

მეგრელიძე ლ.დ., \* კუტალაძე ნ.ბ., \* ჩოგოვაძე ი.ვ., \*\* დეკანოზიშვილი ნ.ი., \* ქოქოსაძე ხ.ლ.\*

\*გარემოს დაცვის სამინისტროს გარემოს

ეროვნული სააგენტო, თბილისი

\*\*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

უაკ 551.551.1.4

### შემოსაზღვრული არის მქონე ამინდის რიცხვითი მოდელების სირთულეები საქართველოში ჰაერის ცივი მასების აღმოსავლეთის შემოჭრის სიმულირებისას.

ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე ჩამოყალიბებული სინოპტიკური პროცესების თავისებურებანი განისაზღვრება კავკასიის გეოგრაფიული მდებარეობით, მისი დაშორებით ატმოსფეროს მოქმედების ძირითად ცენტრებთან, ატმოსფერულ პროცესებზე მათი ზეგავლენის ხარისხით და ოროგრაფიული პირობებით.

ძირითადი სინოპტიკური პროცესები და საქართველოს ტერიტორიაზე მათთან დაკავშირებული ამინდის ტიპებია: დასავლეთის, აღმოსავლეთის, ჰაერის მასების ორმხრივი შემოჭრის შედეგად განვითარებული ანტიციკლონური მდგომარეობა და ტალღური შემფოთებები კავკასიის სამხრეთით მდებარე ფრონტალურ ზონაში.

გამოცდილებიდან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ საქართველოს პირობებში ამინდის რიცხვითი მოდელებისთვის ყველაზე რთული საპროგნოზო სიტუაციები დაკავშირებულია აღმოსავლეთის და სამხრეთის პროცესებთან, როდესაც ძირითადი სირთულეები ჩნდება ნალექების ველების სივრცულ-დროითი განაწილების პროგნოზირებისას.

ექსპერიმენტების მიზანია შემოსაზღვრული არის მქონე ამინდის რიცხვითი მოდელების შესაძლებლობების შეფასება საქართველოში ჰაერის მასების აღმოსავლეთიდან შემოჭრასთან დაკავშირებული სინოპტიკური პროცესების სიმულირებისას.

ამიერკავკასიაში ჰაერის მასების აღმოსავლეთიდან შემოჭრის ხელსაყრელი პირობები იქმნება ძლიერი ანტიციკლონის გადაადგილებით ჩრდილო-დასავლეთიდან ქვემოთ კავკასიონის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობებისაკენ ან ჩრდილოეთიდან და ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან კასპიის ზღვაზე სწრაფად მოძრავი ციკლონის ზურგში. ამ დროს არსებითია კავკასიონის ქედის მნიშვნელობა. იგი ხელს უშლის სამხრეთისაკენ მოძრავი ჰაერის მასების საქართველოს ტერიტორიაზე პირდაპირ შემოსვლას, განაპირობებს მათ დაგროვებას ჩრდილო კავკასიის გასწვრივ, მიმართვს სამხრეთ კასპიის რაიონებისაკენ და ინარჩუნებს წნევის ძლიერ გრადიენტს, მიმართულს ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ. ამ დროს შედარებით დაბალი წნევის არე, ჩვეულებრივ, შავი ზღვის თავზე ყალიბდება.

ასეთი პროცესების განვითარებისას აღმოსავლეთ საქართველოში დაიკვირვება ღრუბლიანი ამინდი დაბალი ფენა ტიპის ღრულებით, ნისლით, მცირე ნალექებითა და ტემპერატურის დაცემით დასავლეთ საქართველოში ამ დროს უმეტესად მშრალი და მზიანი ამინდებია აღმოსავლეთის ფიონების თანხლებით.

ზემოთქმულის საილუსტრაციოდ მოგვყავს 2009 წლის 5 ნოემბრის შემთხვევა, რომელიც შერჩეული იქნა იქიდან გამომდინარე, რომ გლობალური და ლოკალური ამინდის მოდელებმა აღნიშნული შემთხვევისათვის მოგვცა განსხვავებული შედეგები. კერძოდ, გარემოს მოდელური სისტემის არაპიდროსტატიკური მეზომასშტაბური (EMS NMM) და მაღალი ამოხსნის (HRM) ოპერატიული მოდელები 3 დღით ადრე საქართველოს უმეტეს ტერიტორიაზე აჩვენებდნენ ნალექს, მაშინ როცა გლობალური მოდელების (GFS, ARPEGE) შედეგები, ისევე როგორც დაკვირვება იყო განსხვავებული.

ექსპერიმენტში გამოყენებული იყო შემდეგი მონაცემები და მეთოდები:

დაკვირვება – მხოლოდ ზედაპირზე ნალექებისა და ტემპერატურისათვის; სატელიტური იმიჯები, მიღებული მეორე თაობის გეოსტაციონალური სატელიტიდან; ანალიზური რუკები ზედაპირის, 500, 700 და 500/1000 ჰპა წნევის დონეებისათვის; GFS, ARPEGE გლობალური მოდელები შესაბამისად, 0.5 და 10-იანი გარჩევის უნარით; შემოსაზღვრული არის მქონე მოდელები: EMS NMM, რომელიც საწყის პირობებს იღებს გარემოს პროგნოზირების აშშ ეროვნული ცენტრის გლობალური პროგნოზირების სისტემიდან (NCEP GFS) გარჩევის უნარით 12 კმ და წნევის 31 ვერტიკალური დონით; მაღალი ამოხსნის მოდელი (HRM) ინიციალიზებული GME-დან 14 კმ რეზოლუციით და 40 ვერტიკალური დონით; საკვლევი მოდელი WRF ARW, GFS-ის საწყისი პირობებით, 15 კმ რეზოლუციით და 27 ვერტიკალური

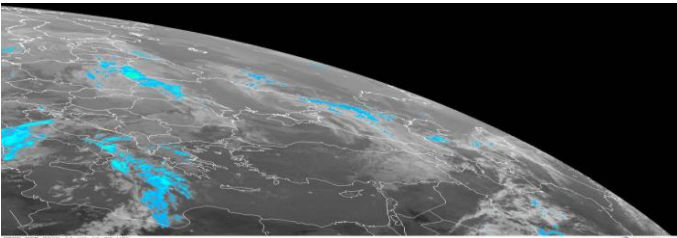
საკვლევი მოდელში WRF ARW განხორციელდა ქვეარის ჩადგმის ტექნოლოგია. ძირითადი არე მოიცავდა კავკასიის რეგიონს 167X117 ბადის კვანძით ჩრდილოეთ-სამხრეთ და აღმოსავლეთ-დასავლეთის მიმართულებით, შესაბამისად. ქვეარე დაფიქსირებული იყო საქართველოს ტერიტორიის თავზე 145X115 ბადის კვანძით და 5 კმ ბიჯით.დონით.

ფიზიკური პარამეტრიზაციის სქემები ყველა ექსპერიმენტის დროს იყო შემდეგნაირი: 1) მიკროფიზიკა: WRF მხოლოდითი მომენტის მე-3 (მე-5 შიდა არისათვის) კლასის სქემა; 2) გროვა ღრუბლების პარამეტრიზაცია: კეინ ფრიხის ახალი სქემა; 3) პლანეტარული სასაზღვრო ფენა: იონსის უნივერსიტეტის სქემა; 4) ხმელეთის ზედაპირის

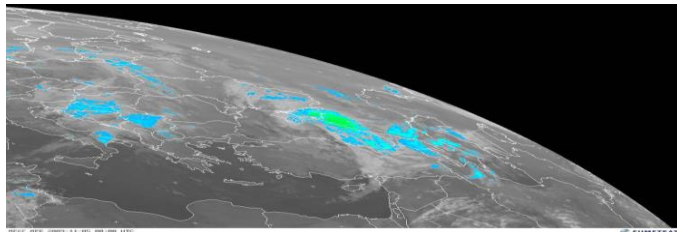
**მოდელი:** ნოას უნიფიცირებული სქემა; 5) **ზედაპირის ფენები:** მონინ-ობუხოვის სქემა; 6) **გრძელტალღიანი რადიაციის ფიზიკა:** რადიაციის სწრაფი გადატანის (RRTM) სქემა; 7) **მოკლელტალღიანი რადიაციის ფიზიკა:** დუდიას სქემა.

საპროგნოზო გაშვებები განხორციელდა გრინვიჩის დროით 00 საათზე 72, 48 და 24 საათით ადრე შემოჭრამდე 1-გვარის (უკუკავშირის გარეშე) და 2-გვარის ქვეარის ჩადგმის ტექნოლოგიით. ასევე თითოეული შემთხვევისათვის გამოცდილი იქნა 3-განზომილებიანი ანალიზური “დატვირთვა” ორივე არისათვის იდენტური კოეფიციენტებით ქარის სიჩქარის ჰორიზონტალური მდგენელების, პოტენციალური ტემპერატურისა და სინოტივისათვის საპროგნოზო ვადის პირველი 24 საათის განმავლობაში “დატვირთვის” შემდგომი 1 საათიანი თანდათანობითი ჩახშობით. ორივე არეში პლანეტარულ სასაზღვრო ფენაში ანალიზური “დატვირთვა” მოხსნილი იყო ტემპერატურისა და სინოტივის ველებისათვის, ხოლო მოდელის ქვედა 10 ფენაში \_ ქარისათვის.

**მიღებული შედეგები** წარმოდგენილია ნახაზებზე 1-8. ნახაზებიდან 1-4 კარგად ჩანს შესაბამისობა სატელიტით დაკვირვებულ და გლობალური მოდელით სიმულირებულ ველებს შორის.

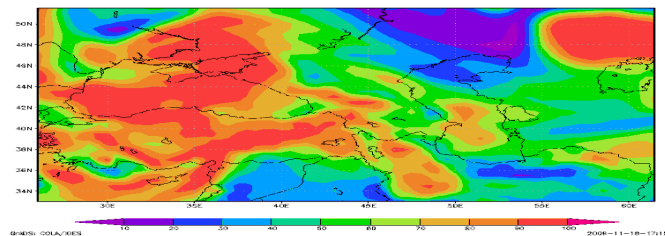


ნახ. 1. სატელიტური იმიჯი. ნალექების ინტენსივობა, 5ოემბერი 00UTC

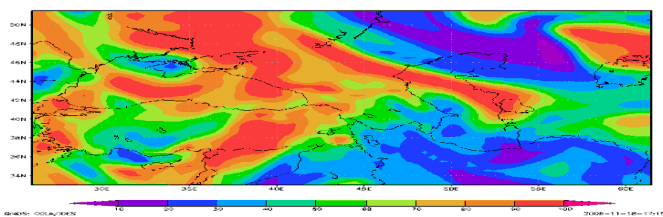


ნახ. 2. სატელიტური იმიჯი ნალექების ინტენსივობა, 5 ნოემბერი 12UTC

გლობალური მოდელის სიმულაციის შედეგები:

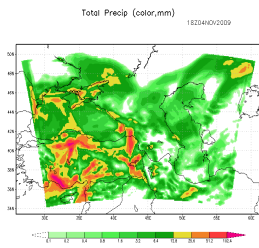


ნახ.3. ფარდობითი ტენიანობა 850 ჰპა დონეზე, პროგნოზი 72-საათიანი წინასწარობით.

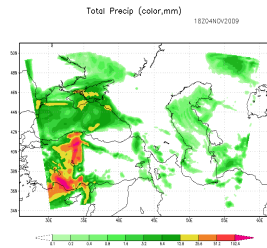


ნახ.4. ფარდობითი ტენიანობა 850 ჰპა დონეზე, პროგნოზი 48-საათიანი წინასწარობით.

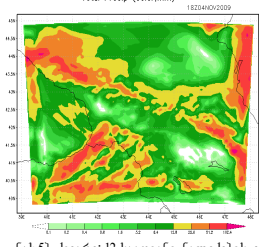
ნახაზებზე 5-8 წარმოდგენილია მოდელით სიმულირებული ნალექების ველები ძირითადი და ჩადგმული არეებისათვის სხვადასხვა საპროგნოზო ვადებზე.



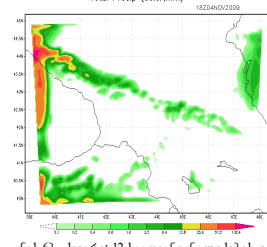
ნახ.5ა. ძირითადი არე: 12-საათიანი ნალექების ჯამი  
 00Z 03/11/2009 T+48 VT 18z04nov-06z05nov2009



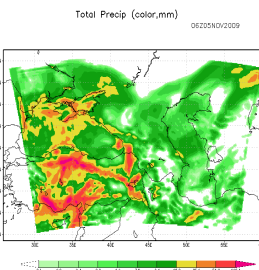
ნახ.6ა. ძირითადი არე: 12-საათიანი ნალექების ჯამი  
 00Z 04/11/2009 T+24 VT 18z04nov-06z05nov2009



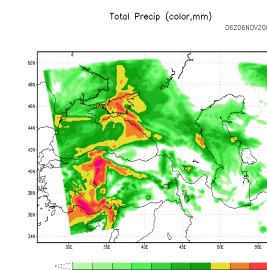
ნახ.5ბ. ქვეარე: 12-საათიანი ნალექების ჯამი  
 00Z 03/11/2009 T+48 VT 18z04nov-06z05nov2009



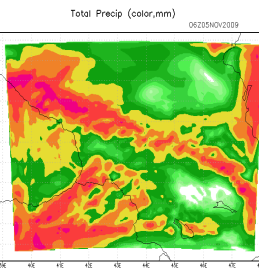
ნახ.6ბ. ქვეარე: 12-საათიანი ნალექების ჯამი  
 00Z 04/11/2009 T+24 VT 18z04nov-06z05nov2009



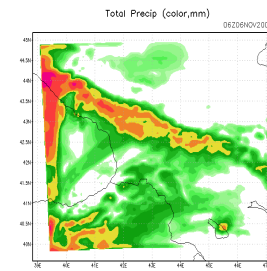
ნახ.7ა. ძირითადი არე: 12-საათიანი ნალექების ჯამი  
 00Z 03/11/2009 T+60 VT 06z05nov-18z05nov2009



ნახ.8ა. ძირითადი არე: 12-საათიანი ნალექების ჯამი  
 00Z 04/11/2009 T+36 VT 06z05nov-18z05nov2009 9



ნახ.7ბ. ქვეარე: 12-საათიანი ნალექების ჯამი  
 00Z 03/11/2009 T+60 VT 06z05nov-18z05nov2009



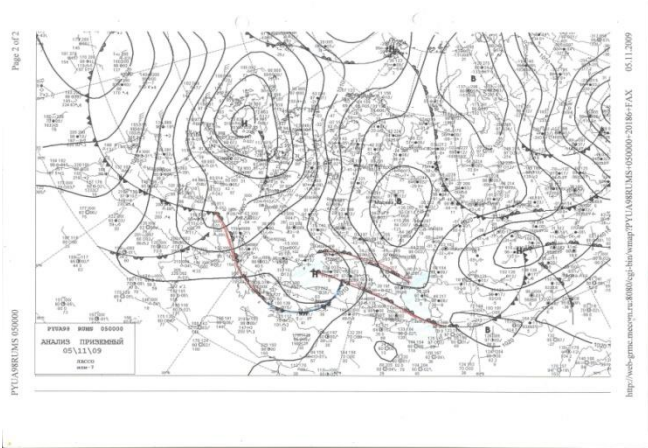
ნახ.8ბ. ქვეარე: 12-საათიანი ნალექების ჯამი  
 00Z 04/11/2009 T+36 VT 06z05nov-18z05nov2009

**მოვლენის სინოპტიკური ანალიზი.** 2009 წლის 1-3 ნოემბერს ევროპის ტერიტორიაზე აღმოსავლეთისაკენ სუსტად მოძრაობდა ანტიციკლონი, რომლის სამხრეთ პერიფერიაზე დაიკვირვებოდა ატმოსფერული ფრონტები. 4 ნოემბრიდან აღინიშნება ამ ანტიციკლონის ზემოქმედება ამიერკავკასიაზე. კერძოდ, მიწისპირა ფენაში დაიწყო ჰაერის ცივი მასების გავრცელება სამხრეთით და მათი საქართველოში შემოსვლა, უმეტესად აღმოსავლეთის მხრიდან, რასაც 5 ნოემბერს აქ უნდა მოჰყოლოდა ჰაერის ტემპერატურის დაცემა და ნალექების გამოყოფა. შემდგომში აღმოსავლეთ საქართველოში დამყარდა ანტიციკლონის თხემის ზემოქმედების ხანგრძლივი პერიოდი სუსტი ქარებითა და წვიმებით, აგრეთვე, ნისლებით.

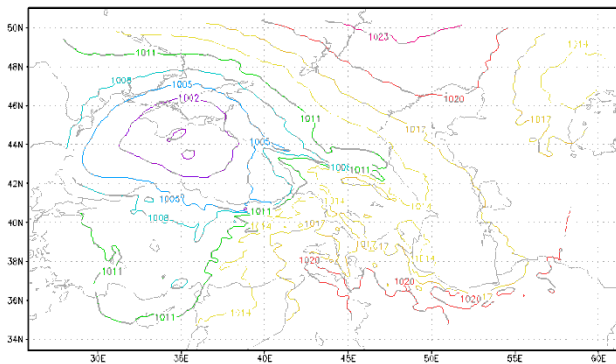
ნახაზებზე 9-10 წარმოდგენილია ზედაპირის ანალიზური რუკა და მოდელით სიმულირებული ზღვის დონეზე დაყვანილი წნევა პროგნოზირებული 72 საათით ადრე. ჩანს, რომ წნევისათვის სიმულაცია საკმაოდ წარმატებულია

ატმოსფეროს ზედა ფენებში (AT-700, AT-500 ჰპა) 4 ნოემბრამდე სტაბილურმა სამხრეთ-დასავლეთის დენებმა მიიღეს დასავლეთის ფორმა, ხოლო 5 ნოემბრიდან კვლავ გადავიდნენ სამხრეთ-დასავლეთის ფორმაზე, რაც

განსაკუთრებით ხელშემწყობი პირობაა ნალექების გამოყოფისათვის აღმოსავლეთ საქართველოში, ცივი ჰაერის მასების კასპიის მხრიდან შემოჭრის პირობებში.



ნახ. 9. ზედაპირის ანალიზური რუკა



ნახ.10. მოდელით სიმულირებული ზღვის დონეზე დაყვანილი წნევა

სინოპტიკური ანალიზმა გამოავლინა, რომ ეს არ იყო წმინდა აღმოსავლეთის ტიპი, არამედ სამხრეთ-დასავლეთის ნაკადების ზედდებით, რაც ზოგადად ხასიათდება ნალექებით ასევე დასავლეთ საქართველოშიც.

**დასკვნები.** მეზომასტაბური მოვლენა (აღმოსავლეთის შემოჭრა სამხრეთ-დასავლეთის ნაკადების ზედდებით), კერძოდ, ზღვის დონეზე დაყვანილი წნევისა და მაღლივი ველები მოდელის მიერ სიმულირებული იქნა სწორად. თუმცა ნალექები პროგნოზირებული იყო 12 საათით ადრე დაკვირვებულზე და თანაც გადაჭარბებით. ფაქტიური სიტუაციის რეალისტური სურათი მიღებული იქნა მხოლოდ 24 საათით ადრე. 3-დღიანი პროგნოზისთვის ქვეარის ჩადგმამ პროგნოზი ვერ გამოასწორა. პირიქით, ნალექების რაოდენობა კიდევ უფრო გაიზარდა. 2-დღიანი წინასწარობით ქვეარის ჩადგმით შეინიშნება გარკვეული გაუმჯობესება. ნალექების ველების სივრცული განაწილება გახდა ფაქტიურთან უფრო მიახლოებული და დეტალიზირებული. ყველაზე უკეთესი შედეგები მიღებული იქნა ანალიზური “დატვირთვის” გამოყენებით.

### ლიტერატურა \_ REFERENCES \_ ЛИТЕРАТУРА

1. <http://strc.comet.ucar.edu/wrfems/index.htm>
2. <http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/>
3. <http://www.met.gov.om/hrm/index.html>
4. Гигинеишвили В.М. Напетваридзе Е.А. Папинашвили К.И. 1954: Основные типы синоптических процессов в Закавказье. Тр. Тбилигми, вып. 01, стр. 3-21.
5. Majewski D., 1999: HRM - User's Guide. DWD, FE 13.
6. Xu, M., Y. Liu, C. Davis and T. Warner, 2002: Sensitivity of nudging parameters on the performance of a mesoscale FDDA system: A case study. 15th Conference on Numerical Weather Prediction, 12-16 August, 2002, San Antonio, Texas, pp 127-130.

7. Michalakes J., Dudhia J., Gill D., Henderson T., Klemp J., Skamarock W., Wang W., 2005: The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance. *Proceedings of the Eleventh ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology*. Eds. Walter Zwiefelhofer and George Mozdzynski. World Scientific, pp 156 – 168.
8. Janjic, Z., Black T., Pyle M., Rogers E., Chuang H.-Y., DiMego G., 2005: High resolution applications of the WRF NMM. Extended abstract, 21st Conference on Weather Analysis and Forecasting/17th Conference on Numerical Weather Prediction, American Meteorological Society, July 31 August 5, 2005, Washington, DC, 21 ppp.
9. Skamarock W.C. Klemp J. B., Dudhia J., Gill D.O., Barker D.M., Duda M.G., Huang X.-Y., Wang W., Powers J.G., 2008: A Description of the Advanced Research WRF Version 3. NCAR/TN-475+STR. NCAR Technical Note. 113 ppp.

უკ 551.551.1.4

**შემოსაზღვრული არის მქონე ამინდის რიცხვითი მოდელების სირთულეები საქართველოში ჰაერის ცივი მასების აღმოსავლეთის შემოჭრის სიმულირებისას.** /მეგრელიძე ლ., კუტალაძე ნ., ჩოგოვაძე ი., დეკანოზიშვილი ნ., ქოქოსაძე ხ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011.-ტ.117.-გვ.142-145.-ქართ.;რეზ.ქართ.,ინგლ., რუს

ნაშრომის მიზანია საქართველოს ტერიტორიაზე ჰაერის ცივი მასების შემოჭრებისას შემოსაზღვრული არის მქონე ამინდის რიცხვითი მოდელების მიერ ამინდის ზუსტი მოკლევადიანი პროგნოზირების შესაძლებლობების შეფასება, რაც ჩვენს შემთხვევაში განხორციელდა მეზომასშტაბური რიცხვითი მოდელის WRF ARW საშუალებით 2009 წლის 5 ნოემბერს საქართველოში განვითარებული სინოპტიკური სიტუაციის მაგალითზე.

მოდელის მიერ მოვლენის სიმულირებისას გამოვლენილი იქნა რიგი სირთულეებისა. ზოგადად პროცესი აღმოჩნდა რეალურთან მიახლოებული, თუმცა ასეთი მოვლენების რაოდენობრივი მახასიათებლები (ნალექების რაოდენობა, ჰაერის ტემპერატურა და სხვ.) საჭიროებს დამატებით მოდელის რეგულირებას და სტატისტიკურ დაკალიბრებას.

UDC 551.551.1.4

**NWP Local Area Models' Failure in Simulation of Eastern Invasion of Cold Air Masses in Georgia.** /Megreliidze L., Kutaladze N., Chogovadze I., Dekanozishvili N., Qoqosadze Kh./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011.-ტ.117. – pp. 142-145. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The present paper presents an assessment of the capacity of weather numerical meso-scale models in explicit short-range forecasting during invasions of cold air masses in the territory of Georgia that was demonstrated using local area model WRF ARW with respect to the synoptic situation case developed in Georgia on 5th November 2009.

Model simulation revealed some difficulties; in general, the process was is in good agreement with reality, however, as for quantitative prediction of such variables as atmospheric precipitation amount, air temperature etc. model tuning and statistical calibration should be done additionally.

УДК 551.551.1.4

**ТРУДНОСТИ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ПОГОДЫ НА ОГРАНИЧЁННОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВОСТОЧНЫХ ВТОРЖЕНИЙ ХОЛОДНЫХ ВОЗДУШНЫХ МАСС В ГРУЗИЮ** /Мегрелидзе Л., Куталაძე ნ., ჩოგოვაძე ი., დეკანოზიშვილი ნ., კოკოსაძე ხ./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 142-145. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

Цель настоящего труда состоит в оценке возможностей мезо-масштабных моделей погоды для точного краткосрочного прогнозирования процессов, связанных с вторжениями холодных воздушных масс на территорию Грузии, что было осуществлено с использованием модели локальной территории WRF ARW на примере синоптической ситуации, развившейся в Грузии 5 ноября 2009 года.

Симулирование моделью восточного процесса выявило ряд трудностей; в общем, процесс был близким к реальности, хотя, что касается количественных характеристик таких переменных, как количество осадков, температура воздуха и т.д. дополнительно следует провести тюнинг модели и статистическое калибрование.