

უკ 51.001.57 : 502.7

**კავკასიის რეგიონის შესაძლო ღაბიბაშრების რიცხვითი მოღეღირება სომხეთის ატომური ელემტროსაღბშრიდან <sup>131</sup>I ჰიპოთეტური ამოზრქვევის შემთხვევაში**

ა.სურმავა\*, ლ.ინწვირველი\*, ნ.გიგაური\*\*, ს.გიორგაძე\*\*\*, გ.კვინიკაძე\*\*\*, ა.მელია\*\*\*

\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

\*\* ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი.

\*\*\* ვ. კომაროვის თბილისის ფიზიკა-მათემატიკის #199 საჯარო სკოლა.

*(სტატია შესრულებულია სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნულ სამეცნიერო ფონდის სახელმწიფო სამეცნიერო საგრანტო კონკურსის „კვლევები მოსწავლეთა მონაწილეობით“ PR/7/9-270/12 პროექტის ფარგლებში)*

სომხეთის ატომური ელემტრო სადგური (საეს) წარმოადგენს ეკოლოგიურად მეტად სახიფათო ობიექტს. ის მდებარეობს სეისმურად სამიშ 9 ბალიან ზონაში და მასში დამონტაჟებულია საბჭოთა კავშირში შექმნილი ჩერნობილის ტიპის ბირთვული რეაქტორი (BBЭP-210). შესაბამისად, მაღალია ავარიისა და რადიოაქტიური ნივთიერების გაჟონვის ალბათობა. ადამიანების უსაფრთხოების თვალსაზრისით მიზანშეწონილია წინასწარ განისაზღვროს აეს-ის ავარიის შემთხვევებში რადიოაქტიური ღრუბლის შესაძლო გავრცელების ტრეექტორია და დალექვის ზონები სხვადასხვა მეტეოროლოგიურ სიტუაციებში.

წარმოდგენილ ნაშრომში კავკასიაში ატმოსფერული პროცესების განვითარების რეგიონალური მოდელის [1] გამოყენებით და რადიოაქტიური ნივთიერების გადატანა-დიფუზიის განტოლების (1) რიცხვითი ინტეგრირებით რიცხობრივად მოდელირებული და გამოკვლეულია საეს-დან ავარიულად A ამოფრქვეული 10 მკმ რადიოაქტიური <sup>131</sup>I აეროზოლის შესაძლო გავრცელებისა და დალექვის ზონები.

განტოლება, რომელიც აღწერს რადიოაქტიური ნივთიერების გადატანა-დიფუზიას, ჩაიწერება შემდეგი სახით [2]:

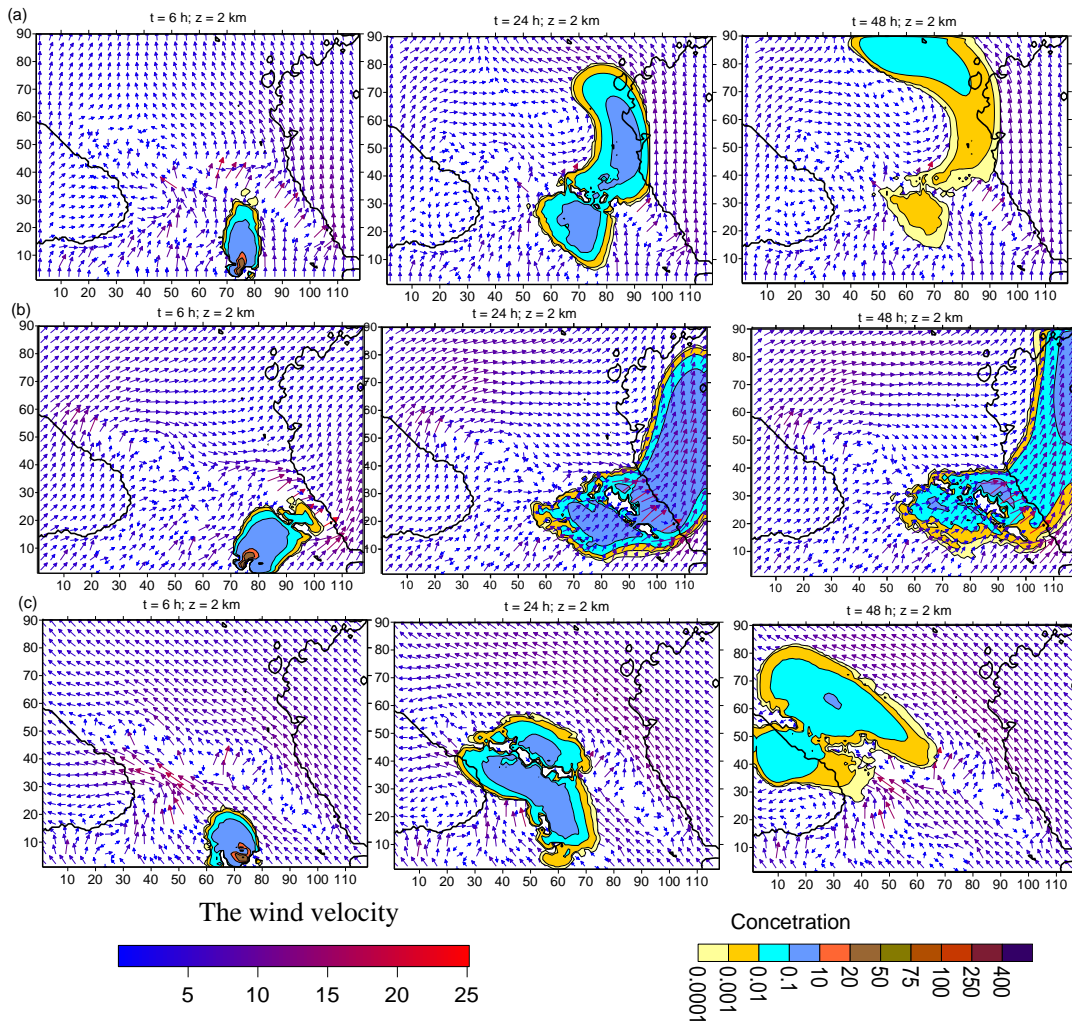
$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + (\tilde{w} - \frac{W_{sed}}{h}) \frac{\partial C}{\partial \zeta} = \mu \Delta C + \frac{\partial}{\partial \zeta} v \frac{\partial C}{\partial \zeta} - \alpha C \quad (1)$$

სადაც  $t$  დროა;  $x, y$  და  $z$  აღმოსავლეთით, ჩრდილოეთით და ვერტიკალურად ზევით მიმართული დეკარტეს კორდინატა ღერძებია;  $C$  - <sup>131</sup>I კონცენტრაცია;  $\zeta = (z - \delta) / h$  განუზომადი ვერტიკალური კორდინატა;  $\delta = \delta(x, y)$  რელიეფის სიმაღლეა;  $h = H - \delta$ ;  $H(t, x, y)$  ტროპოპაუზის სიმაღლეა;  $u, v$  და  $\tilde{w}$  ქარის სიჩქარის მდგენელებია  $x, y$  და  $\zeta$  ღერძების გასწვრივ;  $W_{sed}$  და  $\alpha$  <sup>131</sup>I-ის დალექვის და დაშლის სიჩქარეებია;  $\mu$  და  $V$  ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ტურბულენტობის კოეფიციენტია;  $u, v, \tilde{w}, \mu$  და  $V$  დროის ყოველი მომენტისათვის გამოითვლებიან [1] მოდელის საშუალებით.

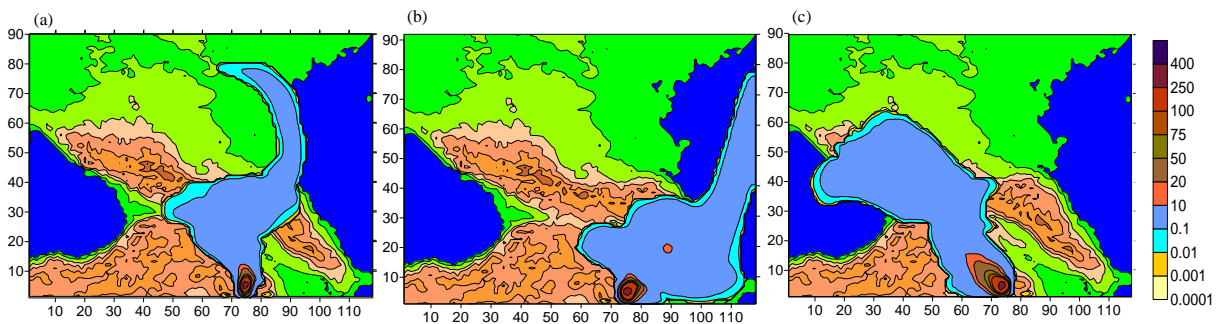
განტოლება (1)-ის რიცხვითი ინტეგრირება განხორციელდა კრანკლ-ნიკოლსონის სქემითა და გახლეჩის მეთოდის გამოყენებით [3], 10 კმ -ის ტოლი ჰორიზონტალური და 1/17 - ის ტოლი ვერტიკალური ბიჯებით.

გამოთვლები ჩატარდა 48 სთ ფიზიკური დროის ინტერვალისათვის. მოდელირებული იქნა <sup>131</sup>I აეროზოლის გავრცელება იმ ჰიპოთეტურ შემთხვევაში, როდესაც 6 სთ-ის განმავლობაში ის უწყვეტად ამოიფრქვევა საეს-დან ატმოსფეროს 10კმ×10კმ×2,52 კმ მოცულობის არეში. ინგრედიენტის კონცენტრაცია ამოფრქვეულ ჭავლში 100 პირობით ერთეულის (პ. ე.) ტოლია.

მოდელირების ზოგიერთი შედეგი ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე. განხილულია სამი შესაძლო მეტეოროლოგიური სიტუაცია, როდესაც ქრის სამხრეთის (ა), სამხრეთ-დასავლეთის (ბ) და სამხრეთ-აღმოსავლეთის (ც) ფონური ქარები. ნახ. 1-დან ჩანს, რომ რადიაციული ღრუბელი საქართველოს საზღვარს აღწევს პირველი 6 საათის განმავლობაში. 24 საათისათვის ის იმყოფება როგორც სამხრეთ კავკასიის, ასევე ჩრდილოეთ კავკასიის ტერიტორიაზე. 24 საათის შემდეგ რადიაციული ღრუბელი თანდათანობით ტოვებს სამხრეთ კავკასიას, გადაელება მთავარ კავკასიონის ქედს და 48 საათისათვის მისი ძირითადი მასა განაწილდება ჩრდილოეთ კავკასიის თავზე. ამ დროისათვის  $z=2$ კმ სიმაღლეზე <sup>131</sup>I-ის კონცენტრაცია მცირდება დაახლოებით 10-ჯერ.



ნახ. 1. ქარის სიჩქარისა (მ/წმ) და <sup>131</sup>I კონცენტრაციის (პ. ე.) განაწილება, როცა t = 6, 24 და 48 სთ-ს z=2კმ სიმაღლეზე ფონური სამხრეთის - (a), სამხრეთ-დასავლეთის - (b) და სამხრეთ-აღმოსავლეთის - (c) ქარების შემთხვევებში.



ნახ. 2. მძიწის ზედაპირზე დალექილი <sup>131</sup>I კონცენტრაციის (პ. ე.) განაწილება როცა t = 48 სთ სამხრეთის - (a), სამხრეთ-დასავლეთის - (b) და სამხრეთ-აღმოსავლეთის - (c) ქარების შემთხვევებში.

რადიოაქტიური ნივთიერება ძირითადად ილექება სამხრეთ კავკასიის ჩრდილო-დასავლეთ, ცენტრალურ და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილებში ფონური სამხრეთ-აღმოსავლეთის, სამხრეთის და სამხრეთ-დასავლეთის ქარების შემთხვევებში (ნახ. 2). დიდი რაოდენობით დალექვის ზონის სიგრძე დაახლოებით 750 კმ-ის ტოლია სამხრეთ აღმოსავლეთის ფონური ქარის დროს, და – 350 კმ-ის, სხვა შემთხვევებში. ამ ზონის სიგანე დაახლოებით 150 კმ-ს უდრის. მიღებულია, რომ როდესაც 10 მკმ ზომის აეროზოლის ამონაფრქვევის კონცენტრაცია ამონაფრქვევ ჭავჭავში 6 სთ-ის განმავლობაში 100 პ. ე./მ<sup>3</sup>-ის ტოლია, მაშინ დალექილი რადიოაქტიური ნივთიერების ზედაპირული სიმკვრივე მაქსიმალური დალექვის ზონაში მცირდება 360 პ. ე./მ<sup>2</sup> დან 1 პ. ე./მ<sup>2</sup>-მდე

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Kordzadze A. A., Surmava A. A., demetrashvili D. L., and Kukhalashvili V. G. Numerical Investigation of the Influence of the Caucasus Relief on the Distribution of the Hydrometeorological Fields. 2007, Izvestia, Atmospheri and Oceanic Phys., vol. 43, No. 6, pp. 722-730.
2. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды.- М.: Наука, 1982, 316 с.
3. Марчук Г. И. Численное решение задач динамики атмосферы и океана. Л.: Гидрометеиздат. 1974, 302 с.

უკ 51.001.57 :502.7

**კავკასიის რეგიონის შესაძლო ღაბინაშრების რიცხვითი მოღეღირება სომხეთის ატომური ელექტრო-საღეღირღან <sup>131</sup>I ჰიპოთეტიური ამოღრქვევის შემთხვევაში/სურმავა ა. ინწირველი ლ., გიგაური ნ., გორგაძე ს., კვინიკაძე გ.,მელია ა./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2013.-ტ.119.-გვ.299-302.-ქართ.; რეზ.:ქართ.,ინგლ.,რუს.**

კავკასიაში ატმოსფერული პროცესების განვითარების რეგიონალური რიცხვითი მოდელისა და მინარევის გავრცელების განტოლების გამოყენებით შესწავლილია სომხეთის ატომური ელექტროსადგურიდან ატმოსფეროში ჰიპოთეტიური შესაძლო ავარიის შედეგად ამოღრქვეული რადიაქტიური ელემენტის <sup>131</sup>I-ის გავრცელება ფონური სამხრეთის, სამხრეთ-დასავლეთის და სამხრეთ-აღმოსავლეთის ქარების შემთხვევაში. გათვალისწინებულია რადიაქტიური დაშლისა და აეროზოლის დაღეღვის პროცესები. განხილულია მხოლოდ 10 მკმ დიამეტრის რადიაქტიური ნუკლიდის გავრცელება.

გამოთვლებით ნაჩვენებია, რომ დაახლოებით 48 საათია საჭირო იმისათვის, რომ რადიაციური ღრუბელი გადაევიდეს სამხრეთ კავკასიას და გავრცელდეს ჩრდილოეთ კავკასიაში. რადიაქტიური ნივთიერება ძირითადად იღეღება სამხრეთ კავკასიის ჩრდილო-დასავლეთ, ცენტრალურ და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილებში ფონური სამხრეთ-აღმოსავლეთის, სამხრეთის და სამხრეთ-დასავლეთის ქარების შემთხვევებში, შესაბამისად. დიდი როდენობით დაღეღვის ზონის სიგრძე დაახლოებით 750 კმ-ის ტოლია სამხრეთ აღმოსავლეთის ფონური ქარის დროს, და – 350 კმ-ის სხვა შემთხვევებში. ამ ზონის სიგანე დაახლოებით 150 კმ-ს უდრის. მიღებულია, რომ როდესაც 10 მკმ ზომის აეროზოლის ამონაღრქვევის კონცენტრაცია ამონაღრქვევ ჰავლში 6 სთ-ის განმავლობაში 100 ჰ.ე./მ<sup>3</sup>-ის ტოლია, მაშინ დაღეღილი რადიაქტიური ნივთიერების ზედაპირული სიმკვრივე მაქსიმალური დაღეღვის ზონაში მცირდება 360 დან 1 ჰ.ე./მ<sup>2</sup>-მდე

UDC 51.001.57 :502.7

**NUMERICAL SIMULATION OF THE POSSIBLE POLLUTION OF THE CAUCASION REGION IN CASE OF THE HYPOTHETICAL/ Surmava A.,Intskirveli L.,Gigauri N.,Giorgadze S.,Kvinikadze G.,Melia A./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnical University. -2013. - т.119. – pp. 299-302. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.**

By means of regional model of development of atmospheric processes in the Caucasian Region and the equation of a substance transfer the spatial distributions of zones of radioactive deposition are investigated. In the model the radioactive decay and aerosols deposition processes are taken into account. The distribution of radioactive pollution is simulated in cases of the South, South West and South East background winds. The distribution of only one radionuclide aerosol <sup>131</sup>I with diameter 10  $\mu m$  is considered.

Numerical simulation shows that the 48 hours are necessary for the radioactive cloud to overflow the South Caucasus and distribute over the territory of the North Caucasus. The radioactive pollution is falling out mainly in the central, southeast and northwest parts of the South Caucasus. The zone of the radioactive deposition is extended along the background wind and deformed by the influence of the relief. The maximum length of the zone of significant deposition of radioactive substance equals approximately 750 km in case of the background South East wind and 350 km in other cases. The maximum width of the zone approximately equals 150 km. It is obtained that the surface density of the deposited radioactive nuclide in the zone of significant radioactivity decreases from 360 a.u./m<sup>2</sup> down to 1 a.u./m<sup>2</sup> when the concentration of 10  $\mu m$  aerosol <sup>131</sup>I in emission plume during 6 hours are equal to 100 a.u./m<sup>3</sup>.

УДК 51.001.57 :502.7

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА В СЛУЧАЕ ГИПОТЕТИЧЕСКОГО ВЫБРОСА <sup>131</sup>I НА АРМЯНСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ/Сурмава А.А.Инцкирвели Л.Н.Гигаური Н.Г.Гюрგадзе С.С. Квиникадзе Г.Т. Мелиа А.О./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2013. – т.119. – с. 299-302 – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.**

С помощью региональной модели развития атмосферных процессов в Кавказском регионе и уравнения переноса примеси исследовано пространственное распределение радиоактивного загрязнения (<sup>131</sup>I) в атмосфере в случае возможной гипотетической аварии на Армянской атомной электростанции. В модели учтены процессы радиоактивного распада и осаждения на подстилающую поверхность. Распространение радиоактивного загрязнения смоделировано для случаев южного, юго-западного и юго-восточного ветров и радиоактивного аэрозоля с диаметром 10 мкм.

Получено, что радиоактивному облаку необходимо приблизительно 48 часов для перетекания через Южный Кавказ. Основная часть радиоактивного загрязнения выпадает над центральной, северо-западной и юго-восточной частями Южного кавказа. Зоны радиоактивного осаждения вытянуты вдоль фоновых ветров и частично деформированы под влиянием рельефа территории. Максимальная длина зоны значительного выпадения радиоактивного вещества приблизительно

რავნა 750 კმ ვ სლუაე ფონოვოი იო-ვოსლონოი ვერა ი - 350 კმ დია დრუიი ნარავლიი ფონოვი ვერო. იოლუოно, что когда в течение первых 6 часов концентрация частиц с диаметром 10 мкм равна 100 п.е./м<sup>3</sup> (произвольная единица/м<sup>3</sup>), тогда поверхностная плотность выпавшего радиоактивного вещества в зоне максимального загрязнения уменьшается от максимального значения 360 п. е./м<sup>2</sup> до 1 п. е./м<sup>2</sup>.