

ბ.მიქაშავიძე

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უკ 551.510

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

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

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

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

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

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

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

2. სიჩქარის გრიგალის ვერტიკალური მდგენელი ითვლებოდა ტოლობით

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

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

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

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

$$\frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z_1} = (f_{700} - f_{850}) / (H_{700} - H_{850}); \quad \frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z_2} = (f_{500} - f_{850}) / (H_{500} - H_{850}); \quad \frac{\partial^2 f}{\partial z^2} \Big|_{z_2} = (\frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z_3} - \frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z_1}) / (z_3 - z_1) = (\frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z_3} - \frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{z_1}) / (H_{500} - H_{850}),$$

სადაც დონეები

$$z_1 = (H_{700} + H_{850}) / 2; \quad z_2 = (H_{500} + H_{850}) / 2; \quad z_3 = (H_{500} + H_{700}) / 2.$$

გამოთვლები წარმოებდა ბადის ცენტრალური ნაწილის 14b20=280 წერტილში. ამიტომ, მაგალითად, H-ის x – ით და y-ით პირველი რიგის წარმოებულების გამოთვლისას თითოეულ დონეზე მიღებოდა 560 მნიშვნელობა, ხოლო u და v-ს იმავე წარმოებულათვის – 1120 მნიშვნელობა და ა.შ., ყველა 40 სიდიდისათვის (მეტეოროლოგიური ელემენტი, წარმოებული, ოპერატორი, იხ. ცხრ.2). მიღებული შედეგებიდან ვაფიქსირებდით მაქსიმალურ მნიშვნელობებს დონეების (850, 700, 500 ჰპ) მიხედვით და საერთოს სამივე დონისათვის, ანუ 1.5-5.5 კმ-იანი ფენისათვის. ამრიგად,, თითოეული შემთხვევის (73 შემთხვევიდან) გათვლის შედეგად ფიქსირდებოდა 40b4=160, ხოლო 73 შემთხვევისათვის 160b73 მაქსიმუმი. სკმ-ების გამოთვლები წარმოებდა ცალ-ცალკე დონეებისათვის, ფენისათვის, ცივი (იანვარი-მარტი, 44 შემთხვევა), თბილი(აპრილი-ივნისი, 29 შემთხვევა) და მთლიანი პერიოდისათვის, ანუ თითოეული სიდიდისათვის მიიღებოდა 12 სკმ. ცხრ.1-ში,

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

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

მაგალითად, მოცემულია ამ 12 სკმ-ის მნიშვნელობა (1) და (2) გამოსახულებებში შემავალი სიდიდეებისათვის. მიღებული შედეგებისათვის საერთოა ის, რომ ცივი პერიოდის მნიშვნელობები უფრო მაღალია, ვიდრე თბილი პერიოდის, რაც სრულიად სამართლიანად, განპირობებულია თბილ პერიოდთან შედარებით, ცივ პერიოდში ცირკულაციური პროცესების მეტი ინტენსივობით. გარდა ამისა, ჩვენს მიერ, რეგიონალური მასშტაბის პროცესებისათვის, მიღებული შედეგები შესამჩნევად მაღალია, ვიდრე დიდმასშტაბიანი პროცესების დროს. განსაკუთრებით დიდი განსხვავებაა ვერტიკალური სიჩქარეების მნიშვნელობებში. აღნიშნული სხვაობები განპირობებულია, ერთის მხრივ, მთების გავლენის გათვალისწინებით და მეორეს მხრივ, შედარებით მცირე(100 კმ, 400 კმ-ის ნაცვლად) ჰორიზონტალური ბიჯით. ცხრ.2-ში მოცემულია საბოლოო საშუალო კვადრატული მნიშვნელობები კავკასიის რეგიონისათვის, ფენში 1.5-5.5 კმ, გამოთვლილი მეტეოროლოგიური ელემენტების, მათი წარმოებულებისა და საპროგნოზო განტოლებებში შემავალი ზოგიერთი ოპერატორის მაქსიმალური მნიშვნელობებით.

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

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

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

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

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

უკ 551.510

მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და მათი წარმოებულების მნიშვნელობები მთების თავზე(კავკასიის მაგალითზე),/ზ.მიქაშავიძე, ჰმი-ს შრომათა კრებუ-ლი,-2007-ტ.114,-გვ - ქართ., რეზ.ქართ., ინგლ., რუს.

ფაქტიური მონაცემების საფუძველზე, რეგიონალური მასშტაბის პროცე-სებისათვის გათვლილია მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და მათი წარმო-ებულების(სხვაობათა ფარდობების) მაქსიმუმთა საშუალო კვადრატული მნიშვნელობები 850, 700 და 500 ჰპა დონეებზე და ფენაში 1.5-5.5 კმ., რომელთა საშუალებითაც შეიძლება დავადგინოთ თანაფარდობა საპროგნოზო განტო-ლებების წევრთა შორის. ცხრ.2, ლიტ.დას.2.

UDC 551.510

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

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

УДК 551.510

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

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