

ბით ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ყოფნისას ლეტალური შედეგებით შეიძლება დამთავრდეს.

ლიტერატურა

1. Газенко О.Г. Григорьев А.Н. Егоров А.Д. периодизация и класификация приспособительных реакции организма человека в длительных космических полетах. Механизм развития стресса. Кишинев Штница, 1987.
2. Parker R.V. West F.J. Bioastronautics Date Book NASASP, -3006, 1973.
3. ადეიშვილი თ., ჯიქია მ., ადეიშვილი მ. მედიცინის კოსმოგეოფიზიკური საფუძვლები. ISBN 978-9941-459-023, ქუთაისი, 2016
4. Narding R. Survival in Space. Routledge, London, 1989.
5. Hoth Em. Rapid (explosive) decompression emergencies in pressure-suited subjects. NASA, 1968.
6. Shayler D.J. Disasters and Accidents in Manned Space flight". NASA, Springer, 200 th edition, ISBN-10-1852332255, 2000.
7. Хиггинс В. Эволюция основных теоретических проблем химии. Пер. с. англ. М.:1971.

Influence of Vacaum on Humans and Animals

T. Adeishvili, N. Anasashvili, D. Chkhiridze

Summary

In this paper discussed the influence of vacuum on the humens and animals. In this case, the Astrocosmonavts loses consciousness, which is realired by epxperrling air from the lungs and due to dysfunction in our vital organs.

შავი ზღვის რეგიონული და ზღვის აუზის მასშტაბის ჰიდროფიზიკური პროცესების რიცხვითი მოდელირება

დემური დემეტრაშვილი**, ვეფხია კუხალაშვილი*, დიანა კვარაცხელია*

*ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის სახ.
გეოფიზიკის ინსტიტუტი

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

აბსტრაქტი: სტატიაში წარმოდგენილია ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტში შემუშავებული შავი ზღვის დინამიკის რეგიონული და ზღვის აუზის მასშტაბის რიცხვითი ბაროკლინური მოდელები, რომლებსაც საფუძვლად უდევს ოკეანის ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრული სისტემა. ზღვის აუზის მასშტაბის მოდელი რეალიზებულია კლიმატური მონაცემების გამოყენებით მთლიანად შავი ზღვის აუზისათვის 5 კმ სივრცითი გარჩევისუნარიანობით, ხოლო რეგიონული მოდელი, რომელიც საფუძვლად დაედო რეგიონული საზღვაო პროგნოზის სისტემას, რეალიზებულია რეალური მონაცემების გამოყენებით შავი ზღვის საქართველოს სექტორისა და მიმდებარე აკვატორიისათვის 1 კმ გარჩევისუნარიანობით.

საკვანძო სიტყვები: რიცხვითი მოდელი, განტოლებათა სისტემა, გახლეჩის მეთოდი, ცირკულაცია

შავი ზღვა, რომელიც უდიდესი და უნიკალური შიდამატერიკული წყალსატევია, მდიდარია ბიომრავალფეროვნებითა და ბუნებრივი რესურსებით. ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების პირობებში, შავი ზღვის ეკოსისტემის შენარჩუნება და უსაფრთხოება ჩვენი ქვეყნისა და სხვა შავიზღვისპირა ქვეყნებისთვის ერთ-ერთი აქტუალური ამოცანაა. შავი ზღვის ინტენსიური მეცნიერული შესწავლა დაიწყო XIX საუკუნის მეორე ნახევრიდან, როცა განხორციელდა დიდი ოკეანოგრაფიული ექსპედიციები: ი. ბ. შპინდლერის (1890-1891), ო. მ. შოკალსკის (1928-1935), ნ. მ კნიპოვიჩის (1922-1928) ხელმძღვანელობით [1]. აღნიშნული ექსპედიციები დიდი აღმოჩენებით დაგვირგვინდა, რის შედეგადაც შავი ზღვა მსოფლიო ზღვებს შორის ერთ-ერთ ყველაზე უფრო ღრმად და მრავალმხრივად შესწავლილ ზღვად იქცა. აღმოჩენილ იქნა ცივი შუალედური ფენა 8°C -ზე ნაკლები ტემპერატურით, შავი ზღვის ღრმა ფენების დაჭუჭყიანება მომწამლავი აირით - გოგირდწყალბადით (H_2S) და ცოცხალი ორგანიზმების არარსებობა. დადგინდა შავი ზღვის ზოგადი ცირკულაციის სურათი, რომლის მთავარი ელემენტებია შავი ზღვის ძირითადი ციკლონური დინება (the Rim Current), რომელიც გარს უვლის შავ ზღვას პერიფერიაზე, ორი ციკლონური გრიგალი აუზის დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილებში, რომლებიც განაპირობებენ მარილიანობისა და სიმკვრივის იზოზედაპირების გუმბათოვან ფორმას ზღვის აუზის შიგა ნაწილში [2].

მიუხედავად ოკეანოგრაფიული ექსპედიციების დიდი მეცნიერული მნიშვნელობისა, საჭიროა აღინიშნოს, რომ მხოლოდ ექსპერიმენტული გამოკვლევები არასაკმარისია შავ ზღვაში მიმდინარე ჰიდროფიზიკური პროცესების სრულფასოვანი შესწავლისათვის. მათემატიკური მოდელების მეთოდი ეფექტური ინსტრუმენტია შავ ზღვასა და, საერთოდ, ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე პროცესების სრულფასოვანი შესწავლისათვის. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა გამოვიკვლიოთ და რაოდენობრივად შევაფასოთ სხვადასხვა ფიზიკური ფაქტორების როლი შესასწავლი პროცესის, ან მოვლენის ფორმირებაში და განვხორციელოთ მათი პროგნოზირება.

ბოლო 2-3 ათეულ წელიწადში გამოთვლითი ტექნიკის პროგრესმა დიდი ბიძგი მისცა შავი ზღვის დინამიკური პროცესების შესწავლას მათემატიკური მოდელების მეთოდების გამოყენებით. ამჟამად არსებული შავი ზღვის დინამიკის მოდელები, რომლებსაც, ძირითადად, საფუძვლად უდევს ოკეანის ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრული სისტემა, საშუალებას იძლევიან მაღალი გარჩევისუნარიანობით აღიწეროს ჰიდროთერმოდინამიკური პროცესების განვითარება შავი ზღვის აუზში (მაგ. [3-7]). ოკეანის ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრულ სისტემაზე დაფუძნებული შავი ზღვის დინამიკის მოდელი პირველად შემუშავებული იყო გასული საუკუნის 70-იან წლებში და რეალიზებული იყო შავი ზღვის აუზისათვის 37 კმ სივრცითი ბიჯით [8].

მიხეილ ნოდინას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის ზღვისა და ატმოსფეროს დინამიკის მოდელების სექტორში შემუშავებულია ზღვის აუზის მასშტაბის რიცხვითი ბაროკლინური მოდელი (5 კმ სივრცითი გარჩევისუნარიანობით) და მაღალი გარჩევისუნარიანი რეგიონული მოდელი (1 კმ სივრცითი გარჩევისუნარიანობით), რომლებსაც საფუძვლად უდევს ოკეანის ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრული სისტემა, ჩაწერილი დე-

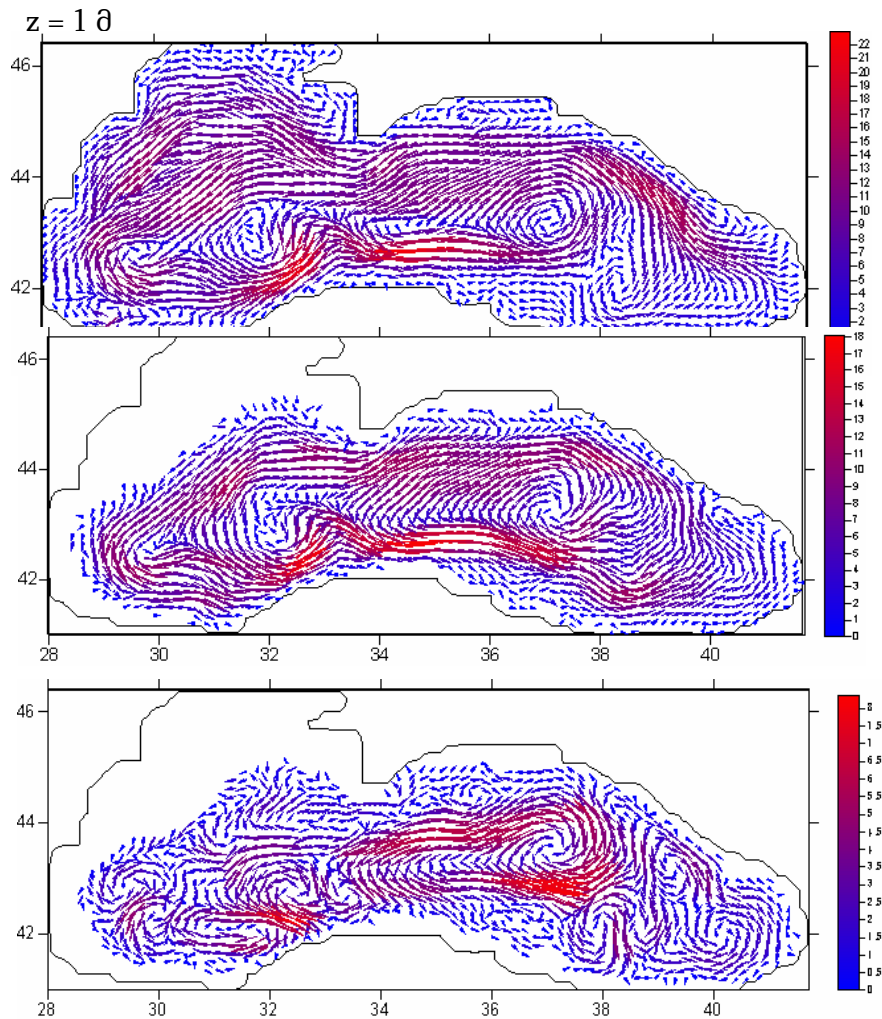
კარტის მართკუთხოვან კოორდინატთა სისტემაში. ზღვის აუზის მასშტაბის მოდელი, რომლის დეტალური აღწერა მოცემულია [9-11]-ში, წარმოადგენს [8]-ის გაუმჯობესებულ ვერსიას. აღნიშნული მოდელი ადაპტირებული იქნა შავი ზღვის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილისათვის, რომელიც მოიცავს შავი ზღვის საქართველოს სექტორსა და მიმდებარე აკვატორიას, სივრცითი გარჩევისუნარიანობის გაზრდით 1 კმ-დე. ამგვარად, შემუშავდა მაღალი გარჩევისუნარიანი რეგიონული მოდელი, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოვთვალოთ ძირითადი ჰიდროფიზიკური ველების - დინების, ტემპერატურის, მარილიანობისა და სიმკვრივის ველები 1 კმ გარჩევისუნარიანობით საქართველოს სანაპირო წყლებსა და მიმდებარე აკვატორიაში. შემდგომში, ევროკავშირის სამეცნიერო-ტექნიკური პროექტების ARENA და ECOOP ფარგლებში რეგიონული მოდელი საფუძვლად დაედო საზღვაო რეგიონულ პროგნოზულ სისტემას, რომელმაც ძირითადი ჰიდროფიზიკური ველების მოკლევადიანი პროგნოზის გამოთვლის საშუალება მოგვცა 96 სთ წინსწრებით [12-15].

აღნიშნული მოდელების ამოხსნის მეთოდი ემყარება გახლეჩის ორციკლიან მეთოდს ფიზიკური პროცესების, საკოორდინატო სიბრტყეებისა და წრფეების მიხედვით [16-17], რაც საშუალებას იძლევა რთული არასტაციონარული, სივრცითი ამოცანა დაყვანილ იქნას შედარებით მარტივ ორ და სამგანზომილებიან ამოცანათა ამოხსნამდე.

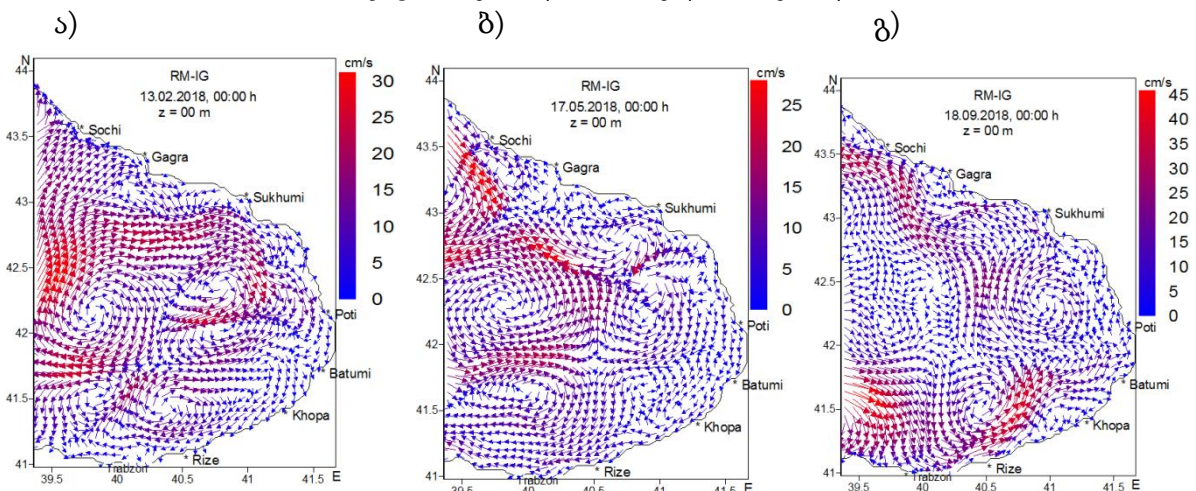
ზღვის აუზის მასშტაბის მოდელის კომპიუტერული რეალიზაციისათვის გამოიყენება სათვლელი ბადე 32 დონით ვერტიკალზე არათანაბარი ვერტიკალური ბიჯებით, ხოლო თითოეულ დონეზე მოიცემა 225x111 წერტილი 5 კმ ჰორიზონტალური ბიჯით. რეგიონული მოდელის კომპიუტერული რეალიზაცია ხორციელდება სათვლელი ბადეზე 215x347 კვანძით თითოეულ დონეზე (დონეთა რიცხვი ვერტიკალზე- 30) 1 კმ სივრცითი ბიჯით. ორივე მოდელისათვის დროითი ბიჯია 30 წთ.

ზღვის აუზის მასშტაბის რიცხვითი მოდელის საფუძველზე კლიმატური მონაცემების გამოყენებით ჩატარებულ გამოკვლევებს შორის მნიშვნელოვანია რიცხვითი ექსპერიმენტები შავი ზღვის ცირკულაციის ცვალებადობის მოდელირების მიზნით ზღვის აუზის ზემოთ განვითარებული კლიმატური ქარის ტიპების მონაცვლეობის პირობებში. მოდელის განტოლებათა ინტეგრირების დასაწყისი შეესაბამებოდა 1 იანვარს, ხოლო საწყის მდგომარეობად მიიღებოდა დინების, ტემპერატურისა და მარილიანობის საშუალო საშუალო წლიური კლიმატური ველები. მოდელირების შედეგებმა აჩვენა, რომ არასტაციონარული ატმოსფერული ზემოქმედების პირობებში ზღვის ზედა ფენის ცირკულაცია მნიშვნელოვან ტრანსფორმაციას განიცდის მთელი წლის განმავლობაში. ინტენსიური ატმოსფერული ცირკულაცია გამაგლუვებელ ზემოქმედებას ახდენს ზღვის ცირკულაციაზე და აფერხებს გრიგალური სტრუქტურების ფორმირებას და პირიქით - სუსტი ქარების შემთხვევაში დაიკვირვება ზღვის ცირკულაციის ტრანსფორმაცია გრიგალური სტრუქტურების ინტენსიური ფორმირებით.

ილუსტრაციის მიზნით ნახ.1-ზე ნაჩვენებია მოდელირების შედეგად მიღებული შავი ზღვის ცირკულაციური სურათი დროის $t = 634$ სთ. მომენტისათვის (დროის ათვლა წარმოებს 1 იანვრიდან) სხვადასხვა სიღრმეებზე სუსტი ატმოსფერული ქარის (≈ 1 მ/წმ) ზემოქმედების პირობებში



ნახ. 1. მოდელირებული დინების ველი 1, 135, 505 მ სიღრმეებზე $t = 634$ სთ მომენტისათვის (დროის ათვლა 1 იანვრიდან).



ნახ.2. გამოთვლილი პროგნოზული, ზედაპირული ცირკულაციის ველები პროგნოზის საწყისი მომენტიდან $t = 72$ სთ-თვის, რომლებიც შეესაბამებოდა 2018 წელს: ა - 13 თებერვალი, ბ - 17 მაისი, გ - 18 სექტემბერი.

ნახაზიდან ჩანს შავი ზღვის დინების ციკლონური ხასიათი და გრიგალური სტრუქტურების ფორმირება. დინების გრიგალური ხასიათი სიღრმის მიხედვით იზრდება.

მაგალითის სახით, ნახ.2 -ზე ნაჩვენებია 2018 წლის შესაბამისი ზედაპირული ცირკულაციის პროგნოზული ველები სხვადასხვა თვეებში პროგნოზის საწყისი მომენტიდან 72 სთ შემდეგ. ნახაზიდან ჩანს სხვადასხვა მეზომასშტაბური ციკლონური და ანტიციკლონური გრიგალური სტრუქტურების ფორმირება საქართველოს სანაპირო ზონასა და მიმდებარე აკვატორიაში. ჩვენს მიერ ჩატარებულმა გამოთვლებმა აჩვენა, რომ გრიგალურ სტრუქტურებს მნიშვნელოვანი წვლილ შეაქვთ ზღვაში მოხვედრილი სხვადასხვა მინარევების გავრცელებაში.

მადლიერება. კვლევა განხორციელდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით [გრანტის ნომერი FR-22-365].

ლიტერატურა

1. კორძაძე ა., დემეტრაშვილი დ. შავი ზღვის ოკეანოგრაფია წარსულში და თანამედროვე ეტაპზე. ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა. 2017, 187 გვ.
2. Книпович Н. М. Гидрологические исследования в Черном море. Труды Азово-Черноморской научно-промышленной экспедиции. 1932, вып.10, 272 с.
3. Oguz T, Malanotte-Rizzoli P. Seasonal variability of wind and thermohaline –driven circulation in the Black Sea: Modeling studies. J Geophys Research, 1996, 101(C7) : 16551-16569. DOI:[10.1029/96JC01093](https://doi.org/10.1029/96JC01093)
4. Staneva J. V., Dietrich D. E., Stanev E. V., Bouman M. J. Mesoscale circulation in the Black Sea: New results from DiaCast model simulation. J. Mar. Sys. 2001, 31: pp. 137-157.
5. Demyshev S, Dymova O. High resolution modeling of the Black Sea circulation. Ecological safety of coastal and shelf zones and comprehensive use of shelf resources. Collected scientific papers. NAS of Ukraine 2011, 2(25): pp. 114-134 (in Russian).
6. Zalesny V.B, Gusev A.V, Moshonkin S.N. Numerical model of the hydrothermodynamics of the Black Sea and the Sea of Azov with variational initialization of temperature and salinity. Izvestiya RAS, Atmospheric and Oceanic Physics 2013, 49(6): pp. 642-658 .
<https://link.springer.com/article/10.1134/S0001433813060133>
7. Grigoriev A. V, Zatepin A. G. Numerical modeling of water dynamics of Russian zone of the Black Sea within the framework of operational oceanographic tasks. J. Georgian Geophys. Soc., 2013, 16b: pp.138-157 <https://openjournals.ge/index.php/GGS/article/view/670>
9. Marchuk G. I., Kordzadze A. A., Skiba J. N. calculation of the basic hydrological fields of the Black Sea on the basis of a splitting method. Izv. Acad. Sci. USSR, Atmospheric and oceanic Physics. 1975, vol.11, N 4, p. 379 - 393.
9. Кордзадзе А. А., Деметрашвили Д. И., Сурмава А. А. О реакции гидрологического режима Чёрного моря на изменчивость атмосферных процессов. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь, Украина, 2004, вып. 10, с. 265-277.
10. Кордзадзе А., Деметрашвили Д. И., Сурмава А. А. Численное моделирование гидрофизических полей Чёрного моря в условиях чередования атмосферных циркуляционных процессов. Изв. РАН, Физика атмосферы и океана 2008, т.44, N 2, с.227-238.
11. Kordzadze A. A., Demetrashvili D. I. Modeling of dynamic processes in the Black Sea. Georgian Electronic Scientific Journal (GESJ): Physics, 2010, No 1(3), pp. 25-45. https://gesj.internet-academy.org.ge/en/index_en.php
12. Kordzadze A. A., Demetrashvili D. I. Operational forecast of hydrophysical fields in the Georgian Black Sea coastal zone within the ECOOP. Ocean Science 2011, 7(6), pp. 793-803. <https://doi.org/10.5194/os-7-793-2011>
13. Kordzadze A, Demetrashvili D. Operational forecasting for the eastern Black Sea. In: Ozhan E (ed) Proceedings of the 13th International MEDCOAST Congress on Coastal and Marine Sciences, Engineering,

- Management and Conservation, 31 October-04 November 2017, Melieha, Malta, 2, 2017, pp. 1215-1224.
<https://www.medcoast.net/modul/index/menu/Proceedings/36>
14. Demetrashvili, D, Kukhalashvili V. High-resolving modeling and forecast of regional dynamic and transport processes in the easternmost Black Sea basin. In: Proceedings of the International Conference on Geosciences (GEOLINKS 2019), 26-29 March, Athens, Greece, 2019, Book 3, v.1, pp. 99-107.
<https://www.geolinks.info/library-bookview/geolinks-international-conference-2019%2C-book-3>
15. Demetrashvili D., Kukhalashvili V., Kvaratskhelia D. Numerical study of some peculiarities of hydrological mode for the south eastern part of the Black Sea (2010-2021). Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. V.16, N.4, 2022, pp.47-53.
16. Марчук Г. И. Численное решение задач атмосферы и океана. Ленинград, Гидрометеиздат, 1974, 303 с.
17. Кордзაძე А. А. Математическое моделирование динамики морских течений (теория, алгоритмы, численные эксперименты). Москва, ОБМ АН СССР, 1989, 128 с.

NUMERICAL MODELING OF REGIONAL AND BASIN-SCALE HYDROPHYSICAL PROCESSES OF THE BLACK SEA

Demetrashvili D., Kukhalashvili V., Kvaratskhelia D.

Summary

The paper presents regional and basin-scale numerical baroclinic models of the Black Sea dynamics developed at M. Nodia Institute of Geophysics of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, which are based on the full system of ocean hydrothermodynamic equations. The basin-scale model is implemented for the entire Black Sea using climatic data with a spatial resolution of 5 km, while the regional model, which is the basis of the regional marine forecasting system, is implemented for the Georgian sector of the Black Sea and the adjacent water area with a resolution of 1 km using real data.

ქ. თბილისისა და ქ. რუსთავის ატმოსფეროს მიკროაეროზოლებით დაბინძურების მოდელირება

ა. სურმავა **, ლ. გვერდწითელი ***, ნ. მეგრელიშვილი ***

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

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

*** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ექსპერიმენტული გაზომვების და რიცხვითი მოდელირების შედეგების ანალიზის საშუალებით შესწავლილია ქ. თბილისისა და ქ. რუსთავის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება PM_{2.5} მიკრონაწილაკებით. მოდელირებისთვის საწყის და სასაზღვრო პირობებად გამოყენებულ ექსპერიმენტული გაზომვებისა და ნატურული დაკვირვების მონაცემები. რიცხვითი მოდელირების შედეგების ანალიზის საშუალებით დადგენილი მეტეოროლოგიური პირობებისა და რელიეფის გავლენა მიკროაეროზოლის კონცენტრაციათა ველის ფორმირებაზე.

საკვანძო სიტყვები: ჰაერის დაბინძურება, PM_{2.5}, ქ. თბილისი, ქ. რუსთავი.

შესავალი. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვა თანამედროვე მსოფლიოს ერთ-ერთ აქტუალურ ეკოლოგიურ პრობლემას წარმოადგენს. დამაბინძურებელ ინგრე-