



ინდუსტრიული რეგიონების ატმოსფეროში მტვრის გავრცელების შეფასება რიცხვითი მოდელირებით

გიგაური ნ., გვერდწითელი ლ., სურმავა ა., ინწკირველი ლ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ანოტაცია: რიცხობრივად მოდელირებული და შესწავლილია საქართველოს ინდუსტრიულ ქალაქებში წარმოქმნილი მტვრის გავრცელება ფონური სუსტი დასავლეთის ქარის შემთხვევაში. მიღებულია მტვრის სივრცული განაწილების სურათები, გაანალიზებულია ოროგრაფიის, კორიზონტალური და ვერტიკალური ტურბულენტობისა და ადვექციური პროცესების გავლენა მტვრის გავრცელებაზე ატმოსფეროში.

საკვანძო სიტყვები: ატმოსფეროში მტვრის გავრცელება, რიცხვითი მოდელირება

საქართველოში ჰაერის სისუფთავის დაცვის პრობლემა მეტად აქტუალურია, განსაკუთრებით ინდუსტრიულ ცენტრებში, სადაც ჰაერის დაბინძურების მაჩვენებელი მაღალია [1]. ასეთ ობიექტს წარმოადგენს ქ. ზესტაფონში განთავსებული ფეროშენადნობთა ქარხანა, სხვა ანალოგიური პროფილის მცირე საწარმოებთან ერთად, რომლებიც იმერთის რეგიონის გარემოს მტვრითა და მანგანუმის დიოქსიდით დაბინძურების ერთ-ერთი ძირითადი წყაროა. წარმოდგენილ სტატიაში შესწავლილია ქ. ზესტაფონსა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე ატმოსფერულ ჰაერში მტვრის გავრცელება მათემატიკური მოდელირების მეთოდით.

ამოცანის დასმა. ზესტაფონის რეგიონს გააჩნია რთული რელიეფი. 50 კმ რადიუსის ფარგლებში რელიეფის სიმაღლე იცვლება 50 მ-დან 2,5 კმ-მდე. რელიეფის სირთულიდან გამომდინარე, მათემატიკური მოდელირებისათვის გამოყენებულია რელიეფის მომყოლ კორდინატთა სისტემა. ამოცანის მათემატიკური დასმა მოცემულია [2]-ში.

მოდელირების შედეგები. მათემატიკური მოდელირებით გამოთვლილია ქ. ზესტაფონის ატმოსფეროში ემიტირებული ანთროპოგენული მტვრის გავრცელება სუსტი, საშუალო და ძლიერი დასავლეთის ფონური ქარის შემთხვევებში. კონცენტრაციის საწყის და სასაზღვრო მონაცემებად ქ. ზესტაფონის ტერიტორიაზე აღებულია საქართველოს გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ ატმოსფეროში 2 მ სიმაღლეზე განსაზღვრული მტვრის საშუალო თვიური კონცენტრაცია $C = 0,8 \text{ მგ/მ}^3$ [3].

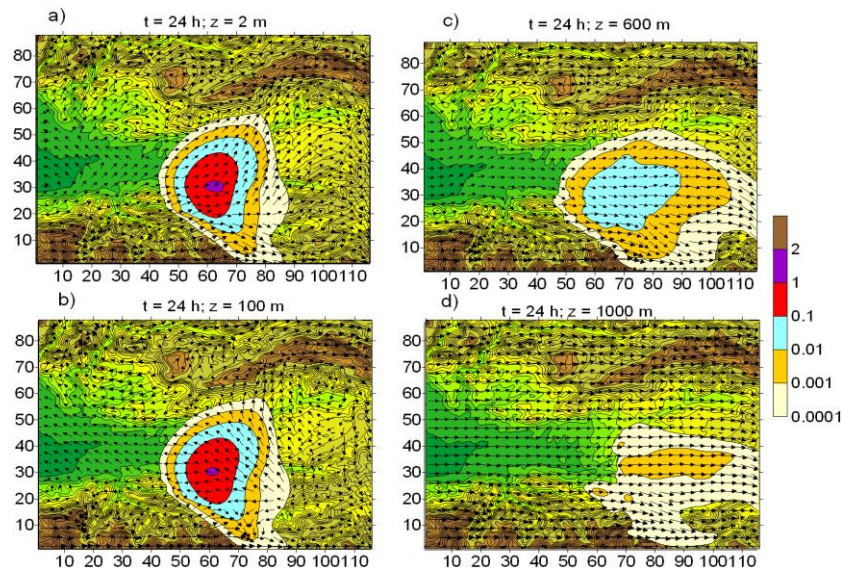
ნახ.1-ზე ნაჩვენებია ივნისში დასავლეთის სუსტი ქარის დროს გამოთვლილი მტვრის კონცენტრაციის სივრცითი განაწილება როცა $t = 24$ სთ-ს და $z = 2, 100, 600$ და 1000 მ. ნახ.1-ზე მტვრის კონცენტრაციის იზოზოლები მოცემულია ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების (ზდკ) ერთეულებში (ზდკ = 0.5 მგ/მ^3).

ნახ.1-დან ჩანს, რომ ქალაქის ტერიტორიაზე მტვრის კონცენტრაცია მაქსიმალურია ნიადაგის ზედაპირიდან 2 და 100 მ-ის სიმაღლეზე და უშუალოდ მის სიახლოვეს (ნახ. 1, ა,

b). მიწისპირა ატმოსფეროში მტვრის ღრუბელს აქვს ვერტიკალური ცილინდრის ფორმა, რომელიც დეფორმირებულია ჩრდილოეთის და სამხრეთის მიმართულებით. კონცენტრაცია 1-2 ზღვ მილებულია უშუალოდ ქალაქის შემოგარენში 2 მ-ის სიმაღლეზე დაახლოებით 12 მ² ფართობზე.

გამოთვლებით მიღებული ღრუბლის ფორმა გვიჩვენებს, რომ ატმოსფეროს ზედა ფენებში მტვრის გაბნევის პროცესში ტურბულენტური დიფუზიისა და ჰორიზონტალური ადვექციის წილი სიდიდის მიხედვით დაახლოებით ერთნაირია. ამის შედეგად მტვრის ღრუბელი მნიშვნელოვნად დეფორმირდება და იღებს წაგრძელებულ ფორმას, განსაკუთრებით ქარის სიჩქარის ლოკალური ზრდის ზონაში - მდ. ყვირილასა და ჩხერიმელას ხეობების (ნახ. 1, a, b) გასწვრივ.

აღსანიშნავია, რომ საშუალო სიძლიერის ფონური ქარის დროს 24 საათის განმავლობაში მტვერი ვრცელდება მნიშვნელოვნად უფრო დიდ მანძილზე, ვიდრე სუსტი ფონური ქარის დროს ამასთან, მტვერი ვრცელდება როგორც ფონური ქარის, ასევე ქარის საწინააღმდეგო

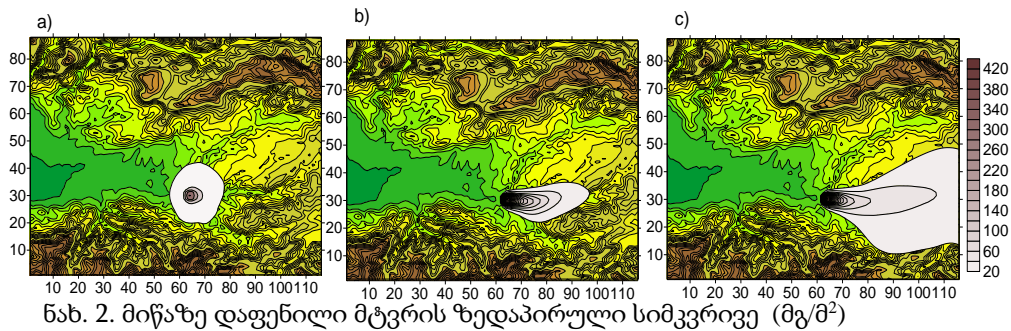


ნახ. 1. ქარის სიჩქარისა და მტვრის კონცენტრაციის განაწილება მიწის ზედაპირიდან $z = 2, 100, 600$ და 1000 მ სიმაღლეზე სუსტი დასავლეთის ქარის დროს, $t = 24$ სთ.

მიმართულებით. მნიშვნელოვანია ლიხის ქედის დინამიკური ზემოქმედება და ჰაერის ჰორიზონტალური ტურბულენტობის გავლენა მტვრის დიფუზიის პროცესზე. მათი მოქმედების შედეგად მტვრის ღრუბელი დეფორმირდება, ფართოვდება სივანეში და მტვრის გარკვეული ნაწილი ვრცელდება ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით მდინარეების ყვირილასა და ჩხერიმელას ხეობების გასწვრივ. უნდა აღინიშნოს, რომ მტვრის ტურბულენტური გადატანა ატმოსფეროში სუსტია ადვექციურ გადატანასთან შედარებით, შედეგად, მტვერი ზესტაფონის შემოგარენში ქარის საწინააღმდეგო მიმართულებით პრაქტიკულად არ ვრცელდება.

მე-2 ნახაზზე წარმოდგენილია 24 საათის განმავლობაში ნიადაგზე დაფენილი მტვრის ზედაპირული სიმკვრივე სუსტი - a), საშუალო - b) და ძლიერი - b) ფონური დასავლეთის ქარების შემთხვევაში. სუსტი და საშუალო ფონური ქარის დროს მტვერი ეფინება მიწის ზედაპირის დაახლოებით 200 კმ^2 ფართობზე. დაფენის ზონებს გააჩნია წრიული და ელიფსური ფორმები. ძლიერი ფონური ქარის დროს მტვრის დაფენის ზედაპირის ფართობი გაცილებით მეტია. ნიადაგზე მტვრის დაფენის არე წარმოადგენს დასავლეთიდან

აღმოსავლეთისაკენ მიმართულ ზოლს, რომლის სიგრძე აჭარბებს 50 კმ-ს, ხოლო სიგანე დაახლოებით 28 კმ-ია. ყველა განხილულ შემთხვევაში 24 საათის განმავლობაში მიწის ზედაპირის 1 მ² ფართობზე დაფენილი მტვრის მაქსიმალური რაოდენობა თითქმის ერთნაირია და შეადგენს 400 მგ-ს.



დასკვნა. ჩატარებულმა რიცხვითმა მოდელირებამ გამოავლინა ზოგიერთი მეტეოროლოგიური თავისებურებები, რომლებიც ახასიათებს ქალაქში არსებული მტვრის გავრცელების პროცესს ზესტაფონის რეგიონში. სუსტი დასავლეთის ქარის შემთხვევაში ატმოსფეროს სასაზღვრო 100 მ მიწისპირა ფენაში ქ. ზესტაფონის თავზე კონცენტრაცია დაახლოებით ერთნაირია. მიწისპირა ფენის ზევით კონცენტრაცია სწრაფად მცირდება და 3 კმ სიმაღლეზე ხდება ნულის ტოლი. ვერტიკალურ პროფილში კონცენტრაცია მეტია ღრუბლის ცენტრში და მცირდება პერიფერიისკენ.

ოროგრაფია იწვევს დაბინძურების ღრუბლის დეფორმაციას. ლიხის ქედის ქარპირა მხარეს, ოროგრაფიის გავლენით, მტვრის გავრცელება აღმოსავლეთით მუხრუჭდება და იწვევს უპირატეს გადაადგილებას ჩრდილო-აღმოსავლეთის და სამხეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებებით მდ. ყვირილასა და ჩხერიმელას ხეობების გასწვრივ. ამასთან, ქედის ქარპირა მხარეს, ოროგრაფიით გამოწვეული აღმავალი მოძრაობა ამცირებს მტვრის სედიმენტაციის პროცესს. შედეგად, დამტვერიანების წყაროდან საკმაოდ მოშორებით დალექილი მტვრის სიმკვრივე უმნიშვნელოა.

მნიშვნელოვანია გამოთვლებით მიღებული შედეგების შედარება რეალურთან. ამ მიზნით დაგეგმილია ნატურალური დაკვირვებების ჩატარება ზესტაფონის მიმდებარე ტერიტორიაზე.

მადლიერება. სამუშაო სრულდება სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით. გრანტი №PhD-F-17-192

ლიტერატურა

1. <http://www.moe.gov.ge/ka/haeris-monitoringi/>
2. Surmava A., Intskirveli L., Buachidze N. Numerical Simulation of Dust Distribution in Kakheti and its Adjacent Territory. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, vol. 11, No.1, 2017, pp.79-84.
3. Ed. Georgian National Environmental Agency. Short review of Georgia environment pollution. 2017. www.nea.gov.ge. (in Georgian).

ESTIMATION OF DUST DISTRIBUTION IN THE AIR OF INDUSTRIAL ARIAS BY NUMERICAL MODELING

Gigauri N., Gverdtsiteli L., Surmava A., Intskirveli L.

Summary: Dispersion of dust emitted in the atmospheric air of the industrial region Zestafoni city is numerically modelled and studied in case of weak background western winds. Dust spatial distribution patterns are obtained, and the influence of orography, horizontal and vertical turbulence and advective processes on dust distribution in the atmosphere is analyzed.