precise quality of numerical scheme and as well to use the invariants as criteria of numerical schemes stability. For the “Slow Modified” atmospheric processes regularity (constancy) of these invariants in the permissible precision is proved. Such kind mechanism gives us possibility to make parameterization of different influence factors for regional processes and to analyze climate circular changeability on the background of modern climate warming process.

УДК 551.580 **Некоторых Инвариантах Прогностических Схем с Учётом Орографий.** /З.Хведелидзе,Т.Давиташвили,Н.Куталадзе,Л.Мегрелидзе,И.Самхарадзе./Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии.–2011,Т.116.,с.5-8-Груз.,Рез.Англ., Рус.

В настоящей работе предложено несколько инвариантов численных схем прогноза метеорологических элементов с учётом орографий на основе полных уравнений гидротермодинамики. Эти инварианты дают возможность не только уточнить качество прогноза, но также использовать как критерий устойчивость численных прогностических схем. Также показано постоянство приведенных инвариантов с допустимой точностью, для так называемых «Медленно меняющихся» атмосферных процессов. Этот механизм позволяет параметризовать влияние различных факторов для региональных процессов и проводить анализ годового изменения климата на фоне глобального климатического потепления.

უკ 551.58 **ჰაერის ნაკადის საპროგნოზო სქემების ინვარიანტული სიდიდეების შესახებ რელიეფის გავლენის გათვალისწინებით.** /ზ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი, ნ. კუტალაძე, ნ. მეგრელიძე, ი.სამხარაძე/ შპი-ს შრომათა კრებული – 2011 – ტ.116. გვ. 5-8-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

მეტეოროლოგიური ელემენტების რიცხვითი პროგნოზირებისას ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებების გამოყენების საფუძველზე შემოთავაზებულია რამდენიმე ინვარიანტული სიდიდე დედამიწის რელიეფის გავლენის გათვალისწინებით. ეს სიდიდეები იძლევიან საშუალებას არამარტო დაზუსტდეს პროგნოზის ხარისხი, არამედ გამოყენებულ იქნას როგორც რიცხვითი სქემების მდგრადობის კრიტერიუმები. დამტკიცებულია ე.წ. „ნელა ცვლადი” ატმოსფერული პროცესებისათვის მოყვანილი ინვარიანტების მუდმივობა დასაშვები სიზუსტით. ეს მექანიზმი საშუალებას მოგვცემს რეგიონალური პროცესებისათვის მოვახდინოთ სხვადასხვა ფაქტორების გავლენის პარამეტრიზაცია და კლიმატის წრიული მერყეობის ანალიზი თანამედროვე გლობალური დათბობის ფონზე.

UDC 551.58 **On Some Invariants of Forecasting Schemes Taking Into Consideration Orography.** /Z. Khvedelidze, T. Davitashvili, N.Kutaladze, I.Megrelidze, I. Samkharadze/

ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ. ჩოგოვაძე ი.
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ 551. 583.

ადმოსავლეთის კლიმატი ქარები კოლხეთის დაბლობზე, როგორც ციმბირის ანტიციკლონის ამიერკავკასიაზე ზემოქმედების ინდიკატორი

ციმბირის ანტიციკლონის ამიერკავკასიაზე ზემოქმედების ერთ-ერთი მკაფიო გამოხატულებაა ძლიერი აღმოსავლეთის ქარების განვითარება კოლხეთის დაბლობზე. ამის უმთავრესი მიზეზი ცირკულაციურ ფაქტორთან ერთად, ცნობილი ოროგრაფიული პირობებია. კერძოდ კი ის, რომ დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ ორიენტირებული დიდი და მცირე კავკასიონის ქედებს (საშუალო სიმაღლე 3500 და 2000 მ შესაბამისად) შორის მოქცეული საქართველოს დაბლობი ნაწილი ორდაა გაყოფილი მერიდიანული მიმართულების ღიხის ქედით (სიმაღლე 1000მ), რომელიც ერთმანეთთან აერთებს აღნიშნული ქედების მთა-სისტემებს. ამიტომ, ჰაერის მასების გადაადგილება საქართველოს ტერიტორიაზე დასავლეთიდან აღმოსავლეთში და აღმოსავლეთიდან დასავლეთში ხდება ამ ჰაერის მასების მიერ ღიხის ქედის გადალახვის შედეგად. შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნული ოროგრაფიული პირობებიდან გამომდინარე დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობები (კოლხეთის დაბლობი, მტკვრის ხეობა) წარმოადგენს ერთგვარ დერეფანს, რომლის გავლითაც ატმოსფეროს ქვედა ფენებში ჰაერის მასები გადაადგილდებიან დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ და პირიქით, აღმოსავლეთიდან დასავლეთისკენ. ამის ნათელი დადასტურებაა თუნდაც ქარის მიმართულების განმეორადობები ქუთაისში (კოლხეთის დაბლობი), მთა საბუეთში (ღიხის ქედი) და გორში (მტკვრის ხეობა). ქარის მიმართულების აღმოსავლეთის და დასავლეთის მდგენელები და მათი ჯამური მნიშვნელობები ამ პუნქტებში შესაბამისად შეადგენს: 58 და 40% (ჯამური 98%), 53 და 47% (ჯამური 100%) და 48 და 48% (ჯამური 96%).

კოლხეთის დაბლობზე აღმოსავლეთის მიმართულების ძლიერი ქარების განვითარება უშუალოდაა დაკავშირებული რეგიონში ე.წ. აღმოსავლეთის ტიპის ცირკულაციური პროცესის განვითარებასთან, რომლის დროსაც ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე მიწისპირა ჰაერის ფენაში ყალიბდება აღმოსავლეთის ბარიული გრადიენტი, მიმართული კასპიის ზღვის სამხრეთ რაიონებიდან შავი ზღვისკენ. მაგალითად, როდესაც ხორციელდება ციმბირის ანტიციკლონის თხემის გავრცელება დასავლეთის მიმართულებით კასპიის ზღვამდე, მაშინ ამ რაიონში ადგილი აქვს ატმოსფერული

წნევის ინტენსიურ მატებას, ვიდრე ეს აღნიშნება ამიერკავკასიის შიდა რაიონებში და შავი ზღვის აკვატორიაზე. შედეგად, ამიერკავკასიაში და პირველ ყოვლისა კი საქართველოს ტერიტორიაზე იწყება ჰაერის მასების მოძრაობა აღმოსავლეთიდან დასავლეთისკენ, კასპიის ზღვის მხრიდან შავი ზღვისკენ. ყველაზე დიდ სიძლიერეს აღმოსავლეთის მიმართულების ქარები აღწევენ კოლხეთის დაბლობზე, ჰაერის მასების მაღლიდან ქვემოთ დაშვებით და შემდგომში მათი გაშლით კოლხეთის დაბლობზე. აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ აღმოსავლეთის ქარების სიძლიერე კოლხეთის დაბლობზე დამოკიდებულია ციმბირის ანტიციკლონის ამიერკავკასიაზე ზემოქმედების სიძლიერეზე. რაც უფრო მეტი ინტენსივობით ხდება ამ ანტიციკლონის თხემის საშუალებით ცივი ჰაერის მასების გავრცელება კასპიის ზღვის სამხრეთ რაიონში, მით უფრო მეტ სიდიდეს აღწევს აღმოსავლეთის ბარიული გრადიენტი ამიერკავკასიაზე და შესაბამისად ფიონური ხასიათის აღმოსავლეთის ქარების სიძლიერეც კოლხეთის დაბლობზე. ამიტომ, ბუნებრივია, რომ აღმოსავლეთის ძლიერი ქარები კოლხეთის დაბლობზე შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც ინდიკატორი ციმბირის ანტიციკლონის ზემოქმედებისა ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, სრულიად მიზანშეწონილია დაისვას საკითხი იმის გარკვევის მიზნით, თუ რა ტენდენციებით ხასიათდება აღმოსავლეთის ძლიერი ქარები კოლხეთის დაბლობზე გლობალური დათბობის ბოლო ათწლეულის მანძილზე. ამისათვის ჩვენს მიერ განხილულ იქნა ქუთაისის მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები აღმოსავლეთის მიმართულების ძლიერი ქარების (V 20 მ/წმ) შესახებ უკანასკნელი 60 წლის განმავლობაში (1946-2005წწ). გამოკვლევისთვის აღებული იყო წლის ცივი პერიოდის ოთხი თვე: დეკემბერი, იანვარი, თებერვალი და მარტი. ვაფიქსირებდით ყველა შემთხვევას, როდესაც აღმოსავლეთის მიმართულების ქარის სიქარე აღწევდა ან აჭარბებდა 20 მ/წმ-ს, აგრეთვე ქარის აბსოლუტურ მაქსიმუმებს იმ პერიოდებში, როდესაც სრულდებოდა პირობა V 20 მ/წმ. აღნიშნული თვეები შერჩეული იქნა იმასთან დაკავშირებით, რომ ციმბირის ანტიციკლონი თავის განვითარების მაქსიმუმს სწორედ წლის ცივი პერიოდში აღწევს, კერძოდ კი იანვრის თვეში, როდესაც მის ცენტრალურ ნაწილში მრავალწლიური საშუალო ატმოსფერული წნევის მნიშვნელობა ყველაზე მაღალია და 1037,2 კპა-ს უტოლდება [1].

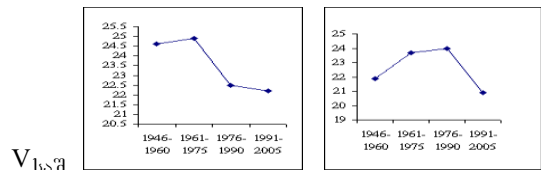
პირველ რიგში აღებული დროის მთელი მონაკვეთი (1946-2005 წწ) დაყოფილი იქნა 15-წლიან პერიოდებად და ამ პერიოდებისთვის

გამოითვალა აღმოსავლეთის მიმართულების ძლიერი ქარების მაქსიმუმების საშუალოები თვეების მიხედვით. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ნახ.1-ზე გრაფიკის სახით. საერთო, რაც ამ გრაფიკებიდან ჩანს ის არის, რომ ქუთაისში ბოლო 15- წლიან პერიოდში ყველა ოთხეულ თვეში ადგილი აქვს აღმოსავლეთის ქარების მაქსიმუმების საშუალო მნიშვნელობების დაკლებას. ამასთან, ყველაზე დაბალი საშუალო მაქსიმუმი აღინიშნება იანვრის თვეში (24,2 მ/წმ), ყველაზე მაღალი კი მარტში (26,2 მ/წმ). მთლიანობაში, პერიოდების მიხედვით სხვადასხვა თვეებში გარკვეულად განსხვავებული სურათია, მაგრამ ძირითადად შეიძლება ითქვას, რომ თუ იანვარსა და თებერვალში დროის შუა მონაკვეთებში ადგილი აქვს აღმოსავლეთის მიმართულების ქარების საშუალო მაქსიმუმების რამდენადმე მატებას, მარტსა და დეკემბერში გამოკვეთილია ამ მახასიათებლების მონოტონური კლება პერიოდების მიხედვით. განსაკუთრებით გვინდა აღვნიშნოთ ის გარემოება, რომ ბოლო 15-წლიან პერიოდში წინასთან შედარებით აღმოსავლეთის ქარების საშუალო მაქსიმუმების ყველაზე მკვეთრი კლება დაფიქსირებულია

დებული აღმოსავლეთის ქარების სიძლიერე კოლხეთის დაბლობზე.

აღნიშნული 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით გამოთვლილი იქნა აგრეთვე აღმოსავლეთის მიმართულების ძლიერი ქარების საშუალო მნიშვნელობები ყველა შემთხვევის გათვალისწინებით, როცა V 20 მ/წმ. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ნახ.2-ის გრაფიკებზე, საიდანაც ჩანს ის ძირითადი კანონზომიერება, რაც ზემოთ იყო აღნიშნული. კერძოდ, ამ შემთხვევაშიც აღმოჩნდა, რომ ბოლო პერიოდში ყველა თვეში ასევე შემცირდა აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების საშუალო მნიშვნელობები. აღნიშნულ მნიშვნელობათა ყველაზე მკვეთრი კლება ბოლო პერიოდში წინა პერიოდთან შედარებით აღინიშნება იანვარში (-3.1 მ/წმ), დეკემბერში კი კლება საგრძობლად მცირეა და მხოლოდ -0.3 მ/წმ შეადგენს.

დეკემბერი იანვარი

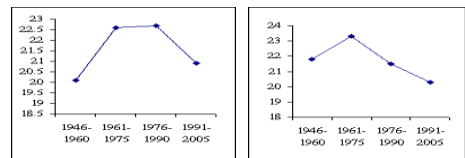


V_{საშ}

მ/წმ

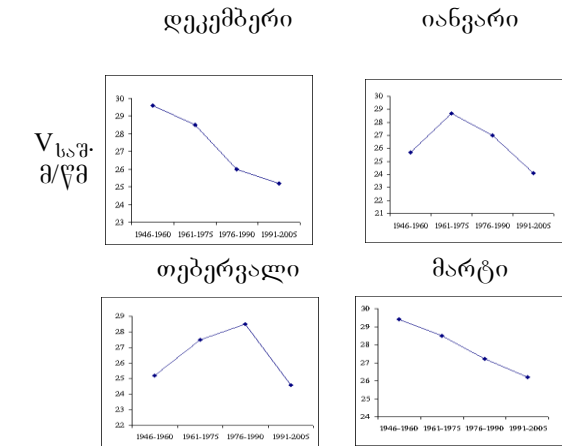
თებერვალი

მარტი



ნახ.2. აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების (V 20 მ/წმ) საშუალოები 15- წლიანი პერიოდების მიხედვით კოლხეთის დაბლობზე სხვადასხვა თვეებში (ქუთაისი, 1946-2005წწ.)

გარდა ზემოთ მოყვანილი შემთხვევებისა, განხილული იქნა აგრეთვე კოლხეთის დაბლობზე ზამთრის სეზონში აღმოსავლეთის მაქსიმალური ქარების საშუალო მაქსიმუმიდან გადახრის თავისებურებანი 5-წლიანი პერიოდების მიხედვით დროის მთელ მონაკვეთზე (1946-2005 წწ). შედეგი მოცემულია ნახ.3-ის გრაფიკზე, საიდანაც ჩანს, რომ აღნიშნული დროის პირველ ნახევარში 5-წლიანი პერიოდების მიხედვით ადგილი აქვს აღმოსავლეთის ქარების მაქსიმუმების საშუალოდან გადახრის როგორც დადებით, ასევე უარყოფით მნიშვნელობებს, ხოლო 70-იანი წლებიდან ყოველგვარი დაიკვირვება საშუალოდან მხოლოდ უარყოფითი გადახრები, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ აღნიშნული დროიდან დაწყებული კოლხეთის დაბლობზე ზამთრის სეზონებში აღმოსავლეთის მიმართულების ქარების



ნახ.1. აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების (V 20 მ/წმ) მაქსიმუმების საშუალოები 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით კოლხეთის დაბლობზე სხვადასხვა თვეებში (ქუთაისი, 1946-2005წწ.)

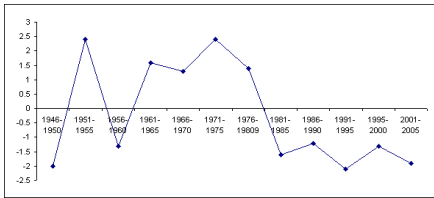
იანვრისა და თებერვლის თვეებში (საშუალო -3.4 მ/წმ), ხოლო მარტსა და დეკემბერში კლებამ მხოლოდ -0.9 მ/წმ შეადგინა. ეს შეიძლება ახსნილი იქნეს ბოლო ხანებში ამიერკავკასიაზე ყველაზე ცივ თვეებში ციმბირის ანტიციკლონის ზემოქმედების შესუსტებით, რის გამოც კასპიისა და შავ ზღვებს შორის მიწისპირა ფენაში შემცირდა აღმოსავლეთის ბარიული გრადიენტი, რაზედაც, როგორც უკვე ითქვა, უშუალოდაა დამოკი-

სიჩქარის მაქსიმალური მნიშვნელობები შემცირებულია.

რაც შეეხება ქუთაისში აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების შემთხვევათა განმეორადობას, შესაბამისი მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 1, საიდანაც ჩანს, რომ ცალკეულ თვეში განმეორადობის

ცვლილება წლების მიხედვით არ ხასიათდება რაიმე კანონზომიერებით.

V (მ/წმ)



ნახ.3. აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების (V 20 მ/წმ) მაქსიმუმების გადახრა საშუალო მაქსიმუმიდან 5- წლიანი პერიოდების მიხედვით კოლხეთის დაბლობზე ზამთრის სეზონში (ქუთაისი 1946-2005წწ)

ამრიგად, კოლხეთის დაბლობზე აღმოსავლეთის მიმართულების ძლიერი ქარების (V 20 მ/წმ) დროში (1946-2005 წწ) დინამიკის ანალიზის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ:

ცხრილი 1. დღეთა რაოდენობა აღმოსავლეთის ძლიერი ქარით (V 20 მ/წმ). ქუთაისი, 1946-2005 წწ.

პერიოდები	დეკემბერი	იანვარი	თებერვალი	მარტი
1946-1960	57	82	75	75
1961-1975	55	67	101	88
1976-1990	61	59	53	68
1991-2005	76	43	37	51

ბოლო 15 წლიან პერიოდში ადგილი აქვს აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების მაქსიმუმების საშუალოების კლებას ოთხივე თვის მიხედვით (დეკემბერი, იანვარი, თებერვალი, მარტი). მაქსიმუმების საშუალოების ყველაზე დაბალი მნიშვნელობა აღნიშნულ პერიოდში დაფიქსირებულია იანვრის თვეში (24,2 მ/წმ);

აღმოსავლეთის ქარების მაქსიმუმების საშუალოების ყველაზე მკვეთრი კლება ბოლო 15-წლიან პერიოდში წინასთან შედარებით დაიკვირვება იანვრისა და თებერვლის თვეებში (საშუალო -3,4 მ/წმ);

უკანასკნელ პერიოდში წინასთან შედარებით ასევე აღინიშნება აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების საშუალო მნიშვნელობების შემცირებაც. აქ ყველაზე მეტი კლება დაფიქსირებულია იანვარში (-3,1 მ/წმ);

5-წლიანი პერიოდების მიხედვით აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების მაქსიმუმების საშუალო მაქსიმუმიდან გადახრა ზამთრის სე-

ზონში განხილული პერიოდის პირველ ნახევარში ხასიათდება როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მნიშვნელობებით, ხოლო 1970-იანი წლებიდან მოყოლებული მხოლოდ უარყოფითი მნიშვნელობებით, რაც ხაზს უსვამს ამ დროიდან აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების შემცირებას კოლხეთის დაბლობზე;

ბოლო დროს აღმოსავლეთის მიმართულების ძლიერი ქარების შესუსტება წლის ცივ პერიოდში კოლხეთის დაბლობზე შეიძლება ასწინილი იქნეს გლობალური დათბობის შედეგად უკანასკნელ ათწლეულებში ამიერკავკასიაზე ციმბირის ანტიციკლონის ზემოქმედების შესუსტებით. ასეთი დასკვნა თანხვედრაშია ადრე ჩატარებულ კვლევებში მიღებულ შედეგებთან [2];

ძლიერი ქარით დღეთა განმეორადობა განხილულ პერიოდში განიცდიდა ვარიაციას 40-100 შემთხვევის ფარგლებში 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით თითოეულ თვეში, თუმცა მთლიანად გავლილი 60 წლის მანძილზე რაიმე კანონზომიერება ამ ვარიაციაში არ აღინიშნება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог параметров атмосферной циркуляции Северного полушария. Обнинск, 1988, 450 с.
2. ბერიტაშვილი ბ., ჩოგოვაძე ი. კლიმატის ელემენტთა ცვლილების ანალიზი. ცირკულაციური პროცესები. საქართველოს პირველი ეროვნული უნივერსიტეტი გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე თბილისი, 1999.გვ. 73-81.

უაკ 551. 583. აღმოსავლეთის ძლიერი ქარები კოლხეთის დაბლობზე, როგორც ციმბირის ანტიციკლონის ამიერკავკასიაზე ზემოქმედების ინდიკატორი /ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ჩოგოვაძე ი./ შპი-ს შრომათა კრებული -2011.-ტ.116.-გვ.9-12-რუს. რეზ. ქართ. ინგლ. რუს.

განხილული პერიოდის დეკემბერი-მარტის თვეებში ძლიერი ქარების (V 20 მ/წმ) საშუალო და მაქსიმალური სიჩქარეებისა და განმეორადობის შემთხვევები 1946-2005 წწ პერიოდში. დადგენილია ბოლო 15-წლიან პერიოდში სიჩქარის მაქსიმუმების საშუალოების კლების ტენდენცია, აგრეთვე ძლიერი ქარების საშუალო მნიშვნელობების შემცირება. აღნიშნული ტენდენცია მკაფიოდ ვლინდება 1970-იანი წლების შემდეგ. ძლიერი ქარით დღეთა განმეორადობაში კანონზომიერება არ დაიკვირვება.

UDC 551. 583. High easterly winds at the Kolkhida Lowland as an indicator of the impact of Siberian High on the South Caucasus./B.Beritashvili, N.Kapanadze, I.Chogovadze/ Transactions of the Georgian Institute of Hydro-meteorology.-2011.-v.116.p.9-12-Georg; Summ. Georg; Eng; Russ.

Cases of strong winds (V≥20 m/s) at Kutaisi in December-March during the period of 1946-2005 are analyzed. Mean and maximum wind speeds are examined along with the recurrence of windy days. A tendency towards the decrease of

averaged maxima of wind velocity for the last 15 years is revealed, as well as the decline in the mean velocity of high winds. This tendency is being manifested since the beginning of 1970-es. Any features in the variability of windy days are not established.

УДК 551 583 **Сильные восточные ветры над Колхидской низменностью как индикатор воздействия Сибирского антициклона на Закавказье** /Бериташвили Б. Ш., Капанадзе Н.И., Чоговадзе И.В./ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. –2011.т.116.- с.9-12- Рус. Рез. Груз., Англ., Рус.

Проанализированы случаи сильных ($V \geq 20$ м/с) восточных ветров в Кутаиси в декабре –марте за период 1946-2005 гг. Рассмотрены средние и максимальные скорости ветра и повторяемость дней с этими ветрами. Установлена тенденция уменьшения средних максимумов скорости ветра за последний 15-летний период, а также ослабление средних скоростей сильных ветров. Указанная тенденция проявляется начиная с 1970-х годов. В повторяемости дней с сильными ветрами закономерности не установлено.

G.Geladze, N.Begalishvili, T. Davitashvili
Hydrometeorological Institute of Georgian
UDC 551.51+551.521+551.57

THE NUMERICAL MODEL OF CLOUDS BY TAKING INTO ACCOUNT OF ADDITIONAL MOMENTS OF SOLAR RADIATION

Clouds physics as an independent domain was formed in a second part of the last century. It was caused by a rich multiformity of itself object (thermo-hydrodynamics, water vapour phase transformation, microphysics, electrical and magnetic fields, an artificial influence, an aerosols spreading, ecological problems, aviation meteorology, plane electrification, atmospheric precipitations, an influence on biological objects and so on). If we discuss in planetary scale, clouds and fogs are responsible for water and radiation balance on earth. Let's remark that today, in an artificial satellite epoch clouds and fogs are called as cosmic objects and precipitations (rain, snow, hail) - as hydrometeors. One of important trends of cloud physics is an influence of a solar radiation on a development of already existing clouds and fogs (later on all told about clouds can logically attribute to fogs). When solar rays fall on clouds, we have whole string of interest phenomenons [1,2]:

- a) cloud and cloudless environments of an atmosphere are optical different properties having bodies, particularly, a water and an ice being in clouds absorb a solar spectr long-wave part on one order more than a water vapour being in cloudless conditions;
- b) clouds water drops also absorb "deep" an ultra-violet part of a spectr (8-12 micron) which a cloudless atmosphere passes without an obstacle;
- c) a water and an ice absorb spectr is continuous and one of a water vapour is linear;
- d) there is a long-wave radiation scatter on a cloud water and an ice in that time when it is absence in a cloudless atmosphere;
- e) there is a short-wave spectr absorption on a clouds water is on several orders more than in a cloudless environment;
- f) the indicatrix of a light diffusion on water drops has a brightly expressed stretched form.

Taking into account of these all factors significantly complicates the problem of radiation transition in a cloudy atmosphere. In particularly, there is a temperature variation (inversion) on cloud and fog boundaries, especially, on upper and lower ones. It can be both negative and positive.

At the given stage of our study we don't research a mechanism of this inverse formation - we are only interesting in an existence this fact taking into account of which in certain approach will perfect, enrich our meso-boundary layer of an atmosphere (MBLA) numerical mode#

The inversion layer stretches about 100 meters thickness inside and outside of cloud borders. We must remark that it is more importance when we have negative temperature variation, that is the case of cooling inversion process. As follows from aerometeorological

experiments cooling is highly significantly, from 0 about to 15 grade C.

It is remarkably that as a plane fly is not secure into clouds, because experimental researches of this domain significantly is backward from theoretical ones. Naturally, this circumstance some more stipulates an importance of mathematical simulation in considerable problem.

The above-mentioned temperature inversion, in particularly, cooling process, causes an intensification of MBLA thermohydrodynamics, an condensation of water vapour, fast increasing of water mixture ratio (sometimes about in 8 times), creates favourable conditions for forming of a squall phenomenon and abruptly changes a form of clouds upper part because of a superadiabatic temperature gradient. Thus this factor, that is cooling, favours a self-preservation and self-development of clouds. Therefore, in case clouds cooling is more essential, than warming - at warming we haven't got above-mentioned anomal phenomena.

We work at a problem of a numerical simulation of MBLA and developed clouds in it long ago. In our models clouds mainly forms because of nonhomogeneous warming of a MBLA underlying surface (heat 'islands', breeze and mountain-valley circulations) [3-5].

Naturally, we can present for consideration the above-mentioned (the temperature inversion) factor as a volume thermal source. It has mainly ephemeral character in contrast with an underlying temperature - it sometimes appears, sometimes disappears at all, abruptly changes in a time and a space. At simulating it will be taken from an experimental data.

We must remark that this temperature inversion has a special meaning in case of fogs: it turns out there is warming process at upper boundary of fogs and cooling process at a lower boundary of one because of different optical properties. As fogs are often forming at an ordinary temperature inversion, therefore the above-mentioned warming process will promote an intensification of an atmosphere inversion. In these cases it is rise different kinds of smogs. Therefore the considered problem has also ecologically importance meaning.

Let's remark once again, in case of clouds we have both cooling and warming but more actual is cooling process.

We must also add that the considered problem is similar to classic thermohydrodynamic ones about warming or boiling from not lower but middle or upper parts of a liquid [6]. There are some interest analytical solutions in these works, which we can use as tests for our numerical models.

We must also notice, that the given problem is very interesting from the point of view of a turbulent regime, which as a rule smooths a considered by us inversion layer. The study this question is possible by our MBLA numerical models. Most likely the research of

this problem is more interesting in case of convective clouds.

Except this radiation factor (cooling and warming at clouds and fogs borders) in a frame of our MBLA numerical model it is possible to consider of second very important radiation moment. As a matter of fact it is taking into account of shades by clouds formed in MBLA: as we remarked, in our model stratus clouds develop because of nonhomogeneous of a MBLA underlying surface. Naturally, the formed cloud is an obstacle for sun radiation, consequently a temperature of a heat 'island', or dry land (at a breeze circulation) falls down, what causes a decrease of an air convection intensity and, of course, a cloudy diminishes or at all disappears. This causes a sun radiation increase, afterward making of an air additional convection and consequently a cloud forming process. Therefore, it takes place very interesting periodical process, that is an existence of a direct- and back-coupling between of radiation and cloudform processes. Naturally, taking into account this radiation moment enriches our MBLA numerical mode#

We can consider this periodical process as auto-oscillation system. Similar systems are existing in different spheres of science and technique, f. e., the classical biological problem of 'Prey-victim', system of forest fire-rain and so on.

Certainly, it is possible to unite these both above-mentioned radiation factors in frame of our MBLA numerical mode#

Now let's consider immediately initial equations described two-dimensional nonstationary problem about MBLA over thermal nonhomogeneous underlying surface taking into account cloud- and fog formation processes [3-5]:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= -\frac{\partial \pi}{\partial x} + \Delta' u, \\ \frac{\partial \pi}{\partial z} &= \lambda \vartheta, \\ \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} &= 0, \quad \frac{d\vartheta}{dt} + Sw = \frac{L}{c_p} \Phi + \Delta' \vartheta, \\ \frac{dq}{dt} + \gamma_q w &= -\Phi + \Delta' q, \\ \frac{dv}{dt} &= \Phi + \Delta' v, \\ \frac{d}{dt} &= \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + w \frac{\partial}{\partial z}, \quad \Delta' = \mu \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2}{\partial z^2}, \end{aligned} \quad (1)$$

where u, w are horizontal and vertical components of an air velocity, respectively, π , ϑ , q - deviations of a pressure analog, a potential temperature and a water-vapor mixing ratio from their undisturbed fields, respectively, v - a liquid-water mixing ratio, λ , S - parameters of an atmospheric flotation and a stratification, respectively, γ_q - a vertical gradient of an undisturbed water-vapor mixing ratio, Φ - a rate of a water-vapor condensation, L - a latent heat of condensation, c_p - a specific heat of a dry air at a constant pressure,

μ, ν - horizontal and vertical coefficients of turbulence, respectively. Boundary and initial conditions may be written as

$$z = 0: u = 0, w = 0, \theta = F1(x, t), q = 0, v = 0,$$

$$z = Z: u = 0, \pi = 0, \theta = 0, \frac{\partial q}{\partial z} = 0, \frac{\partial v}{\partial z} = 0,$$

$$x = 0, X: \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0, \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \frac{\partial v}{\partial x} = 0,$$

$$t = 0: u = 0, \theta = 0, q = 0, v = 0,$$

$$t = t_0: \theta = F2(x, z, t),$$

where X, Z are horizontal and vertical boundaries of MBLA, $F1(x,t)$ - the temperature of an underlying surface taking into account of a cloud shade, t_0 - the moment of time, when an inversion temperature forms at borders of clouds or fogs, $F2(x,z,t)$ - the temperature of an inversion layer. $F1(x,t)$, $F2(x,z,t)$ and t_0 are the given function from meteorological experiments.

Let's notice once again that the main point of our work consists in functions $F1$ and $F2$. The model (1), (2) is integrated numerically [3-5].

The following input physical constants and parameters, which had been the same values for all numerical experiments, are used: $\lambda = 0.033 \text{ m}^2 / (\text{sec} \cdot \text{grad})$, $S = 0.004 \text{ grad/m}$, $L = 600 \text{ cal/g}$, $c_p = 0.24 \text{ cal}/(\text{g} \cdot \text{grad})$, $\mu = 10^4 \text{ m}^2/\text{sec}$, $\nu = 10 \text{ m}^2/\text{sec}$, relative humidity $f = 0.95$, $X = 80 \text{ km}$, $Z = 2 \text{ km}$.

At present we are at a stage of a numerical realisation of the problem. During simulation of an inversion layer at a cloud upper border we must consider a very strongly stable stratified atmosphere in order to a cloud was not press to upper boundary of MBLA. In this time it is difficulty giving an inversion layer. Of course in case of fog this problem doesn't disturb us. Let's also remark we must give an inversion temperature layer in a numerical scheme very slowly both in time and in space in order to an unstability will not arise in a numerical account.

At given stage it were conducted the first, rough numerical experiments, which suggest that at taking into account of cooling inversion near upper border of cloud, one changes its form, a water mixture ratio increases about on 0.1-0.2 g/kg, but we have not got squall phenomenon - most likely it's possible in case of convective clouds.

In respect of taking into account of a cloud shade a water mixture ratio decreases about on 0.2-0.3 g/kg because of a radiation relaxation. Autooscillation system isn't given yet.

In conclusion let's remark the numerical model satisfactorily grasps main features of the considered process. In following works this problem will be researched by further numerical experiments.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Feigelson E. M. The radial heat exchange and clouds. Leningrad, Hydrometeoizdat, 1970, 228 p.

2. Feigelson E. M., Krasnokutskaja A. D. Streams sunradiation and clouds. Leningrad, Hydrometeoizdat, 1978, 156 p.
 3. Geladze G.Sh. Physical investigation of the numerical model of the meso-scale boundary layer of the atmosphere. Bulletin of the academy of sciences of the Georgian SSR, 1985, v.119, N3, 509-512.
 4. Geladze G., Robitashvili G., Mdinaradze J., Skhirtladze N. The simulation of an stratus cloud over a thermal 'island' at its constant heating. Transactions of the Institute of HYDROMETEOROLOGY, 2008, v. 116.
 5. Geladze G., Robitashvili G., Skhirtladze N. The simulation of fog- and cloudformation in the mesoscale boundary layer of atmosphere. Transactions of the Institute of HYDROMETEOROLOGY, 2008, v. 116.
 6. Gershuni G., Jukhovitchki E. The convective stability of an incompressible liquid. Moskva, nauka, 1972, 392 p.

უკ 551.51+551.521+551.57 **ღრუბლის რიცხვითი მოდელირების რადიაციის დამატებითი მომენტების გათვალისწინებით**/გ.გელაძე, ნ.ბეგალიშვილი, თ.დავითაშვილი/ჰმ-ის შრომათა კრებული-2011-ტ.116-გვ.12-14-რუს.რეზ.გვ.ინგლ.რუს.

დამუშავებულია ატმოსფეროს მეზოსასაზღვრო ფენის ნოტიო პროცესების რიცხვითი მოდელირების გათვალისწინებით ღრუბლებისა და ნისლის საზღვრებთან არსებული "გამოციების" გავლენა თერმოდინამიკის, სინოტივისა და წყლიანობის ველებზე. მოდელი ითვალისწინებს ღრუბლების "ჩრდილების" გავლენას საკვლევ პროცესზე განიხილება პირდაპირი და უკუკავშირი ღრუბლის განვითარებასა და ამ "ჩრდილებს" შორის, ღრუბლის ფორმების ავტომერხევი პროცესების შესაძლო არსებობა.

UDC 551.51+551.521+551.57 **The numerical model of clouds by taking into account of additional moments of solar radiation.**G.Geladze, N.Begalishvili, T.Davitashvili / Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology.-2011.-v.116. p.12-14-Georg; Summ.Georg; Eng; Russ.

The numerical model of humidity processes of a mesoscale boundary layer of the atmosphere is treated. It takes into account an influence of a cooling action near boundaries of clouds and fogs on thermodynamic, water-vapour and liquid-water mixing ratios fields. The model takes into account an influence of clouds 'shades' on a consider process. It is discussed direct- and back-coupling between of arised 'shades' and cloudforming; a possibility of an existence of cloudforming avtooscillation processes.

УДК 551.51+551.521+551.57 **Численная модель облаков с учётом добавочных моментов солнечной радиации.**Г.Г.Геладзе, Н.А.Бегалишвили, Т.Давиташвили/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии.-2011. т.116.-с.12-14-Рус.Рез.Груз., Англ., Рус.

Разработана численная модель влажностных процессов мезопограничного слоя атмосферы. Учитывается влияние выхолаживания вблизи границ облаков и туманов на поля термодинамики, влажности и водности. Модель учитывает влияние облачных «теней» на рассматриваемый процесс. Обсуждаются прямая и обратная связи между облакообразованием и возникающими «тенями»; возможность существования автоколебательных процессов облакообразования.

работа выполнена при финансовой поддержке
 Национального научного фонда Грузии
 (грант №GNSE/ST06/5-068).

Э.Ш.Элизбарашвили¹, О.Ш.Варазашвили²,
 М.Э. Элизбарашвили³, Т.К.Зубиташвили⁴, В.Э. Горги-
 шели⁴, М.Н.Каишаური⁴

¹Институт гидрометеорологии, ²Институт геофизики
 М.З.Нодиа,

³Тбилисский государственный университет
 им.И.Джавахишвили,

⁴Телавский государственный университет
 им.Я.Гогешаური

УДК 551.59

**ПЛОТНЫЕ ТУМАНЫ НА ТЕРРИТОРИИ
 ГРУЗИИ**

Под туманом понимают ухудшение горизонтальной видимости до 1000 м и менее в результате скопления продуктов конденсации или сублимации водяного пара в приземном слое воздуха. По интенсивности различают очень сильные(плотные), когда дальность видимости менее 50м, сильные (дальность видимости 50-100м), умеренные(200-500м) и слабые(500-1000м) туманы. Ухудшая видимость, туман препятствует движению транспорта, в особенности в горных районах, создавая аварийные ситуации и увеличивая число аварий, что часто приводит к гибели людей. Кроме того туман отрицательно действует на организм человека, отнимая значительное количество тепла и нарушая, тем самым, терморегуляцию тела человека, что способствует возникновению ряда простудных заболеваний, в том числе гипотермии.

На территории Грузии туман частое явление. По генезису он может быть радиационным, адвективным, адвективно-радиационным, фронтальным и орографическим. К настоящему времени подробно исследовано географическое распределение числа дней и суммарной продолжительности туманов на территории Грузии [1,2], а также вероятность образования тумана в конкретном пункте и на площади, эмпирические функции распределения числа дней с туманом и их основные ареалы на территории Восточной Грузии [3].

В настоящей статье представлены результаты статистического анализа наблюдений над особо опасными (плотными) туманами, когда дальность видимости не превышает 50 метров, и при котором возможно крушение любого вида транспорта. В качестве исходных данных использованы материалы наблюдений Гидрометслужбы Грузии на 50 метеорологических станциях за период 1961-2005 годы.

В таблице 1 представлены сведения о повторяемости и наибольшей продолжительности плотных туманов в различных регионах Грузии.

Как повторяемость, также продолжительность плотных туманов максимальна в горных районах.

Число дней с такими туманами на значительной территории горных районов превышает 100, а в от-

дельных случаях достигает 200 и длится целые сутки, или несколько суток.

Таблица 1. Повторяемость(число случаев за год) и наибольшая продолжительность(час) плотных туманов

Район	Станция	Высота, м	Повторяемость	Продолжительность(час)
Черноморское побережье	Батуми	5	6	16
	Поти	3	23	15
Колхидская низменность	Кутаиси	114	6	13
	Сенаки	40	4	12
Внутренняя Картли	Гори	588	9	24
	Цхинвали	862	4	21
Нижняя Картли	Тбилиси	403	6	24
	Болниси	534	18	24
Кахетия	Телави	568	23	24
	Сагареджо	802	51	24
Южно-грузинское нагорье	Ахалкалаки	1717	7	10
	Цхрацкаро	2466	200	24
Большой Кавказ	Мамисонский перевал	2859	130	24
	Стефанцинда	1744	12	23

На черноморском побережье Грузии повторяемость плотных туманов составляет 5-25 дней, на Колхидской низменности уменьшается до 5-10, во Внутренней и Нижней Картли составляет 5-20 суток, а в Кахетии возрастает до 40-60 дней.

С точки зрения ожидаемого риска можно выделить кратковременные (до 3 час), средней продолжительности (4-7 час), продолжительные (7-10) и очень продолжительные (более 10 час) туманы. На рис.1 представлена карта распределения продолжительности плотных туманов на территории Грузии.



Рис.1. Продолжительность плотных туманов. (час).

Как следует из рис.1 значительная часть территории Грузии находится под большим риском, где плотные туманы держатся более 10 час

Продолжительность плотных туманов за различные годы колеблется в значительных пределах, однако наиболее вероятными являются туманы небольшой продолжительности

На рис. 2 представлены эмпирические распределения повторяемости плотных туманов на станциях, расположенных в различных физико-географических условиях и их соответствующие теоретические аппроксимации.

Эмпирическое распределение повторяемости плотных туманов наилучшим образом аппроксимируется логарифмической функцией вида:

$$y = \ln(x) + b, \quad (1)$$

где y - повторяемость, x – продолжительность тумана, а и b – статистические параметры распределения.

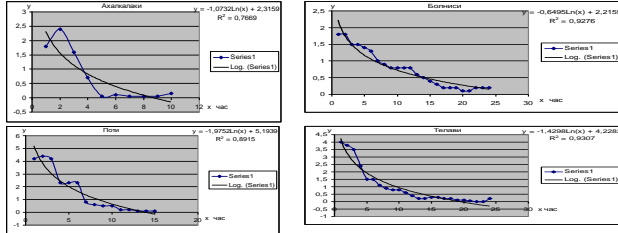


Рис. 2. Повторяемость(число случаев в году) различной продолжительности туманов: точки-эмпирические данные, кривая-логарифмическая функция, R-коэффициент корреляции

В таблице 2 представлены параметры а и b для некоторых станций Грузии.

По формуле (1) и данным таблицы 2 можно теоретически оценить вероятность любой, заданной заранее продолжительности плотного тумана.

По нашим ранним исследованиям [3], площадь распространения тумана может составить от нескольких единиц до нескольких тысяч квадратных километров. Повторяемость ареалов плотных туманов также колеблется в таких пределах. На рис.3 представлена эмпирическая функция распределения ареала плотных туманов, и ее соответствующая аппроксимирующая функция, позволяющая оценить ареал плотных туманов любой вероятности.

Таблица 2. Параметры а и b для для формулы (1)

Станция	a	b	Станция	a	b
Ахмета	-0,74	2,32	Дедоплис Цқаро	-2,10	7,55
Батуми	-0,40	1,12	Душети	-1,47	4,10
Бахмаро	-2,78	9,24	Гардабани	-0,78	2,40
Боржоми	-0,90	2,49	Гори	-0,55	1,63
Цқинвали	-0,27	0,76	Гурджაани	-0,72	2,40
Кутаиси	-0,83	1,92	Ланчхუტი	-2,88	6,34
Кварели	-0,77	2,54	Сагареджо	-1,83	6,29
Лагодехი	-0,75	2,32			

Ареал плотных туманов охватывает площадь от нескольких сотен до нескольких тысяч квадратных километров (рис.3). Распространение туманов на значительных территориях обусловлено атмосферными процессами, которые формируются в Закавказье и характерны в целом для Грузии, а уменьшение их ареала до тысячи кв. км и менее объясняется влиянием на эти процессы местных орографических условий. Распределение повторяемости площади распространения плотных туманов хорошо описывается экспоненциальной функцией вида:

$$y = 85,46 \exp(-0,5863x), \quad (2)$$

где x- площадь распространения тумана в квадратных километрах. Корреляционное отношение

зависимости x от y довольно высокое(0,93). Таким образом по формуле (2) можно оценить теоретическую вероятность площади распространения туманов. Из формулы (2) вытекает, что плотные туманы могут распространяться одновременно на значительной территории, иметь глобальный характер и охватывать территорию площадью несколько тысяч квадратных километров. В то же время наиболее вероятны локальные туманы, ареал которых ограничивается площадью даже в несколько десятков квадратных километров. Они в основном обусловлены влиянием формы рельефа.

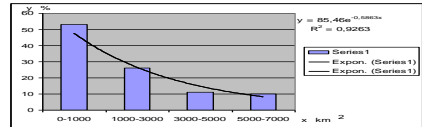


Рис.3. Повторяемость (%) распространения плотных туманов на различной площади (кв.км): гистограмма-эмпирические данные, кривая-аппроксимирующая экспоненциальная функция

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Климат и климатические ресурсы Грузии.Л., Гидрометеиздат, 1971, 383с.
2. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Л., Гидрометеиздат, 1980, 281с.
3. Элиზбарашვილი Э.Ш., Зубიტაშვილი Т.К. Туманы в Восточной Грузии. Известия РАН, серия географическая, №5, 2011, с.112-115.

უკ 551.59 მკვრივი ნისლეები საქართველოს ტერიტორიაზე /ელიზბარაშვილი ე., ვარაზანაშვილი ო., ელიზბარაშვილი მ., ზუბიტაშვილი თ., გორგიშელი ვ., კაიშაური მ./შპი-ს შრომათა კრებული – 2011–ტ.116.გვ.15-16-რუს., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. გამოკვლეულია საქართველოს ტერიტორიაზე მკვრივი ნისლების (ხილვადობა 50 მ-ზე ნაკლები) სტატისტიკური სტრუქტურა. შემუშავებულია მკვრივი ნისლების სივრცობრივი განაწილების რუკა, შესწავლილია მათი ემპირიული განაწილების კანონები და არეალების ზომები.

UDC 551.59 The fog on the Georgian Territory./Elizbarashvili E.SH. Varazanashvili O.SH., Elizbarashvili M.E., Zubitashvili T.K., Gorgisheli V.E., Kaishauri M.Y./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.15-16 – Russ.: Summ. Georg., Eng., Russ.

The statistical structure of the fogs (visibility less than 50m) on the Georgian territory has been investigated. The special distribution map of fogs has been created, the regulations of their empirical distribution and sizes of areas have been studied.

УДК 551.59 Плотные туманы на территории Грузии. /Элиზбарашვილი Э.Ш., Варაზანაშვილი ო.შ., Элиზбарაშვილი მ. ე., Зубიტაშვილი Т.К., გორგიშელი ვ. ე., კაიშაური მ.ნ./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. –2011, -Т.116,с.15-16- Рус., Рез. Англ., Рус.

Исследована статистическая структура плотных туманов (видимость менее 50 м) на территории Грузии. Разработана пространственная карта распределения плотных туманов, изучены эмпирические функции их распределения и размеры ареалов.

ლ. ქართველიშვილი, რ.მესხია, მ.ტატიშვილი,
 ი.მკურნალიძე
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 უკ. 551.510

**საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატი სე-
 ტყვის მოსვლის განმეორებადობის თავისე-
 ბურება**

საქართველო მსოფლიოში ერთერთ სეტყვასაშიშ რეგიონად ითვლება, ამიტომაც აქ ამ მოვლენის შესწავლას მრავალი წლების განმავლობაში უამრავი სამეცნიერო კვლევა-ძიება მიეძღვნა [1-9]. საქართველოში სეტყვიანობის, როგორც კლიმატის ერთერთი შემადგენელი ნაწილის, კვლევის იმპულსად გახდა თანამედროვე კლიმატის ცვლილებების ფართომასშტაბიანი შესწავლა. წელიწადში საშუალოდ საქართველოში 3-4 სეტყვის პროცესი ვითარდება [6,7].

ძლიერი სეტყვა, როგორც წესი, წარმოიქმნება სუპერჯგერედიან ღრუბლებში, რადგანაც მათში არსებულ მძლავრ აღმავალ დენებს შეუძლიათ დიდი ხნის განმავლობაში ჰაერში გააჩერონ სეტყვის ზრდადი მარცვალი [10].

აღსანიშნავია, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე არსებობენ პუნქტები და მიკრორაიონები, სადაც სეტყვის პროცესები განსაკუთრებით ხშირად ვითარდება [1,3]. ამ პუნქტებს სეტყვის კერებს უწოდებენ. ესენია: ბაკურიანი, აბასთუმანი, გუდაური და ციგეგომბორი, რომელიც მოიცავს სეტყვის კერების მთელ რიგს – ცივი, გომბორი და სათიბე. სეტყვის პროცესები ვრცელდება გომბორის ქედის გასწვრივ და შემდეგ გადადიან ალაზნის და იორის ხეობებზე.

სეტყვიანობის ერთერთ მახასიათებელს წარმოადგენს სეტყვის მარცვლის ზომა (დიამეტრი). როგორც ცნობილია, სეტყვით მიყენებული ზარალის მასშტაბი ძირითადად დამოკიდებულია ამ პარამეტრზე. სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს ყველაზე მნიშვნელოვნად აზიანებს წვრილი (5მმ.) ინტენსიური სეტყვა. განსაკუთრებით საშიშია სეტყვა დიამეტრით 10-15 მმ. ხოლო სეტყვა, რომლის დიამეტრიც აღწევს 30 და მეტ მმ-ს მთლიანად ანადგურებს ნათესებს, აზიანებს სახლის სახურავებს, კლავს პირუტყვს და შინაურ ფრინველს [6,7,8].

მოცემულ ნაშრომში სტატისტიკურად დამუშავდა საქართველოს ტერიტორიაზე 1966-1990 წწ პერიოდში 30 მეტეოსადგურზე გაზომილი სეტყვის მარცვლის საშიში ზომების D>5 მმ მონაცემები. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია შემდეგ ცხრილში:

მონაცემები განაწილებულია კლიმატური ზონების მიხედვით [11]. ცხრილიდან ჩანს, რომ ძლიერი სეტყვა ძირითადად 1972-1981 წწ-ია დაფიქსირებული. შემთხვევათა რიცხვი თი-

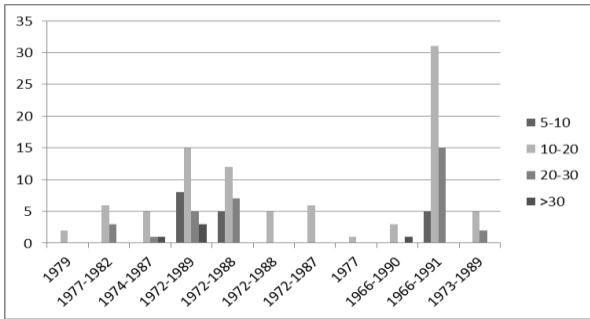
თქმის 150-ია. ყველაზე მეტი ძლიერი სეტყვის შემთხვევა დაიკვირვებოდა V, VI და XIV კლიმატურ ზონებში, ანუ აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონებში, (ზემო და ქვემო ქართლის ვაკე-დაბლობები, კახეთი და თრიალეთის და მესხეთის ქედების სამხრეთ ფერდობები (72%)) რაც თვალნათლივ ჩანს შესაბამის პისტოგრამაზეც.

ცხრილი I. სეტყვის საშიში ზომების განაწილება კლიმატური ზონების მიხედვით 1966-1991 წწ-ის მონაცემებით (მრიცხველში – შემთხვევათა რიცხვი, მნიშვნელში – პროცენტული მნიშვნელობა, N – შემთხვევათა რიცხვი)

დაკვირვების პერიოდი (წწ)	სეტყვის მარცვლის დიამეტრი (მმ)				
	5-10	10-20	20-30	>30	N
II. შავიზღვისპირეთის ჩრდილოეთი ნაწილი					
1979	-	2/100	-	-	2
III. დასავლეთ საქართველოს შიდა დაბლობი ნაწილი მთისწინეთებით					
1977-1982	-	6/67	3/33	-	9
IV. იმერეთის მასივი ღიბის ქედის დასავლეთი ფერდობებით					
1974-1987	-	5/70	1/15	1/15	7
V. ზემო და ქვემო ქართლის ვაკე-დაბლობები მთისწინეთებით					
1972-1989	8/26	15/49	5/6	3/9	31
VI. ალაზნის ველი მთისწინეთებით					
1972-1988	5/21	12/50	7/29	-	24
VII. იორის ზეგანი მოსაზღვრე სტეპებით					
1972-1988	-	5/100	-	-	5
IX. დასავლეთ კავკასიონის შიდა ნაწილი					
1972-1987	-	6/100	-	-	6
XII. კავკასიონის ჩრდილო ფერდობები					
1977	-	1/100	-	-	1
XIII. სამხრეთ საქართველოს დასავლეთი ნაწილი					
1966-1990	-	3/75	-	1/25	4
XIV. მესხეთის და თრიალეთის ქედების სამხრეთი ფერდობები					
1966-1991	5/10	31/61	15/29	-	51
XV. სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის სამხრეთი ნაწილი					
1973-1989	-	5/71	2/29	-	7
საშუალო	18/12	91/62	33/22	5/4	147

აღნიშნულ კლიმატურ ზონებში დაფიქსირებულია ყველა გრადაციის სეტყვა (5-35 მმ). აღსანიშნავია, რომ დაკვირვების ეს პერიოდი – 1972-1981 წწ, ემთხვევა იმ პერიოდს, როდესაც ამ რეგიონში ტარდებოდა სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოები. ცხრილიდან და გრაფიკიდან გამომდინარეობს ასევე, რომ ყველაზე ხშირია სეტყვა, რომლის ზომებია 10-20 მმ-ის ფარგლებშია – 62%. სეტყვა, რომლის ზომაც 20-დან 30 მმ-მდეა შემთხვევათა 20%-ს

შეადგენს. შედარებით იშვიათია სეტყვა, რომლის დიამეტრია 5-10 მმ. – 12% და ≥ 30 მმ. – 4%. ამრიგად ზემოქმედების შედეგად ზემოქმედების შედეგად წარმოიქმნება სეტყვის საშიში დიამეტრიც მთელი სპექტრი 5-35მმ. დიამეტრიც. ეს ფაქტი ანალიტიკურად და ცალკეული ექსპერიმენტებით ნავარაუდები როგორც ჩანს სტატისტიკურადაც დასტურება აღსანიშნავია, რომ საშიში ზომების სეტყვა დაფიქსირებულია საქართველოს თითქმის მთელ ტერიტორიაზე. გამოწვევის წარმოადგენს შავი ზღვის სპირეთის სამხრეთი ნაწილი და კავკასიონის მაღალმთიანეთი.



ამრიგად, ნაშრომში მიღებული შედეგები გასათვალისწინებელია სეტყვიანი პროცესების სხვადასხვა მოდელის შექმნისას და ასევე სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების განახლებისას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Курдиани И.Г., 1935, О грозах и градобитиях в Кахетии, Тбилиси, Груз. геогр. общество.
2. Бартишвили И.Т., 1960, Географическое распределение градобитий по Восточной Грузии, Тр. ЗакНИГМИ, вып.16(22), Л. Гидрометиздат, с.71-79
3. Гигинейшвили В.М., 1964, Градобития в Восточной Грузии, Л. Гидрометиздат, 123 с.
4. Гигинейшвили В.М., Ломинадзе В.П., 1964, Некоторые вопросы организации градовой службы в Алазанской долине, Тр. ЗакНИГМИ, вып. 16(22), Л. Гидрометиздат с. 93-97
5. Карцивадзе А.И., Салуквадзе Т.Г., Лапинская В.А., 1975, Некоторые вопросы методики воздействия на градовые процессы с использованием противоградовой системы «Алазани», Тр. института геофизики АН ГССР, т. 26, Тбилиси, «Мецნიერება», с. 13-27
6. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе, 1980, под. ред. Сванидзе Г.Г. и Цуцкиридзе Я.А., Л. Гидрометиздат, 288 с.
7. Сулаквелидзе Г.К., Сулаквелидзе Я.Г., 1989, Распределение градобитий на территории Закавказья, Тр. ВГИ, вып. 76, М. Гидрометиздат, с.110-115

8. Амиранашвили А.Г., Нодия А.Г., Торонджадзе А.Ф., Хуродзе Т.В., 2003, Некоторые статистические характеристики числа дней с градом в тёплое полугодие в Грузии в 1941-1990гг, Тр. инст. геофизики т. 58, с. 133-141
9. Amiranashvili A, Nodia A, Khurodze T, Kartvelishvili L, Mkurnalidze I, Chumburidze Z, Chikhradze N, 2005, Variability of Number of Hail and Thunderstorm Days in the Region of Georgia with active influence on Atmospheric Processes, Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, vol. 172, Number 3, Tbilisi, pp. 484-486
10. Облака и облачная атмосфера, 1989, Справочник под ред. И.П. Мазина и А.Х. Хргиана, Л. Гидрометиздат, 647 с
11. Климат и климатические ресурсы Грузии, 1971, Тр. ЗакНИГМИ вып. 44/50 с. 363-381

უაკ. 551.510 საქართველოს ტერიტორიაზე ძლიერი სეტყვის მოსვლის განმეორადობის თავისებურება/ლ. ქართველიშვილი, რ.მესხია, მ.ტატიშვილი, ი.მკურნალიძე/ შპი-ს შრომათა კრებული – 2011–ტ.116. გვ.17-18-რუს., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

წარმოდგენილ ნაშრომში გამოკვლეულია საქართველოს ტერიტორიაზე 1966-1991 წწ-ში მოსული ძლიერი სეტყვის ზომების ($D > 5$ მმ) სივრცულ-დროითი განაწილება, რაც წარმოდგენილია შესაბამის ცხრილში და გრაფიკზე. მონაცემები დაჯგუფებულია კლიმატური ზონების მიხედვით. მიღებული შედეგი გასათვალისწინებელია სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების განახლებისას

UDC UDC 551.510 Peculiarity of strong hail repeatability over Georgian territory/L.Kartvelishvili, R.Meskhia, M.Tatishvili, I.Mkurnalidze/Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.17-18 – Russ.: Summ. Georg., Eng., Russ.

The special-temporal hail distribution of dangerous diameter (>5 mm) for 1966-91 year period over Georgian territory has been investigated in the presented article. The outcomes are shown by relevant tables and charts. The data are clustered according climatic zones. The conclusions are advisable to consider in case of hail defense activity recommencement

УДК 551.510 Особенность повторяемости сильного градобития на территории Грузии /Л. Г. Картвелишвили, Р.Ш. Месхия, М.Р. Татишвили, И.П. Мкурналидзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии.– 2011,–Т.116,с.17-18-Рус.,Рез.Англ., Рус.

В работе исследовано пространственно-временное распределение града опасного диаметра (>5 мм) за период 1966-1991 гг. на территории Грузии. Результаты представлены в соответствующих таблице и графике. Распределение дано для разных климатических зон. Полученные выводы желательно учесть в случае возобновление противоградовых работ.

რ. სამუკაშვილი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ 551

**ტყის მასივებში მზის რადიაციის
ტრანსფორმაციის თავისებურებები**

ტყის ფიტოცენოზებში რადიაციული რეჟიმის ფორმირება დამოკიდებულია მის ზედაპირზე დაცემული მზის რადიაციის ინტენსივობაზე, მასივის ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ სტრუქტურაზე (იარუსიანობა, სიმჭიდროვე, გვირგვინის მიჯრილობა არქირექტონიკა, ფიტოელემენტების ორიენტაცია და დახრილობის კუთხე) რაც განაპირობებს ფიტოცენოზების ოპტიკურ თვისებებს. მთიან რაიონებში განლაგებულ ტყის მასივებში რადიაციული რეჟიმის ფორმირებაზე განსაზღვრულ გავლენას ახდენს ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე, ფერდობების ორიენტაცია და დახრილობა.

მზის რადიაცია წარმოადგენს ენერჯიის ერთადერთ წყაროს, რომელსაც ბუნებრივი და კულტურული ფიტოცენოზები იყენებენ წყალსითბო ბალანსის რეგულაციაში, ფიტომორტოფოგენეზში და ბიომასის რეგულაციაში, ფოტომორფოგენეზში და ბიომასის წარმოქმნის პროცესში. ტყის მასივში ადგილი აქვს საკუთარი ფიტოკლიმატის ფორმირებას, რომელიც თავისი რაოდენობრივი და თვისობრივი (სპექტრალური შემადგენლობა) მაჩვენებლებით მნიშვნელოვნად განსხვავდება თავისუფალ ქვეყნილ ზედაპირზე დაცემული რადიაციული მახასიათებლებისაგან. მცენარეულ საფარში რადიაციული ბალანსის გრძელტაღლიანი და მოკლეტაღლიანი მდგენელების ტრანსფორმაციის საკითხები წარმოადგენს ფიტოაქტინომეტრიის კვლევის საგანს. ტყის მასივში მზის ინტეგრალური რადიაციის ნაკადთან ერთად განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს ფიტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის (ფარ) (0,38-0,71) ტრანსფორმაციის შესწავლა. როგორც ცნობილია (Шульгин И.А. 1973), მცენარეული საფარი სელექტურად შთანთქავს მზის სხივური ენერჯიის სპექტრის სხვადასხვა არეს. მის მიერ ინტენსიურად შთანთქმება ფარ-ი და სუსტად სპექტრის ახლოინფრაწითელი (0,71-1,00) არე, რის შედეგად მცენარეულ საფარში და მათ შორის ტყის ფიტოცენოზებში რადიაციული ველი შედარებით ღარიბია ფართ და მდიდარია ახლოინფრაწითელი რადიაციით. სელექტური შთანთქმის ინტენსივობა დამოკიდებულია მცენარეული საფარის ოპტიკურ თვისებებზე (ფიტოელემენტების საერთო ფართობზე), დღის განმავლობაში მზის აზიმუტისა და სიმაღლის ცვლილებებზე, აგრეთვე ადგილის მორფოლოგიურ თავისებურებებზე (მთიან რაიონებში) რიგ შრომებში და ცნობარებში (Гва-

салия Н.В. 1986, Цуцкиридзе Я.А, 1967, Самукашвили Р.Д. 1979, 1981, Таварткиладзе К.А. Шенгелия М.А. 1999, Справочники по климату 1988, 1990, 2004) წარმოდგენილი ინფორმაცია იძლევა ნათელ წარმოდგენას საქართველოს ტერიტორიაზე ჰორიზონტალურ ზედაპირზე განლაგებულ ტყის მასივებზე მოსული მზის პირდაპირი, გაბნეული და ჯამური რადიაციის შესახებ. რაც შეეხება საქართველოს მთიან რაიონებში სხვადასხვა ორიენტაციის და დახრილობის ფერდობებზე განლაგებული ტყის მასივების ზედაპირზე დაცემული რადიაციის ნაკადების წლიური სვლის კანონზომიერებების დადგენას, იგი წარმოადგენს საკმაოდ რთულ ამოცანას, რომლის გადაჭრა მოითხოვს სათანადო აქტინომეტრიული დაკვირვებების ორგანიზაციას. გარდა ამისა, მთიან რაიონებში გამორიცხულია რადიაციული მახასიათებლების გამოთვლის მიზნით სივრცული ინტერპრეტაციის მეთოდის გამოყენება. ამიტომ მთიანი რაიონების რელიეფის რადიაციული რეჟიმის კვლევის პროცესში მზის პირდაპირი, ცის თალის მიერ გაბნეული და ჯამური რადიაციის გამოსათვლელად გამოიყენება გამოთვლითი მეთოდები (Сувков С.И. 1968) ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის 0,4-3,8კმ სიმაღლეების დიაპაზონში რვა ორიენტაციის სხვადასხვა დახრილობის (0,15,30,45,60,75, 90⁰) ფერდობებზე ჩვენი მრავალწლიური დაკვირვებების ინფორმაციის გამოყენებით შესაძლებელია დადგინდეს მზის პირდაპირი, ცის თალის მიერ გაბნეული და ჯამური რადიაციის სიდიდე აღნიშნული მორფომეტრიული მახასიათებლების მქონე ფერდობებზე განლაგებული ტყის ფიტოცენოზების ზედაპირებისათვის, ხოლო მათი სტრუქტურული თავისებურებების ვათვალისწინებით ამ მახასიათებლების ტრანსფორმაციის მაჩვენებლებიც (Самукашвили Р.Д. 1984,1981). მზის პირდაპირი S' და ცის თალის მიერ გაბნეული რადიაციის ცნობილი სიდიდეებით კი შესაძლოა გამოითვალოს ფარ-ის ჯამური სიდიდე შემდეგი ფორმულით:

$$\sum_T Q_{far}=0,43 \sum_T S'+0,57 \sum_T D, \tag{1}$$

სადაც $\sum_T Q_f$, $\sum_T S'$ და $\sum_T D$ არიან შესაბამისად ფოტოსინთეზურად აქტიური ჯამური რადიაციის თვიური ჯამი, მზის პირდაპირი რადიაციის და გაბნეული რადიაციის თვიური ჯამები (Самукашвили Р.Д. 1981).

აღსანიშნავია, რომ ტყის მასივების ზედაპირზე დაცემული რადიაციის არათანაბარი განაწილება მისი მისი დეტერმინირებულ-სტოქასტური ბუნებით, რომელიც ხასიათდება როგორც დღე-ღამური, თვიური, წლიური ცვლილებებით (დეტერმინირებული პროცესი, განპირობებული დედამიწის ბრუნვით საკუ-

თარი დერძის და მზის გარშემო), ასევე შემთხვევითი რყევებით, რაც გამოწვეულია დრუბლიანობის ველის და ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების სტოქასტური თავისებურებებით. ეს პროცესები ადგილის რელიეფთან ერთად განსაზღვრავს ტყის მასივებში მიმდინარე ფიზიოლოგიური და სხვა პროცესებისათვის საჭირო პოტენციალური ენერგეტიკული რესურსების დონეს.

რიგი თეორიული ხასიათის შრომებში ტყის ფიტოცენოზებისათვის მათი სტრუქტურული და ოპტიკური მახასიათებლების გათვალისწინებით გადამუშავებულია რადიაციული ველის ტრანსფორმაციის მოდელები. მაგალითად (Monsi M., Sacki T, 1953)-ში ტყის მასივებში მზის პირდაპირი რადიაციის შესუსტება ფოთლების საერთო ფართობზე დამოკიდებულებით განისაზღვრება ბუგერლამბერტის ფორმულით: $J=J_0e^{-KL}$ (2)

სადაც J_0 და J არიან რადიაციის ინტენსივობა ტყის მასივის სედაპირზე და ტყის მასივში, L -წარმოადგენს ფოთლების ზედაპირის ინდექსს (m^2/m^2), არის ექსტინქციის კოეფიციენტი, e -ნატურალური ლოგარითმის ფუძე, მაგრამ ბუნებრივი ტყის მასივების სტრუქტურა მნიშვნელოვნად განსხვავდება თეორიულ მოვლენებში გამოყენებული სქემატური (იდეალური) სტრუქტურისაგან, რაც გავლენას ახდენს ექსტინქციის კოეფიციენტის ცვლილების დიაპაზონზე (0,3-2,5), რის შედეგად ტყის მასივებში რადიაციის ტრანსფორმაციის შესწავლა თეორიული მოდელებისა და ნახევრადემპირირული ფორმულების გამოყენებით აწვდება განსაზღვრულ სიძნელეებს. ტყის მასივებში მზის პირდაპირი და ცის თაღის მიერ გაბნეული რადიაციები აღწევენ ნაჩვენებების საშუალებით, ამიტომ მათში რადიაციული ველის შეფასებებისას აუცილებელია დადგინდეს ემპირიული კავშირი ტყის მასივში შეღწეული რადიაციის სიდიდესა და მასივის რადიაციისადმი გამჭვირვალობას (გამჭოლობას) შორის.

როგორც (Выгодская Н.Н. 1981)-ში ნაჩვენებია, სითბოსა და ტენიის ოპტიმალურ პირობებში არ არსებობს პრინციპული განსხვავება დაბლობი და მთიანი რაიონების იდენტური ტყის მასივების ჰორიზონტალურ სტრუქტურაში, რაც მნიშვნელოვანია მთიანი რაიონებში განლაგებული ტყის მასივების რადიაციული რეჟიმის ინტერპრეტაციისა და მისი იდენტიფიკაციისათვის დაბლობ რაიონებში არსებული ანალოგიური ტყის ტიპის მასივების რადიაციულ რეჟიმთან. ეს დასკვნა მნიშვნელოვანია ეკოლოგიური თვალსაზრისითაც, რადგანაც მცენარეულ საფარში და კერძოდ ტყის მასივებში ჰორიზონტალური და

ვერტიკალური სტრუქტურა განისაზღვრება სისტემის თვითრეგულაციის პროცესებით, კერძოდ მზის რადიაციისადმი კონკრეტული ურთიერთდამოკიდებულებით. მითუმეტეს, რომ დადგენილია მზის რადიაციის გავლენა ფიტოცენოზების ფოტომორფოგენეზზე (Шульзин И.А. 1973). ტყის ფიტოცენოზების სივრცული სტრუქტურის ფორმირებაში პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს მათ სახეობებს და ცალკეულ ინდივიდებს შორის ცენტურ (კონკურენტულ) ურთიერთობებს და არა გეოგრაფიული გარემოს აბიოგენურ ფაქტორებს.

დაბლობ რაიონებში განლაგებული ტყის მასივებისათვის ფიტოაქტინომეტრიული კვლევების მეთოდიკა დამუშავებულია (Алексеев В. А. 1975)-ში. აღსანიშნავია, რომ მთიანი რაიონებში, როგორც წესი, აქტინომეტრიული დაკვირვებები ტარდება ერთი და იმავე ტიპის ტყის მასივებში, რომლებიც განლაგებულია სხვადასხვა ორიენტაციისა და ერთნაირი დახრილობის ფერდობებზე (ვლინდება ადგილის მორფოლოგიის გავლენა რადიაციის ტრანსფორმაციაზე) ანდა სხვადასხვა ტიპის ტყის მასივებში, რომლებიც განლაგებულია ერთი ექსპოზიციის და ერთნაირი დახრილობის ფერდობებზე (ვლინდება ტყის მასივების ოპტიკური თვისებების გავლენა რადიაციის ტრანსფორმაციაზე).

ტყის ფიტოცენოზების მასივში რადიაციული ველის ფორმირება ოთხი მდგენელის S , D , J_s , J_D სინქრონული მონაწილეობით, S და არიან მასივში შეღწეული მზის პირდაპირი და ცის თაღის მიერ გაბნეული რადიაციები, J_s და J_D ამ ნაკადების ნაწილი, რომელიც გაიბნა მასივის შიგნით. მთიანი რაიონების ტყის მასივებში უდრუბლო ამინდში რადიაციული ველი ძრითადად ფორმირდება მზის პირდაპირი რადიაციის, სრული მოდრუბლულობის პირობებში კი-გაბნეული რადიაციის ხარჯზე.

იალბუხის რაიონებში ($H=2,2$ კმ) მიერ მოპოვებული და (Выгодская Н. Н. 1981)-ში მოცემული ინფორმაციის ანალიზის შედეგად ვეგეტაციის პერიოდისათვის დადგენილი იქნა სხვადასხვა ტიპის ტყის მასივებისათვის მზის პირდაპირი რადიაციის გაშვების სიდიდის a_s მზის სიმაღლეზე h_0 (გრად.) დამოკიდებულების ანალიზური სახეები მოწმენდილი ცის პირობებში: არყის ტყის მასივი $C_n=0,6-0,7$ (C_n არის გვირგვინის მიჯრილობა)

$$a_s=0,005h_0+0,07 \tag{3}$$

$$\begin{aligned} & \text{წიწვოვანი ტყის მასივი } C_n=0,7-0,9 \\ & a_s=0,002h_0+0,01 \tag{4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{ფართოფოთლოვანი ტყის მასივი } C_n=0,8-0,9 \\ & a_s=0,0048h_0-0,035 \tag{5} \end{aligned}$$

როგორც 3-4 გამოსახულებებიდან ჩანს, მზის ფიქსირებული სიმაღლის შემთხვევაში a_5 -ის სიდიდე მაქსიმალურია წვრილფოთლოვანი ტყის ფიტოცენოზებში, მინიმალურია წიწვოვანი ტყის ფიტოცენოზებში. მზის სიმაღლის მატებისას ყველა შემთხვევაში a_5 -ის სიდიდე იზრდება.

აღსანიშნავია, რომ დაბლობ და მთიან რაიონებში ტყის ფიტოცენოზების იდენტური სტრუქტურისა და სახეობრივი შემადგენლობის პირობებში მზის სიმაღლის ფიქსირებული მნიშვნელობისას სამხრეთის ორიენტაციის ფერდობებზე შედგენილი რადიაციის a_5 სიდიდე მეტია დაბლობ რაიონებში შედგენილ რადიაციის სიდიდეზე, რაც განპირობებულია აგრეთვე მთიანი რაიონების ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას S-ის სიდიდის მატებითაც.

გაბნეული რადიაციის გაშვების სიდიდის a_D დამოკიდებულება მთიანი ტყის მასივების მიჯრიობაზე a_D იცვლება 1-დან ($C_n=0$) 0,1-0,2-ის საზღვრებში ($C_n=0,8-0,9$).

დამოკიდებულება $a_D=f(C_n)$ ვეგეტაციური პერიოდისათვის ანალიზურად წარმოიდგინება შემდეგი სახით:

$$a_D = -0,95C_n + 0,990 \quad (5)$$

მუხრანის შემთხვევაში (პირველი ხარისხის ჰიპერბოლა)

$$a_D = 0,58 + \frac{0,151}{C_n} \quad (6)$$

წიწვოვანი (ფიჭვი, ნაძვი, სოჭი) ტყის შემთხვევაში (პირველი ხარისხის ჰიპერბოლა)

$$a_D = -0,018 + \frac{0,141}{C_n} \quad (7)$$

როგორც ჩვენმა დაკვირვებებმა აჩვენა, იაბლუხის რაიონში ($H=2,2$ კმ) რადიაციის შესუსტება მიჯრილი ფიჭვის ტყის მასივში ($C_n=0,9$) თითქმის ათჯერ მეტია ქვედა იარუსის მთლიანი მოდრუბლულობის პირობებში არსებულ მზის რადიაციის შესუსტებასთან შედარებით (სამუკაშვილი P.დ. 1984) წელიწადის სეზონის მიხედვით ტყის მასივების ოპტიკური თვისებები სეზონურ ფოთლოცვენასთან დაკავშირებით იცვლება. ზამთრის პერიოდში მათი გამჭვირვალობა ვეგეტაციურ პერიოდთან შედარებით მატულობს წიწვოვანი ტყის მასივებში 1,5-ჯერ, ფოთლოვანი ტყის მასივებში კი 2-3-ჯერ. გამჭვირვალობის ცვლილებაში თავისი წვლილი შეაქვს სეზონური თოვლის საფარის ზედაპირიდან არეკლილ რადიაციას.

ტყის ფიტოცენოზებში (დაბლობ და მთიან რაიონებში განლაგების მიუხედავად) მზის რადიაციის ტრანსფორმაციის კანონზომიერებებს გააჩნია უნივერსალური ხასიათი, რაც გან-

პირობებულია იმით, რომ არ არსებობს პრინციპული განსხვავება დაბლობი და მთიანი ტყის მასივების სტრუქტურულ მახასიათებლებში, აგრეთვე მოსული რადიაციის მკაცრად განსაზღვრულ ნაწილის შთანთქმაში. მთიანი ტყეების ფიტოცენოზებში რელიეფის ელემენტების აბსოლუტური სიმაღლის, ორიენტაციისა და დახრილობის მრავალსახეობის შედეგად. რადიაციის ველს გააჩნია სეზონობრივი სტრუქტურის არაერთგვაროვნება და ასიმეტრია დღის განმავლობაში, რაც იწვევს ტყის მასივებში შედგენილი რადიაციის ცვლილებებს საკმაოდ ფართო დიაპაზონში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი ნაწ. 1, თბილისი 2004
2. Гвасалия Н.В. Тепловой валанс Грузии. Тбилиси Изд., "მეცნიერება", 1986.
3. Цуцкиридзе Я.А. Радиационный и термический режимы территории Грузии. Л., Гидрометеოиздат, 1967.
4. Самукашвили Р.Д. Суммарная радиация на Кавказе. Труды ВГИ Л. Гидрометеოиздат, 1979.
5. Самукашвили Р.Д. Прямая радиация солнца на Кавказе. Труды ВГИ Л., Гидрометеოиздат, 1981.
6. Сванидзе Г.Г., Гагуა В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые Энергоресурсы Грузии. Л., Гидрометеოиздат, 1987.
7. Справочник по климату СССР, вып. 14, Л. Гидрометеოиздат, 1968.
8. Научно-прикладной справочник по климату СССР. вып. 14, Л., Гидрометеოиздат, 1990.
9. Сивков С.И. Методы пасчёта хапактеристик солнечной радиации-Л., Гидрометеოиздат, 1968.
10. Самукашвили Р.Д. Рассеянная радиация на склонах в условиях Центрального Кавказа. Труды ВГИ, вып. 49, 1981.
11. Самукашвили Р.Д. Годовой ход суммарной радиации на склонах в условиях Центрального Кавказа. Труды ВГИ, вып. 45, Л., Гидрометеოиздат 1984.
12. Самукашвили Р.Д. Фотосинтетически активная радиация на Кавказе. Труды ВГИ, вып. 49, Л., Гидрометеოиздат 1981.
13. Выгодская Н.Н. Радиационный режим и структура горных лесов. Л., Гидрометеოиздат, 1981.
14. Шульгин И.А. Растение и Солнцем Л., Гидрометеოиздат, 1973.
15. Алексеев В.А. Световой режим леса. Л., Гидрометеოиздат, 1975.
16. Самукашвили Р.Д. Сравнительная характеристика радиационного баланса подстилающей поверхности и его составляющих подпологом лесаи на открытой местности. Труды ВГИ, вып. 52, Л., Гидрометеოиздат 1984.

17. Monsi M., Saeki T. Über den Lichfaktor in den Pflanzen gesellshaften und seine Becheutung fur die Stoffproduktion-Jap. J. Bot., Vod. 4, N5, 1953.

უაკ 551. 582 ტყის მასივებში მზის რადიაციის ტრანსფორმაციის თავისებურებები/რ. სამუკაშვილი/ შპი-ს შრომათა კრებული – 2011 – ტ.116. გვ.19-22-ქართ., რუხ. ქართ., ინგლ., რუს.

მთიანი და დაბლობი რაიონების ტყის მასივებისათვის განხილულია და დადგენილია რადიაციის ტრანსფორმაციის თავისებურებები. მზის პიპლაბირი რადიაციის გაშვების სიდიდის მზის სიმაღლეზე დამოკიდებულების, აგრეთვე გაბნეული რადიაციის გაშვების სიდიდის გვირგვინის მიჯრილობაზე დამოკიდებულების ანალიზური სახეები.

UDC 551. 582 **The peculiarity of transformation of solar radiation in the forest tract./Samukashvili R./** Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.19-22- – Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

The peculiarity of radiation transformation throw forest tracts of mountain and flat country is considered. The radiation field of forest tract is formed by combined action of the falling radiation on the surface and its structure. In the different species of forest tract was established analytical species of quantity of penetration of direct solar radiation of the Sun height and penetration of diffusion radiation of the closene of crown.

УДК 551. 582 **Особенности трансформации солнечной радиации в лесных погодах ./Самукашвили Р.Д. /Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии.–2011.– Т.116,с.19-22-Груз.,Рез.Англ., Рус.**

Для лесных пологихгорных и равненных районов рассмотрены особенности трансформации радиации. Для различных видов лесных пологов за вегетационный период установлены аналитические виды зависимостей величины пропускания прямой солнечной радиации от высоты солнца, а также величины пропускания рассеянной радиации от сомкнутости кроны.

რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 უაკ 551

ქალაქ მცხეთის ტერიტორიის რადიაციული მახასიათებლების ანალიზი

მზის ნათების ხანგრძლივობის რეგისტრაცია ხდება ღია ადგილზე განლაგებული მეტეოროლოგიური სადგურების მოედნებზე სხვადასხვა მოდიფიკაციის ჰელიოგრაფების საშუალებით დედამიწის ზაპირიდან 2მ სიმაღლეზე. მზის ნათების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ადგილის განედზე, ღრუბლიანობის რეჟიმზე და ჰორიზონტის დახურულობის სიდიდეზე.

ქალაქ მცხეთის განედისათვის მოწმენდილი ცის შემთხვევაში მზის ამოსვლისა და ჩასვლის საშუალო მზიური დრო, რომლითაც განისაზღვრება მზის ნათების ასტრონომიულად შესაძლო ხანგრძლივობა (t), მზის სიმაღლე (h₀) თვის 15 რიცხვისათვის აქტინომეტრიული დაკვირვებების ვადებისათვის (6სთ 30წთ,...,18სთ 30წთ) და მზის ნათების ხანგრძლივობა n (საათი) ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში მოცემულია ცხრ.1-ში (Справочник по климату ССРБ вып.14, 1968, საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი, 2004).

ცხრილი 1. t (სთ,წთ), h₀(გრად.), n(სთ) მცხეთის განედისათვის

t, h ₀ , n		თ ვ კ					
		I	II	III	IV	V	VI
t	α	7.24	6.56	6.13	5.21	4.41	4.25
	β	16.5	17.32	18.05	18.30	19.11	19.35
h ₀	6.30			3.4	12.6	19.3	21.4
	9.30	17.6	24.0	33.9	44.8	52.1	54.6
	12.30	26.8	35.0	45.8	57.1	65.6	70.3
	15.30	11.4	18.5	26.2	33.4	38.7	42.2
	18.30				0.7	5.7	9.4
n		113	119	160	182	221	266
		VII	VIII	IX	X	XI	XII
t	α	4.38	5.08	5.39	6.12	6.49	7.20
	β	19.34	19.02	18.11	17.2	16.39	16.30
h ₀	6.30	19.5	14.8	9.3	3.3		
	9.30	52.5	47.3	40.2	31.6	22.8	17.3
	12.30	69.3	61.8	50.5	38.8	28.8	24.4
	15.30	42.3	37.3	27.9	17.8	9.9	7.7
	18.30	9.3	4.2				
n		281	274	216	181	121	105

როგორც ცხრილ 1-დან ჩანს, მცხეთაში წელიწადის განმავლობაში ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში მზის ნათების ხანგრძლივობა მერყეობს 105(XII)-281(VII) საათის საზღვრებში.

მზის პირდაპირი რადიაციის სიდიდე დამოკიდებულია ადგილის განედზე (რომელიც განსაზღვრავს მზის სიმაღლეს) ატმოსფეროს ფიზიკურ თვისებებზე (გამჭვირვალობა, სიმღე-

რივე) და ღრუბლიანობის რეჟიმზე, სინოპტიკურ სიტუაციაზე და მზის პირდაპირ რადიაციაზე. სინქრონული დაკვირვებების ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საქართველოს და კერძოდ მცხეთის ტერიტორიაზე მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობის მაქსიმუმი აღინიშნება მოწმენდილი ცის პირობებში არქტიკიდან კონტინენტურ-პოლარული ჰაერის მასების შემოჭრისას, რომლებიც ხასიათდებიან ნაკლები ტენშემცველობით და აეროზოლური დატვირთვებით.

ვინაიდან მზის პირდაპირი და ჯამური რადიაციის ინტენსივობის განაწილებას მოწმენდილი ცის შემთხვევაში აქვს განედური ხასიათი, (თუმცა ის შეიძლება დაირღვეს ჰაერის გამჭვირვალობის გაუარესებით განსაზღვრულ პუნქტებში) ინტერპოლაციის მეთოდის გამოყენებით შესაძლოა მცხეთისათვის დადგინდეს S, Q, D მნიშვნელობები ამ ელემენტებზე დაკვირვებების მონაცემებით იმავე განედზე განლაგებულ აქტინომეტრიულ სადგურებზე (სკრა და თბილისი). თბილისისათვის S_0 და S_0' -ის სიდიდეები აღებული იქნა ჰაერის მქსების დასავლეთის (ჩრდილო-დასავლეთის) მიმართულებით გადატანის შემთხვევაში, როდესაც თბილისის ატმოსფეროს ანტროპოგენური დატვირთვების გავლენა S_0 და S_0' -ის სიდიდეებზე ფაქტიურად იყო გამორიცხული. გარდა ამისა, როგორც ცნობილია (Пивоварова З.И. 1977) განედის მუდმივობის პირობებში რაიმე პუნქტზე მზის პირდაპირ რადიაციაზე მიღებული დაკვირვებების მონაცემები შესაძლოა გავრცელდეს 200-300კმ მანძილზე დაშორებულ სხვა საკვლევ პუნქტებზეც.

ქალაქ მცხეთის ტერიტორიაზე მოწმენდილი ცის შემთხვევაში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის S_0 საშუალო ინტენსივობა მოცემულია ცხრილ 2-ში. აქვეა მოყვანილი მზის პირდაპირი რადიაციის თვიური და წლიური ჯამები.

მოწმენდილი ცის შემთხვევაში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობა S_0' დაკვირვების ვადაზე 12 სთ 30წთ მაქსიმალურია ივნისში (0,83 კვტ/მ²), მინიმალურია დეკემბერში (0,34 კვტ/მ²). $\sum T S_0'$ -ის სიდიდე წელიწადის განმავლობაში მერყეობს 205,3(XII) მჯ/მ²-დან 750,0(V,VI) მჯ/მ²-მდე.

მოდრუბლულობის საშუალო პირობებში მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობა და ჯამები ჰორიზონტალურ ზედაპირზე განიცდიან არსებით ცვლილებებს. მოდრუბლულობის საშუალო პირობებში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობა S' და ჯამები $\sum T S_R$, $\sum_w S_R'$ მოცემულია ცხრილ 3-ში.

ცხრილი 2. მოწმენდილი ცის პირობებში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის საშუალო ინტენსივობა

დაკვირვების ვადა	თ ვ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
6 ³⁰			0.02	0.11	0.19	0.21
9 ³⁰	0.20	0.32	0.47	0.59	0.67	0.68
12 ³⁰	0.37	0.52	0.68	0.75	0.82	0.83
15 ³⁰	0.12	0.23	0.35	0.43	0.50	0.53
18 ³⁰				0.03	0.05	0.06
$\sum T_0$	238.8	310.1	507	624.3	750	750
დაკვირვების ვადა	თ ვ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6 ³⁰	0.17	0.10	0.06			
9 ³⁰	0.64	0.58	0.52	0.42	0.30	0.21
12 ³⁰	0.80	0.75	0.66	0.54	0.40	0.34
15 ³⁰	0.50	0.45	0.34	0.21	0.10	0.06
18 ³⁰	0.06	0.03				
$\sum T_0$	733.2	657.8	532.1	410.6	284.9	205.3
$\sum_w S_0'$	6004.3					

ცხრილი 3. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობა S' (კვტ/მ²) და ჯამები $\sum T S_R$, $\sum_w S_R'$ (მჯ/მ²) მოდრუბლულობის საშუალო პირობებში

დაკვირვების ვადა	თ ვ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
6 ³⁰			0.01	0.03	0.08	0.11
9 ³⁰	0.07	0.11	0.17	0.28	0.38	0.44
12 ³⁰	0.16	0.20	0.25	0.34	0.48	0.61
15 ³⁰	0.04	0.08	0.12	0.19	0.22	0.28
18 ³⁰					0.01	0.03
$\sum T_0$	83.8	120	201	285.	390	473.5
დაკვირვების ვადა	თ ვ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6 ³⁰	0.08	0.06	0.01			
9 ³⁰	0.40	0.38	0.33	0.24	0.14	0.08
12 ³⁰	0.56	0.59	0.48	0.36	0.16	0.14
15 ³⁰	0.36	0.32	0.21	0.12	0.03	0.02
18 ³⁰	0.03					
$\sum T_0$	477.7	452.5	368.7	230.5	121.5	79.6
$\sum_w S_0'$	3293.3					

როგორც 2 და 3 ცხრილებიდან ჩანს, ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის წლიური ჯამები მოწმენდილი ცის შესაბამის წლიურ ჯამთან შედარებით მცირდება 2711,0 მჯ/მ²-ით ანუ 45%-ით.

გაბნეული რადიაციის (D) სიდიდე წარმოადგენს მზის სიმაღლის, დრუბლიანობის რეჟიმის, ატმოსფეროს ფიზიკური თვისებების (გამჭვირვალობა, სიმღვრივე) ფუნქციას. მოწმენდილი ცის შემთხვევაში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე გაბნეული რადიაციის საშუალო ინტენსივობის, თვიური და წლიური ჯამების სიდიდეები მოცემულია ცხრილ 4-ში.

მოწმენდილი ცის პირობებში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე გაბნეული რადიაციის თვიური ჯამები $\Sigma T D_0$ სიდიდე წელიწადის განმავლობაში მცხეთაში მერყეობს 67,0) მჯ/მ²-დან 180,2(VII,VIII) მჯ/მ²-მდე.

დრუბლიანობის საშუალო პირობებში გაბნეული რადიაციის ინტენსივობა და თვიური (წლიური) ჯამები მნიშვნელოვნად მატულობენ, რაც განპირობებულია დრუბლიანობის მიერ რადიაციის ინტენსიური გაბნევით.

ცხრილი 4. მოწმენდილი ცის პირობებში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე გაბნეული რადიაციის D_0 საშუალო ინტენსივობა (კვტ/მ²), თვიური $\Sigma T D_0$ და წლიური $\Sigma \varphi D_0$ ჯამები (მჯ/მ²)

ლაკვირების ვადა	თ ვ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
6 ³⁰			0.03	0.06	0.09	0.11
9 ³⁰	0.10	0.14	0.19	0.22	0.24	0.22
12 ³⁰	0.15	0.21	0.25	0.28	0.25	0.24
15 ³⁰	0.06	0.12	0.15	0.17	0.18	0.24
18 ³⁰				0.01	0.03	0.06
ΣT_0	113.1	125.7	196.9	243.0	251.4	251.4
ლაკვირების ვადა	თ ვ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6 ³⁰	0.10	0.07	0.05	0.01		
9 ³⁰	0.22	0.20	0.17	0.15	0.13	0.09
12 ³⁰	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14
15 ³⁰	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.04
18 ³⁰	0.05	0.02				
ΣT_0	251.4	217.9	163.4	138.3	116.3	96.4
$\Sigma_w S_0$	2178.8					

დრუბლიანობის საშუალო პირობებში გაბნეული რადიაციის ინტენსივობა D_R , თვიური $\Sigma T D_R$ და წლიური $\Sigma \varphi D_R$ ჯამები მოცემულია ცხრილ 5-ში.

როგორც ცხრილ 5-დან ჩანს, მცხეთის ტერიტორიაზე დრუბლიანობის საშუალო პირობებში გაბნეული რადიაციის თვიური ჯამები $\Sigma T D_R$ მერყეობს 96,4(I) მჯ/მ²-დან 264,0(V) მჯ/მ²-მდე. დრუბლიანობის შემთხვევაში გაბნეული რადიაციის წლიური ჯამი $\Sigma \varphi D_R$ მოწმენდილი ცის შესაბამის წლიურ ჯამთან $\Sigma \varphi D_0$

შედარებით მატულობს 695,5 მჯ/მ²-ით, ანუ 46,9%-ით.

ცხრილი 5. D_R (კვტ/მ²), $\Sigma T D_R$ და $\Sigma \varphi D_R$ (მჯ/მ²) მცხეთაში

ლაკვირების ვადა	თ ვ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
6 ³⁰			0.03	0.06	0.09	0.11
9 ³⁰	0.10	0.14	0.19	0.22	0.24	0.22
12 ³⁰	0.15	0.21	0.25	0.28	0.25	0.24
15 ³⁰	0.06	0.12	0.15	0.17	0.18	0.19
18 ³⁰				0.01	0.03	0.06
ΣT_0	113.1	125.7	196.9	243.0	264.0	251.4
ლაკვირების ვადა	თ ვ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6 ³⁰	0.10	0.07	0.05	0.01		
9 ³⁰	0.22	0.20	0.17	0.15	0.13	0.09
12 ³⁰	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14
15 ³⁰	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.04
18 ³⁰	0.05	0.02				
ΣT_0	251.4	217.9	163.4	138.3	116.3	96.4
$\Sigma_w S_0$	2178.8					

ჯამური რადიაცია წარმოადგენს ჰორიზონტალურ ზედაპირზე დაცემული მზის პირდაპირი S და ცის თალის მიერ გაბნეული რადიაციების ჯამს: $Q = S + D$. მისი სიდიდე დამოკიდებულია იმავე ფაქტორებზე, რომლებიც განაპირობებენ მისი კომპონენტების ფორმირებისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს.

მოწმენდილი ცის პირობებში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ჯამური რადიაციის საშუალო ინტენსივობა Q_0 , თვიური $\Sigma T D_0$ და წლიური $\Sigma \varphi D_0$ ჯამების სიდიდეები მოცემულია ცხრილ 6-ში.

მოწმენდილი ცის პირობებში წელიწადის განმავლობაში მცხეთაში 1მ² ჰორიზონტალურ ფართობზე საშუალოდ მოდის 7487,5 მეგაჯოული მზის ენერჯია, რომელშიც გაბნეული რადიაციის წვლილი შეადგენს 19,8%-ს, მზის პირდაპირი რადიაცია კი 80,2%-ს.

დრუბლიანობის საშუალო პირობებში რადიაციის ინტენსივობა Q_R და ჯამები $\Sigma T Q_R$, $\Sigma \varphi Q_R$ განიცდიან შესამჩნევ ცვლილებებს. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ჯამური რადიაციის ინტენსივობა Q_R , თვიური $\Sigma T Q_R$ და წლიური $\Sigma \varphi Q_R$ ჯამები დრუბლიანობის საშუალო პირობებში მოცემულია ცხრილ 7-ში.

როგორც ცხრილებში 6 და 7 მოყვანილი მონაცემების ანალიზიდან ჩანს, მცხეთაში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე დრუბლიანობის საშუალო პირობებში ჯამური რადიაციის წლიური ჯამის სიდიდე მოწმენდილი ცის შემთ-

ხვევაში არსებულ ჯამის სიდიდესთან შედარებით მცირდება 2710,9 მჯ/მ²-ით ანუ 36,2%-ით.

ცხრილი 6. Q₀ (კვტ/მ²), Σ_TQ₀ და Σ_წQ₀ (მჯ/მ²) მცხეთაში

დაკვირვების ვადა	თ ვ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
6 ³⁰			0.06	0.18	0.27	0.30
9 ³⁰	0.27	0.41	0.58	0.72	0.80	0.80
12 ³⁰	0.46	0.63	0.79	0.88	0.96	0.96
15 ³⁰	0.17	0.31	0.45	0.54	0.61	0.64
18 ³⁰				0.04	0.08	0.12
Σ _T Q ₀	305.8	398.1	628.6	766.8	913.4	922.2
დაკვირვების ვადა	თ ვ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6 ³⁰	0.26	0.17	0.11	0.03		
9 ³⁰	0.77	0.71	0.64	0.53	0.34	0.27
12 ³⁰	0.94	0.89	0.79	0.66	0.50	0.41
15 ³⁰	0.63	0.57	0.43	0.28	0.15	0.10
18 ³⁰	0.12	0.06				
Σ _T Q ₀	913.4	838.0	853.6	511.2	356.1	280.7
Σ _w S ₀	7487.5					

ცხრილი 7. Q_R (კვტ/მ²), Σ_TQ_R და Σ_წ Q_R (მჯ/მ²) მცხეთაში

დაკვირვების ვადა	თ ვ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
6 ³⁰			0.04	0.09	0.17	0.22
9 ³⁰	0.17	0.25	0.36	0.50	0.62	0.66
12 ³⁰	0.31	0.41	0.50	0.62	0.73	0.85
15 ³⁰	0.10	0.20	0.27	0.36	0.40	0.47
18 ³⁰				0.01	0.04	0.09
Σ _T Q _R	150.8	217.9	322.6	427.4	553.1	645.3
დაკვირვების ვადა	თ ვ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6 ³⁰	0.18	0.13	0.06	0.01		
9 ³⁰	0.62	0.58	0.50	0.39	0.27	0.17
12 ³⁰	0.80	0.80	0.67	0.53	0.32	0.28
15 ³⁰	0.53	0.47	0.33	0.21	0.09	0.06
18 ³⁰	0.07	0.02				
Σ _T Q _R	657.8	632.7	490.2	331.0	192.7	155.0
Σ _w S ₀	4776.6					

ლიტერატურა—REFERENCES_ЛИТЕРАТУРА

- საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი. ნაწილი 1, თბილისი, 2004წ.
- 3.И. Пивоварова 1977. Радиационные характеристики климата СССР. Гидрометеиздат.Л.

3. Справочник по климату СССР. 1968 выпуск 14. Гидрометеиздат.Л

უაკ. 551, 582. ქალაქ მცხეთის ტერიტორიის რადიაციული მახასიათებლების ანალიზი. /რ. სამუკაშვილი, ც. დიასამიძე/ჰმი-ს შრომათა კრებული-2011.ტ.116.გვ.22-25-ქართ.,რეზ.,ქართ.,ინგლ.,რუს.

ქალაქ მცხეთისათვის მოწმენდილი ცის და მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში ინტერპოლაციის მეთოდის გამოყენებით დადგინდა მზის პირდაპირი, გაბნეული და ჯამური რადიაციების ინტენსივობის და თვიური ჯამების სიდიდები

UDC 551, 582 The analyzes of radiation characteristic of territory of town Mtskheta./Samukashvili R., Diasamidze Ts./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.22-25-Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

In case clear sky and average conditions cloudiness by application of method interpolation for town Mtskheta established value of intensively (direct, scattered by firmament and summery radiation) and monthly sum, quantitative established the influence of cloudiness in the shortwave composite of radiation balance

УДК 551, 582 Анализ радиационных характеристик территории города Мцхета. /Р.Д. Самукашвили, Ц.О. Диасамидзе/ Сборник трудов ИГМ Грузииб 2011. т.116,с.22-25-Груз., рез., Груз., Англ., Русск.

В случае ясного неба и при средних условиях облачности применением метода интерполяции для города Мцхета утановлены величины интенсивности и месячных сумм прямой солнечной, рассеянной небосводом и суммарной радиации.

მელაძე გ., თუთარაშვილი მ., მელაძე მ.
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ 630:551.58

**აბრეშქაშეოლოგიური ფაქტორების ბაზ-
ლინა საშემოდგომო ხორბლის ბამოზამ-
თრებასა და მოსავალზე**

საშემოდგომო ხორბლის ზრდა-განვითარე-
ბა და მოსავალი ძირითადად დამოკიდებულია
აბრეშქაშეოლოგიურ ფაქტორებზე. მაგრამ
მისი ნორმალური განვითარება ზოგჯერ შეიძ-
ლება შეაფერხოს ზამთრის არახელსაყრელმა
პირობებმა (ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური
ტემპერატურა, უთოვლო ზამთრის პირობებში).
ამიტომ საშემოდგომო ხორბლის გამოზამთრე-
ბას პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს.
იგი ძირითადად დამოკიდებულია შემოდგომის
ვეგეტაციაზე, კარგად დაბუნქებული მცენარე
უკეთესად იზამთრებს, რაც მაღალი მოსავლ-
ის მიღების საწინდარია. გამომდინარე აქედან
მცენარეებს ზამთრის დადგომის პერიოდისათ-
ვის უნდა ჰქონდეთ 4-6 ზრდასრული ფოთო-
ლი. ასეთ ფაზაში მათ აქვთ საკმარის განვი-
თარებული მიწისზედა ნაწილი და ფესვთა სი-
სტემა, რომლებიც შეიცავენ საჭირო რაოდე-
ნობით პლასტიკურ ნივთიერებებს, რაც ხელს
უწყობს მცენარეებს გამოზამთრებაში. შემოდ-
გომაზე, თუ ნათესი მცენარეები (ჯეჯილი) გა-
ნუვითარებელია ან ზედმეტად განვითარებულ-
ია (8-9 ფოთლი), მაშინ ზამთრის პერიოდში
არამდგრადია არახელსაყრელი პირობებისად-
მი. გარდა ამისა, ადრე დათესილ საშემოდ-
გომო ხორბალს უქვეითდება ყინვაგამძლეობა,
რადგან მეტად განვითარებული აქვს ნაზარ-
დები და ცუდად იზამთრებენ, რის შედეგად
ძლიერ მცირდება მოსავალი (10-12ც. და მეტი).
მოსავალს ანალოგიურად ამცირებს გვიან თე-
სვაც, რადგან მცენარეები ზამთრის პირობე-
ბში შედიან სუსტად განვითარებულნი და ცუ-
დად იზამთრებენ. ამის შედეგად ხორბლის
პლანტაციები მჩხერდება და გაზაფხულზე
ვეგეტაციის დაწყებისას ჩამორჩებიან ზრდაში.
ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია საშემოდგომო
ხორბლის კულტურის თესვის ოპტიმალური
ვადების დადგენა. შემოდგომაზე, მოცემული
კულტურის წარმოების რაიონებში, თესვა მი-
მდინარეობს სხვადასხვა დროს (50-60%), ოპტ-
იმალური თესვის ვადების დაცვის გარეშე,
რაც გავლენას ახდენს მცენარეების გამოზა-
მთრებასა და მოსავალზე.

საქართველოს ტერიტორიაზე საშემოდგო-
მო ხორბლის თესვის საშუალო ვადებზე, და-
კვირვებათა მასალების დამუშავებისა და ანა-
ლისის საფუძველზე, მკვლევართა [1] დასკუ-
ნით თესვა ძირითადად ხდება ჰაერის საშუა-
ლო დღეღამური ტემპერატურის 15°-ის ქვევით
გადასვლის თარიღამდე პერიოდში. ეს პე-
რიოდი საკმარის ხანგრძლივია (23-43 დღე) და

თესვა წარმოებს ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში,
თესლის გაღვივებისათვის საჭირო ტემპერა-
ტურის დადგენის გარეშე, სხვადასხვა ვადაში.
როგორც ვხედავთ, თესვის კონკრეტული ვა-
და არ არის გათვალისწინებული, რაც უარ-
ყოფითად ვლინდება მცენარეების გამოზამ-
თრების პირობებში. ჩვენს მიერ ტემპერატურ-
ის 15°-ის ქვევით გადასვლის თარიღის დადგ-
ომიდან გადათვლილი იქნა 10 დღიანი პერ-
იოდი და შედარებული იქნა ნიადაგის 5 სმ
სიღრმეში (თესლის ჩათესვა) ტემპერატურას,
რომელიც 2°-მდე მეტი აღმოჩნდა. მაშასადამე,
ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში ტემპერატურა (16-
17°) სრულიად უზრუნველყოფს თესვების გა-
ღვივებას და ერთდროულად აღმოცენებას, ასე-
ვე მიწისზედა ნაწილების განვითარებას. მოც-
ემულ პერიოდში (10 დღე) ე.ი. ჰაერის ტემპე-
რატურის 15°-ის ქვევით გადასვლის თარიღი-
დან 10 დღის შემდეგ, სოფლის მეურნეობის მუ-
შაკებს და ფერმერებს შეუძლიათ კონკრეტულ
ვადაში ჩაატარონ აღნიშნული ღონისძიება (თე-
სვა). თესვის კონკრეტული ვადების დადგენისა-
თვის გამოვიყენეთ საშემოდგომო ხორბლის
მწარმოებელ რაიონებში ტემპერატურის 15°-ის
ქვევით გადასვლის თარიღები და დაუკავ-
შირეთ ზღვის დონიდან სიმაღლეებს რაიონე-
ბის მიხედვით [2], რადგან ტემპერატურა იც-
ვლება სიმაღლესთან ერთად. აღნიშნული მო-
ნაცემები დავამუშავეთ სტატისტიკურად, სა-
დაც გამოვლენილი იქნა ძლიერ მჭიდრო კო-
რელაციური კავშირი ($r=0,96$). გამომდინარე
აქედან შევადგინეთ რეგრესიის განტოლება:

$$U = -0,0368 \cdot h + 84,457 \quad (1),$$

განტოლებაში U – ტემპერატურის 15°-ის
ქვევით გადასვლის თარიღია (ანუ დღეთა
რიცხვი 1 – აგვისტოდან ტემპერატურის 15°-ის
ქვევით გადასვლის თარიღამდე), h – ზღვის
დონიდან სიმაღლე. მაგალითისათვის, განვსა-
ზღვროთ გორის რაიონში 15°-ის ქვევით გა-
დასვლის თარიღი. მოცემული რაიონი ზღვის
დონიდან მდებარეობს 588 მ სიმაღლეზე. ამ
სიდიდეს ჩავსვავთ განტოლებაში h-ის ნაც-
ვლად და მოქმედების შედეგად მივიღებთ - 63,
რომელსაც გადავთვლით 1 – აგვისტოდან და
15°-ის ქვევით გადასვლის თარიღის დადგომა
იქნება 2 ოქტომბერი. ამ თარიღიდან 10 დღის
შემდეგ შეიძლება საშემოდგომო ხორბლის ჩა-
თესვა ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში.

აღნიშნავთ, რომ საშემოდგომო ხორბლის
მწარმოებელ რაიონებში, ზამთრის პერიოდში
მინიმალური ტემპერატურები საკმარის ხშირია,
შესაბამისად იყინება ნიადაგის ზედაპირი და
მისი სიღრმეც, რაც არახელსაყრელია სასო-
ფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, განსაკუ-
თრებით საშემოდგომო ხორბლისათვის. მკა-

ცრი ზამთრის პირობებში ნიადაგის ზედაპირზე თუ თოვლის საფარია, მაშინ ის იცავს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს. სკოსტინის დაკვირვებებით 12 სმ თოვლის საფარისა და ჰაერის ტემპერატურის -30,2°-ის დროს, ნიადაგის ზედაპირზე თოვლის საფარის ქვეშ ტემპერატურა აღწევს -14,5°-ს, ხოლო ნიადაგის 10 სმ სიღრმეზე -9,0°-ს, 20 სმ სიღრმეზე -5,9-ს. ა.შულგინის [3] ნომოგრამის მიხედვით, იგივე მონაცემებისას ნიადაგში 3 სმ სიღრმეზე ტემპერატურა შეადგენს -18°-ს. იმისათვის, რომ გავვეგო ნიადაგის 5 სმ სიღრმეზე ზამთრის პერიოდში ხორბლის კულტურისათვის კრიტიკული ტემპერატურა ა.შულგინის ნომოგრამიდან თოვლის საფარის სიმაღლისა და ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურის მიხედვით, გამოვთვალეთ ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში ტემპერატურები. მიღებული მანვენებლები გაფანალიზეთ და დავამუშავეთ სტატისტიკურად [4], სადაც გამოვლენილი იქნა მჭიდრო კორელაციური კავშირი ($R=0,97$). მოცემული კავშირიდან გამომდინარე, რაიონების ტერიტორიებისათვის შედგენილია განტოლება:

$$U=0,18x+0,31y-4,6 \quad (2),$$

განტოლებაში U – მინიმალური ტემპერატურაა ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში, X – თოვლის საფარის სიმაღლე, Y - ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა. მაშასადამე, გვეცოდინება რა სათანადო მეტეოროლოგიური ფაქტორები, გავიგებთ საძიებო მანვენებელს. ასე, მაგალითად გავიგოთ ხაშურის რაიონში, შემოდგომაზე ხორბლის ჩათესვის და ფესვთა სისტემის განვითარების 5 სმ სიღრმეში ნიადაგის ტემპერატურა თოვლის საფარის ქვეშ. დაუშვათ, ხაშურში 2008 წელს ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა აღინიშნა -20°, თოვლის საფარი 10 სმ. ამ მონაცემებს ჩავსვავთ განტოლებაში $U=0,18 \cdot 10+0,31 \cdot (-20) - 4,6$ და განსაზღვრის შედეგად ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში ტემპერატურა იქნება -9°, ეს უკანასკნელი არ იქნება კრიტიკული (დამაზიანებელი) საშემოდგომო ხორბლისათვის. მაგრამ თუ აღმოჩნდებოდა ტემპერატურა -13, -14° იქნებოდა კრიტიკული. მცირეთოვლიან, მკაცრ ზამთარში (ჰაერის ტემპერატურა -16° და მეტი) შეიძლება აღინიშნოს საშემოდგომო ხორბლის აღმონაცენების მოყინვა და გამყინვრება, რაც მკვეთრად ამცირებს მოსავალს [1]. ზოგიერთი რეგიონის რაიონებში ჰაერის და ნიადაგის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები საკმაოდ დაბალია (შიდა ქართლი, მცხეთა-მთიანეთი, სამცხე-ჯავახეთი, ნაწილობრივ ქვემო ქართლი და კახეთი), რაიონების მიხედვით მერყეობს -20, -25°-ის და მეტის ფარგლებში. აღნიშნული რეგიონების ხორბლის მწარმოებელ

რაიონებში დეკადური თოვლის საფარის სიმაღლე ზღვის დონიდან 900 მ სიმაღლეზე 15-20 სმ-მდეა. 900 მეტრის ზევით თოვლის საფარის სიმაღლე მნიშვნელოვნად მატულობს და საშემოდგომო ხორბლის გამოზამთრებისათვის ჰაერის ტემპერატურის -23, -26°-ის შემთხვევაში დამაკმაყოფილებელია. საშემოდგომო ხორბლის კულტურას ამა თუ იმ ფაზის განვითარებისას აგრომეტეოროლოგიური ფაქტორებისადმი სხვადასხვა მოთხოვნილება აქვს, რაც გათვალისწინებული უნდა იქნას მისი წარმოების რაიონებში. მაგალითად, საშემოდგომო ხორბლისათვის კრიტიკული პერიოდია მიღში გამოსვლის ფაზიდან ყვავილობის ფაზამდე (ეს ფაზა ძირითადად ემთხვევა აპრილ-მაისის თვეებს) და დაკავშირებულია მცენარეების ტენზე დიდი რაოდენობით მოთხოვნილებასთან, რადგან ამ პერიოდში მიმდინარეობს ყვავილების და დათავთავების ფორმირება. ოპტიმალური ტენიანობის პირობებში მცენარეები კარგად ვითარდებიან და დიდი რაოდენობით იძლევიან თავთავს და პირიქით [5]. საქართველოში საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელ რაიონებში ატმოსფერული ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა ემთხვევა მოცემული კულტურის ყვავილობის და მიღში გამოსვლის ფაზების პერიოდს (აპრილ-მაისი).

საშემოდგომო ხორბლის კარგად გამოზამთრებისა და გაზაფხულზე ვეგეტაციის განახლებისას (აპრილ-მაისი), ნორმალური და თანაბარი რაოდენობით მოსული ატმოსფერული ნალექები (170-200 მმ და მეტი), ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი (9-10 და მეტი) და მცენარეთა სიმაღლე 65-70 სმ და მეტი იძლევა მაღალი მოსავლის მიღების გარანტიას. აღნიშნული ფაქტორების მრავალწლიური მეტეოროლოგიური და აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემების ანალიზისა და დამუშავების საფუძველზე დამყარებული იქნა კორელაციური კავშირი, სადაც საერთო მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტი შეადგენს $R=0,82$. ამ კავშირიდან გამომდინარე შედგენილია საშემოდგომო ხორბლის მოსავლის განსაზღვრისათვის რეგრესიის განტოლება:

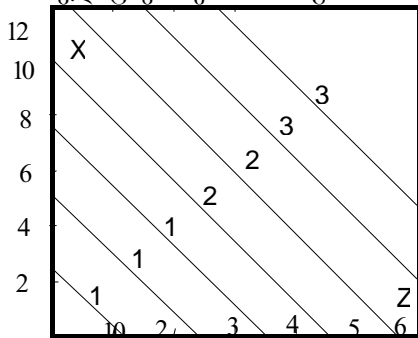
$$U=-4,0171x+0,9386y+9,1641z-85,3668 \quad (3),$$

განტოლებაში U - მოსალოდნელი მოსავალია (ც/ჰა), x - ატმოსფერული ნალექების (მმ-ში) ჯამი IV-V თვეებში, y - ≥ 5 მმ ატმოსფერული ნალექების დღეთა რიცხვი (იმავე პერიოდში), z - მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ-ში) IV-V თვეებში და გაიზომება მაისის თვის ბოლოს.

აღნიშნულ ფაქტორებზე მონაცემების აღება ემთხვევა საშემოდგომო ხორბლის მიღში გამოსვლის ფაზიდან – ყვავილობის ფაზამდე

პერიოდს. რეგრესიის განტოლების საშუალო კვადრატული ცთომილებაა $S_{\pm} = \pm 2,16$ (ც/პა).

მოცემული რეგრესიის განტოლებით ავსებთ საშემოდგომო ხორბლის მოსავლის განსაზღვრის ნომოგრამა (ნახ.1), რომელზეც გამოსახულია მხოლოდ სამი ცვლადი სიდიდის კავშირები (მოსავლის - U, ატმოსფერული ნალექების - x და მცენარეთა სიმაღლის - z) y-ის მუდმივობისას. ეს უკანასკნელი, როგორც მუდმივი, გაიანგარიშება განტოლების შესწორებით, რომელიც გათვალისწინებული უნდა იქნას მოსავლის (U) საბოლოო განსაზღვრისას. მაშასადამე, ნომოგრამა აგებულია U, x, z-ის გაანგარიშებისათვის, y-ის მუდმივობისას. საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელ რაიონებში y-ის ≥ 5 მმ ატმოსფერული ნალექების დღეთა რიცხვის არითმეტიკული საშუალო შეადგენს 10. ნომოგრამაზე დატანილია ხორბლის მოსავლის სიდიდეები (U) გრადაციებით, რომლის გაანგარიშებისათვის გამოყენებულია აგრომეტეოროლოგიაში ცნობილი მეთოდი [4], რის მიხედვითაც შედგენილია ≥ 5 მმ ატმოსფერული ნალექიან დღეთა რიცხვის შესაბამისად მოსავლის შესწორებები (ც/პა), რომელიც ერთვის ნომოგრამას.



≥ 5 მმ დღეთა რიცხვი	6	7	8	9	10
გადახრა ც/პა	-3,8	-2,8	-1,9	-0,9	0
	0,9	1,9	2,8	3,8	

ნახ.1 საშემოდგომო ხორბლის მოსავლის (ც/პა) დამოკიდებულება ატმოსფერულ ნალექებზე (მმ) და მცენარის სიმაღლეზე (სმ), IV-V თვეებში განსაზღვრული მოსავლის შესწორებები

საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელი ცალკეული რაიონებისათვის და მთლიანად საქართველოსათვის მოსავლის ასეთი გაანგარიშება მნიშვნელოვანია მარცვლეულის მწარმოებელი მეურნეობების სპეციალისტებისათვის და საგეგმო ორგანიზაციებისათვის. აქვე აღვნიშნავთ, რომ მოსავლის ზუსტი გაანგარიშების სრული გარანტია შესაძლებელია, როცა გათვალისწინებულია მოცემული კულტურის გამოზამთრების პირობები, შესაბამისი

აგროტექნიკური ღონისძიებების დროულად ჩატარება და სხვა.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე დავასკვნით, რომ საშემოდგომო ხორბლის კულტურის გამოზამთრების და მყარი მოსავლის მიღების გარანტიას წარმოადგენს, შემოდგომაზე ტემპერატურის 15° -ის ქვევით გადასვლის თარიღის დადგომიდან 10 დღის შემდეგ, ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში თესლის ჩათესვის ოპტიმალური ვადის დადგენა და დროულად ჩათესვა. აგრეთვე გაზაფხულზე (აპრილ-მაისში) ატმოსფერული ნალექების შემცირების შემთხვევაში (80-100 მმ), მოსავლის შენარჩუნებისათვის ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფა (1-2-ჯერ მორწყვა).

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Меладзе Г.Г. 1991. Экологические факторы и производство сельскохозяйственных культур. Гидрометеоиздат, Л., ст. 168
2. Справочник по климату СССР. 1967. Температура воздуха и почвы. Вып.14, Гидрометеоиздат, Л., ст.376
3. Шульгин А.М. 1954. Почвенный климат и снегосодержание. Изд.АН СССР, М.
4. Уланова Е.С. 1964. Применение математической статистики в агрометеорологии для нахождения уравнений связей. Гидрометеоиздат, Л., ст. 112
5. Церцвадзе Ш.И., Меладзе Г.Г. 1979. Прогноз среднереспубликанской урожайности озимой пшеницы. Вопросы агрометеорологии. Тр. ЗапНИГМИ, вып. 69(75), Гидрометеоиздат, Л., ст. 90-94

უაი: 630:551.58 აგრომეტეოროლოგიური ფაქტორების გავლენა საშემოდგომო ხორბლის გამოზამთრებასა და მოსავალზე/მელაძე გ., თუთარაშვილი მ., მელაძე მ./ში-ს შრომათა კრებული -2011-ტ.116.გვ.26-29-ქართ.,რუს.,ინგლ., რუს.

შედგენილია რეგრესიის განტოლება, რომლის მიხედვით განისაზღვრება (შემოდგომაზე) ტემპერატურის 15° -ის ქვევით გადასვლის თარიღის დადგომიდან 10 დღის შემდეგ, ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში თესლის ჩათესვის ოპტიმალური ვადა. მოცემულია ზამთრის პერიოდში ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში მინიმალური ტემპერატურის განსაზღვრის განტოლება ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურის და თოვლის საფარის გავლენისას. საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელი რაიონებისათვის რეკომენდებულია მოსავლის განსაზღვრის განტოლება. მოსული ატმოსფერული ნალექები (170-200 მმ და მეტი) იძლევა მყარი მოსავლის გარანტიას.

UDC 630:551.58 **Influence of agrometeorological Factors on Conditions Winterize and Yield of Winter Wheat.** Meladze G.G., Tutarashvili M.U., Meladze M.G./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.26-29-Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

It is worked out the equation of regress according to which optimum date of crop seeds on depth of 5 sm in ten days after transition of temperature below 15° is defined (Autumn). The equation definition of minimal temperature of soil on depth 5 sm at influence of absolutely minimal air temperature and snow cover during the winter period Is given. The equation definition of yield for districts productions of winter wheat is recommended. The dropped out atmospheric precipitation (170-200 mm and more) give a guarantee of a stable yield.

УДК 630:551.58 **Влияние агрометеорологических факторов на условия перезимовки и урожайности озимой пшеницы.** / Меладзе Г.Г., Тутарашвили М.У., Меладзе М.Г. / Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. – 2011, - Т.116, с.26-29-Груз., Рез. Англ., Рус. Составлено уравнение регрессии, в соответствии с которой определяется (Осенью) оптимальная дата посева семян на глубине 5 см через десять дней после перехода температуры ниже 15°. Дается в зимний период на глубине 5 см почвы уравнение определения минимальной температуры почвы при влиянии абсолютно минимальной температуры воздуха и снежного покрова. Для районов производителей озимой пшеницы рекомендуется уравнение определение урожая. Выпавшие атмосферные осадки (170-200 мм и более) дают гарантии стабильного урожая.

ზ. ხვედელიძე, თ დავითაშვილი
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 ნ. რამიშვილი
 უკ 551

ტიმპერატურისა და სინოტივის ველის ცვლილების შესწავლა შავი ზღვიდან ჰამრის ნაპაღის ტრანსფორმაციისას

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ρ - კარმანის მუდმივა; l - შერევის გზა, R - სხივურ-რადიაციული ნაკადი; C - მუდმივა.

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

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

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

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

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

$$\theta(x, z)|_{\substack{z=z_0 \\ x>0}} = \theta_0(0)$$

$$q(x, z)|_{\substack{z=z_0 \\ x>0}} = f_v \cdot q_{\max}(\theta_0)$$

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

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

3) დინამიკური პირობები კი ასე განისაზღვრება:

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

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

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

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

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

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

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

მითითებული შეზღუდვა იმის საშუალებას იძლევა, რომ (1)-(8) სისტემაში სითბოს სხივური და ფაზური ნაკადები არ მივიღოთ

მხედველობაში; ასევე, მოწესრიგებული მოძრაობის ტურბულენტური შერევა უგულებელყოთ, ტურბულენტურ გაცვლასა და ადვექციურ გადატანასთან შედარებით.

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

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

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

სასაზღვრო პირობებში:

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

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

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

აქ S არის ან Q , ან q .

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

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

ამიტომ (9) განტოლება ასე გადაიწერება:

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

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

(14) განტოლების ამოხსნა მოვნახოთ შემდეგი ფუნქციის სახით:

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

სადაც γ - ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი.

(14)-სათვის უნდა სრულდებოდეს შემდეგი სასაზღვრო პირობები:

$$1) \text{ როცა } x = 0, \Delta T = 0;$$

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

აქ T_1 არის ზღვის ზედაპირის ტემპერატურა (ითვლება მუდმივად), T_0 - კი ტემპერატურა ხმელეთზე. (15)-ის ჩასმით (14)-ში, სასა-

ზღვრო პირობების გათვალისწინებით მოგვ-
 ცემს ამოსხნას [3]:

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

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

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

ანდა:

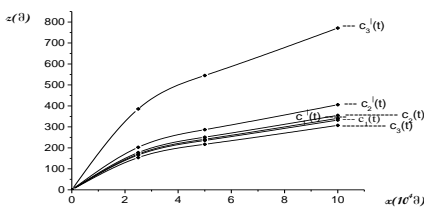
$$z^2 = \frac{4Ck}{u} x. \quad (17)$$

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

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

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

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



ნახ.1-დან გამომდინარეობს, რომ ზღვის სა-
 ნაპიროდან დაშორების ზრდით ტრანს-
 ფორმაციის პროცესი წონასწორულ მდგომარ-
 ეობაში გადადის მით უფრო სწრაფად, რაც
 დაბალია ვერტიკალური გავრცელების ზონა
 და მეტია C სიდიდე.

თუ საკვლევი რეგიონის ოროგრაფიის გა-
 ვლენას გავითვალისწინებთ, ნაკადის მიერ
 მთის გარსდენის პირობით, კერძოდ, შემოვი-
 ტანთ ახალ z_1 კოორდინატს განსაზღვრულს
 შემდეგი სახით [4,5,9]:

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

სადაც $\zeta(x, y)$ - რელიეფის ამსახველი ფუნ-
 კცია; H -სიმაღლე, სანამდეც ვრცელდება ტრა-
 ნსფორმაციის გავლენა ($H \approx 1000 \text{ მ}$). z_1 -კოორ-
 დინატზე გადასვლის შემდეგ (17)-ე დამოკი-
 დებულება მიიღებს სახეს:

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

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

მახასიათებელი პარამეტრია. მოყვანილი თეო-
 რია და შედეგები განვიხილოთ რეალურ პი-
 რობებში, კერძოდ, დასავლეთ საქართველოს
 მაგალითზე. ავარჩიოთ ზღვიდან დაშორების
 მიხედვით სამი 25, 50 და 100 კმ რადიუსის
 ზონა. ამ ზონებში მოთავსებული დაკვირვების
 პუნქტები და მეტეოროლოგიური ელემენტების
 მრავალწლიური მნიშვნელობები [8] მოყვა-
 ნილია ცხრილ 2-ში.

ცხრილი 2-ის მონაცემების საფუძველზე
 გათვლილი იქნა $C(t)$ და $C(q)$ ტრანსფორ-
 მაციის პარამეტრები და (17) და (19) ფორ-
 მულებით z და z_d -ს მნიშვნელობები. ამას-
 თანავე, გათვალისწინებული იქნა ზონალური
 ქარის u სიჩქარისა და ტურბულენტობის k
 კოეფიციენტის სამი განსხვავებული, მაგრამ
 რეგიონისათვის დამახასიათებელი მნიშვნე-
 ლობები. შესაბამისი რიცხვითი სიდიდეები
 მოცემულია ცხრილ 3-ში.

ცხრილ 3-ში სიდიდეების მიხედვით z და
 z_d -ს x -ზე დამოკიდებულების გრაფიკი, შესა-
 ბამისად $C(t)$ და $C(q)$ -ს ერთიდაიგივე მნი-
 შვნელობისათვის მოყვანილია ნახ. 1 – 2-ზე

ამ გრაფიკების ანალიზიდან (ფარდობითი
 ტენიანობის გრაფიკები ანალოგიურია, მხო-
 ლოდ იზრდება ვერტიკალის გასწვრივ) გამო-
 მდინარეობს, რომ შავი ზღვიდან დაშორების
 გაზრდით ჰაერის მასათა ტრანსფორმაციის
 დროს პროცესი სტაბილურში გადადის არა
 მარტო C -ს დიდი მნიშვნელობისათვის, როგ-
 ორც ეს თეორიულ ნაწილშია, არამედ რე-
 ლიეფის გავლენითაც; ამასთანავე, რელიეფის
 გათვალისწინება ზრდის ტრანსფორმაციის ვერ-
 ტიკალურ სიმაღლეს. ეს კი მეტად მნიშვნე-
 ლოვანია, ვინაიდან სინოპტიკური პრაქტიკ-
 იდან ცნობილია, რომ საკვლევი რეგიონზე
 ტრანსფორმაცია ვლინდება არა მარტო 850 მ-
 ზედაპირზე, არამედ 700 მ-დროსაც. ამრიგად,
 რელიეფის გავლენის გათვალისწინებამ და-
 ასაბუთა ოპერატიულ პრაქტიკაში არსებული
 შედეგები. ასეთი კვლევა პირველად არის ჩა-
 ტარებული და მიღებულ შედეგებს აქვთ დიდი
 თეორიული და პრაქტიკული ღირებულება.

ცხრილი 2

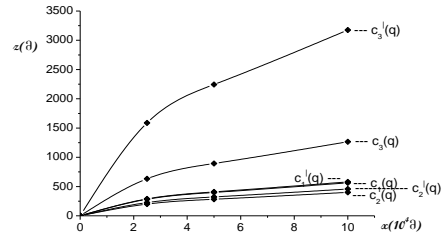
№	დაკვირვების პუნქტი	ტემპერატურა t°C		ფარდობითი ტენიანობა f %		ქარის ინქარე v მ/წმ	
		პაერის	ზღვის	პაერის	ზღვის	სა.შ.	მაქს.
1	სოხუმი	14.5	16.3	80	72	2.4	35
2	ონაშირე	14.5	16.5	82	71	2.3	34
3	გუდაუთა	14.6	16.4	75		2.0	30
4	ფოთი	14.4	16.5	78	77	4.3	38
5	ქობულეთი	13.4	16.6	81		2.6	26
6	ბათუმი	14.5	16.8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

ცხრილი 3

პარამეტრები	z						d _{საშ}
	u = 3 მ/წმ k=5 მ ² /წმ		u = 10მ/წმ k=10 მ ² /წმ		u = 15 მ/წმ k=20 მ ² /წმ		
მანძილი x (მ)	c ₁ (t) 0.166	c ₁ (q) 0.479	c ₂ (t) 0.315	c ₂ (q) 0.4	c ₃ (t) 0.177	c ₃ (q) 3	1.025
2.5×10 ⁴	166	283	178	200	154	632	
5.0×10 ⁴	235	399	251	282	217	894	
10.0×10 ⁴	333	565	355	400	307	265	
პარამეტრები	z _d						d _{საშ}
	u = 3 მ/წმ k = 5 მ ² /წმ		u = 10 /წმ k=10 მ ² /წმ		u = 15მ/წმ k = 20 მ ² /წმ		
მანძილი x (მ)	c ₁ (t) 0.166	c ₁ (q) 0.479	c ₂ (t) 0.315	c ₂ (q) 0.4	c ₃ (t) 0.177	c ₃ (q) 3	
2.5×10 ⁴	170	290	203	226	85.5	1587	
5.0×10 ⁴	241	409	287	323	545	2245	1.143
10.0×10 ⁴	341	579	406	457	71	317	2.510

ჩატარებული კვლევიდან სჩანს, რომ შავი ზღვის ზედაპირიდან გადაადგილებული ჰაერის მასა ტრანსფორმაციას ძირითადად განიცდის სანაპიროდან 50 კმ ზოლში, ზღვიდან 25 კმ-ის რადიუსიან ზონაში ჰაერის მასა ინარჩუნებს პარამეტრების მნიშვნელობებს, ხოლო 100 კმ ზონაში უკვე მთლიანად ტრანსფორმირებულია. ეს შედეგები ფიზიკურად გამართლებულია და რეალობას შეესაბამება. კერძოდ, მიღებული შედეგები თავისებურად

ადასტურებენ იმ გარემოებას, რომ დასავლეთ საქართველოში კლიმატის აცივების ტენდენციაა გლობალური დათბობის ფონზე.



ნახ. 2

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ზ.ხვედელიძე. "დინამიკური მეტეოროლოგია" თ.ს.უ. გამომცემლობა, 2002წ. გვ 525.
2. "Динамическая метеорология" под редакцией Д. Лайхтмана, л. гидрометиздат.1976г. с. 500.
3. Дж. Халтинер, Ф. Мартин."Динамическая и физическая метеорология"пер. с англис;под редакцией А. Монина, М. Издат. лит. 1960г. с. 435.
4. Z. Khvedelidze. "The Structure of Baroclinic waves with Account of the Earth's Relief"Bulletin of the Georgian Academy of sciences, 166,#1,2002. p. 71-75.
5. П. Н. Белов и др. "Численные методы прогноза погоды" Л. гидрометиздат, 1989г.с. 375.
6. Z. Khvedelidze, R. danelia. "Prognosis of Meteorological elements considering of Micro "Polygonal" Relief". Bulletin of the Georgian Academy of sciences. Tbilisi, vof# 163, #2, p. 273-276.
7. Г. Корн и Т. Корн. "Справочник по математике" Издат.-во"Наука",М.1976г.с. 778.
8. R. Chakhaia. Consideration of the Earth's Orography Influence in Prognostic Models of Meteorological Values. Bulletin of the Georgian Academy of sciences volume 172 number 1 July – August 2005, p. 80 -83
9. З. Хведелидзе, Н. Рамишвили, Т. Щаламберидзе, И Адеишвили. "Математическое моделирование микроциркуляционных процессов с учетом физико-географических Условий Закавказья". Экологические системы и приборы. М. 2006г. с. 43-48.

შპს 551 ატმოსფეროს ტემპერატურისა და სინოტივის ველის ცვლილების შესწავლა შავი ზღვიდან ჰაერის ნაკადის ტრანსფორმაციისას/ზ. ხვედელიძე. თ დავითაშვილი, ნ. რამიშვილი/. შპი-ს შრომათა კრებული -2011-ტ.116-გვ.29-33-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

დუდამიწის ერთი რეგიონის ზედაპირიდან, ფიზიკური თვისებებით განსხვავებულ, მეორე ფართზე ჰაერის მასათა ტრანსფორმაციის გამოკვლევა იყო და რჩება აქტუალურ პრობლემად. ეს განსაკუთრებით ეხება დასავლეთ საქართველოს, სადაც გლობალური დათბობის ფონზე აცივების პროცე-

სეზონური დაიკვირვება. აქედან გამომდინარე, შრომაში შესწავლილი იქნა ატმოსფეროს ტემპერატურისა და სინოტივის ველის ცვლილების ბუნება ზღვიდან ჰაერის მასის ტრანსფორმაციისას დედამიწის "საკეები" ზედაპირის მახასიათებელი პარამეტრების სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის. პირველად გათვალისწინებულ იქნა დედამიწის რელიეფის და ჰაერის ნაკადის ტრანსფორმაციის პარამეტრები და შესწავლილია მათი ცვლილება ზღვიდან დაშორების მიხედვით. აღმოჩნდა, რომ შავი ზღვიდან 25 კმ- რადიუსიან ზონაში ჰაერის მასა ინარჩუნებს ზღვის მახასიათებელ პარამეტრების მნიშვნელობებს, ხოლო ტრანსფორმაცია ხდება ძირითადად 50 კმ რადიუსიან ზონაში. შემდეგ შესამე 100 კმ-რადიუსიან ზონაში ჰაერის მასა თითქმის მთლიანად ხასიათდება რეგიონის მახასიათებელი სიდიდეებით. ასეთი დასკვნები პირველად არის მიღებული და კარგად ასახავს ოპერატიულ პრაქტიკაში დაკვირვებულ რეალურ პროცესებს.

трансформаций воздушных потоков с Черного моря на сушу, для разных параметров подстилающей поверхности. Впервые было принято во внимание параметры трансформации рельефа подстилающей поверхности и воздушных потоков и было изучено изменение трансформаций воздушных потоков при переносе от побережья Черного моря. Результаты расчетов показали, что в зоне 25 км от моря атмосферная масса сохраняет параметры воздушных масс моря и основная трансформация происходит в зоне 25-50 км от моря. В зоне 50-100 км атмосферная масса почти полностью характеризуется величинами присущей региону. Такой результат впервые был полученно теоретически и хорошо согласуется с данными имеющийся в оперативной практике.

UDC 551 Investigation Of Changeability Of Atmospheric Temperature And Humidity Fields Of Atmospheric Currents Transformed From The Black Sea./ Z. Khvedelidzr, T. Davitashvili, N. Ramishvili /. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. -2011. - т.116. – p.29-33 - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

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

УДК 551 Изучение Изменения Атмосферной Температуры и Полей Влажности при Трансформациях Воздушных Потокос с Черного моря./З.Хведелидзе, Т. Давиташвили, Н.Рамишвили /. Сб.Трудов Института Гидрометеорологии АН Грузии. -2011. – т.116. – с.298-33- Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

Исследование трансформаций воздушных потоков при переносе от поверхности одного региона земли на другую площадь, отличающей физическими свойствами, остается весьма актуальной проблемой науки. Это проблема особенно важно для Западной Грузии, где на фоне глобального потепления наблюдается процессе похолодания. Поэтому в данной работе изучается характер изменения атмосферной температуры и полей влажности при

გ. გრიგოლია, დ. კერესელიძე, ვ. ტრაპაიძე,
გ. ბრეგვაძე, ნ. ცინცაძე, ო. შველიძე
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ 551.48.215

**გლობალური დატვირთვის ფონზე მდ. ნა-
ტანების დატვირთვის ზონების ჰიდრომი-
ტეოროლოგიური პარამეტრების
სტატისტიკური შეფასება**

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის შეფასების შესაბამისად ბოლო 50 წლის მანძილზე მოხდა საშუალო გლობალური ტემპერატურის 0,7°C ზრდა, რამაც გამოიწვია ექსტრემალური ჰიდრომეტეოროლოგიური კატასტროფების გახშირება. გამოკვლევები გვიჩვენებს რომ მომავალში კვლავ ნავარაუდევია ტემპერატურის ზრდა, რაც კიდევ უფრო გააძვირებს სტიქიურ მოვლენებს.

კლიმატის ცვლილების შესაბამისად მოსალოდნელია მდინარის ჩამონადენის განსხვავებული რეაქცია, ანუ გაიზრდება კრიტიკული დონეების საზღვრები, რაც გამოიხატება წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების სიხშირის გაზრდაში თავისი უარყოფითი შედეგებით.

კლიმატის ცვლილების მიმართ ერთ-ერთ ყველაზე მოწვევად სისტემას საქართველოში წარმოადგენს შავი ზღვის სანაპირო ზონა, რომელიც ორმაგ ზეწოლას განიცდის, როგორც გაზრდილი მდინარეული ჩამონადენის და მასთან დაკავშირებული წყალმოვარდნების მხრიდან, ასევე ზღვის დონის აწევის გამო მის მიერ ხმელეთის მოტაცების შედეგად. ყოველივე ეს იწვევს სანაპირო ზოლის წარცხვად-დატვირთვას და საფრთხეს უქმნის მოქმედ ინფრასტრუქტურას და დაგეგმილი მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ობიექტების ფუნქციონირებას.

შავი ზღვის დონეზე დაკვირვებათა მიხედვით წყლის დონის პერმანენტული აწევა დაიწყო 1923-25 წლებიდან და მიმდინარეობს 2,5 მმ/წ სიჩქარით, დონის აბსოლუტურმა ნაზრდმა 1998 წლისათვის 18 სმ-ს მიაღწია, ხოლო შეფარდებითმა (ზღვის ზედაპირის აწევას სანაპიროს მიმართ) ზოგან 50 სმ-ს გადააჭარბა.

ყველაზე სწრაფად ეშვება 4,0-5,6 მმ/წ სიჩქარით ფოთი-სუფსის სანაპირო, საქართველოს სანაპირო ზონის ცენტრალური მონაკვეთის მდ. ნატანების შესართავის რაიონი-ურეკის უბანის ევსტაზია ნაპირის მიმართ კლიმატის ცვლილების ფონზე 1925-1996 წწ. 24 სმ-ია, ხოლო ჩარეცხილი ნაწილის ფართობი (ბრუნის კანონით) 1995 წელს 0,48 კმ²-ია, რომელმაც ევსტაზიური პროცესების გამო უკვე დაკარგა 0,6 კმ² ფართობის სანაპირო ზოლი. მომავალში ეს დანაკარგი 1,0 კმ²-მდე გაიზრდება, ასევე გაიზრდება მდინარის შეტვირთვის სიგრძე და იმდენად შემცირდება

სხვაობა მდინარის დონესა და მის ნაპირს შორის, რომ P<3-5% უზრუნველყოფის წყალმოვარდნების დროს მდინარე გადმოლახავს ნაპირს და დატვირთავს საკმაოდ დიდ ფართობებს.

შავი ზღვისპირა რეგიონისათვის მეტად მნიშვნელოვანია სანაპირო ზოლის დაცვა წარცხვისაგან და დატვირთვისაგან, მათგან მიყენებული ზარალის რისკის შემცირება, რისთვისაც საჭიროა აუზის მდინარეების მაქსიმალური ხარჯების და მისი განმაპირობებელი მეტეოლოგიური ურთიერთკავშირის დადაგვნა. მდინარე ნატანებსა და ურეკს შორის ზღვისპირა მონაკვეთი, ინტენსიურად დასახლებულია, აქ განლაგებულია მნიშვნელოვანი ობიექტები, აქვეა უნიკალური რეკრეაციული ობიექტების მქონე მაგნეტიტური პლაჟი, ამიტომ მისი ჰიდროლოგიური რეჟიმისა და სტიქიური მოვლენების შესწავლა ერთ-ერთი აქტუალური საკითხია.

მდინარის ქვედა წელში ზღვის შესართავამდე ვრცელდება კოლხეთის დაცული ტერიტორია, ამიტომ მის კონტექსტში მნიშვნელოვანია ნატანების ჰიდროლოგიური რეჟიმის კვლევა. ამ რეგიონისათვის დაკვირვების მონაცემები ჰიდრომეტეოროლოგიურ პარამეტრებზე 1990 წლიდან შეზღუდულია, აქვე უნდა ავლნიშნოთ, რომ მდ.ნატანებს უერთდება მდ. ჩოლოქი შესართავიდან 0,6 კმ-ზე, ხოლო ჩოლოქს კი ნატანების შესართავიდან 1 კმ-ზე უერთდება მდ.ონხამური, რაც თავის მხრივ ზრდის დატვირთვის რისკს.

თუ ამას დაუმატებთ ტექტონიკური პროცესებით გამოწვეულ კოლხეთის დაბლობის ტერიტორიის თანდათან დაშვებას და შავი ზღვის დონის აწევას, რის შედეგაც მცირდება სხვაობა მდინარის ნაპირისა და ზღვის სანაპირო ხაზს შორის, დატვირთვის რისკი იზრდება.

აქედან გამომდინარე მდინარე ნატანების აუზი დატვირთვის რისკების დასადგენად წარმოადგენს საინტერესო საკვლევ ობიექტს, განსაკუთრებით მისი ქვედა წელი. იგი ხასიათდება ძლიერი და ინტენსიური წყალმოვარდნებით მთელი წლის განმავლობაში, გარდა ამისა ზღვის დონის დროს ხდება მდინარის შესართავში შეტვირთვა, რის გამოც ხშირია დიდი ფართობების დატვირთვა და ზარალი.

მდინარე ნატანები სათავეს იღებს აჭარა-იმერეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე 2560მ. სიმაღლეზე და ჩაედინება შავ ზღვაში სოფ. შეკვეთილთან. მდინარის სიგრძე 60 კმ-ია, საშუალო დახრილობა 43⁰/100, წყალშემკრები აუზის ფართობი 657 კმ², აუზის საშუალო სიმაღლე 830 მ. აუზში, განსაკუთრებით მარცხენა სანაპიროზე და ზემო წელში, კარგადაა განვითარებული მდინარის ჰიდროგრაფიული ქსელი რომლის საშუალო სიხშირე

1.60კმ/კმ²-ია, მდ. ნატანების აუზში 727 მდინარეა. საერთო სიგრძე 1052კმ. ძირითადი შენაკადებია: მდ. ბუჟუა (32კმ), მდ. სკურდუბი (13კმ), მდ. ორაპო (11კმ) და მდ. ჩოლოქი (24კმ). მდინარის დონეების რეჟიმი ძირითადად ხასიათდება მძლავრი და ინტენსიური წყალდიდობებით მთელი წლის განმავლობაში. შემოდგომაზე (IX-XI) აღინიშნება 4-დან 14-მდე წყალდიდობა. მისი სიმაღლე წყალმოვარდნამდე არსებულ დონესთან შედარებით შეადგენს 0.8-0.9მ, მაქსიმალური კი 2.9მ-ს. ზამთარში (XII-II) წყალდიდობები მერყეობს 1-დან 3-მდე. გაზაფხულზე და ზაფხულში წყალდიდობები იშვიათია (2-10), მაგრამ ამ პერიოდში ისინი გამოირჩევიან დიდი სიძლიერით, განსაკუთრებით ზაფხულში და 5-6 მ სიმაღლეს აღწევენ (27/VIII, 1941წ.) სოფ. ნატანებთან. ზაფხულში (VII, VIII) აღინიშნება დაბალი დონეები.

მდინარის ჩამონადენი ფორმირდება წვიმის (58.9%), თოვლისა (17.3%) და მიწისქვეშა წყლებით (23.8%). გაზაფხულზე ჩამოედინება წლიური ჩამონადენის (III-V) 31%, ზაფხულში (VI-VIII) 20%, შემოდგომაზე (IX-XI) 25%, ზამთარში (XII-II) 24%.

მდინარის ხარჯებსა და ნალექებს შორის კორელაციური კავშირების დასადგენად, შევარჩიეთ ბახმაროსა და ანასუელის მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები. მათ საკმარისად მჭიდრო კორელაციური კავშირები აქვთ და კარგად ახასიათებენ მდ. ნატანების ჩამონადენს (იხ. ცხ. 1).

ცხრილი 1

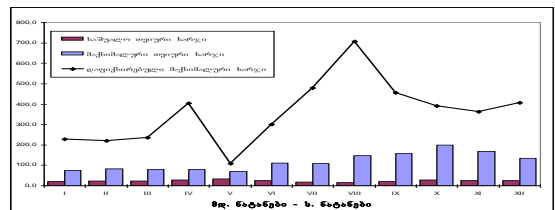
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშ.
Q_{საშ.} - X_{ანასუელი}												
0,69	0,66	0,48	0,27	-0,19	0,54	0,67	0,64	0,80	0,92	0,86	0,79	0,67
Q_{საშ.} - X_{ბახმარო}												
0,65	0,40	0,43	0,28	-0,16	0,38	0,41	0,69	0,74	0,75	0,78	0,79	0,56
Q_{ავე} - Q_{მაქ.}												
0,58	0,72	0,63	0,50	0,51	0,53	0,60	0,62	0,72	0,76	0,80	0,69	-0,12
Q_{მაქ.} - X_{ანასუელი}												
0,44	0,49	0,63	0,76	0,30	0,70	0,54	0,66	0,73	0,75	0,81	0,06	0,1
Q_{მაქ.} - X_{ბახმარო}												
0,31	0,38	0,43	0,61	0,00	0,54	0,33	0,76	0,57	0,52	0,60	0,43	0,01

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მაისის თვეში კორელაციის კოეფიციენტი აღმოჩნდა უარყოფითი (-0.19; -0.16) ორივე მეტეოროლოგიური

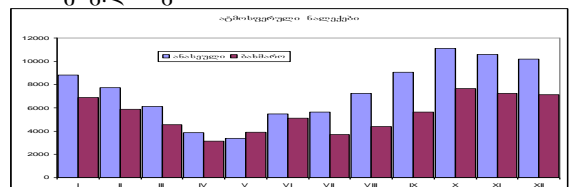
სადგურისათვის (ბახმარო, ანასუელი). ეს აიხსნება იმით, რომ აპრილ-მაისის თვეებში მდ. ნატანები ძირითადად თოვლის წყლებით საზრდოობს, ამიტომ წვიმის წყლების გავლენა ჩამონადენზე გაცილებით მცირეა. ყველაზე დიდი კორელაციური კავშირები (0.69-0.92) დაფიქსირებულია VIII-XII თვეებში, როდესაც მდინარის ჩამონადენის საზრდოობაში ძირითადად წვიმის წყლები მონაწილეობს.

აგებულ იქნა ტრენდები, ისინი ფაქტიურად უმნიშვნელოა, გარდა ბახმაროსი, რომელსაც უარყოფითი ტრენდი ახასიათებს ($r = -0.4$) (იხ. ცხ. 2).

ნახ. 1-ზე მოცემულია მდ. ნატანების (ს. ნატანებთან) საშუალო თვიური, თვიური მაქსიმალური და დაფიქსირებული მაქსიმალური ხარჯების მნიშვნელობები თვეების მიხედვით. როგორც ნახაზიდან ჩანს საშუალო თვიური ხარჯების მაქსიმალური მნიშვნელობები დაფიქსირებულია აპრილ-მაისში (29.4; 34.5), ხოლო მინიმალური (17.9; 16.7) ზაფხულის თვეებში იენის-ივლისში. მაქსიმალური თვიური ხარჯები ოქტომბერ-ნოემბერში, ხოლო დაფიქსირებული მაქსიმალური ივლისის თვეში. თუ ამ ნახაზს შევადარებთ მოსული ატმოსფერული ნალექების ჰისტოგრამას (იხ. ნახ. 2), აღმოჩნდება რომ ნალექების მაქსიმუმი ემთხვევა დაფიქსირებული მაქსიმალური ხარჯის მნიშვნელობას. აქედან გამომდინარე შევიძლია ვთქვათ, რომ მდ. ნატანები წარმოადგენს ტიპურ შავიზღვისპირა ტიპის მდინარეს, რომელიც მთელი წლის განმავლობაში ძირითადად საზრდოობს მოსული წვიმის წყლებით და ნაწილობრივ თოვლის ნაღობი წყლებით გაზაფხულის პერიოდში.



ნახ. 1. მდ. ნატანების (ს. ნატანებთან) საშუალო თვიური, თვიური მაქსიმალური და დაფიქსირებული მაქსიმალური ხარჯების მნიშვნელობები



ნახ. 2. ატმოსფერული ნალექების ჰისტოგრამა

ცხრილი 2

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშ.
მდ. ნატანები - Q _{მაშ.}												
0,05	-0,01	-0,15	0,05	-0,23	-0,01	0,29	0,24	0,01	-0,19	-0,03	0,12	-0,02
მდ. ნატანები - Q _{მაქ.}												
-0,04	-0,10	-0,17	0,24	-0,02	0,19	0,03	0,15	0,10	-0,19	0,10	0,18	0,16
ს. ანასეული - X												
-0,12	-0,16	-0,32	0,21	0,05	0,20	-0,12	-0,05	-0,06	-0,25	0,03	0,20	-0,14
ს. ბახმარო - X												
-0,19	-0,38	-0,53	0,18	-0,10	0,00	-0,26	-0,01	-0,09	-0,22	-0,06	0,09	-0,39

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Мирцхулава Ц. Е. Опасности и риски на некоторых водных и других системах. Тб., Мещниереба, 2003, ст. 535.
2. Тихонов В. И. Выбросы случайных процессов. М., Наука, 1970, ст. 468.
3. LaRRy W. Mays. Water Resources Engineering, John Wiley & Sons, Inc, 2005

უაკ. 551.48.215 გლობალური დათბობის ფონზე მდ. ნატანების დატბორვის ზონების ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების სტატისტიკური შეფასება/გ. გრიგოლია, დ. კერესელიძე, ვ. ტრაპაიძე, ნ. ტსინცაძე, ო. შველიძე, ნ. ცინცაძე, ო. შველიძე, კ. შველიძე, კ. შველიძე. შრომათა კრებული. -2011, –ტ. 116. გვ.34-36 ქართ.; რუს. ქართ., ინგლ., რუს. გაანალიზებულია მდ. ნატანების დატბორვის ზონების ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების სტატისტიკური შეფასებები.

UDC 551.48.215 Statistical evaluation of hydro meteorological parameters of flooding zones of riv. Natanebi on the background of global warming /G. Grigolia, D. Kerese lidze, V. trapaidze, G. Bregvadze, N. Tsintsadze, O. Shvelidze./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology.-2008.-ტ.115.- p.34-36-Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Statistical evaluations of hydro meteorological parameters of flooding zones of riv. Natanebi are analyzed.

УДК 551.48.215 Статистическая оценка гидрометеорологических параметров затопления зон р.Натанеби на фоне глобального изменения климата /Г.А. Григолия, Д.Н. Кереселидзе, В.Д. Трапаидзе, Г.И. Брегвадзе, Н.Т.Цинцадзе, О.А. Швелидзе ./Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии.-2011.-т.116.- с.34-36- Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Проанализирован статистические оценки гидрометеорологических параметров затопления зон р.Натанеби.

ქ. მამასახლისი
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 გ. დონნაძე, ჯ. ფანჭულიძე
 (სსაუ)
 უაკ 556.048

მდინარის დატბორვის ზონაში მიმდინარე ეროზიული პროცესების პროგნოზი

იმ სტიქიურ მოვლენებს შორის, რომლებიც ძალზე დიდ ზიანს აყენებს კაცობრიობას, ერთ-ერთი პირველი ადგილი უჭირავს წყალდიდობებს და წყალმოვარდნებს, თითქმის ყველა მდინარე ხშირად გადმოდის ნაპირებიდან და იტბორება მიმდებარე ტერიტორიების მნიშვნელოვანი ფართობები, რომლის დროსაც სერიოზული ზიანი ადგება დასახლებულ პუნქტებს, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს, მრეწველობას, ტრანსპორტს, ხშირია ადამიანთა მსხვერპლიც.

ისტორიული წყაროებიდან ნათელი ხდება, რომ ეს მოვლენები ოდითგანვე საფრთხეს უქმნიდა მოსახლეობას და კაცობრიობაც იძულებულია სხვადასხვა მეთოდებითა და ხერხებით წინ აღუდგეს მოსალოდნელ ზარალს.

წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების შედეგად მოსალოდნელი კატასტროფების თავიდან აცილებისათვის აუცილებელი პირობაა ამ მოვლენებისა და მისი თანმხლები პროცესების წინასწარი განსაზღვრა-პროგნოზირება.

აღნიშნული მოვლენებისა და პროცესების პროგნოზირების საკითხი დაკავშირებულია მათი განმაპირობებელი ძირითადი ფაქტორების წინასწარ განსაზღვრასთან. ასეთი ფაქტორებია: მდინარის მაქსიმალური ხარჯები, ნაპირსამაგრი ნაგებობების საიმედოობა და შესაძლო დატბორვის ზონა.

მდინარის მოსალოდნელი მაქსიმალური ხარჯების დადგენა უნდა მოხდეს ისტორიულ ფაქტებზე და დაკვირვების მასალებზე დაყრდნობით. დაკვირვების მასალების სიმცირის შემთხვევაში მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ფართოდ აპრობირებული მეთოდი, რომელიც მინიმალური მონაცემების საფუძველზე იძლევა მაქსიმალური ინფორმაციის მიღების საშუალებას. ასეთი მეთოდია ცნობილი მონტე-კარლოს მეთოდი, რომლის ჰიდროლოგიაში პრაქტიკულად გამოყენებას საქართველოში დასაბამი მიეცა აკად. გ. სვანიძის ნაშრომების საფუძველზე [6].

მდინარის მოსალოდნელი მაქსიმალური ხარჯის განსაზღვრის შედეგად უნდა დადგინდეს ნაპირსამაგრი ნაგებობების საიმედოობა მდინარის მთელ სიგრძეზე და დაფიქსირდეს შედარებით ნაკლებსაიმედო კვეთები წყლის ამ ხარჯების გასატარებლად. აგრეთვე ის ადგილები, სადაც ნაპირსამაგრი ნაგებობები არ არსებობს და არსებულ პირობებში მოსალოდნელია წყლის გამოდინება კალაპოტიდან.

მდინარის კალაპოტიდან გადმოდენილი წყლის დატბორვის ზონის განსაზღვრისათვის, გარდა წყლის მოცულობისა, რომლის მიახლოებით მნიშვნელობა შეიძლება დადგინდეს მდინარის მაქსიმალური ხარჯებისა და წყალმოვარდნების ხანგრძლივობის მიხედვით, აუცილებელია ვიცოდეთ მდინარის კალაპოტთან მიმდებარე ფართობების რელიეფი.

თანამედროვე ეტაპზე, რელიეფის წარმოსახვის ტრადიციული მეთოდების გეოდეზიური და ფოტოგრამეტრიული გაზომვების, აეროკოსმოსური ფოტოსურათების დეშიფრირების ავტომატიზებამ წაშალა ზღვარი ტოპოგრაფიულ, გეოდეზურ და კარტოგრაფიულ სამუშაოთა შორის და ისინი გააერთიანა ერთ დასრულებულ კომპლექსში, რის საფუძველზეც შეიქმნა გეოსაინფორმაციო სისტემები (გსს).

გეოსაინფორმაციო სისტემები საშუალებას იძლევა ავტომატიზებულად განვახორციელოთ ყოველგვარი ინფორმაციებისა და დაკვირვების მონაცემების შეგროვება, შენახვა, დამუშავება, ანალიზი და გამოსახვა. მთელ რიგ განვითარებულ ქვეყნებში ეს სისტემები აყვანილია სახელმწიფო დონეზე და გამოიყენება მრავალ სფეროში [1].

გსს-ების გამოყენებით შესაძლებელია ნებისმიერი სხვადასხვა შინაარსისა და ფორმის მონაცემების ოპტიმალური სახით დაჯგუფება, ერთმანეთისაგან განსხვავებული ციფრული ინფორმაციის დაკავშირება აუცილებელ საცნობარო მონაცემებთან, ჩვენთვის საინტერესო ობიექტისათვის მასში ჩატვირთული ყოველგვარი ინფორმაციის (ტექსტები, ცხრილები, გრაფიკები, სქემები, ფოტოები და სხვ.) მოძებნა და მათი გამოკვლევა სასურველი მიმართულებითა და კომბინაციით.

გეოსაინფორმაციო სისტემებში ტრადიციული რუკების (ტოპორუკების) ნაცვლად გამოიყენება ელექტრონული რუკები (ციფრული რუკების გამოსახულება მონიტორის ეკრანზე), რომელთა თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ სათანადო შეკითხვის საფუძველზე შეიძლება განისაზღვროს ადგილმდებარეობის ნებისმიერი ელემენტის ჩვენთვის საჭირო მახასიათებლები.

გსს-ების გამოყენებამ დასაბამი მისცა ტრადიციული მეთოდებისათვის მიუწვდომელი ამოცანების ეფექტურად გადაწყვეტას. კერძოდ, გარდა იმისა, რომ ოპერატიულად მიიღება ტერიტორიების რელიეფის ციფრობრივი სამგანზომილებიანი მოდელი, წარმატებით შეიძლება ვაწარმოოთ გეოგრაფიულ გარემოში მიმდინარე ყოველგვარი დინამიკური პროცესების შესწავლა-პროგნოზირება.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების, მდინარის კალაპოტის მიმდებარე ფართობების დატბორვის

ზონის და მასში მიმდინარე ეროზიული პროცესების პროგნოზირებაში გსს-ების გამოყენებას ალტერნატივა არ გააჩნია.

მდინარის კალაპოტიდან გადმოდენილი წყლის ხარჯებისა და მიმდებარე ტერიტორიების რელიეფის მიხედვით შესაძლებელია დადგინდეს წყლის დინების მიმართულება და სიჩქარეები დატბორვის ზონაში. სადაც შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ნიადაგის როგორც გარეცხვის, ასევე დაღეჟვის პროცესებს. იქ, სადაც წყლის ნაკადის სიჩქარე ნაკლები იქნება ქვეფენილი ნიადაგის გამრეცხ სიჩქარეზე, ადგილი ექნება ნატანი მასალის აკუმულაციას.

დატბორვის ზონაში გრუნტების გარეცხვის სიღრმე შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით [5].

$$h_1 = A_0^1 \int (V_{\Delta_{გაქ}} / V_{\Delta_{დას}} - 1) d\tau \quad (1)$$

სადაც $A = 10^{-7} 64 \omega d$; ω – პულსაციური სიჩქარეების საშუალო სიხშირე; d – გრუნტის მოწყვეტილი ნაწილაკების საშუალო დიამეტრი მ; $V_{\Delta_{გაქ}}$ – წყლის ნაკადის ფსკერული სიჩქარე მ/წ; $V_{\Delta_{დას}}$ – დასაშვები (არაგამრეცხი) სიჩქარე მოცემული გრუნტისათვის მ/წ.

გ. გონჩაროვის მიხედვით წყლის ნაკადის ფსკერული სიჩქარე ტოლია [2]:

$$V_{\Delta_{გაქ}} = V(\Delta / H)^{1/6} \quad (2)$$

$$\Delta^{1/6} = 22,2n \quad (3)$$

სადაც n არის გრუნტის ჰიდრაულიკური სიმქისე; Δ – სიმქისის შვერილობის სიმაღლე მ; V – წყლის ნაკადის საშუალო სიჩქარე მ/წმ; V – წყლის ნაკადის სიღრმე მ.

დასაშვები (არაგამრეცხი) სიჩქარე მოცემული გრუნტისათვის იანგარიშება ფორმულით (4):

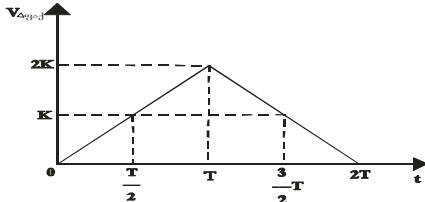
$$V_{\Delta_{დ}} = 1,25 \sqrt{\frac{2gm}{2,6\gamma_0 \Pi_0} [(\gamma_{ნავ} - \gamma_0)d + 1,25K_0 C_{gr}]} \quad (4)$$

სადაც g არის სიმძიმის აჩქარება მ/წმ²; m – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ცალკეული ფაქტორების გავლენას გრუნტის გარეცხვაზე (ასეთი ფაქტორებია: გრუნტის საწყისი სინოტივე, წყლის ნაკადში ფსკერული და ატივინარებული ნატანების არსებობა და სხვა); Π_0 – გადატვირთვის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ნაკადის გამრეცხი შესაძლებლობების ცვლილებას სიჩქარეების პულსაციური ხასიათის გავლენით; $V_{ნაწ}$, V_0 – შესაბამისად გრუნტის ნაწილაკების და წყლის სხვედრითი წონა გ/მ³; KK_0 – ბმული გრუნტების ერთგვაროვანი კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს გრუნტის შეჭიდულობის მანველებლების სააღბათო გადახრას, მათი საშუალო მნიშვნელობიდან; $C_{გრ}$ – ბმული გრუნტის სიმტკიცე გახლეჩვაზე, რომელიც

ინგარიშება ფორმულით $C_{გრ}=0,035C$, სადაც C არის წყლით გაჯერებული გრუნტის ზედაპირული ფენის შეჭიდულობა ტ/მ².

დაეშვათ, რომ კონკრეტულ შემთხვევაში წყლის ნაკადის ფაქტობრივი ფსკერული სიჩქარე დროში სინუსოიდური ფორმით იცვლება (ნახ. 1), რომელიც გამოიხატება ფორმულით [3].

$$V_{\Delta\text{ფაქ}} = \sqrt{K \left(1 + \cos \frac{t-T}{t} \Pi \right)} \quad (5)$$



ნახ. 1. ფსკერული სიჩქარის ცვლილება დროში.

მე-5 დამოკიდებულების 1-ში ჩასმით და მისი ინტეგრირებით ვღებულობთ

$$h_t = 2AKT/V_{\Delta\text{ფაქ}} - 2AT \quad (6)$$

ზოგად შემთხვევაში დრო, რომლის განმავლობაში ფსკერული სიჩქარე იცვლება, შეიძლება დაიყოს ცალკეულ მონაკვეთებად და ამ პერიოდებში მისი (ფსკერული სიჩქარის) მნიშვნელობა ჩაითვალოს მუდმივ სიდიდედ.

დატბორვის ზონის დადგენა და მასში მიმდინარე ეროზიული პროცესების პროგნოზირება უნდა მოხდეს მდინარის კალაპოტის მთელ სიგრძეზე არსებული მიმდებარე ფართობებისათვის და შეფასდეს, სად უფრო მეტ საშიშროებას წარმოადგენს, პირველ რიგში, დატბორვა და შემდეგ კი ეროზიული პროცესები, რაც საშუალებას მოგვცემს რაციონალურად დაიგეგმოს წყალდიდობების, წყალმოვარდნების და მათი თანმხლები ნეგატიური მოვლენების განვითარების საწინააღმდეგო ღონისძიებები.

ლიტერატურა-REFERENCES -ЛИТЕРАТУРА

1. Алчинов А.И., Фтлатов И.Д. Перспективы использования геоинформационных систем в работе штабов и войск ж-л военная мысль, №5, 1997, ст. 49-53;
2. Гончаров В.Н. Динамика русловых потоков, гидрометеиздат, Л. 1962, ст. 364;
3. Дохнадзе Г.П. К вопросу прогноза продольного профиля оврагов, эрозионные и селевые процессы и борьба с ними, сб. научных трудов, вып. 2, М., 1973, ст. 51-56;
4. Мирцхулава Ц.Е. Указания по определению допускаемых (неразмывающих) скоростей водного потока для различных гру-

нтов и облицовок, ВСН-2-63, Госземводхоз СССР, М., 1095, ст. 34;

5. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчёта и прогноза водной эрозии, М. 1970, ст. 229;
6. Сванидзе Г.Г. Основы расчёта регулирования речного стока методом Монте-Карло, изд. «Мецниереба», Тбилиси, 1964;
7. Руководство проектированию польдерных систем, ВТР-П-19-79, 1980.

უკ. 556.048 მდინარის დატბორვის ზონაში მიმდინარე ეროზიული პროცესების პროგნოზი/ ჟ. მამასახლისი, გ. დოხნაძე, ჯ. ფანჩულიძე/ჰმი-ს შრომათა კრებული. -2011, - ტ. 116. გვ.36-38-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ჩატარებული თეორიული და ლაბორატორიული კვლევების შედეგად მიღებული გრუნტის გარეცხვის დამოკიდებულებების გამოყენებით, მოცემულია მდინარის დატბორვის ზონაში მიმდინარე ეროზიული პროცესების წინასწარი განსაზღვრის პრინციპები, რაც საშუალებას მოგვცემს, რაციონალურად დაიგეგმოს წყალდიდობების, წყალმოვარდნების და მათი თანმხლები ნეგატიური მოვლენების განვითარების საწინააღმდეგო ღონისძიებები.

UDC 556.048 Forecast of Erosive Processes of a Flooded Zone of a River./D. Mamasakhlishi, G. Dokhnadze, J. Panchulidze/. Transactions of the Georgian Institute of Hydro-meteorology. -2008. - т.115. - p.36-38-Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The report indicates the issues of forecasting the erosion process in flooded zone when freshets impact on the lakes.

The essential facts are defined, such are lakes maximum outlays reliability of costal fortification in the flooded zone.

The profitability of using of geoinformation system is envisaged for solving the existing tasks.

Forecasting the flooded zone and leaking into it the erosion processes at the whole length of the rivers allows the relevant planning for the actions the floods and against the erosion.

УДК556.048 Прогнозирование эрозионных процессов в зоне затопления реки./Мамасакхлиси Ж., Дохнадзе Г., Панчулидзе Д/. Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии.-2011.-т.116.-с.36-38-Груз.;Рез.Груз., Англ., Рус./

В статье приводятся вопросы прогнозирования эрозионных процессов в зоне затопления при паводковых явлениях на реках. Рассматриваются основные определяющие факторы, какими являются максимальные расходы рек, надёжность берегоукрепительных сооружений и зона затопления.

Показана перспективность использования геоинформационных систем для решения поставленных задач.

Приведены формулы позволяющие определению размывов почвогрунтов в зависимости от факторов обуславливающих процессы эрозии. Дается зависимость для расчёта глубины разлива грунтов, при заданной синусоидальной форме изменения фактических данных скоростей водного потока по времени.

Прогнозирование зоны затопления и протекающих в нём эрозионных процессов по всей длине реки позволит рационально запланировать противопаводковые и противоэрозионные мероприятия.

ბასილაშვილი ც.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უაკ 556.16

საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენი

დღეს, როცა ქვეყნის ეკონომიკური მდგომარეობის გამო აღარ ხდება მდინარეთა ჩამონადენის სრულყოფილი აღრიცხვა და დაკვირვების მასალების გამოქვეყნება, აუცილებელია მისი ნორმების დაზუსტება არსებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე, განსაკუთრებით წყალდიდობის პერიოდისათვის, რომლის დროსაც ხშირად ხდება გარემოს, მოსახლეობისა და მეურნეობის დაზარალება.

წყალდიდობა საქართველოს მდინარეთა წყლიანობის მთავარი მახასიათებელია, ამიტომ სწორედ მისი ხასიათის მიხედვით მოხდა მდინარეთა დარაიონება [5], სადაც ვრცლად არის აღწერილი მათი რეჟიმები. ის მოკლედ შეიძლება ასე ჩამოყალიბდეს: I ზონა - მდინარეები ზაფხულის წყალდიდობით (მულხრა, მესტიაჭალა, დოღრა, ნაკრა, გვანდრა და საკენი). მათი ჰიდროგრაფები ხასიათდება ერთი მაქსიმუმით ზაფხულში (ივლისი-აგვისტო) და ერთი მინიმუმით ზამთარში (თებერვალი). წლიური ჩამონადენის ნორმა 65-105 ლ/წმ. კმ² ფარგლებში მერყეობს, რომლის 80-85% ზაფხულის წყალდიდობაზე მოდის;

II ზონა - მდინარეები გაზაფხულ-ზაფხულის წყალდიდობით, რომლებიც კავკასიონის სამხრეთის ფერდობებზე იწყებიან და სათავეებში ხასიათდებიან ხანგრძლივი წყალდიდობებით მარტი-აპრილიდან აგვისტოს ბოლომდე, როცა გაედინება წლიური ჩამონადენის 60-70% დასავლეთ საქართველოში და 25-40% აღმოსავლეთ საქართველოში. ჩამონადენის ნორმა დასავლეთში 40-88 ლ/წმ.კმ², ხოლო აღმოსავლეთში 16-40 ლ/წმ.კმ²;

III ზონა - მდინარეები გაზაფხულ-ზაფხულის წყალდიდობით და წვიმის წყალმოვარდნებით წლის ყველა დროს (ბზიფის, კოდორის, ენგურის, ცხენისწყლისა და რიონის შუა წელში), სადაც წყალდიდობის დროს (მარტი-ივლისი) გაედინება 40-62% წლიური ჩამონადენისა, რომლის ნორმა დასავლეთის მდინარეთათვის (გუმისთა, ხობი) 40-65 ლ/წმ. კმ², ხოლო აღმოსავლეთში ის 30-35 ლ/წმ.კმ² -ს შეადგენს;

IV ზონა - მდინარეები გაზაფხულის წყალდიდობით და ზაფხულ-შემოდგომის წყალმოვარდნებით (ყვირილა, ძირულა, ჩხერი-მელა, ხანისწყალი და სხვა), რომლებშიც წყალდიდობის (თებერვალ-ივნისის) დროს გაედინება 60-70% წლიური ჩამონადენისა, რაც 22-32 ლ/წმ. კმ²-ს შეადგენს, ხოლო კარსტულ მდინარეებზე (ტყიბულა, ქვერუნა, სკიფი, შაბათაღელე, წყალწითელა) ის 26-62 ლ/წმ. კმ²-ია;

V ზონა - მდინარეები წყალმოვარდნების რეჟიმით შავიზღვისპირა ზოლში, სადაც წლის ყველა დროს წყალმოვარდნების აწვევა-დაწვევის ინტენსივობა შეადგენს 180-200 სმ/დღე-ღამეში. წლიური ჩამონადენის ნორმა აუზების სიმაღლის მიხედვით იცვლება 38-დან 85 ლ/წმ. კმ²-მდე;

VI ზონა - მდინარეები გაზაფხულის წყალდიდობით და შემოდგომის წყალმოვარდნებით (აჭარისწყალი, ქობლიანი, ძამა, ატენი, თეძამი, ალგეთი, ხრამი). წყალდიდობის (მარტი-ივნისი) ოდენობა მერყეობს 40-დან 75%-მდე წლიური ჩამონადენიდან, რომელიც 4-16 ლ/წმ. კმ²-ს შეადგენს;

VII ზონა - მდინარეები გაზაფხულის წყალდიდობით (აპრილი-ივლისი) ჯავახეთის მთიანეთში, როცა გაედინება 50-70% წლიური ჩამონადენისა, რომელიც აქ 4-11 ლ/წმ. კმ²-ია.

სადღეისოდ, ჩვენს მიერ, 1991 წლამდე არსებული დაკვირვების მასალებით (50-60 წლიანი პერიოდისათვის) საქართველოს ყველა მნიშვნელოვანი ჰიდროკვებებისათვის, დაზუსტებულია როგორც წლიური, ისე წყალდიდობის პერიოდის საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები და მათი წილი (%) წლიურ ჩამონადენში (ცხრ. 1).

1936-1975 წლების მონაცემების საფუძველზე [4] წყალდიდობა იწყება: მდ. ენგურზე-ხაიშთან ($\bar{H}=2320$ მ) მარტში (70%), ძირითადად III დეკადაში (45%); მდ. რიონზე - ალაზნისთან ($\bar{H}=1810$ მ) მარტის სამივე დეკადაში ერთნაირად არის მოსალოდნელი; მდ. ყვირილაზე ქ.ხესტაფონთან ($\bar{H}=960$ მ) თებერვალში (49%) ან მარტში (46%); მდ. მტკვარზე ქ. თბილისთან წყალდიდობა იწყება მარტში (69%), ძირითადად I დეკადაში - 41%; მდ. ალაზანზე - სოფელ შაქრიანთან ($\bar{H}=1260$ მ) მარტის (82%) I დეკადაზე მოდის წყალდიდობის დაწყების 34%.

მთავარ მდინარეთა ჰიდროკვებებისათვის 1957-1980 წლების ჰიდროგრაფებისა და შესაბამისად მეტეოფაქტორების კომპლექსური გრაფიკების მიხედვით განსაზღვრული წყალდიდობის საშუალო მნიშვნელობები, მისი დაწყებისა და დამთავრების თარიღები და ხანგრძლივობა მოცემულია ცხრ. 2. მისი ანალიზიდან ჩანს, რომ მდ. ენგურის ზემო წელში და მდ. ზესხოზე წყალდიდობა მიმდინარეობს მარტიდან აგვისტომდე და აქ მისი წილი წლიურ ჩამონადენში 70-82%-ია.

აფხაზეთის მდინარეებზე, მდ. რიონის ზემო წელში, ცხენისწყალზე, ლიახზე და თეთრ არაგვზე წყალდიდობა მარტიდან აგვისტომდეა, როცა გაედინება 65-70% წლიური ჩამონადენისა. დანარჩენ მდინარეებზე წყალდიდობა მარტიდან ივნისამდე ან ივლისამდეა. ყველაზე ხანმოკლე წყალდიდობას ადგილი

აქვს მდ. ყვირილასა და მის შენაკადებზე თებერვლის III დეკადიდან მაისამდე სულ 88-98 დღე.

ცხრილი 1. მდინარეთა ჩამონადენის დაზუსტებული მნიშვნელობები

მდინარე - პუნქტი	აუზის ფართ. A, კმ ²	აუზის ს.ა.შ. სიმაღ. H მ	დაბ. წელთა რაოდ. N წ.	ჩამონადენის ფენა, R მმ	კარაბე-კოეფიციენტი Cv	წყალდიდობის ხარჯები, მ ³ /წმ	
						Q _{av. VIII}	% წ
ბზიფი-სჯირხვა	1410	1690	58	2199	0,20	157	66,4
აღმგუგუის-სოსუმქეს	114	1700	55	2219	0,22	12,1	63,0
კოდორი-სლათა	1420	1920	60	2056	0,13	151	68,0
ენგური-ს.ხაიში	2780	2320	49	1338	0,20	214	75,5
სობი-სლეგახარე	310	1640	45	2197	0,20	32,2	62,3
რიონი-სალაპანა	2830	1810	68	1148	0,17	165	67,0
ცხენისწყ-ს.ლუჯი	506	2240	50	1522	0,20	36,8	50,7
ტეხური-ს.ნაქალაქ.	558	1160	52	1900	0,19	46,7	46,2
						Q _{III-VI}	% wI
ყვირილა-ხესტაფონ	2490	960	60	767	0,20	94,4	52,1
ხანისწყალი-ს.ბაღდ.	655	1230	54	765	0,18	27,2	56,5
სუფსა-ხიდმაღლა	1100	970	46	1455	0,19	57,8	38,4
ჭოროხი-ს.კერგე	22000	-	53	399	0,20	48,5	58,8
აჭარის-წყალ-ქედა	1360	1470	53	1066	0,16	76,8	55,6
თერგი-ს.ყაზბეგი	778	2820	53	1001	0,23	28,9	39,1
მტკვარი-თბილისი	21100	-	75	303	0,22	384	63,4
ფარაენი-ხერთვისი	2350	2120	55	252	0,20	29,8	52,6
ფოცხოვი-სხვიდისი	1730	1870	62	403	0,20	45,7	68,7
დიდი ღიახვი-კახვი	924	2100	55	922	0,24	46,1	57,5
ქსანი-ს.კორინთა	461	1830	55	642	0,27	16,1	57,8
თარაგვი-ფასანაური	335	2140	54	1140	0,18	17,5	48,1
შარაგვი-შესართავი	235	2030	52	1043	0,18	12,9	55,5
ფშარაგვი-მალაროსკ.	736	2060	32	836	0,19	31,0	53,5
აღგუგუის-ფარცხისი	359	1320	52	242	0,20	4,98	61,0
ქცხრამი-დაგუისაინი	2150	1720	52	273	0,22	24,4	43,8
იორი-ს.ორხევი	587	1580	43	644	0,24	12,8	35,9
აღაზანი-ს.პირკიანი	282	2200	41	159	0,19	19,6	47,1

წყალდიდობის დროს ხდება გამოვლინება იმ მცირე ზომის შეუსწაველი მდინარეებისა, რომელნიც ხშირად დიდ საშიშროებას უქმნიან გარემოს, ამიტომ აუცილებელია მათი წყალდიდობის ნორმის დადგენა. ამ მიზნით იგება შესწავლილ მდინარეთა ჩამონადენის კავშირები მათი აუზების საშუალო სიმაღლეებთან, რადგან მთის აუზებში ადგილმდებარეობის სიმაღლე ახასიათებს მაფორმირებელი ფაქტორების კომპლექსურ მოქმედებას მდინარის ჩამონადენზე. კერძოდ აუზის სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება ნალექების რაოდენობა და შესაბამისად ჩამონადენიც, რაც მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს მყინვარული საზრდოობის საზღვარზე, რომლის ზემოთაც მცირდება და 4000 მეტრ სიმაღლეზე უკვე 0-მდე ეცემა.

ცხრილი 2. მდინარეთა წყალდიდობის მახასიათებლები

მდინარე-პუნქტი	უზის ფართობი, კმ ²	საშუალო ჩამონადენი		
		მმ	კმ ³	% წლ ჩამ.
ბზიფი-ჯირხვა	1410	1365	1,91	65
კოდორი-ლათა	1420	1318	1,92	68
გვანდრა-გვანდრა	197	2292	0,45	70
ნსალთა-ნსალთა	465	1668	0,78	67
ენგური-იფარი	362	825	0,30	76
მესტიაჭალა-მესტია	144	2264	0,33	82
ნაკრა-ნაკი	126	2064	0,26	78
თხეში-ხაიში	222	762	0,18	63
სობი-ლეგახარე	310	1078	0,33	51
რიონი-უჭერა	707	1033	0,73	74
რიონი-ონი	1060	1021	1,08	76
რიონი-ხიდკარი	2010	823	1,65	73
რიონი-ალაპანა	2830	780	2,21	72
ჯოჯორა-პიბილეთი	408	690	0,28	67
შაორა-ქ. თღული	29,4	569	0,02	54
ლაჯანური-ორბელი	231	676	0,16	56
ყვირილა-ხესტაფონი	2490	358	0,89	49
ძირულა-წვეა	1190	310	0,37	45
ჩხერიმელა-ხარაგ.	398	440	0,18	44
ხანისწყ-ბაღდათი	655	431	0,28	58
წაბლარისწყ-საირმე	102	540	0,06	58
ცხენისწყალი-ლუჯი	506	1001	0,51	70
ცხენისწყ-რცხმე№	1450	957	1,39	67
ზეხსო-ზეხსო	44,8	1943	0,08	71
ჭოროხი-ურგე	22000	242	5,33	64
აჭარისწყალი-ქედა	1360	573	0,74	53
მტკვარი-ხერთვისი	4980	134	0,68	68
მტკვარი-მინაძე	8010	141	1,12	60
მტკვარი-ლიკანი	10500	159	1,67	64
მტკვარი-გრაკალი	16700	170	2,78	65

ფოცხოვი-სხვილისი	1730	259	0,45	67		
ქობლანი-მლაშე	468	523	0,24	70		
აბასთუმანი-აბასთ.	99,0	266	0,03	68		
ბოჯომულა-ბორჯომი	165	316	0,05	65		
დიდი ღიახვი-ჯაგა	646	625	0,40	69		
თ. არაგვი-ფასანაური	335	615	0,21	54		
ხადისხევი-ცკერე	18,8	722	0,01	48		
ფშ. არაგვი-მადაროს.	736	433	0,37	62		
ალგეთი-ფარცხისი	359	167	0,06	61		
ქც-ხრამი-ვდიკელისა	544	263	0,14	55		
მაშავერა-დ. დმანისი	570	154	0,09	50		
ბოლნისი-სამწყურისი	292	121	0,04	64		
იორი-ღვლეოვანი	494	434	0,21	58		
ალაზანი-ბირკიანი	282	900	0,25	54		
ალაზანი-შაქრიანი	2190	262	0,79	60		
სტორი-ლენჯური	203	637	0,13	54		
დიდხევი-არტანა	78,0	739	0,06	52		
მდინარე-პუნქტი	საშუალო თარიღები			დღეთა რაოდენობა		
	დაწყება	პიკი	დამთავრება			
	ბზიფი-ჯირხვა	16.03	22.05		02.08	141
	კოდორი-ლათა	21.03	26.06		23.08	157
	გუნდრა-გუნდრა	29.03	27.06		21.08	146
ჩხალთა-ჩხალთა	30.03	15.06	18.08	142		
ენგური-იფარი	15.04	03.07	15.09	153		
მესტიაჭალა-მესტია	20.04	22.07	29.09	164		
ნაკრანაკი	13.04	25.06	13.09	154		
თხეიში-ხაიში	30.03	07.06	16.08	140		
ხობი-ღვებახარე	20.03	07.06	21.07	123		
რიონი-უწერა	24.03	28.06	27.08	158		
რიონი-ონი	20.03	13.06	30.08	165		
რიონი-ხიდიკარი	17.03	02.06	29.08	165		
რიონი-ალპანა	14.03	22.05	29.08	169		
ჯოჯორა-პიპიღეთი	18.03	16.05	11.08	147		
შორა-ქ. თლუღი	18.03	27.04	12.06	87		
ლაჯანური-ორბელი	17.03	16.05	13.07	120		
ვერილა-ხესტაფონი	23.02	02.04	31.05	98		
ძირულა-წვეა	22.02	03.04	20.05	88		
ჩხერიმელა-ხარაგ.	22.02	07.04	21.05	89		
ხანისწყ-ბადათი	24.02	18.04	30.06	127		
წაბლარისწყ-საირმე	04.03	21.04	08.07	127		
ცხენისწყალი-ლუჯი	02.04	01.06	23.08	144		
ცხენისწყ-რცხმე№	26.03	11.06	21.08	149		

ხეხი-ხეხი	07.04	11.07	01.09	157
ჭოროხი-ერგე	01.03	01.05	22.07	144
აჭარისწყალი-ქედა	02.03	18.04	20.06	112
მტკვარი-ხერთვისი	27.03	03.05	05.07	100
მტკვარი-მინაძე	29.03	01.05	05.07	100
მტკვარი-ლიკანი	28.03	30.04	08.07	103
მტკვარი-გრაკალი	19.03	28.04	15.07	124
ფოცხოვი-სხვილისი	26.03	02.05	05.07	102
ქობლანი-მლაშე	25.03	28.04	06.07	104
აბასთუმანი-აბასთ.	25.03	24.04	01.07	99
ბოჯომულა-ბორჯომი	21.03	23.04	01.07	103
დიდი ღიახვი-ჯაგა	25.03	21.05	09.08	138
თ. არაგვი-ფასანაური	28.03	26.05	02.08	128
ხადისხევი-ცკერე	03.04	11.06	18.07	107
ფშ. არაგვი-მადაროს.	30.03	01.06	31.07	124
ალგეთი-ფარცხისი	22.03	09.05	25.05	97
ქც-ხრამი-ვდიკელისა	25.03	05.05	30.06	98
მაშავერა-დ. დმანისი	23.03	15.05	30.06	100
ბოლნისი-სამწყურისი	21.03	09.05	29.06	102
იორი-ღვლეოვანი	23.03	27.05	21.07	121
ალაზანი-ბირკიანი	29.03	05.06	28.07	122
ალაზანი-შაქრიანი	20.03	05.06	30.07	133
სტორი-ლენჯური	29.03	10.06	20.07	114
დიდხევი-არტანა	28.03	18.05	17.07	112

შენიშვნა: ცხრილი შედგენილია წყლის კადასტრის [2] მონაცემების საფუძველზე.

მაგრამ, ცნობილ მეცნიერთა გამოკვლევებში (ბ. ზაიკოვი, 1946; ა. ვაუნოვი, 1951, 1956; ნ. ვლადიმეროვი, 1959; ვ. ბიკოვი, 1959; გ. ხმალაძე, 1961) ნაჩვენებია რომ კავკასიის პირობებში აუხების ერთი და იგივე სიმაღლეზე, კლიმატური პირობების სხვადასხვაობის გამო, დამახასიათებელია ჩამონადენის დიდი ცვალებადობა. ამიტომ, ჩამონადენის კავშირი აუხის სიმაღლესთან არაა უნივერსალური და ატარებს ლოკალურ ხასიათს. ამ დროს დაიშვება გარკვეული ცდომილებები, რაც განპირობებულია ასეთი დამოკიდებულების დადგენის დროს წარმოქმნილი სირთულით. მასზე მიუთითებდა ჯერ კიდევ ის მკვლევარი [3], რომელმაც პირველად გამოავლინა ეს დამოკიდებულება კავკასიის მდინარეებზე.

ამის გასარკვევად, ჩვენს მიერ 1991 წლამდე არსებული მონაცემებით აგებული იქნა კავშირები მდინარეთა ჩამონადენისა სხვადასხვა განზომილებებით (წყლის ხარჯი – Q მ³/წმ, მოდული – M ლ/წმ.კმ², ფენა – R მმ და მოცულობა – W კმ³), აუხების საშუალო სიმაღლეებთან ცალკეული აუხებისათვის: ბზიფი, კო-

დორი, ენგური, რიონი, ღიახვი, ქსანი და არაგვი. მათი ანალიზიდან გაირკვა, რომ წერტილთა დიდი გაფანტულობის გამო შეუძლებელია რაიმე კავშირის გამოვლენა. ამის მიზეზი, ჩვენი აზრით, არის შესწავლილ მდინარეთა აუზების სიმაღლითი ცვალებადობის მცირე ღიაპაზონი, სადაც ჩამონადენის მაფორმირებელი ჰიდრომეტეოროლოგიური ფაქტორები ძირითადად ერთიდაიგივე კანონზომიერებებით იცვლებიან.

ასეთ შემთხვევაში მდინარეთა ჩამონადენის ძირითადი განმსაზღვრელი შეიძლება იყოს აუზის ფართობი, ამიტომ ჩვენს მიერ გამოკვლეული იქნა წყალდიდობის სხვადასხვა განზომილებების (Q,M,R,W) კავშირი მდინარეთა აუზების ფართობებთან (A კმ²). მათგან საკმაოდ კარგი აღმოჩნდა დამოკიდებულებები წყლის ხარჯებთან (Q მ³/წმ), რომელთა წრფივი აპროქსიმაციით მიღებულ იქნა მარტივი გამოსახულება შეუსწავლელ მდინარეთა ჩამონადენის განსაზღვრისათვის:

$$Q = aA, \tag{1}$$

სადაც a - პარამეტრია, რომლის მნიშვნელობა დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის ჩამონადენისათვის შემდეგია: აფხაზეთის რეგიონში (მდ. ბზიფისა და კოდორის აუზებში) a=0.105, მდ. ენგურის აუზში a=0.085, მდ. ხობის, ტეხურისა და ცხენისწყლის აუზში a=0.064, მდ. რიონის აუზში a=0.062, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებისათვის (ღიახვი, ქსანი, არაგვი) a=0.046.

ამრიგად, გარკვეულ სიმაღლით ზონაში, შედარებით ერთნაირ ბუნებრივ პირობებში, მდინარეთა წყლიანობაზე ყველაზე სრულ ინფორმაციას იძლევა აუზის ფართობი, რომლის განსაზღვრა მეტად ადვილია არსებული რუკების საშუალებით შეუსწავლელ მდინარეთა ჩამონადენის გაანგარიშებისათვის. ე.ი. ერთ რეგიონში რაც მეტია მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, მით მეტია მისი ჩამონადენი. აქ ცდომილება შეიძლება გამოიწვიოს ისეთმა ფაქტორებმა, როგორცაა მაგალითად აუზის საშუალო სიმაღლე, მისი დახრილობა და მდინარეთა ქსელის სიგრძე.

შეუსწავლელ მდინარეთა წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის ჩვენს მიერ, შედგენილ იქნა, აგრეთვე შესწავლილ-ანალოგ მდინარეთა წყალდიდობისა და მათ საშუალო წლიურ ხარჯებს (Q მ³/წმ) შორის კავშირები, რომელიც აპროქსიმირდება ასევე მარტივი გამოსახულებით:

$$Q = b\bar{Q} \tag{2}$$

სადაც b - პარამეტრის მნიშვნელობები აფხაზეთის მდინარეთათვის b=1,97, ენგურის აუზში b=1,95, მდ. ხობის, ტეხურის და ცხენისწყლის აუზში b=1,73, მდ. რიონის აუზის

მდინარეთათვის b=1,70, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთათვის b=2,0.

შეუსწავლელ მდინარეთათვის წყლის საშუალო წლიური ხარჯის (\bar{Q}) მნიშვნელობა შეიძლება ადვილად განისაზღვროს ჩამონადენის რუკით [1].

აღსანიშნავია, რომ (1) და (2) ფორმულების ერთდროული გამოყენებით შეიძლება შემოწმდეს ჩამონადენის გაანგარიშების სისწორე.

ვინაიდან ჩამონადენის ნორმის მდგრადობა მოცემულ ლანდშაფტისათვის არ არის უცვლელი, ამიტომ ძირითადი ჰიდროკვთებისათვის, ჩვენს მიერ, დაზუსტებულია წყალდიდობის პერიოდის საშუალო ჩამონადენის წლიდან წლამდე ცვალებადობის მახასიათებლები: ვარიაციისა (Cv) და ასიმეტრიის (Cs) კოეფიციენტები. აღმოჩნდა რომ, წყალდიდობის წყლის ხარჯების ცვალებადობა წლიდან წლამდე შედარებით მცირეა (Cv=0,14-0,24, Cs=0,50-1,10), რაც აისხნება იმით, რომ ამ პერიოდში მდინარეები რეგულარულად იკვებებიან ძირითადად მდგრადი თოვლის საფარის ნადნობი წყლებით.

ამრიგად, ინფორმაციის უქონლობის შემთხვევაში, საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენის განსაზღვრისათვის დაზუსტებულია მათი მრავალწლიური ნორმები და ცვალებადობის მახასიათებლები, რომელნიც აუცილებელია როგორც ჩამონადენის პროგნოზირების დროს, ასევე სხვადასხვა სახის წყალსამეურნეო გაანგარიშებისათვის.

შეუსწავლელ მდინარეთათვის კი მიღებულია მარტივი გამოსახულებები წყალდიდობის საშუალო ხარჯების განსაზღვრისათვის, რასაც პრაქტიკული დანიშნულება აქვს გარემოსა და მოსახლეობის უსაფრთხოებისათვის.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. ბერიტაშვილი ბ. ჯანელიძე პ. (რედ.) 1999: საქართველოს პირველი ეროვნული მეტეო-ბინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრი, თბილისი, 151 გვ.
2. Государственный водный кадастр 1987: Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том. 6. Грузинская ССР, Л., Гидрометеоиздат, 416.
3. Зайков Б.Д. 1946: Средний сток и его распределение в году на территории Кавказа: Труды НИГМИ, сер.4, вып.40, Л., 64стр.
4. Кочиашвили Б.М. 1990: К вопросу прогноза дат прохождения пика весеннего половодья. Труды Зак НИГМИ, вып.87(94) М., Гидрометеоиздат, стр.26-32.
5. Хмаладзе Г.Н. (ред.), 1969: Ресурсы поверхностных вод СССР. том 9, вып.1,

Западное Закавказье, Л., Гидрометеиздат, 310
стр.

უაკ 556.16 საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენი. /ბასილაშვილი ც.ჰმ-ის შრომათა კრებული.--2011,ტ.116,გვ.39-43-ქართ.; რეზ.; ქართ., ინგ.-რუს.

საქართველოს ყველა მნიშვნელოვანი ჰიდროკვეთისათვის დაზუსტებულია საშუალო წლიური და წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენის ნორმები, ვარიაციის და ასიმეტრიის კოეფიციენტები, აგრეთვე წყალდიდობის დაწყებისა და დამთავრების თარიღები და ხანგრძლივობა.

შეუსწავლელ მდინარეთათვის შედგენილია ემპირიული გამოსახულებები წყალდიდობის ნორმების დასადგენად.

UDC 556.16 **Runoff of flood period on rivers of Georgia.**/Basilashvili Ts./Transactions of the Institute of Hydrometeorology.-2011-V.116-p.39-43-eorg.:Summ.Georg., Eng., Russ.

For all important river stations norms of annual and flood period runoff are defined of variation and asymmetry. The beginning and ending dates, and durations of flood period are also established.

For unstudied rivers empiric expressions are composed to establish the norms of flood period runoff.

УДК 556.16 **Сток за период половодья на реках Грузии.** /Басиладшвили Ц.З./Труды Института гидрометеорологии АН Грузии.-2011.-т.116.с.39-43-Груз.;рез.;Груз. Англ., Русск.

Для всех важных гидростворов рек Грузии уточнены нормы годового стока и за период половодья, коэффициенты вариации и асимметрии, а также даты начала и конца и продолжительность половодья.

Для определения стока половодья неизученных рек установлены эмпирические выражения.

ДЖ.Г.МАМЕДОВ

Институт географии имени акад. Г. А. Алиева НАН
Азербайджана.

УДК 551.48.212 (479.24)

**МЕТОДИКА РАСЧЁТА ИЗМЕНЧИВОСТИ
НАИБОЛЬШИХ РАСХОДОВ ВОДЫ РЕК
БОЛЬШОГО КAVKAZA
(В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ)**

Статья посвящена разработке методики расчёта изменчивости наибольших расходов воды (C_{VQ}). С

этой целью выявлена связь между C_{VQ} и суточным максимумом осадков, которая характеризует потенциальную возможность расхода воды. На основании полученной формулы был произведён расчёт C_{VQ} .

Сопоставление результатов расчёта с фактическими данными показывает на их близкую сходимость.

Так, из рассмотренных 33 пунктов рек погрешность расчёта в основном не превышает $\pm 20\%$.

На основании вышеизложенного, рекомендуемые формулы могут быть использованы для расчёта изменчивости наибольших расходов воды неизученных рек данной территории.

Изменчивость наибольших расходов воды (C_{VQ}) имеет большое значение для науки и практики (создание водохранилищ, гидротехнических сооружений и др.).

Как известно, изменчивость годового стока воды, а также и изменчивость наибольших расходов воды, зависят от водности рек. Ясно, что водность рек во всех регионах, в том числе на Большом Кавказе, за исключением территорий экваториальной зоны, не остается постоянной в течение года. Это прежде всего зависит от влияния атмосферных осадков на сток воды. По мнению [5], атмосферные осадки являются потенциальной возможностью стока воды. Известно, что от высоты водосбора рек, а также фильтрующей способности трещиноватых пород, на отдельных водосборах рек атмосферные осадки подвергаются различным количествам расхода воды. На наш взгляд это должно иметь особое значение для стекающих рек Большого Кавказа. Из-за неуправляемости фильтрации трещиноватых пород ливневые атмосферные осадки отличаются от осадков обычного режима. На рассматриваемой территории формирование стока воды обычно начинается с марта месяца оттаиванием снегов и выпадением дождей, а в отдельных реках (например, Гусарчай, Гудиалчай), вечных снегов и ледников, имеющих на водосборе рек. В связи с этим повышение уровня воды в реках начинается в основном весной, а также осенью, а спад – летом (исключая прохождение селевых потоков, а также оттаивание

вечных снегов и ледников) и зимой.

На наш взгляд, указанные причины должны влиять на колебание стока и изменчивость наибольших расходов воды. Как было отмечено выше, атмосферные осадки являются потенциально возможной среднегодового стока воды, а их суточное максимальное значение (на уровне результата совокупности влияющих факторов) должно влиять на величину изменчивости наибольших расходов воды.

Следует отметить, что по сравнению с изменчивостью наибольших расходов воды изменчивость среднегодового расхода воды изучена более подробно, чему посвящено большое количество работ. Первая попытка отыскания оптимальных путей определения C_{vQ} принадлежит [2,3,6,7,11, 12].

Более детальный подход для определения C_{vQ} был сделан [1, 7, 9].

Для рассматриваемой территории о наибольших C_{vQ} непосредственное отношение имеет работа [7].

Автором для условий Закавказья и Дагестана выявлена зависимость между изменчивостью расходов половодья и площадью средней высоты водосбора. Одновременно автор отмечает: «Для южного склона Большого Кавказа из-за отсутствия достаточных данных наблюдений в отдельных гидрологических районах, а также из-за незначительных данных, параметры указанных формул не приведены ([7], с.93).

Следует отметить, что хотя в ежегодниках и в ОГХА-ах отмеченное измерение расхода воды, можно считать приближенным, то это не указывает на то, что они являются недействительными. Что же касается ежедневных расходов воды, иногда не снимались с $H = \gamma(\bar{Q})$ из-за селеносности имеющих большое отклонение точек от кривых. В это время для восстановления ежедневного расхода воды пропущенных дней часто использовали графические и прямые интерполяции между измеренными расходами воды по комплексному графику. Поэтому эти данные считались сомнительными и приближенными, так как они несомненно являются стационарно наблюдаемыми. В то же время исследователь предлагает использовать связь максимальных расходов половодья и паводков неизученных рек Закавказья и Дагестана ([7], с. 94). Отсутствие достаточных данных наблюдений для стекающих рек южного склона Большого Кавказа уже было выше отмечено. К сожалению, в монографии исследователь не приводит соответствующей таблицы между фактическими и вычисленными C_{vQ} наибольших расходов воды, а также их отклонение от фактических данных. Также не дается исследователем насколько выгодно отличается его предлагаемая формула от других. Что же

касается стекающих рек с северо-восточного склона Большого Кавказа исключая бассейн реки Самур, автором использовано всего 4 пункта рек. Хотя для любой территории разработанная им методика расчета C_{vQ} должна была охватить в основном все пункты рек, а полученные расчетные связи должны были соответствовать фактическим данным с наименьшим отклонением.

Следует отметить, что имеющиеся данные Национального Департамента Гидрометеорологии Министерства Экологии и Природных Ресурсов Азербайджанской Республики по 2011 год в настоящее время дают возможность вычислить C_{vQ} наибольших расходов воды по 39-ти стационарным пунктам рек.

Собранный и систематизированный фактический материал стационарных наблюдений над наибольшими расходами воды позволяет провести более углубленные исследования по C_{vQ} и разработать его методику расчета при отсутствии данных многолетних наблюдений.

Учитывая это, считаем целесообразным рассмотреть новую зависимость, отличающуюся от предыдущей и характеризующая специфику исследуемой территории.

Произведенные нами расчеты показывают, что величина C_{vQ} на исследуемых реках изменяется от 0,10 по 2,99. Наибольшая величина C_{vQ} порядка 1 и более характерна для верховьев рек Гуручай – с.Сусай, Курмухчай – с.Сарыбаш, с.Илису, Кунахсайсу – с.Сарыбаш, Гайнар – близ устья, Чихадурмаз – близ устья.

В среднегорье большие величины C_{vQ} имеет Джагаджукчай – с.Рустов, Атагчай – с.Алтыагадж, Хармидорчай – с.Халтан, Балакенчай – г.Балакен, Талачай – г.Загатала, Агчай – Агчай, Агричай – с.Башдашагыл и Ахохчай – с.Ханагах. А в низкогорье наибольшая величина C_{vQ} в отличие от C_{vR} не наблюдаются.

Очевидно, что указанная изменчивость по C_{vQ} зависит от атмосферных осадков (в том числе от суточного максимума осадков), т.е. от водности рек. В последние годы ее колебание происходит в связи с потеплением климата [4, 8].

Поскольку рассматриваемая территория является горной, то выпадение атмосферных осадков (особенно ливневых дождей) не всегда охватывает все высотные пояса. Вероятно, что вышеуказанные условия по C_{vQ} почти соответствуют атмосферным осадкам. По этой причине ливневые дожди не всегда могут охватывать сплошные площади водосбора рек. Во время полного охвата территории речного водосбора в направлении от

высокогорья к конусувыноса ливневыми дождями наблюдаются катастрофические сели или паводки. Наоборот, при выпадении ливневых атмосферных осадков на разных поясах (например, от среднегорья или низкогорья к направлению конуса выноса) в вышеуказанных реках наибольшие величины C_{vQ} принимают различные значения.

Таблица. Характеристика изменчивости наибольших расходов воды рек

Большого Кавказа

№	Река-пункт	Средняя высота водосбора, м	Среднесуточные максимальные атмосферные осадки, мм
1	Гусарчай-Кузун	2940	35
2	Гуручай-Сусай	2930	45
3	Гудийалчай-Гырыз	2590	35,6
4	Гудийалчай-Хыналыг	2960	39,9
5	Гудийалчай-Кюпчал	2400	36,7
6	Хыналыгчай-Хыналыг	2780	39,9
7	Агчай-Джек	2590	41,8
8	Агчай-Сухтагала	1480	47,8
9	Гарачай-Рюк	2600	49,9
10	Вельвеличай-Нахурдузу	2020	47,7
11	Вельвеличай-Тенгиалты	1870	47,7
12	Деркчай-Дерк	2050	36
13	Хармидорчай-Халтан	1380	39,1
14	Атачай-Алтыагадж	1360	39,1
15	Сумгайытчай-Перекишкюль	890	38
16	Балакенчай-Балакен	1560	66
17	Талачай-Загатала	1710	93
18	Курмухчай-Сарыбаш	2440	66
19	Курмухчай-Илису	2270	58,8
20	Гамамчай-Илису	2380	58,8
21	Кунахайсу-Сарыбаш	2370	75
22	Агчай-Агчай	1990	60
23	Агричай-Башдашагыл	1560	58,1
24	Гайнар-близ устья	2040	58
25	Чухадурмаз-близ устья	2210	59,9
26	Сангерчай-Галаджык	2050	44
27	Турианчай-Савалан	1280	0,44
28	Геокчай-Геокчай	976	45,3
29	Бумчай-Бум	2240	60
30	Тиканлычай-Тиканлы	2380	42
31	Ахохчай-Ханагах	1660	70
32	Гирдиманчай-Гаранохур	1820	38,4
33	Пирсаатчай-Шамахи	1356	38

Река-пункт	Изменчивость наибольших расходов воды		C_{vQ} отклонение фактических %
	$C_{факQ}$	$C_{выпQ}$	
Гусарчай-Кузун	1,10	1,34	22
Гуручай-Сусай	1,84	1,33	-28
Гудийалчай-Гырыз	0,27	0,30	10
Гудийалчай-Хыналыг	1,01	0,72	-28
Гудийалчай-Кюпчал	0,28	0,32	14
Хыналыгчай-Хыналыг	0,45	0,47	5
Агчай-Джек	0,34	0,35	4
Агчай-Сухтагала	0,48	0,47	-1
Гарачай-Рюк	0,56	0,56	0
Вельвеличай-Нахурдузу	0,90	0,89	-1
Вельвеличай-Тенгиалты	0,33	0,30	-10
Деркчай-Дерк	0,24	0,25	6
Хармидорчай-Халтан	0,19	0,25	32
Атачай-Алтыагадж	0,95	0,99	4
Сумгайытчай-Перекишкюль	1,42	1,32	-7
Балакенчай-Балакен	1,46	1,22	-9
Талачай-Загатала	1,32	1,14	-14
Курмухчай-Сарыбаш	1,44	1,79	25
Курмухчай-Илису	3,07	3,93	28
Гамамчай-Илису	1,75	1,44	-18
Кунахайсу-Сарыбаш	1,29	1,38	7
Агчай-Агчай	1,33	1,38	4
Агричай-Башдашагыл	3,08	2,40	-28
Гайнар-близ устья	1,51	1,44	-4
Чухадурмаз-близ устья	1,70	1,44	-15
Сангерчай-Галаджык	0,54	0,71	31
Турианчай-Савалан	0,56	0,71	27
Геокчай-Геокчай	0,45	0,76	35
Бумчай-Бум	1,20	1,44	20
Тиканлычай-Тиканлы	0,68	0,64	-6
Ахохчай-Ханагах	2,72	2,05	-25
Гирдиманчай-Гаранохур	0,44	0,52	18
Пирсаатчай-Шамахи	0,45	0,51	13

Вероятно, что между суточным максимумом атмосферных осадков и изменчивостью C_{vQ} должна быть тесная связь. Узвязка величины C_{vQ} с суточным максимумом осадков более приемлема для исследуемой территории и представляется нижеуказанным уравнением:

$$C_{vQ} = K\bar{X}^n \quad (1)$$

где \bar{X} - средняя величина суточного максимума осадков в мм; C_{vQ} - изменчивость наибольших расходов воды (безразмерная величина); n - степень уравнения; K - переменный коэффициент (безразмерный), величина которого изменяется в зависимости от физико-географических условий территории.

Указанная зависимость между комплексом C_{VQ} из-за сложности физико-географических условий территории имеет 4 вида уравнения.

Из них 3 – для северо-восточного и 1 – для южного склона Большого Кавказа. Полученная связь соответствует территориальному распределению. На северо-восточном склоне Большого Кавказа для расчета C_{VQ} различаются следующие группы:

для междуречья Гусарчай-Агчай

$$C_{VQ} = 0,00114\bar{X}^{3,51} \quad (2),$$

для междуречья Гарачай-Деркчай

$$C_{VQ} = 0,000326\bar{X}^{3,51} \quad (3),$$

для междуречья Деркчай-Сумгайтчай

$$C_{VQ} = 0,00342\bar{X}^{3,51} \quad (4),$$

для группы рек южного склона Большого Кавказа междуречье Балакенчай-Пирсаатчай

$$C_{VQ} = 0,1222\bar{X}^{2,29} \quad (5)$$

Следует отметить, что южная часть территории Большого Кавказа отличается от северо-восточной сильными прохождениями и часто повторяющимися селями. На южном склоне выпадение атмосферных осадков характеризуется в основном в виде ливня. Поэтому для этой части территории исследования связь относится к одной группе.

Результаты вычисления C_{VQ} по представленным формулам приведены в таблице. Их анализ указывает на удовлетворительную сходимость вычисленных величин C_{VQ} с фактическими данными. Погрешность расчета в основном не превышает $\pm 20\%$.

На основании вышеизложенного, рекомендуем использовать предлагаемые формулы для расчета величины C_{VQ} наибольших расходов воды слабоизученных и неизученных рек Большого Кавказа.

Итак, в заключение мы пришли к следующим выводам:

1. Выявлено, что изменчивость наибольших расходов воды согласуется с высотной поясностью рельефа, причем его наибольшая величина преобладает в высокогорном поясе, а также частично в верхней части среднегорья, что связано с охватом ливневых дождей. В остальных частях территории количество выпадения ливневых дождей сравнительно одинаково.

2. Высокая величина C_{VQ} связана с многолетним колебанием климата, особенно в последнее время с повышением ее температуры.

3. Все расчётные результаты C_{VQ} указывают на достоверность принятых нами суточных максимумов осадков.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Блохинов Е.Г. Распределение вероятностей величин речного стока – М. Наука, 1974. – 169 с.
2. Важнов А.Н. Об изменчивости годового стока в горных районах с трещиноватым лавовым покровом. Метеорология и гидрология. 1951, № 5.
3. Велиев Н.А. Расчет максимального стока талодождевых вод 1%-ой обеспеченности рек Малого Кавказа. Известия АН Азерб.ССР. сер.наук о Земле. 1978. № 3. с. 123-130.
4. Груза Г.В. Климатическая изменчивость и прогноз изменений климата. Природа, 1992. № 8.
5. Давыдов Л.К. Водоносность рек СССР, её колебания и влияние на её физико-географические факторы. Л., 1947.
6. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. О приёмах исследования случайных колебаний речного стока.- Труды НИУ ГУГМС, 1946, сер.4, вып.29, с.3-32.
7. Мамедов М.А. Расчёты максимальных расходов воды горных рек. Л. Гидрометеиздат, 1989.
8. Махмудов Р.Н. Гидрометеорология, климатические изменения, природные катастрофы и жизнь. Изд-во Нурлан. Баку, 2006, 76 с.
9. Рождественский А.В., Чеботарев А.М. Статистические методы в гидрологии. – Л. Гидрометеиздат. 1974, 424 с.
10. Рустамов С.Г. Реки Азербайджанской ССР и их гидрологические особенности (на азерб.языке), Баку, изд-во АН Азерб.ССР, 1960, 194 с.
11. Соколовский Д.Л. О применении методов математической статистики и соответствии теоретических и эмпирических вероятностей при расчётах максимального стока. – Труды ГГИ, 1977, вып. 241, с. 3-10.
12. Хмаладзе Г.Н. Изменчивость годового стока горных рек Закавказья. – Труды Тбил. НИГМИ, 1959, вып. 5. с. 562-573.

UDC 551.48.212 (479.24)

METHODICS OF CALCULATION OF CHANGABILITY OF GREATEST EXPENDITURE OF WATER OF THE RIVERS GREATEST CAUCASUS (IN THE TERRITORY OF AZERBAIJAN REPUBLIC). J.H.MAMEDOV/Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology.-2011.-v.116. p.43-47- Russ; Summ. Eng; Russ.

The article deals with the ground work of calculation methodics changability the greatest expenditure of waters (C_{VQ}) and subsistence of rainfalls was revealed, where it is characterized potential chance of expenditure of water.

On the basis of gained formula was carried calculation C_{VQ} .

Comparing results of calculation with the information shows to their close similarity.

So from learned 34 posts of rivers the error of calculation mainly doesn't rise $\pm 20\%$.

On the basis of upper mentioned given formula can be used for calculation of changability greatest expenditure of water not learned rivers of given territory.

УДК 551.48.212 (479.24)

МЕТОДИКА РАСЧЁТА ИЗМЕНЧИВОСТИ НАИБОЛЬШИХ РАСХОДОВ ВОДЫ РЕК БОЛЬШОГО КАВКАЗА (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)/Д.Ж.МАМЕДОВ/Сб.Трудов ИГМ АН Грузии.-2011.-т.116.-с43-47-Русск.;рез., Англ.,Русск.

Статья посвящена разработке методики расчёта изменчивости наибольших расходов воды (C_{VQ}). С этой целью выявлена связь между C_{VQ} и суточным максимумом осадков, которая характеризует потенциальную возможность расхода воды. На основании полученной формулы был произведён расчёт C_{VQ} .

Сопоставление результатов расчёта с фактическими данными показывает на их близкую сходимость.

Так, из рассмотренных 33 пунктов рек погрешность расчёта в основном не превышает ±20%.

ჯ. ფანჩულიძე, უ. მამასახლისი
(სსაუ)

უა.კ. 631-402

ჩამონადენის მოცულობის გაანგარიშების ახალი მეთოდისა ჰარბენისა და ზონის ჰიდროლოგიაში

მიუხედავად იმისა, რომ მრავლადაა შემუშავებული წყალდიდობის შედგად ჩამონადენის განსაზღვრის თეორიული და პრაქტიკული გაანგარიშებანი, რომლებიც ძირითადად შესრულებულია რეგიონალური ემპირიული ფორმულების საშუალებით ანდა ანალიზური ფორმულების პარამეტრების კორექტირებით კონკრეტული ბუნებრივი პირობებისთვის, ისინი ჯერ კიდევ შორსაა სრულყოფისაგან.

ანალიზური გაანგარიშებანი თავის მხრივ დაფუძნებულია ჩამონადენის წარმოქმნის (გენეზისის) პრინციპებზე და ითვალისწინებს იმ უმთავრეს ფაქტორებს, რომლებზედაც ძირითადად დამოკიდებულია ჩამონადენის სიდიდე.

ჩამონადენის წარმოქმნელი ძირითადი ფაქტორებიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული საანგარიშო დამოკიდებულების საბოლოო სახის მიცემის საფუძველს წარმოადგენდა კლასიკური ფორმულების მოდელი, კერძოდ კი, დ.№ სოკოლოვსკის ცნობილი ფორმულა [1],

$$Q_{ა.კ.} = \frac{0,28H_{ა}F}{t_n} \cdot f \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

ვინაიდან წვიმის ხანგრძლივობა გატოლებული იყო ტალღის გარბენის t დროსთან, ამიტომ გენეტიკური თეორიის მიმდევარ ავტორთა ზოგიერთმა წარმომადგენელმა მაქსიმალური წყლის ხარჯის გაანგარიშების დროს მიიღო:

$$T = t_n = \frac{l}{V} \text{ და } F = lb; \text{ სადაც:}$$

$$Q_{ა.კ.} = \frac{0,28H_{ა}F}{t_n} f = \frac{0,28H_{ა}lb}{l/v} f = H_{ა}bv f$$

რასაც არალოგიკურ შედეგამდე მივყავართ, როდესაც წყალშემკრების სიგანე ერთი და იგივეა, წყლის ხარჯს ვლებულობთ ერთნაირს სხვადასხვა l სიგრძისა და სხვადასხვა F ფართობისათვის [2].

ჰიდროლოგთა საერთაშორისო სიმპოზიუმებზე არაერთხელ იქნა აღნიშნული, რომ ბუნებაში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების მათემატიკური აღწერა კარგავს ბუნებრივ არსს. ეს კარგად ჩანს ჩვენს შემთხვევაშიც. მაგალითად, T – დრო, რომელიც ნალექების ხანგრძლივობას ასახავს და t – დრო, რომელიც ჩამონადენის პროცესის მიმდინარე დროა. ბუნებაში სულ სხვადასხვა დატვირთვა გააჩნია და მათი შეკვეცა, მათემატიკური ტოლობიდან გამომდინარე, არალოგიკურობას

იწვევს ჩამონადენის პროცესთან დაკავშირებით.

გენეტიკურ ფორმულაში გარკვეული ცვლილებების შეტანის შედეგად ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია გამოსახულება, რომლითაც განისაზღვრება წყლის ხარჯი ანუ მოცულობა მიმდინარე t-დროის ნებისმიერი მომენტისათვის ჩამონადენის დაწყებიდან მის შეწყვეტამდე, რასაც პრაქტიკულად უდიდესი მნიშვნელობა აქვს დამშრობი სისტემებისათვის სატუმბო სადგურის საერთო სიმძლავრის დასადგენად [3].

ფორმულას აქვს ასეთი სახე:

1. $Q_t = \frac{P}{T} t v b \alpha \varphi$ მ³/წმ. ჩამონადენის მატების

ფაზისთვის;

2. $Q_{t^1} = \frac{P}{T} (t_{აჟ} - t^1) v b$, მ³/წმ ჩამონადენის

კლების ფაზისთვის,

სადაც P – ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაა T – დროში, t – მიმდინარე დროა ჩამონადენის დაწყებიდან მისი კლების დაწყებამდე $t_{აჟ} = t_{აჟ} + (T - t_{აჟ})$, t¹ – მიმდინარე დროა ჩამონადენის კლების დაწყებიდან მის დამთავრებამდე $t^1 = t_{აჟ} - t^1$; (T - t_{აჟ}) – ჩამონადენის მაქსიმუმის დგომის დროა, V – ნაკადის საშუალო სიჩქარეა, მ/წმ, b – წყალშემკრები აუზის საშ. სიგანე, კმ, α – ჩამონადენის კოეფიციენტი, φ – რედუქციის კოეფიციენტი.

მოცემულ ფორმულაში შემავალი პარამეტრების განსაზღვრის სიზუსტემ, საკვლევი ჭარბტენიანი რეგიონის ბუნებრივ-კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, სათანადო გამოთვლების შედეგად, მიგვაღებინა ნატურასთან ბევრად მიახლოებული დადებითი შედეგები, რომლებმაც ფართო გამოყენება ჰპოვა მედიორაციული სისტემების პროექტირებისას.

ლიტერატურა-REFERENCES -ЛИТЕРАТУРА

1. Д.Л. Соколовский - «Речной сток». Л. Гидрометеиздат, 1968. с. 538.
2. А.Н. Костяков - «Основы мелиорации. Сельхозгиз, М., 1960.
3. ჯ. ფანჩულიძე – „მაქსიმალური ჩამონადენის განსაზღვრის სრულყოფის პრინციპები და გაანგარიშებათა მეთოდოლოგია დამშრობი სისტემებისათვის. საშ-ის შრომები. თბილისი, 1996

უკ. 631-402 ჩამონადენის მოცულობის გაანგარიშების ახალი მეთოდოლოგია ჭარბტენიანი ზონის ჰიდროქსელისათვის. /ჯ. ფანჩულიძე, ჟ. მამასახლისი /ჰმ-ის შრომათა კრებული. -2011, – ტ. 116. გვ.47-49.; ქართ რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. ჩატარებული კვლევების შედეგად შემოთავაზებულია მდინარის ჩამონადენის გაანგარიშების ფორმულა ჩამონადენის დაწყებიდან მის შეწყვეტამდე, რომლითაც განისაზღვრება წყლის ხარჯი (მოცუ-

ლობა) t-დროის ნებისმიერი მომენტისათვის როგორც ჩამონადენის მატების, ასევე კლების ფაზისათვის, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს დამშრობი სისტემების პროექტირებისას.

UDC 631-402 A NEW METHOD OF CALCULATION OF THE FLOW QUANTITY FOR THE HYDRO SYSTEM OF A HIGH MOISTURE ZONE. /Panchulidze J., Mamasakhli J./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2011. - t.116. – p.47-48- Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

A calculation formula of the river water-flow from its start point to the end point was offered as a result of carried out researches, which determines a flow quantity at any moment of t-time, both for the flow growth and reduction phases that is of great importance on drainage system projection.

УДК. 631-402 НОВАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОБЪЕМА СТОКА ДЛЯ ГИДРОСЕТИ ЗОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ./Панчулидзе Дж., Мамасакхлиси Ж./Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии.–2011.–т.116.– с.47-48 Рус.; Рез. Груз., Англ.,Рус. В результате проведенных исследований предложена формула расчета речного стока от начала стока до его прерывания, которой определяется расход воды (объем) к любому моменту t-времени как для фазы увеличения стока, так и для фазы уменьшения, что имеет большое значение при проектировании систем осушения.

გ.გრიგოლია, თ.ცინცაძე, ვ.ტრაპაიძე,
ნ.ხუფენია, გ.ბრეგვაძე, ო.შველიძე
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უა.კ: 551.48.482.215.1

**წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის მდ. ნატა-
ნების ჩამონადენის ტრენდი, ციკლურობა
და პერიოდულობა**

კაცობრიობის განვითარების დღევანდელ ეტაპზე, მკვეთრად იზრდება წყლის რესურსების გამოყენების ფორმები და მასშტაბები. ადამიანისა და ბუნებრივ ფაქტორთა ზემოქმედებით, ჰიდროლოგიურ პროცესებში შეიმჩნევა გარკვეული ტენდენციები (ტრენდი, ციკლურობა და პერიოდულობა). ასე, რომ მეტად მნიშვნელოვანია სხვადასხვა პერიოდებისათვის ჩამონადენის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილების დინამიკის გამოვლენა. აღნიშნული პროცესი შესწავლილი გვაქვს მდინარე ნატანებზე.

მდინარე ნატანები მიეკუთვნება შავიზღვისპირა არეალის მდინარეებს. მისი ჩამონადენის ტრენდის შესწავლას აქვს ძალზედ დიდი მნიშვნელობა, რადგან მაქსიმალური ხარჯები ზემო წელში განაპირობებს კალაპოტის გარეცხვას, ხოლო ქვემო წელში დატბორვებს, რომლის შედეგების სიმძაფრე დასახლებული ტერიტორიების გამო იზრდება ჭალებში. ცალკეულ თვეში მდინარის ერთი და იგივე ხარჯს სხვადასხვა წარმოქმნის რისკი, ანუ განმეორადობის ალბათობა ახასიათებს და წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის შესაბამისად განსხვავებული ზარალი მოაქვთ.

ტრენდის, ციკლურობისა და პერიოდულობის დასადგენად სხვადასხვა კრიტერიუმებსა და ხერხებს იყენებენ: წრფივი რეგრესია და კორელაციის კოეფიციენტი შემთხვევით სიდიდესა და მის რიგით ნომერს შორის, კენდალისა და სპირმენის რანგობრივი კრიტერიუმები, მცოცავის საშუალოს ხერხი და სხვა.

ტრენდის გამოვლენის თვალსაჩინო ხერხს წრფივი რეგრესია წარმოადგენს $y = ax + b$ სახით. ამ შემთხვევაში ტრენდის არსებობა სარწმუნოდ ითვლება, თუ სრულდება პირობა:

$$a \geq 1.96\sigma_{ab} \sqrt{n / \left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right]} \quad (1)$$

სადაც, $\sigma_{ab} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2 / (n-2)}$. წი-

ნააღმდეგ შემთხვევაში არ გვაქვს საფუძველი ვისაუბროთ საშუალო სიდიდის ერთმნიშვნელოვან ცვლილებაზე დროში (ე. ი. ტრენდის ნიშანდობაზე).

ტრენდის ნიშანდობა შეიძლება შეფასდეს შემთხვევით სიდიდესა და მის რიგით ნომერს შორის კორელაციის კოეფიციენტით r . თუ

გათვლების შედეგად აღმოჩნდება, რომ კორელაციის კოეფიციენტი და რანგობრივი კრიტერიუმები მეტია $2\sigma_r$ -ზე, სადაც $\sigma_r = 1/\sqrt{n-1}$ ან $\sigma_r = \sqrt{n}/(n-1)$, მაშინ ტრენდი ჩაითვლება სარწმუნოდ.

ტრენდის ნიშანდობის ხარისხის განსაზღვრა შესაძლებელია აგრეთვე კენდალისა და სპირმენის რანგობრივი კრიტერიუმებით. კენდალის კრიტერიუმის გამოყენებისას იანგარიშება რანგობრივი კორელაციის კოეფიციენტი და იგი კენდალის მიხედვით ტოლია:

$$\tau = 4p/n(n-1) - 1 \quad (2)$$

სადაც, p - არის დაკვირვების x_1, x_2, \dots, x_n რიგში $x_j > x_i$ შემთხვევათა რიცხვი $j > i$ პირობისათვის, n - რიგის სიგრძეა.

სპირმენის კრიტერიუმს კი შემდეგი სახე აქვს:

$$p = 1 - 6 \sum_{i=1}^n d_i^2 (n^3 - n) \quad (3)$$

სადაც, d_i - არის სხვაობა, რიგის მნიშვნელობათა რანგსა და რიგით ნომერს შორის.

მიუხედავად იმისა, რომ ყველა მოყვანილი კრიტერიუმი განსაზღვრავს ტრენდის სარწმუნოობის ხარისხს, თუ რომელ მათგანს მივაკუთვნოთ უპირატესობა, ჯერ კიდევ კვლევის საკითხია. მასთან, კრიტერიუმების მცირე მნიშვნელობები ნაკლებად მიგვანიშნებენ ტრენდის არსებობაზე.

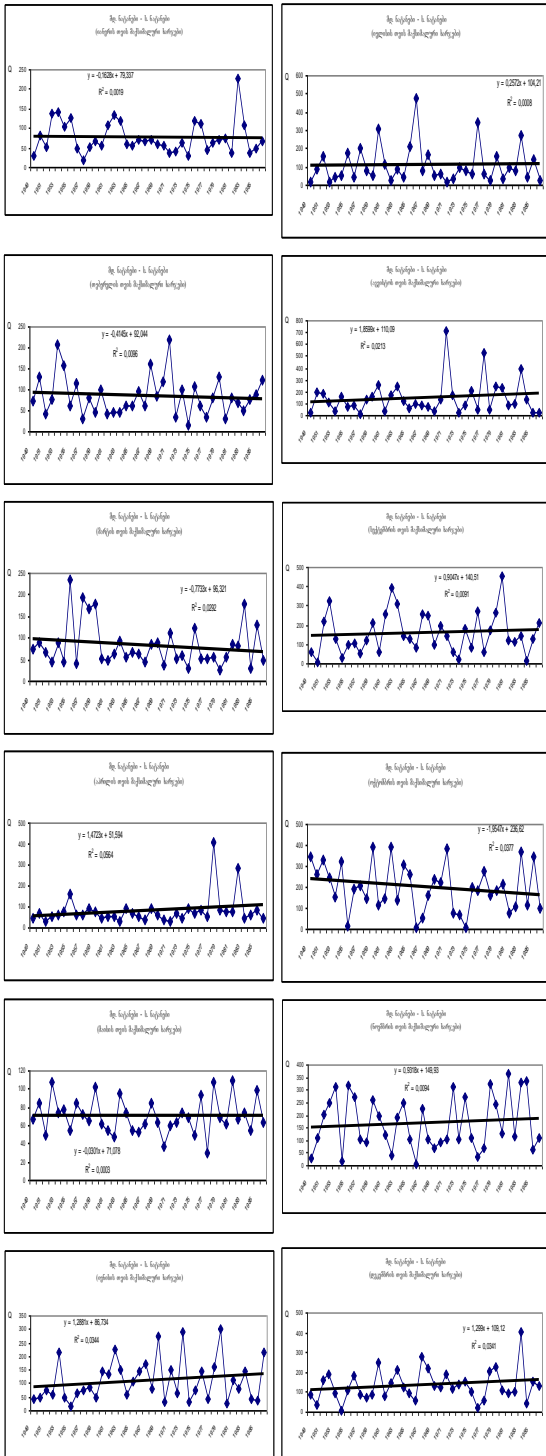
როგორც გათვლებმა გვიჩვენა, შეფასებული ტრენდი ყოველთვის ობიექტურად როდი ასახავს პროცესის ზოგადი კანონზომიერების ტენდენციას. აქ იგულისხმება ის თითქოსდა ტრენდები, რაც არის შედეგი, ერთის მხრივ, რიგების იმ ექსტრემალური მნიშვნელობებისა, რომელთა ობიექტურობა მოითხოვს დამატებით ანალიზს და მეორეს მხრივ, პროცესის არაერთგვაროვნებისა. ერთგვაროვნების დარღვევის მიზეზი შეიძლება იყოს ანთროპოგენური და ბუნებრივი.

მდინარე ნატანებისთვის მაქსიმუმების მრავალწლიური მონაცემების ანალიზით (ნახ.1) ვრწმუნდებით, რომ ადგილი აქვს ტრენდს II, III, IV, V, X, XI და XII თვეებში, ხოლო სხვა თვეებში ტრენდის არსებობა არ დასტურდება, ანუ მდინარე ნატანებისათვის ტრენდი შეინიშნება ორ სეზონში: გაზაფხულზე - რაც გამოწვეულია თოვლის დნობით და შემოდგომაზე (წვიმებით), ასევე შეინიშნება ციკლურობა და პერიოდულობა გარკვეულ თვეებში (ნახ. 2).

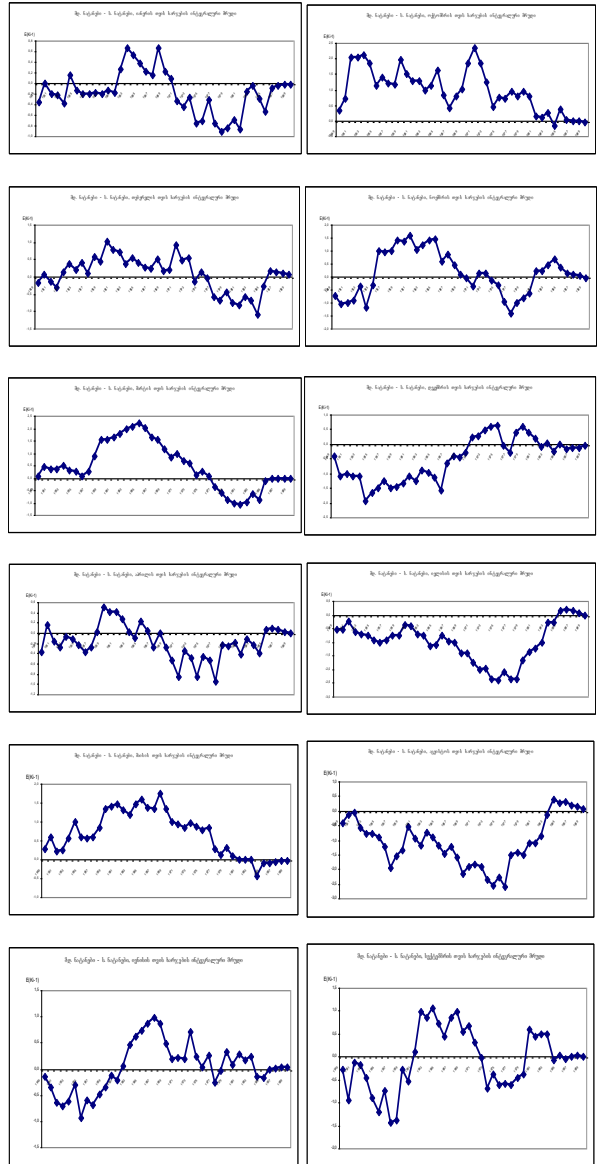
ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ ტრენდის, ციკლურობისა და პერიოდულობის შეფასებას, მეტად ფრთხილად უნდა მოვეკიდოთ, რადგან მისი შეფასების სიზუსტე დიდაა დამოკიდე-

ბული ჰიდრომეტეოროლოგიური მონაცემების სისრულეზე.

ამასთან მდინარე ნატანების ჩამონადენის შიგაწლიური განაწილების შესწავლა მეტად აქტუალურია, რადგან მისი შესართავის ზონა წარმოადგენს შავი ზღვის რეგიონში ერთ-ერთ მოწვევად უბანს.



ნახ.1. მდინარე ნატანების თვის მაქსიმუმების მრავალწლიური მონაცემები



ნახ.2. მდინარე ნატანების თვის მაქსიმუმების ციკლურობა და პერიოდულობა

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. Гидрометеоиздат, Л., 1984
2. Кендалл М.Ж., Стьюарт А.М. Многомерный статистический анализ и временные ряды. Изд. «Наука», М., 1976
3. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Расчеты речного стока, Госстройиздат, М., 1934
4. Шелутко О.Р. Численные методы в гидрологии. Гидрометеоиздат, Л., 1

უკ 551.48.482.215.1 წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის მდ. ნატანების ჩამონადენის ტრენდი, ციკლურობა და პერიოდულობა. /გ.გრიგოლია,თ.ცინცაძე, ვ.ტრაპაძე, ნ.ხუფენია, გ.ბრეგვაძე, ო.შველიძე/ ჰპი-ს

შრომათა კრებული – 2011 – ტ.116. გვ.49-51-ქართ., რუს. ქართ., ინგლ., რუს.

მდ.ნატანების ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების შესწავლისათვის გაანალიზებულია ჩამონადენის ტრენდი, ციკლურობა და პერიოდულობა სხვადასხვა კრიტერიუმებისა და ხერხების გამოყენების შეფასებით.

UDC 551.48.482.215.1 **Trend, cyclicty and periodicity of flow of riv. Natanebi for the different period of year.**/G. Grigolia, T. Tsintsadze, V. Trapaidze, N. Khupenia, G. Bregvadze, O.Shvelidze/ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.49-51-Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

Trend, cyclicty and periodicity of flow are analyzed using of the different ways and criteria for research of internal annual distribution of flow of river Natanebi. უაკ

УДК 551.48.482.215.1 **Цикличность, периодичность и тренд стока р.Натанеби для разных периода года** /Г.А.Григолия, Т.Н.Цинцадзе, В.Д.Трапаидзе, Н.Г.Хуфения, Г.И.Брегвадзе, О.А.Швелидзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии.– 2011, - Т.116, с.49-51-Груз., Рез. Англ., Рус.

Для изучения внутрегодовое распределения стока р.Натанеби проанализирован цикличность, периодичность и тренд стока с использованием различных способов и критерии оценки.

ბასილაშვილი ც.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უაკ 556.16.06

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის ღარაიონება მდინარეთა წყალდიდობების ჩამონადენის მიხედვით

გაზაფხულის წყალდიდობა არის მთავარი ფაზა აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყლის რეჟიმისა, რომლის დროს გაედინება მათი წლიური ჩამონადენის 50-70%. წლის დანარჩენი პერიოდები, განსაკუთრებით ზაფხული, ხასიათდება წყალმცირებით, ამიტომ აქ მცენარეთა სავეგეტაციო პერიოდის მშრალი პაევის პირობებში საჭიროა მათი ხშირი რწყვა. ამიტომ აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორია წარმოადგენს საკმარისად მსხვილ წყალსამეურნეო რეგიონს, სადაც აშენებულია 37 წყალსაცავი, რომლებშიც აკუმულირდება მდინარეთა უხვწყლიანი წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენი, მისი შემდგომი რაციონალური გამოყენების მიზნით არა მარტო მეღორააციის, არამედ აგრეთვე სხვ. მრავალი დანიშნულებით. აქ ფუნქციონირებს რამდენიმე კომპლექსური ჰიდროკვანძი (სიონის, სამგორის, კინვალის და სხვ.), სადაც შეთანხმებულია ენერგეტიკის, მეღორააციის, წყალმომარაგების, მეთევზეობის, სპორტულ-გამაჯანსაღებელი, ტურისტულ-რეკრეაციული და სხვ. ინტერესები. წყალსაცავების ყოველწლიური შევსება და ექსპლუატაცია გათვლილია მდინარეთა წყალდიდობების პერიოდის ჩამონადენზე, მეორე წლის წყალდიდობამდე, ე.ი. წყალდიდობა არის წყალსამეურნეო ობიექტების მთავარი მკვებავი წყარო, რომლის წყლის რესურსების ხარჯზე ხდება ელექტროენერჯიის გამოშუშავება, მცენარეთა მოსავლიანობის გაზრდა, მოსახლეობისა და საწარმო-სამეურნეო ობიექტების წყალმომარაგება. მაგრამ სადღეისოდ დედამიწაზე კლიმატის თანამედროვე გლობალურ დათბობებთან დაკავშირებით იმატა კატასტროფულმა წყალდიდობებმა, რომელთაც მრავალ ქვეყანაში ათიათასობით ადამიანი დაიღუპა, ასიათასობით კი უსახლკაროდ დარჩა. ეს პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალურია საქართველოში, სადაც ბოლო ორი ათეული წლის განმავლობაში რამდენჯერმე განმეორდა მასშტაბური წყალდიდობები, რომლებმაც ეკონომიკას ძალიან დიდი ზარალი მიყენა. აქ მასშტაბურობით გამოირჩეოდა, განსაკუთრებით 2005 წლის წყალდიდობა, როცა საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ზამთარში დაგროვილი დიდი თოვლის მასის დნობას გაზაფხულზე, დაემთხვა მრავალჯერადი ინტენსიური ხასიათის წვიმები და შედეგად წაიღეკა გზები, ხიდები, საცხოვრებელი სახლები, ნათესები, პირუტყვი, ფრინველი

და ადამიანებიც. მატერიალურმა ზარალმა 500 მილიონ ლარს მიაღწია [1]. ამრიგად წყალდიდობებს მოაქვთ როგორც დიდი სარგებლობა, ასევე დიდი ზიანიც. ამიტომ საჭიროა მათი მრავალმხრივი შესწავლა.

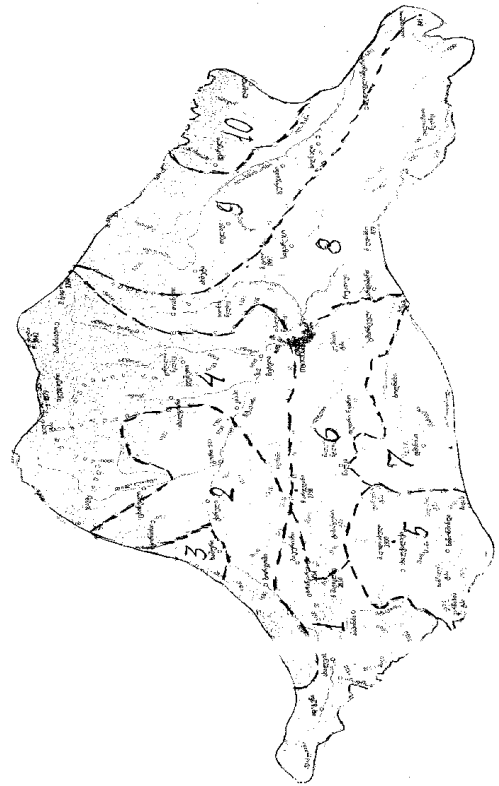
აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორია ხასითდება რა მეტად მრავალფეროვანი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებით, მდინარეთა წყლის რეჟიმებიც შესაბამისად მეტად განსხვავებულია მის ცალკეულ რეგიონში და იცვლება ძირითადად იმის მიხედვით თუ, ესა თუ ის მდინარე, რომელ სეზონში რომელი საზრდოობის წყაროთი იკვებება.

1990 წლამდე არსებული ჰიდროლოგიური დაკვირვებების 84 პუნქტის მონაცემების სათანადო ანალიზის შედეგად მდინარეთა წყალდიდობის პერიოდისა და მისი ჩამონადენის წილის მიხედვით წლიური ჩამონადენიდან, მდ. მტკვრის აუზში გამოიყოფა 10 სხვადასხვა წყლის რეჟიმის ტიპის რაიონი, რომლებიც მოცემულია ნახ. 1. ამ რაიონებისათვის წყალდიდობების პერიოდები (თვეები), მათი ჩამონადენის პროცენტული წილი (%) წლიური ჩამონადენიდან და უხვწყლიანი თვეები შესაბამისი წილით (%) მოცემულია ცხრ. 1-ში. აღნიშნული რუკისა (ნახ. 1) და ცხრილის ანალიზით ირკვევა, რომ წყალდიდობის პერიოდი, უმეტეს მდინარეებზე (1, 5-8 რაიონებში), აპრილიდან იწყება და ივნისის ბოლომდე გრძელდება, მაგრამ მათი პროცენტული წილი წლიურ ჩამონადენში სხვადასხვა და იცვლება 40%-დან – მდ. ფარაენის აუზში (მე-5 რაიონი), 60%-მდე მდ. მტკვრის ზემო წყლის მარცხენა შენაკადებზე: ფოცხოვი, ქობლიანი, ოშორა, ურაველი და სხვ. (1 რაიონი).

ცხრილი 1. მდინარეთა წყალდიდობების პერიოდები და მათი წილი

(%) წლიურ ჩამონადენში რაიონების მიხედვით მდ. მტკვრის აუზში (საქართველოს ფარგლებში)

რაიონის ნომერი	წყალდიდობის		უხვწყლიანი	
	პერიოდი (თვეები)	წილი (%) წმ. ჩამ.	თვე	წილი (%) წმ. ჩამ.
1	IV-VI	59.7	V	25.5
2	III-VI	65.6	IV	25.5
3	III-V	67.3	IV	39.1
4	IV-VII	60.3	V	19.1
5	IV-VI	44.4	V	19.1
6	IV-VI	54.4	V	22.3
7	IV-VI	52.0	V	21.2
8	IV-VI	50.2	V	18.3
9	IV-VII	55.0	V	17.0
10	IV-V	25.1	V	13.6



უხვწყლიანი თვე ყველა რაიონში მაისია, გარდა მე-2 და მე-3 რაიონისა, სადაც ის აპრილის თვეში აღირიცხება, მაგრამ მისი წილი წლიურ ჩამონადენში სხვადასხვა და იცვლება 18%-დან – მდ. იორის აუზში (მე-8 რაიონი), 26%-მდე (1 რაიონში).

მე-2 რაიონის მდინარეებზე (აბასთუმანი, ლეხურა, ძამა, ტანა, ფრონე) წყალდიდობა მარტიდან ივნისის ბოლომდე გრძელდება და მისი წილი 66%-ია წლიურ ჩამონადენში, უხვწყლიანი აპრილის თვის ჩამონადენის წილი კი მხოლოდ 25%-ია.

როგორც წყალდიდობის, ისე უხვწყლიანი თვის ჩამონადენის დიდი წილით გამოირჩევა მცირე მდინარე სურამულა, რომელიც არ დაექვემდებარა მდინარეთა საერთო რაიონებად დაკომპლექტებას მიმდებარე ტერიტორიაზე და ამიტომ მისი აუზი ცალკე მე-3 რაიონად იქნა გამოყოფილი. განსხვავებით ყველა სხვ. მდინარისაგან, სურამულაზე წყალდიდობა მარტიდან მაისამდე გრძელდება და მისი წილი წლიურ ჩამონადენში ყველაზე მაღალია (67.3%). განსაკუთრებით აღსანიშნავია უხვწყლიანი აპრილის თვის მაღალი წილიც წლიურ ჩამონადენში, რომელიც 39,1%-ს შეადგენს.

წყალდიდობის ფორმირების განსაკუთრებული გამოირჩევა აგრეთვე მდ. ბორჯომულას აუზიც, სადაც მის ზემო წელში ბაკურიანის ანდეზიტის ჰიდროკვითის მონაცემებით, წყალდიდობა აპრილიდან ივნისამდე და

მისი წილი წლიურ ჩამონადენში 60 %, როგორც 1 რაიონის მდინარეებზე, ხოლო ქვემო წელში ქ. ბორჯომთან, წყალდიდობა მარტიდან ივნისამდეა, რომლის წილი 70 %, როგორც მე-2 რაიონში. ამრიგად ამ აუზში მკვეთრად შეიმჩნევა მყარი ნალექების ხანგრძლივი მოქმედების კვალი მთიან პირობებში მის ქვემო წელთან შედარებით.

მდ. მტკვრის აუზის დასავლეთით მდებარე სურამულას წყალდიდობებისაგან მკვეთრად განსხვავებულია უკიდურეს აღმოსავლეთით მე-10 რაიონში მდებარე მდ. დურუჯისა და ჩართლისხევის მოკლე პერიოდის (აპრილ - მაისის) წყალდიდობები, რომელთა წილი წლიურ ჩამონადენში მხოლოდ 25%, ხოლო უხვწელიანი მაისისთვის ჩამონადენის წილი ყველაზე მცირეა (13,6%) წლიური ჩამონადენიდან, მდ. მტკვრის აუზის სხვ. მდინარეებთან შედარებით.

ყველაზე ხანგრძლივი წყალდიდობები - აპრილიდან ივლისის ჩათვლით აღირიცხება მე-4 რაიონში კავკასიონის ქედის სამხრეთი კალთების მდინარეებზე: ლიახვი, ქსანი, არაგვი და მდ. ალაზნის აუზის მდინარეებზე მე-9 რაიონში, რომლებიც სხვ. რაიონების მდინარეებისაგან განსხვავებით უხვად საზრდოობენ მყარი ნალექების ნაღობი წყლებით.

მეტად მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ აღნიშნული რუკისა (ნახ. 1) და ცხრილის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს ამ ტერიტორიაზე ნებისმიერი მდინარის წყალდიდობისა და უხვწელიანი თვის ჩამონადენის მნიშვნელობა - ღნ მარტივი გამოსახულებით:

$$R_n = 0.12 R_o \cdot n(\%), \quad (1)$$

სადაც R_o - საკვლევი მდინარის საშუალო წლიური ჩამონადენია, რომელიც შეიძლება იყოს გამოსახული სხვადასხვ. განზომილებით. მაგ. ჩამონადენის ფენა - h (მმ) ან წყლის ხარჯი - Q (მ³/წმ) ან ჩამონადენის მოცულობა - W (მ³) ან ჩამონადენის მოდული - (ლ/წმ.კმ²); $n(\%)$ - მდინარის აუზის ადგილმდებარეობის შესაბამისი რაიონის (რუკაზე - ნახ. 1) წყალდიდობის პერიოდის ან უხვწელიანი თვის ჩამონადენის წილია (%) 1 ცხრილის მიხედვით.

შეუსწავლელი მდინარის შემთხვევაში საშუალო წლიური ჩამონადენის (R_o - ის) მნიშვნელობა განისაზღვრება საქართველოს მდინარეთა საშუალო წლიური ჩამონადენის რუკიდან ნახ. 2 [2], ჩამონადენის ფენის განზომილებით (h_o) მმ-ში და (1) ფორმულის გამოყენებით გამოითვლება წყალდიდობისა და უხვწელიანი თვის ჩამონადენის ფენა h_n (მმ).

მდინარეთა წყალდიდობის პერიოდის უხვწელიანი თვის წყლის საშუალო ხარჯის (მ³/წმ) გამოთვლა შეიძლება ფორმულით:

$$Q_n = h_n \cdot F \cdot 100/T_n, \quad (2)$$

სადაც F - შეუსწავლელი მდინარის აუზის ფართობია, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს ფიზიკურ რუკაზე გაზომვით, T_n - წამების რაოდენობა წყალდიდობის პერიოდში (30 დღეში 108 000 წმ-ია, 31 დღეში - 111 600 წმ, 365 დღეში - 31 536 000 წმ).

ჩამონადენის მოცულობა W_n (მ³) განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$W_n = Q_n \cdot T_n, \quad (3)$$

ჩამონადენის მოდული M_n (ლ/წმ.კმ²) კი გამოითვლება ფორმულით:

$$M_n = Q_n \cdot 100/F \quad (4)$$



ნახ. 2. საქართველოს მდინარეთა საშუალო წლიური ჩამონადენი (მმ) [2].

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. ც. ბასილაშვილი 2008. საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობების მახასიათებლები და კატასტროფების თავიდან აცილების საკითხები, თბილისი, შპი-ს შრომები, ტ. 115, გვ. 313-321.
2. გ. სვანიძე, ვ. ცომაია, რ. მესხია 2001. საქართველოს წყლის რესურსების მოწვევადობა და ადაპტაციის ღონისძიებები, თბილისი, შპი-ს შრომები, ტ. 106, გვ. 11-30.

უაკ 556.16.06 **აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება მდინარეთა წყალდიდობების ჩამონადენის მიხედვით.** /ბასილაშვილი ც/ შპი-ს შრომათა კრებული - 2011 - ტ.116. გვ.51-54-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე მდინარეთა წყალდიდობების ჩამონადენის მიხედვით გამოყოფილია 10 სხვადასხვ. წყლის რეჟიმის ტიპის რაიონი. შედგენილია შესაბამისი რუკა და მოცემულია ცალკეული რაიონისათვის წყალდიდობების პერიოდები, მათი ჩამონადენის წილი (%) წლიური ჩამონადენიდან და უხვწელიანი თვეები შესაბამისი წილით (%). ამ მონაცემების გამოყენებით მიღებულია მარტივი ფორმულები შეუსწავლელ მდინარეთა წყალდიდობის პერიოდისა და უხვწელიანი

თვის ჩამონადენის მნიშვნელობების გასაანგარიშებლად სხვ.დასხვ. განზომილებით.

UDC 556.16.06 Zoning of the territory of Eastern Georgia according to high water flows. /Basilashvili Ts./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.51-54-Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

According to the high water flow there have been admeasured 10 regions with various regimes of water flows in the rivers. An appropriate map has been drawn up; periods of high waters have been established for each region with the ratio of monthly flaw and months of high water-level and the ratio of their flow. Relying on the data simple formula for identifying the high water flow and high water-level months of yet unexplored rivers have been worked out.

УДК 556.16.06 Районирование территории Восточной Грузии по стоку половодья рек. /Басилашвили Ц.З./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. – 2011, - Т.116, с.51-54-Груз., Рез. Англ., Рус.

На территории Восточной Грузии, по стоку половодья рек, выделены 10 районов с разными типами режима рек. Составлена соответствующая карта и для каждого района даны периоды половодья, процентное соотношение их стока от годового и многоводные месяцы с соответствующими долями их стока. С использованием этих данных составлены простые формулы для определения стока половодья и многоводного месяца неизуч

ქალღანი ლ, სალუქვაძე მ., კობახიძე ნ., ჯინჭარაძე გ.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ 551.578.48

თოვლის ზვავების მონიტორინგის საფუძვლებისა და მოწყობის რეკომენდაციები

გლაციოლოგიური კვლევის ერთ-ერთი ძირითადი მიზანია მოსახლეობის და სხვ.დასხვ. დანიშნულების ობიექტების ზვავებისაგან დაცვა ანუ, ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების შემუშავება და განხორციელება. სწორი და ეფექტური ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების შესამუშავებლად აუცილებელია ზვავების (ზვავსაშიშროების) საშიში მახასიათებლების დადგენა და მათი თავისებურებების გამოვლენა. სწორედ მოსახლეობისა და ობიექტებისათვის საშიში ზვავსაშიშროების მახასიათებლების დადგენასა და მათი თავისებურებების გამოვლენას ემსახურება ზვავების მონიტორინგი. ზვავსაშიშროების მახასიათებლების თავისებურებებს ზვავწარმომქმნელი ფაქტორები განაპირობებს, ამიტომ ზვავების მონიტორინგი ზვავწარმომქმნელი ფაქტორების მონიტორინგსაც ითვალისწინებს.

მთიანი რეგიონების ზვავსაშიშროება დამოკიდებულია ბუნებრივი კომპონენტების (გეოგრაფიული პირობების), ძირითადად, რელიეფის (ოროგრაფია, ჰიფსომეტრია, ზედაპირის დახრილობა), მცენარეული საფარის (ტყის ფართობი, შემადგენლობა, სისშირე) და კლიმატის (ჰაერის ტემპერატურა, ნალექები, თოვლის საფარი) თავისებურებებზე. ბუნებრივი კომპონენტებიდან რელიეფი და მცენარეული საფარი იცვლება სივრცეში, ხოლო დროში შედარებით უცვლელია; კლიმატის ზვავწარმომქმნელი ფაქტორები (მეტეოროლოგიური ელემენტები) სივრცესთან ერთად დროშიც ხშირ ცვალებადობას განიცდის.

ზვავსაშიშროების ის მახასიათებლები, რომელთა თავისებურებები, ძირითადად, დროში შედარებით უცვლელ ზვავწარმომქმნელ ფაქტორებზეა (რელიეფი, მცენარეული საფარი) დამოკიდებული, თვითონაც შედარებით უცვლელია დროში. ზვავსაშიშროების ასეთი მახასიათებლებია ტერიტორიის ზვავაქტიურობა, ზვავშემკრებების გავრცელების სისშირე, ზვავშემკრებების მორფომეტრიული და ზვავების ზოგიერთი დინამიკური მახასიათებელი. დროში ხშირად ცვლადი ზვავწარმომქმნელი ფაქტორები (მეტეოროლოგიური ელემენტები) და ზვავსაშიშროების მახასიათებლები, თვითონაც ხშირ ცვალებადობას განიცდიან დროში. ზვავსაშიშროების ასეთი მახასიათებლებია ზვავების ჩამოსვლის სისშირე, ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა,

ზვავის კონუსის მოცულობა, ზვავების ჩამოსვლის დრო და სხვ.

არსებობს გრძელვადიანი და მოკლევადიანი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები. გრძელვადიანი ღონისძიებები (საინჟინრო ნაგებობები, ფერდობების გატყინება) გამოიყენება ზვავსაშიშროების ისეთი საშიში მახასიათებლების წინააღმდეგ, რომელთა თავისებურებაც დამოკიდებულია დროში შედარებით უცვლელ ზვავწარმოქმნელ (რელიეფი, მცენარეული საფარი) ფაქტორებზე. მოკლევადიანი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები (ზვავების პროგნოზი და პროფილაქტიკური ჩამოშვება) გამოიყენება ზვავსაშიშროების ისეთი მახასიათებლების წინააღმდეგ, რომელთა თავისებურებებს განაპირობებს დროში ხშირად ცვალებადი კლიმატური ფაქტორები. სწორედ ზვავწარმოქმნელი ფაქტორების და შესაბამისად მათი თავისებურებებით განსაზღვრული ზვავსაშიშროების მახასიათებლების დროში ცვლილება, აგრეთვე ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების ვადიანობა (გრძელი და მოკლე) განაპირობებს ზვავწარმოქმნელი ფაქტორებისა და ზვავების მონიტორინგის სიხშირეს დროში.

რელიეფისა და მცენარეული საფარის ზვავწარმოქმნელი ფაქტორები, ზვავშემკრებების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები და გრძელვადიანი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები მოითხოვენ შედარებით იშვიათ-გრძელვადიან (წელიწადში რამდენჯერმე ან უფრო იშვიათად) მონიტორინგს. კლიმატის ზვავწარმოქმნელ ფაქტორებზე, ზვავების დროით მახასიათებლებზე და მოკლევადიან ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებებზე კი აუცილებელია ხშირი-მოკლევადიანი (ყოველთვიური, ყოველდღიური და ზოგჯერ ყოველსაათიანი) მონიტორინგი. ამრიგად, ზვავების მონიტორინგი შეიძლება იყოს გრძელვადიანი (იშვიათი) და მოკლევადიანი (ხშირი).

მცენარეული საფარის ზვავწარმოქმნელი ფაქტორების გრძელვადიანი მონიტორინგი ითვალისწინებს წელიწადში ერთხელ მაინც სამეურნეო ობიექტების, მაგალითად საავტომობილო გზის მიმდებარე ციცაბო ფერდობებზე ან ზვავის კერაში ტყის საფარის მახასიათებლების (ძირითადად ფართობის) ცვლილების დაკვირვება-კონტროლს. ტყის საფარის ფართობის მნიშვნელოვანი ცვლილება, ტყის გაჩეხვის ან ხანძრის შედეგად, აუცილებლად გამოიწვევს ზვავშემკრებების მორფომეტრიულ და ზვავების დინამიკური მახასიათებლებისა და დასაცავი ობიექტის ზვავსაშიშროების შეცვლას. ამ ცვლილების გათვალისწინებით უნდა გადაიხედოს არსებული ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების ვარგისიანობაც.

რელიეფის ზვავწარმოქმნელი ფაქტორების (ზედაპირის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური დანაწევრება, ფერდობების ზედაპირის დახრილობა, ჰიფსომეტრია და სხვ.) გრძელვადიანი მონიტორინგის დროს ხდება ზვავშემკრებების მორფომეტრიული მახასიათებლების ცვლილების კონტროლიც. მონიტორინგი ითვალისწინებს აგრეთვე დაკვირვებას დასაცავი ობიექტის მიმდებარე ტერიტორიაზე ეროზიის გააქტიურებაზე, მეწყერებისა და ღვარცოფების ახალი კერების გაჩენაზეც, რადგან მეწყერისა და ღვარცოფის კერები უმეტეს შემთხვევაში ზვავის კერასაც წარმოადგენს.

თოვლის ზვავების გრძელვადიანი მონიტორინგის დროს ხდება დაკვირვება დასაცავი ობიექტებზეც. ზვავსაშიში ობიექტის მდებარეობის ან საზღვრების შეცვლა აუცილებლად გამოიწვევს ამ ობიექტის ზვავსაშიშროების შეცვლასაც. XX საუკუნის 80-იან წლებში საქართველოს სამხედრო გზის ის მონაკვეთი, რომელიც მდებარეობდა მდ. თეთრი არაგვის მარჯვენა სანაპიროზე, სოფ. მღეთის ტერიტორიაზე, გადატანილი იქნა მდინარის მარცხენა ფერდობზე. თუ კი გზის ძველ მონაკვეთს არ ემუქრება ზვავები, გზის ახალმა მონაკვეთმა (სამხედრო გზის 80-81 კმ) გადაკვეთა 7 ზვავშემკრები და საქართველოს სამხედრო გზისთვის საშიში ზვავშემკრებების რაოდენობა 7-ით გაიზარდა. იმის გამო, რომ დიდია ზვავშემკრებების ზვავის კერების ზედაპირის დახრილობა (35-51°) და მოსული თოვლის რაოდენობა (თოვლის საფარის სიმაღლე მცირეთოვლიან ზამთარში მეტია 55-65 სმ-ზე, საშუალოთოვლიან ზამთარში-130-140 სმ-ზე, ხოლო უხვთოვლიან ზამთარში-290-300 სმ-ზე), ამ 7 ზვავშემკრებიდან თითქმის ყოველწლიურად, ხოლო უხვთოვლიან ზამთარში რამდენჯერმე ჩამოდის ზვავები, რომლებიც იწვევენ გზაზე მოძრაობის შეფერხება-შეჩერებას და საფრთხეს უქმნიან უსაფრთხო მოძრაობას.

კლიმატის ზვავწარმოქმნელი ფაქტორების (ჰაერის ტემპერატურა, ნალექები, თოვლის საფარი და სხვ.) მოკლევადიანი მონიტორინგის დროს ხდება ამ ფაქტორების დროში ცვლილებაზე დაკვირვება და კონტროლი. მონიტორინგის მიზანს კი მოკლევადიანი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები- ზვავების პროფილაქტიკური ჩამოშვება და პროგნოზირება წარმოადგენს. მაგალითად, ზვავების ჩამოსვლის პროგნოზირება ხდება მეტეოსადგურების მონაცემების გამოყენებით. ჰაერის ტემპერატურის, ატმოსფერული ნალექებისა და თოვლის საფარის მახასიათებლებზე დაკვირვება, ჩვეულებრივ, დღე-ღამეში 2-ჯერ ხდება. ახალმოსული თოვლისაგან წარმოქმნილი ზვავების (რომლებზეც

მოდის ზვავების საერთო რაოდენობის 80%) ჩამოსვლას მოსული ნალექების რაოდენობა და თოვლის საფარის სიმაღლე განაპირობებს, მაგრამ ზვავების ჩამოსვლის დრო კი, ძირითადად, ნალექების მოსვლისა და თოვლის სიმაღლის მატების ინტენსივობებზე დამოკიდებული. ეს ინტენსივობები დროში ძალიან ცვალებადია, ისინი შეიძლება ყოველ საათში შეიცვალოს, და შესაბამისად შეიცვლება ზვავების ჩამოსვლის დროც. აღნიშნულიდან ცხადია, რომ ნალექების მოსვლის და თოვლის მატების გაზომვა დღე-ღამეში 2-ჯერ არასაკმარისია. თოვის დროს დასახელებული მახასიათებლების ინტენსივობის დადგენა ხდება დღე-ღამეში რამდენჯერმე, ხოლო ექსტრემალურ სიტუაციებში ყოველ საათში; იგივე შეიძლება ითქვას ჰაერის ტემპერატურაზეც. ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება (მითუმეტეს მკვეთრი) იწვევს ზვავების ჩამოსვლას სუბლიმაციური გადაკრისტალების, ათობისა და თოვლის საფარის დადნობის შედეგად. ამრიგად, კლიმატის ზვავწარმომქმნელ ფაქტორებზე მონიტორინგი ხდება დღე-ღამეში რამდენჯერმე, ხოლო ექსტრემალურ სიტუაციებში ყოველ საათში.

ზვავების მოკლევადიანი მონიტორინგი ითვალისწინებს ზვავის ჩამოსვლის დროზე დაკვირვებას, ზვავების მახასიათებლების (ზვავის სიმაღლე, კონუსის მოცულობა და სხვ.) გაზომვას, ზვავის ჩამოსვლით გამოწვეული შედეგების (მსხვერპლი, მიყენებული ზარალი, ზვავებით დაფარული ობიექტის ან გზის ნაწილის სიგრძე, ფართობი, ზვავის მიერ განადგურებული ტყის ჯიშები, ფართობი, ასაკი და სხვ.) აღწერას.

მოსახლეობისა და სხვ.დასხვ. დანიშნულებების ობიექტებისათვის საშიში ზვავ-შემკრებების მორფომეტრიული და მათში წარმომქმნილი ზვავების დინამიკური მახასიათებლების, ზვავწარმომქმნელი ფაქტორების, აგრეთვე ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. ზვავების მონიტორინგის მიზანია მოსახლეობისა და სხვ.დასხვ. დანიშნულების ობიექტების ზვავებისაგან დაცვა;
2. ზვავების მონიტორინგი საფუძველად უნდა დაედოს ზვავწარმომქმნელი ფაქტორებისა და ზვავსაშიშროების იმ მახასიათებლების დადგენა, რომლებიც აუცილებელია სწორი და ეფექტური ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების შემუშავებისა და განხორციელებისათვის;
3. ზვავების მონიტორინგის მოწყობამ უნდა უზრუნველყოს ძირითადი (დადგენილი) ზვავწარმომქმნელი ფაქტორებისა და ზვავსაშიშროების მახასიათებლების თავისებუ-

- რებების გამოვლენა დაკვირვების, აღწერისა და კონტროლის საშუალებით;
4. ზვავების მონიტორინგი შეიძლება იყოს გრძელვადიანი (იშვიათი) და მოკლევადიანი (ხშირი); რელიეფისა და მცენარეული საფარის ზვავწარმომქმნელი ფაქტორები, ზვავშემკრებების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები, აგრეთვე გრძელვადიანი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები მოითხოვენ შედარებით იშვიათ-გრძელვადიან მონიტორინგს; კლიმატის ზვავწარმომქმნელ ფაქტორებზე, ზვავების დროით მახასიათებლებზე და მოკლევადიან ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებებზე კი აუცილებელია ხშირი-მოკლევადიანი მონიტორინგი.

უკ 551.578.48 თოვლის ზვავების მონიტორინგის საფუძვლებისა და მოწყობის რეკომენდაციები. /წ.კალდანი, მ.სალუკვაძე, ნ.კობახიძე, გ.ჯინჩარაძე/. ჰმ-ს შრომათა კრებული.-2011.-ტ.116.-გვ.54-56-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

დადგენილია, რომ ზვავების მონიტორინგის საფუძველია ზვავწარმომქმნელი ფაქტორებისა და ზვავსაშიშროების იმ მახასიათებლების განსაზღვრა, რომელთა გათვალისწინება აუცილებელია სწორი და ეფექტური ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების შესაშუშავებლად; ხოლო ზვავების მონიტორინგმა კი უნდა უზრუნველყოს ამ მახასიათებლების თავისებურებების გამოვლენა დაკვირვების, აღწერისა და კონტროლის საშუალებით.

UDC 551.578.48 Foundations of snow avalanche monitoring and recommendations of arrangement. /# Kaldani, M. Salukvadze, N. Kobakhidze, G. Jincharadze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology.2011.-V.116.-p54-56-Georg.: Summ. Georg. Eng. Russ.

It has been stated that foundations of monitoring of snow avalanche factors and determination of characteristics of avalanching is necessary for working out of proper and effective activities for avalanching; and monitoring of snow avalanche has to support revealing of particularities of these characteristics, by means of their observation, description and contro#

УДК 551.578.48 Рекомендации по устройству и основам мониторинга снежных лавин. /И. А. Калдани, М. Е. Салуквадзе, Н. Ш. Кобахидзе, Г. А. Джинчарадзе/. Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. - 2011.-т.116.-с.54-56-Груз.; рез. Груз., Англ., Русс.

Установлено, что основой мониторинга лавин является определение тех характеристик лавиноопасности и факторов лавинообразования, учет которых необходим для разработки эффективных противолавинных мероприятий; а мониторинг лавин должен обеспечить выявление особенностей этих характеристик с помощью наблюдения, описания и контроля.

ცომაია ვ.
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უკ 551

ახალქალაქი – კარწახის ახალი რკინიგზის მშენებლობის ტრასაზე თოვლის საფარის თავისებურებანი და მათთან დაკავშირებული სიმაღლეების თავიდან აცილების რეკომენდაციები

საქართველოს მშენებლობის პროგრამაში გათვალისწინებულია მისი მდიდარი ბუნებრივი რესურსების გამოყენება ადამიანთა ყოველგვარ სამეურნეო საქმიანობაში. გამოყენების ეფექტიურობა კი დამოკიდებულია სატრანსპორტო გზებზე. ამიტომ მათ დიდი ყურადღება ექცევათ. ამ მხრივ ყურადღების ცენტრშია მშენებარე რკინიგზა ახალქალაქი – კარწახის უბანი. იგი ძლიერ განსხვავდება მდებარეობით, რელიეფით და სხვ. მრავალი გლაციოჰიდროლოგიური თავისებურებებით ვიდრე ახლო მდებარე რაიონები. ამიტომ საინტერესოა მისი განხილვის, ანალიზისა და განზოგადოების შედეგები.

ახალქალაქი - კარწახის ახალი 21 კმ სიგრძის რკინიგზის ტრასა მდებარეობს სამხრეთ-საქართველოს ცენტრალურ ნაწილის ვულკანურ მთიანეთში თურქეთთან სასაზღვრო ზონის 1770 – 1999 მ სიმაღლის ზონაში.

რელიეფი მთავორიანია, შედგება მურაკვალის (სამხრეთ-დასავლეთის საზღვარზე), გექთაფინის (სამხრეთ-აღმოსავლეთის საზღვარზე) ვულკანური ქედებისაგან და მათ შორის ერთიმეორესთან მიმებული სულდას ვიწრობით ახალქალაქისა და კარწახის ქვაბულებისაგან 1760-1890 მ სიმაღლის ზონაში, ცალკეული ბორცვებით, გორაკებით, ჩაფარდნილი – ჭაობიანი და ტბიანი ადგილებით (ნახ.1) გამოირჩევა ცივი ზამთრით და გრილი ზაფხულით. ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა იანვარში შეადგენს -6 - -12 °C (ცხრ.1), ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად შემცირების ტენდენციით და საშუალოდ 11-12 °C ნაკლებია ჰაერის საშუალო წლიურ ტემპერატურაზე.

ატმოსფერული ნალექები დიდი არ არის. საშუალო მრავალწლიური შეადგენს 533-605 მმ. კარწახის ქვაბულში ნალექები 60-130 მმ ნაკლებია ვიდრე მეზობლად მდებარე რაიონებში, რაც აიხსნება ქვაბულის გავლენით. ნალექების განაწილება ეთანხმება სიმაღლით განაწილებას, მაგრამ შედარებით უკეთესი კავშირი გვაქვს ადგილის სიმაღლისა და მყარ ნალექებს შორის, რაც შეადგენს წლიური ნალექების 20-31% (ცხრ. 1).

ანალოგიურ ხასიათს ატარებს ქარების განაწილებაც. ზამთრის პერიოდში (XI-IV) ქარების დიდი სიჩქარით გამოირჩევა ახალ-

ქალაქი, ეფრემოვკა, სადაც საშუალო თვიური სიჩქარე შეადგენს შესაბამისად 2,7-3,8 და 2,9-4,0 მ/წმ, რასაც ადგილი აქვს იანვარში. კარწახში შედარებით სიწყნარეა, საშუალო თვიური სიჩქარე იანვარში-თებერვალში არ აღემატება 3,0 მ/წმ. ვხვდებით ძლიერ ქარებს, რომლის სიჩქარე აღემატება 15მ/წმ. მათი დღეთა რიცხვი აღწევს 12 დღეს ახალქალაქში (იანვარი), 7 დღეს ეფრემოვკაში (იანვარი და თებერვალი) და 3 დღეს კარწახში (იანვარი, თებერვალი). ამასთან ვხვდებით ცალკეულ დღეებს, როცა ქარის სიჩქარე აღემატება 25 მ/წმ-ს. აქ ჭარბობს სამხრეთის (კარწახი) და სამხრეთ-აღმოსავლეთის (ახალქალაქი) რუმბების ქარები (ნახ.1), რომლის წილზე მოდის 30-35%.



ნახ.1 ახალქალაქი-კარწახის ახალი რკინიგზის ტრასის სქეს. დედნობისა და იანვრის ქარების განაწილების დოგრამა კარწახში (ა) და ახალქალაქში (ბ).

მეტად რთული თავისებურებებით გამოირჩევა თოვლის საფარის განაწილება. თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი 89 (სოფ. სულდა) – 153 დღის ფარგლებში მერყეობს (ცხრ. 1). მდგრადი თოვლის საფარი იწყება დეკემბრის შუა რიცხვებში და გრძელდება მარტის ბოლომდე, მაგრამ სშირია შემთხვევები, რომ თოვლის საფარი წარმოიქმნას უფრო ადრე – ნოემბრის მეორე ნახევარში და დამთავრდეს უფრო გვიან – მაისის თვის ბოლოს. საერთოდ, არამდგრადი თოვლის საფარის ხანგრძლივობა ერთ-ორ თვეს გრძელდება. არის ზამთარი, როცა არ იყო მდგრადი თოვლის საფარი; ასეთი ზამთრის რაოდენობა შეადგენს 22-29%-ს. მაქსიმალური თოვლდაგროვებას ადგილი აქვს უფრო მეტად მარტის დასაწყისში (ცხრ. 1) და საშუალო მრავალწლიური დეკადური შეადგენს 20-30სმ, მაქსიმალური აღწევს 113 სმ (ახალქალაქი), რაც საშუალოზე თითქმის სამჯერ მეტია.

საერთოდ თოვლის საფარი ძლიერ არათანაბრადაა განაწილებული, რასაც ადასტურებს მარშუტული თოვლაგროვების მასალები (თოვლის საფარის სიმაღლე იზომება ყოველ 100 მ-ზე), წარმოდგენილი თვალსაჩინოებისათვის ნახ. 2-ის სახით. მასალებიდან აშკარად ჩანს,

რომ ტყის საფარით დაცულ ადგილებში თოვლის საფარის სისქის განაწილება ეთანხმება ნალექების განაწილებას ზრდის ტენდენციით სიმაღლის ზრდასთან ერთად (ნახ. 2ა) და ძლიერ არათანაბარი განაწილებით ტყის საფარ მოკლებულ ტერიტორიაზე, როგორცაა საკვლევი რეგიონი. აქ ხშირია ადგილები, სადაც თოვლდაგროვების სისქე აღწევს 4 მ-ს თოვლის საფარის საშუალო სისქის 115 სმ-ის დროს (ნახ. 2ვ), რაც წარმოადგენს დეფლაციის პროცესის შედეგს. ასეთი არათანაბარი განაწილებაზე მოქმედებს ასევე გრავიტაციული პროცესიც, რაც კარგად ჩანს ნახ. 2გ-დან, სადაც მოცემულია თოვლის საფარის სისქის დამოკიდებულება რელიეფის ზედაპირის დახრილობასთან თოვლის საფარის სიმკვრივის გათვალისწინებით. კერძოდ 20⁰-იან ფერდობის დახრილობის მქონე ზედაპირიდან თუ თოვლის საფარის სიმკვრივე შეადგენს 0,10, 0,20 და 0,30 გრ/სმ³, თოვლის საფარის კრიტიკული სისქე [7] არ აღემატება 100, 140, 300 სმ –ს შესაბამისად. მეტობის შემთხვევაში ადგილი აქვს თოვლის ზვავების ჩამოსვლას, რაც ქმნის დამატებით სირთულეებს.

ამას ადასტურებს სპეციალური დათვალიერების შედეგები, რომელიც მოეწყო 2011 წლის 24 მარტს. ადგილებზე დათვალიერებამ გუიჩვენა, რომ მიმდინარე ზამთარმა აქ შედარებით თბილად ჩაიარა. არცერთი სატრასპორტო შეზღუდვების შემთხვევებს ადგილი არ ჰქონია. 20-22 მარტს ადგილი ჰქონდა ამინდის ძლიერ ცვალებადობას; მთებში თოვას, ქარბუქს, ქვემოთ 1760-1850 მმ სიმაღლეზე წვიმას. ყველგან, საქარე უბნებზე თოვლის საფარი გადაფეროხილი და განლაგებული იყო ზოლებად 20-30 მ სიგანემდე 150-200 მ სიგრძეზე ფერდობების ჩრდილო-აღმოსავლეთის მხარეზე სამხრეთის, სამხრეთ-დასავლეთის ქარების გავლენით. განსაკუთრებით ძლიერ დამქრიანებული იყო ჩაჭრილი რკინიგზის ვაკისი ბოზალი-ფილოპოვკას სოფლებს შორის. აქ ტრასა თითქმის მალაა აწეული, მოქცეულია ძლიერ დანამქრიანების ზონაში; ახალი ტრასა გაწმენდილი იყო ნამქერებისაგან ბუდლოხერების გამწმენდი მექანიზმის გამოყენებით 150-160 მ სიგრძემდე; ნამქერების სისქე საქარე მხარეზე აღწევდა 2-3 მ. საერთოდ არსებული შარავზა: ახალქალაქი-ვაიანი-სულდა-ბოზალი-კარზახი ტიპიურ მაგალითებს წარმოადგენენ ნამქერების წინააღმდეგ ბრძოლი შესახებ მცენარეული საფარის დაშენებით. გზას ერთ, იშვიათად ორივე მხარეს გასდევს ხელოვნურად გაზრდილი ტყის საფარი 30-50 მ სიგანით, 1-1,5 კმ სიგრძემდე, შემდგარი 5-10 მ სიმაღლის ხშირი 0,15-0,20 მ დიამეტრის სისქის ფიჭვის ხეებისაგან.

ცხრილი 1. თოვლის საფარის ჰიდრომეტეოროლოგიური მახასიათებლები აქალქალაქი-კარწახის მარშრუტზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე

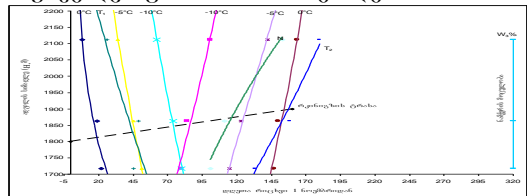
რეგიონი	მახასიათებლების დასახელება	მეტეოროლოგიური სადგურები; სიმაღლე, მ				
		კარწახი, 1863 მ	ახალქალაქი, 1717 მ	ფერეკოვა, 2112 მ	როლინოვკა, 2100 მ	ბოვდანოვკა, 2077 მ
1	ჰაერის ტემპერატურა, °C					
	საშუალო წლიური	4,2	4,9	1,8	2,5	
	მაქსიმალური თვიური	15,0	16,0	13,1	13,1	
	მინიმალური თვიური	-8,7	-7,3	-10,6	-8,8	
2	ატმოსფერული ნალექები, მმ					
	წლიური მმ	475	533	596	536	605
	მყარი ნალექები, მმ	(124)	115	137	168	182
	მყარი ნალექები, %	(26)	21	31	31	30
3	თოვლის საფარის სიმაღლე, სმ					
	საშუალო დეკადური, სმ	9	15	53	15	11
	უდიდესი საშუალო, სმ	17	24	58	20	18
	უდიდესი მაქსიმალური, სმ	44	113	99	46	77
	უმცირესი მინიმალური, სმ	3	3	15	3	3
4	თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი	91	101	153	153	100
	არამდგრადი თოვლის საფარის დაწევა	18/XI	12/XI	29/X	25/X	31/X
	მდგრადი თოვლის საფარის დაწევა	19/XII	15/XII	26/XI	1/XII	17/XII
	მდგრადი თოვლის საფარის დამთავრება	16/III	12/III	21/IV	15/V	16/III
	თოვლის საფარის გაქრობა	7/IV	10/IV	29/IV	4/V	21/IV
5	ქარები:					
	საშუალო თვიური XI, მ/წმ	2,2	2,7	2,9		
	XII, მ/წმ	2,5	3,2	3,4		
	I, მ/წმ	3,0	3,7	3,9		
	II, მ/წმ	3,0	3,7	4,0		
	III, მ/წმ	2,8	3,8	3,9		
	IV, მ/წმ	2,7	3,6	3,2		
	საშუალო წლიური	2,4	3,0	3,1		
	ძლიერი ქარების საშუალო XI	0,04	0,5	0,9		
	დღეთა რიცხვი (>15,0 მ/წმ) XII	0,1	1,3	0,7		
	I	0,3	2,0	1,8		
	II	0,5	1,7	1,3		
	III	0,2	2,0	2,2		
	IV	0,2	1,4	1,2		

საერთოდ თოვლის საფარი ძლიერ არათანაბრად განაწილებული, რასაც ადასტურებს მარშუტული თოვლაგეგმის მასალები (თოვლის საფარის სისქე იზომება ყოველ 100 მ-ზე), წარმოდგენილი თვალსაჩინოებისათვის ნახ. 2-ის სახით. მასალებიდან აშკარად ჩანს, რომ ტყის საფარით დაცულ ადგილებში თოვლის საფარის სისქის განაწილება ეთანხმება ნალექების განაწილებას ზრდის ტენდენციით რელიეფის სიმაღლის ზრდასთან ერთად (ნახ. 2ა) და ძლიერ არათანაბარი განაწილებით ტყის საფარ მოკლებულ ტერიტორიაზე, როგორცაა საკვლევი რეგიონი (ნახ. 2. ბ). აქ ხშირია ადგილები, სადაც თოვლდაგროვების სისქე აღწევს 4 მ-ს თოვლის საფარის საშუალო სისქის 115 სმ-ის დროს (ნახ. 2ვ), რაც წარმოადგენს დეფლაციის პროცესის შედეგს. ასეთი არათანაბარი განაწილებაზე მოქმედებს ასევე გრავიტაციული პროცესიც, რაც კარგად ჩანს ნახ. 2გ-დან, სადაც მოცემულია თოვლის საფარის სისქის დამოკიდებულება რელიეფის ზედაპირის დახრილობასთან თოვლის საფარის სიმკვრივის გათვალისწინებით.

საინტერესოა სპეციალური დათვალიერების შედეგები, რომელიც მოეწყო 2011 წლის 24 მარტს. ადგილზე დათვალიერებამ გვიჩვენა, რომ მიმდინარე ზამთარმა აქ შედარებით თბილად ჩაიარა. არცერთი სატრასპორტო შეზღუდვების შემთხვევებს ადგილი არ ჰქონია. 20-22 მარტს ადგილი ჰქონდა ამინდის ძლიერ ცვალებადობას; მთებში თოვას, ქარბუქს, ქვემოთ 1760-1850 მ სიმაღლეზე წვიმას. ყველგან, საქარე უბნებზე თოვლის საფარი გადაფრთხილი და განლაგებული იყო ზოლებად 20-30 მ სიგანემდე, 150-200 მ სიგრძეზე ფერდობების ჩრდილო-აღმოსავლეთის მხარეზე სამხრეთის, სამხრეთ-დასავლეთის ქარების გავლენით. განსაკუთრებით ძლიერ დამქერიანებული იყო ჩატრილი რკინიგზის ვაკისი ბოზალიფილიპოვკას სოფლებს შორის. აქ ტრასა ფეერდობისაკენ თითქმის მაღლაა აწეული, მოქცეულია ძლიერ დანამქერიანების ზონაში; ახალი ტრასა გაწმენდილი იყო ნამქერებისაგან ბუდლოხერების გამწმენდი მექანიზმის გამოყენებით 150-160 მ სიგრძემდე; ნამქერების სისქე საქარე მხარეზე აღწევდა 2-3 მ. საერთოდ არსებული შარავზა: ახალქალაქი-ვაჩიანი-სულდა-ბოზალი-კარწახი კარგადაა დაცული ხელოვნურად გაშენებული მცენარეული საფარისაგან. გზას ერთ, იშვიათად ორივე მხარეს გასდევს ხელოვნურად გაზრდილი ტყის საფარი 30-50 მ სიგანით, 1-1,5 კმ სიგრძემდე, შემდგარი 5-10 მ სიმაღლის, ხშირი 0,15-0,20 მ დიამეტრის სისქის ფიჭვის ხეებისაგან.

მოყვანილი შედეგები ადასტურებენ, რომ ახალი რკინიგზის ტრასა მდებარეობს საშუ-

ალო და ძლიერი კატეგორიის თოვლის საფარის ნამქერიანობის ზონაში. სამწუხაროდ სათანადო გაზომვების მასალები არ არსებობს. ნამქერების შესწავლა მოხდა მარაბდა-ახალქალაქის რკინიგზის გაყვანასთან დაკავშირებით, რომელსაც მიეძღვნა ავტორის მრავალი შრომა [5-14]. სამწუხაროდ სათანადო არქივი დაიკარგა, ამიტომ საჭირო გახდა არსებული (გამოქვეყნებული) მასალების გამოყენება. აღნიშნული მოსაზრება ემყარება დებულებას, იმის შესახებ, რომ ნამქერთოვლდაგროვების გამოთვლისათვის საკმარისია 10-15 წლის მასალა ნებისმიერად აღებული პერიოდისათვის, რადგან ქარების მიმართულება დიდად არ იცვლება. საჭირო მასალები მოყვანილია ცხრ. 2, რომლის საფუძველზე გამოთვლილია 3 და 1%-ანი უზრუნველყოფის მახასიათებლები.



ნახ.2 პაერის ტემპერატურის (t₀) საშუალო წლიური ტემპერატურის, მდგრადი თოვლის საფარის (T₁) და (T₂) თარიღების, მდგრადი თოვლის საფარის ხანგრძლივობის დღეთა რიცხვის (N), დაწყების და დამთავრების, ძლიერი ქარების (V≥15მ/წმ) დღეთა რიცხვი n_{XI-III}, ცივი პერიოდის ატმოსფერული ნალექების (X_{XI-III}) და 3%-იანი უზრუნველყოფის ნამქერთოვლდაგროვების მოცულობის (W_{3%}) დამოკიდებულება ადგილის სიმაღლესთან (H), და ახალი რკინიგზის ტრასა.

T₁₅-როცა X_{XII}≥28 მმ; T₁₈-როცა X_{XII} 28 მმ; T₂₅-როცა h_{დგ}≥10 სმ; T₂₈ - როცა h_{დგ} 9 სმ. N₁₅-როცა h_დ≥10 სმ; N₂₈-როცა h_დ 9 სმ. H₁ და H₂ ახალი რკინიგზის საწყისი და ბოლო ნიშნულების სიმაღლეები.

ცხრ.2-დან ჩანს, რომ თოვლის საფარის სიმაღლის ვარიაციის კოეფიციენტი მაღალია 0,71, 0,47, 040 ახალქალაქისათვის, კარწახისათვისა და ეფრემოვკასათვის შესაბამისად. ასეთივე მაღალია ვარიაციის კოეფიციენტი ნამქერთოვლდაგროვებისათვისაც. 3%-ანი უზრუნველყოფისათვის ნამქერთოვლდაგროვების წლიური სიდიდე 20-30 მ³/გრძივის 1მ-ზე ნაკლებია ფაქტიურზე, ხოლო 1%-ანი უზრუნველყოფის - 20-110 მ³/გრძივის 1მ-ზე მეტია ფაქტიურზე. ხოლო 1%-ანი უზრუნველყოფის - 20-110 მ³/გრძივის 1მ-ზე მეტია ფაქტიურზე.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შედგენილი იქნა კომპლექსური გრაფიკი (ნახ.3), რომლითაც შეფასდება ზამთრის თოვლიანობასთან დაკავშირებული საშუალო მრავ-

ვალწლიური მახასიათებლები რკინიგზის ნე-
 ბიემიერ სიმაღლეზე. მაგ. ტრასის 1850 მ-ის
 სიმაღლეზე

ცხრილი 2. თოვლის საფარის და მასთან და-
 კავშირებული ნამქერთოვლდაგროვების ძირი-
 თადი მახასიათებლების განლაგების თავისე-
 ბურებანი ახალქალაქ-კარწახის ახალი რკი-
 ნიგზის ტრასაზე

თოვლის საფარის ძირითადი მახასიათებლები	მეტეოროლოგიური სადგურები და სიმაღლეები, მ		
	ახალქალაქი 1717 მ	კარწახი, 1863 მ	ეფრემოვკა, 2112 მ
თოვლის საფარის საშუალო დეკადური სისქე, სმ	24	17	53
თოვლის საფარის უდიდესი სისქე, სმ	113	44	99
თოვლის საფარის სისქის ვარიაციის კოეფიციენტი, Cv 3%-ანი უზრუნველყოფის	0,71	0,47	0,40
თოვლის საფარის სისქე, სმ	70	40	100
1%-ანი უზრუნველყოფის თოვლის საფარის სისქე, სმ	80	(140)	(171)
ნამქერთოვლდაგროვების საშუალო წლიური მოცულობა	128	-	-
ნამქერთოვლდაგროვების მაქსიმალური მოცულობა	372	(320)	(336)
ნამქერთოვლდაგროვების ვარიაციის კოეფიციენტი Cv 3%-ანი უზრუნველყოფის	0,77	(0,50)	0,38
თოვლდაგროვების მოცულობა	325	(310)	(315)
1%-ანი უზრუნველყოფის თოვლდაგროვების მოცულობა	459	(351)	356

- 0⁰, -5⁰ და -7.5⁰ ჰაერის ტემპერატურის დღომის თარიღებია 18/XI, 16/XII და 30/III შესაბამისად;
- -7.5⁰, -5⁰, 0⁰ ჰაერის ტემპერატურის დამთავრების თარიღებია შესაბამისად 13/II, 31/III და 1/IV;
- მდგრადი თოვლის საფარის დაწყების თარიღია (T_დ), როცა დეკემბრის თვის ატმოსფერული ნალექების ჯამი $X_{XII} \geq 28$ მმ და

დამთავრების თარიღია (T_{დამ}) როცა დეკადური საშუალო თოვლის საფარის სისქე მაქსიმალური თოვლდაგროვების დეკადაში $h_{აკ,ქ} \geq 10$ სმ, იქნება შესაბამისად 9/XII და 18/IV (თუ X_{XII} და $h_{აკ,ქ}$ ნაკლებია ზემოთ მოყვანილ მნიშვნელობებზე, თარიღები იქნება 10-12 დღით ნაკლები გამოთვლილ თარიღებზე;

- მდგრადი თოვლის საფარის ხანგრძლივობა N₁, როცა $h_{აკ,ქ} \geq 10$ სმ შეადგენს 118 დღეს, როცა $h_{აკ,ქ} \leq 9$ სმ თოვლის საფარის ხანგრძლივობა ნაკლებია $h_{აკ,ქ}$ -ზე მეტობის შემთხვევაში
- ზამთრის (ცივი) პერიოდის ატმოსფერული ნალექების ჯამი (ΣX_{XI-III}) შეადგენს 170 მმ; 3%-იანი უზრუნველყოფის ნამქერთოვლდაგროვების მოცულობა აღწევს 320 მ³/გრძ.მ ბოლო შედეგებიდან მკვეთრად ჩანს, რომ X_{XI-III} და $W_{3\%}$ შორის არსებობს დამაკმაყოფილებელი დამოკიდებულება; იგი მოცემული რაიონისათვის გამოისახება მარტივი ფორმულით

$$W_{3\%} = 1.88 X_{XI-III} \quad (2)$$

რაც გვაძლევს საშუალებას X_{XI-III} -ის საფუძველზე გამოვთვალოთ 3%-იანი უზრუნველყოფის ნამქერთოვლდაგროვების მოცულობა, რითაც მარტივდება $W_{3\%}$ -ის გამოთვლის სქემა.

გამოთვლის ცდომილება არ აღემატება 5-10%-ს. მაგალითად მდგრადი თოვლის საფარის დაწყებისა და დამთავრების გამოთვლილი თარიღებია 19/XII და 7/IV, ფაქტიური შეადგენს შესაბამისად 19/XII და 7/IV იმ შემთხვევისათვის როცა $X_{XI-III} \geq 28$ მმ და $h_{აკ,ქ} \geq 9$ სმ. მათ საფუძველზე თოვლის საფარის ხანგრძლივობა შეადგენს 108 დღეს, ფაქტიური კი 100 დღეს. ცდომილება შეადგენს 8%-ს.

მიღებული შედეგების საფუძველზე ახალქალაქი - კარწახის რკინიგზის ტრასა მთელ სიგრძეზე მოქცეულია საშუალოზე ძლიერი კატეგორიის ნამქერთოვლდაგროვების ზონაში. ნამქერების მოცულობა აღწევს 340-350 მ³/გრძივის ერთ მეტრზე რომლის 65-70% მოდის სამხრეთ-აღმოსავლეთის რუბებზე ტრასის დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილში.

ნამქერთოვლდაგროვებასთან დაკავშირებული რკინიგზაზე მოძრაობის შეფერხების თავიდან აცილების მიზნით უაღრესად პრაქტიკულია გზის ორივე ან ერთ მხარეზე 20 მის დაშორებით 12-15 მ-ის სიგანის ტყის საფარის გაშენება. ასეთი ტყის ზონის შექმნის შესაძლებლობას ადასტურებს ტრასის მახლობლად არსებული საავტომობილო გზების, როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ გამწვანების შესაძლებლობა.

რკინიგზის ტრასის პროექტის თანახმად მაქსიმალურად გათვალისწინებულია რკინიგ-

ზის ლიანდაგის გაყვანა მიწანაცარ ვაკისზე, რომლის საერთო სიგრძე შეადგენს მთელი სიგრძის 82-85 %-ს. ვაკისის სიმაღლე აღემატება 1,5 – 2,0 მ-ს, რაც მეტია თოვლის საფარის მაქსიმალურ სიმაღლეზე (113 სმ.) საერთოდ კი თუ გამოვაკლებთ მაქსიმალურად მაღლა მდებარე ვაკისების სიგრძეებს, რაც საერთო ჯამში შეადგენს 16კმ-ს, მაშინ ტრასის დანარჩენ ნაწილს (5კმ სიგრძეს) დასჭირდება დაახლოებით 55-60 ათასი ძირი ფიჭვის ნერგები შერეული ბუნქნარებით.

ტრასის დანარჩენი ნაწილი (ПК 77 + 000 - 87 + 000) გაყვანილია გექთაფენის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობის ძირას ჩაჭრილ ვაკისზე; აქედან (ПК 80 + 000- 87 + 000) ფარგლებში (ცხრ. 3) გზის ნამქერისაგან დაცვისათვის გამოიყენება რკინის, რკინა-ბეტონის ან კიდევ ხის ფიცრული ღობეები, რომლის ტიპიური კონსტრუქციები მოყვანილია სპეციალურ ინსტრუქციებში [1,2]. მათი სიმაღლე 4-5 მ-ია, გაშუქება შეადგენს 47-50%-ს, სიგრძე 3,0 მ; სულ საჭიროა 12-13 ათასი მეტრის სიგრძის რკინა-ბეტონის ან ფიცრული ღობეები. ისინი იდგმება გზის ღერძის პარალელურად ღობის სიმაღლეზე 12-15-ჯერ მეტ მანძილზე, ხოლო ღობეებს შორის ღობეების სიმაღლეზე 20-ჯერ მეტ მანძილზე. ასეთ ნაგებობებს, როცა საცდელი კოეფიციენტი $\gamma=8$, რიგებს შორის შეესების კოეფიციენტი $\beta=0,8$, შეუძლიად დააკავოს ნამქერთოვლის მასა (W) [2]

$$W=\gamma H^2+\beta HL=8\cdot 4^2+0,8\cdot 4\cdot 22=410\text{მ}^3/\text{გრძ.1მ} \quad (3)$$

რაც ახლოს დგას გამოთვლილ ნამქერთოვ-ღდაგროვების მოცულობასთან ცხრ.3

რკინიგზის ტრასის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში სასაზღვრო უბნის საქონას ფერდობზე (ПК-ის 77 + 000 - 79 + 000) ფარგლებში ადგილი აქვს თოვლის ზეგების ჩამოსვლას, ქვათა ცვენას და მეწყერებს; (ზოგიერთ უბანზე, სოფ. ფილიპოვკასთან ახლოს, ვაკისის გაკეთების შედეგად 2011 წლის 10-15 აპრილს წარმოიშვა მეწყერის ახალი კერა, რაც გაცილებით სუსტია ვიდრე ძველი მეწყერის კერა გვირახთან მისასვლელ უბანზე) ამასთან აქ გექთაფენის ქედის წყალგამყოფიდან, სადაც გადის სახელმწიფო საზღვარი თურქეთთან, ფერდობი პირველი 300-400 მ-ის მანძილზე გვირახთან ახლოს ხასიათდება დიდი დახრილობით (20-40⁰), შემდეგ საქუნას ველზე 500-800 მ-ის მანძილზე ფერდობის დახრილობა მნიშვნელოვნად მცირდება (6-12⁰) და მთავრდება ისევ დიდი დახრილობით (18-25⁰), (ნახ. 4). ეს ზოლი გაუყვება გზას ზემოდან მთელი 2 კმ-ის მანძილზე. მიუხედავად ფერდობის გრძივი პროფილის დახრილობის სხვადასხვაობისა, მაღლა მოწყვეტილი თოვლის ზეგვი აღწევს რკინიგზის ტრასას; გამოსვლისას ბოლო მონაკვეთზე კიდევ იძენს თოვლის ახალ მასას და

აძლიერებს რკინიგზის ტრასის ჩახერგვას. დაცვის მიზნით საჭიროა ღია კონსტრუქციის რკინა-ბეტონის გაღერვია, ანუ თოვლის ზეგვი დამჭერის რკინაბეტონის კედელი თითქმის 2 კმ-ის სიგრძეზე.

ცხრილი 3 რელიეფში ჩაჭრილი ახალქალაქი-კარწახის ახალი რკინიგზის ლიანდაგის ვაკისების საზღვრებში მორფომეტრიული მახასიათებლები

მთისძირა არხის პიკეტაჟი			ნიშნული, მ			სიღრმე, მ
საწყისი	ბოლო	მანძილი მ	რელსის თავის სიმაღლე		ფერდობის მაქსიმალური სიმაღლე	
			საწყისი	ბოლო		
80+100	80+300	200	2017.360	2017.360	2019.61	2.61
80+920	81+0.20	100	2017.360	2017.300	2019.60	2.27
81+760	81+920	160	2014.840	2012.920	2025.57	11.71
82+440	82+640	200	2006.109	2003.102	2014.78	11.67
83+0.84	83+160	120	1997.686	1996.002	1999.50	2.74
83+420	83+640	220	1992.980	1991.468	1995.19	2.97
83+780	84+160	380	1990.778	1989.531	1996.04	5.89
84+250	84+360	80	1987.901	1987.320	1989.03	1.42
84+760	85+0.40	280	1985.739	1983.520	1993.15	8.52
85+280	85+380	100	1980.658	1919.998	1980.41	0.23
86+100	86+460	360	1971.058	1966.738	1972.59	3.69
87+760	87+20	260	1963.138	1960.018	1967.01	5.43
ჯამი		2460				59.15
საშუალო		205				4.93
მაქსიმალური		380				11.71
მინიმალური		80				0.23

შენიშვნა: რელიეფში ჩაჭრილი ვაკისების რიგითი ნომერი აღნიშნულია გეგმაზე ღია წრით რიცხვის ჩვენებით

ახალქალაქი – კარწახის ტრასას რუკის მონაცემების საფუძველზე კვეთს 20 მდინარე, ხევი, ხრამი (ისინი გეგმაზე აღნიშნულია შეფერადებული წრით რიგითი ნომრის ჩვენებით), რომელთაგან კოდალასუ (ПК 90 + 050) და კირბულახი (ПК 102 + 600) შესწავლილი, მუდმივად მოქმედი მდინარეებია; დანარჩენი – წარმოადგენენ მშრალ ხევეებს, ხრამებს, რომლებიც მოქმედებენ თოვლის საფარის დნობისა და წვიმების დროს; საშუალო წლიური, უდიდესი და 1%-იანი უზრუნველყოფის წყლის ხარჯები შეადგენენ 0,25, 18 და 15 მ³/წმ, 0,68, 35,0 და 28,0 მ³/წმ შესაბამისად. დაცვის ღონისძიებას წარმოადგენს გადასასვლელი რკინიგზის ხიდები.

მიღებული შედეგები ემყარება მეზობლად მდებარე მეტეოროლოგიური სადგურების სტაციონარულ დაკვირვებას. მასზე დაყრდნობილი შედეგები მიახლოებითაა რკინიგზის ტრასისათვის. საჭიროა სპეციალური ექსპედიციური დაკვირვება მიღებული შედეგების დაზუსტებისათვის, ადგილობრივი პირობების გათვალისწინების მიზნით, რომლებიც საფუძვლად დაედება გზაზე მოძრაობის შეფერხებებისა და საშიშროების თავიდან აცილებისათვის საჭირო რეკომენდაციების ტექნიკურ-ეკონომიკურ დასაბუთებას. ექსპედიციური სამუშაოები უნდა ჩატარდეს მარტისა

და აპრილის პირველ დეკადებში თოვლის საფარის, ნამქერებისა და თოვლის ზეგების შესწავლის მიზნით, ასევე ეპიზოდურად - წვიმების შემდეგ მდინარეების წყლიანობის შესწავლის მიზნით.

ლიტერატურა-REFERENCES -ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по проектированию и строительству противолавинных защитных сооружений СН 51780.М.Стройиздат. 1980.15 с.
2. Инструкция. Защита пути от снежных и песчаных наносов. Ограждение пути (XIII глава)
3. Селевые явления, селеопасные районы и карта селевой опасности Грузинской ССР под редакцией Г.И.Херхеулидзе. Тбилиси. 1987.9с.
4. Снег. Справочник. Под редакцией Д.М.Грея и Д.К.Мэйла. Л. Гидрометеиздат. 1986.751 с.
5. Цомая В.Ш. Снежные отложения в районе Крестового перевала и борьба с ними. Труды ЗакНИГМИ, вып.62(68).1975.Гидрометеиздат, Л.с.89-97.
6. Цомая В.Ш. Характеристика твердых осадков и распределение их на территории Кавказа. Труды ЗакНИГМИ, вып.68(74).1979.Гидрометеиздат, Л.с.48-56.
7. Цомая В.Ш. Снежные переносы, пульсация ледников в горах Кавказа и их последствия. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. 1983.Гидрометеиздат, Л.с.201-234.
8. Цомая В.Ш., Харбедия Л.В. Переносы снега при метелях в районах перевалов Кавказа. Труды ЗакНИГМИ, вып.77(83).1982.Гидрометеиздат, Л.с.83-96.
9. Цомая В.Ш. Снежный покров, заносы и лавины на трассах Кавказских перевальных дорог и их защита от этих опасных явлений. Труды второго всесоюзного совещания по лавинам.1987.Гидрометеиздат, Л.с.376-384.
10. Цомая В.Ш. Снежный покров и снежные заносы на трассе железной дороги Евлах-Белоканы. Сборник работ ГМЦ. Азербидромета, вып.1. часть 2, изд. Баку 1988.с.46-58.
11. Цомая В.Ш. Основы обобщения и характеристика снежного покрова сопредельных районов Грузии и Ирана для оценки проходимости их территорий зимой. Научно-технический сборник №2. ВНИИГМИ-МЦД, Обнинск. 1990, с.170-183.
12. Цомая В.Ш. Оценки снежности и метелевого переноса снега в восточные участки Южно-Грузинского нагорья. Труды ЗакНИГМИ, вып.87(94). 1990.Гидрометеиздат, Л.с.120-133.
13. Цомая В.Ш., Абдушлишвили К.Л., Калдани Л.А. Исследования снегоотложений на северо-северо восточной части Тriaлетского хребта. Труды ЗакНИГМИ, вып.84(91).1992.Гидрометеиздат, Л.с.79-86.
14. Цомая В.Ш., Уклеба К.К. Снежные отложения в интенсивно осваиваемом для народного хоз-

яйства в высокогорном районе южного склона Центральной части Кавказского хребта. Труды ЗакНИГМИ, вып.72(78).1980.Гидрометеиздат, Л.с.83-98.

15. Цомая В.Ш., Симония Т.К. Методические указания по прогнозированию лавин из свежеснежного покрова в горах Закавказья. Тбилиси. 1978.19 с.

უაკ 551 ახალქალაქი – კარწახის ახალი რკინიგზის მშენებლობის ტრასაზე თოვლის საფარის თავისებურებანი და მათთან დაკავშირებული სიძნელეების თავიდან აცილების რეკომენდაციები. /ცომაია ვ/ შპი-ს შრომათა კრებული – 2011 – ტ.116. გვ.57-62-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ახალი რკინიგზის ტრასის 21 კმ-ის სიგრძეზე, რომელიც დებარებს 1800-1900 მ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან, შესწავლილია თოვლის საფარისა და მასთან დაკავშირებული ნამქერიანობის, ასევე მათი მაფორმირებული ფაქტორების განაწილების თავისებურებანი. დადგენილია, რომ ტრასა მოქცეულია საშუალოზე ძლიერ კატეგორიის ნამქერთოვლდაგროვების ზონაში. გზის შეუფერხებელი მუშაობისათვის საჭიროა 11 კმ-ის სიგრძეზე ტყის საფარის გაშენება ფიჭვის ნერგებისაგან, 2 კმ-ს მანძილზე 2 რიგის რკინა-ბეტონის ანუ ხე-ფიცრულის ღობეების დადგმა.

UDC 551 Regularities of snow cover distribution and recommendations for the protection of related hazards at the new railway route Akhalkalaki - Kartsakhi /V.Tsomaia/ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2008. - т.116. – p.57-62- Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Specific features of snow cover distribution and related snow drifts origination in the elevation zone 1800-1900 m for new Akhalkalaki – Kartsakhi 21 km long railway route are studied. It's derived that the route occupies a zone of mid to severe categories of snow-drifts. The planting of windbreaks on 11 km long section and arrangement of 2 km long two-row concrete or wooden shields is recommended.

УДК 551 Особенности распределения снежного покрова и рекомендации по предотвращению с ним связанных опасных последствий на новой трассе железной дороги Ахалкалаки-Карцахи./Цомая В.Ш./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. – 2011, - Т.116,с.57-62-Груз., Рез. Англ., Рус.

Изучены особенности распределения снежного покрова и с ним связанных снежных заносов и факторов их образования в пределах высотной зоны 1800-1900м 21 км длины новой железной дороги Ахалкалаки-Карцахи. Установлено, что трасса находится в пределах зоны средне-сильных категорий снежных заносов. Рекомендуется лесонасаждение на протяжении 11 км длины ж.д., двух рядных железобетонных или деревянных щитов (заборов) на протяжении 2 км.

ДЖ.Г.МАМЕДОВ

Институт географии имени акад. Г. А. Алиева НАН
 Азербайджана УДК 551.48.212 (479.24)

**ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТОКА
 ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ РЕК ЗА
 ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД РАСТЕНИЙ НА
 БОЛЬШОМ КAVKAZE (в пределах
 АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)**

В статье рассматриваются динамические особенности стока взвешенных наносов рек на Большом Кавказе в двух периодах до 1977 года и с 1977 года по настоящее время, за вегетационный период растений.

Установлено, что динамические особенности стока взвешенных наносов рек за вегетационный период растений в основном связаны с антропогенным влиянием и изменением климата в направлении потепления.

Выявлено, что отношение нормы стока взвешенных наносов рек с периода 1977 года по настоящее время к периода до 1977 года на северо-восточном склоне Большого Кавказа составляет 0,4-1, а на его южном склоне 0,38-2,2. На южном склоне Большого Кавказа завышенный предел отношения стока взвешенных наносов объясняется тем, что внутриматериковая часть территории более аридизирована, чем обращенный на Каспийское море северо-восточный склон.

Изучение динамики стока взвешенных наносов рек за вегетационный период под влиянием антропогенных факторов, а также в направлении потеплений климата представляет научный и практический интерес. Как известно, в связи с проведением агротехнических мероприятий, а также с потеплением климата интенсивность процесса физического выветривания достигает высокого уровня. Поэтому за вегетационный период накопление продуктов выветривания преобладает над обычным (естественным) накоплением, которое сильно влияет на режим стока взвешенных наносов.

Среди агротехнических мероприятий особенно усиливают поступление продуктов выветривания с поверхности водосборов в речную долину распашка земель, вырубка лесов, прокладка дорог и бахчеводство в виде стока наносов за время интенсивных дождей. Вероятно, что за этот период формирование стока взвешенных наносов зависит от продуктов выветривания и составляет синхронность с вышеуказанными факторами.

По расчётам [2] нормы атмосферных осадков за многолетний период (1961-1990), за исключением весны (Куба) по всем сезонам за указанные периоды в среднем на 11,2%, а годовые величины на 7,7% меньше. Это обстоятельство указывает, что атмосферные осадки в течение последних 50 лет на территории Куба-Хачмазского региона уменьшились. Далее, по ходу изменения интегральных величин (сезонных и годовых атмосферных осадков) автором выявлена аномалия на станции

Хачмаз. По автору, летом атмосферные осадки уменьшаются на 25 мм/сезон. Отсюда ясно, что несколько недостаточен сток воды в летний сезон за вегетационный период растений. По его данным весной только в одном пункте (Куба) наблюдалось увеличение атмосферных осадков приблизительно на 15 мм/сезон. В Хачмазе за этот сезон атмосферные осадки уменьшились примерно на 31 мм/сезон в течение последних 110 лет. Наряду с этим по данным исследователя летом температура воздуха в течение последних 120 лет возросла в Шеки, Габале и Алибеке в среднем на 1,4, в Закатале на 1,1 и Крызе 0,8 градус/сезон [3]. В глобальном масштабе изменение климата исследовалось в работах [4,5,7, 11].

Подобные климатические изменения наблюдались и в Азербайджане за период 1880-2000 гг. современные колебания температуры воздуха, составляли в пределах от 0,2⁰C до 1,5⁰C, а последние 40 лет являются самым теплым периодом. Наибольшее повышение температуры воздуха на южном склоне Большого Кавказа составило 0,5⁰C-0,8⁰C, а на его северо-восточном склоне 0,6⁰C-1,5⁰C [10].

Существенное изменение также наблюдается в линейных трендах стекающих рек северо-восточного склона Большого Кавказа. Проведенные исследования [6] показывают, что лишь для водомерного поста Гудийалчай-Купчал наблюдается положительный тренд. Исследователь отмечает, что такое наблюдение в трендах со статистической точки зрения является заниженным. Заниженный тренд объясняется широким использованием рек на орошение. Наряду с этим за весеннее половодье стекающих рек Большого Кавказа, за исключением Вельвеличай, в ряде годового стока наблюдается отрицательный тренд. Но в реках при прохождении дождевого паводка – наоборот наблюдался положительный тренд. Однако в реке Вельвеличай-Тенгиалты в ряде среднемноголетнего стока линейный тренд вообще отсутствует. По этой причине исследователи приходят к такому выводу, что все это связано с влиянием антропогенного фактора на сток воды.

Автором [1] проводилось интересное исследование о колебании максимальных расходов воды весеннего половодья рек Белоруссии.

В условиях Азербайджанской Республики выполнены следующие работы: «О динамических особенностях стока воды рек Большого Кавказа за вегетационный период растений», Анализ факторов, влияющих на изменение гидроэкологических условий транзитных и пограничных рек Азербайджанской Республики» [8, 9] и др.

Разумеется, что перечисленные влияющие факторы на сток воды и их особенности также будут влиять в основном на сток взвешенных наносов рек за вегетационный период растений. Для этой цели нами собраны и систематизированы

стационарные данные над стоком взвешенных наносов рек по 2011 год, проводимые Национальным Департаментом Гидрометеорологии.

Как известно, вегетационный период растений охватывает март-октябрь месяцы. Учитывая вышеизложенные особенности глобального изменения климата, многолетний ряд стока взвешенных наносов рек за вегетационный период нами разделен на два периода. Один из них охватывает период до 1977 года, а другой с 1977 года по настоящее время. Результаты исследования в указанных периодах представлены в таблице.

Анализ таблицы показывает, что за период до 1977 года сток взвешенных наносов изменяется в пределах 0,32 кг/с - 97 кг/с. А с периода 1977 года по настоящее время их изменение происходит в пределах 0,41 кг/с – 98 кг/с.

Как видно, с периода 1977 по настоящее время по сравнению с до периода 1977 года наблюдается незначительное повышение изменения стока взвешенных наносов рек по территории. Однако в отношении среднемноголетнего стока взвешенных наносов рек с периода с 1977 года произошло сильное изменение о чём будет сказано ниже.

Однако с периода 1977 года по настоящее время к периоду до 1977 года отношение нормы среднемноголетнего стока взвешенных наносов рек составляет 0,35-2,4.

Другим интересным фактом является результат сравнения отношений двух периодов стока взвешенных наносов рек противоположных (южный и северо-восточный) склонов гор Большого Кавказа. Причем его северо-восточный склон направлен в сторону Каспийского моря.

Интересно, что отношение среднемноголетнего стока взвешенных наносов рек периода с 1977 года по настоящее время к периоду до 1977 года на северо-восточном склоне Большого Кавказа составляет 0,4-1, а на его южном склоне 0,38-2,2. Однако особенно в отношении верхнего предела среднемноголетнего стока взвешенных наносов рек за вегетационный период растений на южном склоне Большого Кавказа, в отличие от северо-восточного склона произошло сильное изменение, т.е с 1раза до 2,2 раза, а в отношении нижнего предела повышение. Завышенное отношение в верхнем пределе на южном склоне по сравнению с северо-восточным склоном Большого Кавказа связано с селеностностью рек и сильным влиянием антропогенного фактора на поверхности водосбора.

Как видно, на стекающих реках обоих склонов вышеуказанное отношение начиная с 1977 года синхронность стока взвешенных наносов рек со стоком воды, а также вследствие глобального изменения климата в основном сохраняется [8]

Таблица. Характеристики стока взвешенных наносов рек за вегетационный период до 1977 года и с периода 1977 года по настоящее время

Река-пункт	Периоды	Расход взвешенных наносов рек по месяцам, кг/с					
		III	IV	V	VI	VII	
Самур-Лучек	s	23	66	93	110	83	
	d	14	8,2	35	74	68	
Кара-Самур-Лучек	s		6,3	35	44	17	
	d		2,8	13	26	13	
Гуручай-Сусай	s	0,6	2,4	2,5	0,89	0,48	
	d	0,34	1,7	0,76	0,98	0,37	
Гудийал-чай-Гырыз	s	2,8	17	60	84	51	
	d	7,3	22	47	83	35	
Хыналыг-чай-Хыналыг	s	0,78	2,6	9,1	7,8	3,0	
	d	0,70	3,2	3,2	4,7	1,9	
Агчай-Джек	s	0,35	3,4	19	73	28	
	d	0,20	3,4	9,4	19	6,2	
Агчай-Сухтагала	s	0,13	2,3	1,1	1,7	0,54	
	d	0,78	1,4	1,3	1,4	0,20	
Джагад-джукчай-Рустов	s	1,6	7,9	2,5	6,0	0,72	
	d	1,9	3,0	4,3	6,9	0,88	
Вельвели-чай-Нохурдюз	s	4	19	34	27	7	
	d	2,5	12	23	19	4,3	
Вельвели-чай-Тенги-алты	s	9,5	49	70	74	46	
	d	8,5	17	44	38	19	
Деркчай-Дерк	s	0,18	1,4	0,71	1,2	0,22	
	d	0,14	0,95	1,0	0,46	0,32	
Сумгайт-чай-Пирикиш-кюль	s	9,8	23	24	24	1,7	
	d	5	13	6,7	6,2	0,57	
Балакен-чай-Бала-кен	s	0,17	1,4	4,4	4,4	6,1	
	d	0,65	7,7	20	16	8,2	
Курмукчай-Сарыбаш	s	0,71	4,6	6,6	8,4	9,2	
	d	0,10	1,3	6,9	7,9	5,5	
Булангусу-Сарыбаш	s			3,8	3,8	3,6	
	d			5,3	4,1	2,5	
Кунахайсу-Сарыбаш	s		1,2	1,6	2,8	2,3	
	d		0,63	1,4	3,2	1,3	
Курмукчай-Илису	s	0,33	5,2	26	21	21	
	d	0,47	10	43	40	30	
Гамачай-Илису	s		0,08	0,29	0,45	0,62	
	d		0,28	0,33	0,78	0,44	
Дамарчик-близ устья	s		0,74	3	9,2	9	
	d		3,6	9,3	7,8	4,9	
Чухадурмаз-близ устья	s	0,01	0,24	1,10	4,2	2,2	
	d	0,09	1,2	4,6	3,9	1,9	
Гайнар-близ устья	s	0,02	0,38	1,50	3,4	2	
	d	0,03	0,90	3	2,6	1,3	
Агричай-близ устья	s	6	27	86	140	140	
	d	8,4	50	180	220	150	
Агричай-Башдашагыл	s	0,02	5	10	16	11	
	d	0,16	4,3	18	14	7,2	
Дамирапаран-чай-Габала	s	0,56	5	29	55	44	
	d	0,56	16	43	140	84	
Геокчай-Геокчай	s	6	72	110	100	58	
	d	7,1	44	110	140	72	
Ахоччай-Ханагах	s	3,4	26	25	30	7,6	
	d	3,8	17	27	56	12	
Гирдиманчай-Гаранохур	s	36	210	240	120	31	
	d	55	130	170	140	110	
Пирсаатчай-Поладлы	s	15	47	53	14	1,3	
	d	6	12	13	13	3,5	
Река-пункт		Расход взвешенных наносов рек по месяцам, кг/с			Средний многол. расход взв. наносов, кг/с	Отношение периодов	
		VIII	IX	X	S/d	d/s	
Самур-Лучек		18	14	3,4	41	1,24	
		48	23	8,7	33		0,80
Кара-Самур-Лучек		13	3,5	0,78	17	1,82	
		26	6,1	3,5	0,62	9,3	0,54
Гуручай-Сусай		0,15	0,31	0,21	0,94	1,65	
		0,19	0,08	0,11	0,57		0,61
Гудийал-чай-Гырыз		15	8,7	4,4	30	1,0	
		20	15	8,1	30		1,0
Хыналыг-чай-Хыналыг		1,2	0,6	0,34	3,2	1,6	
		1,4	0,47	0,25	2,0		0,62
Агчай-Джек		5,0	2,2	7,8	17	2,9	
		5,1	2,9	1,3	5,9		0,35
Агчай-Сухтагала		0,17	0,47	0,31	0,84	1,1	
		0,26	0,48	0,49	0,79		0,94
Джагад-джукчай-		0,12	0,78	0,17	2,5	1,0	

რუთვ	0,40	1,2	1,1	2,5	1,0
ველველი-ჩაი- ნოხურდუი	4,7	4,4	0,67	13	1,58
	2,4	0,80	2,0	8,2	0,63
ველველი-ჩაი- ტენგი-ალტი	14	11	5,6	35	1,94
	8,2	4,7	5,1	18	0,51
დერკაი-დერკ	0,06	0,06	0,04	0,48	1,17
	0,15	0,16	0,09	0,41	0,85
სუმგაიტი-ჩაი- პირიკიშ-კიული	5,9	4,4	4	12	2,5
	0,98	5,2	1,1	4,8	0,4
ბალაკენ-ჩაი- ბალა-კენ	2,8	4,5	3,1	3,4	0,41
	5,4	5,2	2,4	8,2	2,4
კურმუკაი- სარაბაშ	7,2	8,2	5,2	6,3	1,66
	2,8	3,5	2,3	3,8	0,60
ბულანგსუ- სარაბაშ	2,3	3,9	1,3	3,1	1,15
	1,6	2,0	0,91	2,7	0,87
კუნაჩაი- სარაბაშ	1,5	1,5	0,93	1,7	1,31
	1,81	1,5	0,4	1,3	0,76
კურმუკაი- ილისუ	11	12	5	13	0,62
	19	16	6,3	21	1,62
გამაჩაი-ილისუ	0,27	0,44	0,06	0,32	0,76
	0,31	0,69	0,11	0,42	1,31
დამარჩი-ბილი- უსტა	5,6	8,4	1,5	5,4	1,20
	2,4	2,3	1,0	4,5	0,83
ჩუხადურმაზ-ბილი- უსტა	0,6	0,13	0,08	1,9	1,05
	1,4	0,73	0,46	1,8	0,95
გაინარ-ბილი- უსტა	0,73	1,2	0,03	1,2	1
	0,64	0,52	0,29	1,2	1
აგრჩაი-ბილი- უსტა	60	78	49	73	0,75
	59	63	49	97	1,33
აგრჩაი- ბაშადაგალ	9,8	7,7	2,3	7,7	1,05
	7,9	4,5	2,6	7,3	0,95
დამირაპარან- ჩაი-გაბალა	15	10	4	20	0,45
	29	33	9	44	2,2
გეოკაი-გეოკაი	20	32	8,4	51	0,94
	22	25	18	54	1,06
ახოჩაი- ხანაგა	8,3	9,5	7,4	15	0,83
	3,6	15	7,7	18	1,2
გიდმანჩაი- გარანოურ	24	78	34	97	0,99
	66	52	57	98	1,01
პირსაგაჩაი- პოლადი	0,28	7,1	5,6	18	2,6
	0,91	0,81	6,3	6,9	0,38

Примечание: s – средний многолетний расход взвешенных наносов рек (кг/с) за период до 1977 года. d – средний многолетний расход взвешенных наносов рек (кг/с) за период 1977 года по настоящее время

Другой интересной особенностью стока взвешенных наносов исследуемых рек является то, что завышенное, то заниженные значения отношений в вышеуказанных периодах на отдельных противоположных склонах гор.

Итак, отношение с периода 1977 года по настоящее время нормы стока взвешенных наносов рек к периоду до 1977 года на северо-восточном склоне Большого Кавказа из 12-и водомерных постов в 2-х без изменения, а в 10-и оказались заниженными. На стекающих реках южного склона Большого Кавказа указанное отношение из 16-ти водомерных постов в одном оказался без изменения, в 8 – завышенным, а в 7 – заниженным. На южном склоне Большого Кавказа существующее разнообразие в отношениях объясняется разной степенью аридизации исследуемой территории.

Резюмируя вышеизложенное, приходим к следующим выводам:

1. Для существенного изменения стока взвешенных наносов рек требуется приблизительно 100 лет, что совпадает с изменением климата в

направлении потепления.

2. Выявлено, что в отношении верхнего и нижнего пределов стока взвешенных наносов рек с 1977 года по настоящее время и до периода 1977 года наблюдается занижение, однако синхронность стока взвешенных наносов рек со стоком воды остается без изменения.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Волчек Ан.А. Колебание максимальных расходов воды весеннего половодья рек Белоруссии. Изв. РАН. Серия географическая, 2008, № 2. с.93-104
2. Гадиев Ю.Д., Мамедова А.Ф., Ахмедова Г.Б., Мамедова А.У. Многолетние колебания атмосферных осадков за последние 110 лет в Куба-Хачмазском районе. Азерб.Геогр.об-во НАНА. Проблемы устойчивого развития горных областей. Т. X. Баку, 2006. с. 69-73.
3. Гадиев Ю.Д., Рагимли В.А., Исмаилов Р.С. Многолетние изменения температуры воздуха за зимний и летний сезоны на южном склоне Большого Кавказа Азерб.Геогр. об-во НАНА. Проблемы устойчивого развития горных областей. Т. X, Баку, 2006. с. 530-534.
4. Груза Г.В. Климатическая изменчивость и прогноз изменений климата. Природа, 1992, № 8, 236 с.
5. Дегтранко Т.И. Климатические и антропогенные изменения стока рек Кавказа. Тр. ВНИИГ МИ М 15 Д. 1988. вып. 149. с. 58-59.
6. Иманов Ф.А., Гумбатова Ш. Трендовый анализ экстремальных стоковых рядов. Азерб. Геогр. об-во НАНА. Проблемы устойчивого развития горных областей. Т. X. Баку, 2006, с. 493-503.
7. Логинов В.Ф. Причины и следствия климатических изменений. Мн наука і техника, 1992. 319 с.
8. Мамедов Дж.Г. Динамические особенности стока воды рек Большого Кавказа за вегетационный период. Роль антропогенных факторов в изменении современных экогеографических условий Азербайджана. Геогр.об-во филиал БГУ, Т. II. 2011, с. 507-513.
9. Мамедов Дж.Г. Анализ факторов, влияющих на изменение гидроэкологических условий транзитных и пограничных рек Азербайджанской Республики. МЭПР Гидрология и мониторинг окружающей среды. Баку, 2011, № 4. с. 147-151.
10. Максимов М.Р., Ахмедова С.А., Мусаева М.А. Современные климатические изменения и многолетняя изменчивость сезонного стока рек Азербайджана. Проблемы устойчивого развития горных территории. Геогр.об-во Азерб. Том X, Баку, 2006. с. 513-516.
11. Махмудов Р.Н. Глобальные климатические изменения – причины и естественные катастрофы. Министерство Экологии и Природных Ресурсов. Гидрология и мониторинг

окружающей средф. Баку. 2006. № 3. с. 22-32.

UDC551.48.212 (479.24) **DYNAMIC PECULIARITIES FLOWING RAISE OF ALLUVIUM OF RIVERS FOR VEGETATION PERIOD OF PLANTS IN GREAT CAUCASUS.** /J.H.MAMEDOV/Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology.-2011.-v.116. p.63-66-Russ ; Summ.Georg; Eng; Russ.

In this article the dynamic peculiarities of flowing raise alluvium of rivers in Great Caucasus in two periods till 1977 and from the period of 1977 to nowadays for vegetation period of plants.

The dynamic peculiarities flowing raise of alluvium for vegetation period of plants mainly connected with activity of anthropogenic influence and changeability of climate warming.

It is defined that relation from the period of 1977 to nowadays the norm of flowing raise of alluvium of rivers till the period of 1977 in north-eastern slope of Great Caucasus makes 0,4-1 times. In the south slope of Great Caucasus the flowing raise of alluvium is explained by increasing limit of relation.

So, the mainland of territory drier than the north-eastern slope which faces to Caspian Sea.

УДК 551.48.212 (479.24) **ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ РЕК ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД РАСТЕНИЙ НА БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ (в пределах АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)/ДЖ.Г.МАМЕДОВ/Сб.Трудов Института огии АН Грузии. –2011. – т.116. – с.63-65-Русск.; рез. Груз., Англ.,Русск.**

В статье рассматриваются динамические особенности стока взвешенных наносов рек на Большом Кавказе в двух периодах до 1977 года и с 1977 года по настоящее время, за вегетационный период растений.

Установлено, что динамические особенности стока взвешенных наносов рек за вегетационный период растений в основном связаны с антропогенным влиянием и изменением климата в направлении потепления.

Выявлено, что отношение нормы стока взвешенных наносов рек с периода 1977 года по настоящее время к периода до 1977 года на северо-восточном склоне Большого Кавказа составляет 0,4-1, а на его южном склоне 0,38-2,2. На южном склоне Большого Кавказа завышенный предел отношения стока взвешенных наносов объясняется тем, что внутриматериковая часть территории более аридизирована, чем обращённый на Каспийское море северо-восточный склон.

ნ. ცინცაძე, ნ. ხუფენია
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტე
მ. ალავერდაშვილი, ნ. კოკაია
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
აუკ 551

შიდა ქართლის ზობიერთი მდინარის მყარი ჩამონადენის გაანგარიშება ენერგეტიკული პრინციპის გამოყენებით.

მდინარის მყარი ჩამონადენის ფორმირების და ტრანსპორტირების კანონზომიერებები მეტად რთულია და ამავ დროს არასაკმარისადაა შესწავლილი გეოგრაფიულ-ჰიდროლოგიური ფაქტორების ალბათური ხასიათის გამო.

საქართველოს მნიშვნელოვან მდინარეთა სისტემატური მონაცემები ატივინატებული ნატანის შესახებ მეტნაკლებად მოცემულია რესპუბლიკის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამმართველოს მიერ გამოქვეყნებულ წელწლიურებში ცნობარების სახით.

შედარებით ცუდი მდგომარეობაა შრომატევადი სამუშაოების ჩატარების გამო მდინარეთა ფსკერული ნატანის შესწავლის საკითხში, რომელთა გაზომვებიც ეპიზოდურად ხდება სხვადასხვა დაინტერესებული ორგანიზაციების მიერ. მთლიანობაში მყარი ნატანის ჩამონადენის ცოდნის აუცილებლობა გამოიხატება სხვადასხვა საინჟინრო სამუშაოების, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების, წყალსაცავების მუშაობის პირობების და ხანგრძლივობის დადგენის, ზღვის სანაპირო ზოლის დაცვისა და სხვადასხვა მიმართულებით სამუშაოთა ჩატარებაში. აღნიშნული საკითხის შესწავლის მიზნით დიდი სამუშაოები ჰქონდათ ჩატარებული ბევრ ორგანიზაციებს და კვლევით ინსტიტუტებს, მათ შორის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ყოფილი გეოგრაფია-გეოლოგიის ფაკულტეტის ხმელეთის ჰიდროლოგიისა და ნიადაგმცოდნეობის კათედრას.

მყარი ნატანის გაანგარიშების არსებული მეთოდები ძირითადად ემყარება ისეთ პარამეტრებს შორის კავშირს, როგორიცაა: წყლის ხარჯი (იგულისხმება კავშირი მყარ და თხევად ჩამონადენს შორის), საშუალო სიმაღლე, მდინარის დახრილობა ან აუზის საშუალო დახრილობა, ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათი (ლითოლოგია, ნიადაგები, ტყიანობა, ნიადაგის დამუშავება და სხვა). მთიან რეგიონებში მეცნიერულად უფრო დასაბუთებულს წარმოადგენს (კონკრეტულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში) ალბათური კავშირის არსებობა მდინარის მყარ ჩამონადენსა და თხიერი ჩამონადენის ენერგიას შორის. ეს იდეა გაჟღერებული იყო გასული საუკუნის ორმოცდაათიან წლებში პროფესორების მ. მოსტკოვის და გ. სვანიძის მიერ, რომელიც ჩამოყალიბდა როგორც მყარი ნატანის ჩამონადენის გაანგარი-

შეხების ენერგეტიკული კრიტერიუმი, რომლის არსიც ასეთია:

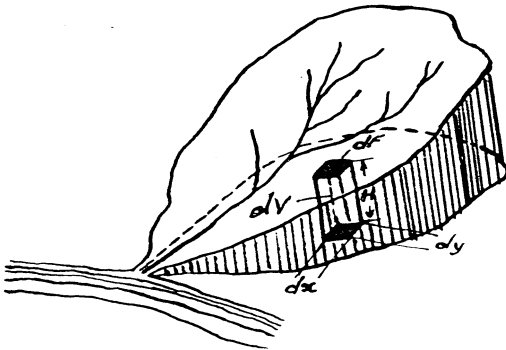
მდინარის აუზში მოსული ატმოსფერული ნალექები გრავიტაციული ძალების ზაგავლენით ფერდობებზე გადაადგილებისას აწარმოებენ მუშაობას, რომლის სიდიდე წყლის წონის და ვარდნის ნამრავლის ტოლია. მთლიანი აუზის ზედაპირული ჩამონადენის ჰიდრაულიკური ენერგია ანუ "აუზის ენერგია" წლის განმავლობაში იხარჯება ფერდობების ეროზიაზე, ეროზიული მასალის გადაადგილებაზე, ნაკადის მიერ ნატანის ტრანსპორტირებაზე; გარდა ამისა ენერჯის ნაწილი იხარჯება ნაკადის მოძრაობისას კალაპოტის წინააღმდეგობის დაძლევაზე, ხოლო ნაწილი განიბნევა ნაკადში სითბური ენერჯის სახით. გამომდინარე ზემოთქმულიდან აუზის ჰიდრაულიკური ენერგია შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ფორმულით:

$$\begin{aligned} \Sigma_{\text{აზ}} &= 9.8 \cdot 8760 \int \int mH / 1000 dx \cdot dy = \\ &= 86 \int_0^f mH dF = 86000 \int_0^v mdv, \text{ კვტ/სთ} \end{aligned} \quad (1)$$

მისი შესატყვისი საშუალო წლიური თეორიული სიმძლავრე შეადგენს

$$N_{\text{აზ}} = 0.0098 \int_0^f mH dF = 9.8 \int_0^v mdv, \text{ კვტ} \quad (2)$$

სადაც m -არის წყლის ჩამონადენის მოდული (N წმ/კმ²) dV -აუზის ფიგურის ელემენტარული მოცულობა (ნაზ.1)



ნაზ. 1. მდინარის წყალშემკრები აუზის ჰიდრაულიკური ენერჯის განსაზღვრის სქემა

(1) ფორმულის მარტივი გარდაქმნებით მივიღებთ გ. სვანიძის ფორმულას:

$$\Sigma_{\text{აზ}} = 86 \cdot F \cdot H_{\text{საშ}} \cdot m_{\text{საშ}} \cdot \rho \text{ კვტ/სთ}, \quad (3)$$

სადაც F -არის წყალშემკრები აუზის ფართობი (კმ²), $H_{\text{საშ}}$ - აუზის საშუალო სიმაღლე (მ), $m_{\text{საშ}}$ - წყლის ჩამონადენის მოდულის საშუალო მნიშვნელობა, ρ - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მდინარის ჩამონადენის და აუზის ფართობის არათანაბარ განაწილებას სიმაღლეთი ზონების მიხედვით.

ენერგეტიკული პრინციპის გამოყენებისას მნიშვნელოვანი პარამეტრია მყარი ჩამონადე-

ნის ენერგეტიკული მოდული, ანუ ხვედრითი ენერგია, რომელიც იხარჯება ერთი ტონა ან ერთი კუბური მეტრი ატივინარებული (V_R), ფსკერული (V_G) ან ჯამური (V_T) ნატანის ჩამონადენის ტრანსპორტირებაზე და გაიანგარიშება ფორმულით:

$$\eta_R = \Sigma_{\text{აზ}} / V_R; \quad \eta_G = \Sigma_{\text{აზ}} / V_G; \quad \eta_T = \Sigma_{\text{აზ}} / V_T; \text{ კვტ.სთ/ტ} \quad (4)$$

მდინარის მყარი ჩამონადენის ენერგეტიკული მოდულის და მდინარე ანალოგის ჰიდროლოგიური მახასიათებლების გამოყენებით შესაძლებელი ხდება განსაზღვროთ ნაკლებად შესწავლილი ან შეუსწავლელი მდინარის მყარი ჩამონადენი.

აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით ნატანის ჩამონადენის განსაზღვრის კარგი შედეგები გვაქვს მიღებული დასავლეთ საქართველოს შავი ზღვისპირა მდინარეებზე. უნდა აღინიშნოს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა ნატანის ჩამონადენი, განსაკუთრებით მათი ფსკერული მდგენელი სუსტადაა შესწავლილი. ამ მხრივ გამონაკლისს წარმოადგენს მდ. არაგვი, რომელზედაც შეიქმნა კინვალის წყალსაცავი. ამიტომ მდ. ქსანის მყარი ჩამონადენის დადგენისათვის მდინარე ანალოგად გამოვიყენეთ მდ. არაგვი.

მდ. არაგვზე ს. კინვალთან 1959-1974 წ.წ. ჰიდროპროექტის მიერ წარმოებული დაკვირვებების მასალების ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ატივინარებული ნატანის ჩამონადენი წლიურად შეადგენს 751.1 ათას ტონას, ხოლო ფსკერულის ჩამონადენი 150 ათას ტონას. მაშასადამე მთლიანად ნატანის ჩამონადენი შეადგენს 901.1 ათას ტონას წლიურად.

ჩვენს მიერ გამოყენებული ენერგეტიკული პრინციპის მიხედვით მდ. არაგვის აუზის ენერგია შეადგენს:

$$\Sigma_{\text{აზ}} = 86 \cdot 1868.8 \cdot 1900 \cdot 27.5 \cdot 1.37 = 11.5 \text{ მლდ.კვტ.სთ.}$$

ხოლო მდ. ქსანისათვის

$$\Sigma_{\text{აზ}} = 86 \cdot 549.2 \cdot 1810 \cdot 17.5 \cdot 1.44 = 2.15 \text{ მლდ.კვტ.სთ.}$$

მაშასადამე, მდ. ქსანის და მდ. არაგვის ენერგიათა ფარდობა ტოლი იქნება:

$$K = 2.15 / 11.5 = 0.19$$

ეს კი გვაძლევს სასუალებას გავიანგარიშოთ მდ. კსანის ჩამონადენი მნიშვნელობა Semdegi saxiT:

$$W_{T\text{ქს.}} = K \cdot W_{T\text{არ.}} = 0.19 \cdot 901.1 = 171 \text{ ათ.ტ./წწ}$$

დაკვირვებათა მასალების მიხედვით მდ. ქსანის (ს. კორინთა) ნატანის ჩამონადენი შეადგენს 168 ათ.ტ./წწ, ეს სიდიდე კი ახლოსაა ენერგეტიკული პრინციპით მიღებულ სიდიდესთან (171 ათ.ტ./წწ), რაც მეტყველებს გამოყენებული მეთოდის საიმედოობაზე.

ასეთივე სახით გაანგარიშებები მოხდა შიდა ქართლის ზოგიერთ მდინარეზე, რომელთა შედეგები მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილ I-ის სახით:

ცხრილი 1

მდინარე, პუნქტი	წყალშემკ. აუზის ფართობი F, კმ ²	სათავეს სიმაღლე H _{საშ.}	უზის საშ. სიმაღლე H _{საშ.} მ.	ტყლის ჩამონადენი, ოდენობა m _{საშ.} , ლ/წმ.კმ ²
ქსანი-კორინთა	549,2	2820,9	1810	17,5
ქსანი-შესართავი	884,7	2820,9	1470	12,0
დ. ლიახვი-კეხვი	916,3	3031,7	2080	25,0
დ. ლიახვი-შესართავი	2311,4	3031,7	1590	13,0
პ. ლიახვი-ვანათი	243,3	2966	2050	24,5
პ. ლიახვი-შესართავი	468,0	2966	1850	18,5
მეჯუდა-გორი	656,0	2100	1040	6,3
ლესურა-შესართავი	289,0	2000	1070	6,5
ტანა-შესართავი	380,0	1700	1400	5,7
თეძამი-შესართავი	394,0	2080	1460	7,0
კავთურა-შესართავი	126,9	1815	1320	6,0

მდინარე, პუნქტი	კოეფიცი. ρ	უზის ენერჯია E _{კმ, მდნ, კმ², ს.}	ატანის ჩამონადენი, პრინციპი, ათ. ტ. წლ
ქსანი-კორინთა	1,44	2150	171
ქსანი-შესართავი	1,44	1930	153,2
დ. ლიახვი-კეხვი	1,44	5900	460
დ. ლიახვი-შესართავი	1,44	5920	470,3
პ. ლიახვი-ვანათი	1,40	1470	116,6
პ. ლიახვი-შესართავი	1,40	1930	155,2
მეჯუდა-გორი	1,40	520	42,3
ლესურა-შესართავი	1,40	173	13,8
ტანა-შესართავი	1,40	365	29,1
თეძამი-შესართავი	1,40	485	38,3
კავთურა-შესართავი	1,40	121	9,2

როგორც ცხრილიდან ჩანს მიღებული შედეგები საიმედოა და საშუალებას გვაძლევს წარმოდგენა ვიქონიოთ აღნიშნულ მდინარეებზე მყარი ნატანის ჩამონადენის შესახებ, რაც მეტად მნიშვნელოვან მასალას წარმოადგენს სხვადასხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების აშენების შემთხვევაში.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. თ. ხმალაძე, დ. ქონიაშვილი, გ. სვანიძე. მდ. არაგვის მყარი ჩამონადენი ს. ჟინვალთან. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის "მოამბე" 103 №3, სექტემბერი, 1981
2. Указания по расчету стока наносов. ВСН 01-73. Главгидрометслужба. Л., 1974.

3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Закавказье и Дагестан, Т.9, вып.1. Западное Закавказье. Л., 1969.
4. Мостков М.А. Об исчислении запасов гидравлической энергии. Изв. АН СССР, ОТН, 1950, №6
5. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П. Возобновляемые Энергоресурсы. Ленинград. Гидрометеоиздат, 1987

შპაპ 551

შიდა ქართლის ზოგიერთი მდინარის მყარი ჩამონადენის გაანგარიშება ენერგეტიკული პრინციპის გამოყენებით /მ. ალავერდაშვილი, ნ. ცინცაძე, ნ. კოკაია ნ. ხუფენია/. შპი-ს შრომათა კრებული -2011.-ტ.116.-გვ.66-69-ქართ.; რუხ. ქართ., ინგლ., რუს. 1959-1974 წლებში ჰიდროპროექტის მიერ მდ. არაგვზე წარმოებული დაკვირვების მასალების მიხედვით ს. ჟინვალთან მყარი ჩამონადენი შეადგენს 901,1 ათას ტონას წელიწადში, ამავე პერიოდის მყარი ჩამონადენი მდ. ქსანზე ს. კორინთასთან 168 ათასი ტონის ტოლია.

ენერგეტიკული პრინციპის გამოყენებით გაანგარიშებული მყარი ჩამონადენი მდ. ქსანზე შეადგენს 171 ათას ტონას წელიწადში. ანალოგად გამოყენებული იქნა მდ. არაგვი. ასეთივე სახით გაანგარიშებები მოხდა შიდა ქართლის მყარი ნატანის ჩამონადენის მხრივ ნაკლებად შესწავილ რიგ მდინარეებზე: დიდი ლიახვი, პატარა ლიახვი, მეჯუდა, ლესურა, თეძამი, კავთურა. მიღებული შედეგები საიმედოა და საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ იგი სხვადასხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების აშენების შემთხვევაში და ასევე იმისათვის, რომ აღნიშნული მეთოდი გამოყენებულ იქნას აღმოსავლეთ საქართველოს სხვა მდინარეთა აუზებისათვისაც.

UDC551

Calculation of solid flow of some rivers of Shida Kartli using of energy principle M. Alaverdashvili, D. Kiknadze, N. Tsintsadze, N.Khupenia, N. Kokaia /. Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2011. - т.116. – p.66-69-Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

According to the material of observations carried out by Hydroproject in 1959-1974, the solid drainage of the river Aragvi near the village of Zhinvali consisted of 901,1 thousand tons per year. In time of the same period the solid drainage of the river Ksani near the village of Korinta was equal to 168 thousand tons.

The solid drainage of the river Ksani estimated by using of the energetic principle was equal to 171 thousand tons. The river Aragvi was chosen as the analog. In the same way estimations were carried of solid drainage less studied rivers of Shida Kartli as: The Didi (big) Liakhvi, The patara (small) Liakhvi, The Medjuda, The Medjuda, The Lekhura, The Tedzami, The Kavtura.

The obtained values are reliable and give the basis to recommend above mentioned method for both building different hydrotechnical buildings and using it for other river basins of the East Georgia.

УДК551

Расчет твердого стока некоторых рек Шиды Картли с использованием энергетических принципов /м.Алавердашвили, Н.Цинцадзе, Н.Коккаиа, Н.Хуфения/.С6.Тру-

დოვ. Института Гидрометеорологии Грузии. –2011. – т.116. – с.66-69-Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск
По материалам наблюдений Гидропроекта, проведенных в 1959-1974, твердый сток реки Арагви близ села Жинвали состоял из 901,1 тыс. тонн в год. Во время того же самого периода твердой сток р.Ксани в районе села Коринта составил 168 тыс. тонн. Сплошная сток реки Ксани, оценивается с помощью энергетического принципа, было равных до 171 тыс. тонн. Река Арагви был выбран в качестве аналога. В то же способ оценки были проведены твердых сток менее изученных рек Шида Картли: Диди (большая) Лиахви, Патара (малая) Лиахви, Меджуჯა, Лехура, Тедзამი, Кавтура. Полученные значения являются надежными и дают основание рекомендовать метод в Строительстве различных гидротехнических сооружений и использовать для других бассейнах рек Восточной Грузии.

Панчулидзе Д., Мамасахлиси Ж.,
(ГГАУ)
УДК 631-402

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЙ ОПТИМАЛЬНЫХ СХЕМ ОСУШЕНИЯ С МЕХАНИЧЕСКИМ ВОДОПОДЪЕМОМ (В УСЛОВИЯХ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ)

Как известно, насосная станция в осушительной системе соответствует качественному водоприёмнику в самотечной системе осушения.

Метод осушения с механическим водоподъёмом получил широкое распространение в ряде стран - в США, Голландии, Англии, Германии, Югославии и др., где с помощью насосных установок осушаются обширные пространства заболоченных земель [1].

В связи с тем, что осушение земель с применением перекачки технически более сложно и, как известно, требует больших удельных капитальных вложений (дороже на 10-12%) и эксплуатационных затрат по сравнению с обычными осушительными системами, вопросы технико-экономического обоснования этих систем имеет важное значение.

На Колхиде, значительные площади, примыкающие к морскому побережью, возвышаются над уровнем моря на 0,2-2,0 м,

Небольшие превышения над паводковыми уровнями рек имеют и площади, примыкающие к ним. Поэтому подпор со стороны водоприёмников распространяется на осушительные каналы, вследствие чего уровни воды в каналах устанавливаются выше, чем это требуется для получения принятой в основу расчётов нормы осушения.

Осушение таких массивов возможно только при помощи механического водоподъёма. Это обстоятельство определяет необходимость установления границы распространения подпоров со стороны водоприёмников, где необходимо будет предусмотреть устранение подпоров с помощью механического водоподъёма, с чего и следует начинать проектирование осушительных систем, ибо в соответствии с ними и увязке необходимо проектирование всей остальной осушительной системы [2].

С учетом этих обстоятельств на основании исследований материалов, нами выведена эмпирическая зависимость для определения зоны распространения влияния водоприёмника

$$L = \frac{2(H - H_0)}{i(e^{0,1H_0} - 0,25)},$$

где L – расстояние распространения влияния водоприёмника, в м; H – отметка максимального расчетного уровня воды в водоприёмнике, в м; H₀ – отметка дна магистрального канала у водоприёмника, в м; i – средний уклон дна водоотводящего канала; e – основание натурального логарифма.

Приведённая формула включена в «Строительные нормы и проектирования» (СН и П) и с его помощью определены границы распространения влияния подпора со стороны водоприёмника,

примыкающего к побережью Черного моря или к крупным водостокам [3].

В целом, указанная территория расположена в западной части Колхидской низменности и имеет площадь 75 тыс. га, требующего включения в состав мероприятий по мелиорации механического водоподъема.

Как известно, сток от максимальных значений в паводочных период до минимальных в засушливое время уменьшается в 100 и более раз. Поэтому от соотношения производительности насосной станции и стока будет зависеть прерывистость работы станции. В целях оптимизации режима откачки и снижения производительности, мощности и естественно стоимости насосной станции, необходимо использовать естественный или искусственный регулирующий резервуар.

Ясно, что более эффективные результаты получаются при увеличении ёмкости регулировочного резервуара за счёт его плановых размеров. Но, увеличение регулирующей ёмкости за счёт его глубины приводит к соответствующему увеличению статистического напора и увеличению стоимости станции или к образованию бесполезного мёртвого объема, т.е. чем больше активный объём регулирующей ёмкости и чем меньше статистический напор, тем меньше затраты на осушение способом механического водоподъема.

Следовательно, наиболее рациональным будет, если в качестве регулировочного резервуара использовать объёмы подводных каналов и допустить кратковременное затопление территории не причиняющий вред с/х культурам.

Так как без учета регулировочного резервуара расчётный расход откачки должен соответствовать максимальному расходу притока в магистральном канале, то, учитывая трансформацию части стока в регулировочном резервуаре, расчётный расход откачки получится равным

$$Q = Q_{\max} - \frac{W_1}{3600t_1}, \text{ м}^3/\text{сек}$$

В виду того, что объём стока равняется

$$W = (Q_{\text{под}} \cdot t_{\text{под}} + Q_{\text{под}} \cdot t_{\text{сн}}) = \left(\frac{1}{2} Q_{\max} \cdot t_{\text{под}} + \frac{1}{2} Q_{\max} \cdot t_{\text{сн}} \right) = Q_{\max} \cdot t_{\text{под}}, \text{ м}^3$$

и общее время откачки

$$Q = \left(\frac{W_1}{3600Q} + t_{\text{под}} + t_{\text{зам}} \right) = t_1 + t_2 + t_3, \text{ ч}$$

расчётный расход откачки получится равным

$$Q = \frac{W_1}{3600n(t_1 + t_2 + t_3)} = Q_{\max} \cdot t_{\text{под}} / 3600n(t_1 + t_2 + t_3), \text{ м}^3/\text{сек}$$

где Q – расчётный расход притока в магистральном канале, м³/сек; W – объём стока, м³; t_{под} – продолжительность подъема паводка, ч; W₁ – объём регулировочного резерва, м³; t₁ – продолжительность времени откачки объёма воды с регулировочного резерва, ч; t₂ – продолжительность времени добегающего (t_{доб} = t_{под}), ч; t₃ –

продолжительность времени затопления, ч; n – коэффициент использования суточного времени (n=0,8-0,9).

Как видно, величина расчётного расхода откачки получается гораздо меньше, чем максимальный расход притока и естественно, достигается соответствующая экономическая эффективность осушения.

ლიტერატურა-REFERENCES -ЛИТЕРАТУРА

1. Костяков А.Н. Избранные труды, Т I и II, Сельхозгиз, М., 1961.
2. Панчулидзе Д.Н. Рекомендации по проектированию систем механического осушения в условиях Колхиды. Тбилиси, 1988.
3. Руководство по проектированию полей дренажных систем сельскохозяйственного назначения. ВТР-П-19-79, 1980.

უკ. 631-402 დაშრობის ოპტიმალური სქემის განსაზღვრის მეთოდი მექანიკური წესით დაშრობის შემთხვევისათვის/ ჯ. ფანხულიძე, ე. მამასახლისი/ჰმ-ის შრომათა კრებული. -2011, - ტ. 116. გვ.69-70- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

სათანადო საპროექტო, საარქივო და დაკვირვებების შედეგად მიღებული ჰიდროლოგიური მასალების შეჯერებისა და გაანალიზების საფუძველზე მიღებული ანალიზური ფორმულების საშუალებით განისაზღვრება წყალმიღებიდან შეტბორვის გავრცელების ზონის საზღვრები და გადასატუმბ მაქსიმალურ ხარჯზე მარეგულირებელი მოცულობის გაკლენა.

მოცემული მეთოდი საშუალებას იძლევა შეირჩეს მექანიკური წესით დაშრობის ოპტიმალური სქემა და სატუმბო სადგურის წარმადობის რაციონალური სიდიდე.

UDC 631-402 METHOD FOR IDENTIFICATION OF OPTIMUM SKETCH OF DRAINAGE AT THE PROCESS OF MECHANICAL DRAINAGE./I. Panchulidze, D. Mamasakhlishi/. Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2011. - т.116. – p.69-70-Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

As a result of appropriate projecting, archiving and monitoring data and under the hydrological materials combination and analyses the formula is created, according to which the borders of water-receiver impact spreading zone are determined, under which optimal scheme of mechanically drainage system can be elaborated.

УДК 631-402 МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЙ ОПТИМАЛЬНЫХ СХЕМ ОСУШЕНИЯ С МЕХАНИЧЕСКИМ ВОДОПОДЪЕМОМ(в условиях Колхидской низменности) /Панчулидзе Д.Н., Мамасახлиси Ж.Г./Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. -2011. – т.116. – с.69-70. Груз -; Рез. Груз., Англ.,Рус.

На основе обработки и анализа гидрологических данных получены зависимости, с помощью которых определяются пределы зоны распространения подпора от водоприёмника.

ბ. ბერიტაშვილი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ 551.583

**კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის
თავისებურებანი საქართველოში**

გლობალურმა დათბობამ, რომელმაც აშკარა გამოვლინება დაიწყო 1980-იანი წლებიდან, მრავალი საფრთხე შეუქმნა კაცობრიობას (ზღვის დონის აწევა, გაუდაბნობა, სტიქიური მოვლენების გამძაფრება, ყინულისა და თოვლის საფარის შემცირება და სხვ.). ამ პროცესებთან გასამკვლავებლად საჭირო გახდა გლობალური მასშტაბით კოორდინირებული პოლიტიკის შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფდა მათი უარყოფითი შედეგების შერბილებას და დათბობის მთავარი მიზეზის – სათბურის გაზების ემისიების შემცირებას მომავალში დათბობის შემდგომი კატასტროფული ზრდის შესაჩერებლად.

ტერმინი “კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა” გულისხმობს იმ პროგრამებისა და ღონისძიებათა ერთობლიობას, რომელიც ეროვნულ თუ საერთაშორისო დონეზე ტარდება კლიმატის ცვლილების შედეგებთან ადაპტირებისა და სათბურის გაზების ემისიის შემცირების მიზნით. ამ პოლიტიკის პრინციპებს საფუძველი ჩაეყარა 1992 წელს გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის (UNFCCC) მიღებასთან ერთად, ხოლო განსაკუთრებული აქტუალობა მან შეიძინა 1997 წელს კიოტოს ოქმის (პროტოკოლის) გაფორმების შემდეგ.

კონვენციის წევრი თითოეული ქვეყანა, რომელთა რიცხვი ამჟამად 190-ს აღწევს, კლიმატის ცვლილების პოლიტიკას აყალიბებს თავისი ინტერესებისა და შესაძლებლობების შესაბამისად. ეს აისახება ქვეყნის მიერ მომზადებულ ეროვნულ შეტყობინებებში, რომლებიც პერიოდულად წარედგინება კონვენციის მმართველ ორგანოს – მხარეთა კონფერენციას. აღნიშნულ დოკუმენტში, სათბურის გაზების (სგ) ინვენტარიზაციასთან ერთად, ქვეყანა ვალდებულია აღწეროს კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მიმართ თავისი ტერიტორიის, ან მასზე პრიორიტეტული წესით შერჩეული რეგიონების მოწყვლადობა და მათი ადაპტირების შესაძლებლობები, აგრეთვე სათბურის გაზების ემისიების შესამცირებლად გამიზნული ღონისძიებები და მათი პრაქტიკული დანერგვის შედეგები.

**კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა
საქართველოში**

საქართველოში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის დარგში გადაღებულ პირველ ნაბიჯს წარმოადგენდა 1995 წლის დეკემბერში კლიმატის ცვლილების ეროვნული პროგრამის დამტკიცება, რომლის შესრულების პირველი შედეგების გათვალისწინებით 1997-1999 წწ.

პერიოდში გაეროს განვითარების პროგრამის (UNDP) და გლობალური გარემოს დაცვის ფონდის (GEF) ხელშეწყობით ქვეყანამ მოამზადა თავისი პირველი ეროვნული შეტყობინება [1].

ამ დოკუმენტის წარდგენის შემდეგ UNDP/GEF დახმარებით 1999-2003 წლებში საქართველოში კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებით შესრულდა კიდევ მთელი რიგი პროექტებისა [2-5], რომელთა განხორციელებაში აქტიურად მონაწილეობდნენ საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო, ენერგეტიკის სამინისტრო, სხვადასხვა კვლევითი ინსტიტუტები და სხვა ორგანიზაციები. ამასთან ერთად, მომდევნო წლებში UNDP/GEF ხელშეწყობით შესრულდა საკმაოდ მასშტაბური პროექტები განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისებაზე ადგილობრივი ენერგომომარაგების მიზნით [6,7,8], აგრეთვე ევროკომისიის დახმარებით განხორციელებული პროექტი ქვეყანაში სუფთა სუფთა განვითარების მექანიზმის (CDM) განვითარების ხელშესაწყობად [9]. ენერგოეფექტურობის დარგში რამდენიმე პროექტი შესრულდა ენერგოეფექტურობის ცენტრში, აგრეთვე მთელი რიგი არასამთავრობო ორგანიზაციების მიერ.

2011 წლისთვის კლიმატის ცვლილების კონვენციის მოთხოვნათა შესაბამისად საქართველოში ჩატარებული სამუშაოები შეჯამებულია ქვეყნის მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში [10], რომელშიაც სათბურის გაზების ინვენტარიზაციასთან ერთად დეტალურადაა განხილული საქართველოს 3 შერჩეული რეგიონის (შავი ზღვის სანაპირო ზონა, ქვემო სვანეთი და დედოფლისწყაროს რაიონი) მოწყვლადობა კლიმატის უკვე დაფიქსირებული და 2100 წლამდე პროგნოზირებული ცვლილების მიმართ, დაგეგმილი საადაპტაციო ღონისძიებები და სათბურის გაზების ემისიების შესამცირებლად შემოთავაზებული ქმედებები.

აღნიშნული პროექტის ფარგლებში ცალკე გამოცემულ იქნა სათბურის გაზების ინვენტარიზაციის შედეგები [11], სახელმძღვანელო დოკუმენტი გადაწყვეტილების მიმღებ პირთათვის კონვენციის ძირითადი პრინციპების შესახებ [12], მეთოდური სახელმძღვანელო საადაპტაციო პროექტების მოსამზადებლად [13], მეორე ეროვნული შეტყობინების შესრულების პროცესში მიღებული შედეგები ორი ბიულეტენის სახით [14,15], დედოფლისწყაროს რაიონზე კლიმატის ცვლილების გავლენის შეფასების დეტალური ანგარიში [16] და სხვა მასალები.

ზემოთ ჩამოთვლილი შრომების სია მოწმობს იმას, რომ ბოლო 12 წლის მანძილზე საქართველოში მუშაობა წარმოებდა როგორც კონვენციის მიმართ ძირითადი ვალდებულე-

ბების შესრულების ფარგლებში (ეროვნულ შეტყობინებათა მომზადება, სათბურის გაზების ინვენტარიზაციის ჩატარება, კონვენციის მე-6 მუხლის – საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლება [5]), ასევე კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის სხვა ძირითადი მიმართულებებით: ენერგოეფექტურობა [2,3], განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისება [4,6,7,8], სუფთა განვითარების მექანიზმის დანერგვა [9], საადაპტაციო პოლიტიკის განხორციელება [13,16]. გარდა ამისა, მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში მომზადდა 14 საპროექტო წინადადება, რომელთაგან 10 გამიზნულია საქართველოს სამივე შერჩეულ რეგიონში და დარიალის ხეობაში კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო ღონისძიებათა ჩასატარებლად, ხოლო 4 – ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის ასათვისებლად სხვადასხვა რაიონებში (რუსთავი, გორი, ფოთი და ბათუმი). 2011 წლისთვის ამ 14 საპროექტო წინადადებიდან 2 უკვე ოპერაციულ სტადიაში იმყოფებოდა.

ამრიგად, საქართველოში წარმოებული კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა, რომელსაც ხელმძღვანელობს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო, ხორციელდება სხვადასხვა პროფილით ჩატარებული პროექტების სახით, რომელთაგან ნაწილი უკვე შესრულებულია [1,8], ან დანერგილია პრაქტიკაში [4,6,7]; ხოლო უმეტესობა სათანადო ინვესტიციების მოძიების სტადიაში იმყოფება.

მიუხედავად ამ ცალკეული მიდევნებისა, საქართველოში აღნიშნული მიმართულებით ჩატარებული მუშაობის ანალიზი მოწმობს, რომ ჩვენში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა ჯერ კიდევ შეიცავს ბევრ ხარვეზს, რომლებიც წინააღმდეგობას უქმნიან ქვეყანაში კონვენციის მექანიზმების სრულფასოვან დანერგვას და მათ ეფექტურ გამოყენებას ეკონომიკის მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად. თანახმად [10]-ისა, ამ ბარიერებიდან ძირითადია:

- ❖ საქართველოს სამთავრობო პოლიტიკაში კლიმატის ცვლილება ჯერჯერობით არ წარმოადგენს პრიორიტეტულ მიმართულებას, რის გამოც არ ხდება კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული საკითხების ჩართვა ქვეყნისა და ეკონომიკის ცალკეული სექტორების განვითარების გეგმებში;
- ❖ კლიმატის ცვლილების დარგში მკაფიოდ ჩამოყალიბებული ერთიანი სამთავრობო პოლიტიკის უქონლობა, რომელიც გააერთიანებდა ამ მიმართულებით ქვეყნის სხვადასხვა ცენტრებში წარმოებულ საქმიანობას და უზრუნველყოფდა სამუშაოთა კოორდინაციას;
- ❖ კლიმატის ცვლილების საკითხებთან მიმართებაში სუსტია საკანონმდებლო ბაზა, რაც აძნელებს ამ პრობლემათა დაკა-

- ვშირებული ამოცანების სახელმწიფო დონეზე გადაჭრას;
- ❖ ქვეყანაში არსებული სტატისტიკური ბაზა არ აკმაყოფილებს კლიმატის ცვლილების ცალკეული პროექტების შესასრულებლად საჭირო მოთხოვნებს, რაც იწვევს მთელი რიგი საპროექტო წინადადებების დოკუმენტების შედგენის შეუძლებლობას;
- ❖ ქვეყანა განიცდის კლიმატის ცვლილების პრობლემაზე მომუშავე კვალიფიციური სპეციალისტების ნაკლებობას, რაც ხელს უშლის პოტენციური საპროექტო წინადადებების სათანადო დონეზე მომზადებას;
- ❖ მიუხედავად ბოლო 12 წლის მანძილზე ხეიმთ ჩამოთვლილი პროექტების ფარგლებში კლიმატის ცვლილების პრობლემის პოპულარიზაციის მიმართულებით ჩატარებული სამუშაოებისა, ქვეყანაში ამ სფეროში მოსახლეობის შემეცნების დონე ჯერ კიდევ დაბალია, რაც აძნელებს როგორც გადაწყვეტილების მიმღებთა მხრიდან სათანადო ღონისძიებათა მხარდაჭერას, ასევე საზოგადოების ფართო წრეების მონაწილეობას ამ ღონისძიებათა დანერგვაში.

კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტურობის შეფასებები

ეს და სხვა, შედარებით ნაკლებად მნიშვნელოვანი წინააღმდეგობები, მიუხედავად საერთაშორისო ორგანიზაციების ქმედითი დახმარებისა, აფერხებენ საქართველოში კლიმატის ცვლილების სრულფასოვანი პოლიტიკის გატარებას, რომელიც განვითარებულ ქვეყანაში უკვე 10 წელზე მეტია რაც სამთავრობო ორგანოების/უწყებების ინტენსიური ყურადღების ქვეშ იმყოფება. თითოეულ ქვეყნებში, ან მასში შემავალ მსხვილ ადმინისტრაციულ ერთეულში. კლიმატის ცვლილების პოლიტიკას საფუძვლად უდევს გარკვეული პრინციპები. ნაშრომში [17] შემოთავაზებული მიდგომის თანახმად ეს პრინციპები შეიძლება ეყრდნობოდეს შემდეგ მოსაზრებებს:

1. განახლებადი ენერჯიებისა და ენერგოეფექტურობის პროგრამების დანერგვისადმი ნაკლებ ინტერესს იჩენენ ქვეყნები
- ❖ რომელთა ეკონომიკა ძლიერ არის დამოკიდებული ნახშირბადის ინტენსიურ მოხმარებაზე, ან
- ❖ რომლებიც დიდი რაოდენობით აწარმოებენ წიაღისეულ საწვავს.
2. ენერგოეფექტურობისა და განახლებადი ენერჯიების პროგრამების დანერგვას უფრო ხალისიანად ეკიდებიან ქვეყნები, რომლებიც:
- ❖ ფლობენ წყლის ქარისა და მზის ენერჯიის მაღალ პოტენციალს,

- ❖ ხასიათდებიან ერთ სულ მოსახლეზე მაღალი შემოსავლით და/ან ინოვაციურად მოაზროვნე საზოგადოების არსებობით,
 - ❖ გამოირჩევიან ჰაერის დატუჭყიანების მაღალი დონით.
3. ქვეყანა უფრო მონდომებით ეკიდება გარკვეული სახის ენერგეტიკული პოლიტიკის დანერგვას, თუ მსგავს გეოგრაფიულ პირობებში მყოფ მის მეზობელ ქვეყნებში ამ სახის პოლიტიკა უკვე წარმატებითაა დანერგილი. ადაპტაციის პოლიტიკასთან მიმართებაში ამ მოსაზრებებთან ერთად, ჩვენი აზრით, განსახილველია მეოთხე პოსტულატიც:
4. ქვეყანა მით უფრო ენერგიულად ახორციელებს კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო პოლიტიკას შერჩეული პრიორიტეტული მიმართულებებით, რაც უფრო მეტ ზარალს განიცდის იგი ამ სფეროებში. თითოეული ამ მოსაზრების მართებულობის დასადგენად შეიძლება გამოყენებული იქნას რიგი გაზომვადი ინდიკატორებისა, რომლებიც საშუალებას იძლევიან რაოდენობრივად შეფასდეს ქვეყნის/რეგიონის შესაძლებლობათა ზღვარი კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გატარებაში, შეირჩეს ამ პოლიტიკის ოპტიმალური მიმართულებები და შედარებული იქნას სხვადასხვა ქვეყნებში ამ პოლიტიკის გატარების ეფექტურობა.

კერძოდ, [17]-ის თანახმად, პირველ მოსაზრებას შეესაბამება ისეთი მაჩვენებელი, რომელიც ახასიათებს წიაღისეული საწვავის როლს ეროვნულ ეკონომიკაში. ამ ინდიკატორის რაოდენობრივი შეფასება ყურდნობა ყოველ ქვეყანაში არსებულ სტატისტიკურ მონაცემებს მოპოვებული და მოხმარებული წიაღისეული საწვავის რაოდენობის შესახებ. შესაბამისი დარგებიდან მოღებული შემოსავალი შეიძლება შედარდეს ქვეყნის მთლიან შიდა პროდუქტს (მშპ) და გაანგარიშდეს ერთ სულ მოსახლეზე მიღებულ შემოსავალზე. ამრიგად, მიიღება წიაღისეულ საწვავთან დაკავშირებული ინდექსი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას ქვეყნის ეკონომიკის და კერძოდ, ენერგეტიკული პოლიტიკის რაოდენობრივი დახასიათებისათვის. ანალოგიური ინდექსი შეიძლება მიღებულ იქნას განახლებადი ენერჯის როლის შესაფასებლად.

მეორე მოსაზრებასთან დაკავშირებულია რამდენიმე ინდიკატორი, რომელთაგან განიხილება:

- ქვეყნის ტერიტორიაზე არსებული განახლებადი ენერჯის ცალკეული სახეების (ქარის, მზის, წყლის, ბიომასის, გეოთერმული) სრული თეორიული და ტექნიკურად ათვისებადი პოტენციალი. ეს კრიტერიუმი

ძირითადად დამოკიდებულია ქვეყნის ფიზიკურ – გეოგრაფიულ პირობებზე და მათ შესწავლილობაზე.

- განახლებადი წყაროებიდან რეალურად მიღებული და მოხმარებული ენერჯის რაოდენობის შეფარდება ტექნიკურად ათვისებადი ენერჯის პოტენციურ რაოდენობასთან. ეს ინდექსი ახასიათებს ქვეყანაში არსებული ინოვაციური ტექნოლოგიების დონეს. რამდენადაც ახლოა ათვისებული რესურსი პოტენციურთან, მით მაღალია ქვეყნის რეიტინგი კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტურობის თვალსაზრისით. ამასთან ერთად განიხილება ინდექსი, რომელიც წარმოადგენს განახლებადი წყაროებიდან მიღებული და მოხმარებული ენერჯის რაოდენობის შეფარდებას ქვეყანაში მოხმარებული ენერჯის საერთო რაოდენობასთან.
- აღნიშნული ინდექსები, გაანგარიშებული ქვეყნის ერთ სულ მოსახლეზე, შეიძლება შედარდეს ერთ სულ მოსახლეზე მშპ რაოდენობას, რათა შემოწმდეს ამ მაჩვენებლებს შორის კავშირის არსებობა.
- ატმოსფერულ ჰაერში დამატუჭყიანებელი კომპონენტების გაზომვადი კონცენტრაციები ახასიათებს მისი სისუფთავის ხარისხს. ამ სიდიდეების შედარება ქვეყანაში დანერგილი, განახლებადი ენერჯიების ათვისებაზე დამყარებული პროექტების რაოდენობასთან შეიძლება გამოყენებული იქნას მეორე პოსტულატის ბოლო პუნქტის მართებულობის დასადგენად.
- სხვადასხვა ქვეყნებში დროის ერთსა და იმავე მონაკვეთში აღნიშნული პროექტების რაოდენობის შედარება გარკვეული მიახლოებით შეიძლება გამოდგეს კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის წარმატებული განხორციელების დასახასიათებლად.
- საადაპტაციო პოლიტიკაში კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული ზარალის შესაფასებლად შესაძლებელია მრავალი ინდიკატორის გამოყენება [18], მათ შორის: წყალდიდობით ინფრასტრუქტურისთვის მიყენებული ზარალი, დაკარგული მოსავლის რაოდენობა და ღირებულება, გვალვის შედეგად დაკარგული მოსავალი, გაუდაბნოებული ფართობები, ეკომიგრანტთა რაოდენობა, ქარიშხლებისა და სხვა გამძაფრებული სტიქიური მოვლენების შედეგად დაღუპულ ადამიანთა რაოდენობა და სხვ. ამ ტიპის მოვლენების გამანადგურებელი შედეგების შესარბილებლად განხორციელებული საადაპტაციო პოლიტიკის ეფექტურობა შეიძლება შეფასდეს შესრულებული პროექტების რაოდენობით, მათი მასშტაბურობით (ღირებულებით), დანერგილი

დონსიძეებთან შედეგად ზარალის შემცირებით, ერთ სულ მოსახლეზე შემოსავლის ცვლილებით და სხვ. [13].

- ამრიგად, ზემოთ განხილული მოსაზრებანი შეიძლება შემოწმდეს რაოდენობრივი ინდიკატორების გამოყენებით და ჩატარებული ანალიზის შედეგები გამოყენებული იქნას ქვეყანაში კლიმატის ცვლილების სტრატეგიის შესამუშავებლად.

კერძოდ, ჩამოთვლილი ინდიკატორები ნაშრომში [17] დეტერმინანტული მოდელის დახმარებით გამოყენებული იქნა აშშ 48 შტატში ქარისა და მზის ენერჯის ათვისებასთან მიმართებაში 1990 წლიდან წარმოებული კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტურობის შესაფასებლად. გამოკვლევის შედეგად დადგინდა იქნა, რომ სათბურის გაზების ემისიების შესამცირებლად გამიზნულ ღონისძიებებს უფრო ეფექტურად ატარებენ ის შტატები, რომელთა მოსახლეობა გამოირჩევა ინოვაციური (პროგრესული) აზროვნებით, რომლებიც ხასიათდება ერთ სულ მოსახლეზე ჰაერის გატუქვიანების მაღალი დონით, განახლებადი ენერჯიების მაღალი პოტენციალით და ნახშირორჟანგის გამაფრქვეველი საწარმოების ნაკლები რაოდენობით. მიღებულმა შედეგებმა აჩვენა აგრეთვე, რომ ცალკეულ შტატში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გატარების ეფექტურობა ძირითადად განპირობებულია შტატის მახასიათებლებით და პოლიტიკური მოსაზრებებით და არა მეზობელ შტატებში წარმოებული პოლიტიკის შედეგიანობით. ქარისა და მზის ენერჯის მაღალი პოტენციალის მქონე შტატები ისწრაფვიან შესაბამისი მიმართულების განახლებადი პროექტების განხორციელებისკენ. თუმცა, აღმოჩნდა, რომ ეს მოსაზრება ნაკლებად მართლდება ქარის მაღალი პოტენციალის შტატებში, რომლებიც უმეტესწილად ნაკლებადაა დასახლებული და სათანადოდ აქ ნაკლები მოთხოვნაა ენერჯიაზე.

ამასთან ერთად, წიაღისეული საწვავის წარმოება არ აღმოჩნდა კორელაციურად დაკავშირებული ენერჯოეფექტურობის პროგრამებთან, რაც მოწმობს იმას, რომ თითოეული შტატი ცდილობს დაიცვას ადგილობრივი წარმოება და ამრიგად, კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გატარება მნიშვნელოვნადაა განპირობებული პოლიტიკური მოსაზრებებით.

საბოლოო ჯამში, მიღებულ იქნა დასკვნა, რომ განახლებადი ენერჯიების პროგრამების გატარების მთავარ მამოძრავებელ ძალას წარმოადგენს მოსახლეობის შემეცნების დონე, რომელიც შტატის ბუნებრივი შესაძლებლობების გათვალისწინებით განსაზღვრავს მთავრობისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს ამა

თუ იმ მიმართულების განახლებადი პროექტების განსახორციელებლად.

მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნულ ნაშრომში არ არის განხილული განახლებადი ენერჯიების ისეთი მნიშვნელოვანი კომპონენტი, როგორცაა ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი, და აგრეთვე კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა სხვა დარგებში (მეტეოეოლოგია, ტრანსპორტი, სოფლის მეურნეობა, სამრეწველო პროცესები), მიღებული შედეგები გარკვეული მიახლოებით შეიძლება გამოყენებული იქნას საქართველოში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ძირითადი პრინციპებისა და მიმართულებების დასაზუსტებლად.

ძირითადი პრინციპები საქართველოში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გასატარებლად

ბოლო 15 წლის მანძილზე საქართველოს ეკონომიკაში მომხდარი ძირეული ეკონომიკური ძვრების გათვალისწინებით ქვეყანაში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა აშუამდითვალისწინებს შემდეგ ძირითად პრინციპებს:

- ❖ მეორე ეროვნულ შემტყობინებაში ჩატარებული შეფასებების თანახმად, კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მიმართ ყველაზე მოწყველად რეაგონებს წარმოადგენს შავი ზღვის სანაპირო ზონა, დედოფლისწყაროს რაიონი და კაკასიონის სამხრეთი ფერდობებისა და აჭარის მთიანი რეგიონები. საადაპტაციო პროექტების უმეტესობა უნდა ჩატარდეს ამ ტერიტორიებზე და უნდა ითვალისწინებდეს ეკონომიკისა და ბუნებრივი ეკოსისტემების მაქსიმალურ დაცვას კლიმატის ცვლილების უარყოფითი ზემოქმედების საგან:
- ❖ საადაპტაციო პროექტების განხორციელებისას მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული მიმდინარე საუკუნის დასასრულამდე პროგნოზირებული კლიმატის ცვლილების ტრენდები.
- ❖ საადაპტაციო პროექტების ძირითად მიზანს უნდა წარმოადგენდეს მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური პირობების გაუმჯობესება და ქვეყნის ეკონომიკის პრიორიტეტული სექტორების (ენერგეტიკის, ტურიზმის, სოფლის მეურნეობის, ტრანსპორტის) განვითარების ხელშეწყობა.
- ❖ სათბურის გაზების ემისიების შემცირების მიმართულებით ძირითადი ყურადღება მიხედვით ენერგეტიკაში განახლებადი წყაროების გამოყენებაზე. საქართველოს მდიდარი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის გამოყენებით, რომელიც სადღესოდ ქვეყანაში გამოიშვავებული ელექტროენერჯის 80% - ს უზრუნველყოფს, ქვეყნის ენერგეტიკული დამოუკიდებლობის მიღწევა შესაძლებელია როგორც ახალი მცირე და საშ-

უაღლო ჰესების აგებით, ასევე არსებული სადგურების მოდერნიზაციის გზით, აგრეთვე ქარისა და მზის ენერჯის ფართომასშტაბური გამოყენების საშუალებით. წიაღისეული საწვავის შედარებით მცირე მარაგების გათვალისწინებით განახლებადი ენერჯის ფართომასშტაბური გამოყენება არ გამოიწვევს საქართველოს ეკონომიკის რესტრუქტურისაციის აუცილებლობას, ხოლო მომავალი 20-30 წლის მანძილზე ქვეყნის ენერგოგენერაცია შესაძლებელია გავიდეს სათბურის გაზების ნულოვანი ემისიის დონეზე [10], რაც შესაბამისად შეამცირებს გარემოს დატუჯყიანების ხარისხს. ენერჯის განახლებადი წყაროებიდან საკმაო პოტენციალი გააჩნია მესაქონლეობის ნარჩენებიდან ბიოგაზის წარმოებას, აგრეთვე ლოკალური მასშტაბით (თბილისი, წყალტუბო, ზუგდიდი) გეოთერმული ენერჯის გამოყენებას. ჰიდროენერჯეტიკის გარდა, ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების სხვა ზემოთ ჩამოთვლილი მიმართულებები ჯერჯერობით საწყის სტადიაში იმყოფება.

❖ ენერგოეფექტიანობის ზრდის მიმართულებით ბოლო წლებში ჩატარებული სამუშაოების მიუხედავად მნიშვნელოვანი ამოცანებია გადასატრეული უპირველეს ყოვლისა საყოფაცხოვრებო სექტორში, რაც ახალი ტექნოლოგიების დანერგვასთან ერთად დაკავშირებულია მოსახლეობის შემეცნების დონის ამაღლების პრობლემასთან. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ენერგოეფექტიანობის ზრდა სამრეწველო და ენერჯეტიკის სექტორებში.

❖ სამრეწველო სექტორის ამჟამინდელი შეზღუდულობის პირობებში ტრანსპორტი წარმოადგენს სათბურის გაზების ემისიების ერთ-ერთ მთავარ წყაროს, ხოლო მსხვილი ქალაქების პირობებში, სადაც თავმოყრილია მოსახლეობის დიდი ნაწილი – მანეგ მინარეგებით ჰაერის მთავარ დამატუჯყიანებელს. ამდენად, შრომაში [17] აღნიშნული გარემოების თანახმად, ეს ფაქტი უნდა წარმოადგენდეს ქვეყანაში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის აქტიური გატარების საფუძველს. თუმცა მეორადი მოხმარების ავტომანქანების შემოტანის, არსებული ავტოპარკის სიძველის, იმპორტირებული საწვავის დაბალი ხარისხის, გზების უვარგისობისა და სხვა მიზეზთა გამო, ამ პრობლემის დაძლევა სამომავლო და მეტად აქტუალურ ამოცანად რჩება. ფაქტობრივად, ამ შემთხვევაში ჰაერის დატუჯყიანებით განპირობებული პოლიტიკის ეფექტური გატარების მოტივაციის საწინააღმდეგოდ მოქმედებს წიაღისეული საწვავის ინტენსიურ მოხმარებასთან დაკავშირებული ფაქტორები, რაც სხვა ეკონომიკურ, სოციალურ თუ

შემეცნებით პრობლემებთან ერთად ავერხებს სათანადო დონისძიებების გატარებას.

❖ სათბურის გაზების ემისიების შემცირებაში მნიშვნელოვანი წვლილის შეტანა შეუძლია სამრეწველო პროცესების ტექნოლოგიურ დახვეწას. კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეს მიმართულება მოქმედი მსხვილი სამრეწველო ობიექტების სიმცირის გამო (რუსთავის ს.ს. “აზოტი”, რუსთავისა და კასპის ცემენტის ქარხნები, მადნეულის სამთო – გამამდიდრებელი კომბინატი, გარდაბნის თბოელექტროსადგური) ჯერ-ჯერობით მხოლოდ რამდენიმე საპროექტო წინადადებითაა წარმოდგენილი, თუმცა მომავალში, ინდუსტრიული წარმოების მასშტაბების ზრდის შემთხვევაში, ამ სექტორს შეეძლება მნიშვნელოვანი როლის შესრულება კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გატარებაში.

❖ სამრეწველო და სოფლის მეურნეობის სექტორების ამჟამინდელი შედარებით მცირე წარმადობის პირობებში ნარჩენების სექტორი ძირითადად წარმოდგენილია რამდენიმე მსხვილი ქალაქის (თბილისი, ქუთაისი, რუსთავი, ფოთი, ბათუმი) საყოფაცხოვრებო ნაგავსაყრელით, რომელთა შეზღუდული მასშტაბები საერთაშორისო ექსპერტთა დასკვნით, სათბურის გაზების (მეთანი) შეგროვებისა და შემდგომი გამოყენების პროექტების ეკონომიკურად მომგებიანი განხორციელების შესაძლებლობას არ იძლევა. მიუხედავად ამისა, კლიმატის ცვლილების სამომავლო პოლიტიკაში ეს სექტორი ისეთივე ყურადღებას უნდა იმსახურებდეს, როგორც სამრეწველო პროცესების სექტორი.

❖ იმის გათვალისწინებით, რომ საქართველოს ტერიტორიის თითქმის 40 % დაფარულია ტყეებით, ატმოსფეროდან სათბურის გაზების (ნახშირორჟანგის) შთანთქმის დარგში ქვეყანას დიდი პოტენციალი გააჩნია. ამიტომ კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებას, განახლებადი ენერჯების ათვისებასა და ენერგოეფექტურობის ზრდასთან ერთად, წარმოადგენს გატყიანებისა (afforestation) და ტყეების აღდგენის (reforestation) პროექტები. ამ კუთხით სამუშაოთა გაძლიერება მით უფრო აქტუალური გახდა 2008 წლის აგვისტოს მოვლენების შემდეგ, რასაც ბორჯომის ხეობაში 800 ჰა ფართობზე რეკრეაციული მნიშვნელობის ძვირფასი ტყის მასივები შეეწირა.

❖ ნაშრომში [17] მოყვანილი არგუმენტების თანახმად, კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტიანი გატარების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს წინაპირობას წარმოადგენს

კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებული საზოგადოებრივი ცნობიერების მაღალი დონე, რაც ხელს უწყობს სათანადო პროექტების მაღალ დონეზე განხორციელებას და მათი შედეგების ფართო დანერგვას/გავრცელებას. ამ ფაქტორის გათვალისწინებით აღნიშნული მიმართულებით წარმოებული სამუშაოები, რომლებიც კლიმატის ცვლილების კონვენციის მე-6 მუხლის მოთხოვნების შესაბამისად ტარდება, აგრეთვე პრიორიტეტულად უნდა ჩითვალოს. კლიმატის ცვლილების პრობლემის გარშემო საქართველოში მოსახლეობის შემეცნების დონე ჯერ კიდევ მეტად დაბალია. ამ ჩამორჩენის დასაძლევად საჭიროა სათანადო სისტემატური კურსების შემოღება განათლების სისტემის ყველა დონეზე, საშუალო სკოლის დაბალი კლასებიდან უნივერსიტეტების ჩათვლით, ასევე მიზნობრივი საინფორმაციო სამუშაოების ჩატარება მას-მედიის ფართო სექტორის გამოყენებით მოსახლეობის ყველა ფენის ინფორმირებულობის უზრუნველსაყოფად. აღსანიშნავია აგრეთვე სამეცნიერო გამოკვლევების დიდი როლი კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტური გატარების საქმეში როგორც მოწვევადობისა და ადაპტაციის, ასევე სგ ემისიების შემცირების მიმართულებით.

❖ კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ყველა მიმართულების აქტიური განხორციელების ერთ-ერთ ყველაზე ქმედით ინსტრუმენტს წარმოადგენს სუფთა განვითარების მექანიზმი (სგმ), რომელსაც საფუძვლად უდევს მჭიდრო თანამშრომლობა განვითარებულ და განვითარებად ქვეყნებს შორის [12]. მიუხედავად იმისა, რომ 2011 წლისთვის საქართველოში ჩატარდა შესაბამისი პროექტი და მომზადდა 17 საპროექტო წინადადება სუფთა განვითარების მექანიზმის ასამოქმედებლად, საბაზრო ინფრასტრუქტურის სისუსტის, მასშტაბების სიმცირისა და დაბალი ეკონომიკური მაჩვენებლების გამო მათი განხორციელება ჯერ არ დაწყებულა. სგმ ეფექტური ამოქმედებისთვის საჭიროა ქვეყანაში კვალიფიციური კადრების მომზადება და საბაზისო სცენარების ასაგებად აუცილებელი სტატისტიკურ მონაცემთა ბაზის სრულყოფა, შესაბამისი საკანონმდებლო საფუძვლების გაძლიერება.

❖ კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის დასაბუთებული გატარებისთვის ქვეყანაში აუცილებელია სათბურის გაზების ემისიის წყაროთა და შთანთქმის ობიექტების დეტალური ინვენტარიზაცია, რომელიც გარკვეული პერიოდულობით უნდა ტარდებოდეს. ყოველწლიურად უნდა ტარდებოდეს საწყისი მონაცემების შეგება და გადაამოწმება,

მათი ხარისხის უზრუნველყოფისა და ხარისხის კონტროლის (QA/QC) სამუშაოები. ეს მოითხოვს ეროვნული ინვენტარიზაციის მუდმივი ჯგუფის არსებობას და კვალიფიციური ექსპერტების სისტემატიურ მომზადებას, მონაცემთა სტატისტიკური ბაზის სრულყოფას და მათი შეგროვების საკანონმდებლო საფუძვლების გაძლიერებას, დამუშავებულ მონაცემთა არქივის შექმნას.

კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ზემოთ განხილულ ელემენტებს შორის ურთიერთკავშირის სქემა მოყვანილია დანართ I-ში. ამ ნახაზზე კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა დაყოფილია 4 ძირითად ბლოკად, რომელთაგან მე-3 ბლოკში შემავალი ყველა ელემენტი პოტენციურად გაერთიანებულია სუფთა განვითარების მექანიზმის ჩარჩოში, რაც მოწმობს საერთაშორისო თანამშრომლობის ამ ფორმის დიდ შესაძლებლობებს კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებული ამოცანების დაძლევის საქმეში. ოთხივე ბლოკში წარმოებული სამუშაოები ერთიანდება ეროვნული შეტყობინების მომზადების ჩარჩოში, რადგანაც ეს დოკუმენტი ვალდებულია ასახოს კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ფარგლებში გარკვეულ პერიოდში შესრულებული ყველა სამუშაოს შინაარსი.

ზემოთ განხილულ პრინციპებზე დამყარებული, და სამთავრობო დონეზე კოორდინირებული კლიმატის ცვლილების ეროვნულ პოლიტიკას შეუძლია მნიშვნელოვანი წვლილის შეტანა ქვეყნის ეკონომიკის მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფაში და ამჟამად მიმდინარე ბევრ საერთაშორისო პროგრამასთან საქართველოს თანამშრომლობის გაძლიერებაში.

ავტორი მადლობას უძღვნის მეორე ეროვნული შეტყობინების კოორდინატორს მ.შვანგირაძეს სტატიაზე მუშაობაში გაწეული დახმარებისთვის

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. თბილისი, 1999.
2. საქართველოს თბო- და ცხელწყალმომარაგების მუნიციპალურ სისტემებში ენერგოეფექტურობის ამაღლების წინაშე მდგარი ბარიერების მოხსნა. პროექტი GEO/98/G42. საბოლოო ანგარიში. თბილისი, 2000.
3. ხელშემწყობი გარემოს შექმნა ქვეყანაში ახალი ტექნოლოგიების შემოსატანად და შესაბამისი პროექტების განხორციელებლად. პროექტი GEO/96/G31(ფაზა 2).საბოლოო ანგარიში. თბილისი, 2001.
4. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიის შემცირების მიზნით მცირე ჰიდროენერგეტიკის განვითარების ხელშემწყობი

ლი ბარიერების მოშლა. პროექტი GEO/00/G41. საბოლოო ანგარიში. თბილისი, 2001.

5. კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის მე-6 მუხლის განხორციელება საქართველოში. პროექტი “UNEP Project – Implementation of Article 6 of the UNFCCC in accordance with Delhi Declaration.” საბოლოო ანგარიში . თბილისი, 2005.
6. სუფთა ენერჯის ტექნოლოგიების ხელშეწყობა საქართველოს მთიან რეგიონებში (ონის რაიონის მაგალითზე). საბოლოო ანგარიში. თბილისი, 2008.
7. მცირე ჰიდროენერგეტიკის ხელშეწყობა ადგილობრივ დონეზე. UNDP/GEF. საბოლოო ანგარიში. თბილისი, 2011.
8. განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისების ხელშეწყობა ადგილობრივი ენერგომომარაგების მიზნით. პროექტი GEO/02/G31/A/1G/99. თბილისი, 2011.
9. ტექნიკური დახმარების გაწევა აზერბაიჯანის, მოლდოვის, საქართველოსა და სომხეთისთვის კლიმატის გლობალური ცვლილებასთან დაკავშირებული ვალდებულებათა შესასრულებლად. პროექტი EuropeAid/115123. სუფთა განვითარების მექანიზმის სახელმძღვანელო საქართველოსთვის. თბილისი, 2006.
10. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისთვის. თბილისი, 2011.
11. სათბურის გაზების ეროვნული ინვენტარიზაცია. თბილისი, 2008.
12. კლიმატის ცვლილების კონვენცია და კოტოს პროტოკოლი – საქართველოს ეკონომიკის მდგრადი განვითარების ერთ-ერთი ინსტრუმენტი. UNEP, GFSIS, MEPRS. თბილისი, 2006.
13. კლიმატის ცვლილების მიმართ სადაპტაციო პოლიტიკის საფუძვლები. თბილისი, 2006.
14. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება. კლიმატის ცვლილების პროექტებში 2006 წელს მიღებული შედეგები. თბილისი, 2011.
15. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება. 2011 წლის მიღებული შედეგები. თბილისი, 2008.
16. კლიმატის ცვლილების გავლენა დედოფლისწყაროს რაიონზე. თბილისი, 2008.
17. Matisoff D.C. The adoption of state climate change policies and renewable portfolio standards: regional diffusion or internal determinants? Review of Policy Research (RPR), 2008, vo# 25, No. 6, pp. 527 – 546.
18. Adaptation policy frameworks for climate change. UNDP, 2005.

უაკ 551.583 კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის თავისებურებანი საქართველოში. /ბ. ბერიტაშვილი/ კპი-ს შრომათა კრებული -2011.-ტ.116.-გვ.71-77-რუს. რეზ. ქართ. ინგნ. რუს.

განხილულია საქართველოში ბოლო 12 წლის მანძილზე კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებული პროექტები, რომლებიც შეეხება როგორც კლიმატის ცვლილების კონვენციის მიმართ ძირითადი ვალდებულებების შესრულებას, ასევე კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ძირითად მიმართულებებს: ენერგოეფექტურობას, განახლებადი ენერჯების ათვისებას, სუფთა განვითარების მექანიზმის დანერგვას, სადაპტაციო ღონისძიებათა განხორციელებას, საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლებას. ჩამოყალიბებულია ძირითადი პრინციპები საქართველოში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გასატარებლად.

UDC 551.583 Features of climate change policies in Georgia./B. Beritashvili/ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology.-2011.-v.116. p.71-77-Georg; Summ.Georg; Eng; Russ.

Projects implemented in Georgia for the last 12 years in relation with the Climate Change problem are discussed. Along with the obligations under the UNFCCC, they concern other major directions of Climate Change policies – energy efficiency, development of renewable energies, adoption of CDM, implementation of adaptation measures, raising of public awareness. Main principles are formulated for the adoption of Climate Change policies in Georgia.

УДК 551.583 Особенности политики изменения климата в Грузии./Б.Ш. Бериташвили/ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии АН Грузии. –2011. – т.116. – с.71-77- Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

Рассмотрены проекты, выполненные в Грузии за последние 12 лет, связанные с проблемой изменения климата. Они касаются как выполнения основных обязанностей по отношению к РККК, так и главных направлений политики изменения климата: энергоэффективности, освоения возобновляемых источников энергии, внедрения Механизма чистого развития, выполнения адаптационных мер, повышения осведомленности общества. Сформулированы основные принципы развития политики изменения климата в Грузии.

მ.ტატიშვილი, მ.ელიზბარაშვილი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
უკ: 551.58

**მაღალი ბარჩემის უნარჩანობის ბაღის
წარტილები საშუალო თვიური ტემპერატურისა
და ნალექების მონაცემთა მასივის შემწვა
საქართველოში კლიმატის გლობალური
ცვლილების შესახებ**

საბაზისო კლიმატოლოგიური კვლევების და რიცხვითი გამოთვლისათვის მნიშვნელოვანია ინფორმაცია რეგიონალური კლიმატის სივრცულ-დროითი ცვალებადობის შესახებ, როგორც კლიმატური მოდელების უტყუარობა, კლიმატური სცენარების შექმნა ან კლიმატის ცვლილების შემოქმედების შესწავლა და დაგეგმვა. ზედაპირის კლიმატის სივრცულად სრული წარმოდგენა ბუნებრივი გარემოს გამოყენებით და თეორიული მეცნიერებების მრავალი მიზნებისთვისაა საჭირო. ეს მოიცავს ბიოგეოქიმიურ მოდელირებას, ჰიდროლოგიას და წყლის რესურსებს, კლიმატის ცვლილების კვლევას [1]. ცხადია, რომ კლიმატური მონაცემების სივრცული გარჩევის უნარჩანობა იზრდება ანალიზის სიზუსტესთან ერთად. კლიმატის ცვლილების გლობალური ანალიზი მოითხოვს მონაცემებს 30⁰ გრძივ-განედური ბადის სიზუსტით. რეგიონალური მასშტაბის ანალიზი მოითხოვს 25კმ-ზე ნაკლები სიზუსტის ბადეს. გლობალური კლიმატის მეოცე საუკუნის ტრენდები ასევე წარმოდგენილია სხვადასხვა რეზოლუციის ბადურ რუკებზე. ასეთი რუკები პირველად მომზადდა IPCC (კლიმატის ცვლილების სამთავრობო შორისო კომისია) კლიმატის ცვლილების რეგიონალური შემოქმედების სპეციალური ანგარიშისთვის (1998).

ევროკომისიამ დააფინანსა პროექტი, რომლის მიზანიც იყო შექმნილიყო კლიმატის პროგნოზირების სისტემის განზოგადოებული ანსამბლი ევროპისთვის, რომელიც გამოიყენებოდა სივრცულ-დროის სხვადასხვა მასშტაბებისთვის. კლიმატის ცვლილების წინასწარმეტყველება პრობლემატური საკითხია, კლიმატური მოდელების განუზღვრელობების გამო. ამ მოდელების ვალიდაციის განუზღვრელობების შესამცირებლად საჭირო გახდა მათი შედარება დაკვირვების მონაცემებთან. ბადური მონაცემები არა მარტო რეგიონალური და გლობალური კლიმატური მოდელების ვალიდაციისათვისაა მნიშვნელოვანი, არამედ სხვადასხვა მოდელების სანდოობისთვისაც კვლევების ისეთ სფეროებში, როგორცაა დედამიწის ბიოსფეროს მოდელირება, ჰიდროლოგიური და ნიადაგის ხარისხის მოდელირება. ბადური მონაცემთა მასივი შექმნილია სხვადასხვა ქვეყნისთვის, სხვადასხვა სივრცულ-დროითი გარჩევის ანდა სხვადასხვა ინტერპოლაციური მეთოდების გამოყენებით [2].

ტოპოგრაფიულად და კლიმატურად ისეთი რთული რეგიონისთვის, როგორც საქართველოა შესაბამისი ხარისხიანი კლიმატური მონაცემების მასივის შექმნა პრაქტიკულად გამოწვევაა.

საჭირო ხდება საქართველოსთვის ახალი 25X25კმ. ბადური თვიური საშუალო ტემპერატურის და ნალექების მონაცემთა მასივის შექმნა და ვალიდაცია, რომელიც მოიცავს 1936-2008წ. პერიოდს და გაითვალისწინებს საქართველოს ტერიტორიის რთულ პირობებს. მონაცემთა მასივი შეიქმნება 1936-2008წ. საშუალო თვიური ტემპერატურის და ნალექებისთვის, ტემპერატურის და ნალექების თვიური ანომალური ველების დამატებით. ყველა მონაცემი წერტილოვნად შეფასდება და გაივლის სტატისტიკურ ანალიზს ინტერპოლაციის შეცდომებისთვის, როგორც გეოგრაფიული მდებარეობის, ელევაციის (სიმაღლის) და წლის დროითი ფუნქცია. გამოყენებული ინტერპოლაციის მეთოდი ითვალისწინებს სხვადასხვა სივრცული მასშტაბის შესაძლო ორგრაფიულ ეფექტებს და რელიეფ-კლიმატის რეგიონალურ და სეზონურ ურთიერთობების ცვლილებებს. ინტერპოლაციის სიზუსტე შემოქმდება ურთიერთ-სანდოობის საშუალებით. ეს გამოავლენს ანომალური ველების სივრცული ვარიაციის ნათელ სურათს.

ზოგადად გამოყენებადი მონაცემების მწკრივი, რომლებიც შესაბამისად აღწერდა საქართველოს კლიმატის სივრცულ, დროით და სეზონურ ცვალებადობას უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: პირველი, ის უნდა ითვალისწინებდეს რადიაციულ და თერმულ ეფექტებს, არა ნაკლებ ისეთი ორი უპირველესი ცვლადების გათვალისწინებით, როგორცაა ტემპერატურა და ნალექები. მეორე, ის უნდა უზრუნველყოფდეს მაღალ სივრცულ-დროით სიზუსტეს; მცირე კილომეტრიანი სივრცული რეზოლუცია იმისთვისაა საჭირო, რომ მოიცვას ძირითადი მთიანი და დაბლობი რაიონები, რომლებიც საკვლევ ტერიტორიაზე მდებარეობს. დროითი სიზუსტე საჭიროა საქართველოს კლიმატის სეზონურობის დასადგენად. მესამე, იმისათვის, რომ გავითვალისწინოთ კლიმატის დეკადური ცვალებადობა და ყველა შესაძლო გრძელვადიანი ტრენდი, გამოყენებული მონაცემთა სერია უნდა მოიცავდეს რამოდენიმე დეკადას; მეოთხე, იმისათვის, რომ მონაცემთა მასივი უნივერსალურად გამოყენებადი გახდეს და ასევე მონაცემთა ბაზის გაადვილებული ხელმისაწვდომობისთვის, მონაცემთა მასივი უნდა ფარავდეს საქართველოს სრულ რეგიონს და უნდა იყოს განსაზღვრული რეგულარული ბადის წერტილებში. მეხუთე, მონაცემთა მასივის სიზუსტე საკმაოდ მაღალი უნდა იყოს,

რათა შეფასდეს ყველა მიღებული შედეგის საიმედოობა.

ბადური კლიმატური მონაცემთა მასივის შექმნისთვის შეიძლება განიხილებოდეს რამოდენიმე მიდგომა. ეს მოიცავს წერტილოვან ინტერპოლაციას ან რეგიონალურ გაზომვებს, ფიზიკურად დასაბუთებული მოდელების შედეგებს ან ამ მიდგომების რაიმე კომბინაციებს. წარმოდგენილი პროექტი განიხილავს სტატისტიკურ მიდგომას და ემყარება ადგილის გაზომვებს. ეს მოიცავს შემდეგ ძირითად ამოცანებს:

- საშუალო თვიური ტემპერატურის და ნალექების სადგურის მონაცემების მოპოვება 1936-2008წ.-თვის;
- მონაცემთა პრობლემა, რომელიც ეხება იმას, რომ მონაცემები სხვადასხვა ფორმატშია შენახული;
- სივრცული ხარისხის კონტროლის შექმნა და გამოყენება, რათა დადგინდეს მცდარი მონაცემი;
- სადგურის მონაცემთა შევსების პროცედურის შექმნა, რათა მიღებულ იქნეს დროით და სივრცულად სრული მონაცემთა მასივი;
- ინტერპოლაციის პროცედურის მეთოდის შექმნა და გამოყენება სრული მონაცემთა მასივისთვის, ზემოთ მითითებული პერიოდის მონაცემთა მასივის ბადის შექმნისთვის;
- GIS მეტამონაცემი კლიმატური დაკვირვებების სივრცული მოდელირება და კარტოგრაფირება შედარებით ახალი მეცნიერებაა და მონაცემთა ხარისხს მაღალ მოთხოვნებს უდებს. უნდა შეიქმნას ნახევრად ავტომატური მონაცემთა ხარისხის კონტროლის (QC) სისტემა, რომელიც ეფექტური იქნება ცდომილებიანი მონაცემის გამოვლენისთვის, მაშინ, როცა სწორ მონაცემს უცვლელად დატოვებს. ხარისხის კონტროლის სისტემა ითვალისწინებს შემოწმების ორ მთავარ ტიპს:

- 1) მეტამონაცემის შეცდომებს - სადგურის მდებარეობის ან სიმაღლის შეცდომა
- 2) თვიური მონაცემის შეცდომა - არსებული თვიური მონაცემის მნიშვნელობების შეცდომა

მეტამონაცემის შემოწმება უკავშირდება სადგურის მოცემული ადგილიდან გადაადგილების დაფიქსირების ორ სტრატეგიას: გადაადგილების პირდაპირი დადგენა და არაპირდაპირი დადგენა სადგურის ისტორიული არქივის დროითი არათანამიმდევრობის საშუალებით. პირდაპირი შემოწმება ხორციელდება GIS მონაცემთა მასივის გამოყენებით. ხოლო, არაპირდაპირი ამოწმებს სადგურის

ისტორიულ ფაილს მდებარეობის და სიმაღლის არათანამიმდევრობას.

თვიური მონაცემის შეცდომისთვის ხარისხის კონტროლი განხორციელდება შესაბამისი მეთოდის შერჩევის საშუალებით.

დამატებით, შესაძლებელია საჭირო გახდეს მგრძობელობის ტესტის ჩატარება, იმ შემთხვევაში, თუ ხარისხის კონტროლის სისტემა ვერ აღმოაჩენს გადაადგილებულ სადგურებს თანამიმდევრობის და სანდოობის სათანადო ხარისხით.

გამოტოვებული თვიური მონაცემების შევსების პროცესი გადის შესრულების და შემოწმების რამოდენიმე საფეხურს. ტემპერატურისა და ნალექების ველებს ახასიათებს მკვეთრი გრადიენტები მოკლე მანძილებზე, რაც ხდება მაგ. ნოტიო და მშრალ მთიან რაიონების გარდამავალ ზონებში ნალექებისთვის შევსების სქემა იყენებს სადგურებს შორის ისტორიული რეგრესიის დამოკიდებულებას.

ინტერპოლაციის პროცედურისთვის შეფასდება შემდეგი მეთოდები AURELHY (ანალიზი, რომელიც იყენებს რელიეფს ჰიდრომეტეოროლოგიური მიზნებისთვის), PRISM (დამოუკიდებელი კუთხური მოდელი სიმაღლის პარამეტრული რეგრესიით), ADW (კუთხური მანძილის შეფასება), NNI (ბუნებრივი მოსახლეობის ინტერპოლაცია), კრაიგინგი, TPS (თხელფირფიტაინი სპლაინები (გამოთვლილი მრუდები)), RSOI (შეზღუდული სივრცის ოპტიმალური ინტერპოლაცია), CI (პირობითი ინტერპოლაცია).

ყველა ინტერპოლაციის პროცედურის შესრულება უნდა შემოწმდეს ურთიერთსანდოობის მეთოდის გამოყენებით, სადგურები ერთმანეთის მიყოლებით ამოიღება მონაცემთა მასივიდან და ინტერპოლაცია შესრულდება ამოღებული სადგურის ლოკაციისთვის. მიღებული ინტერპოლაციური მნიშვნელობა შემდეგ შედარდება ყოველი სადგურის დაკვირვების მნიშვნელობებს.

შესრულდება მონაცემთა ხარისხის ტესტები ჰომოგენურობაზე. ყველა მონაცემი გაივლის ხარისხის კონტროლის პროცესის ორ საფეხურს [3]. ინტერპოლაციის დაწყებამდე პირველ საფეხურზე, ჩატარდება სტანდარტული ტესტები, როგორებიცაა: საწყისი უწყვეტობის შემოწმება, იმის უზრუნველყოფა, რომ საშუალო თვიური უწყვეტად მიჰყვებიან სეზონურ ციკლს და არ აჭარბებენ წინასწარ განსაზღვრულ ზღვარს. იდენტურობის ძვირადღირებული ამოცანის და რაიმე არაერთგვაროვნების ამოღების შესრულების მაგიერად, არაერთგვაროვნების შემოწმება ურთიერთსანდოობით დახმარებით შესრულდება. ურთიერთსანდოობით შემოწმების დროს 1 წერტილოვანი მონაცემი გამოირიცხება დროში

და შემდეგ ხდება მისი პროგნოზირება ყველა დარჩენილი მონაცემის საშუალებით. არაერთგვაროვანი წერტილოვანი მონაცემის პროგნოზირება მოცემულ ადგილზე, მის გარშემო არსებული ერთგვაროვანი სადგურის მონაცემებიდან ავტომატურად იწვევს საკამოდ დიდ სანდოობის შეცდომას, მისი გამოყენება კი სხვების პროგნოზირებისას, სულ დაშლის ემპირულ კლიმატურ-რელიეფურ ურთიერთდამოკიდებულებას, რაც გაზრდის ურთიერთსანდოობის შეცდომებს მის მიმდებარე ტერიტორიაზე. ამიტომ, ყოველი არაერთგვაროვანება მზარდი ურთიერთ-სანდოობის შეცდომების ცხადი წარმოდგენაა. ხარისხის კონტროლის მეორე ეტაპი ხორციელდება სადგურის მონაცემის ინტერპოლაციის დროს, როცა ინტერპოლაციით დგინდება შეცდომები. მონაცემი, რომელიც ვერ გაივლის ხარისხის კონტროლს, ამოიცილება ინტერპოლაციიდან. ამიტომ გამოიყენება მეზობელი სადგურების წრფივი რეგრესია, გამოტოვებული სადგურის მნიშვნელობის დასადგენად და რათ მივიღოთ გავრცობილი მონაცემთა ბაზა. უნდა დადგინდეს გამოტოვებული თვიური მონაცემის შეფასების ალგორითმი. ეს ხორციელდება შემდეგნაირად [3]:

1. მოიძებნოს ამორჩეული ცვლადის და თვისთვის ყველა სადგურის მონაცემი ბოლო 20 წლისთვის 1936-2008 პერიოდში;
2. დადგინდეს ყველა სადგური, რომლებსაც აქვთ 20 წლიანი მონაცემები ამორჩეულ სადგურთან ერთად;
3. გამოითვალოს წრფივი რეგრესია ამორჩეულ სადგურსა და სხვა სადგურებს შორის;
4. ამორჩეულ ყველა სადგური, რომლებისთვისაც დეტერმინაციის კოეფიციენტი (r^2) >0.5 -ზე (ეს სიდიდე კარგია ზღვრულ 0.2 მნიშვნელობაზე ზემოთ, რაც უჩვენებს, რომ კორელაცია განსხვავებულია ნოლისაგან 95% ნიშნულ დონეზე).
5. თუ, საბოლოოდ ერთი მაინც ასეთი სადგური არსებობს, ინტერპოლაციისათვის გამოიყენება უდიდესი r^2 -ის მქონე სადგური. ინტერპოლაციის მეთოდი შესდგება შემდეგი ეტაპებისგან:
 - რელიეფის აღწერა ცვლადი პრედიქტორების მასივის საშუალებით;
 - ამ ცვლადების გამოთვლა სადგურის მდებარეობისათვის და ყველა დამიზნულ ბადის წერტილებში;
 - სტატისტიკური მეთოდის ჩამოყალიბება, ოროგრაფიული პრედიქტორების საშუალებით;
 - მეთოდის გამოყენება ბადის სრული წერტილებისთვის.

ტოპოგრაფიას მრავალნაირი გავლენა აქვს კლიმატზე. არ არსებობს რაიმე უნივერსალური კანონი, რომლითაც ამორჩევა ცვლადი პრედიქტორები. მრავალ ნაშრომში გრძელი და განედი გამოიყენება სივრცული ტრენდების შესაქმნელად. რთული ზედაპირის შემთხვევაში უფრო ხელსაყრელია ადგილობრივი და რეგიონალური ცვლილებების გამოყენება ტოპოგრაფიულ რეჟიმში, მაგ. რეგიონალურად ცვლადი რელიეფურ-კლიმატური ურთიერთდამოკიდებულება. საქართველოს ტერიტორიისთვის ისეთი მეთოდი უნდა იყოს გამოყენებული, რომელიც უზრუნველყოფს მისი რელიეფის ეფექტურ წარმოდგენას.

შექმნილი მონაცემთა მასივი იქნება უნიკალური თავისი მაღალი ხარისხის, გრძელი დროითი განგრძობით და დაზუსტებული სივრცული დეტალებით. ის უზრუნველყოფს მომხმარებელს შეასრულოს მრავალნაირი ანალიზი, შემდეგის ჩათვლით:

- ეკოლოგიური და ბუნებრივი გარდამავალი რესურსების მოდელირება კლიმატის გლობალური ცვლილების შეფასებისთვის;
- კლიმატური ვარიაციების ადგილობრივი და რეგიონალური ტრენდებისთვის;
- ექსტრემალური კლიმატური მოვლენების სისშირის, ხანგრძლივობის და სივრცული განფენილობის ანალიზისთვის
- კლიმატური ცვლადების ურთიერთდამოკიდებულების გამოკვლევისთვის.

ზოგიერთ გამოკვლევას სჭიდება უფრო მაღალი რეზოლუციის ადგილის მონაცემი ვიდრე ეს მიიღება წარმოდგენილ პროექტში. წარმოდგენილი მონაცემთა მასივის წერტილოვანი მანძილი, შეიძლება ადვილად შემცირდეს მოთხოვნილ რეზოლუციამდე. წინამდებარე სამუშაო ირევს მითითებულ რეზოლუციას რამოდენიმე მიზეზის გამო, მაგ. რადგან ეს არის ასეთი ბადური მონაცემთა მასივის შექმნის პირველი მცდელობა და პირველ ეტაპზე ეს საკმარისი იქნება.

სივრცულად არაერთგვაროვანი მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მონაცემთა მასივის ინტერპოლირება ბადეში მნიშვნელოვანია კლიმატის ანალიზისთვის. ასეთი ბადეები ფართოდ გამოიყენებოდა წარსულში და ისევ მნიშვნელოვანი რჩება მრავალი მიზეზის გამო[4].

- 1) ასეთი ინტერპოლაციური მონაცემთა მასივი უკეთესად აფასებს კლიმატურ ცვლადებს დაკვირვების სადგურებიდან დაშორებისას, რაც საშუალებას იძლევა ლოკალური კლიმატი შესწავლილი იქნეს ისეთი რეგიონებისთვის, რომლებიც მონაცემების ნაკლებობას განიცდიან
- 2) კლიმატის ცვლილების მონიტორინგისთვის რეგიონალურ და უფრო დიდ მასშტაბში არის საშუალოების ინდექსები

გამოიყენება. ასეთი ინდექსები იცვლებიან მასშტაბის მიხედვით, ლოკალური წარმოდგენიდან გლობალური ცვლილების ინდექსებამდე.

- 3) კლიმატის ცვალებადობის გამოკვლევები ხშირად იყენებენ ურთიერთდაკავშირებული ცვლადების რეგიონალურ მოდელებს, რისთვისაც სჭირდებათ საკუთარი მნიშვნელობების მეთოდების გამოყენება, როგორცაა პრინციპული კომპონენტების ანალიზი, კანონიკური კორელაციური ანალიზი და მატრიცის სინგულარულ რიცხვებად დაშლა. ასეთ მეთოდებს სჭირდებათ რეგულარულად წარმოდგენილი დაკვირვებები.
- 4) რეგიონალური კლიმატური მოდელების (RCM) ვალიდაცია სულ უფრო მნიშვნელოვანი ხდება და ასეთი მოდელები იძენენ სულ უფრო მზარდ პოპულარობას რეგიონალური კლიატის კვლევაში. ამიტომ ბაღური მონაცემთა მასივის შექმნა, სადაც ყოველი კვანძის მნიშვნელობა საუკეთესოდ იქნება შეფასებული, ყველაზე გამოსადეგია ასეთი მოდელების ვალიდაციისთვის, ვიდრე მოდელების და დაკვირვების შედეგების შედარება.
- 5) შემოქმედების მოდელები მნიშვნელოვანია კლიმატის ცვლილების შესაძლო შედეგების დასადგენად, როგორცაა წყლის ხარისხის ცვლილება ან მოსავლიანობა. ასეთი მოდელები ხშირად საჭიროებენ რეგულარულ მონაცემებს და ადვილად განხორციელდებიან ასეთი ბაღის არსებობის შემთხვევაში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

- 1. Development and validation of a high-resolution monthly gridded temperature and precipitation data set for Switzerland (1951-2000). Dimitios Gyiatrias. Climate Research. Vo# 25, 2003.
- 2. ENSEMBLE-based Predictions of Climate Changes and their Impacts. Nynke Hofstra, Malcolm Haylock, Phil Jones, Mark New. Project n. GOCE-CT-2003-505539
- 3. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. Mark New, David Lister, Mike Hulme, Ian Makin. Climate Research. Vo.21, 2002.
- 4. A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950-2006. M.R. Haylock, N. Hofstra, A.M.G. Klein Tank, E.J. Klok, P.D. Jones, M. New. Journal of Geophysical Research. Vo# 113, 2008

უკ: 551.58 მაღალი გარჩევისუნარიანობის ბაღის წერტილებში საშუალო თვიური ტემპერატურისა და ნალექების მონაცემთა მასივის შექმნა საქართველოში კლიმატის გლობალური ცვლილების შეფასებისთვის/ მ.ტატიშვილი, მ.ელიზბარაშვილი/ შპი-ს შრომათა კრებული – 2011 – ტ.116. გვ.72-79-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

წინამდებარე შრომაში წარმოდგენილია საქართველოსთვის ახალი 25X25კმ. ბაღური თვიური საშუალო ტემპერატურის და ნალექების მონაცემთა მასივის შექმნა და ვალიდაცია, რომელიც მოიცავს 1936-2008წ. პერიოდს და გაითვალისწინებს საქართველოს ტერიტორიის რთულ პირობებს. მონაცემთა მასივი შექმნილია 1936-2008წ. საშუალო თვიური ტემპერატურის და ნალექებისთვის, ტემპერატურის და ნალექების თვიური ანომალიური ველების დამატებით. ყველა მონაცემი წერტილოვნად შეფასდება და გაივლის სტატისტიკურ ანალიზს ინტერპოლაციის შეცდომებისთვის, როგორც გეოგრაფიული მდებარეობის, ელევაციის (სიმაღლის) და წლის დროითი ფუნქცია. გამოყენებული ინტერპოლაციის მეთოდი გაითვალისწინებს სხვადასხვა სივრცული მასშტაბის შესაძლო ოროგრაფიულ ეფექტებს და რელიეფ-კლიმატის რეგიონალურ და სეზონურ ურთიერთობების ცვლილებებს. ინტერპოლაციის სიზუსტე შემოქმედებულია ურთიერთ-საანალიზის საშუალებით. ეს გამოავლენს ანომალიური ველების სივრცული ვარიაციის ნათელ სურათს.

UDC: 551.58 **Development of high resolution monthly gridded temperature and precipitation data set for use in global climate change assessment for Georgia.**/Tatishvili M., Elizbarashvili M./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.72-79-Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

In the presented study the development and validation of the new 25kmX25km gridded monthly mean temperature and precipitation data set for Georgia that covers period 1936-2008 and accounts for the complexity of the Georgian terrain will be presented. The data set will be consisted of 1936-2008 mean fields for monthly mean temperature and monthly total precipitation, plus monthly anomaly fields for temperature and precipitation. All data would be point estimated and do through statistical analysis on interpolation errors as the function of geographical location, elevation and time of the year. The interpolation method would be employed that accounted for possible orographic effects at different spatial scales and allowed for regionally and seasonally varying relief-climate relationships. The accuracy of interpolations would be quantified by means cross-validation. This would reveal the clear depiction of spatial variation of anomaly fields.

УДК 551.58 **Создание новой высоко резолуционной сети массива данных среднемесячных температур и осадков для оценки глобального изменения климата в Грузии.**/ М. Р.Татишвили, М. Е. Елизбарашвили./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. – 2011, - Т.116,с.72-+79-Груз., Рез. Англ., Рус.

В статье представлено создание и валидация новой 25X25км. высоко резолуционной сети массива данных среднемесячных температур и осадков, охватывающих 1936-2008 период и подразумевает сложные условия территории Грузии. Будет создан массив данных для среднемесячных температур и осадков 1936-2008 гг. периода, включая аномальные месячные поля температур и осадков. Все данные будут точно оценены и пройдут статистический анализ для ошибок интерполяции, как функции географической локации (элевации) и времени года. Использованный метод интерполяции учитывает возможные орографические эффекты разных пространственных масштабов и изменения сезонных и региональных отношении рельеф-климата. Это выявит четкую картину пространственных вариаций аномальных полей

მ. კორძაძისა
ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტი
უაკ 551.5
**ქარის სიჩქარისა და ჰაერის ტემპერატურის
ცვლილება კლიმატის თანამედროვე
ცვლილების ფონზე (მეტეოსადგურ-ფოთის
პორტის მაგალითზე)**

ქვეყნის კლიმატი (მიკროკლიმატი), რომ არა ანთროპოგენური ზემოქმედება, საუკუნის განმავლობაში თითქმის უცვლელია და განიცდის ბუნებრივ რყევას. მაგ.: შუა საუკუნის საქართველოს მატეანეში გიორგი მერჩულე (X საუკუნე) კოლხეთის დაბლობის შესახებ წერს “ქვეყანა ეს ხორშავეული არის”, მაგრამ მისივე სიტყვებით ზამთარში თბილი და საღი ჰაერის გამო აქ “დაზამთრება” და კარგად დასვენება შეიძლება.

XVII საუკუნეში იტალიელი მისიონერი, არქანჯელო ლამბერტი, კოლხეთის აღწერის დროს ხაზგასმით აღნიშნავს ჰაერის ზედმეტ ტენიანობას და ატმოსფერული ნალექების სიუხვეს. ამავე დროს, იგი არაფერს ამბობს აღმოსავლეთის ფიონურ ქარებზე, თუმცა იგი სამეგრელოში 20 წ. ცხოვრობდა.

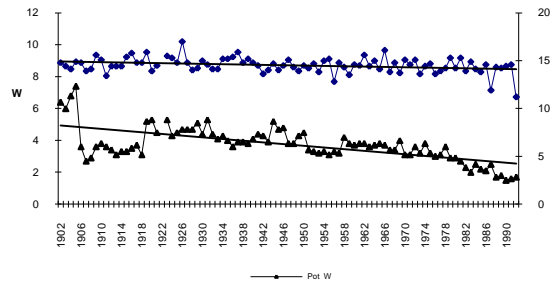
XIX საუკუნეში აღმოსავლეთის ქარის სიხშირე და ინტენსივობა გაიზარდა და ჰავაც შედარებით მშრალი გახდა.

კოლხეთის დაბლობის რელიეფი, რომლის სიმაღლე იცვლება დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ 0-100 მ-მდე მთლიანად ღიაა შავი ზღვის მხრიდან ჰაერის მასების პირდაპირი შემოჭრისათვის. აღმოსავლეთიდან ღიხის ქედის გავლით ხდება ჰაერის მასების გაცვლა აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს შორის. წლის ცივ პერიოდში (ზამთარ-გაზაფხული) დასავლეთ საქართველოში გაბატონებულია აღმოსავლეთის რუმბის ქარი, რომელიც განსაკუთრებით ძლიერია რიონის ხეობაში და მისი სიჩქარე მერყეობს 5-8 მ/წმ-ს ფარგლებში. წლის თბილ პერიოდში, კი დომინანტია დასავლეთის ქარი, რომლის წლიური სიჩქარე 3-5 მ/წმ-ს არ აღემატება. ყოველივე ეს განაპირობებულია ევრაზიის კონტინენტზე წნევის სეზონური განაწილებით.

კვლევის მიზანია, მეტეოსადგურ “ფოთის პორტი”-ს 100 წლიან მონაცემზე დაყრდნობით, განისაზღვროს ქარის სიჩქარისა და ჰაერის ტემპერატურის განაწილება და ურთიერთდამოკიდებულება. სადგურის 1958 წლის ტექნიკური დახასიათების მიხედვით, ფოთის პორტი და ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგური, განლაგებულია რიონის ჩრდილოეთ შენაკადის შესართავთან, ზღვის დონიდან 3 მეტრ სიმაღლეზე, კოორდინატებით: განედი 42° 09', გრძედი 41° 39', 1919-1946 წწ. ფლიუგერის (მძიმე დაფა) სიმაღლეა 13.5 მ., ხოლო მსუბუქი დაფის სიმაღლე იცვლება 7 მ-დან 14 მ-მდე, ფოთის პორტი ღიაა სამხრეთ აღმოსავ-

ლეთიდან სამხრეთის გავლით ჩრდილო დასავლეთის მიმართულებით ზღვის ქარებისათვის. შტილების განმეორებადობა ფოთთან ღიდაა, ზაფხულობით 30%-მდე, აღმოსავლეთის ქარები ხშირია ზამთარში, ისინი საკმაოდ ძლიერია, ქარების ალბათობა 15 მ/წმ და მეტიც 5%-მდეა იანვარ-თებერვალში. ზაფხულში იზრდება დასავლეთ ნაწილის ქარიანი დღეების რიცხვი, მაგრამ დომინანტად რჩება აღმოსავლეთის ქარები.

გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის თანახმად, კლიმატის ცვლილების შერბილებისათვის, სასურველი ეზა ქარის განახლებადი ენერგორესურსების გამოყენებაა. ამისთვის საჭიროა ქარის რეჟიმის შესწავლა კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე. ამ მიზნით, განხილულია ქარის სიჩქარისა და ჰაერის ტემპერატურის საუკუნოვანი სვლა (ნახ.1).

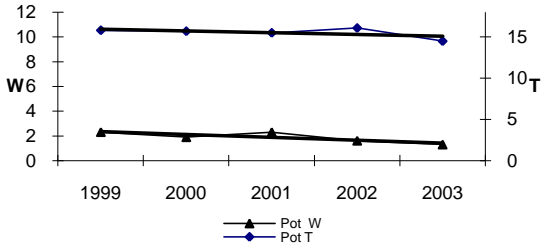


ნახაზი 1. ქარის სიჩქარის და ჰაერის ტემპერატურის საუკუნოვანი სვლა,

ქ. ფოთში ტემპერატურის საშუალო წლიური მნიშვნელობა 1902-1992 წწ. განმავლობაში შემცირდა 0.4°-ით. ნახაზიდან ჩანს, რომ ანალოგიური ხასიათი აქვს ქარის საშუალო წლიური სიჩქარის სვლასაც. ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე შემცირდა 2.1 მ/წმ-ით. 1999-2003 წწ. ქარის სიჩქარისა და ჰაერის ტემპერატურის საშუალო წლიური მონაცემების მიხედვით აგებული გრაფიკიდან ჩანს, რომ შემცირების ტენდენცია გრძელდება (ნახ 2).

დაკვირვებული მონაცემები აღებულია ეწ-1-ის ცხრილებიდან, ე.ი. ისინი მეტეოროლოგიურად დამუშავებული არ არის, მაგრამ “ქარენერგოს” 1999-2003 წწ ქარის სიჩქარის საშუალო წლიური მონაცემების (დაკვირვებული მაღალმძნობიარე ანემომეტრით) შედარებამ “ფოთი პორტი”-ის ანემომეტრით - 63 დაკვირვებულ მონაცემებთან საშუალება მოგვცა დავრწმუნებულიყავით ქარის სიჩქარის კლების ტენდენციაში. ამასთან ერთად აღმოჩნდა, მაღალმძნობიარე ანემომეტრისა და ანემომეტრით - 63 -ის მონაცემები კო-

რელირებადია (ცხრ.1), თუმცა ეს შედეგები მოითხოვს ესპერიმენტალურ დადასტურებას.



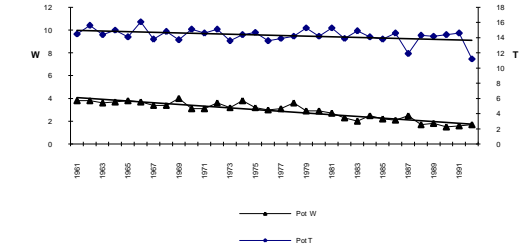
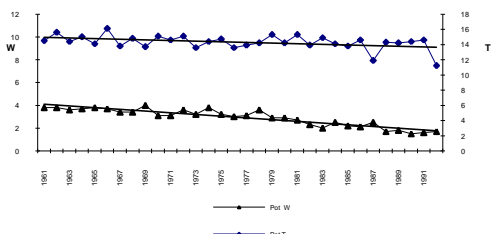
ნახ.2. 1999-2003 წწ. ქარის სიჩქარისა და ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება

ცხრილი 1. ქ.ფოთში "ქარენერგო"-ს ანემომეტრითა და მეტეოსადგურ "ფოთი პორტი"-ს ანემორუმბომეტრ -63 -ით აღებული ქარის სიჩქარის მონაცემები 2000-2003 წწ.

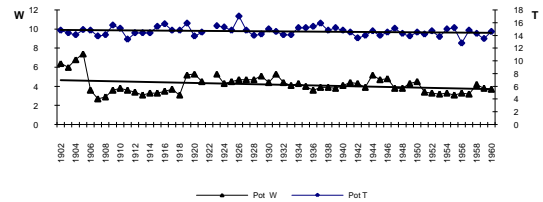
	ანემომეტრი	ანემორუმბომეტრი
აგვისტო 2000	3,1	1,7
სექტემბერი 2000	2,5	1
დეკემბერი 2000	3,0	1,3
იანვარი 2001	2,8	1,9
თებერვალი 2001	3,2	2,3
მარტი 2002	3,6	2,1
მაისი 2002	4,0	1,3
ივნისი 2002	3,3	1,4
სექტემბერი 2002	2,5	1
ოქტომბერი 2002	2,1	1,7
ნოემბერი 2002	3,1	1,2
მარტი 2003	3,8	1,6
აპრილი 2003	3,8	2,2
მაისი 2003	2,9	1
ივნისი 2003	3,0	1,3
ივლისი 2003	2,7	0,8
აგვისტო 2003	2,6	0,7

ქარის რეჟიმის ცვლილებაზე ანთროპოგენური ზემოქმედების შესასწავლად საკვლევი პერიოდის ორ ქვეპერიოდად: წინა (1902-1960) და შემდგომი (1961-1992) გაყოფით მივიღეთ, რომ წინა ქვეპერიოდში ჰაერის ტემპერატურა იცვლება 0.10C-ით, ხოლო შემდგომ ქვეპერიოდში 0.30C. ამავე ქვეპერიოდებში ქარის სიჩქარე შეიცვალა შესაბამისად 0.

5 მ/წმ და 1.7 მ/წმ სიდიდით (ნახ. 3; ნახ.4).



ნახ.3. 1902-1960 წწ. ჰაერის ტემპერატურისა და ქარის სიჩქარის ცვლილება



ნახ.4. 1961-1991 წწ. ჰაერის ტემპერატურისა და ქარის სიჩქარის ცვლილება

ქ. ფოთში ქარის სიჩქარისა და ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების შესწავლამ საშუალება მოგვცა შეგვეფასებინა ერთის მხრივ ქარის ენერგორესურსების ცვლილება, მეორეს მხრივ დადგინდა, რომ ჰაერის ტემპერატურის დაცემამ წინა და შემდგომ პერიოდებში შესაბამისად გამოიწვია ქარის სიჩქარის შემცირება.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. კორძაია მ. 1961. საქართველოს ჰავა საქ. მეც. აკად. გამომცემლობა. თბილისი გვ. 106
2. Труды Закавказского Регионального Научно-Исследовательского Института. Выпуск 75(81). 42-51 стр.
3. საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტი. გაეროს კლიმატი ცვლილების ჩარჩო კონვენციის ეროვნული ბიულეტენი №8. გვ.70.

უაკ .551.5 ქარის სიჩქარისა და ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე (მეტეოსადგურ-ფოთის პორტის მაგალითზე). /მ.კორძაია/. ჰმი-ს შრომათა კრებული -2011.-ტ.116.-გვ.82-84-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. წინამდებარე ნაშრომში შესწავლილია ქარის სიჩქარისა და ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება ქ. ფოთში დაკვირვების სრული პერიოდისათვის. კლიმატის ცვლილების გავლენის დადგენისათვის დაკვირვების სრული პერიოდი გაიყო ორ ქვეპერიოდად. მათი ერთმანეთთან შედარებით დადგინდა, რომ მეორე ქვეპერიოდში ქარის

სიჩქარისა და ჰაერის ტემპერატურის სიდიდე შემცირდა.

UDC 551.5 Changes of Wind Speed and Air Temperature on Background of Modern Climate Change (on example of station of “POTI PORT”). /M. kordzakhia/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. -2011. - т.116. – p. 82-84- Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

In presented work changes of wind speed and air temperature are investigated, in c. Poti for the whole observational period. For determination of climate change impact the observational period is divided into two sub-periods. It is determined that the values of wind speed and air temperature are decreased in second sub-period.

УДК 551.5 Изменения Скорости Ветра и Температуры Воздуха на Фоне Современного Влияния Изменения (на примере станций «ПОТИ ПОРТ»). /Кордзахия М.О./ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии АН Грузии. – 2011. – т.116. – с.82-84- Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск. В представленной работе изучены изменения температуры воздуха и скорости ветра в г. Потти для всего наблюдательного периода. Для установления влияния изменения климата наблюдательный период разделен на два подпериода. При сравнении этих подпериодов установлено, что во втором подпериоде величены температур воздуха и скорости ветра уменьшились.

რ.სამუკაშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უაკ 551

შრამის ჰემის წყალსაცავის შესაძლო შეზღვევა გარემოს კლიმატზე

მდინარე რიონის მარჯვენა შენაკადის ლუხუნის წყლის ხეობაში ურავის ჰემის და წყალსაცავის შესაძლო მშენებლობის შედეგად აუცილებელი ხდება გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე მათი მოსალოდნელი გავლენის კომპლექსური შეფასება.

გარემოს კლიმატზე სხვადასხვა დანიშნულების წყალსაცავების კლიმატური ზემოქმედების ეკოლოგიური ასპექტების შესწავლის მიზნით შემუშავებულია რამდენიმე მეთოდოლოგიური მიდგომა, რომელთაგან ძირითადად ითვლება:

- საექსპედიციო პირობებში მოპოვებული ექსპერიმენტალური ინფორმაციის ანალიზი.
- წყალსაცავის შევსებამდე და შევსების შემდეგ მის სანაპიროდან სხვადასხვა მანძილზე განლაგებულ პუნქტებში მეტეოროლოგიური რეჟიმის მრავალწლიური საშუალო მახასიათებლების ანალიზი.
- თეორიული მეთოდი, რომელიც ეყრდნობა ტურბულენტური ტენზორუნვის და იზობრუნვის განტოლებების ამოხსნას ჰაერის მიწისპირა ფენისათვის.

ვინაიდან ურავის ჰემის წყალსაცავის (l=20მ, h=6მ) მშენებლობის საგარეულო ზონაში მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მასალა არ არსებობს, მისი აქტიური გავლენის ზონის დასადგენად ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა მდინარე რიონის ხეობაში განლაგებულ პუნქტებში-ხარისთვალა (1126მ), ამბროლაური (546მ), ონი (889მ), შოვი (1600მ) არსებული მეტეოროლოგიური მახასიათებლების (ჰაერის ტემპერატურა, სინოტივე, ატმოსფერული ნალექები) საშუალო მრავალწლიური სიდიდეები. აღნიშნული პუნქტების შესაბამის აბსოლუტურ სიმაღლეთა დიაპაზონში მოქცეულ ჩვენთვის საინტერესო პუნქტ ურავისათვის მეტეოროლოგიური მახასიათებლების შესაბამისი საშუალო თვიური მნიშვნელობები განსაზღვრული იქნა ინტერპოლაციის მეთოდით. ამ მიზნით გამოყენებული იქნა გრაფო-ანალიზური მეთოდი, რომლის თანახმად იგება ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობის და ატმოსფერული ნალექების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების გრაფიკები და შემდგომ ხდება მათი ანალიზური წარმოდგება. წყალსაცავის გავლენით განპირობებული მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვლილებების დასადგენად ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა დაკვირვებების ორმოცწლიანი რიგი (1948-1989წწ). ზემოთ აღნიშნული 4 სადგურისათვის (ხარისთვალა, ამბროლაური,

ონი, შოვი) გამოთვლილი იქნა ამ მეტეო-
 ელემენტების საშუალოთვიური და საშუალო-
 წლიური დაკვირვების ორმოცწლიანი პერიო-
 დისა (1948-1987წწ) და აგრეთვე ოცწლიანი
 ორი პერიოდისათვის: 1948-1967წწ და 1968-
 1987წწ. გამოყენებული დაკვირვებების აღნიშ-
 ნული ხანგრძლივობის ეს პერიოდები სრუ-
 ლებით საკმარისია ურავის წყალსაცავის მო-
 სალოდნელი გავლენის რაოდენობრივად შესა-
 ფასებლად მისი განლაგების რაიონის კლი-
 მატურ მახასიათებლებზე (Климат и климати-
 ческие ресурсы Грузии, 1971).

ურავის წყალსაცავის სავარაუდო გავ-
 ლენის ზონაში განლაგებულ პუნქტად აღე-
 ბულია ამბროლაური, რომელიც მდებარეობს
 ურავიდან სამხრეთის მიმართულებით დაახ-
 ლოებით 16კმ მანძილზე, სადგურ ეტალონად
 (სადაც წყალსაცავის გავლენის აღბათობა
 გარემოს კლიმატზე ნულის ტოლია) აღებუ-
 ლია ხარისხვალად, რომელიც მდებარეობს
 ურავიდან აღმოსავლეთით 32კმ მანძილზე.

ჰაერის ტემპერატურის, აბსოლუტური და
 ფარდობითი ტენიანობის და ატმოსფერული
 ნალექების ჯამების საშუალო თვიური სიდი-
 დეები (1948-87წწ) ურავის პუნქტისათვის მოცე-
 მულია ცხრილ 1-ში.

ცხრილი 1. ჰაერის ტემპერატურის $t(^{\circ}C)$, აბ-
 სოლუტური ლ(მმ) ფარდობითი (%) ტენ-
 იანობის და ნალექების რაოდენობის ჯამების
 (მმ) მრავალწლიური საშუალო თვიური სიდი-
 დეები ურავის წყალსაცავის განლაგების
 რაიონისათვის, H=930მ

მეტეო- ელემენტი	თ ვ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
t, $^{\circ}C$	-1.8	1.0	2.6	8.2	13.6	16.2
l, მმ	4.0	4.6	5.0	7.0	10.3	13.4
E, %	79	77	75	72	72	75
P, მმ	109	97	85	82	86	102

მეტეო- ელემენტი	თ ვ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t, $^{\circ}C$	18.7	18.6	15.2	9.3	4.7	-0.5
l, მმ	16.0	16.2	12.5	9.7	6.5	4.9
E, %	77	76	78	79	79	80
P, მმ	81	88	92	116	94	109

განსახილველ ზონაში აბსოლუტური სიმა-
 ლის ზრდის სინქრონულად აღინიშნება ჰა-
 ერის ტემპერატურისა და აბსოლუტური ტემ-
 პერატურის კლება. რაც შეეხება ჰაერის ფა-
 რდობით ტენიანობას და ნალექების ჯამებს,
 მათთვის არ არსებობს აბსოლუტური სიმაღ-
 ლისაგან ცალსახა დამოკიდებულება.

სივრცულ სხვაობათა მეთოდის გამოყენება
 საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს მეტეორო-
 ლოგიურ დაკვირვებათა რიგების ერთგვარო-
 ვნების დარღვევა იმ შემთხვევაში, როდესაც
 მისი სიდიდე აღემატება ამ სხვაობების ბუ-
 ნებრივი ცვალებადობის დონეს, რაც შრო-
 მებში (Вендров С.А., Малик Л.К. 1964; Дьяконов
 К.Н., Ретеюм А.Ю. 1964) სხვადასხვა ფიზიკურ-

გეოგრაფიული რეგიონებისათვის მრავალწლი-
 ურ დაკვირვებათა ინფორმაციის ანალიზის
 საფუძველზე დადგენილია, რომ ჰაერის ტემ-
 პერატურის სხვაობების ბუნებრივი კლიმატურ
 ცვალებადობა შეადგენს საშუალო დღე-
 დამური ტემპერატურისათვის არა უმეტეს 0,5 $^{\circ}$,
 საშუალო მაქსიმალური და მინიმალური ტემ-
 პერატურისათვის 0,3 $^{\circ}$ შედარებით მოკლე (10
 წლამდის) და 0,5 $^{\circ}$ გრძელპერიოდიანი რიგ-
 ებისათვის. როგორც დაკვირვებების მონაც-
 ემების ანალიზიდან ჩანს, დასავლეთ საქარ-
 თველოში წყალსაცავის გავლენით განპირო-
 ბებული ჰაერის საშუალო დღე-დამური ტემ-
 პერატურის ცვალებადობის სიდიდე დამოკი-
 დებულია წელიწადის დროზე (მაქსიმუმით
 ცივ და მინიმუმით თბილ პერიოდში). ურავის
 წყალსაცავის განლაგების რეგიონისათვის სა-
 შუალო დღე-დამური ტემპერატურის სივრცულ
 სხვაობათა კრიტერიუმად მიღებული იქნა
 წლის თბილი პერიოდისათვის 0,5 $^{\circ}$, ცივი პე-
 რიოდისათვის 0,6-0,8 $^{\circ}$, ეს მნიშვნელობები იმ-
 ლევა გარემოს კლიმატზე წყალსაცავის გა-
 ვლენის ობიექტურად შეფასების შესაძლებ-
 ლობას ამ ზონის ფარგლებს გარეთ განლაგე-
 ბულ სადგურ-ეტალონის პირობებთან შედარე-
 ბით. დადგანაც ურავის წყალსაცავის მშენე-
 ბლობის სავარაუდო ზონისათვის კლიმატური
 მახასიათებლების შესახებ ინფორმაცია არ
 არსებობს რის შედეგად სივრცულ-სხვაობათა
 მეთოდი მისთვის გამოყენებული ვერ იქნება,
 ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობის და ატ-
 მოსფერული ნალექების ცვალებადობა მოდე-
 ლირებული იქნა ამ მეტეოელემენტების სივ-
 რცეში და დროში ცვლილებების ანალიზის
 საფუძველზე მიმდებარე რაიონებში (მდინა-
 რეების ენგურისა და რიონის ხეობებში) არ-
 სებული წყალსაცავების შესაბამისი ინფორ-
 მაციის გამოყენებით ურავის წყალსაცავის
 ოროგრაფიული, ფიზიკურ-გეოგრაფიული და
 მორფომეტრიული პირობების გათვალისწი-
 ნებით. ცნობილია, რომ წყალსაცავის გავლენ-
 ით განპირობებული გარემოს კლიმატური მა-
 ხასიათებლების ცვლილება დამოკიდებულია
 წყალსაცავის ფართობზე, სიღრმეზე და აგ-
 რეთვე იმ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ და კლი-
 მატურ პირობებზე, რომლებთანაც ხასიათდება
 წყალსაცავის განლაგების რაიონი. ყველა ამ
 ფაქტორის სინქრონული მოქმედებით განისა-
 ზღვრება წყალსაცავში არსებული წყლის მა-
 სის სითბოტევადობა და მისი ხარკის ზედა-
 პირიდან აორთქლების დინამიკა წელიწადის
 განმავლობაში, რასაც გადამწყვეტი მნიშვნე-
 ლობა აქვს გარემოს კლიმატურ მახასია-
 თებლებზე გავლენის პროცესში.

ცხრ.2-ში მოცემულია ურავსა, ამბროლა-
 ურსა და ხარისთვალას შორის სხვადასხვა
 პერიოდისათვის გამოთვლილი ჰაერის ტემპე-
 რატურის t, ტენიანობის E და ნალექების

რაოდენობის მრავალწლიური საშუალოთვიური მნიშვნელობების სიდიდეები: Δმ(1948-67წწ), n(1968-87წწ), ΔI(1948-87წწ).

ცხრილი 2. ურავის პუნქტში ჰაერის ტემპერატურის t(°C), ფარდობითი ტენიანობის (%) ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) საშუალოთვიური მნიშვნელობების სხვაობების სიდიდეები: Δმ=(1948-67წწ)-(1948-67წწ), n=(1948-87წწ)-(1948-67წწ), ΔI=(1948-87წწ)-(1968-87წწ).

Δm Δn Δ	თ ვ კ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
t, (°C)						
Δm	0.7	0.6	0.7	0.5	-0.5	-0.6
Δn	0.6	0.4	0.6	0.2	-0.2	-0.4
ΔI	-0.1	-0.2	-0.1	-0.3	0.3	0.2
Δm Δn Δ	თ ვ კ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t, (°C)						
Δm	-0.5	-0.5	0.5	-0.3	0.5	-0.2
Δn	-0.3	-0.3	0.2	-0.2	0.2	-0.1
ΔI	0.2	0.2	-0.3	0.1	-0.3	0.1
Δm Δn Δ	თ ვ კ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
E, (%)						
Δm	-2.7	-3.3	-2.5	-0.8	1.0	0.6
Δn	-1.3	-1.7	-3.0	-0.4	0.5	0.3
ΔI	1.4	1.6	-0.5	0.4	-0.5	-0.3
Δm Δn Δ	თ ვ კ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
E, (%)						
Δm	0.0	0.0	0.0	-1.2	1.0	-0.4
Δn	0.0	0.0	0.0	-0.6	0.5	0.2
ΔI	0.0	0.0	0.0	0.6	-0.5	0.2
Δm Δn Δ	თ ვ კ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
P, (mm)						
Δm	-0.8	-26.5	-30.0	19.0	-0.7	6.4
Δn	-4.0	-13.2	-15.0	9.5	-3.5	3.2
ΔI	4.0	13.2	15.0	-9.5	3.5	-3.2
Δm Δn Δ	თ ვ კ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
P, (mm)						
Δm	-1.4	-14.7	-15.0	6.0	4.0	-0.4
Δn	-1.2	-7.3	-7.5	3.0	2.0	-0.2
ΔI	2.2	7.4	7.5	-3.0	-2.0	2.0

როგორც ცხრ.2-ში მოყვანილი Δm, Δn, ΔI სხვაობების მნიშვნელობების ანალიზი გვიჩვენებს, მრავალწლიან დაკვირვებათა რიგების არც ერთ შემთხვევაში (იგულისხმება 20 წლიანი ორი და 40 წლიანი ერთი პერიოდი) არ აღინიშნება მათი ერთგვაროვნების დარღვევა, ვინაიდან ამ პერიოდებისათვის მიღებული სხვაობათა სიდიდეები Δm, Δn, ΔI არ აღემატება განსახილველი მეტეოელემენტების შემთხვევითი ცვალებადობის კრიტერიუმად მიღებულ მნიშვნელობებს, ე.ი. მათი ბუნებრივი ცვალებადობის დონეს. აქედან შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ურივისათვის ჩვენს მიერ დადგენილი მეტეოელემენტების საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობების არიან რეპრეზენტატიული და მათი გამოყენებით შესაძლოა გარემოს კლიმატზე ურევის წყალსაცავის მოსალოდნელი გაეღწის ობიექტური შეფასება.

ცხრ.3-ში მოცემულია პუნქტებ ურავსა, ამბროლაურსა და ხარისთვალას შორის სხვა-

დასხვა პერიოდისათვის გამოთვლილი მეტეოელემენტების (t, E, P) საშუალო მნიშვნელობების სხვაობების სიდიდეები Δt(°C), ΔE(%), ΔP(მმ): Δმ=1948-67წწ, Δn=1968-87წწ, ΔI=1948-87წწ. ცხრილი 3. ურავის წყალსაცავის აშენების შემდეგად გარემოს ჰაერის ტემპერატურის სიდიდეების მოსალოდნელი ცვლილებები

პერიოდი	თ ვ კ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
ურავი-ამბროლაური Δt (°C)						
Δm	-4.9	-3.7	-3.1	-3.1	-2.1	-2.7
Δn	-1.9	-2.3	-2.8	-3.0	-2.6	-3.0
ΔI	-3.4	-3.0	-3.0	-3.0	-2.3	-2.2
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ურავი-ამბროლაური Δt (°C)						
Δm	-3.0	-3.0	-2.8	-2.4	-2.4	-1.8
Δn	-3.0	-2.9	-2.1	-2.2	-1.3	-1.5
ΔI	-3.0	-3.0	-1.9	-2.4	-1.9	-1.6
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
ΔE (%)						
Δm	-1.5	-0.2	4.9	2.9	0.9	2.3
Δn	-2.3	-0.2	2.7	2.7	0.9	1.5
ΔI	0.3	0.2	-0.7	-2.0	-0.8	-1.1
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ΔE (%)						
Δm	2.9	3.0	2.9	1.3	0.2	-2.3
Δn	2.4	1.7	2.4	1.7	0.2	-2.5
ΔI	-1.6	-1.9	-1.4	-0.5	0.5	0.8
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
ΔP (მმ)						
Δm	28.9	21.8	24.9	6.3	52.0	18.1
Δn	12.6	8.2	4.1	-2.1	-7.5	0.3
ΔI	18.2	11.0	14.6	2.1	-0.5	9.2
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ΔP (მმ)						
Δm	19.2	19.3	17.1	25.9	13.2	18.8
Δn	2.0	2.4	8.7	-0.2	2.2	5.8
ΔI	10.6	10.9	12.9	12.8	7.7	7.3
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
ურავი-ამბროლაური t (°C)						
Δm	1.8	0.4	2.0	1.9	1.8	1.3
Δn	1.0	1.1	2.0	1.4	1.4	0.8
ΔI	1.4	0.8	2.0	1.2	1.6	1.1
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ურავი-ამბროლაური t (°C)						
Δm	1.3	1.2	2.5	1.3	1.1	1.4
Δn	1.2	1.2	1.7	1.0	0.5	0.5
ΔI	1.2	1.2	1.7	1.1	1.0	0.9
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
ΔE (%)						
Δm	0.4	0.0	0.4	-2.8	-0.6	-0.4
Δn	-1.1	0.5	-1.8	-0.1	-0.9	-1.8
ΔI	0.3	0.2	-0.7	-2.0	-0.8	-1.1
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ΔE (%)						
Δm	-1.3	-1.6	-1.3	-0.5	0.2	0.3
Δn	-2.1	-2.2	-1.9	-0.5	0.9	1.2
ΔI	-1.6	-1.9	-1.4	-0.5	0.5	-0.2
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	I	II	III	IV	V	VI
ΔP (მმ)						
Δm	-12.3	-10.3	-14.2	-2.0	-1.6	-10.9
Δn	-7.2	-4.1	-2.4	0.2	4.2	-1.3
ΔI	-9.8	-7.1	-8.3	-0.5	2.3	-6.1
პერიოდი	თ ვ კ ე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ΔP (მმ)						
Δm	-10.1	-8.2	-10.3	-15.7	-10.7	-5.8
Δn	-2.3	-2.3	-7.3	-1.5	-1.2	-5.4
ΔI	-6.2	-5.2	-8.8	-7.1	-11.0	-5.6

ჩვენს მიერ აგრეთვე გამოთვლილი იქნა შემდეგი ფორმულის გამოყენებით (Тимофеев М.П., 1963).

$$T_1 - T' = (T_w - T')(1 - F_t)\varphi, \quad (1)$$

სადაც T_1 არის ჰაერის ტემპერატურა განსაზღვრულ მანძილზე, T' - ჰაერის ტემპერატურა უშუალოდ წყალსაცავზე, T_w - წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურა, F_t და φ არიან ფუნქციები, რომლებიც ითვალისწინებენ წყალსაცავსა და სანაპიროს შორის თბობრუნვის თავისებურებებს. სიდიდეები

$(1 - F_t)\varphi$ დამოკიდებულია ჰაერის მასის მიერ წყალსაცავის ზედაპირზე განარბენის სიგრძეზე, ე.ი. წყალსაცავის გეომეტრიულ ზომებზე. ურავის წყალსაცავის შედარებით მცირე ზომების გამო განარბენის სიგრძე მიღებულია 20მ-ის ტოლად. შესაბამისი გამოთვლები შესრულებული იქნა (ცხრ.4) წყლის სარკის სანაპირო ხაზიდან 100მ მანძილზე წყალსაცავის დიდი ღერძის მიმართულებით, რომელიც ემთხვევა მდომარე ღუსურის წყლის დინების მიმართულებას, როგორც გამოთვლების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, აპრილიდან ოქტომბრის ჩათვლით წყალსაცავის გავლენით მიმდებარე ტერიტორიაზე შეიმჩნევა ჰაერის ტემპერატურის დაცემა, ნოემბრიდან მარტის ჩათვლით აღვილი აქვს საწინააღმდეგო მოვლენას, აღსანიშნავია, რომ წყალსაცავის ცივი პერიოდის (ნოემბერი-მარტი) განმავლობაში წყალსაცავის შესამჩნევი გავლენა არ აღემატება მეტეოროლოგიურ სადგურებზე ჰაერის ტემპერატურის გაზომვის სიზუსტის ფარგლებს.

ექსპერიმენტული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ წყალსაცავის მდებარეობის რაიონში ნალექების ცვალებადობა გამოწვეულია ორი ფაქტორის კომპლექსური ზემოქმედებით: თერმული კონვექციით და აორთქლების შემდეგ ჰაერის ტენშემცველობის ზრდით. თერმული კონვექციის როლი ურავის წყალსაცავის მცირე ზომების შედეგად არ შეიძლება ჩაითვალოს არსებითად, ხოლო ნალექების შედეგად შესაძლოა შეფასდეს ატმოსფეროში ტენბრუნვის თეორიის მეთოდით (Дроздов О.А. 1963).

ამ მეთოდით ჩატარებული გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ ურავის წყალსაცავის ზედაპირიდან აორთქლებული წყლის წვლილი ატმოსფერული ნალექების სიდიდეში იცვლება 0,05%-დან 0,25%-მდე (ცხრ. 4). როგორც ცხრ.4-დან ჩანს, ნალექების წლიური ჯამი ურავის წყალსაცავის გავლენის შედეგად იცვლება 1,7მმ-ით, რაც მეტყველებს იმაზე, რომ ურავის წყალსაცავის შედარებით მცირე ზომების შედეგად იგი ნალექების მრავალწლიურ შე-

დეგზე პრაქტიკულად გავლენას ვერ ახდენს, რის გამო ურავის წყალსაცავის შევსების შედეგად ნალექების რეჟიმის ცვლილება არ შეიძლება არსებითად ჩაითვალოს. გარდა ამისა ნალექების წლიური ჯამის 1,7მმ-ით ცვლილება არ არის სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი, ვინაიდან დასავლეთ კავკასიაში ნალექების თვიური ჯამის 5მმ-ით ცვლილებას (თუ ნალექების ნორმა ტოლია 150მმ-ისა) აქვს 95% უზრუნველყოფა (Климатические справочники СССР, 1967,1969,1970,1971) და ამის გამო მიღებულ შედეგს არ გააჩნია კლიმატური მნიშვნელობა.

ცხრილი 4. ურავის წყალსაცავის მოსალოდნელი გავლენის სიდიდეები სანაპირო ზონის ტემპერატურაზე t და ნალექების რაოდენობაზე

მეტეო-კლუ-მენტი	თ ვ კ					
	I	II	III	IV	V	VI
t, °C	9.3	4.7	-0.5	-1.8	-1.0	2.6
Δt	0.03	0.04	0.02	-0.06	-0.12	-0.16
t+Δt	9.3	4.7	-0.5	-1.9	-1.1	2.4
P, mm	109	97	85	82	86	102
ΔP	0.5	0.06	0.07	0.09	0.14	0.20
P+ΔP	109	97.1	85.1	82.1	86.6	102.2
მეტეო-კლუ-მენტი	თ ვ კ					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t, °C	8.2	13.6	16.2	18.7	18.6	15.2
Δt	-0.25	-0.27	-0.13	-0.07	-0.03	0.04
t+Δt	8.0	13.3	16.1	18.6	18.6	15.2
P, mm	81	88	9.2	116	94	109
ΔP	0.24	0.22	0.18	0.20	0.11	0.09
P+ΔP	81.2	88.2	92.2	116.1	94.1	109.1

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის ცვლილება მიმდებარე ტერიტორიაზე ურავის წყალსაცავის მოსალოდნელი გავლენის შედეგად დამოკიდებულია ჰაერის ტენშემცველობის ცვლილებაზე წყალსაცავის სარკის ზედაპირზე მისი ტრანსპორტირებისას წყალსაცავიდან აორთქლებული ტენის ხარჯზე. ურავის წყალსაცავის აშენებამდე დაკვირვებათა პერიოდისათვის ფარდობითი ტენიანობის სივრცულ-სხვაობათა მეთოდით მიღებული სიდიდეები მოცემულია ცხრილ 3-ში. ეს სხვაობები საკმაოდ მდგრადია: მათი ამპლიტუდები ურავ-ამბროლაურისათვის ტოლია 7%-სა, ხოლო ურავ-ხარისთვალასათვის 4%-ისა. როგორც გამოთვლები გვიჩვენებს, ურავის წყალსაცავის შევსების შემდეგ ფარდობითი ტენიანობის სივრცულ-სხვაობათა ცვლილებები აბსოლუტური სიდიდით არ გასცდებიან მათი ბუნებრივი ცვლილებების საზღვრების ფარგლებს. დადგინდა, რომ ფარდობითი ტენიანობის სიდიდე ურავის წყალსაცავის გავლენის ზონაში მთელი წლის განმავლობაში უმნიშვნელოდ മാტულობს: ივლის-აგვისტოში

2%-მდე, დანარჩენ თვეებში კი უფრო ნაკლებად.

ამრიგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ მდინარე რიონის მარჯვენა შენაკადის ლუხუნის წყლის ხეობაში ურავის წყალსაცავის აშენების შედეგად მიმდებარე ტერიტორიაზე 100მ რადიუსის ზონაში გარემოს რაიმე არსებით კლიმატურ ცვლილებას არ ექნება ადგილი.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Вендров С.А., Малик Л.К., 1964, Опыт определения влияния крупных водохранилищ на местный климат. Изд. АН СССР, сер. геогр. №4.
2. Дроздов О.А., Григорьева А.С., 1963, Влагообарот в атмосфере. Л. Гидрометеоиздат.
3. Дьяков К.Н., Ретеюм А.Ю., 1964, Местный климат Рыбинского водохранилища. Изд. АН СССР, сер. геогр. №4.
4. Климат и климатические ресурсы Грузии 1971. Тр. Зак НИГМИ, вып 44(50).
5. Климатические справочники СССР. 1967, 1968, 1970, 1971 Вып. 14 по Грузинской ССР.
6. Тимофеев М.П., 1963. Метеорологический режим водоёмов. Гидрометеоиздат.

უკ 551/583 ურავის ჰესის წყალსაცავის შესაძლო გავლენის შეფასება გარემოს კლიმატზე. /რ. სამუკაშვილი/, შპი-ს შრომათა კრებული, 2011, ტ.116, გვ.85-88-ქართ., რუხ., ქართ., ინგ., რუს.

სიერცულ-სხვაობათა მეთოდის და მ. ტიმოფეევის ფორმულის გამოყენებით შეფასდა ურავის ჰესის წყალსაცავის შესაძლო გავლენა გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე (ჰაერის ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა, ატმოსფერული ნალექები). დადგენილია, რომ ურავის ჰესის წყალსაცავის აშენების შედეგად გარემოს კლიმატური მახასიათებლების არსებითი ცვლილება მოსალოდნელი არ არის. ცხრ. 4, ნახ. 1, ლიტ. დასახ. 6.

UDC 551.584 **The estimation of possible influence on the climate of environmental of Uravi reservoir hydro-electric station.**/Samukashvili R./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.85-88Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

By using (application) of space-difference method and formula of Timofeev M. was estimated possible influence of Uravi hydro-electric stations reservoir on the climatic characteristic of environment (air temperature, relative humidity, atmospheric precipitation). It was established that after building of reservoir of Uravi is not expected important climatic changes of environment.

УДК 551.583 **Оценка возможного влияния водохранилища Уравской ГЭС на климат среды.** /Р.,Д, Самукашвили/. Сборник трудов ИГМ Грузии, 2011, т.116 , с.85-88-Груз. рез. Гру., Англ., Русск.

Использователем метода пространственных разностей и формулы М.Тимофеева оценено возможное влияние водохранилища уравской ГЭС на климатические характеристики среды. Установлено, что в результате постройки уравского водохранилища существенного климатического изменения среды не ожидается.

ბ.ბერიტაშვილი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
მ.შვანგირაძე
საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების კოორდინატორი
უკ 551.583

კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო ღონისძიებები საქართველოს მოწყვლად რეგიონებში

გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენციის მიმართ საქართველოს მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში სათბურის გაზების ეროვნულ ინვენტარიზაციასთან, კლიმატის ცვლილების პროგნოზთან და სათბურის გაზების ემისიის შემამცირებელ ღონისძიებებთან ერთად მნიშვნელოვანი ადგილი ეთმობა მოწყვლად რეგიონებში (შავი ზღვის სანაპირო ზონა, ქვემო სვანეთი და დედოფლისწყაროს რაიონი) კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო პროექტების განხილვას. ეს პროექტები შემუშავებულ იქნა ხსენებულ რეგიონებში გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობასა და მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკურ პირობებზე კლიმატის ცვლილების გავლენის შეფასების საფუძველზე [4]. ჩატარებული გამოკვლევის შედეგად სამივე რეგიონისათვის შემუშავდა კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო სტრატეგია როგორც ახლო (2010-2025 წწ.), ისე გრძელვადიან (2025 წლის შემდეგ) პერიოდებში. ამ სტრატეგიის გათვალისწინებით მომზადებული საპროექტო წინადადებები განხილულ იქნა შესაბამის რეგიონებში ადგილობრივ ხელმძღვანელობასთან და მოსახლეობის წარმომადგენლებთან ჩატარებულ შეხვედრებზე, რის შედეგადაც მოხდა მათი მაქსიმალური მიახლოება რეგიონების ყველაზე აქტუალურ პრობლემებთან.

საპროექტო წინადადებების ნაწილი წარდგენილია საერთაშორისო დონორ ორგანიზაციებში (გლობალური გარემოსდაცვითი ფონდი, ევროპის რეკონსტრუქციისა და განვითარების ბანკი, აშშ საერთაშორისო განვითარების სააგენტო, გერმანიისა და ნორვეგიის შესაბამისი სამთავრობო უწყებები და სხვ.) განხილველად, ნაწილმა კი უკვე მოიპოვა დაფინანსება და მიმდინარეობს მათი განხორციელება.

საადაპტაციო საპროექტო წინადადებების მიზანს შეადგენს მოცემულ რეგიონში კლიმატის ცვლილების უარყოფითი ზემოქმედებით გამოწვეული შედეგების შემსუბუქება და ხელსაყრელი გარემოს შექმნა ეკონომიკის მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად, რაც განაპირობებს მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური პირობების გაუმჯობესებას. საადაპტაციო პროექტებთან ერთად შემუშავდა სათბურის გაზების ემისიის შესამცირებლად გამიზნული პროექტებიც, რომლებიც ეყრ-

დნობა განახლებადი (ქარის) ენერჯის გამოყენებას წიაღისეულ საწვავით მიღებული ენერჯის ჩასანაცვლებლად.

1. შავი ზღვის სანაპირო ზონა

შერჩეული სამი რეგიონიდან შავი ზღვის სანაპირო ზონა გამოვლენილ იქნა როგორც ყველაზე მოწვევადი ტერიტორია, რადგანაც იგი განიცდის სხვადასხვა გეოფიზიკური პროცესების ერთდროულ ზემოქმედებას. კერძოდ, გლობალური დათბობის შედეგად ზღვის დონის პერმანენტული აწევა, რომელიც ამჟამად მიმდინარეობს 2,5-3,0 მმ/წელი სიჩქარით, კოლხეთის დაბლობის ცენტრალურ უბანზე დედამიწის ტექტონიკურ დაწვეასთან ერთად (სიჩქარით 3-5 მმ/წელი) დიდ საფრთხეს უქმნის სანაპირო ზონას, განსაკუთრებით კი მდ. რიონის დელტაში განლაგებულ ქალაქ ფოთსა და მის პორტს ზღვის მიერ მიწის მიტაცების მზარდი ტენდენციის გამო. მდგომარეობას ამძიმებს მდ. რიონის ჩამონადენის ბოლო 50 წლის მანძილზე 25%-ით მომატება [1] და შტორმული მოდენების სიხშირის დაახლოებით 50%-ით ზრდა. არანაკლებ საშიში მდგომარეობაა შექმნილი მდ. ჭოროხის დელტაშიც, სადაც თურქეთში 10 ჰესისგან შემდგარი კასკადის მშენებლობის შედეგად კატასტროფულად დაიკლო მდინარის მიერ ნაპირშემქმნელი ნატანის მიწოდებამ. ამის გამო სანაპიროს ადრია-ბათუმის მონაკვეთზე დაიკვირვება ხმელეთისკენ ზღვის შემოჭრის მნიშვნელოვანი გააქტიურება, რაც სერიოზულ საფრთხეს უქმნის ბათუმის აეროპორტს.

განხილული მოწვევადი რეგიონისათვის დამუშავდა 3 საპროექტო წინადადება.

1.1. კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული რისკების მენეჯმენტი მდ. რიონის დელტაში. პროექტის ძირითად მიზანს შეადგენს წინასწარი გაფრთხილების სისტემის შექმნა რიონის დელტაში კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებით გამოწვეული პროცესების მონიტორინგის ჩასატარებლად და მოულოდნელი საფრთხეების შესახებ მოსახლეობისა და ადგილობრივი ხელმძღვანელობის ინფორმირებისათვის. მონიტორინგი უნდა მოიცავდეს დაკვირვებებს როგორც შტორმული მოდენებით გამოწვეულ ზღვის დონის აწევაზე, ასევე უხვი ნალექებით განპირობებულ მდინარის ჩამონადენის კატასტროფულ ზრდაზე. წინასწარი შეფასებებით, პროექტის საერთო ღირებულება შეადგენს 1,1 მლნ აშშ დოლარს.

1.2. საადაპტაციო ღონისძიებები მდ. რიონის დელტაში. პროექტის ამოცანას შეადგენს ფოთის პორტისა და ქალაქ ფოთის ინფრასტრუქტურის მოწვევადობის შემცირება კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული საფრთხეების (ზღვის დონის აწევა, შტორმული მოდენების გაძლიერება, სანაპირო ზოლის ინტენსიური წარცხება) მიმართ. დამუშავდა 5 სამოქმედო

სცენარი, რომლებიც ითვალისწინებს სანაპირო ზოლზე ინერტული მასალის ჩაყრას, ქალაქის არხის გამტარუნარიანობის გაზრდას და სხვადასხვა საინჟინრო ნაგებობების აგებას ნაპირების გასწვრივ. ანალიზის შედეგად შერჩეულ იქნა სცენარი, რომელიც ითვალისწინებს ინერტული მასალის ჩაყრას მდ. რიონის კალაპოტიდან კუნძულ “დიდთან”, ნატანდამჭერი ზოლის აშენებას ფოთის კანიონთან და ე.წ. “ბუნების” სისტემის აგებას ხსენებული კუნძულის სამხრეთით. პროექტის საერთო ღირებულებამ შერჩეული სცენარის სხვადასხვა ვარიანტებისათვის შეადგინა 100-130 მლნ აშშ დოლარი.

1.5. ნაპირდაცვითი ღონისძიებები ბათუმი-ადლიას სანაპირო ზონაში. პროექტის იდეა მდგომარეობს კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული და ანთროპოგენული ზეწოლით გაძლიერებული საფრთხეების მიმართ ბათუმი-ადლიას სანაპირო ზონის მოწვევადობის შემცირებაში. იდეის განსახორციელებლად დამუშავდა ნაპირდაცვის 4 განსხვავებული სცენარი, რომლებიც ითვალისწინებს პლავ-შემქმნელი მასალის რეგულირებას, ნატანდამჭერი მოლის აგებას, ბუნების სისტემის მშენებლობას და ქვანაყარი ბერმის მოწყობას. მორფოლოგიური და ეკონომიკური თვალსაზრისით ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ყველაზე პერსპექტიულად უნდა ჩაითვალოს ის 2 პროექტი, რომლებიც ეყრდნობა ნატანდამჭერი მოლის აგებას ბათუმის წყალქვეშა კანიონის წინ და ინერტული მასალის ჩაყრებს ადლიის აგარიულ უბანზე. ამ ორი ვარიანტის და მათი კომბინაციების პროექტის საერთო ღირებულებამ შეადგინა 65-88 მლნ აშშ დოლარი.

2. დედოფლისწყაროს რაიონი

შავი ზღვის სანაპირო ზონის შემდეგ კლიმატის ცვლილების მიმართ ძლიერ მოწვევადი აღმოჩნდა დედოფლისწყაროს რაიონი, რომელიც კლიმატის ცვლილებით გამოწვეულ ფაქტორებთან (გვალვებისა და ძლიერი ქარების გააქტიურება) ერთად ბოლო ათწლეულებში განიცდის მასშტაბურ ანთროპოგენულ ზემოქმედებას (ქარსაფარი ზოლების გაჩეხვა, საირიგაციო სისტემის მოშლა, საქონლის გადაჭარბებული ძოვება). აღნიშნულმა პროცესებმა გამოიწვია რაიონში ეროზირებული მიწების ფართობის მკვეთრი ზრდა 25 ათას ჰა-მდე და შექმნა აქ გაუდაბნოების პროცესის დაწყების წინაპირობა [2].

ამ საგანგაშო ვითარებასთან საბრძოლველად მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში დამუშავდა 5 საპროექტო წინადადება.

2.1. ქარსაფარი ზოლების რეაბილიტაცია დედოფლისწყაროს რაიონში

პროექტის მიზანს შეადგენს ქარსაფარი ზოლების აღდგენის გზით კლიმატის ცვლი-

ღებების ზემოქმედების შესუსტება დედოფლის-
წყაროს რაიონზე, სადაც 1980-იანი წლები-
სათვის ამ ზოლების საერთო ფართობი აღ-
წევდა 1800 ჰა-ს. 1990-იანი წლების ენერ-
გეტიკული კრიზისის დროს ქარსაფარი ზოლ-
ები თითქმის მთლიანად გაიჩეხა. პროექტის
ფარგლებში დაგეგმილი საქმიანობა ითვა-
ლისწინებს სარეაბილიტაციოდ ქარსაფარი
ზოლების ნარჩენების შერჩევას, მათ ეტა-
პობრივ აღდგენას და ადგილობრივი ფერმე-
რების მობილიზაციას აღდგენილი ქარსაფარი
ზოლების დასაცავად. პროექტის საერთო ღირ-
ებულება გაშენებული ზოლების 3-წლიანი
მოვლის პირობებში შეადგენს 24,1 მლნ აშშ
დოლარს.

**2.2. ენერგეტიკული ტყის გაშენება 40 ჰა ფარ-
თობზე დედოფლისწყაროს რაიონში.**

პროექტის იდეა მდგომარეობს ეროზირე-
ბული და დეგრადირებული მიწების რეაბილი-
ტაციაში, აგრეთვე ადგილობრივი მოსახლეო-
ბის შეშით მომარაგების გაუმჯობესებაში,
რაც დაიცავს ქარსაფარ ზოლებს უკანონო
ჭრისაგან. პროექტის საპილოტო ფაზაში გათ-
ვალისწინებულია წინასწარ შერჩეული 40 ჰა
ფართობზე სწრაფმზარდი და გვაღვაგამძლე
ჯიშებისაგან შემდგარი ტყის კორომის გაშე-
ნება და მისი საოპერაციო სტადიაში შეყვანა.
პროექტის საერთო ღირებულება, რომელიც
მოიცავს ტყის გაშენებას და 8 წლის გან-
მავლობაში მის მოვლას, შეადგენს 296,2 ათას
აშშ დოლარს, თუმცა ტყეში შეშის დამზა-
დებისა და გაყიდვის შედეგად შემოსავალი
გარკვეულწილად დააკომპენსირებს ამ დანა-
ხარჯებს.

2.3. საძოვრების რწყვა დალის წყალსაცავიდან

პროექტის მიზანს შეადგენს დალის წყალ-
საცავიდან სარწყავი წყლის გამოყენებით სა-
ძოვრების მოწყვლადობის შემცირება კლიმა-
ტის ცვლილებით გამოწვეული საფრთხის მი-
მართ. პროექტის ფარგლებში გათვალის-
წინებულია წყალსაცავის წყალგამშვები კოშ-
კის რეაბილიტაცია, რის შედეგადაც მასში
დაგროვილი 70 მლნ მ³ წყალი არსებული
გვირაბის გამოყენებით შეიძლება გამოყენე-
ბულ იქნას საძოვრების მოსარწყავად 170 ჰა
ფართობზე (საპილოტო ფაზა). შემდგომში,
სარწყავი ქსელის მოწყობის კვალობაზე, შე-
საძლებელი იქნება ამ ფართობის გაზრდა 10
ათას ჰა-მდე. პროექტის საერთო ღირებულება
შეადგენს 205 ათას ლარს, ანუ 2011 წლის
მარტის მდგომარეობით 124,2 ათას აშშ დო-
ლარს.

**2.4. ზილინა-1 სატუმბო სადგურის რეაბილიტა-
ცია**

პროექტის იდეა მდგომარეობს საბათლო-
სამთაწყაროს არსებული სარწყავი სისტემის
წყლით უზრუნველსაყოფად მდ.ალაზანზე და-
მონტაჟებული ერთ-ერთი სატუმბო სადგურის

რეაბილიტაციაში. ეს სისტემა ემსახურებოდა
5221 ჰა სარწყავ ტერიტორიას, რომელშიც
შედის აჭარიდან ჩამოსახლებულ ეკომიგრან-
ტთა კუთვნილი 1000 ჰა ფართობზე გაშე-
ნებული ვენახები (სოფლები საბათლო, ფი-
როსმანი და სამთაწყარო). ამ სოფლებში მო-
სახლეობის შენარჩუნება ემსახურება არა
მარტო ეკონომიკურ, არამედ პოლიტიკურ მი-
ზანსაც. პროექტის ფარგლებში შესასრუ-
ლებელი სამუშაოების ღირებულება, რაშიც
შედის ტუმბოს აღდგენა, მილსადენების რე-
მონტი და არხის გაწმენდა, შეადგენს 59 ათას
ლარს, ანუ 35,8 ათას აშშ დოლარს.

**2.5. 900 ჰა ტარიბანას სავარგულების მორწყვა
თვითღირებით**

პროექტის მიზანია 900 ჰა ფართობზე ტა-
რიბანას სავარგულების გაწყლოვანება, რაც
ხელს შეუწყობს რაიონში წარმოებული ძირი-
თადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების (ქე-
რი, ხორბალი, სიმინდი, მზესუმზირა) მდგრადი
მოსავლის მიღებას და ადგილობრივი მო-
სახლეობის ცხოვრების პირობების გაუმ-
ჯობესებას. პროექტის განსახორციელებლად
საჭირო იქნება კუშისხევისა და კრანჭისხევის
წყალსაცავებში, აგრეთვე პატარა ხეივანი მი-
ღებული ატმოსფერული ნალექების ჩამონა-
დენის შეგროვება და ამ რესურსით (დაახ-
ლოებით 1,2 მლნ მ³) 900 ჰა ფართობზე ახ-
ლომდებარე სავარგულების ზაფხულში ერთ-
ჯერადი მორწყვა. სარეაბილიტაციო სამუ-
შაოების საერთო ღირებულება, რაც ითვა-
ლისწინებს კუშისხევის წყალსაცავიდან გამო-
მავალი მილსადენების რემონტს, შეადგენს 73
ათას ლარს, ანუ 44,2 ათას აშშ დოლარს.

3. ლენტეხის რაიონი

კლიმატის მიმდინარე ცვლილებამ საგრძ-
ნობი კვალი დაატყო ეროვნულ შეტყობინე-
ბაში შერჩეული მესამე რეგიონის – ქვემო
სვანეთის (ლენტეხის რაიონის) ეკოსისტემებსა
და ეკონომიკას. ბოლო ნახევარი საუკუნის
მანძილზე ლენტეხში დაფიქსირდა საშუალო
წლიური ტემპერატურის მომატება 0,4 °C-ით
და ნალექთა წლიური ჯამების ზრდა 8%-ით
[1]. უხვი ნალექების მატებამ გამოიწვია წყალ-
მოვარდნების სისშირისა და ინტენსივობის
ზრდა, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად იმატა
მდინარეთა ნაპირებზე და ფერდობებზე ერო-
ზირებული მიწების ფართობმა, მეწყერებისა
და ლვარცოფების სისშირემ. ყოველივე ამან
მკვეთრად გააუარესა მოსახლეობის სოცია-
ლურ-ეკონომიკური პირობები, რასაც მოყვა
დემოგრაფიული მდგომარეობის საგანგაშო
გაუარესება – 1980-იან წლებთან შედარებით
რაიონის მოსახლეობა თითქმის 40%-ით შე-
მცირდა და ეს პროცესი ჯერაც არ შე-
ნელებულა. 1990-2006 წლებში მიწების ერო-
ზიის შედეგად რაიონში სახანავ-სათესი მიწე-
ბის ფართობმა 2200-დან 1500 ჰა-მდე იკლო.

ქვემო სვანეთში მიწის ეროზიასთან საბრძოლველად მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში დაიშუშავდა 1 საპროექტო წინადადება.

3.1. თხილის ნარგავების გაშენება ლენტეხის რაიონში

პროექტის მიზანს შეადგენს მეწყერსაშიშ ფერდობებზე მძლავრი ფესვთა სისტემის მქონე თხილის ნარგავების გაშენება რაიონში მიწის შემდგომ ეროზიასთან საბრძოლველად და ადგილობრივი მოსახლეობის ეკონომიკური პირობების გასაუმჯობესებლად. პროექტის საპილოტო ფაზაში შესრულებული სამუშაოები ითვალისწინებს ჯამში 50 ჰა ფართობზე თხილის ნარგავების გაშენებას, მათ შეეყვანას საოპერაციო სტადიაში, მოსავლის აღებასა და რეალიზაციას. ნარგავები უნდა გაშენდეს სოფლების მიმდებარე მეწყერსაშიშ ტერიტორიებზე 1-2 ჰა შერჩეულ ნაკვეთებზე. მათ მოსავლელად ნებაყოფლობით გამოყოფილი პირები 3 წლის მანძილზე განახორციელებენ პლანტაციების პატრონობას, რის შემდეგ მიიღებენ მოწეული მოსავლის რეალიზაციის უფლებას.

პროექტის საერთო ღირებულება, რომელშიც შედის 150 ათასი ნერგის შეძენა და მათთვის ორმოების ამოღება, შეადგენს 281,7 ათას აშშ დოლარს.

4. ადაპტაციისა და სათბურის გაზების ემისიის შემცირების სხვა პროექტები.

ხემათ განხილულ ადაპტაციის საპროექტო წინადადებებთან ერთად მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში დაიშუშავდა კიდევ რამდენიმე წინადადება, რომლებიც, პირდაპირ თუ ირიბად, დაკავშირებულია კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან. მათგან ერთი შეეხება ყაზბეგის გამყინვარებაში შემავალი მყინვარების დეგრადაციის შედეგად წარმოქმნილი საფრთხეების ზემოქმედების შესუსტებას, ხოლო ოთხი – სათბურის გაზების ემისიის შესამცირებლად ქარის ელექტროსადგურების აგებას საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში.

4.1. კატასტროფული მყინვარული მოვლენების შერბილება დარიალის ხეობაში.

პროექტის ამოცანაა საადაპტაციო ღონისძიებების შემუშავება, რომლებიც უზრუნველყოფს დეგრადირების სტადიაში მყოფი მყინვარის (დევლორაკი) ავტომაგისტრალსა და მაგისტრალურ გაზსადენზე უარყოფითი ზემოქმედების მინიმუმამდე დაყვანას, რასაც დიდი ეკონომიკური და პოლიტიკური მნიშვნელობა გააჩნია. ხსენებული მყინვარი პერიოდულად იწვევს თერგის ხეობის ჩახერგვას, მაგისტრალური კომუნიკაციების მოშლას, რასაც მყინვართა დეგრადაციის სტადიაში ემატება მყინვარული ტბების გაჩენა და ნახლექი წყალმოვარდნების საშიშროების ზრდა. აღნიშნულ მოვლენებთან დაკავ-

შირებული ზარალი აღწევს 23-25 მლნ აშშ დოლარს, ხოლო გზისა და გაზსადენის აღსადგენად საჭირო სამუშაოების ღირებულება შეადგენს 35-40 მლნ აშშ დოლარს.

პროექტის ფარგლებში შემოთავაზებული საქმიანობა მოიცავს ხეობის საშიში უბნების დაზუსტებას, წინასწარი გაფრთხილების სისტემის მოწყობას, სადრენაჟო არხების გაყვანას მყინვარ დეველორაკის ენაში და მდ.ამალისა და ჩხერის ტერასებზე, აგრეთვე მდ.თერგის ხეობაში 700-800 მ სიგრძის სადრენაჟო და სავენტილაციო გვირაბის აგებას. პროექტის ღირებულება შეიძლება შეფასდეს დეველორაკის მყინვარსა და მდ.თერგის ხეობაში სპეციალიზებული საინჟინრო გამოკვლევის ჩატარების შემდეგ.

4.2. საქართველოში ქარის ელექტროსადგურების აგება ენერგოეფერენციაში განახლებადი წყაროების წილის გასაზრდელად.

ამ ნაწილში გაერთიანებული ოთხივე პროექტი მიზნად ისახავს ელექტროენერჯის დეფიციტის შემცირებას და წიაღისეული საწვავის გამოყენებით მიღებული ენერჯის ჩანაცვლების განახლებადი ენერჯით.

ქარის ელექტროსადგური “რუსთავი”.

პროექტი ითვალისწინებს 30 მგვტ (ათი 3 მგვტ წარმადობის ტურბინა) სიმძლავრის ქარის ელექტროსადგურის აგებას ქრუსთავის მახლობლად, იაღლუჯას მასივის პლატოზე, რომელიც ძლიერი ქარების საკმაო სიხშირით ხასიათდება. სადგურის წლიური გამომუშავება უნდა შეადგენდეს 60 გგვტ.სთ და მიღებული ელექტროენერჯია მოხმარდება ქრუსთავის მძლავრი საწარმოების (ცემენტისა და ქიმიური სასუქების ქარხნები) ფუნქციონირებას. პროექტის საერთო ღირებულება, რომელშიც შედის საპროექტო და სამშენებლო სამუშაოები, აგრეთვე ქარის ტურბინების შეძენა და დამონტაჟება, შეადგენს 35,0 მლნ აშშ დოლარს.

ქარის ელექტროსადგური “სკრა”.

პროექტში დაგეგმილია, რუსთავის სადგურის ანალოგიურად, 30 მგვტ (10X3 მგვტ) სიმძლავრის სადგურის აგება სოფ. სკრაში, ქგორის მახლობლად. მტკვრის ხეობაში მდებარე ეს ადგილი გამოირჩევა საკმაოდ ძლიერი ქარებით, რაც უზრუნველყოფს სადგურის ეფექტურობას. მისი წლიური გამომუშავება, კლიმატური მონაცემების გათვალისწინებით, შეიძლება აღწევდეს 68 გგვტ.სთ ელექტროენერჯიას, რომელიც მოხმარებული იქნება ქგორიდან 25 კმ მანძილზე მყოფი კასპის ცემენტის ქარხნის მიერ. პროექტის სერთო ღირებულება ყველა თანხმლები სამუშაოების მხედველობაში მიღებით, შეადგენს 35,5 მლნ აშშ დოლარს.

ქარის ელექტროსადგური "ფოთი".

პროექტი ითვალისწინებს 18 მგვტ (6 X 3 მგვტ) სიმძლავრის ქარის ელექტროსადგურის აგებას ზღვის სანაპიროზე ქ.ფოთის მახლობლად. ეს ადგილი ცნობილია ძლიერი ქარებით, როგორც დასავლეთის შტორმული პროცესების დროს, ასევე აღმოსავლეთის მძლავრი ფიონებისას. სადგურის წლიური გამომუშავება შეფასებულია 34 გგვტ.სთ ელექტროენერგიით, რომლის მომხმარებელი იქნება ფოთის სწრაფმზარდი პორტი და ქალაქის სხვა საწარმოები. პროექტის საერთო ღირებულება შეადგენს 21,1 მლნ აშშ დოლარს.

ქარის ელექტროსადგური "ბათუმი".

პროექტის თანახმად დაგეგმილია 30 მგვტ (10X3 მგვტ) სიმძლავრის ელექტროსადგურის აგება ქ.ბათუმის სამხრეთით კახაბერის ველზე (მდ.ჭოროხის დელტა). მისი წლიური გამომუშავება შეიძლება აღწევდეს 90 გგვტ.სთ ელექტროენერგიას, რომელიც მოხმარდება ქ.ბათუმის რეკრეაციული ობიექტებისა და აეროპორტის ფუნქციონირებას. პროექტის საერთო ღირებულება შეადგენს 34,1 მლნ აშშ დოლარს.

ზემოთ განხილული ოთხივე სადგურისათვის შეფასდა ელექტროენერგიის მისაღებად გამოსაყენებელი წიაღისეული საწვავის ჩანაცვლებით მიღებული სათბურის გაზების ეკონომია. რუსთავის სადგურისათვის ამ სიდიდის საშუალო წლიურმა მნიშვნელობამ შეადგინა 19,7 ათასი ტ. CO₂, სკრის სადგურისათვის - 22,3 ათასი ტ. CO₂, ხოლო ფოთის და ბათუმის სადგურებისათვის - შესაბამისად 9,8 და 29,6 ათასი ტ. CO₂.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ბერიტაშვილი ბ., შვანგირაძე მ., საქართველოში გამოვლენილი კლიმატის ცვლილების შედეგები. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება. კლიმატის ცვლილების პროექტებში 2006 წელს მიღებული შედეგები. თბილისი, 2007, გვ. 10-116.
2. დედოფლისწყარო - კლიმატის ცვლილების გაკლენა დედოფლისწყაროს რაიონზე. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება. თბილისი, 2008.
3. შვანგირაძე მ., მეტრეველი გ. საქართველოს სანაპირო ზონის მოწყველადობის შეფასება. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება. 2007 წელს მიღებული შედეგები. თბილისი, 2008, გვ. 55-89.
4. Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. UNDP, 2005.

უა.კ: 551.583 კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო ღონისძიებები საქართველოს მოწყველად რეგიონებში./ბ.ბერიტაშვილი, მ.შვანგირაძე/ კპი-ს შრომათა კრებული - 2011 - ტ.116. გვ.89-93-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენციის მიმართ საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში მომზა-

დებული 14 საპროექტო წინადადება, რომლებიც მიმართულია კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო ღონისძიებების განსახორციელებლად და სათბურის გაზების ემისიის შესამცირებლად საქართველოს 3 რეგიონში: შავი ზღვის სანაპირო ზონაში, დედოფლისწყაროს რაიონში და ქვემო სვანეთში. აღწერილია პროექტებში დაგეგმილი საქმიანობა და მოყვანილია პროექტების საორიენტაციო ღირებულება.

UDC 551.583 **Adaptation measures to climate change in the vulnerable regions of Georgia.**/Beritashvili B., Shvangiradze M./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.89-93-Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

14 project proposals are discussed aimed at the implementation of adaptation to climate change measures and mitigation of GHGs in 3 vulnerable regions of Georgia: the Black Sea coastal zone, Dedoplistskaro Region and Kvemo Svaneti. Project proposals are elaborated in the framework of Georgia's Second National Communication to the UNFCCC. The proposed in projects activities are described and their cost is estimated.

УДК 551.583 Адаптационные меры относительно изменения климата в уязвимых регионах Грузии./Бериташвили Б.Ш., Швангирадзе М.Я./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. – 2011, - Т.116, с.89-93-Груз., Рез. Англ., Рус.

Рассмотрено 14 проектных предложений по осуществлению адаптационных мероприятий относительно изменения климата и сокращению выбросов парниковых газов в 3 регионах Грузии: прибрежной зоне Черного моря, Дедоплисцкарской районе и Квемо Сванети. Предложения разработаны в рамках подготовки Второго Национального Сообщения Грузии по РККИ. Описаны планируемые по проекту работы и приведена их ориентировочная стоимость.

Samkharadze I., Davitashvili T., Zotikisvili N., Geladze G.
 UDC551

Mathematical Modelling of the Atmosphere Pollution For Extreme Situations

Introduction

The sources for atmosphere pollution are basically of two types: natural and artificial. The first comprises volcanoes, dusty storms, forest combustion, erosive soil dust, plants dust, micro-organisms and other factors. Anthropogenic sources of environmental pollution are more diverse, powerful and enduring as compared to natural. One more source for anthropogenic pollution is deleterious substances entered into the environment during military conflicts. It is natural that nobody thinks of ecology in such cases, a relatively weak system of environmental protection falls fully out of order, new sources of environmental pollution emerge. Results of scientific research demonstrated that in the years 1942-1943 pollution of Caucasian Glacier significantly increased (the process was caused by military operations under way in the Northern Caucasus). During Iraq-Kuwait conflict (1991) up to million tons of oil was being daily burned on oil-mining sites. Huge amount of soot, carbonic acids, sulfur dioxide and other substances was being dispersed into atmosphere [1,2]. As seen above, confrontations between countries plays a very significant role in the process of environmental pollution. Not only population suffers from the polluted environment, additives transmitted through air and sea flows cause global pollution of the whole environment. Therefore this issue needs to be examined in more detail. We decided to study the problem on the example of the basic conflict zone – Caucasus, as Georgia is located in the center of Caucasian zone, it is natural, that its environment is affected by USA-Iraq conflicts, as well as Russian-Chechnyan, conflicts. Both local and global distribution of deleterious substances dispersed in the atmosphere from the conflict zone as a result of using various weapons are also to be studied.

Studying the air pollution with biological and chemical substances on the example of South Caucasus and South-West Asia is especially interesting. According to the news materials dealing with the conflict developed in South Caucasus certain chemical weapon was released during the conflict. It is also known that the Russians released vacuum and cassette air bombs while bombing Groznyy. The Russian Federal powers have used chemical weapons as well. In the region where these chemical weapons had been released the level of concentration of poisonous substances has been increased from 2000 to 7000 points [3-5]. According to the data of military experts Saddam Hussein used the poisonous weapons 14 times during the Iran-Iraq war. According to the news materials dealing with the “Desert Storm” the American soldiers had released the shells containing the depleted uranium, the same weapon was used during the war in Yugoslavia. The same chemical weapon seems to have been released in

2003 in the US-Iraq conflict, since the instances of terminal diseases (cholera and typhus) in children were recorded; the infection was rapidly spread due to low-quality drinking water. As for biological weapons, Iraq has released weapons causing the diseases like gangrene, camel virus etc. These weapons are: toxin, anthrax, nitroxine etc [1,3,5].

Investigation Of Harmful Substances Transfer And Diffusion In The Atmosphere By Empirical Model

The main sources of pollution during conflict situations are the following: Used missiles; Used military shells; Burning of oils and oil products during war. Now we will investigate harmful substances transfer and diffusion in the atmosphere resulted from burning of oils and oil products during war. The issue was studied on the examples of US-Iraq, Iraq-Kuwait, Russia-Chechnya and US-Afghanistan conflicts. To calculate the land surface concentrations of hazardous substances dispersed into the atmosphere we obtained authentic materials dealing with the average amount of hazardous substances dispersed into the environment daily, weekly, monthly and annually during each conflict, afterwards the substances had been classified. We calculated the concentrations of hazardous substances dispersed into the atmosphere on the basis of analysis as well as statistic models. The following points were studied in both cases: transition of hazardous substances emitted in atmosphere as a result of oil products combusting during wars; transition of aerosols and gas substances from used military shells in space and time.

Maximum value of the earth surface concentration of harmful substances C_m (mg/m^3), which in case of non-favorable meteorological conditions is reached at the distance X_m (m) from the round pipe source, can be defined by the formula [6-8]:

$$C_m = \frac{AM\eta\pi nF}{H^2\sqrt[3]{V_1\Delta T}}, \tag{1}$$

where A is a coefficient of temperature stratification of the atmosphere ($A=200$ for the Georgian conditions); M-is mass of harmful substances ejected away from the source in unit of time (gr/c); F is non-dimensional coefficient which indicate velocity of harmful substances deposition in the atmosphere. For aeral harmful substance and small dispersed aerosols (dust, soot) $F=1$. For large dispersed dust and aerosols, when coefficient of peelings is more, than 90% $F=2$. When coefficient of peelings is between 75% and 90% $F=2.5$. When coefficient of peelings is not exceed 75%, then $F=3$; H is height of the source (m); ΔT is a difference between the temperature of the ejected harmful substances and the temperature of the environment; η is non-dimensional coefficient, which describes influence of the orography on the distribution of harmful substances in space. For the plate localite, when change of high is less than 1 km then $\eta=1$. Opposite value of η is defined from the cartographical maps (no

less two kilometer away from the source; V_1 is mass of harmful substances ejected from the pipe source in the unite time and value of V_1 can be defined by the formula:

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} w_0, \quad (2)$$

where, D is a diameter of the pipe; w_0 is an average velocity of harmful substances which is ejected from the pipe (M/C); m and n are non-dimensional coefficients describing conditions of the ejection and defined as it was suggested in [6,7]. Calculations have been performed on the basis of the considered model for the value of ground concentration of harmful substances sprayed out in the atmosphere; in case when one borehole is exploded; in case when several boreholes are exploded at the same time.

At first we performed calculations for No_x , possible concentrations of No_x were calculated for each borehole, when the heights the sources of harmful substances sprayed out in the atmosphere were $h=0.5, 1, 5, 10$ and our primary data were $D=0.4$ (m) for pipe diameter, the speed of emerging admixtures $W = 12$ (m/sc), temperature change of atmosphere and admixtures $\Delta T = 380^\circ C$ and the weight of the admixture $M = 10$ m/sc. The results obtained are displayed on Table 4, as seen from the table, the more the speed of admixture emergence W_0 , the less is the maximum value of ground concentration which is natural since in case of the high admixture emergence speed the height of its vertical ascent grows and consequently the maximal value of ground concentration is achieved far off the source. The results of concentrations calculated for all possible values of W_0 and by various wind speeds are displayed on Table 1.

Table 1 Concentrations of NO_x ejected from the 500 pipes (D=20 m)

M(g/sc)	Cm	Xm	X	U(m/sc)	Cmu	Xmu	C(mg/m ³)	Cmx	Umx	C _{342ze}
5250	2091	114	20000	1	12.8	342	3.15	3.52	112	1089
5250	2091	114	20000	3	40	342	3.15	3.52	112	1089
5250	2091	114	20000	5	69.4	342	3.15	3.52	112	1089
5250	2091	114	20000	10	151	342	3.15	3.52	112	1089
5250	1046	128	20000	1	5.06	384	1.76	1.99	140.8	545
5250	1046	128	20000	3	15.7	384	1.76	1.99	140.8	545
5250	1046	128	20000	5	27.02	384	1.76	1.99	140.8	545
5250	1046	128	20000	10	58	384	1.76	1.99	140.8	545
5250	697	137	20000	1	2.94	411	1.25	1.43	161	363
5250	697	137	20000	3	9.09	411	1.25	1.43	161	363
5250	697	137	20000	5	15.6	411	1.25	1.43	161	363
5250	697	137	20000	10	33.2	411	1.25	1.43	161	363
5250	523	144	20000	1	2	431	0.98	1.13	177	272
5250	523	144	20000	3	6.17	431	0.98	1.13	177	272
5250	523	144	20000	5	10.5	431	0.98	1.13	177	272
5250	523	144	20000	10	22.4	431	0.98	1.13	177	272

Remark: the results of calculations represented in Tab. 1 were obtained by the following values of parameters: A=200; h=1; D=20; $\Delta T=380^\circ$; F=1; $\eta=1$.

According to the table, the maximal value of ground concentration is highest ($C_{mu} = 2867$ mg/m³) when the wind speed $U = 10$ m/sc and $W_0 = 16$ m/sc. In order to calculate concentration values for the same case we assumed that we had punctual source with 20

m diameter and 1 m height, with 5250 g harmful substance emerging. This case was considered for various wind speeds and various W_0 s and the obtained results are given in Table 2.

Table 2 Concentrations of NO_x ejected from one pipe for different value of W_0

W0	M(g/sc)	Cm	Xm	X(km)	U(m/sc)	Cmu	Xmu	C(mg/m ³)
4	10	4290	4,5	20000	1	183	14	0,27
4	10	4290	4,5	20000	3	663	14	0,27
4	10	4290	4,5	20000	5	1250	12	0,27
4	10	4290	4,5	20000	10	2867	5,15	0,27
8	10	2145	5	20000	1	71	15	0,15
8	10	2145	5	20000	3	250	15	0,15
8	10	2145	5	20000	5	468	9	0,15
8	10	2145	5	20000	10	1102	7	0,15
12	10	1430	5,4	20000	1	41	16	0,11
12	10	1430	5,4	20000	3	142	16	0,11
12	10	1430	5,4	20000	5	264	16	0,11
12	10	1430	5,4	20000	10	624	9	0,11
16	10	1072	6	20000	1	28	17	0,09
16	10	1072	6	20000	3	95	17	0,09
16	10	1072	6	20000	5	176	17	0,09
16	10	1072	6	20000	10	416	11	0,09

Table 2 shows that $W_0 = 4$ m/sc and the maximal value of ground concentration during dangerous wind speed is $C_{mu} = 2091$ and is achieved at 114 m and under the same conditions, i.e. when $W_0 = 4$ m/sc and the wind speed $U = 1$ m/sc, maximal concentration is reduced $C_{mu} 12.8$ mg/m³ – at 342 m. The concentration value at 342 m during the dangerous wind speed was calculated and $C = 1089$ mg/m³ was obtained which essentially differs from maximal concentration values when $U = 1, 3, 5, 10$ (m/sc).

Similar results were obtained when $W_0 = 4, 8, 12, 16$ (m/sc).

Remark: the results of calculations represented in Tab. 1 were obtained by the following values of parameters: A=200; h=0,1; D=0,4; $\Delta T=380^\circ$; F=1; $\eta=1$.

Investigation of The adverse Substances Distribution in the Atmosphere on the Basis of Analytical Model

Let us assume that a source of harmful substances is located at altitude H_0 and it's ejected q kg substances in unity of time. Also let us assume that along the axis ox is blowing wind with the constant velocity. Our aim is to calculate the adverse substances concentrations in every point (x,y,z) of investigated area at the moment t. To solve above mentioned problem we use the following equation [6,7]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} + V \frac{\partial C}{\partial y} + W \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} (v_1 \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (v_2 \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (v_3 \frac{\partial C}{\partial z}) + W_0 \frac{\partial C}{\partial z} - ac, \quad (3)$$

where C – is concentration; U, V, W are the axis components of wind velocity along axis x, y, z ; t – is time; ν – is coefficient of turbulent diffusion; W_0 – is the velocity of substance's deposition; α – is the coefficient that determines the velocity of substance concentration changes during the processes of substance decomposition and transformation. For passive reagents $\alpha = 0$. For light substances $W_0 = 0$.

In the first approximation, when $W_0 = V = W = \alpha = 0$; $U = const$ and $\nu_1 = \nu_2 = \nu_3 = \nu = const$, the equation (3) will have the following form:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} = \nu \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right), \quad (4)$$

The equation (4) is solving with the following initial and boundary conditions:

$$\begin{aligned} C &= q\delta(x)\delta(y)\delta(z-H), \text{ when } t = 0, \\ C &= 0, \text{ when } |x| \rightarrow \infty \text{ and } |y| \rightarrow \infty, \\ C &= 0, \text{ when } z \rightarrow \infty, \\ \nu \frac{\partial C}{\partial z} &= 0, \text{ or } C = 0, \text{ when } z = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

where $\delta(x)$ - is delta function of Dirak.

If in (4) we use limit when $t \rightarrow \infty$, then we will have the following stationary solution:

$$C = \frac{q \exp\left(-\frac{U(R-x)}{2\nu}\right)}{2\nu\pi^{\frac{3}{2}}R} \int_0^\infty \exp\left[-\left(\eta + \frac{UR}{4\nu\eta}\right)^2\right] d\eta = \frac{q \exp\left[-\frac{U(R-x)}{2\nu}\right]}{4\nu\pi R}, \quad (6)$$

In case of turbulent kinematic coefficients along axis ox, oy , and oz are different the equation (4) has the following form:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} = \nu_1 \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \nu_2 \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \nu_3 \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}, \quad (7)$$

Solution of the equation (7) with the initial and boundary conditions (5)

In is this expression pass into limit when $t \rightarrow \infty$, then we obtain the following formula:

$$C = \frac{q}{4\pi\sqrt{\nu_1\nu_2\nu_3}} \left[\frac{\exp\left(-\frac{U}{2\nu_1}(R_1\sqrt{\nu_1}-X)\right)}{R_1} \pm \frac{\exp\left(-\frac{U}{2\nu_1}(R_2\sqrt{\nu_1}-X)\right)}{R_2} \right]$$

and

$$R_1 = \sqrt{\frac{x^2 + y^2}{\nu_1 + \nu_2} + \frac{(z-H)^2}{\nu_3}} \quad R_2 = \sqrt{\frac{x^2 + y^2}{\nu_1 + \nu_2} + \frac{(z+H)^2}{\nu_3}} \quad (8)$$

(8) shows that the dimensions of R_1 and R_2 are $[R] = sc^{1/2}$.

The equation (3) can be solved only when ν_3 is the function of z , is possible only through numerical methods. For analytic solution we shall consider that it is a constant value and alters only according to the tem-

perature stratification of atmosphere. Pasquill classification was applied for the characterization of atmosphere conditions[9].

Table 3. values of turbulence cinematic factors corresponding to various temperature stratifications

Stability classes	Condition of temperature stratification	$\nu_1 = \nu_2$ (m ² /sc)	ν_3 (m ² /sc)	ν (mean)
1	Strong non-stability	250-260	45-50	185
2	Medium non-stability	100-110	15-20	61
3	Weak non-stability	30-35	6-7	19.5
4	Indistinguishable balance	10-15	2-3	7.5
5	Stabile condition (weak)	3-5	0.4-0.5	2.23
6	Stability	1-1.5	0.2-0.3	0.75

It is clear that turbulent mixing is so great for the first three classes that dangerous concentrations of discharged substances will never concentrate near the earth surface. Therefore no calculations are needed for these classes (especially for classes 1 and 2). Consequently the calculations shall be conducted for the last three classes. They correspond to the abnormal meteorological conditions that contribute to the increasing concentration of harmful substances in the atmosphere.

Three-dimension pictures of concentration distribution have the following appearance for the stationary case Fig. 1-3. Fig. 1-3 depicts the case when the spray-out of harmful substances in the atmosphere is the result of the explosion of more than 500 boreholes. Here the following values serve as initial data: $q = 5250$ g, $U = 1, 3, 5, 10$ m/sc. The results are given for various h -heights, the ν cinematic factor of turbulence is considered to be a constant value and changes only according to the change in temperature stratification of atmosphere. Since 6 classes of stability correspond to the temperature stratification, we have 6 possible values of ν for C .

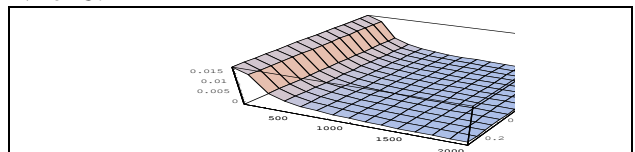


Fig1. Strong non-stability $q=5250$ g/sc $u=3$ m/sc
 $\nu = 183$ m²/sc $y=0.00001$ $h=1$ m

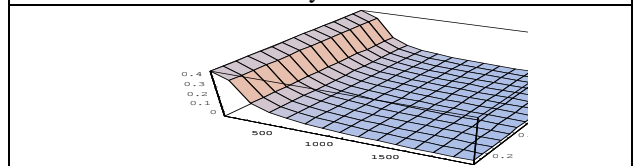


Fig 2.. Indistinguishable balance ($\nu = 7.5$ m²/sc)

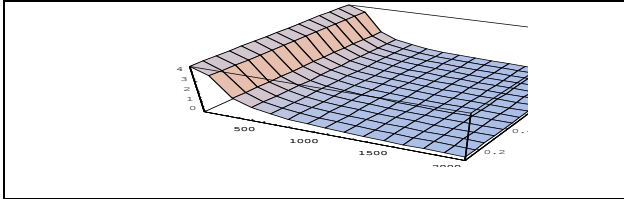


Fig. 3. Stability ($\nu = 0.75 \text{ m}^2 / \text{sc}$)

Concentration distributions are given for each stratification conditions. As the figures show, the concentration values are significantly small during non-stability (first three classes) which is natural since turbulent mixing is so high for the considered three classes that minor harmful substances are accumulated near the earth surface. As for the last three classes (stability), it seems that concentrations are considerably high. Some Results of Calculations by Analytical Models With Account of Atmosphere Stratification

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Guangqian P: „Controllable Wars: Trends of Future Warfare”, *Jeifangiun Bao* in Chinese, Beijing, 24 February, 1999.
2. Obukhov A, „Oruzhiye kovat , ne ,, snikersami”” *torgovat”* (Forging weapons is not the same as peddling sneakers), *Armeyskiy Sbornik*, June 1996 , p.55.
3. Christopher F, *Jan’es Armour and Artillery 1996-97*, Surrey: Jane’s Information Group Limited, 1996, 590.
4. Bugay A. and Bedula O, „Flight into the Sun”, *krasnaya Zvezda*, 11 May , 2000, p. 2.
5. Atmosphere Emission Inventory Guidebook. 2-nd edition CORINAIR. Technical report №30, Vo#12, and 3. European Environment Agency, 1999..
6. Berlyand M.E., Prediction and Regulation of Air Pollution , #Gidrometeoizdat, 1985, (Russian).
7. Berlyand M.E., Contemporary Problems of Atmosphere Diffusion and Atmosphere Pollution, #Gidrometeoizdat, 1985, (Russian).
8. Bezuglaya E., Borodina H., Lavrova #, Makrousov Z., Onifrieva #, Height of intermixtion layer, Proceedings of GGO, issue 417,1979, (Russian).
9. Pasquill F., Atmosphere Diffusion, Van Nostr. CoLTD, London, 1962.

უკ. 6 32155027 ატმოსფეროს დაბინძურების მათემატიკური მოდელირება ექსტრემალურ შემთხვევებში/ი.სამხარაძე თ. დავითაშვილი, ნ. ზოტიკიშვილი, გ. გელაძე/ჰმ-ის შრომათა კრებული -2011-ტ.116-გვ.93-96-ინგლ. რუზ. ქართ. ინგლ. რუს. მათემატიკური სტატისტიკური და ემპირული მოდელებით შესწავლილია გარემოს (ლოკალური, რეგიონალური, და გლობალური მასშტაბების) შესაძლო გაბინძურება საქართველოსა და შუა აღმოსავლეთის ტერიტორიებისათვის. წარმოდგენილია რიცხვითი გათვლების შედეგები.

UDC 632155027 **Mathematical Modelling of the Atmosphere Pollution For Extreme Situations.**/Samkharadze I., Davitashvili T., Zotikisvili N., Geladze G/Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology.-2011.-v.116. p.93-96-Eng; Summ.Georg; Eng; Russ.

On the basis of the mathematical, statistical and empirical modeling possible pollution of environment (local, regional, global scales) is estimated. With the purpose to estimate possible distribution harmful substances on the territory of Georgia and Middle East regions, numerical experiments is conducted. Time-space distribution of harmful substances on the territory of Georgia Middle East regions is obtained. The results of the computations, the level of harmful substances’ concentrations are given.

УДК 632155027 **Математическое моделирование загрязнения атмосферы экстремальных условиях.**/Самхарадзе И.Н., Давиташвили Т.П.,Зотикишвили Н. Ш, Геладзе Г .Ш./ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии АН Грузии. -2011. – т.116. – с.93-96- Англ.; рез. Груз., Англ.,Русск.

На основе математического, статического и эмпирического моделирования изучается пространственно-временное (локальных, региональных и глобальных масштабов) распределение продуктов военных действий на территориях Грузии и Ближнего Востока . Представленный результаты численных расчетов

ბ.კუჭავა
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
მ.არაბიძე, ე.ბაქრაძე, ე.შუბლაძე
გარემოს ეროვნული სააგენტო
უკ: 556.16.06

შავი ზღვის ლაბინოზების ცვლილების ზოგიერთი ასპექტი

უკანასკნელ წლებში ზღვებსა და ოკეანე-ებში გაჭუჭყიანების რაოდენობრივი ზრდის გარდა მიმდინარეობს მისი ხარისხობრივი შემადგენლობის ცვალებადობა. მაგალითად, თუ წარსულში ჩაშვებათა ძირითად საფუძველს შეადგენდა სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები, ამჟამად წამყვანი გახდა სამრეწველო ნარჩენები, რომლებიც შეიცავენ ნავთობპროდუქტებსა და ადამიანის მიერ სინთეზირებულ მთელ რიგ ორგანულ ნივთიერებებს, რომელთა ძირითადი წყაროებია გემები, ბუნებრივი ნავთობის გაჟონვა და ნავთობ-გადამამუშავებელი საწარმოები,

თანამედროვე მონაცემების მიხედვით შავ ზღვაში მის გარშემო არსებული სხვადასხვა რეგიონებიდან ჩაედინება შემდეგი მოცულობის წყლები: ჩრდილო-დასავლეთის რეგიონიდან – 234 (79,59%); ყირიმის სანაპირო ზოლიდან – 35 (11,90%); თურქეთის სანაპირო ზოლიდან – 23 (97,83%); ბულგარეთის ნაპირებიდან – 1 კმ³ (0,34%). გარდა მდინარეთა წყლებისა, შავი ზღვა იღებს ნაკლებად მარილიან წყლებს აზოვის ზღვიდან, ყოველივე ამას ემატება გრუნტის წყლები და ატმოსფერული ნალექები, რომელთა წლიური მოცულობა უტოლდება დაახლოებით 254 კმ³. მტკნარი წყლების საერთო ჩამონადენი შავ ზღვაში შეადგენს 548 კმ³/წელიწადში [1,2].

შავი ზღვის აუზის მარილიანობის მუდმივობა (17-18%) პირდაპირდამოკიდებულებაშია წყლის ზედაპირული აორთქლების ინტენსივობაზე და ხმელთაშუა ზღვისა და მარმარილოს ზღვების წყლებთან ურთიერთგაცვლის პროცესებზე. მარილიანობა მის ცენტრალურ ნაწილში სეზონების მიხედვით უმნიშვნელოდ შეიძლება შეიცვალოს, ნაპირის გასწვრივ კი მდინარის მტკნარი წყლების გავლენით მცირდება და სეზონური ცვალებადობაც უფრო მკვეთრად არის გამოხატული (16-დან 17%-მდე).

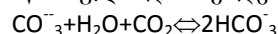
საშუალო წლიური ტემპერატურა შავი ზღვის წყლებში ძირითადად განისაზღვრება მათი გეოგრაფიული მდებარეობით და დინებების არსებობით. ყველაზე მაღალი ტემპერატურა აგვისტოში, მინიმალური კი თებერვალში. ტემპერატურის სეზონური ცვლილება ძირითადად შეიმჩნევა 75 მეტრის სიღრმემდე, შემდეგ ის პრაქტიკულად არ იცვლება. 500 მეტრის სიღრმიდან შეიმჩნევა 8,9°C, ხოლო

2000 მ სიღრმეში კი 9,1°C, ტემპერატურის წლიური მსვლელობა მერყეობს 17⁰-20⁰-ის ფარგლებში.

შავი ზღვის წყლების ქიმიური თვისებებზე განიხილავთ განვირობებულია სიღრმის ფენების უკიდურესად სუსტი ძვრადობით და დიდი რაოდენობით ჩამდინარე წყლების არსებობით (მდინარეების სახით). რასაკვირველია ამ შემთხვევაში მნიშვნელობა აქვს არა მარტო მდინარეების მიერ ჩატანილი წყლების მოცულობას, არამედ მათ ქიმიურ შედგენილობასაც. აორთქლებისა და ზედაპირული ფენების ტემპერატურის ცვალებადობის შედეგად იცვლება მათი შედგენილობაც, რასაც განაპირობებს მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესები. ძირითადად ბიოქიმიურ პროცესებს ადგილი აქვს სიღრმეში, ძნელად მოძრავ ფენებში, ანაერობული მიკროორგანიზმების მოქმედების სფეროში. ეს უკანასკნელი იწვევენ არა მარტო რაოდენობრივ, არამედ თვისობრივ ცვლილებებსაც ზღვის სიღრმეში არსებულ მარილებსა თუ გაზებში.

შავი ზღვის წყლის 1 ლ მოცულობა ნიმუშის აორთქლებისას მიიღება მყარი ნაშთი 18 გ-ის ოდენობით. როგორც ყველა სხვა ზღვის წყლების შემადგენლობაში, ამ შემთხვევაშიც მყარი ნაშთი შეიცავს NaCl, MgSO₄, CaCO₃ მარილებს, რა თქმა უნდა იონების სახით, ანუ დისოცირებულ მდგომარეობაში: Cl⁻; SO₄²⁻; HCO₃⁻; CO₃²⁻; Na⁺; Mg²⁺; Ca²⁺; და K⁺. ჩამოთვლილი იონების პროცენტული თანაფარდობა შავი ზღვის წყლებში განსხვავებულია ოკეანის წყლებთან შედარებით.

ზღვის სიღრმეში ანაერობული ბაქტერიების გავლენით SO₄²⁻-ის იონები აღდგებიან და წარმოიქმნება H₂S (გოვირდწყალბადი) და ჰიდროკარბონატები. რის შედეგადაც ამ ფენის წყლის ზონაში მცირდება SO₄²⁻-ის შემცველობა და იზრდება HCO₃⁻-ის კონცენტრაცია. შავი ზღვის წყლის ზედაპირზე დიდი მოცულობით ჩამდინარე მდინარის წყლების გამო მცირეა ქლორიონების რაოდენობა, ოკეანის წყლებთან შედარებით, მცირეა აგრეთვე სულფატ-იონების შემცველობაც. კარბონატ იონების შემცველობა ზედაპირული ფენის წყლებში განისაზღვრება წლის სეზონით და CO₂-ის გადანაწილებით მოცემულ ზედაპირზე. ბიკარბონატისა და კარბონატის იონებს შორის არსებობს შემდეგი წონასწორული დამოკიდებულება:



ფოტოსინთეზის პროცესის გააქტიურებისას წონასწორობა გადახრილია მარცხნივ, ანუ ზაფხულში ჭარბობს CO₃²⁻-ის რაოდენობა, ზამთარში კი პირიქით. ეს პროცესი ვრცელდება 25 მეტრის სიღრმემდე. უფრო ქვედა ფენებში თანდათანობით დომინირებს CO₂ და წონასწო-

რობა იხრება ბიკარბონატების სასარგებლოდ. აქედან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ შავი ზღვის წყლები შეიცავენ უფრო მეტ კარბონატებსა და ბიკარბონატებს, ვიდრე სხვა რომელიმე ოკეანის წყლები ან ხმელთაშუა ზღვის აუზი [3,4].

2006-2008 წელს საქართველოში ჩატარდა შავი ზღვის სანაპირო ზოლის წყლებში ჰიდროქიმიური და ბიოლოგიური მონიტორინგი, რომელშიც მონაწილეობას იღებდა მონიტორინგისა და პროგნოზირების ცენტრი (დღეისათვის გარემოს ეროვნული სააგენტო), ბათუმის ფილიალის მკვლევართა ჯგუფთან და სამეცნიერო-კვლევით ფორმა “გამას”-თან ერთად.

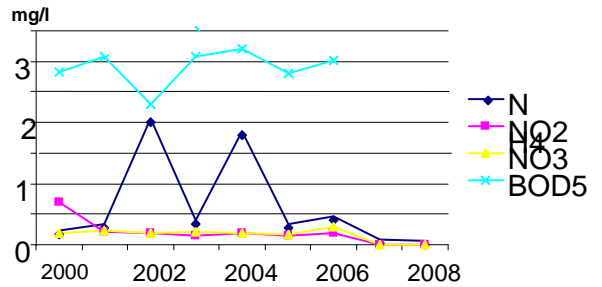
სინჯების აღება განხორციელდა საქართველოს სანაპიროს გასწვრივ 5 სადგურზე. თითოეულ სადგურზე გათვალისწინებული იყო ხუთ-ხუთი სინჯის აღება. სადგურების კოორდინატები და სიღრმეები შეთანხმებული იყო შავი ზღვის დაბინძურებისაგან დაცვის კომისიასთან. სადგურების კოორდინატები და სიღრმეები მოცემულია ცხრ.1-ში.

ცხრილი 1. ნიმუშების აღების წერტილების მახასიათებლები

დასახელება	კოორდინატები	სიღრმე, მ
№ 1 ბათუმი	N 41° 38.230' E 41° 34.265'	0-10-20-50-60
№ 2 ქობულეთი	N 41° 47.727' E 41° 45.307'	0-10-20-50-60
№ 3 ნატანები	N 42° 00.050' E 41° 45.450'	0-10-20-50-60
№ 4 სუფსა	N 41° 01.934' E 41° 41.053'	0-10-20-50-60
№ 5 ფოთი	N 42° 07.645' E 41° 37.781'	0-10-20-50-60

ნიტრატების აზოტი წყალში ხვდება მდინარისა და წვიმის წყლებით, წყლის ღრმა ფენებში ცილების დაშლის შედეგად, რომლის დროსაც მთელი რიგი უანგვითი პროცესების შედეგად მიიღებიან ნიტრატული ფორმები. ზედაპირულ წყლებში მისი შემცველობა ტოლია 8 მგ/ლ, 100-150 მ სიღრმეზე 13-14 მგ/ლ, 300-500 მ სიღრმეზე კი ნიტრატები საერთოდ არ არიან, მაგრამ იზრდება ამონიუმის იონის შემცველობა. ნიტრატების აზოტის შემცველობა ზედაპირულ წყლებში საკმაოდ მერყეობს (ნახ.1-5). სანაპირო ზოლში მისი შემცველობა ყოველთვის მეტია, განსაკუთრებით კი მდინარეების შესართავებთან ან სამრეწველო ჩამდინარე წყლებთან. ნახ.1-5-ზე ნახვევებია ბიოგენურ ნივთიერებათა (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+) და უანგბადის ბიოლოგიური მოხმარების (ჯბმ) ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წლებში. როგორც ნახაზებიდან ჩანს ნიტრიტისა და ნიტრატის

იონების და ასევე ჯბმ-ის კონცენტრაციების ცვალებადობა დინამიურია, რაც შეეხება ამონიუმის იონს, მისი მნიშვნელობები მკვეთრად იცვლება და უმეტეს შემთხვევაში აჭარბებს მის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (0,39 მგ/ლ).



ნახ.1. ბიოგენურ ელემენტთა და ჯბმ-ის ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წწ. (ქ.ფოთი) ზღვის წყლის ძირითად თავისებურებას სხვა ტიპის ბუნებრივ წყლებთან შედარებით წარმოადგენს მაღალი მინერალიზაცია, გამოწვეული მთავარი იონებისა და მოლეკულების მაღალი კონცენტრაციებით, პირველ რიგში ნატრიუმისა და ქლორის იონებით. დამახასიათებელია სუსტი ტუტე რეაქცია (pH ჩვეულებრივ იცვლება 7,7-8,4 საზღვრებში), შეწონილი ნაწილაკების უმნიშვნელო რაოდენობა, მაღალი გამჭვირვალობა, მიკროელემენტების მეტად დაბალი კონცენტრაციები (ცხრ.2).

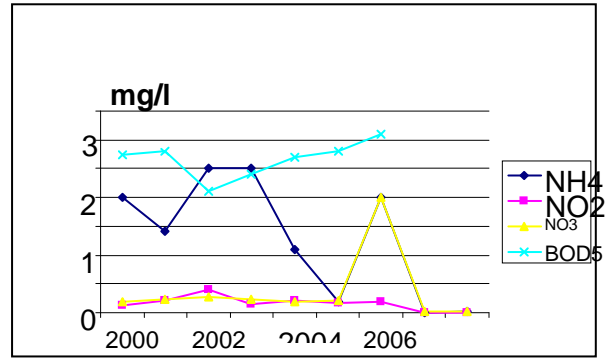
აღნიშნული თავისებურებანი განაპირობებენ სპეციფიკურ მოთხოვნებს ზღვის წყლის ანალიზის მიმართ. ზღვის წყლის ქიმიურ შედგენილობას ჩვეულებრივ ყოფენ ხუთ ჯგუფად: მთავარი იონები: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} ; წყალში გახსნილი გაზები: O_2 , CO_2 , N_2 , H_2S , CH_4 და სხვა; ბიოგენური ნივთიერებები (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , NH_3 , PO_4^{3-}), მიკროელემენტები, ორგანული ნივთიერებები. სუსტი ტუტე რეაქცია, აგრეთვე ზღვის წყლის მაღალი მინერალიზაცია გავლენას ახდენს მრავალ ქიმიურ პროცესზე, რომლებიც მიმდინარეობენ ზღვაში.

შავი ზღვის აუზის მდინარეების გატუტყუიანებაში დიდი ხვედრითი წილი მოდის სამრეწველო, საქალაქო-კომუნალურ და სასოფლო სამეურნეო ობიექტებზე, საიდანაც მდინარეებში და შემდგომ შავი ზღვის აკვატორიაში ჩაედინება დიდი რაოდენობით ჩამდინარე წყლები და მრავალი დამატუტყუიანებელი კომპონენტი. მათი შემცირება შესაძლებელი იქნება ახალი უნარჩუნო ტექნოლოგიების და მაღალეფექტური გამწმენდი ნაგებობების დანერგვით.

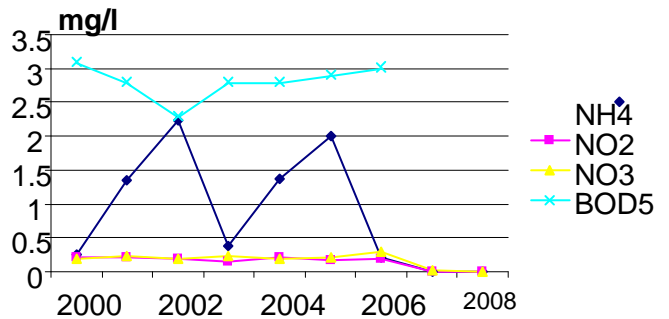
პარამეტრები	სინჯის აღების ადგილი: ჩოლოქი, 23.03.2008 წ			
	სიღრმე 4მ, მანძილი ნაპირიდან 50მ	სიღრმე 4მ, მანძილი ნაპირიდან 100მ	სიღრმე 7მ, მანძილი ნაპირიდან 150მ	სიღრმე 9მ, მანძილი ნაპირიდან 200მ
pH	8,41	8,44	8,48	8,43
T, °C	10,3	10,2	10,0	9,6
მარილიანობა, %	17,27	17,28	17,36	17,28
Cl ⁻ , გ/ლ	9,68	9,75	9,79	9,75
HCO ₃ ⁻ , მგ/ლ	195,8	196,4	198,9	197,6
SO ₄ ⁻ , მგ/ლ	832,7	861,6	886,7	832,0
სიხისტე, მგ-ქმ/სმ ³	79,62	67,24	55,27	54,12
Ca ⁺⁺ , მგ/ლ	279,4	262,9	128,3	215,3
Mg ⁺⁺ , მგ/ლ	798,0	657,6	593,8	527,1
O ₂ , მგ/ლ	10,53	10,67	10,58	10,49
კუმბ, მგ/ლ	2,31	1,99	2,09	2,08
NO ₂ , მგ/ლ	0,027	0,025	0,025	0,026
NO ₃ , მგ/ლ	-	-	-	-*
PO ₄ მგ/ლ	0,054	0,051	0,050	0,050
Si O ₃ ⁻ , მგ/ლ	0,285	0,281	0,266	0,269
NH ₄ ⁺ , გ/ლ	0,020	0,011	0,012	0,020
მინერალიზაცია, გ/ლ	17,29	17,28	17,26	17,20

პარამეტრები	სინჯის აღების ადგილი: ჩოლოქი, 23.03.2008 წ			
	სიღრმე 9მ, მანძილი ნაპირიდან 250მ	სიღრმე 9.5მ, მანძილი ნაპირიდან 300მ	სიღრმე 10მ, მანძილი ნაპირიდან 350მ	სიღრმე 10.5მ, მანძილი ნაპირიდან 400მ
pH	8,41	8,41	8,43	8,43
T, °C	9,4	9,4	9,2	9,4
მარილიანობა, %	17,37	17,37	17,45	17,37
Cl ⁻ , გ/ლ	9,78	9,80	9,90	9,80
HCO ₃ ⁻ , მგ/ლ	200,7	200,7	200,7	200,7
SO ₄ ⁻ , მგ/ლ	897,6	886,7	886,7	864,0
სიხისტე, მგ-ქმ/სმ ³	57,81	61,91	57,40	67,34
Ca ⁺⁺ , მგ/ლ	259,6	231,7	192,2	215,3
Mg ⁺⁺ , მგ/ლ	544,9	611,8	580,9	614,8
O ₂ , მგ/ლ	10,66	10,62	10,60	10,64
კუმბ, მგ/ლ	2,35	2,27	1,53	2,19
NO ₂ , მგ/ლ	0,026	0,026	0,026	0,026
NO ₃ , მგ/ლ	-	-	-	0,002
PO ₄ მგ/ლ	0,051	0,049	0,049	0,052
Si O ₃ ⁻ , მგ/ლ	0,268	0,261	0,266	0,265
NH ₄ ⁺ , გ/ლ	0,012	0,014	0,014	0,016
მინერალიზაცია, გ/ლ	17,39	17,51	17,53	17,38

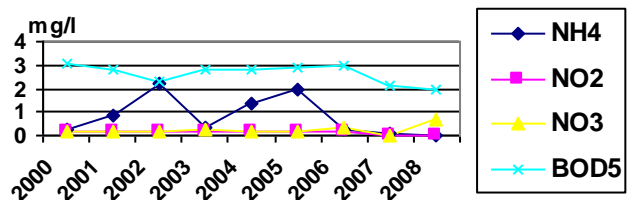
*სინჯებში არ არის აღმოჩენილი



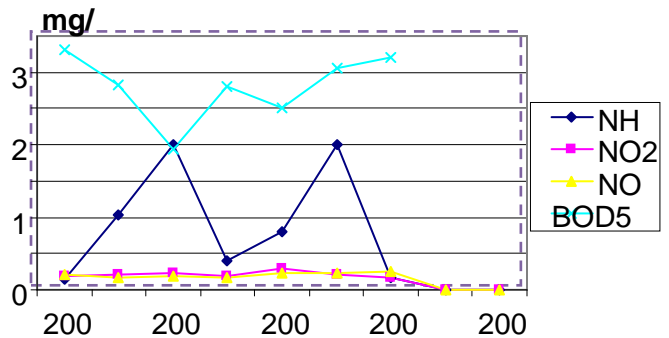
ნახ.2. ბიოგენურ ელემენტთა და კუმბ-ის ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წწ. (ს.ნატანები)



ნახ.3. ბიოგენურ ელემენტთა და კუმბ-ის ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წწ. (ქ.ქობულეთი)



ნახ.4. ბიოგენურ ელემენტთა და კუმბ-ის ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წწ. (ბათუმი)



ნახ.5. ბიოგენურ ელემენტთა და კუმბ-ის ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წწ. (სუფსა)

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Черное море. Гидрометеиздат, Ленинград, 2000 г.
2. Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря. Москва, «Наука», 2002 г.
3. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник, 2003 г.
4. ყოველწლიური მიმოხილვა “ზღვის წყლის ხარისხი ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით”, 2000-2005 წწ.

უაკ 556.16.06 შავი ზღვის დაბინძურების ცვლილების ზოგიერთი ასპექტები/გ.კუჩავა,მ. არაბიძე, ე.ბაქრადე, ე.შუბლადე/ შპი-ს შრომათა კრებული – 2011– ტ.116. გვ.96-100-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. ნაშრომში ნაჩვენებია შავი ზღვის სანაპირო ზოლში 2006-2008 წლებში ჩატარებული კვლევის შედეგები. განსაზღვრულ იქნა ძირითადი იონების (Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , SO_4^- , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^-), ბიოგენური ელემენტების (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , NH_3 , PO_4^{--}) შემცველობები და ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების (pH, ტემპერატურა, მარილიანობა) სიდიდეები. კვლევები ჩატარდა სანაპირო ზოლის 5 წერტილში (ბათუმი, ფოთი, ქობულეთი, სუფსა, ნატანები), 5 სიღრმეზე (0, 10, 20, 50, 60 მ). გაანალიზდა აღნიშნული ინტერდენციების ცვლილების დინამიკა 2000 წლიდან და გაკეთდა დასკვნები შავი ზღვის სანაპირო ზოლის სავარაუდო დაბინძურების შესახებ.

UDC 556.16.06 .Some aspects of the change of Black Sea pollution /G.Kuchava,M.Arabidze,E.Bakradze,e.Shubladze./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.96-100-Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

In the article the results of research carried out in 2000-2008 are presented. The content of main ions (Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , SO_4^- , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^-) and Biogenic elements (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , NH_3 , PO_4^{--}), as well as the values some physical-chemical characteristics (pH, temperature, salinity) were determined. The measurements were undertaken in 5 sites (Batumi, Kobuleti, Natanebi, Supsa, Poti) in 5 different depths (0, 10, 20, 50, 60 m).

Black Sea monitoring was held against the shore of Georgia in different sites seasonally.

УДК 556.16.06 Некоторые аспекты изменения загрязнения Черного моря./ Г. Кучава,М.Арабидзе,Е.Бакрадзе,Е.Шубладзе./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. – 2011, - Т.116,с.96-100-Груз., Рез. Англ., Рус.

В работе показаны результаты проведенной исследования на побережии Чёрного моря за 2006-2008 гг. Были определены главные ионы (Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , SO_4^- , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^-), биогенные элементы (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , NH_3 , PO_4^{--}) и некоторые физико-химические параметры (pH, температура, солёность). Исследования проводились в пяти точках на побережии Чёрного моря (Батуми, Потти, Кобулетти, Супса, Натанеби) на пяти разных глубинных сантиметрах (0, 10, 20, 50, 60см). Проанализированна динамика изменения указанных ингредиентов и сделаны выводы о предполагаемой загрязнении побережии Чёрного моря.

T.Imnadze, N. Begalishvili, T. Davitashvili, D. Demetrashvili

UDC 632155027

Two Dimensional Numerical Model Of Emergency Spilling Oil Distribution In The Sea
1. Introduction

Oil and mineral oils have toxic influence upon the groups of sea organisms. Therefore it is necessary to define the zone of possible spreading of oil pollution upon the area of sea-water, at the bottom and on shore – otherwise Affected Zone (AZ) of shore oil discharge into the sea, which may occur as a result of railway accident in the seaside of Black Sea in the Region of Supsa-Kobuleti-Batumi or at the break of the oil-pipe line in the port of Batumi.

It is well known that the range of minimal biologically active oil concentration in the sea environment equals to $10^{-3} - 10^{-4}$ mg/l [9]. Maximum Permissible Concentration (MPC) of the dissolved oil in the sea-water equals to 0.01 – 0.05 mg/l [3,10]. Therefore here in the given work the AZ is defined as oil range upon the sea surface, limited for 3 times less than MPC. Here two circumstances are taken into account. First of all, the quantity of the oil spilled into the sea in the examined scenarios of emergency conditions amounts to approximately 100-200 t. Second, basically the oil in the sea-water is in un-dissolved state, usually not more than 5 % of oil is subject to dissolving [2,3,9,11]. AZ is estimated by mathematical modelling of shore discharge and space-time of oil evolution in the sea by accident 2 scenarios. As a basis of the model it is assumed the equation of advective transfer and turbulent diffusion taking into account the source of the shore discharge and physical processes of evaporation, solution, emulsification and sedimentation. Oil flow after the discharge into the sea depends on hydrodynamic field of current flows, where superficial wind-induced flows are imposed (drift, set-down and onset, wave activity or Stokes flow), as well as horizontal turbulent diffusion, conditioned by friction of wind pulsation upon the water surface. As a source of information it is used the information about current flows filed, wind speed and direction, water and surface and air temperature according to monthly sea hydrographic and climatic data. Numerical solutions of the equation of advective and turbulent transfer are determined based on the use of finite difference scheme with directed and up-stream one-way differences.

It is necessary to mention that the result of mathematical modelling cannot give estimation of real scales of oil spreading in individual case of discharge, which will depend on concrete conditions of flows, temperature of water-air and wind in the post-accidental period. The results of the modelling show the probability of oil particles spreading upon the concrete area - space-time spreading of probability of the oil existence and its quantity in each cell of the area of sea-water with the size of $2 \times 2 \text{ km}^2$ in the sector of Batumi-Poti

Sukhumi. The monitoring time of oil spreading amounts to 72 hours (3 days) after the accidental overflow.

2. Regularity of the oil pollution spreading and transformation in the marine environment.

The oil occurred on the water surface first of all begins to spread under the influence of gravity. For Tengiz oil the density comprises of 788 kg/m³, and for the sea-water it equals to 1025 kg/m³. As the water density is more than oil density, the oil as if raises above the sea surface and stipulates for the influence of force of gravity. Then the forces of surface tension start influencing. In the process of discharging the oil partially evaporates and dissolves in the water. Therefore, its density and viscosity increase. After a definite period of time form the moment of the oil discharge into water the flow stops. This effect takes place in the mode of surface tension.

According to different empiric data, the film thickness while the flow ceasing comprises of 0,025 mm [1-3]. For comparison we'll mention that after the "volley" (instantaneous source) overflow of 150 ton of oil in the sea - the mean thickness of surface film in the cell with the area of 2x2 km² may comprise of about 0,05m.

In the process of the flow and after its cessation, especially during the first hours of the oil stay in the water, the physical and chemical processes of oil transformation prevail, such as: evaporation, solution, emulsification, dispersion, aggregates creation, sedimentation and destruction, including chemical oxidation or photochemical oxidation under the influence of solar radiation, as well as biodegradation (microbial breach and assimilation by planktonic and bottom dwellers).

3. Evaporation – one of the first processes of oil transformation in the marine environment which is actively develops at the initial stage of its spreading. Evaporation depends on physical and chemical properties of the oil, marine environment and air temperature, wind speed, wave activity and etc. The oil which spreads upon the sea-water will evaporate with the speed depending on the level of the boiling limiting point and pressure of prime steam of hydrocarbon components, thickness and flow sizes, its spreading speed, hydrographic and meteorological conditions. Evaporation decreases the mass (volume) of crude oil, its inflammability and toxicity, however increases the density of precipitations. The total quantity of evaporated oil comprises of 10-20 % to 60-70 % form the total mass of discharge. For the high-gravity oil such as Tengiz one, the losses may amount not less than 30-40 %. Most intensively the loss of discharge mass takes place within the first hours of the flow and the process of evaporation is noticeable on the first day [4,5,8,9].

In compliance with the data [8] for the overflow of 150 t., when the loss of its evaporation comprises of 50 t (30 %), the mentioned quantity of the oil disappears in the discharge, with the area of 2x2 km², within the

period of the next 4 hours in the terms of January temperature and wind speed 1/m.s. At the wind speed of 5m/s the time of evaporation decreases to 1,5 hours and while the wind of 10 m/s it equals to 45 min. In the terms of July temperature the time of full evaporation of 50 t. of oil in the area of 4 km² comprises of about 1 hour, 20 and 10 min in compliance with the mentioned wind speeds.

4. Dissolving. Oil hydrocarbons are dissolved in the water very weakly. But exactly the dissolved fraction of oil hydrocarbons is more toxically one. The oil is dissolved in the sea-water due to immixture as a result of wave activity which is concerned with the wind blowing. Especially the oil is dissolved in the sea-water due to the processes of destruction – physical and chemical oxidation and biodegradation. Hydrocarbons dissolubility in the water distinctly decreases with the increase of their molecular weight and sea-water salinity and increases with the temperature increase. Due to different sources not more that 50 % of oil discharged in the water is dissolved [2,3,9,11]. The part of paraffin and naphthene left in the line of dissolving as a result of immixture transfer into dispersed state and transformation into "resinous globules".

5. Emulsification, dispersion and sedimentation.

After the loss of volatile and water-soluble components the tendency to spreading of irreducible oil - decreases. Emulsion creation promotes to viscosity increase. Emulsification depends on physical and chemical properties of the oil and Hydrometeorological factors: wind, choppiness, turbulence, water temperature, as well as the presence of dredges and solid particles in the sea top layer. Emulsification takes place on the first day in the line of the oil spil# The oil which is emulsified effected by the waves and turbulent flows penetrates into water thickness, settles at the bottom and accumulates in the base sediments [2]. For instance, in [9] it is given estimation according to which approximately 5 t (5 %) form 100 ton penetrates into 5-meter underlying layer of water on the first day.

6. Destruction. Oil hydrocarbons which occurred in the marine environment after the evaporation, solution, dispersion and emulsification undergo physical and chemical and biochemical oxidation - destruction. Experimental investigations showed that after the water saturation with the oil it begins its intensive decomposition under the general influence of physical and chemical and microbiological factors, which lasts within 10-15 days. Then the destruction speed noticeably decreases. While the transformation of organic contaminants the processes of chemical oxidation of oil hydrocarbons take place, which are free radical reactions of oxidation.

Important role plays the process of physical oxidation or photooxidation, where along with the ultraviolet sun radiation the ozone and oxygen have evident influence also. It is well-known that ozone is able to oxid-

ize oil hydrocarbons 5-6 times more actively than ultraviolet radiation does.

7. Mathematical Model and Initial Data Mathematical model describing oil pollution transfer in the Black Sea is based on non-stationary equation of oil concentrations $\varphi(x, y, t)$ advective transference and turbulence diffusion taking into consideration sources and flow

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + u \frac{\partial \varphi}{\partial x} + v \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \mu \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right) - \sigma \varphi + f(x, y, t), \quad (1)$$

equation (1) is solved in the closed area D with a lateral curve line Γ by the following initial and boundary conditions:

$$\varphi(x, y, 0) = \varphi_0(x, y), \quad \text{at } t = 0, \quad (2)$$

$$\varphi(x, y, t) = \varphi_1(x, y, t), \quad (3)$$

at the liquid sectors of Γ ,

$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} = 0, \quad (4)$$

at the solid sectors of Γ ,

where n is external normal for Γ ; φ is volumetric concentration of admixture; μ is horizontal coefficient of turbulence; σ is the coefficient that determines the velocity of substance concentrations changes during the process of substance decomposition and transformation; $f(x, y, t)$ is known function which represents algebraic, sum of functions q_m circumscribing sources and flow in (1)

$$f = \sum_{m=1}^{m_1} q_m, \quad (5)$$

$U(x, y)$ and $V(x, y)$, are component of velocity \bar{U} in the directory ox and oy , respectively. The vector of velocity \bar{U} is equal of sum four components.

$$\bar{U} = \sum_{i=1}^4 \bar{u}_i$$

Where \bar{u}_1 represents background hydrodynamic flow on the surface of sea. Its may be given by experimental data, for instance, by monthly hydrodynamic data, or using the results of the sea dynamic calculations; \bar{u}_2 - is determined by drifting flow, stimulated by wind; \bar{u}_3 is gradient flow (arising) conditioned by drift at coastal zone with size 1-2 km. As drift is conditioned by wind so gradient flow will be defined by module of wind velocity and mutually arrangement of wind velocity direction and Sea shore line; \bar{u}_4 is surface rough of sea stipulated by wind (Stock's current).

Constant currents on surface of the Bleak Sea represents an exclusive circle circulation of sea water, directed (contrary apposite) against to clock's hand parallel to shove line. At the south of coastal zone of

the Bleak Sea the currents are directed to the East, further at the Batumi's Port they turn North-East directions and from Poti to Novorosisk the water steam is directed to the North-West. Much more clear the constant stream is observed at the distance 5-20 km from the sea shore line. Here the water currents are rather (enough) steady (stable), average velocity at the Batumi-Poti-Cukhumi region equal 0.5 m/c in January and 0.25 m/c in July. In the West-direction of the Sea shore line of Batumi-Poti and at the distances more than 50 km there are observed (contrary, opposite) against circulatory water streams, directed to clock's hand, with diameter of 40 km. It is well observed as for Winter as well for Summer periods.

We have considered hydrodynamic field of the Black Sea currents which are observed in January and July. The vector characteristics of the currents were used for calculations of components \bar{u}_i Calculations of the components $\bar{u}_2, \bar{u}_3, \bar{u}_4$ were performed by the known expressions, well imitated experimental and theoretical investigations.

Calculations of these components lead to the following conclusions:

- The module of velocity of drift \bar{u}_2 compose about 2 % of the wind velocity module and directed at angle 45^0 right to the wind direction;
- The magnitude of velocity of gradient current \bar{u}_3 compose from 2,5% to 3% of the velocity module and as it was mentioned above, its direction is defined by the angle between sea shove line and wind direction.
- The module of velocity of winds rough (or Stocks stream) \bar{u}_4 is equal about 1% of the wind velocity altitudes and it is mainly directed in the direction of wind velocity.

8. Numerical Scheme

Equation (1) is integrated by finite-deference explicit numerical scheme.

Let us introduce the following grids

$$x_i = i \times \Delta_x \quad (i = 0, 1, \dots, I),$$

$$t_i = i \times \Delta_t \quad (i = 0, 1, \dots, I).$$

where Δ_x, Δ_y are steps in the directions ox and oy respectively. Then finite-difference approximation of the (1) may be written in the form.

$$\begin{aligned} \varphi_{i,j}^{n+1} = & \varphi_{i,j}^n - \frac{\Delta t \cdot u_{i,j}}{\Delta x} \left[(1 - \varepsilon_u) (\varphi_{i+1,j}^n - \varphi_{i,j}^n) + \varepsilon_u (\varphi_{i,j}^n - \varphi_{i-1,j}^n) \right] - \\ & - \frac{\Delta t \cdot v_{i,j}}{\Delta y} \left[(1 - \varepsilon_v) (\varphi_{i,j+1}^n - \varphi_{i,j}^n) + \varepsilon_v (\varphi_{i,j}^n - \varphi_{i,j-1}^n) \right] - \sigma \varphi_{i,j}^n \Delta t + \\ & + \frac{\Delta t}{\Delta x} \left[\mu_{i+1/2,j} \frac{\varphi_{i+1,j}^n - \varphi_{i,j}^n}{\Delta x} - \mu_{i-1/2,j} \frac{\varphi_{i,j}^n - \varphi_{i-1,j}^n}{\Delta x} \right] + \\ & + \frac{\Delta t}{\Delta y} \left[\mu_{i,j+1/2} \frac{\varphi_{i,j+1}^n - \varphi_{i,j}^n}{\Delta y} - \mu_{i,j-1/2} \frac{\varphi_{i,j}^n - \varphi_{i,j-1}^n}{\Delta y} \right] + f_{i,j}^n \Delta t \end{aligned} \quad (6)$$

where $\varepsilon_u = 1$ if $u_{ij} > 0$, $\varepsilon_u = 0$ if $u_{ij} < 0$,
 $\varepsilon_v = 1$ if $v_{ij} > 0$, $\varepsilon_v = 0$ if $v_{ij} < 0$

here Δt is temporary step, $\bar{U}_{i,j}, V_{i,j}, \varphi_{i,j}$ significances of velocity of currents on the grid functions with index i,j. Conditions (2) and (3) are approximated by the following form:

$$\varphi_{i,j} = \varphi_{0,i,j}$$

$$\varphi_{0,j} = \varphi_{1,j} \quad \varphi_{1,j} = \varphi_{l-1,j} \quad j=1, \dots, J-1 \quad (7)$$

$$\varphi_{i,0} = \varphi_{i,J} \quad \varphi_{i,J} = \varphi_{i,J-1} \quad i=1, \dots, I-1$$

Numerical scheme (6-7) is first order accuracy in time and second order accuracy in space. The scheme is conditional stable and therefore it must satisfy the Kurant-Levi condition

$$\Delta t \leq \frac{\Delta z^2}{4\mu + (|u| + |v|)\Delta x}$$

9. Results of Numerical Calculations

The analysis of the results of hydrodynamic modeling of drift, turbulent diffusion and transformation of oil pollution in the marine environment indicates to the variety and complexity of those processes as a result of vital difference of their spatialtemporal scales, participation of great number of physical and chemical and biochemical factors which are variable in the time, existence of mutual feedback, which stipulates for the creation of nonlinear effect of interaction. Many of the problems concerned with the processes of oil transfer and evolution in the sea and their interaction require additional theoretical and experimental investigations. Comparing the data of the observation with numerical evaluation of the speeds of evaporation, solution, emulsification and destruction it is possible to formulate the basic provisions which are taken into account while working out of a model of the oil pollution:

- In case of Tengiz oil outflow in the quantity of 150 t. it ought to be expected not less than 30 % loss (50 t) for evaporation within the period of not more than 4 hours at the most adverse Hydrometeorological conditions for that processes in January. In July the evaporation takes 1 hour time and even less.
- The processes of solution, emulsification and destruction considerably influence upon the evolution of oil patch, especially on the first day after the discharge. The destruction results in the flow in the model with the speed equal to approximately 1 % of the oil starting weight within the first day. As a result of resultant action of all the mentioned processes the daily speed of sedimentation of oil aggregates within the period of the whole drift, which brings to natural pollution, may be accepted

as equal to 5 % of the accumulated mass in the cells.

- Within the first day of the drift and diffusion of the oil pollution it is most probably to be met as an oil film and separate sink and during the next two days the probability to reveal the accumulated masses in the cells as emulsified and dispersed parts of oil - increases.

Based on those provisions, the nonlinear effects taking place at the initial stages of spreading may not be taken into account, but evaporation, solution, emulsification, destruction and sedimentation should be taken into account with the help of the schemes of parameterization with the application of approximate expression for the speeds of the mentioned processes.

Such an approach greatly facilitates the solution of the task of oil outflow circumstances modelling. It may be carried out based on the equation of advective transfer and turbulent diffusion with the parameterization of physical and chemical and biochemical processes at the given hydrodynamic field of current flows.

For the oil distribution modelling there are examined three accidents: The first - oil spill from the pipeline with the length of 2 km at the approach to the oil bay of Batumi Port. It may be supposed the existence of small risk of such an accident in the area where the pipeline passes along the bank of river Bartskhana close to its mouth, as well as at the most susceptibilities – after the bend from the bank to oil jetty. In this area the pipeline is built close to the sea for a distance of 2-3 m. from the water line. The breach, for instance; may occur as a result of catastrophic hydro-meteorological phenomenon (hurricane, storm, strong choppiness), offshore motion of sediments, earthquake, though there may occur technical causes too. After the breach it is supposed a full oil escape of the quantity of one of its sections. Taking into account the pressure in the pipeline, the oil discharge into the sea will amount to 150 t. within the period of not more than 1-2 hours. This may occur directly from the bank or at mouth of river Bartskhana while the oil transfer by river flow.

In the second case the accident may occur upon the 10 km. area of the railway in the region of Kobuleti-Makhinjauri seaside, when the oil train moves practically along the seashore.

Similar Accidents were observed in recent times. Taking into account the character of railway accidents we suppose that the contents of 2-3 turned over cisterns fully flow out on the shore and the most part of the oil (approximately 2/3) flows into the sea. Therefore the discharge will amount to 150 tons within the period of one or several hours.

Both examined cases may be joined into one – the first scenario. It is conditionally named oil outflow close to town Batumi. Accident areas in these cases are located in comparative proximity from each other.

The third case reveals the second variant of the scenario of accidental situation: railway accident at the bridges crossing, for instance on river Supsa, when the oil reaches the mouth of the river, transferred by water flow. Oil discharge into the sea may be admitted in the quantity not more than 150 ton within the period of 1-2 hours. The second scenario was named oil overflow in the region of river Supsa mouth. In the presented two scenarios there were selected the worst variants with the most quantity of poured oil. As by the spatial scale the accident does not cover the area more, than the examined minimal cell with the area of 2x2 km², the full time of tracing the evolution of oil patch amounts to 72 hours with the step of 10-30 min, than the source in the model is taken as punctual, momentary or prolonged acting depending on the scenario variant.

In general terms allocation of oil spot after three days stipulated by damaged spillage of oil in the Black Sea nearer of Batumi in January has distributed in the following form: On the surface of the sea there was about 42 ton (28%) of oil, Sedimentations (deposits) of oil on the bottom of Sea was about 8t (5%), about 50t (34%) was taken out on the coastal area. The Maximum value of volume concentrations on the surface layer was observed after 12 hours on the area 44 square km. with value 0.57 mg/l or 11 Muximum Permissible Concentrations. It is film of oil with the thickness of 0.7 mkm. After 36 hours was observed crush of oil film and value of the concentrations in the some areas have decreased below of Muximum Permissible Concentrations. Maximum value of above bottom concentrations was marked after 12 hours on the area 12 km²-with the value of concentrations. 66mg/m². Further the value of concentrations and area of deposition of oil particles stabilized and the concentrations wave 55 mg/m² on the area 20 km². Maximum value of oil caring out on the coast was performed after 12 hours nearer of Batumi's area and it is equal 20 t/km and further caring out of oil in the north direction was observed about 80 km from Batumi and about 40 km in the south direction of Batumi. The concentrations of oil caring out on the coastal are in the North and South directions were 110 and 80 kg/km., respectively. Thus whole extent (length) of the polluted shore is more than 120 km.(see Fig.1)

We have investigated a case when 200t of oil was spilled in the mouths of the rivers Rioni and Kobistskali. There were performed several numerical experiments imitated three kinds of oil products (disel, boiler and fresh oil) migration in the Georgian sector of the Black Sea in summer and winter periods. We have assumed that spilled oil in a moment has homogeneous distributed on the area 2X2 km² (in a one cell of grid) with a conditional concentration 50 gr/ m³(Mg/L) at the sea surface with the thickness (width) of 0.059 mm.

Also there were performed four experiments, when occurs oil catastrophic spillage nearer Kulevi and Supsa terminals owing to oil tanker damages for Summer

and winter periods. As in that case a mass of spilled oil was 10⁴ t, so a thickness of oil film is 2.9 and with volume concentration 2.5 kg/m³. As in winter period oil products penetration is characterized by high intensity and the oil surface concentrations are decreased faster than in summer. That is why on the sea surface, there is less oil mass but at the same time oil mass is increased at the sea shore and therefore there is the shore intensive pollution. The maximum pollution as observed at the rivers mouth, at the source area. A length of polluted coast area in winter is more than in summer, due to small wind velocity values in summer, and weak turbulence diffusion. In winter with high background streams, which stipulates intensity of turbulence diffusion and part of oil products, are included in the circulation currents at the west of Poti and that is why it is observed oil products transfer in the south direction.

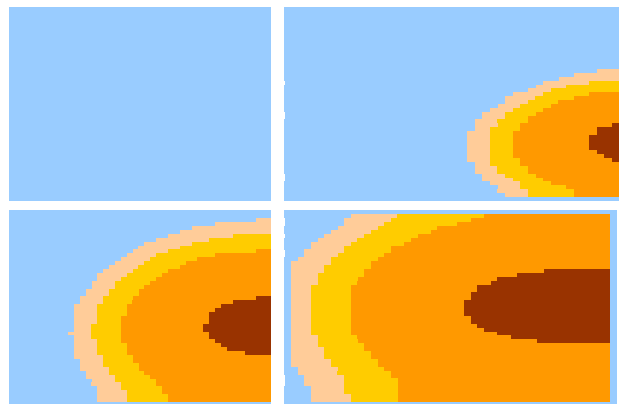


Fig.1 shows the results of numerical calculations of the Black Sea pollution at 24, 48 and 72 hours after accidental oil spillage nearer of Batumi in January.

200 t oil spillage in the sea: Oils surface concentration becomes less than MPC for 2 days in winter, but for summer for 3 days. The balance of oil's distribution in winter is the following: Oil at the surface – 46-50 t, Sedimentation on the bottom 9-13, caring out (remove) on the sea shore 42 t, evaporation – about 100. The maximum concentrations are the following: surface 0.008 mg/l on 5000 km² area, botton 0.07 g/m² on 20-25 km² area, at sea shore – 11-12 t\km in Summer: Catastrophic spillage in open sea (15 km far away, remote from oil terminal in the west direction. The pollution mainly is penetrated in the North-west direction for 4-5 day in winter and in the course of 5-6 days in summer)

Conclusions

The results of numerical calculations have shown that after 3-4 days from dangerous and catastrophic disastrous oil spilling in the Georgian sector of the Black Sea practical surface, bottom and coastal pollution formation is completed.

It is necessary to note that there are considerable distinctions between spilled oil concentrations distribu-

tion in summer and winter. In all cases pollution follows the main background currents and spreads in the north-west direction. But there are observed much more intensive (fast) distribution in winter due to more active turbulence. That is why it is observed oil products involving in cyclone type circle circulation current which stipulate oil products spreading to the south at the Turkish Sea shore (coastal line).

The heavy results of oil pollution have been discovered when oil had spilled nearer of oil terminal in Kulevi for accidental and especially for catastrophic ocean occurrence events.

, bottom and coastal areas, an appreciable were increased by oil

Considerable less pollution of surface and coastal areas was observed due to catastrophic spillage in the open sea, because after 4-5 days the area of pollution was going out from Georgian sector to Russian's coastal are in the direction of Sea of Azov.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Нельсон-Смит А. Загрязнение моря нефтью. Л., Гидрометеиздат, 1973.
2. Нельсон-Смит А. Нефть и экология моря. Б., изд. «Прогресс», 1977.
3. სმკ (GPC), 1997. საექსპერტო ნავთობსადენის დასაველეთის მარშრუტი. მილსადენის აღდგენა და მშენებლობა. საქართველოს მონაკვეთი – გარემოზე ზემოქმედების შეფასება. საქართველოს მილსადენის კომპანია სმკ (GPC), თბილისი, იანვარი, 1997.
4. სმკ (GPC), 1997. გარემოზე ზემოქმედების შეფასება. დასაველეთის საექსპერტო მილსადენი, სუფსის ტერმინალი და საზღვაო გადასატვირთი მოწყობილობა. საქართველოს მილსადენის კომპანია სმკ (GPC), თბილისი, თებერვალი, 1997.
5. Озмидов Р. В. Горизонтальная турбулентность и турбулентный обмен в океане. Изд. «Наука», М., 1968.
6. Озмидов Р. В. Диффузия примесей в океане. Л., Гидрометиздат, 1986.
7. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. Л., Гидрометиздат, 1982.
8. Дружинин Н. И., Шишкин А.И. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения речных вод суши. Л., Гидрометиздат, 1989.
9. Козлов С. И., Пелиновский Е. Н. Талипова Т.Г. Динамика пленок поверхностно-активных веществ в поле неоднородных течений. Метеорология и гидрология, №1, 1987.
10. Никольский М. А., Федоров А. Л., Дорожкин А. И. Численные решения задачи о распространении пассивных примесей в прибрежной зоне моря. Метеорология и гидрология №1, 1990.
11. Шулейкин В.В. Физика моря. Изд. «Наука», М., 1968.
12. Боуден К. Физическая океанография прибрежных вод. Изд. «Мир», М., 1988.

უკ. 6 32155027 ავარიული დაღვრის შედეგად ზღვაში ნავთობის გავრცელების ორგანოზომილებიანი ამოცანის რიცხვითი მოდელირება/თ. იმნაძე, ნ. ბეგალიშვილი, თ. დავითაშვილი, დ. დემეტრაშვილი/ სმი-ს შრომათა კრებული -2011.-ტ.116.-გვ.100-105-ინგლ. რუხ. ქართ. ინგლ. რუს. მოცემულ ნაშრომში განხილულია შავ ზღვაში ავარიულად დაღვრილი ნავთობის გავრცელების მათემატიკური მოდელი. ზღვაში ავარიული ჩაღვრების მოდელირებისათვის გამოყენებულია სამი სცენარი: პირველი – წრფივი დაღვრა, რომლის ვრცელდება 2,5კმ მანძილზე ბათუმის პორტის მახლობლად; მეორე – 10კმ-იან ქობულეთი-მახინჯაურის სარკინიგზო მონაკვეთზე, სადაც სატვირთო შემადგენლობა მოძრაობს ფაქტიურად სანაპირო ზოლის გასწვრივ; მესამე სცენარი იმეორებს მეორე სცენარს მდ. სუფსის მახლობლად, სადაც ნავთობი აღწევს მდინარის ნაპირს.

UDC 632155027 **Two Dimensional Numerical Model Of Emergency Spilling Oil Distribution In The Sea.** /T.Imnadze, N. Begalishvili, T. Davitashvili, D. Demetrashvili/ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology.-2011.-v.116. p.100-105-Eng; Summ.Georg; Eng; Russ. In the present paper mathematical modelling of oil outflow and spreading in the Black Sea water is presented. The mathematical model taking into consideration oil transformation (evaporation, emulsification, dispersion and sedimentation). Oil distribution on the Black Sea water surface for the three scenarios: The first - oil spill from the pipeline with the length of 2,5 km at the approach to the oil bay of Batumi Port. In the second case the accident may occur upon the 10 km. area of the railway in the region of Kobuleti-Makhinjauri seaside, when the freight train moves practically along the seashore. The third case reveals the second variant of the scenario of accidental situation: railway accident at the bridges crossing, for instance on river Supsa, when the oil reaches the mouth of the river, transferred by water flow.

УДК 632155027 **Математическое моделирование двумерной задачи аварийных разливов и распространения нефти в море.**/Т.М. Имнадзе, Н.А. Бегалишвили, Т.П. Давиташвили, Д.И. Деметрашвили/ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии АН Грузии. –2011. – т.116. – с.100-105- Англ.; рез. Груз., Англ.,Русск. В существующей работе представлена математическая модель аварийных разливов и распространения нефти в море. Для моделирования нефтяного слива рассмотрены три случая аварии. Первый – это разлив трубопровода, длина которого 2,5км, при подходе к нефтяной бухте Батумского порта. Во втором случае авария может иметь место на 10 км участке железной дороги в районе прибрежной полосы Кобулет-Махинджаури, когда грузовой состав движется фактически вдоль берега. Третий случай представляет второй вариант сценария аварийной ситуации: железнодорожная катастрофа на переходах мостов, например, на р. Супса, когда нефть достигает устья реки, переносимая водным потоком.

დ. შავლიაშვილი, გ. კუჭავა, ლ. ინწკირველი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
ნ. ტულუში
ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა
და მელიორაციის ინსტიტუტი
უაკ 631.42/43

**დამლაშობულ და ბიცობიან ნიადაგებში
ტოქსიკური და**

არატოქსიკური მარილების შემცველობა

დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგები ძირითადად გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოში მდ. მტკვრისა და ალაზანის შორის მდებარე ტერიტორიაზე დაბლობ და მთისწინა ზონებში [გ. ტალახაძე, 1964].

დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგები ხასიათდებიან აგრონომიულად არახელსაყრელი თვისებებით: მძიმე მექანიკური (თიხიანობით), ნიადაგგარუნტში ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობით (ძირითადად ქლორიდულ-სულფატური ტიპის), მშთანთქავ კომპლექსში ნატრიუმის დიდი შემცველობით (ე. ი. ბიცობიანობით), მაღალი ტუტე რეაქციით, დაწიდულობით, რაც განაპირობებს მშრალ მდგომარეობაში ნიადაგის ძლიერ სიმკვრივეს, ხოლო ტენიან მდგომარეობაში გაჯირჯევებს და სტრუქტურობას. ამავე დროს ეს ნიადაგები ხასიათდებიან მცენარისათვის აუცილებელი საკვები ელემენტების (N, P, K) ცუდი ხსნადობით, ხოლო კალციუმის უკმარისობა კი ბუნებრივია, იწვევს მცენარის კალციუმით შიმშილს. ამრიგად, დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგები მელიორაციის გარეშე დაბალ პროდუქტიულ ნიადაგებად ითვლებიან. ამიტომ მათ მელიორაციას უდიდესი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს სათვის მიწების ფართობების გადიდებისათვის. გარდა ამისა, დამლაშებულ და ბიცობიან ნიადაგებში დიდი რაოდენობით მოიპოვება ტოქსიკური მარილები, რომლებიც უარყოფითად მოქმედებენ მცენარის ზრდა-განვითარებაზე, ამიტომ მათი გაჭუჭყიანებისა და ტოქსიკურობის ხარისხის შესწავლას მეტად დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა [ი. გოგობერიძე (1984), ნ. ტულუში (1990)] გვიჩვენა, რომ ბიცობიანი ნიადაგების მელიორაციის მიზნით წარმატებით იყენებენ სხვადასხვა ქიმიურ მელიორანტებს, ძირითადად, კი სიმჟავეებს და წარმოების ანარჩენებს (დეფეკატი).

აღნიშნული საკითხის ირგვლივ კვლევები ჩატარდა ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ჯანდარის საყრდენ პუნქტზე რუხი-ყავისფერი ბიცობიანი ნიადაგების გაუმჯობესებისათვის საჭირო ღონისძიებების შესამუშავებლად. ამ ობიექტზე დაყენებულ იქნა

მინდვრის ცდა სადაც გამოყენებულ იქნა დეფეკატი 6 ტ/ჰა, მელიორანტი იცდებოდა მინერალური N₉₀ P₁₈₀ და ორგანული სასუქის (ნაკელის) ფონზე – 40 ტ/ჰა.

დეფეკატი აგარის შაქრის ქარხნის წარმოების ანარჩენია, რომლის წლიური მარაგი 15-20 ათას ტ-ს აღემატება. დეფეკატი არ მოითხოვს ტექნოლოგიურ დამუშავებას, ამდენად, ეკონომიურად ხელსაყრელია და შესატანად იოლი. გარდა ამისა სხვა მელიორანტებთან შედარებით იმ უპირატესობითაც გამოირჩევა, რომ 60-70%-იანი კირის გარდა, იგი შეიცავს მცენარისათვის საჭირო ძირითად საკვებ ელემენტებს: აზოტს 1-2 %-ს, ფოსფორს 1,5-2 %-ს, კალიუმს 0,6-0,9 %-ს, მცირე რაოდენობით გოგირდს, მიკროელემენტებს და ორგანულ ნივთიერებებს 15 %-მდე.

დეფეკატის მელიორაციული ეფექტი მკვეთრად იზრდება ნაკელთან ერთად შეტანით, რაც დაკავშირებულია კალციუმის ბიკარბონატების წარმოქმნასთან. კალციუმის ბიკარბონატები კი წარმოიქმნება დეფეკატში არსებული კირისა და ნაკელის დაშლისას გამოყოფილი ნახშირორჟანგის ურთიერთქმედების შედეგად.

დეფეკატის შეტანის ტექნოლოგია ასეთია: მოშანდაკებულ ნაკვეთზე გამაზნტველით ქიმიური მელიორანტის შეტანა ხდება ნიადაგში გაცვლითი ნატრიუმის ექვივალენტური რაოდენობის მიხედვით. ამასთან ერთად შეიტანება მინერალური და ორგანული სასუქი-ნაკელი. მელიორანტის ნიადაგში კულტივატორით ჩაკეთების შემდეგ ნაკვეთი უნდა მოიხნას ღრმად 40 სმ სიღრმეზე. მორწყვა უნდა მოხდეს დიდი ნორმით 1500-2000 მ³/ჰა.

დეფეკატის ნორმაა 7,3 ტ/ჰა. ქიმიური მელიორაცია უნდა ჩატარდეს 5-6 წელიწადში ერთხელ.

საკვლევი ობიექტების ნიადაგები წარმოადგენს რუხ-ყავისფერ საშუალო სვეტისებურ, საშუალოდ დამლაშებულ, ბიცობიან ნიადაგს, დამლაშება ქლორიდულ-სულფატურია. ასეთ ნიადაგებზე ქიმიური მელიორანტის-დეფეკატის გამოყენების შედეგად ხდება ნიადაგის ძირითადი თვისებების ცვლილებები: ნიადაგის პროფილში მცირდება ადვილად ხსნადი მარილების რაოდენობა, მცირდება შთანთქმული ნატრიუმისა და მაგნიუმის რაოდენობა, იზრდება შთანთქმული კალციუმის რაოდენობა, უმჯობესდება ნიადაგის სტრუქტურული შედგენილობა, მცირდება დისპერსიულობის კოეფიციენტი, უმჯობესდება მისი წყალმართი და ფიზიკური თვისებები, ეს კი თავის მხრივ, განაპირობებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის მკვეთრ ზრდას.

ნიადაგის მშთანთქავი კომპლექსიდან გა-
მოძევებული ნატრიუმი ქმნის ნიადაგში სხვა-
დასხვა მარილებს, როგორც Na_2CO_3 , NaHCO_3 ,
 NaCl , Na_2SO_4 , ხოლო გამოძევებული მაგნიუმი -
 MgCl_2 , MgSO_4 , ხოლო კალციუმი - CaCl_2 .

აღნიშნული მარილები უარყოფითად (ტოქ-
სიკურად) მოქმედებენ მცენარის ზრდა-
განვითარებაზე.

ნიადაგში არსებული მარილები შეიძლება
დაიყოს ორ ჯგუფად: მავნე და უვნებელ მა-
რილებად.

მავნე მარილები ისეთი მარილებია, რომ-
ლებიც ამცირებენ ნიადაგის ნაყოფიერებას და
დიდი რაოდენობით დაგროვებისას ახდენენ
მის დამლაშებას. ამ მარილებს ტოქსიკური
მარილები ეწოდება და ისინი იწვევენ ნიადა-
გის გატუჭყიანებას.

ყველა ტოქსიკური მარილი წყალში ადვი-
ლად და დიდი რაოდენობით იხსნება, ასეთე-
ბია: მარილმჟავა და ნახშირმჟავა ნატრიუმის
მარილები NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 , Na_2CO_3 და NaHCO_3 ,
გოგირდმჟავა მარილებიდან Na_2SO_4 , MgSO_4 . მა-
თი მცირე რაოდენობაც კი აუარესებს ნიადა-
გის ფიზიკურ თვისებებს, ხდის მას ჰაერ და
წყალგაუმტარს, ახდენს ნიადაგიდ გაბიცოზე-
ბას, ანუ გადაყავს ის ბიცობი ნიადაგის კატე-
გორიაში. ასეთი მარილებია ნატრიუმისა და
მაგნიუმის მარილები.

უვნებელი მარილები წყალში მცირედ იხს-
ნება - 0,01-5გ/ლ, ტოქსიკური კი ადვილად
იხსნება, მაგალითად ქლორიანი ნატრიუმი-
ან 300 გ-ზე მეტი იხსნება 1 ლ-ში. CaCl_2 და
 MgCl_2 კიდევ უფრო მეტად ხსნადია
[ზ.ჩანტლაძე და სხვ., 1982].

მარილების ტოქსიკურობა ანუ მათი მომ-
წამვლელი როლი დამოკიდებულია მათ ხსნა-
ლობაზე. ამ შემთხვევასი განსაკუთრებული
ყურადღება უნდა მიექცეს მათ ანტაგონისტურ
მოქმედებას, როცა ერთი მარილის ტოქსიკუ-
რობას ამცირებს მეორე მარილის არსებობა
ნიადაგში. მაგალითად, კალციუმი ამცირებს
მაგნიუმის მომწამვლელ როლს, ხოლო სულ-
ფატების რაოდენობის ზრდა ამცირებს ქლო-
რიდების მავნე მოქმედებას. ამის გამო მარი-
ლების ტოქსიკურობა სხვადასხვაა ნიადაგის
ხსნარში მათი ერთად და ცალ-ცალკე არსე-
ბობის დროს.

მარილები ტოქსიკურობის ხარისხის მიხ-
ედვით შემდეგნაირად შეიძლება განლაგებულ
იქნეს (მარილები განლაგებულია მოწამვლის
ხარისხის დადამავალი მაჩვენებლებით) Na_2CO_3 ,
 NaHCO_3 , NaCl , NaNO_3 , CaCl_2 , Na_2SO_4 , MgSO_4 .

დადგენილია, რომ მარილების ანიონებს
შორის ყველაზე მომწამვლელია CO_3^{2-} , ანუ
ნახშირმჟავა სოდის მარილის რადიკალი,
ხოლო კათიონებს შორის ნატრიუმის ტუტე

მარილი. იმის მიხედვით თუ რომელი სიძველის
რადიკალთანაა შეერთებული ტუტე და ტუტე
მიწათა მეტალები, მათი ტოქსიკურობაც სხვა-
დასხვანაირია. გარდა ამისა, ადვილად ხსნადი
მარილების ტოქსიკურობა დამოკიდებულია
თვით ნიადაგის შემადგენლობაზე, მის ფიზი-
კურ თვისებაზე, ტენიანობის ხარისხზე და
აგროტექნიკის საერთო ფონზე.

მაგალითად, რამდენადაც კარგია ნიადაგის
ფიზიკო-ქიმიური და წყალმართი თვისებები,
მყარი და ოპტიმალურია მასში ტენის მარაგი
და მდიდარია ის ორგანული ნაწილით და
საკვები ელემენტებით, იმდენად ნაკლებია აღ-
ნიშნული მარილების ტოქსიკური მოქმედება
მცენარის ზრდა-განვითარებაზე.

ადვილად ხსნადი მარილები მოძრავია და
მათი მოძრაობა დამოკიდებულია ნიადაგში
ტენის აღმავალ და დადმავალ მოძრაობაზე.
ნიადაგი როდესაც გვაღვის შედეგად შრება,
დრმა ფენებიდან მის ზედაპირზე კაპილარუ-
ლად ჟონავს ტენი, რომელსაც თან ამოაქვს
მარილები. ტენის აორთქლების შედეგად მა-
რილები გროვდება ნიადაგის ზედაპირზე, რაც
იწვევს მის დამლაშებას. დამლაშების უარყო-
ფითი გაგლეწა იწვევს მარილების 0,1-0,2%
დაგროვების შემდეგ. ნიადაგის 20-25 სმ სის-
ქის ფენა ერთ ჰა-ზე დაახლოებით 2500-3000
ტ-ას იწონის. აქედან 1 ჰა-ზე 0,2% მარილები
5-6 ტ-ას შეადგენს. მაშასადამე 5-6 ტ მა-
რილების შემცველობა 1 ჰა-ზე მიწის სახსნავ
ფენაში საგრძნობ დამლაშებას იწვევს, განსა-
კუთრებით გვაღვების დროს. 0,4-0,5% დამლა-
შებიდან იწვევს მარილების უარყოფითი გაე-
ლენის აშკარა გამოვლინებებს, ხოლო 1%
დამლაშება ხშირად ნათესის მთლიან დაღუ-
პვასაც იწვევს [ე.ჩხიკვიშვილი, 1974].

ნიადაგის დამლაშების მიზეზს წარმოად-
გენს სწორედ ტოქსიკური მარილები, რომელ-
თა შორის ყველაზე მაღალი ტოქსიკურობა
ახასიათებს სოდას, ხოლო ყველაზე ნაკლები
სულფატებს, მათ შორის გარდამავალი ად-
გილი უკავია ქლორიდებს. გამორკვეულია,
რომ სოდის შესაძლებელი მაქსიმალური რაო-
დენობა ნიადაგში, რომელსაც კულტურული
მცენარე გაუძლებს 0,003%-ს არ აღემატება.
ყველაზე უფრო მომწამვლელად მცენარეზე
მოქმედებს ქლორის იონი, რომლის მეასედი
პროცენტიც კი იწვევს მცენარის საგრძნობ
დაზიანებას, ხოლო 0,1% - სრულ დაღუპვას
[გედევანიშვილი და სხვ., 1961].

ცხრ.1. და ცხრ.2.-ში მოცემულია არატოქ-
სიკური და ტოქსიკური მარილების საორიენ-
ტაციო შემცველობა ბიცობიანი ნიადაგების
მელიორაციამდე და მელიორაციის შემდეგ.

ცხრილი 1. საორიენტაციო მარილების შემცველობა მელიორაციამდე

ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობა მელიორაციამდე								არატოქსიკური, %		
ნიადაგის წყლით გამონაწერი, %										
სიღრმე	მშრალი ნაშთი	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CL ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄
0-10	0.306	-	1.13	0.45	2.12	0.20	0.25	3.25	0.20	-
24-34	0.377	-	1.28	1.04	2.72	0.20	0.25	4.59	0.20	-
40-50	0.769	-	0.70	1.32	8.46	1.45	0.16	8.87	0.70	0.75
60-80	0.966	-	0.67	2.08	10.27	1.99	0.90	10.22	0.67	1.32
80-100	0.668	-	0.82	2.03	4.74	0.60	0.33	6.67	0.60	-
ტოქსიკური, %										
Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	Mg(HCO ₃) ₂	NaCl	CaCl ₂	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄			
-	0.93	-	0.45	-	-	1.87	0.25			
-	1.08	-	1.04	-	-	2.47	0.25			
-	-	-	1.32	-	-	7.55	0.16			
-	-	-	2.08	-	-	8.05	0.90			
-	0.22	-	2.03	-	-	4.41	0.33			

ჩვენს მიზანს შეადგენდა რუხ-ყავისფერ ბიცობიან ნიადაგებზე ქიმიური მელიორანტის-დეფექტის შეტანის ფონზე დაგეგმვინა, თუ როგორ შეიცვლებოდა არატოქსიკური და ტოქსიკური მარილების შემცველობა, რომელიც ვიანზარიშეთ ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობის მიხედვით მელიორაციამდე და მელიორაციის შემდეგ.

ცხრ.1-დან ჩანს, რომ ბიცობიანი ნიადაგის მელიორაციამდე არატოქსიკური მარილი Ca(HCO₃)₂ გაიზარდა 0,20%-დან 0,86%-მდე. ხოლო მეორე არატოქსიკური მარილი-CaSO₄, რომელიც 0-34 სმ ფენაში არ აღინიშნებოდა, მისმა რაოდენობამ მოიმატა 0,10%-მდე. სიღრმეში მისი შემცველობა მელიორაციის შემდეგ იზრდება და შეადგენს 1,32%-დან 1,79%-მდე.

ეს დაკავშირებულია ნიადაგში კალციუმის შემცველი ქიმიური მელიორანტის-დეფექტის შეტანის შედეგად CaSO₄-ის წარმოქმნასთან.

რაც შეეხება ტოქსიკურ მარილებს, კერძოდ, სოდა a₂CO₃ - ამ ნიადაგებში არ არსებობს. ხოლო ნატრიუმის ბიკარბონატი- aHCO₃ მთლიანად ჩაირეცხა ნიადაგის ქვედა ფენებში, ხოლო ან⁻ის შემცველობამ მოიკლო 1,04%-დან 0,21%-მდე. CaCl₂ და MgCl₂ საერთოდ არ აღინიშნებოდა არც საწყის და არც მელიორაციის შემდეგ ვარიანტებში. ნატრიუმის სულფატის- a₂SO₄ და მაგნიუმის სულფატის- MgSO₄ რაოდენობამ მოიმატა მელიორაციის შემდეგ, რაც განპირობებულია ნიადაგში მიმდინარე ქიმიური პროცესებით, კერძოდ, მელიორაციის პროცესში ხდებოდა შთანთქმული ნატრიუმისა და მაგნიუმის ჩანაცვლება მელიორანტის-დეფექტში შემავალი კალციუმით. ამ დროს გამოთავისუფლებული ნატრიუმი და მაგნიუმი გადადიოდნენ ნიადაგის ხსნარში და უერთდებოდნენ SO₄²⁻-ის ანიონს, რის შედეგადაც წარმოიქმნებოდა Na₂SO₄ და MgSO₄, რომლებიც შემდეგ ირეცხებოდა ქვედა ფენებში მორწყვის შედეგად.

ცხრილი 2. საორიენტაციო მარილების შემცველობა მელიორაციის შემდეგ

ადვილად ხსნადი მარილების საწყისი შემცველობა მელიორაციის შემდეგ								არატოქსიკური, %		
ნიადაგის წყლით გამონაწერი, %										
სიღრმე	მშრალი ნაშთი	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CL ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄
0-10	0.230	-	0.77	0.28	2.84	0.80	0.57	1.54	0.77	0.03
24-34	0.298	-	0.86	0.21	2.93	0.95	0.33	2.88	0.86	0.10
40-50	0.521	-	0.91	0.38	5.84	1.14	0.41	5.75	0.81	0.33
60-80	1.098	-	0.80	0.93	9.73	2.59	0.82	8.11	0.80	1.79
80-100	1.015	-	0.87	1.64	10.0	1.40	0.41	10.7	0.87	0.59
ტოქსიკური, %										
Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	Mg(HCO ₃) ₂	NaCl	CaCl ₂	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄			
-	-	-	-	-	-	-	-			

.	.	.	0.28	.	.	2.24	0.57
.	.	.	0.21	.	.	2.50	0.33
.	.	.	0.38	.	.	5.10	0.41
.	.	.	0.93	.	.	7.42	0.82
.	.	.	1.64	.	.	9.06	0.41

ამრიგად, ბიცობიანი ნიადაგების მელიორაციის შედეგად გაიზარდა არატოქსიკური მარილებიდან $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ და CaSO_4 -ის შემცველობა; ხოლო ტოქსიკური მარილებიდან ნიადაგის ღრმა ფენებში ჩაირეცხა ნატრიუმის ბიკარბონატი- aHCO_3 და მნიშვნელოვნად შემცირდა აჩ -ის რაოდენობა, რამაც ხელი შეუწყო ნიადაგის ქიმიური თვისებების გაუმჯობესებას. ნატრიუმის სულფატის- a_2SO_4 და მაგნიუმის სულფატის- gSO_4 რაოდენობამ მთლიანად მელიორაციის შემდეგ, მაგრამ ისინი ირეცხებიან ნიადაგის ქვედა ფენებში მორწყვის შედეგად.

ლიტერატურა-REFERENCES -ЛИТЕРАТУРА

1. გ.ტალახაძე. საქართველოს ძირითადი ნიადაგური ტიპები. "ცოდნა", თბილისი, 215 გვ., 1964.
2. ი.გოგობერიძე. აღმოსავლეთ საქართველოს დამლაშებული ნიადაგები. "ცოდნა", თბილისი, 24 გვ., 1984.
3. ი.გოგობერიძე, ნ.ტულუში. აღმოსავლეთ საქართველოს დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგები. მეთოდური მასალები ლექტორთა დასახმარებლად. თბილისი, 1990.
4. Чантладзе З., Шавлиашвили Л. Загрязнённость природных вод и почв Грузинской ССР в результате химизации сельского хозяйства. Ленинград, Гидрометеоиздат, 110 ст., 1982.
5. Чхиквишвили В. Мелиорация и сельскохозяйственное освоение засоленных и солонцевых почв Грузии. Сборник трудов к X международному конгрессу почвоведов, Тбилиси, ст.25-65, 1974.
6. დ.გვედევანიშვილი, გ.ტალახაძე. ნიადაგმცოდნეობის კურსი. შრომის წითელი დროშის ორდენის საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი, 370 გვ., 1961.

უკ 631.42/43 დამლაშებულ და ბიცობიან ნიადაგებში ტოქსიკური და არატოქსიკური მარილების შემცველობა. /ლ.შავლიაშვილი, გ.კუჭავა, ლ.ინწკა

ირველი, ნ.ტულუში/. პმი-ს შრომათა კრებული. – 2011. – ტ.116. – გვ. 106-109-ქართ.; რუხ. ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში ნაჩვენებია დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების გაუმჯობესებისათვის ქიმიური მელიორანტის-დეფეკატის გამოყენება, რის შედეგადაც უმჯობესდება ნიადაგში მარილთა რეჟიმი და შთანთქმული კათიონების შემცველობა, ბიცობ პორიზონტებში დაბლა იწვევს დისპერსიულობის ზღვარი, აქტიურდება მიკრობიოლოგიური და კოლოიდურ-ქიმიური ხასიათის პროცესები. ზემოთ აღნიშნული განაპირობებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის მკვეთრ ზრდას.

ბიცობიან ნიადაგებში ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობის მიხედვით მელიორაციამდე და მელიორაციის შემდეგ გამოანგარიშებული იქნა არატოქსიკური და ტოქსიკური მარილების საორიენტაციო შემცველობა

UDC 631.42/43 Consistence of toxin and nontoxin compounds into the salined and alkaline soils. /L.Shavliashvili, G. Kuchava, L. Intskirveli, N.Tugushi/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. - 2011. - v.116, - p.106-109-Georg.; Summ. Georg., Eng., Russ.

The use of chemical amelioration's for improvement of salty and alkaline soils is shown. According to this the salty regime so as consistence of absorbed ration is improved, the dispation limit goes down into the alkaline horizons, and microbiological and colloidal chemicals processes are activated. The above-mentioned processes course increases of the agricultural harvest.

According to the consistence of the easily solved salts into the alkaline soils, was calculated possible consistence of toxin and nontoxic salts before and after the amelioration process.

УДК 631.42/43 Содержание токсических и нетоксических солей в составе засоленных и солонцеватых почв. /Л.У.Шавлиашвили, Г.П.Кучава, Л.Н.интскирвели, Н.К.Тугуши/ Сб.Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2011. – т.116. – с.106-109-Груз.; рез.Груз., Англ., Русск.

В работе рассматривается применение химического мелиоранта-дефеката для улучшения засоленных и солонцеватых почв. После применения дефеката в почве улучшается солевой режим и состав поглащённых катионов, снижается количество легкорастворимых солей, улучшается структурный состав, снижается коэффициент дисперсности. Всё это обуславливает превышение урожайности сельско-хозяйственных культуров.

Рассчитано ориентировочное содержание токсических и нетоксических солей до и после мелиорации в составе солонцеватых почв.

**პროფესორ ბრიზოლ ხმალაძის
მოღვაწეობა**

(დაბადების 100-წლისთავთან დაკავშირებით)



გრიგოლ ნიკოლოზის ძე ხმალაძე დაიბადა 1904წ. 24 აპრილს. შრომითი საქმიანობა დაიწყო სტუდენტობის დროს, რათა დახმარებოდა უმამოდ დარჩენილ 6 სულთან ოჯახს. მუშაობდა მუშად, გადამწერლად, გადამმუშავად, ატარებდა კერძო გაკვეთილებს.

მეცნიერული მოღვაწეობა დაიწყო 1930 წლიდან ჰიდრომეტეოროლოგიის სამსახურში, სადაც ის ხელმძღვანელობდა წყლის კადასტრისა და ჰიდროლოგიური რეჟიმის სექტორებს. პირველი მისი ნაშრომი წყლის ჩამონადენის შესახებ გამოქვეყნდა 1932წ. შემდეგ 1935წ. გამოქვეყნდა ამიერკავკასიის წყლის რესურსების ცნობარი, ტომი XI, სადაც მოცემულია მის მიერ შედგენილი მდინარეთა აუზებისა და ჰიდროლოგიური პუნქტების აღწერა.

1936-1940 წლებში გ. ხმალაძემ დაამუშავა კავკასიის მდინარეთა წყლისა და ნატანი ჩამონადენის მასალები, რომელიც დაიბეჭდა 1940წ. (ტომი I). 1942-1952 წლებში გ. ხმალაძე ხელმძღვანელობდა წყლის ობიექტების რეკონსტრუქციას. ის პირადად აწარმოებდა მრავალი მდინარისა და ტბის კვლევას, საველე სამუშაოებს, კამერალურ დამუშავებას და მათ ჰიდროგრაფიულ აღწერას. ეს მონოგრაფია გამოქვეყნდა 1974წ. ვასილ ცომაიას რედაქტორობით.

1944 წლიდან გ. ხმალაძე იყო შემდგენელი და რედაქტორი 1938 წლიდან 1951 წლამდე ჰიდროლოგიური ყოველწლიურებისა ამიერკავკასიისა და დაღესტნის ტერიტორიებისათვის. 1951წ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში გ. ხმალაძემ დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია: “საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენი და წლიური ჩამონადენის რეგულაცია”. შემდეგ ის შეთავსებით მიწვეულ იქნა ჰიდრომელიორაციის ინსტიტუტში, სადაც იკვლევდა ღვარცოფებს და გამოაქვეყნა 6 ნაშრომი.

1953წ. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის დაარსებიდან, გ. ხმალაძე 25 წლის მანძილზე წარმატებით ხელმძღვანელობდა ჰიდროლოგიური კვლევისა და პროგნოზების განყოფილებას, ხოლო 1978 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე (1985წ.) ის იყო უფროს მეცნიერ თანამშრომელი. მან აქ საფუძვლიანად გამოიკვლია და შეადგინა ნაშრომები მთის მდინარეთა წყლისა და მყარი ჩამონადენის, ტემპერატურისა და ყინულოვანი რეჟიმის, თოვლის საფარისა და მყინვარების, წყლის რესურსებისა და წყალბალანსის საკითხებზე მთელი ამიერკავკასიის მასშტაბით. მისი ყურადღების ცენტრში ყოველთვის იყო აგრეთვე, კატასტროფული წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების შესწავლა. მან განსაკუთრებული ყურადღებით გამოიკვლია და განავითარა მეცნიერება მთის მდინარეთა მყარი ჩამონადენის შესახებ, რაც საფუძვლად დაედო მის სადოქტორო დისერტაციას, რომელიც დაიცვა 1965წ. ქ. ლენინგრადის ჰიდროლოგიის სახელმწიფო ინსტიტუტში.

გ. ხმალაძის ხელმძღვანელობით შედგა და მისი რედაქტორობით 1969წ. გამოქვეყნდა წყლის რესურსების ცნობარები დასავლეთ და აღმოსავლეთ ამიერკავკასიისა და მდ. არაქსის აუზისა. ეს ცნობარები და მრავალი მისი ნაშრომი არის ფუნდამენტურ - გამოყენებითი ხასიათისა, რომლებიც წარმოადგენენ სამაგიდლო წიგნებს წყალსამეურნეო და ჰიდროტექნიკურ ორგანიზაციებში, სადაც მათ გამოიყენებენ ხიდების, ელექტროსადგურების, წყალმომარაგების, სარწყავი სისტემებისა და საირიგაციო ნაგებობების დაპროექტებისათვის.

1978წ. გამოქვეყნდა გ. ხმალაძის მონოგრაფია, სადაც მოცემულია შავიზღვისპირა მდინარეთა მყარი ხარჯების გაანგარიშე ბის მეთოდები და სანაპირო ზოლისა და პლაჟების დაცვის რეკომენდაციები. ამ ნაშრომისათვის 1982წ. ის დაჯილდოვდა ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის პრემიით.

გ. ხმალაძე არის ავტორი 200-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომისა, მისი ხელმძღვანელობითა და რედაქტორობით გამოქვეყნდა ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის 14 შრომათა კრებული. საინტერესო სამეცნიერო მოხსენებებით გამოდიოდა როგორც საქართველოში, ისე საკავშირო და საერთაშორისო კონფერენციებზე და ყრილობებზე.

გარდა სამეცნიერო მოღვაწეობისა, გ. ხმალაძე ეწეოდა პედაგოგიურ მუშაობას ახალგაზრდა ჰიდროლოგების აღზრდისა და სამეცნიერო კვალიფიკაციის ამაღლებისათვის. 1949-1959წწ. კითხულობდა ლექციებს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში. მისი ხელმძღვანელობით დაცული იქნა მრავალი დისერტაცია.

მთელი ამიერკავკასიის რესპუბლიკების სამეცნიერო საზოგადოებაში გ. ხმალაძე წარმოადგენდა მაღალ ავტორიტეტს. ის იყო დიდი ჰიდროლოგი, აღიარებული როგორც საქართველოში, ისე საზღვარგარეთ. პროფესორ გრიგოლ ხმალაძის სახელი მუდამ დარჩება, როგორც მეტად ლამაზი, დიდბუნებოვანი, კეთილშობილი ადამიანი, დიდი პედაგოგი, სპეტაკი, თავდადებული მთამაგე და სახელოვანი მეცნიერი.

თ.ცინცაძე, ც. ბასილაშვილი, ვ. ცომაია



**100 წელი ირაკლი ხერხეულიძის დაბადებიდან.
(1908-1978)**

ირაკლი ხერხეულიძე – ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, მაღალკვალიფიციური სპეციალისტი იყო საინჟინრო ჰიდროლოგიის, ჰიდრაულიკისა და ჰიდროტექნიკის დარგში, კერძოდ, ხიდების, სახიდე გადასასვლელების, კალაპოტური პროცესების, ნაპირდაცვის, ღვარცოფული ნაკადებისა და ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებების განხრით. მას გამოქვეყნებული აქვს 80-ზე მეტი სამეცნიერო სტატია, მათ შორის 4 მონოგრაფია. იგი ავტორია მრავალი პროექტის ან მათი ჰიდროლოგიური ნაწილის, მათ შორის ისეთი მსხვილი საინჟინრო ნაგებობების პროექტის როგორცაა: ქ. რუსთავის ხიდი, სანაპიროები და ქარხნის წყალაღების ნაგებობები მდ. მტკვარზე; სახიდე გადასასვლელი ქერჩის სრუტეზე, საავტომობილო ტრასა ჰინდუყუშის ქედზე ავღანეთში, ქ. ყვარელის ღვარცოფსაწინააღმდეგო დაცვა და სხვა.

ი.ხერხეულიძე დაიბადა 1908 წელს – 3 მაისს ქალაქ ყარსში (ამჟამად თურქეთი) თავადის ოჯახში. 1917 წელს ოჯახი გადმოსახლდა თბილისში, სადაც გაიარა მისმა ყმაწვილობამ. 1928-1932 წლებში ი.ხერხეულიძე თბილისის საინჟინრო საგზაო ინსტიტუტის სტუდენტია და ამთავრებს მას სპეციალობით "ხიდები, ხიდის ჰიდრაულიკა". ამ პერიოდში იგი სწავლას უთავსებს მუშაობას ტექნიკოსად მშენებლობებზე კიროვაკანში (ძორაგეთში), ყაზბეგში (ანდუხითში), ხიდის მშენებლობაზე (მდ. ჩირჩიკი უზბეკეთში), მოსკოვში – საპროექტო ინსტიტუტი "გიპროტრანსი".

1932-1937 წლებში ირაკლი ხერხეულიძე ცხოვრობს და მუშაობს ინჟინრად და ჯგუფის უფროსად რუსეთში ხოლო 1937 წელს ბრუნდება თბილისში. აქ იგი მცირე ხნით მუშაობს კავკასიის ტრანსპორტის ინსტიტუტში ("კავგიპროტრანსი"), ხოლო შემდეგ გადადის საკავშირო საგზაო საპროექტო ინსტიტუტის ("სოიუზდორპროექტი") თბილისის ფილიალში, სადაც მოღვაწეობდა 1958 წლამდე ინჟინრად, ხელოვნური ნაგებობების განყოფილების გამგედ, მთავარ ჰიდროლოგად. აღნიშნული ორგანიზაცია მისთვის გახდა მშობლიური და მის კოლექტივთან სიცოცხლის ბოლომდე აგრძელებდა საქმიან და მეგობრულ ურთიერთობას.

დიდი სამამულო ომის პერიოდში ბ-ნი ირაკლი მუშაობს ყირიმის და IV უკრაინული ფრონტის ბრიგადებში, და უზრუნველყოფს საპროექტო დასაბუთებებით მთის მდინარეებზე სახიდე გადასასვლელების აღდგენისა და მოწყობის სამუშაოებს, მათ შორის კავკასიის ღვარცოფულ მდინარეებზე. 1941-1946 წლებში ირაკლი ხერხეულიძე დაჯილდოებულ იქნა საპატიო ნიშნებით და მედლებით.

მთელი მისი ცხოვრების მანძილზე ბ-ნი ირაკლი ამუშავებდა კეთილსინდისიერ დამოკიდებულებას და შემოქმედებით მიდგომას შესასრულებელი საქმიანობის მიმართ, დიდ სიყვარულს პროფესიისადმი და გამოირჩეოდა უდიდესი შრომისმოყვარეობით.

ი.ხერხეულიძე მუდმივად ეწეოდა სამეცნიერო-კვლევით მუშაობას, რომელშიც ახორციელებდა მთისა და მთისპირა ზონაში კომუნიკაციების დაპროექტების პროცესში შექმნილი ინფორმაციისა და გამოცდილების განზოგადობას ღვარცოფული ნაკადისა და კალაპოტური პროცესების, ჩამონადენის ფორმირების პირობების შესწავლის საფუძველზე. 1955 წელს მან დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია.

1958 წლიდან იწყება ბატონი ირაკლის ოფიციალური სამეცნიერო მოღვაწეობა. 1958-1963 წლებში ის უძღვება სამთო მელიორაციის განყოფილებას საქართველოს ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში, ხოლო 1963 წლიდან 1978 წლამდე ხელმძღვანელობს ჯერ სექტორს, შემდეგ კი ღვარცოფული ნაკადებისა და კალაპოტური პროცესების განყოფილებას ამიერკავკასიის სამეცნიერო კვლევით ჰიდრომეტეოროლოგიურ ინსტიტუტში. აღნიშნულ პერიოდში მისი ხელმძღვანელობით სრულდება სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის და მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის გეგმებით განსაზღვრული ღვარცოფული ნაკადების ფორმირების, დინამიკის, მათ საწინააღმდეგო ბრძოლასთან დაკავშირებული მრავალი სამუშაო.

ბატონი ირაკლის შრომები (განსაკუთრებით მაქსიმალური თავსხმური და ღვარცოფული ჩამონადენის, ბუნებრივ და შევიწროებულ პირობებში ნაკადის კალაპოტური მახასიათებლების გაანგარიშების, ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებებისა და კონსტრუქციების შესახებ)

დაიშინა სპეციალისტების უმაღლესი შეფასება. ისინი ფართოდ გამოიყენებოდა და დღესაც გამოიყენება, როგორც ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიის ფარგლებში, ისე მის საზღვრებს გარეთ (ჩინეთი, იუგოსლავია, პოლონეთი, ჩეხოსლოვაკია, ავსტრია და სხვა). 1970-ან წლებში ი.ხერხეულიძე ორჯერ იქნა მიწვეული ლექციების წასაკითხად იუგოსლავიასა და პოლონეთში, ხოლო აღნიშნული ქვეყნების სპეციალისტები ჩამოდიოდნენ მასთან კონსულტაციაზე თბილისში.

ბატონი ირაკლის მოღვაწეობა, მისი შრომები არა ერთხელ იქნა აღნიშნული პრემიებით და საპატიო სიგელებით. 1976 წელს დაჯილდოვდა ორდენით - "Знак почета".

ირაკლი ხერხეულიძის მიერ ჩამოყალიბებული კვლევის მიმართულებები მისი გარდაცვალების შემდეგ, 1978 წლიდან, გრძელდებოდა და ვითარდებოდა ღვარცოფული ნაკადების და კალაპოტური პროცესების ლაბორატორიის თანამშრომლების მიერ ამიერკავკასიის სამეცნიერო კვლევით ჰიდრომეტეოროლოგიურ ინსტიტუტში და გრძელდება მისი მიმდევრების მიერ. გასულ პერიოდში მათ გამოქვეყნეს 80-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი, მიიღეს მონაწილეობა ნორმატიული დოკუმენტების, პრაქტიკული სახელმძღვანელოების შემუშავებაში და მნიშვნელოვანი ჰიდროტექნიკური ობიექტის პროექტის უზრუნველყოფაში ჰიდროლოგიურ-ჰიდრაულიკური დასაბუთებით.

ნ. ბეგალიშვილი, თ. ცინცაძე, დ. აბუთიძე, გ. ხერხეულიძე

ილია კვარაცხელია

ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ერთ-ერთი დამაარსებელი აეროლოგიის ქართული სკოლის ფუძემდებელი პროფ. ილია კვარაცხელია დაიბადა 1907 წლის 21 ოქტომბერს. 1930 წელს დაამთავრა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტი, სადაც გამორჩეული იყო ნიჭით და რისთვისაც დანიშნული ჰქონდა მაღალი სტიპენდია. აქ მან მიიღო საუკეთესო ფიზიკა-მათემატიკური განათლება, ყოველთვის სიყვარულით იხსენებდა თავის მასწავლებლებს ა. რაზმაძეს, ნ. მუსხელიშვილს, გ. ნიკოლაძეს, ა. ხარაძეს, რ. ხუციშვილს. უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ აზარანის პეტერბურგში, სადაც ჩაირიცხა მთავარი გეოფიზიკური ობსერვატორიის ასპირანტურაში (1931-1934წწ). ეს ობსერვატორია ითვლებოდა ერთ-ერთ მთავარ სამეცნიერო ცენტრად, სადაც უდიდესი მეცნიერები მოღვაწეობდნენ. პროფ. ი. კვარაცხელიამ თავიდანვე მიიქცია მათი ყურადღება, როგორც კვლევა-ძიების უნარის მქონე ნიჭიერმა ასპირანტმა. აქ ჩამოყალიბდა როგორც მეცნიერული აეროლოგიაში, რომლისთვისაც არ უღალატია სიცოცხლის უკანასკნელ დღემდე. პეტერბურგშივე გამოაქვეყნა თავისი პირველი სამეცნიერო სტატიები. პარალელურად ესწრებოდა პეტერბურგის უნივერსიტეტის გამორჩეულ ლექციებს. ფართოვდებოდა მისი ინტერესების სფერო. განსაკუთრებით დაინტერესდა ფილოსოფიით. პეტერბურგში გატარებულმა წლებმა, მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა მის ცხოვრებაში. იქვე დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, ხოლო მოგვიანებით მოსკოვში – სადოქტორო. მისი დიდი სამეცნიერო პოტენციალის გათვალისწინებით 1934 წელს სამუშაოდ მიიწვიეს თბილისის გეოფიზიკის ობსერვატორიაში აეროლოგიური განყოფილების გამგედ. თუ მეტეოროლოგია ერთ-ერთი უძველესი მეცნიერებაა, აეროლოგია იმ დროისათვის იყო სრულიად ახალი მეცნიერება, რომლის განვითარება იძლეოდა ახალ შესაძლებლობებს ატმოსფეროს ზედა ფენის შესასწავლად. სწორედ პროფ. ი. კვარაცხელიას ძალისხმევით და უშუალო ხელმძღვანელობით, საქართველოში პირველად 1935 წლის აგვისტოში, გაუშვეს ახალი სისტემის რადიოზონდი, რომელმაც საფუძველი დაუდო ატმოსფეროს ზედა ფენის შესწავლის შესაძლებლობებს კავკასიაში, მოგვიანებით მისივე დახმარებით ჩამოყალიბდა აეროლოგიური სადგურები სოხუმში (1946წ.) და ბათუმში (1967წ.). მისი ორგანიზებით საქართველოში შეიქმნა მეტეოროლოგიური და აეროლოგიური სადგურების სადამკვირვებლო სახელმწიფო ქსელი. შემდგომში, წლების მანძილზე, აეროლოგიური ინფორმაციის დაგროვებამ და შესწავლამ პრაქტიკული გამოყენება პოვა ავიაციისა და ამინდის პროგნოზის საქმეში.

თბილისის გეოფიზიკური ობსერვატორიის ბაზაზე, მისი უშუალო ძალისხმევით 1953 წლის 1 ივლისს ჩამოყალიბდა ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, რომლის დირექტორის მოადგილე სამეცნიერო ნაწილში იყო დაარსებიდან 20 წლის მანძილზე, მას უდიდესი წვლილი მიუძღვის კვლევის უახლესი მეთოდების დანერგვის, ინსტიტუტის სამეცნიერო კადრების ჩამოყალიბების საქმეში. ამავე ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა და ხელმძღვანელობდა აეროლოგიისა და კლიმატოლოგიის განყოფილების (1953-1960), აეროლოგიისა და ატმოსფეროს ელექტრობის ლაბორატორიას (1973-1979). მეტეოროლოგია და კერძოდ აეროლოგია არის მეცნიერება, რომელის მოითხოვს მეცნიერთა საერთაშორისო თანამშრომლობას. უნდა აღინიშნოს, რომ ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტი გამოირჩეოდა მძლავრი სამეცნიერო სკოლით, სადაც ხშირად იმართებოდა საერთაშორისო სიმპოზიუმები და კონფერენციები, რომელთა ორგანიზებაში პროფ. ი. კვარაცხელია იღებდა აქტიურ მონაწილეობას. მისი გამოსვლები გამოირჩეოდა ატმოსფეროს ბუნებრივი პროცესების ცოდნის სიღრმით. პროფ. ი. კვარაცხელია 80-მდე სამეცნიერო შრომის ავტორია ზედა ფენების ფიზიკაში, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი კვალიფიკაციითა და სიახლით. მონოგრაფიაში „ატმოსფეროს აგებულების აეროლოგიური კვლევა ამიერკავკასიაში“, დაწვრილებით არის გამოკვლეული ატმოსფეროს ზედა ფენები მეტეოროლოგიური ელემენტების განაწილების თავისებურება, მათზე კავკასიის რთულის ფიზიკო-გეოგრაფიული პირობების ზეგავლენა, ტროპოპაუზის ფენის სტრუქტურული თავისებურება, ნაკადური დინების წარმოქმნის აეროსინოპტიკური პირობები, ქარის მკვეთრი ვერტიკალური ცვლილებები, რომლის ცოდნა მეტად მნიშვნელოვანია თანამედროვე ავიაციის უსაფრთხოებისათვის. პროფ. ი. კვარაცხელიამ დაადგინა ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე კავკასიონის მთავარ ქედზე გადავლით ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ, როგორც ცივი, ასევე შედარებით თბილი ჰაერის მასების გავრცელების შესაძლებლობა.

შეისწავლა რა ოროგრაფიული ტიპის ფიონების წარმოქმნის პირობები, რომელიც საკმაოდ ხშირად შეინიშნება რიონის დაბლობზე, ასევე ანტიციკლონური ფიონები, რომლებიც კავკასიის მთიან რეგიონებში წარმოიქმნება, პროფ. ი. კვარაცხელიამ გამოიკვლია, რომ ფიონების წარმოქმნის პროცესში გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს შედარებით თბილი ჰაერის მასების ადვექციას და მათ გადაადგილებას მთიანი ქედების და უღელტეხილების გავლით. პროფ. ი. კვარაცხელიას ხელმძღვანელობით და რედაქციით გამოიცა პირველად ამიერკავკასიის აეროლოგიური ცნობარი.

მეორე მსოფლიო ომის წლებში, ომის დაწყებიდან დამთავრებამდე, იმყოფებოდა მოქმედი არმიის რიგებში. აქაც იყენებდა თავის ცოდნას და წარმატებით ახდენდა რადიოლოკატორების

ექსპლუატაციას თვითმფრინავების უსფრთხოებისათვის, რისთვისაც დაჯილდოებული იყო უამრავი ორდენებით და მედლებით.

სამეცნიერო მოთვაწურობასთან ერთად პროფ. ი. კვარაცხელია წლების განმავლობაში ეწეოდა პედაგოგიურ საქმიანობას თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში. მისი ლექციები და მოხსენებები გამოირჩეოდა მაღალი პროფესიონალიზმით, საქმის ღრმა ცოდნით და ერუდიციით. შეექმნა ურთულესი ფიზიკური პროცესების მარტივად აღწერა. მისი ცხოვრების წესი სამაგალითო იყო ახალგაზრდებისათვის. მას ყოველთვის ახასიათებდა სისპეტაკე და მაღალი ზნეობა.

ინფორმაცია პროფ. ილია კვარაცხელიას ცხოვრებაზე და მოღვაწეობაზე შესულია პირველ ქართულ ენციკლოპედიაში.

ღვაწდმოსილი პროფესორი ილია კვარაცხელია გარდაიცვალა 1993 წლის 17 ივლისს. დაკრძალულია საბურთალოს საზოგადო მოღვაწეთა პანთეონში.

ნ.ბეგალიშვილი



ლადო ქალდანი
(დაბადების 70-წლისთავთან დაკავშირებით)

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი, ღირსების მედლის მფლობელი, ღვაწლმოსილი გეოგრაფი და გლაციოლოგი ლადო ქალდანი დაიბადა 1939 წელს მესტიაში. 1960-1966 წლებში სწავლობდა ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფია-გეოლოგიის ფაკულტეტზე გეოგრაფ-კარტოგრაფის სპეციალობით. 1967 წლიდან მუშაობდა ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში – სხვადასხვა წლებში იყო ინჟინერი, უმცროსი, უფროსი, წამყვანი მეცნიერ თანამშრომელი, 1992-2006 წლებში არჩეული იქნა გლაციოლოგიის და საშიში გლაციოჰიდროლოგიური მოვლენების ლაბორატორიის გამგედ. 1981 წელს დაიცვა საკანდიდატო, ხოლო 2003 წელს – სადოქტორო დისერტაცია. ბატონი ლადოს სამეცნიერო ინტერესები დაკავშირებული იყო თოვლის ზედაპირის წარმოქმნის, რეჟიმისა და გავრცელების თავისებურებების შესწავლასთან, საქართველოს ტერიტორიაზე თოვლის ზედაპირის რაოდენობრივი მახასიათებლების სივრცულ-დროითი ცვლილებების დადგენასთან, მოსახლეობისათვის საშიში ზეგავრცელების, ზეგასაშიში დასახლებული პუნქტებისა და ობიექტების გამოვლენასთან. 40 წლის განმავლობაში ზეგავრცელების სისტემატური კვლევის და შეროვილი უნიკალური ინფორმაციის საფუძველზე დამუშავებული ჰქონდა ამ კატასტროფული მოვლენის საპროგნოზო მეთოდები, რომლებიც დღესაც გამოიყენება ოპერატიულ პრაქტიკაში, შედგენილი აქვს ზეგასაწინააღმდეგო ღონისძიებათა მეთოდური წინადადებების კომპლექსი ადამიანთა მსხვერპლისა და მატერიალური ზარალის თავიდან ასაცილებლად. მის მიერ დამუშავებულმა ზეგასაწინააღმდეგო დაცვის ღონისძიებებმა გამოიყენება ჰპოვა საქართველოს სამხედრო გზის, ჭუბერი-საკენის საავტომობილო ტრასის, მარაბდა-ახალქალაქის სარკინიგზო მაგისტრალის სა სხვა ობიექტების დაპროექტება-მშენებლობაში. გამოქვეყნებული აქვს 90-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი და მონოგრაფია, მათ შორის 1984-1989 წლებში სტატიები შესულია სსრკ თოვლის ზეგავრცელების კადასტრის 3 გამოცემაში, ხოლო რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის მიერ გამოცემულ მსოფლიო თოვლ-ყინულოვანი რესურსების ატლასში წარმოდგენილია კავკასიის ზეგასაშიშროების 4 რუკა. 1963-1980 წლებში ბატონი ლადო მონაწილეობდა საქართველოს მღვიმეების გამოკვლევებში, დიდი წვლილი მიუძღვნის ახალი ათონის მიწისქვეშა გამოქვაბულის შესწავლასა და კეთილმოწყობის პროექტის შედგენაში, მონაწილეობდა მრავალ საერთაშორისო კონფერენციებში და სიმპოზიუმებში, წლების განმავლობაში კითხულობდა ლექციებს ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში. არჩეული იქნა საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოების სამეცნიერო საბჭოს წევრად, მონაწილეობდა საქართველოს ტერიტორიული მთლიანობის აღდგენის საბრძოლო მოქმედებებში.

ყველასთვის საყვარელ ადამიანს, მეგობარს, უმაღლესი დონის მეცნიერსა და მოქალაქეს ლადო ქალდანს 70 წელი შეუსრულდა. მაგრამ მისი კოლეგებისა და მეგობრებისათვის ძალზე მძიმეა 71-ე წლისთავზე მისი ხსოვნის აღნიშვნა.

თ.ცინცაძე, ნ.ბეგალიშვილი, ბ.ბერიტაშვილი, გ.ფიფია



გივი რობიტაშვილი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტს გამოაკლდა ცნობილი მეცნიერი, ჩვენი თაობის გამორჩეული კაცი, დიდბუნებოვანი ადამიანი, კეთილშობილებითა და თავმდაბლობით გამორჩეული პიროვნება ბიზი რობიტაშვილი. იგი დაიბადა 1931 წელს დედოფლისწყაროს რაიონის სოფ. ზემო მანხაანში. საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ, 1951 წელს შევიდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტზე. 1956 წელს წარჩინებით დაამთავრა აღნიშნული ფაკულტეტი და იმავე წელს მუშაობა დაიწყო სოფელ ზემო მანხაანში ფიზიკის მასწავლებლად. 1959 წელს ჩააბარა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასპირანტურაში, გეოფიზიკის კათედრაზე, რომელიც დაამთავრა 1962 წელს. 1968 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დარგში. 1962-1970 წლებში მუშაობდა ამიერკავკასიის რეგიონალურ ჰიდრომეტეოროლოგიურ სამეცნიერო კვლევით ინსტიტუტში, ჯერ უმცროსი, ხოლო შემდეგ უფროსი მეცნიერ თანამშრომლის თანამდებობაზე. 1970-1973 წლებში იყო თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ მუშაკი. 1973 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე სათავეში ედგა ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ეკოლოგიური მოდელირების ლაბორატორიას.

გივი რობიტაშვილი არამარტო პროფესიაში ღრმად განსწავლული მეცნიერი, არამედ ზოგადი ერუდიციის პიროვნება იყო. მისი სამეცნიერო ინტერესების სფეროს განეკუთვნებოდა კონვექციური დრუბლებისა და მათი ანსამბლების მათემატიკური მოდელირება, დრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებისა და ეკოლოგიური პროცესების გამოკვლევა. გამოქვეყნებული აქვს 60-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი.

წავიდა ჩვენგან ოჯახზე, კოლეგებზე და სიცოცხლეზე შეყვარებული კაცი ნათელში ამყოფოს ღმერთმა მისი სული.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კოლეგები



ლუღუშა არველაძე

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მეცნიერთა რიგებს გამოაკლდა ინტერესთა ფართო დიაპაზონისა და ღრმა ერუდიციის მქონე პიროვნება, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი ლუღუშა არველაძე.

იგი დაიბადა 1940 წელს აბაშის რაიონში. მან ჭიათურის საშუალო სკოლის ოქროს მედალზე დამთავრების შემდეგ სწავლა გააგრძელა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში მექანიკა-მათემატიკის ფაკულტეტზე, რომელიც 1965 წელს დაამთავრა მათემატიკის სპეციალობით. 1966 წელს მუშაობა დაიწყო ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში. 1968-1970 წლებში იყო სტაჟიორ-მკვლევარი ობნინსკის ექსპერიმენტალური მეტეოროლოგიის ინსტიტუტში. 1971-1973 წლებში სწავლობდა და დაამთავრა სრულიად რუსეთის სასოფლო-სამეურნეო მეტეოროლოგიის კვლევითი ინსტიტუტის ასპირანტურა. 1980-1991 წლებში მუშაობდა კუბის მეცნიერებათა აკადემიაში. 1975 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია თემაზე - „საქართველოში ჩაის კულტურის პროდუქტიულობაზე აგრომეტეოროლოგიური პირობების გავლენის პროცესების მათემატიკური მოდელირება“. 1999 წელს დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია თემაზე - „მრავალწლიანი კულტურების მოსავლის ფორმირების აგრომეტეოროლოგიური პროცესების მათემატიკური მოდელირება და მათი წარმოების ტექნოლოგიის ოპტიმიზაცია“ და მიენიჭა ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხი.

სიცოცხლის ბოლო წლებამდე იგი იყო ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის აგრომეტეოროლოგიური პროცესების მათემატიკური ლაბორატორიის გამგე. მისი სამეცნიერო ინტერესის სფეროს წარმოადგენდა მრავალწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ფორმირების მათემატიკური მოდელირება. გამოქვეყნებული აქვს 60-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის მონოგრაფიები. დაჯილდოებულია ობნინსკის ექსპერიმენტალური მეტეოროლოგიის საკავშირო ინსტიტუტის საპატიო დიპლომითა და მეორე ხარისხის პრემიით, კუბის მეცნიერებათა აკადემიის საპატიო დიპლომით, საკავშირო სასოფლო-სამეურნეო გამოფენის მედლით. ლუღუშა არველაძის შემოქმედების გაცნობა ახასიათებს მას როგორც შრომისმოყვარე, კეთილსინდისიერ მეცნიერს, რომლის ხსოვნა სამუდამოდ დარჩება მისი მეგობრებსა და კოლეგებში.