

მიმართულება: საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები, დარგი: ფიზიკა

ბიორგი ჩირაქი, ზაზა მარდალიშვილი, მაკა ხეცურიანი

ქალაქის ტერიტორიაზე რადიაციული დაბინძურებისა და პასიური მინარევების ატმოსფერული გადატანის 3D დინამიური მოდელირების ზომიერითი საკითხი

ქალაქის ტერიტორიაზე ბუნებრივი და ხელოვნური რადიონუკლიდებისა და ატმოსფეროში არსებული პასიური მინარევების გადატანისა და დალექვის კვლევის მიზნით ნაშრომში განხილულია შესაბამისი მათემატიკური მოდელის აგების საკითხი ნავიე-სტოქსის განტოლებათა სისტემის, მინარევების ატმოსფეროში გადატანისა და მინარევების დალექვის განტოლებათა გამოყენებით.

განალიზებულია სისტემის ამოხსნის მეთოდები, სანყისი და სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით ცხადი და არაცხადი სქემების მიხედვით. ნაჩვენებია მათემატიკური მოდელის საშუალებით 3D კომპიუტერული მოდელირების შესაძლებლობა პროგრამული Delphi და C++ ტექნოლოგიების გამოყენებით.

ქალაქის ტერიტორიაზე რადიაციული ვითარებისა და ატმოსფერული დაბინძურების კვლევა და შეფასება, რადიაციული ვითარების განვითარების პროგნოზირება და რეკომენდაციების შემუშავება თანამედროვე ეტაპზე უაღრესად აქტუალური პრობლემაა. ამ თვალსაზრისით დიდ მნიშვნელობას იძენს ქალაქის ტერიტორიის ზონირება ცალკეული რადიოეკოლოგიური ფაქტორებისა და ინტეგრალური ეკოლოგიური ფაქტორების მიხედვით. ასეთ ფაქტორთა რიცხვს განეკუთვნება: მაიონებელი გამოსხივების ექსპოზიციური დოზის სიმძლავრე, ბუნებრივი და ხელოვნური რადიონუკლიდების კონცენტრაცია (მათ შორის საამშენებლო მასალებში, ტრანსპორტის გამონაბოლქვში) და განაწილება, დედამიწის მიმდებარე ატმოსფეროს ფენაში რადონის შემცველობა.

რადიოეკოლოგიური ვითარების კომპიუტერული მოდელირება მოითხოვს რადიაციული ვითარების კვლევის მეთოდების განვითარებას და შეფასებას გაზომვის მონაცემების დიდი გაფანტვის პირობებში (Белов И.В. 2000: 181).

გაუსის ნორმატიულ მეთოდიკებს, რომლებიც ატმოსფეროში პასიური მინარევების გადატანისა და გაფანტვის შეფასებისათვის გამოიყენება, გააჩნიათ შეზღუდული გამოყენებადობა და დაბინძურების გავრცელების გათვალისწინების შეზღუდული პირობები.

ატმოსფერული გადატანის ლაგრანჟის მოდელის გამოყენება შეუძლებელია ქალაქის განაშენიანების სტრუქტურის შიგნით. ქალაქის განაშენიანების პირობებში პრობლემას წარმოქმნის ასეთი სტრუქტურისათვის დამახასიათებელი შემდეგი ძირითადი ფაქტორები: აეროდინამიკური ეფექტები, შენობა-ნაგებობების აეროდინამიკური ჩრდილი, რეცირკულაციური ზონების თავისებურებები (Kanevsky M.F. 2008: 17).

3. ჩირაქი, ზ. მარდალიშვილი, მ. ხაცურიანი

ქალაქის ტერიტორიაზე რადიაციული დაბინძურებისა და ატმოსფეროში პასიური მინარევების გავრცელების კვლევის პრობლემის გადაჭრის ერთერთი მეთოდია რიცხვითი მოდელირება, რომელიც სრულდება 3D დინამიური მოდელის გამოყენებით.

აღნიშნული მოდელის საფუძველს წარმოადგენს ნავიე-სტოქსის განტოლებათა სისტემა რომელიც ჩანერილია გარემოს უკუმშვადობის ან სუსტი კუმშვადობის მიახლოებების დაშვების გათვალისწინებით.

ქალაქის ურბანული განაშენიანების პირობებში რადიაციული დაბინძურებისა და პასიური მინარევების ატმოსფეროში გადატანის მოდელირებისათვის მოცემულ ნაშრომში გამოყენებულია ჰიდროდინამიკური განტოლებები, გარემოს სუსტი კუმშვადობის მიახლოების დაშვებით. აღნიშნული განტოლებებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \vec{U}) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \vec{U}) + \nabla(\rho \vec{U} \vec{U}) = -\nabla P + \nabla(\rho[\nu + \nu_T] \nabla \vec{U}) \quad (2)$$

$$\operatorname{div} \vec{U} = 0 \quad (3)$$

სადაც: ρ - სიმკვრივეა, \vec{U} - სიჩქარის ვექტორია, P - წნევა, ν და ν_T - კინემატიკური სიბლანტე და ტურბულენტური სიბლანტე.

ატმოსფეროში პასიური მინარევების გადატანის აღწერისათვის გამოიყენება შემდეგი განტოლება:

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} + \nabla(\vec{U} C_i) = \nabla([K_{C_i} + K_{C_{i,T}}] \nabla C_i) + Q_{C_i} \quad (4)$$

სადაც: C_i - მინარევის კონცენტრაციაა, K_{C_i} - მინარევის დიფუზიური კოეფიციენტი, $K_{C_{i,T}}$ - მინარევის ტურბულენტური კოეფიციენტი, Q_{C_i} მინარევის წყაროს მახასიათებელი პარამეტრი.

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} + \nabla(\vec{W} C_i) = 0 \quad (5)$$

სადაც: \vec{W} - დალექვის სიჩქარის ვექტორია.

უნდა აღინიშნოს რომ, მეტეოროლოგიური პირობების გათვალისწინება შესაძლებელია დიფუზიური კოეფიციენტების საშუალებით. დიფუზიურ კოეფიციენტებს გააჩნია ვარიაციები თბოგაცვლის ამა თუ იმ პირობების მიხედვით (Pasler-Sauer 1986: 130).

ატმოსფერული გადატანის, გაფანტვისა და დამაბინძურებელი მინარევების დალექვის პროცესების აღწერისათვის გამოყენებული მოდელის თავისებურებებია: დისკრეტული აპროქსიმაციების გამოყენების შესაძლებლობა სასრულო-მოცულობითი მეთოდისა და გაშლილი ბადის გათვალისწინებით. ოპერატორების სქემის აგების პროცესში გამოიყენება ფიზიკურ ფაქტორებად დაყოფის პრინციპი (Pavlovski ... 2002: 172).

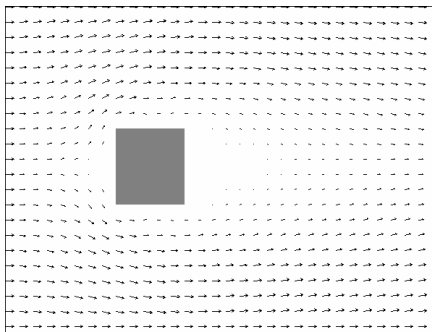
ნავიე-სტოქსის განტოლებათა სისტემა (1-3) ატმოსფეროში მინარევების გადატანის განტოლებისა (4) და მინარევების დალექვის (5) განტოლებებთან ერთად, სანყისი და სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით ქმნის სრულ სისტემას რომლითაც შესაძლებელია ბუნებრივი და ტექნოგენური რადიონუკლიდებისა და ატმოსფეროში პასიური მინარევების მიგრაციის აღწერა. სიჩქარეთა ველის საშუ-

ალებით წნევის განაწილების ველის პოვნისათვის გამოყენებულია სუსტი კუმშვა-დობის მეთოდი, ნავი-სტოქსის განტოლებათა ამოხსნის ცხადი და არაცხადი სქემების მიხედვით.

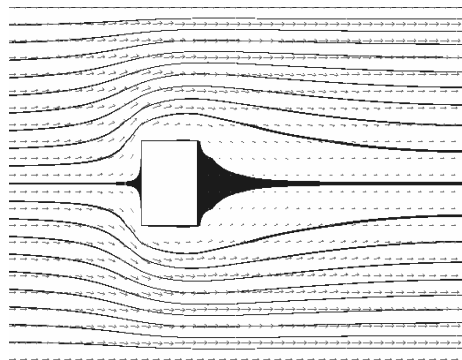
მოდელირების საშუალებით შესაძლებელია რადიონუკლიდების კონცენტრაციის მყისიერი მნიშვნელობის პოვნა და კონცენტრაციის დროითი ინტეგრალური მნიშვნელობების პოვნა; მიღებული მნიშვნელობების სიზუსტეს განსაზღვრავს ისეთი საწყისი პირობების სიზუსტე, როგორცაა: დაბინძურების წყაროს ინტენსივობა და მონაცემები ატმოსფერული ნაკადის შესახებ.

განცალკევებით აღმართული ნაგებობის ირგვლივ ატმოსფერული ნაკადის გავრცელების მოდელირების შედეგი მოცემულია სურ-1. სურათზე გამოკვეთილია აეროდინამიკური ეფექტებისა და აეროდინამიკური ჩრდილის ზეგავლენა ატმოსფერული ნაკადის გავრცელებაზე. მოდელირება განხორციელებულია დედამინის ზედაპირის პარალელურ სიბრტყეში. პროგრამირება შესრულებულია P-U („წნევა - სიჩქარე“) და ა-ψ („გრიგალი-დენის ფუნქცია“) სისტემებისა და Delphi ტექნოლოგიების გამოყენებით, ცვლადი მიმართულებებისა და გაყოფის მეთოდების საფუძველზე (Ясински Ф. 2007: 84). კომპიუტერული მოდელირების პროგრამაში გამოყენებულია ორი სისტემა: სისტემა „წნევა - სიჩქარე“ და სისტემა „გრიგალი-დენის ფუნქცია“. პროგრამა მოიცავს რამოდენიმე კლასს: კლასი TUModel სიჩქარეთა ველების გაანგარიშებისათვის, კლასი TmPsiModel დინების ფუნქციისა და გრიგალური ველების გაანგარიშებისათვის, კლასი TWholeModel ანხორციელებს ჩამოთვლილი კლასების აგრეგირებას. TmPsiModel კლასის UpdateData მეთოდი ასრულებს წნევათა ველების გაანგარიშებას სუსტი კუმშვა-დობის მიახლოების დაშვებით.

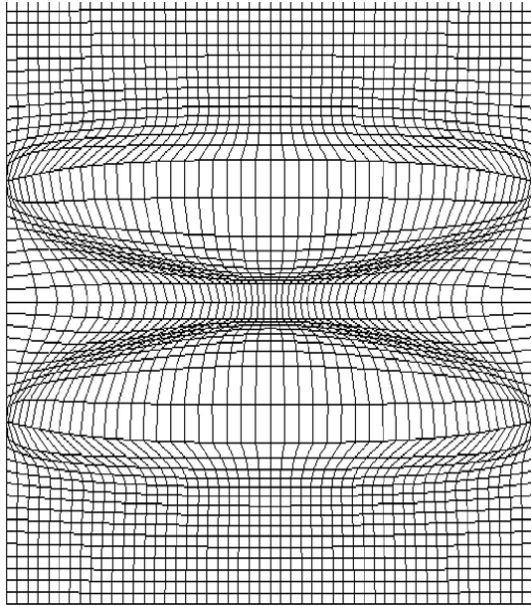
ანალოგიური მოდელირება შესაძლებელია განხორციელდეს ა-ψ- „გრიგალი-დენის ფუნქცია“ სისტემისა და C++ ტექნოლოგიების გამოყენებით მხოლოდ ატმოსფერული ნაკადის გაყოფის მეთოდის საფუძველზე. პროგრამირების შედეგი მოცემულია სურ-2.



სურ. 1. განცალკევებით აღმართული ნაგებობის ირგვლივ ატმოსფერული ნაკადის გავრცელება.



სურ - 2. მოდელირება შესრულებულია მხოლოდ ატმოსფერული ნაკადის გაყოფის მეთოდის საფუძველზე.



სურ —3 მოცემულია 3D კომპიუტერული მოდელირება რიცხვითი ბადის სივრცული განაწილებისათვის.

მოდელის გამოყენება და მისი კომპიუტერული მოდელირების შედეგების ანა-

ლიზი აჩვენებს:

- ქალაქის ტერიტორიაზე პასიური მინარევების განაწილების უკიდურესად მაღალ არაერთგვაროვნებას;
- კომპიუტერული კოდის პრინციპულ შესაძლებლობებს, რომლებიც საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს კონკრეტული ქალაქის კრიტიკული ტერიტორიული უბნები;
- მოდელირების შედეგები ხელს შეუწყობს კრიტიკულ სიტუაციებში მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღებას მოსახლეობის ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით.

ლიტერატურა:

Белов 2000: Белов И.В., Беспалов М.С., Ключкова А.В., Кулешов А.А. Транспортная модель праспространения газообразных примесей в атмосфере города. Математическое моделирование. т.12. №11. 2000.

Ясинский 2007: Ясински Ф. Н., Филатов Е.И. Математическое моделирование

течений жидкостей и газов «Ивановский государственный энергетический университет».- Иваново. 2007.

Kanevsky 2008: Kanevsky M.F., Kiselev V.P., Pavlovskiy O.A. The Tasks of developing Calculated Atmospheric Transfer Codes and Methods of Contamination Field Analysis in local and regional Scales. Institute of Problems of Safeti of development of Atomic Energy; Russia Academy of Sciences. 2008.

Pasler-Sauer 1986: Pasler-Sauer J. Comparative Calculations and Validations Studies with Atmospheric Dispersion Models.// Report KfK 4164; November. 1986.

Pavlovski 2002: Pavlovski O., Tchudanov V. Application 3D Dynamic Model for Estimation the Consequences of “Dirty Bomb” Blasting in Urban Conditions (November 17-21, 2002, OMNI Shoreban Hotel, Washington, D.C.)

წარმოადგინა ფიზიკის დეპარტამენტმა.

Direction: Natural Sciences, Field: Physics

Giorgi Chiradze, Zaza Mardaleishvili, Maka Khetsuriani

Some Issues of 3D Dynamic Modeling of Radiation Pollution of the City Area and Atmospheric Transfer of Passive Impurities

The research and evaluation of radiation situation and atmospheric pollution on the city territory as well as predicting the development of radiation is the topical problem nowadays. In this regard it is very important to divide the city territory into zones in accordance with radio ecologic and integrated environmental factors. Such as: Exposure doses of ionizing radiation power, concentration of natural and artificial radio nuclides (including construction Materials and transport emissions) allocation and radon concentration in the atmosphere near the Earth's layers.

The computer modeling of radio ecological situation requires the development and evaluation of methods for thorough study of radiation situation in conditions of measurement data dispersal.

The standard methods of Gauss, used for evaluation of transfer of passive impurities in the atmosphere and their dispersal possess limited range of usage.

It is impossible to use the Lagranzh atmospheric transport model within the city development structure. In terms of urban development the following factos typical for such kind of structure pose problems: aerodynamic effects, buildings aerodynamic shade, peculiarities of recirculation zones.

One of the methods of solving the problem of radiation pollution and spreading of