

უაკ. 551.551.1, 551.575-6

ღრუბლების ანსამბლისა და ფიონების რიცხვითი მოდელირება

გელაძე გ. შ., ბეგალიშვილი ნ. ა. ბეგალიშვილი ნ. ნ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

როგორც ცნობილია, საქართველოსთვის მეტად აქტუალურია მეზომეტეოროლოგიური, კერძოდ, ნოტიო პროცესების (ღრუბელი, ნისლი, ფიონები) შესწავლა. განსაკუთრებით ყურადსაღებია ამ პროცესების რიცხვითი მოდელირება, რომელთა საშუალებით შესაძლებელია მათი პროგნოზირება, მათზე ხელოვნური ზემოქმედება, ფინანსურად მვირი, ტექნიკურად და ეკოლოგიურად რთული და საშიში პროცესების იმიტირება „ქალაქში“. თავისთავად ეს დარგი მეტად მნიშვნელოვანია ჰიდრომეტეოროლოგიის, ეკოლოგიის, სოფლის მეურნეობის, საზღვაო-საავიაციო მეტეოროლოგიისა და სხვა სფეროებისათვის. ასევე აღსანიშნავია ამ სამუშაოების წარმოება დღევანდელი საქართველოსა და გლობალური დათბობის ფონზე.

მოცემულ ნაშრომში შევხებით ღრუბელთა და ნისლის ანსამბლის წარმოქმნას, მათ ურთიერთტრანსფორმაციასა და ფიონებს. ერთი შეხედვით, ეს საკითხები ერთმანეთისაგან განსხვავებულია, მაგრამ ყველა ამ პროცესს საერთო საფუძვლად უდევს ატმოსფეროს თერმოჰიდროდინამიკა, ნოტიო პროცესები, წყლის ორთქლის კონდენსაციის ფარული სითბოს გამოყოფა და ა. შ.

ნოტიო პროცესების ანსამბლი და მათი ურთიერთტრანსფორმაცია. ღრუბელთა ანსამბლის შექმნის პირდაპირი და უკუპროცესი მეტად აქტუალურია ნალექების გამოწვევა-შეწყვეტის თვალსაზრისით: გაყოფისას ღრუბელთა პირეული იზრდება, შესაბამისად, იზრდება აორთქლება, რაც იწვევს ღრუბლის წყლიანობის შემცირებას – მის დასუსტებას და პირიქით, ღრუბელთა ანსამბლის გარდაქმნა ერთიან სისტემად ზრდის ნალექების მოსვლის ალბათობას.

ამოცანის დასმა დაწვრილებით მოცემულია ჩვენს ადრინდელ სტატიებში [1-3], ამიტომ სიმოკლისათვის ორგანოზომილებიან ($x-z$ ვერტიკალურ სიბრტყეში) ატმოსფეროს მეზომეტეოროლოგიური სასაზღვრო ფენის (**ამსფ**) და მასში მიმდინარე პროცესების აღწერილ განტოლებათა სისტემა და შესაბამისი საწყის-სასაზღვრო პირობები არ მოგვყავს. მოგვყავს მხოლოდ იმ ფიზიკური კონსტანტებისა და ამოცანის პარამეტრების მნიშვნელობები, რომლებიც სხვადასხვა რიცხვით ექსპერიმენტებში არ იცვლებოდნენ: $\lambda=0.033 \text{ m}^2 /(\text{sec.grad})$, $S=0.004 \text{ grad/m}$, $L=600 \text{ cal/g}$, $c_p=0.24 \text{ cal/(g.grad)}$, $\mu=10^4 \text{ m}^2/\text{sec}$, $\nu=10 \text{ m}^2/\text{sec}$, ფარდობითი ტენიანობა $f=95 \%$, $X=80\text{km}$, $Z=2\text{km}$ (აღნიშვნები იხილეთ [1-3] - ში)

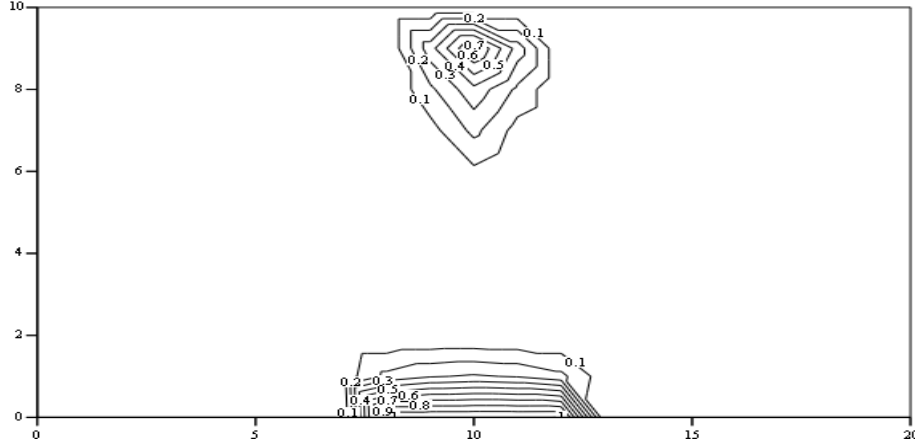
ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის შედეგად მიღებული გვაქვს **ამსფ**-ის თერმოჰიდროდინამიკული, სინოტივისა და წყლიანობის ველების სივრცულ-დროითი განაწილება. სიმოკლისათვის აქცენტს ვაკეთებთ მხოლოდ ნოტიო პროცესების (ღრუბელი, ნისლი) ანსამბლზე, მათ ურთიერთტრანსფორმაციაზე.

ა) ღრუბლისა და ნისლის ერთდროული არსებობა. ჩვენი მოდელის საშუალებით იმიტირებულ იქნა **ამსფ**-ის ისეთი რეჟიმი, როცა ერთდროულად არსებობს ნისლიცა და ღრუბელიც. ამ დროს ადგილი აქვს ღრუბლის მიღევასა და ნისლის გამლიერებას. ღრუბლისა და ნისლის ერთდროული არსებობა საინტერესოა არა მარტო ლოკალური პროგნოზის, არამედ ეკოლოგიური თვალსაზრისითაც. სწორედ ამ დროს კონდენსაციის ფარული სითბოს გამოყოფა აპირობებს რამდენიმეფენიანი ტემპერატურული ინვერსიის გაჩენას (ღრუბლისქვეშა, ღრუბლისზედა, ნისლისზედა და ა.შ. ინვერსიები), რომელშიც ადგილი აქვს მავნე ნივთიერებათა აკუმულაციას. ამ მოვლენას მატყვევმა უწოდა დინამიური წარმოშობის ინვერსია. იგივე შეიძლება ითქვას მრავალრიცხოვანი ნოტიო პროცესების ანსამბლის შემთხვევაშიც, რომელსაც ქვემოთ განვიხილავთ.

რა თქმა უნდა, ეს რეჟიმი მიიღწევა მაღალი ფარდობითი ტენიანობის ($f=95 \%$) დროს. მოვიყვანოთ ის პარამეტრები ($\mu=10^4 \text{ m}^2/\text{sec}$, $\nu=10 \text{ m}^2/\text{sec}$, $t=15$ სთ), რომლის დროსაც გვაქვს ზემოთაღნიშნული სურათი, ნახ. 1.

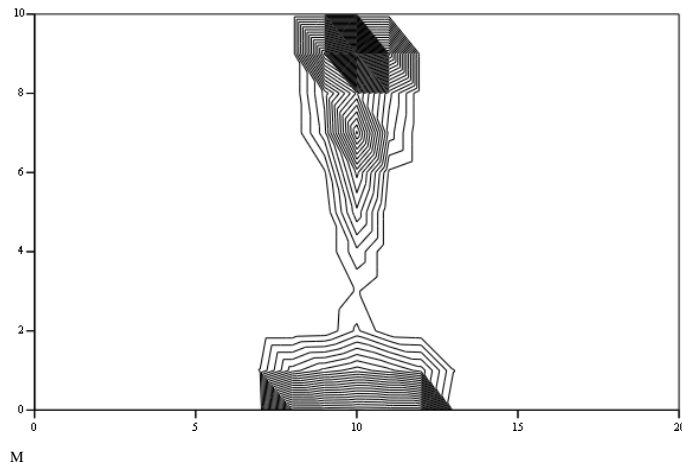
როგორც ნახაზიდან 1. ჩანს, 15 საათისათვის ერთდროულად დაიმზირება როგორც ნისლი, ასევე ღრუბელი, თანაც ნისლის მაქსიმალური წყლიანობა (1გ/კგ) სჭარბობს ღრუბლისას (0,7 გ/კგ).

გ) ღრუბლისა და ნისლის გაერთიანებული ვერტიკალური კომპლექსი. ბუნებრივია, ტურბულენტური რეჟიმი არსებით გავლენას ახდენს ამსფ-ის პროცესების ჩამოყალიბებაში. თეორიიდან ცნობილია და ჩვენს მიერ ჩატარებული რიცხვითი მოდელირებითაც დადგინდა, რომ μ -ის ზრდა იწვევს ნოტიო ველების ჰორიზონტალურ, ხოლო ν -ის ზრდა ვერტიკალურ „გაჭიმვას“. აქედან გამომდინარე, მოცემული მოდელის საშუალებით შესაძლებელია ღრუბლისა და ნისლის არა მარტო ერთდროული არსებობა, არამედ მათი გაერთიანებული ვერტიკალური კომპლექსის სიმულირება. ამის მიღწევა ხორციელდება ფარდობითი ტენიანობისა და ტურბულენტური რეჟიმის გარკვეული პირობებში, კერძოდ, როდესაც ფარდობითი ტენიანობა $f=98\%$, $\mu=9000\text{ m}^2/\text{sec}$, $\nu=10\text{ m}^2/\text{sec}$.



ნახ.1. ღრუბლისა და ნისლის წყლიანობის ν (გ/კგ) იზოხაზები ($t = 15$ სთ)

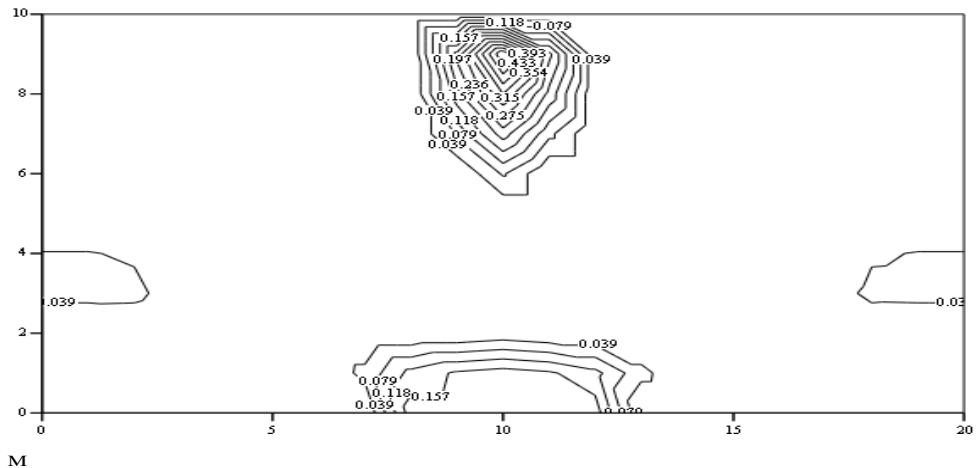
ნისლისა და ღრუბლის გაერთიანება მოხდა მხოლოდ ვიწრო, სამი ღერძული ერთწერტილიანი „ყელის“ საშუალებით, ნახ. 2. ამიტომაც ვიყავით იძულებული, რომ აგველო იზოხაზების დიდი რაოდენობა; ნახაზი რომ არ გაგვერთულეხინა, იზოხაზებს რიცხვითი მნიშვნელობები არ წავაწერეთ. სიცხადისათვის მაინც აღვნიშნავთ, რომ ღრუბლის წყლიანობის მაქსიმალური მნიშვნელობა უდრის 1,72 გ/კგ, ხოლო ნისლისა კი 1,01 გ/კგ. რომ გვეჩონოდა უფრო მცირეებიჯიანი ბადე, ალბათ უფრო განიერ „ყელს“ მივიღებდით. ღრუბლისა და ნისლის გაერთიანებული კომპლექსი არსებობდა ≈ 13 - დან 17 საათამდე.



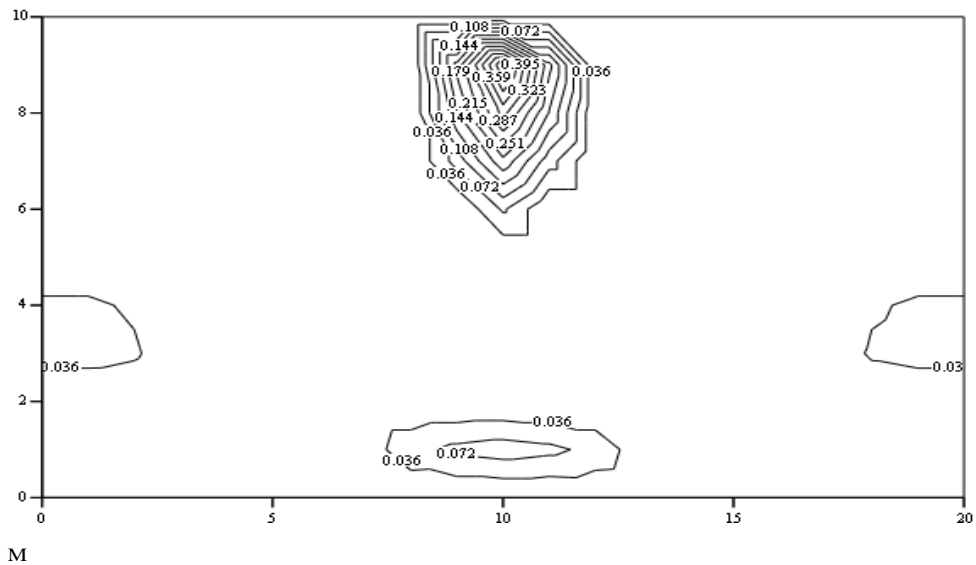
ნახ.2. ღრუბლისა და ნისლის გაერთიანებული კომპლექსის წყლიანობის ν (გ/კგ) იზოხაზები ($t = 15$ სთ).

დ) ღრუბლებისა და ნისლის ანსამბლი. რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგად (ამოცანის გარკვეული პარამეტრების შერჩევის ხარჯზე – განსაკუთრებულ აქცენტს ვაკეთებთ ჰორიზონტალურ ტურბულენტობაზე $\mu = 9000 \text{ m}^2/\text{sec}$) იმიტირებულ იქნა ასეთი საინტერესო სცენარი: როდესაც ნისლი ძლიერდება, ის, ძირითადად, ტურბულენტობის გამო გადაფარავს, სცდება „კუნძულის“ ჰორიზონტალურ ზომებს. ტემპერატურის დღე-ღამური სვლის დროს, როდესაც ქვეფენილი იწყებს გათბობას, ბუნებრივია, სითბური „კუნძულის“ თავზე არსებული რადიაციული ნისლი სუსტდება, ან გადაგვარდება ფენა ღრუბლად, ან სულაც განიბნევა, იმ დროს, როცა მის გარეთ შენარჩუნებული გვაქვს ნისლი. ფაქტიურად ადგილი აქვს რადიაციული ნისლის ტრანსფორმაციას ორ დაბალ ფენა ღრუბლად, შემდეგ კი თვითონ გადაგვარდა ფენა ღრუბლად: ნახ. 3. გვაქვს 3 ფენა ღრუბელი და ერთი რადიაციული ნისლი, ხოლო ნახ. 4. – 4 ფენა ღრუბელი.

ფიზიკურად აქ ყველაფერი ლოგიკურ ჩარჩოში ჯდება, მაგრამ მეტეოროლოგიური დაკვირვებებიდან ამგვარი პროცესი ჩვენთვის არ იყო ცნობილი. საინტერესოა სწორედ ისაა, რომ ეს ანომალიური სცენარი გათამაშდა ჩვენი რიცხვითი მოდელის საშუალებით. ვეცდებით მომავალში მოვიპოვოთ შესაბამისი ექსპერიმენტული მასალა.



ნახ. 3. ღრუბლებისა და ნისლის ანსამბლი ($v \text{ g/kg}$, $t = 23,2$ სთ).

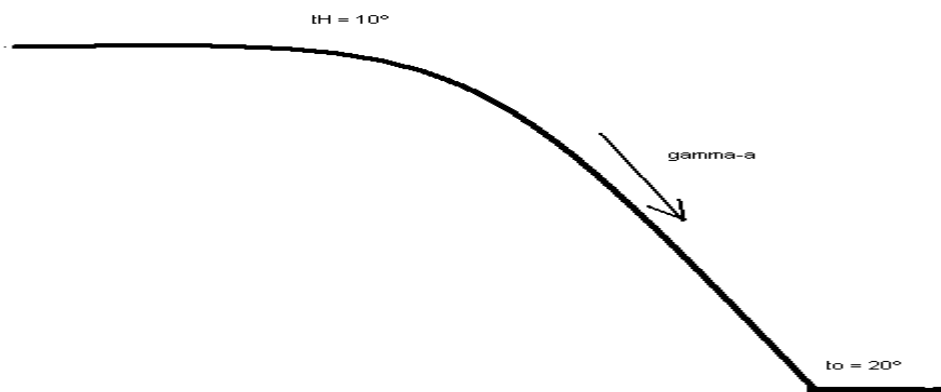


ნახ. 4. ღრუბლების ანსამბლი ($v \text{ g/kg}$, $t = 23,6$ სთ).

ფიონების ახლებური კლასიფიკაცია და მათი რიცხვითი მოდელირების შესაძლებლობა. მეტეოროლოგიაში არსებობს კარგად ცნობილი ტერმინი “ფიონი”. ესაა დაღმავალი, თბილი, მშრალი

ქარი. მას აქტუალური მნიშვნელობა აქვს მთელ რიგ მეზომეტეოროლოგიურ პროცესებში: ატმოსფეროს თერმოჰიდროდინამიკა, ღრუბელ-ნისლწარმოქმნა, აგრომეტეოროლოგია; ის იწვევს სათბურის ეფექტს. ფიონების სეზონური და სივრცულ-დროითი განაწილება მეტად აქტუალურია ქალაქის, სოფლისა და კურორტული დაგეგმარებისათვის და ა. შ. ისინი ასევე მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ გაუდაბნოების პროცესებში, რაც მჭიდრო კავშირშია გლობალური დათბობის პრობლემასთან.

სქემატურად განვიხილოთ ფიონის ფორმირების მექანიზმი. კლასიკური მეტეოროლოგიიდან ცნობილია, რომ აღმასვლისას მშრალი ჰაერი (ეს პროცესი შეიძლება ჩაითვალოს მშრალადიაბატურ აღმასვლად) ყოველ 100 მეტრზე ცივდება 1 გრადუსით, ე. ი. მშრალ ადიაბატიანი გრადიენტი $\gamma_a = 0.01 \text{ grad/m}$. ბუნებრივია, დაღმავალი მშრალი ჰაერი იგივე კანონით გათბება, ე. ი. $\gamma_a = -0.01 \text{ grad/m}$. როგორც წესი, ჰაერის დაღმასვლას განიხილავენ მთიდან ბარში, ე. წ. “თაროდან”, ნახ. 5. (დავუშვათ, მთის სიმაღლე $H = 1000 \text{ მ}$, მთაზე ტემპერატურა $t_H = 10 \text{ C}^\circ$).



ნახ. 5. ფიონი.

მშრალადიაბატურად დაღმასვლის შედეგად მთის ძირში ადგილი აქვს დათბობას - t_0 გახდა 20 C° .

აი, ესაა ფიონის ტრადიციული განმარტება.

ეხლა განვიხილოთ ფიონის ფორმირების გენეზისი უფრო სრულად: მთაზე ჰაერის დაღმასვლის გარდა მხედველობაში მივიღოთ აგრეთვე პროცესის საწყისი ეტაპი – ჰაერის აღმასვლაცა და ღრუბელ-ნალექწარმოქმნაც. ამ პოზიციებიდან გამომდინარე შემოგვაქვს ფიონების ახლებური კლასიფიკაცია მშრალადიაბატური, ნოტიოადიაბატური და ნოტიომშრალადიაბატური ფიონების სახით. განვიხილოთ თვითოეული დაწვრილებით.

ა) მშრალადიაბატური ფიონი. წარმოვიდგინოთ მშრალი ჰაერის მთაზე გადადინება ($H = 1000 \text{ მ}$, აღმასვლისას ტემპერატურა მთის ძირში $t_1 = 20 \text{ C}^\circ$). ჰაერის მშრალადიაბატიანი აღმასვლისას მთის წვერში ის გაცივდება და $t_H = 10 \text{ C}^\circ$, ხოლო მშრალადიაბატიანი დაღმასვლისას ის ისევ გახდება $t_2 = 20 \text{ C}^\circ$, ე. ი. გვაქვს იგივე ტემპერატურა, რაც გვქონდა მთის გადაღმა., ნახ. 6.

ამ სახის ტრადიციულ ფიონს ვუწოდოთ მშრალადიაბატური.

ბ) ნოტიოადიაბატური ფიონი. ნოტიო ჰაერის აღმასვლისას პროცესი გარკვეულწილად სხვანაირად ვითარდება: თუ ამ დროს ჰაერმა მიაღწია კონდენსაციის დონეს, ადგილი აქვს წყლის ორთქლის ფაზურ გარდაქმნას (წარმოიქმნება ღრუბელი), რომლის დროსაც გამოიყოფა კონდენსაციის ფარული სითბო და ამის გამო ჰაერი გაცივების პარალელურად თბება. ამიტომ ჰაერი ყოველ 100 მ-ზე ცივდება არა 1 გრადუსით, არამედ 0.6 გრადუსით, ე. ი. საქმე გვაქვს ჰაერის ნოტიოადიაბატურ გაცივებასთან. ხაზი გავუსვათ იმ ფაქტს, რომ პროცესს ვიხილავთ ნალექების წარმოშობის გარეშე.

ბუნებრივია, ჰაერი მთის გადაღმა დაეშვება ნოტიოადიაბატურ რეჟიმში: $\gamma_a = 0.006 \text{ grad/m}$.

ე. ი. მთის წინ, ასვლისას $t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, მთის თავზე ტემპერატურა უფრო მაღალია ($t_H = 14\text{ }^{\circ}\text{C}$), ვიდრე მშრალადიაბატური აღმასვლისას, ხოლო მთის ძირას გადაღმა ისევ $t_1 = t_2 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ამრიგად, ნოტიოადიაბატური გადადინებისას, ნახ. 7, ტემპერატურა მთის ძირას, გადაღმა და გადმოღმა ერთიდაიგივეა ისევე, როგორც მშრალადიაბატური შემთხვევაში მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ჰაერის ტემპერატურა მთის თავზე მეორე შემთხვევაში უფრო მეტია, ვიდრე პირველში ნახ. 6.

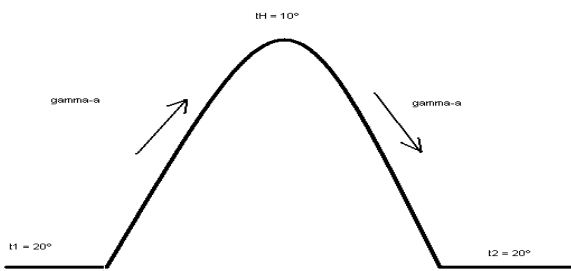
აღვნიშნოთ, რომ ორივე განხილულ შემთხვევაში ფიონი არაა მშრალი.

გ) **ნოტიო- მშრალადიაბატური ფიონი.** განვიხილოთ უფრო რთული სცენარი: ნოტიო ჰაერის აღმასვლა კონდენსაციის დონის მიღწევის შემდეგ ხორციელდება ნოტიო ადიაბატურ რეჟიმში ($\gamma_b = 0.006\text{ grad/m}$), რის გამოც ჩნდება ღრუბელი; მთის თავზე მოდის ნალექი წვიმის სახით და შემდეგ უკვე მშრალი ჰაერი ეშვება მთის ძირში მშრალ ადიაბატურ რეჟიმში ($\gamma_a = 0.01\text{ grad/m}$).

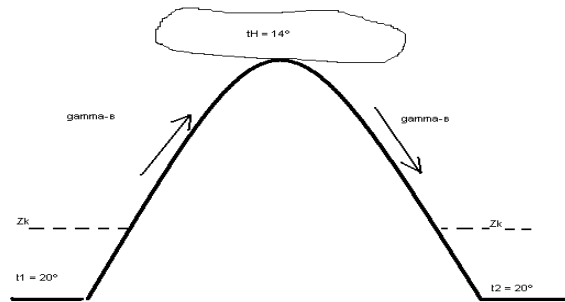
ამ შემთხვევაში მთის უკან (დაშვებისას) ადგილი აქვს ჰაერის უფრო მეტ გათბობას, ვიდრე ჰაერის გაციებას მთის წინ (აღმასვლისას).

ფიონის ამ სახეს ვუწოდებთ ნოტიო- მშრალადიაბატურს, ნახ. 8.

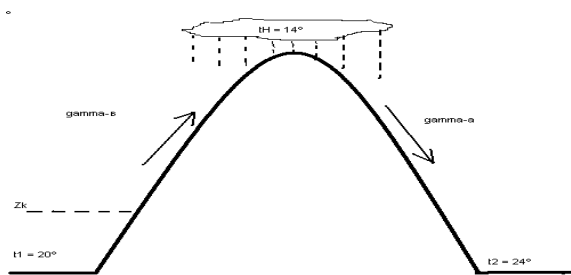
აი, სწორედ ნოტიო- მშრალადიაბატური ფიონის დროს გვაქვს ჰაერის რეალური გათბობა და “გაშრობა”.



ნახ. 6. მშრალადიაბატური ფიონი



ნახ. 7. ნოტიოადიაბატური ფიონი.



ნახ. 8. ნოტიო- მშრალადიაბატური ფიონი.

ფიონის ეს სახე იმითიცაა საინტერესო, რომ ღრუბლების შემთხვევაში კონდენსაციის ფარული სითბო გამოიყოფა ადამიანისათვის მიუღწეველ რადენიმეკილომეტრიან სიმაღლეზე. ამ შემთხვევაში კი ამ სითბოს გამოყოფა ხდება მიწის ზედაპირზე, პირდაპირ “ლანგარზე”, რომლის გათვალისწინება და გამოყენება რეალურად შეგვიძლია ეკოლოგიური, აგრომეტეოროლოგიური, ტურისტული და სხვა მიზნებისათვის

რაც შეეხება ფიონების რიცხვით მოდელირებას, აღვნიშნავთ, რომ მიუხედავად იმისა, რომ 2-განზომილებიანი ამსფ-ის ჩვენეული მოდელი ბრტყელია (ჰაერის მთაზე გადადინებას ვერ გაითვალისწინებს), მაინც შეიძლება ფიონისმსგავსი პროცესების მოდელირება. ცნობილია, რომ კონვექცია არის ორგვარი: თავისუფალი და იძულებითი. კლასიკური ფიონების შემთხვევაში (ჰაერის მიერ მთის გადადინებისას აღმა-დაღმასვლა) გვაქვს იძულებითი კონვექცია. მაგრამ ჩვენი

ბრტყელი მოდელის შემთხვევაშიც ადგილი აქვს ჰაერის ადმა-დადმასვლას ოლონდ მთის გამო კი არა, არამედ ატმოსფეროს შესაბამისი სტრატოფიკაციისა და ქვეფენილის ტემპერატურის გამო (ამას პირობითად თავისუფალი კონვექცია ვუწოდოთ). ამ შემთხვევაშიც შესაძლებელია გვექონდეს სამივე ტიპი ზემოთმოყვანილი ფიონისა. უნდა ვიფიქროთ, რომ ჩვენი მოდელის შემთხვევაში ტემპერატურის ველი იქნება უფრო გლუვი, ვიდრე იძულებითი კონვექციისას – ამ შემთხვევაში აღმავალ და დაღმავალ დენებს შორის არსებობს თბოიზოლაციური ფაქტორი, მთა.

ნოტიო- მშრალადიაბატური ფიონის (ეს ყველაზე საინტერესო შემთხვევა) მოდელირებისათვის დროის იმ მომენტში (t^*), რომელშიც გვაქვს ღრუბლის მაქსიმალური წყლიანობა, პროგრამულად ვსპობთ წყალს (ხელოვნურად “მოგვყავს” წვიმა), ვანულებთ f ფარდობით ტენიანობას, ე. ი. თუ $t=t^* f=0$.

რიცხვითი რეალიზაციის პირველი შედეგები დამაიმედებელია – დაიმზირება შედარებით თბილი დაღმავალი ჰაერი.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гутман Л. Н. Введение в нелинейную теорию мезометеорологических процессов – Л.: Гидрометеиздат, 1969, -295 с.
2. გელაძე გ. შ., ბეგალიშვილი ნ., დავითაშვილი თ. ატმოსფეროს მეზოპროცესებში სითბური ტალღის გავრცელების შესახებ. ჰიდრომეტინსტიტუტის 57-ე სამეცნიერო სესია, 2010 წლის 20-21 მაისი.
3. გელაძე გ. შ., ბეგალიშვილი ნ., დავითაშვილი თ. ზოგიერთი ანომალური მეზოპროცესის მოდელირება. ჰიდრომეტინსტიტუტის 57-ე სამეცნიერო სესია, 2010 წლის 20-21 მაისი.

უკ. 551.551.1, 551.575-6

ღრუბლების ანსამბლისა და ფიონების რიცხვითი მოდელირება. /გელაძე გ., ბეგალიშვილი ნ., ბეგალიშვილი ნ.ნ./სტუ-ს ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. - 2016. - ტ.123. - გვ.50-55. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. ჩვენს მიერ დამუშავებული არასტაციონარული ატმოსფეროს მეზომასშტაბური სასაზღვრო ფენის რიცხვითი მოდელის ბაზაზე სიმულირებულია ნოტიონ პროცესების (ღრუბლები, ნისლი) ანსამბლი. სტატიაში აქცენტი კეთდება ნოტიო პროცესების ურთიერთქმედებასა და ურთიერთგარდაქმნაზე ზემოთხსენებული ანსამბლის ფარგლებში. დეტალურადაა გამოკვლეული ფიონების გენეზისი. ისინი კლასიფიცირებულია მშრალადიაბატურ, ნოტიოადიაბატურ და ნოტიო-მშრალადიაბატურ ფიონებად. დასმულია ამოცანა ფიონების რიცხვითი მოდელირების შესახებ ატმოსფეროს ბრტყელი, ორგანზომილებიანი მეზომასშტაბური სასაზღვრო ფენის ფარგლებში. ამოცანა რიცხვითი რეალიზაციის სტადიაზეა. მიღებულია პირველი დადებითი რეზულტატები.

UDK 551.551.1, 551.575-6

Numerical simulation of clouds ansamble and Foehns./Geladze G., Begalishvili N., Begakishvili N. N./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2016, V.123. - pp.50-55, Geo.; Summ.: Geo., Eng., Rus. The ensemble of humidity processes (fogs, layered clouds) has been simulated on the basis of the numerical model of a non-stationary mesoscale boundary layer of atmosphere (MBLA) developed by us. In this work the accent becomes on interaction and interconversion of humidity processes in the above-stated ensemble. Genesis of Foehns is in detail investigated. They are classified on dryadiabatic, mostadiabatic and most-dryadiabatic Foehns. It is stated a problem about numerical modelling of Foehns in frame of a flat, two-dimensional mesoscale boundary layer. The problem is at a stage of numerical realisation. The first encouraging results are received.

удк 551.551.1, 551.575 -6

Численное моделирование облачного ансамбля и фёнов./Геладзе Г. Ш., Бегалишвили Н. А., Бегалишвили Н. Н./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2019. вып.123. - с.50-55. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. На базе разработанного нами численной модели нестационарного мезомасштабного

пограничного слоя атмосферы симулирован ансамбль влажностных процессов (облака, туман). В статье акцент делается на взаимодействие и взаимопревращение влажностных процессов в рамках вышеупомянутого ансамбля. Детально исследован генезис фёнов. Они классифицированы на сухоадиабатические, влажноадиабатические и влажно- сухоадиабатические фёны. Поставлена задача о численном моделировании фёнов в рамках плоского, двухмерного мезомасштабного пограничного слоя атмосферы. Задача находится на стадии численной рефликации. Получены первые положительные результаты