

საქართველოს ზოგიერთი აქტუალური ტერიტორიის რადიოეკოლოგიური კვლევის მიმოხილვა

მათიაშვილი ს.

ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
მიხეილ ნოდისას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

ანოტაცია: მეცნიერები სწავლობენ რადიაციულ ჰიგიენას და მათი მიზანია შეამცირონ ადამიანზე და სხვა ცოცხალ ორგანიზმებზე, გარემოზე გამოსხივების მავნე ბიოლოგიური მოქმედება. კერძოდ, შესწავლილ უნდა იქნეს რადიოაქტიური ნივთიერებების ბუნებაში გავრცელება, მიგრაცია, მონაწილეობა ბიოლოგიურ ჯაჭვში, რომელთა მესვეობით ხდება ადამიანის ორგანიზმზე რადიაციული გამოსხივებისა და სხვა სახის მაიონიზებული რადიაციის ზემოქმედება, უნდა შემუშავდეს და დაინერგოს გარემო ფაქტორებისა და სამუშაო ობიექტების რადიოაქტიური დაბინძურებისაგან დამცველი ღონისძიებები.

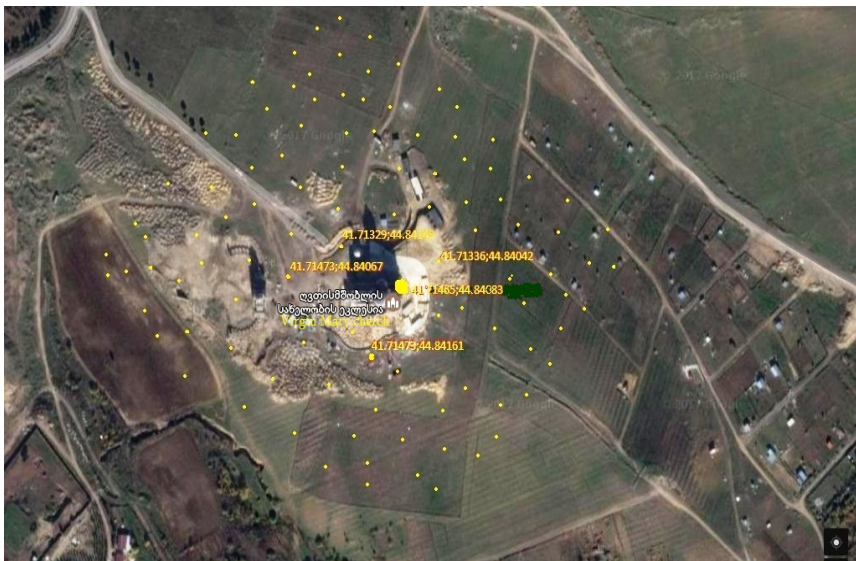
საკვანძო სიტყვები: რადიაციული ჰიგიენა, რადიოაქტიური ნივთიერებები

დღეისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება გარემოს მონიტორინგის სისტემის დანერგვას ადამიანის პრაქტიკულ საქმიანობაში. ამრიგად, ნიადაგი, რომელიც საერთოდ ისედაც ბინძურდება რადიონუკლიდური და მძიმე ელემენტებით, ქიმიოზაციის წყალობით თანდათან კიდევ უფრო მცირდება. ამ თვალსაზრისით, ვანარმოებთ კვლევებს ქვეყნის განსაკუთრებით აქტუალურ ზონებში, მიღებული შედეგებს მიმოხილვის დონეზე მოგახსენებთ, რომლებიც სამომავლოდ კიდევ საჭიროებენ მონიტორინგს. პირველად მოხდა მახათას მთის რადიოეკოლოგიური და აგროქიმიური გამოკვლევა. აღებული ნიადაგის ნიმუშების ლაბორატორიული კვლევა ჩატარდა სსიპ სოფლის მეურნეობის აგრარული რადიოლოგიისა და ეკოლოგიის სამეცნიერო კვლევით ცენტრში. მახათას მთის ტერიტორიის აგროეკოლოგიური და რადიოაქტიური ელემენტებით დაბინძურების პირველადი ეკოლოგიური მონიტორინგის მონაცემების მიხედვით გამოკვლეული ტერიტორია შესაძლებელია ზოგადად მივიჩნიოთ როგორც საშუალო დონეზე ან უფრო ნაკლებად დაბინძურებულად [1, 2].

კერძოდ, 2012-2013 წლებში მოხდა მახათას მთის იმ უბნის რადიოეკოლოგიური და აგროქიმიური გამოკვლევა, სადაც განთავსდა ივერიის ღვთისმშობლის ეკლესია. ამ ტერიტორიიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშების ლაბორატორიული კვლევა ჩატარდა სსიპ სოფლის მეურნეობის აგრარული რადიოლოგიისა და ეკოლოგიის სამეცნიერო-კვლევით ცენტრში. მახათას მთის ტერიტორიის აგროეკოლოგიური და რადიოაქტიური ელემენტებით დაბინძურების პირველადი ეკოლოგიური მონიტორინგის მონაცემების მიხედვით გამოკვლეული ტერიტორია შესაძლებელია ზოგადად მივიჩნიოთ, როგორც საშუალო დონეზე ან უფრო ნაკლებად დაბინძურებულად. კრიტერიუმად მიღებული იყო, რომ კონკრეტული დამაბინძურებელი ელემენტების შემცველობა არ აჭარბებდა კონცენტრაციის ზღვრულად დასაშვებ ყოფილ საბჭოთა ნორმას. ამიტომ გარკვეული სიზუსტით შეიძლება განვაცხადოთ, რომ მახათას ტერიტორიის ნიადაგებში აგროქიმიური დაბინძურების ფონი საგანგაშო არ არის [3]. თუმცა მიუხედავად იმისა, რომ რადიაციულმა მონიტორინგმა არ გამოავლინა ამ ადგილის დაბინძუ-

რება რადიაციული ლაქებით ან ნერტილოვანი წყაროებით, პერიოდული ეკოლოგიური მონიტორინგი ამ ტერიტორიაზე მომავალშიც უნდა გაგრძელდეს [4].

ამრიგად, ჩვენს მიერ მახათას ტერიტორიაზე აღებულ ნიადაგის ნიმუშებში ლაბორატორიული ანალიზის შედეგად განისაზღვრა რადიოაქტიური და ქიმიური ელემენტებით დაბინძურების დონე. სინჯების აღება წარმოებდა ბადის გარეშე, სასინჯი ნერტილების ნებისმიერად შერჩევის გზით, ოღონდ დაშორება მეზობელ ნერტილებს შორის უნდა ყოფილიყო არანაკლები 10 მეტრისა (სურ. 1). აგროქიმიური ანალიზისათვის გამოყენებული იყო აპრობირებული სტანდარტული მეთოდიკა. რადიაციული მონიტორინგის პროცესში შემონმებული ნერტილების რაოდენობამ თითოეულ გასვლაზე შეადგინა დაახლოებით 1000. რადიაციული შემონმებისათვის გამოყენებული იყო ხელსაწყო სამხედრო საველე რადიაციული დოზიმეტრი. მონიტორინგის პროცესში არ იქნა გამოვლენილი რომელიმე ხელოვნური ნერტილოვანი რადიაციული წყარო [1].



სურ.1. მახათას მთაზე ნიადაგის ნიმუშების აღების ნერტილების განლაგება

შემდეგი გამოკვლევული ტერიტორია არის რუსთავი და ზესტაფონი. მეთოდიკა იყო იგივე. ნახშირი, აგრეთვე, მანგანუმი ნედლი სახით შეიცავს მძიმე მეტალების მთელ რიგს. ეს მძიმე მეტალები, რომელთა შორის არიან რადიოაქტიურებიც, რჩება ნახშირის წვის პროდუქტში, წიდაში. ცხადია, რომ ამ მძიმე მეტალების რალაც ნაწილი ხვდება ატმოსფეროში საწვავი ღუმელების მილებიდან. აქ განსაკუთრებულ ობიექტებად უნდა მივიჩნიოთ მეტალურგიული და თბოელექტრო სადგურების ღუმელები. ატმოსფეროში გამოფრქვეული მძიმე მეტალები, რომლებიც ფაქტიურად წარმოადგენენ აეროზოლებს, შეიძლება საკმაოდ დიდ ტერიტორიაზე იყოს გაფანტული, რაშიც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ატმოსფერულ ქარს და ნალექს. წესით ატმოსფერული გამონაფრქვევი თუ ქარების დინამიკური სურათი მეტ-ნაკლებად ერთგვაროვანია. პირველ მიახლოებაში უნდა გაიშალოს თანაბრად გამოფრქვევის ნერტილიდან, თანაბრობაში ვგულისხმობთ, რომ დასაშვებია აზიმუტალური სიმეტრია, ხოლო რადიალური მიმართულებით ნერტილოვანი წყაროდან გაფანტული გამონაფრქვევი უნდა გაიშალოს ზედაპირზე რადიუსის ან მისი ხარისხების უკუპროპორციულად. თუ ამ პროცესს, მოდელურად განვიხილავთ ცხადია, რომ ატმოსფერული გაბნევის შემთხვევაში პროცესს უნდა შეუსაბამოთ დიფუზიის განტოლება, რომელსაც იგივე ფორმა აქვს როგორც სითბოგამტარობის (ტემპერატურა გამტარებლობის) განტოლებას. დიფუზიის განტოლება შეიძლება გავართულოთ, ანუ ერთ განზომილებიანი არასტაციონალური განტოლება, შეიძლება განზოგადდეს სამგანზომილებიანი არასტაციონალურზე [5]. თუ ამ უკანასკნელს ამოვხსნით სფერულ კოორდინატებში, მისი ბრტყელი გამარტივება იქნება რადიალური განტო-

ლება, რომელიც განსაკუთრებით გამარტივდება, თუ დავუშვებთ აზიმუტალურ სიმეტრიას. ასეთი განტოლება დამოკიდებული იქნება მხოლოდ დროზე და რადიუსზე, ანუ მანძილზე წყაროდან წრის რომელიმე წერტილამდე. ასეთი განტოლებების ანალიზური ამოხსნა მოცემული საწყისი და სასაზღვრო პირობებისათვის ცნობილია და შეიძლება გამოვხატოთ ცდომილებათა ინტეგრალის ან უსასრულო მწკრივების საშუალებით. მაგრამ კონკრეტული შედეგის მისაღებად, ამ პარამეტრების გარდა, საჭიროა ვიცოდეთ დიფუზიის (სითბოგამტარობის, გამტარობის ტემპერატურა) კოეფიციენტი [6].

ამრიგად, ამოფრქვევის შედეგად ატმოსფეროში მოხვედრილი მძიმე მეტალების განფენილობა შეიძლება მოდელირებული იყოს სითბოგამტარობის განტოლებით. მაგრამ დედამიწის ზედაპირზე მოხვედრის შემდეგ მძიმე მეტალები დაიწყებს მიგრაციას უკვე სხვა გარემოში. აქ მიგრაციის მთავარი გამომწვევი მიზეზი იქნება წყალი, ანუ ნალექები მაგრამ დედამიწის სხვადასხვა ადგილზე, არა თუ გეოგრაფიულად დაშვებულ ადგილებში, არამედ თითქმის ლოკალურად. ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობა შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს. გარდა ამისა, მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე დედამიწის შემადგენლობას [7], თუმცა უშუალოდ (დედამიწისათვის) მიგრაციის მახასიათებლები (დიფუზიის კოეფიციენტი), ნიადაგის ტიპიდან გამომდინარე მეტ-ნაკლებად ცნობილია. მაგრამ მძიმე მეტალების მიგრაციაზე (დიფუზიაზე) მნიშვნელობა ქონია არამარტო ქანის მექანიკურ თვისებებს, არამედ მაგნიტურსაც [8]. ვიცით, რომ დედამიწას გააჩნია მაგნიტური ველი და სხვადასხვა ქანებს ააქვთ სხვადასხვა მაგნიტური ამთვისებლობა. აქ უკვე გადავიდეთ მაგალითზე, რათა კარგად ჩამოვყალიბდეთ მძიმე მეტალების მიგრაციის პროცესის მახასიათებელ დროსთან და ჯერჯერობით უცნობ გადატანის (დიფუზიის) კოეფიციენტთან დაკავშირებით [5]. შევადაროთ ერთმანეთს გარდაბნის თბოელექტროსადგურის მიდამოსა და რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის ატმოსფერული დაბინძურების ეფექტები. ამ ორი ობიექტის თავზე ატმოსფერული პროცესების დინამიკა სრულიად ცნობილია. მიუხედავად საკმარისი სიახლოვისა, როგორც ქარების დინამიკაში, ასევე ნალექების ინტენსივობაში ეს პუნქტები საკმაოდ განსხვავდებოდა, თუმცა ორივეგან არსებობს ქარის გაბატონებული მიმართულება, ეს ნიშნავს რომ მეტალური აეროზოლების განფენილობას უშუალოდ ამოფრქვევის შემდეგ უნდა ახასიათებდეს ასიმეტრია. შეიძლება ითქვას, რომ როცა დაბინძურების წყარო დიდი ხნის განმავლობაში მოქმედებს მეტ-ნაკლებად შეცვლილ, ანუ ნალექების მოქმედების შედეგად რაღაცა დონემდე რადიალურად გასიმეტრიებულ სურათზე სისტემატურად მოხდება შემოფოთებები. წესით, თუ რაღაცა განსაკუთრებული პირობები არ არსებობს, უნდა ხდებოდეს მეტალების განფენა რომელიღაცა ცენტრალური წერტილიდან, რომელიც დამოკიდებულია მყისიერ ატმოსფერულ (ქარის) სურათზე. მოქმედებაში, რომ მარტო ნალექების გრუნტის ნალექების ფილტრაციას ვითვალისწინებდეთ, ჭარბი დაბინძურების გატანა დაბინძურების ცენტრიდან უნდა ხდებოდეს, ზედაპირული წყლების და უშუალოდ ზედაპირთან მიმდებარე ფენაში, გრუნტის წყლების სიჩქარით, რომელიც პირველზე ნაკლებია [9]. ასეთ შემთხვევაში პრინციპულად შეიძლება დიფუზიის სიჩქარის დადგენა, და აგრეთვე, დიფუზიის კოეფიციენტის შეფასება კონცენტრაციების შედარების საშუალებით. ანუ უმარტივეს სიტუაციაში უნდა ვიცოდეთ მძიმე მეტალის კონცენტრაცია დაბინძურების ცენტრში და სადღაც პერიფერიაზე, რომელსაც ჩავთვლით ფონურ მნიშვნელობად. ეს მონაცემები სრულიად საკმარისი იქნება ანალიზური ამონახსნის კორექტულად გამოყენებისათვის, ოღონდაც ორი დაშვების პირობებში:

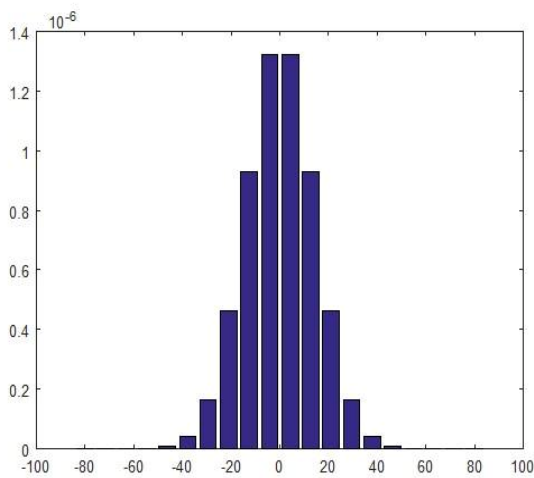
1. მიგრაცია აზიმუტალურად სიმეტრიულია;
2. არარსებობს მიგრაციის სხვა შემაკავებელი თუ არა ნიადაგის სტრუქტურა.

პირველი პირობა, როგორც აღვნიშნეთ მეტ-ნაკლებად კმაყოფილდება, მითუმეტეს ცენტრის სიახლოვეს, მეორე პირობა, მექანიკური თვალსაზრისით დამოკიდებულია ფოროვნების ხარისხზე, რომელიც ბუნებრივი შემაკავებელია და აგრეთვე როგორც აღმოჩნდა (ურალელი მეცნიერები) ნიადაგის მაგნიტურ თვისებებზე. ფიზიკურად ორივე მარტივი გასაგებია, კერძოდ მაღალი ფოროვნება ხელს უწყობს სწრაფ მიგრაციას. მისგან განსხვავებით, თუ

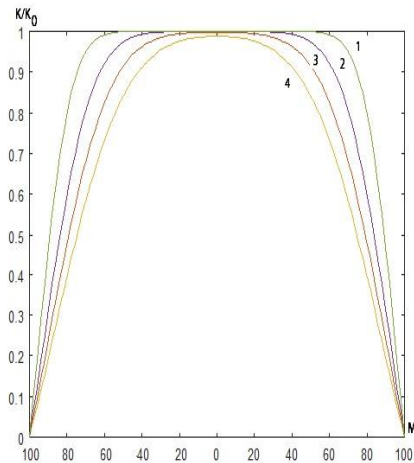
ნიადაგის მაგნიტური თვისებები აქვს, მასში უნდა შეიცვალოს ნორმალური მაგნიტური ველი. კერძოდ, თუ ნიადაგი შეიცავს მაგალითად ფერომაგნეტიკს (მაგნეტიტი), მაშინ დედამიწის ველი, პირველ მიახლოებაში ერთგვაროვან ნიადაგში მცირე მანძილებზე, ასევე ერთგვაროვანი უნდა ყოფილიყო. ხდება არაერთგვაროვანი, რაც ნიშნავს, რომ შეიძლება მნიშვნელოვნად გაძლიერდეს. ასეთ ვითარებაში, წყლის მიერ წამოღებული მაგნიტური თვისებების მქონე მძიმე მეტალი შეიძლება ჯამური ველის ზემოქმედებით სადღაც მიეღო (გაჩერდეს) ანუ ჩნდება მექანიზმი, რომელიც იწვევს სიმეტრიულობის დარღვევას, თანაც არაერთგვაროვანების წარმოქმნას მძიმე მეტალების განაწილებაში. სიმეტრიულობის დარღვევა მაშინაც კი, როცა წყალი თანაბრად მიდის ყველა მიმართულებით, გამონვეული იქნება ჯამური მაგნიტური ველის მიმართული ორიენტაციით. ეს თავის მხრივ, შეუწყობს არაერთგვაროვანების ჩამოყალიბებას ანუ მძიმე მეტალების განფენილობის სურათი უკვე ჭრელი იქნება. ამ ეფექტის დაჭერა, მათემატიკურად, თითქმის შეუძლებელია პირველ რიგში იმის გამო, რომ უნდა გართულდეს დიფუზიის განტოლება ანუ მასში უნდა გავითვალისწინოთ დიფუზიური გადატანის გარდა, აგრეთვე კონვექციური გადატანაც, ანუ წყლის სიჩქარეც.

დიფუზიური მოდელის დახმარებით არსებობს რუსთავის მეტალურგიული კომბინატში გამომუშავებული ნიღის გარემოში დაყრის შედეგად გამონვეული შესაძლო რადიაციული დაბინძურების ინტენსივობის დროსა და სივრცეში ცვლილების რეტროსპექტიული სურათის მიახლოებითი რეკონსტრუქციის პრინციპული შესაძლებლობა. ასეთი ხერხი ფიზიკური თვალსაზრისით სრულიად კორექტულია, რადგან დიფუზიის განტოლება გამოყენებულია სხვადასხვა ქვეყანაში მოქმედი რადიაციული დაბინძურების ზღვრულად დასაშვები ნორმების (ზდკ) დასადგენად რადიოაქტიური ელემენტებითა და მძიმე მეტალებით დაბინძურება [10]. ნიადაგის ზედაპირის რადიაციულ-ქიმიური დაბინძურების ინტენსივობის ცვლილების არასტაციონარული.

ეს მონაცემები, მომავალში, სავარაუდოდ, შეიძლება გახდეს რუსთავის ტერიტორიაზე სანყისი რადიაციული დაბინძურების დონის მიახლოებითი განსაზღვრის საფუძველი. ამ ინფორმაციაზე დაყრდნობით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ზემოთ აღნიშნული რადიონუკლიდებით რუსთავის ტერიტორიის დაბინძურება პრაქტიკულად იმ ნორმის ფარგლებშია. წარმოდგენილი დიფუზიური მოდელი იძლევა თვისობრივ-რაოდენობრივ ინფორმაციას იმისათვის, რომ შევაფასოთ რადიონუკლიდებით ნიადაგის ზედაპირული დაბინძურების ინტენსივობის დროში მიღების პროცესი.



ნახ.1.



ნახ. 2

ნახ.1-ზე და ნახ.2-ზე ნაჩვენებია დაბინძურების დონეების ფარდობის აპროქსიმაცია გრაფიკული ვიზუალიზაციის საშუალებით დროსა და სივრცეში.

გარემოს დაბინძურებაში დიდია რადიაქტიური წყაროების როლი. ატომური ბომბების აფეთქება, ატომური სადგურების მიერ გარემოში გაბნეული რადიონუკლიდები და მძიმე მეტალები, სხვადასხვა რადიოლოგიური ავარიების დროს გარემოში გამოფრქვეული რადიონუკლიდები, ადამიანის სანარმოო საქმიანობით ბუნებრივი და ხელონური წარმოშობის რადიონუკლიდების გადანაწილება გარემოში: მადნეულის მოპოვება და სხვა. გარემოს დაბინძურებაში უდიდესი წილი მრეწველობასა და ტრანსპორტზე მოდის. აქედან გარკვევით ჩანს რამდენად ჭარბობს გარემოს დაბინძურება ამ ნივთიერებებით. ქვანახშირისა და მისი გადამუშავებით და ასევე მისი გამოყენებით გარემოს დაბინძურება რეალურია და ანგარიშგასანევი.

კვლევები გაგრძელდება ჩვენს მიერ გარკვეულ აქტუალურ ტერიტორიებზე მაგალითად: ვაზიანსა და ზესტაფონის ფეროშენადნობი ქარხნის მიდამოებში. გაზომილი იქნება რადიაციული ფონი, რადიონუკლიდებისა და მძიმე მეტალების შემცველობა.

ლიტერატურა

1. ჩხიტიანიძე მ., კერესელიძე ზ., მათიაშვილი ს. ნიადაგის ზედაპირის რადიაციულ-ქიმიური დაბინძურების ინტენსივობის ცვლილების არასტაციონალური მოდელი. // მ.ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 68, 2018.
2. მათიაშვილი ს., კერესელიძე ზ., ჩხიტიანიძე მ. ნიადაგის დაბინძურების დროში ცვლილების დიფუზიური მოდელი. // საერთაშორისო სამეცნიერო კომფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, ქუთაისი, საქართველო, 21-22 სექტემბერი, 2018.
3. Matiashvili S.B. The Preliminary Results of the Chemical-radiological Investigations of the Soils on the Territory of the Makhata Mountain. // Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v.19B, 2016, pp. 101-110, <http://openjournals.gela.org.ge/index.php/GGS>
4. Tsitskishvili M.S., Gachechiladze G.A., Katamadze N.M, Intskirveli L.N., Kurtanidze S.R. Impact of the Chernobyl disaster on the radio on the ecological situation in the ecoway. Radionuclide echo of Chernobyl in Georgia. // Radiation studies VI, “Education”, Tbilisi, 1991, pp. 132-150, (in Georgian).
5. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. // М., Наука. 1964, 488 с.
6. ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებული ფაქტორებისა და მეტეოროლოგიური ელემენტების მატემატიკური მოდელირება და ადამიანის ჯანმრთელობაზე მათი გავლენის შესწავლა. // ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 2005, გვ. 3-195, <http://www.zerno.org.ua/articles/quality/>
7. <http://meteo.gov.ge/index.php?dd=2017-12-31&pg=rd> რადიაციული ფონი 2017-12-31 (15 სადგურის მონაცემი)
8. ნადარეიშვილი კ. (რედ.) // რადიაციული გამოკვლევები, „მეცნიერება“, ტ. VI, 1991, 245 გვ.
9. Допустимые уровни содержания ¹³⁷Cs в продуктах питания и питьевой воде в Белоруссии, России, Украине и Японии. <http://chornobyl.in.ua/dopustimie-urovni-soderzaniya-137cs-90sr.html>
10. <http://chornobyl.in.ua/dopustimie-urovni-soderzaniya-137cs-90sr.html>

OVERVIEW OF RADIOECOLOGICAL RESEARCH IN SOME CURRENT AREAS OF GEORGIA

Matiashvili S.

Summary: Scientists are studying radiation hygiene and their goal is to reduce the harmful biological effects of radiation on humans and other living organisms, environmental conditions. In particular, the distribution, migration, and nature of radioactive substances should be studied. Participation in the biological chain through which exposure to radiation and ionizing radiation on the human body should be designed and implemented to protect against exposure to environmental contaminants and work sites. Studies in this regard will continue to be continued by us. Future results will be in the form of articles. The following study areas are the Vaziani and Zestafoni Current zones.

Key words: radiation hygiene, radioactive substances.