

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კორპორატიული
ინსტიტუტი

შიშრი № IHM-18-37- GTU-CD-5702

ვამტკიცებ
ინსტიტუტის დირექტორი

----- თ. ცინცაძე

“ 25 ” დეკემბერი 2018წ.

უაკ 504.064.36

სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს - “საქართველოს უმაღლეს და საშუალო
სასწავლო ტექნიკურ დაწესებულებებში ეკოლოგიის საფუძვლების სწავლისა
და სწავლების პროცესებში გამოსაყენებლად, სასწავლო სახელმძღვანელოს
“ეკოლოგიური მონიტორინგის კორპორატიული ანკეშტების საფუძვლები”
დამუშავება”.

დ ა ს კ ვ ნ ი თ ი ა ნ ბ ა რ ი შ ი

პროექტის ხელმძღვანელი და შემსრულებელი:
გეორგ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი

გარი გუნია

თბილისი
2 0 1 8

ანგარიში – 113 გვ, ფორმულა - 34, ცხრილი - 30, ნახაზი – 13, ლიტერატურა - 16

საკვანძო სიტყვები: ეკოლოგიური მონიტორინგი, გარემოს ფაქტორები, გარემოს დაბინძურების მექანიზმები, გლობალური კლიმატის პრობლემები

უკანასკნელ ათეულ წლებში ფართოდ მიმდინარეობს განათლების შინაარსობრივი ცვლილებები. ეკოლოგიის, როგორც მეცნიერების, გაფართოება და გაღრმავება, ტექნოსფეროში ადამიანის გადარჩენის ამოცანების ამოხსნის აუცილებლობის შეგნება, ბუნებისა და საზოგადოების ურთიერთობის კანონების, საბუნებისმეტყველო-სამეცნიერო, ჰუმანიტარულ, ტექნიკო-ტექნოლოგიური მიმართულებათა სასწავლო დისციპლინების ეკოლოგიზაცია სერიოზულ შესწავლის აუცილებლობას კარნახობს.

მომავალი განათლებული სპეციალისტი უნდა ერკვეოდეს ისეთ საკითხებში, როგორიცაა: ტერიტორიულ-ბუნებრივი და სამეურნეო-ბუნებრივი კომპლექსების მდგომარეობის, მდგრადობისა და განვითარების შეფასებები, ეკოლოგიური მონიტორინგი, მართვა ბუნების დაცვისა და ბუნების რესურსების მოხმარების სასტემაში, ბუნებრივი გარემოს შენარჩუნების რეკომენდაციების დამუშავება და სხ.

როგორც ირკვევა, სასწავლო სახელმძღვანელოს **“ეკოლოგიური მონიტორინგის ჰიდრომეტეოროლოგიური ასპექტების საფუძვლები”** დამუშავება მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ქვეყნის ეკონომიკის მდგრადი და უსაფრთხო განვითარებას და ამით საერო პრობლემის ხასიათს იძენს.

მისი შექმნა დიდად სასარგებლო იქნება საქართველოს უმაღლეს სასწავლო დაწესებულებებში ეკოლოგიის საფუძვლების სწავლისა და სწავლების პროცესების დაძლევის.

ვინაიდან ცოცხალი სამყაროს განვითარება სულ უფრო მეტ წილადაა განპირობებული ადამიანის მოღვაწეობით, მეტად პროგრესიულად მოაზროვნე მეცნიერები ეკოლოგიის მომავალს შეცვლილი სამყაროს შექმნის თეორიაში ხედავენ. ეკოლოგია ჩვენს თვალწინ ბუნებრივ გარემოში ინდუსტრიული საზოგადოების ადამიანის ყოფაქცევის თეორიული საფუძვლის სახეს ღებულობს.

დამუშავებული პროექტის ძირითადი მიზანი და ამოცანებია: ეკოლოგიური ცოდნის მიღების ხელის შეწყობა, სტუდენტების, მაგისტრანტების, დოქტორანტების და ამ დარგით დაინტერესებულ პირთა თანამედროვე მეცნიერული მიღწევების გაცნობა, რომლის სწრაფი განვითარება არ არის გამოსახული საქართველოში არსებულ სახელმძღვანელო ლიტერატურაში.

შესავალი.....	5
I. აკადემიური დისციპლინა – ეკოლოგია.....	7
1.1. ტერმინი „ეკოლოგია“.....	8
1.2. კოსმოსური ხომალდი – დედამიწა.....	9
II. ბარემოს ფაქტორები და ორბანიზმებზე მათი ზემოქმედების ზოგადი კანონზომიერება.....	10
2.1. გარემო.....	10
2.2. ბიოტური მიმოქცევა.....	11
2.3. ანთროპოგენური ფაქტორი.....	12
2.4. გარემოს ტიპები.....	13
2.5. ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის სახეები.....	13
III. ეკოლოგიური მონიტორინგი.....	15
3.1. ეკოლოგიური მონიტორინგის ზოგადი ცნებები.....	15
3.2. ეკოლოგიური მონიტორინგის კლასიფიკაცია.....	17
IV ბუნებრივი ბარემოს ხარისხის შეფასება.....	23
4.1. ეკოლოგიური სტანდარტები.....	23
4.2. ძირითადი საკონტროლო პარამეტრები.....	24
4.3. ეკოლოგიური მონიტორინგი და ეკოლოგიური კონტროლი.....	28
V. სამრეწველო საქმიანობის ეკოლოგიური რეზულტირება.....	30
5.1. გარემოში მინარევთა ემისიების ეკოლოგიური ინვენტარიზაციის საკითხები..	30
5.1.1. სამრეწველო ემისიების მონაცემთა განზოგადების საკითხები.....	31
5.1.2. მინარევ ნივთიერებათა ემისიების მონაცემთა განზოგადების პრაქტიკული შედეგები.....	33
5.2. ბუნებრივი გარემოს დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ნორმირება.....	33
5.3. ეკოლოგიური ატესტაცია და პასპორტიზაცია.....	34
5.4. ეკოლოგიური ექსპერტიზა.....	34
VI. ეკოლოგიური მონიტორინგის მეთოდოლოგიური ასპექტები	37
6.1. ატმოსფეროს დაბინძურების ეკოლოგიური მონიტორინგის კონცეფცია.....	37
6.2. გარემოს დაბინძურების ხელისშემწყობი “საშიში” მეტეოროლოგიური პირობების ხასიათი და განაწილება.....	38
6.2.1. ფიონური მოვლენების ზემოქმედების თავისებურებანი კოლხეთის დაბლობის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე.....	39
6.2.2. ატმოსფეროს სინოპტიკური პროცესების გავლენა მინარევთა ტრანსსასაზღვრო გადატანის ფორმირებაზე.....	41
6.3. დაკვირვებათა მონაცემებით ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების ძირითადი პრინციპები.....	43
6.3.1. მონიტორინგის მონაცემთა დამუშავების საკითხები.....	44
6.3.2. მონაცემთა რიგის საიმედოობის სტატისტიკური შეფასების საკითხები.....	46
6.3.3. საინფორმაციო მასალის არაერთგვაროვნობის გამორიცხვის ხერხი....	47
6.4. მინარევთა სივრცულ-დროითი განაწილების შეფასების პრაქტიკული საკითხები.....	48
6.4.1 მსხვილ ქალაქებში ატმოსფერულ მინარევთა სივრცულ-დროითი განაწილების თავისებურებანი.....	49
6.4.2 ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვებში ტყვიისა და ნახშირჟანგის კონცენტრაციების განაწილების თავისებურებანი.....	51
6.5. მთიანი რეგიონის ეკო - მეტეოროლოგიური ასპექტები.....	52
6.6. ატმოსფეროს დაბინძურების პროგნოზი მთიანი რეგიონის ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებში.....	54
VII. მეტალური მინარევებით ბარემოს დაბინძურების მქანისა და ხარისხის ეკოლოგიური მონიტორინგი.....	57
7.1. დედამიწის ქვეყენილ ზედაპირზე მოსული მინარევების შეფასების საკითხები.....	57
7.2. ნიადაგის ფენებში მეტალური მიკრომინარევების ვერტიკალური მიგრაცია....	60
7.3. მძიმე მეტალების მინარევები ადამიანის ორგანიზმში.....	61

VIII. ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის მონიტორინგის საკითხები.....	63
8.1. ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობა – გარემოს დაბინძურების ინდიკატორი.....	63
8.1.1. ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციის მონიტორინგი.....	64
8.2. ნალექების მინერალიზაციის მონიტორინგის მონაცემთა საიმედოობის შეფასების თავისებურებანი.....	65
8.3. ნალექებში შემავალი მინერალურ ნივთიერებათა წყაროს განსაზღვრის პრინციპები.....	66
IX. ატმოსფეროს გამტვერიანების ეკოლოგიური მონიტორინგის საკითხები.....	68
9.1. ატმოსფერული მტვერი და მისი თავისებურებანი.....	68
9.2. მტვრის წყაროები და ატმოსფეროს დაბინძურებაში მათი წვლილის შეფასებები.....	71
9.3. ატმოსფეროს გამტვერიანების მონიტორინგის მონაცემთა შეგროვების ძირითადი საკითხები.....	75
9.3.1. მტვრის მინარევის დისპერსიული განაწილებისა და რიცხვითი კონცენტრაციის მონიტორინგის ასპექტები.....	75
9.3.2. ბუნებრივ გარემოში აეროზოლურ ნაწილაკთა განაწილების ძირითად მახასიათებლების მონიტორინგი.....	76
9.3.3. ატმოსფეროს გამტვერიანების კონტროლის მეთოდები.....	79
9.3.3.1. ატმოსფეროს გამტვერიანების კონტროლის ექსპრესმეთოდების მოქმედების პრინციპები.....	79
9.3.3.2. ატმოსფეროს გამტვერიანების კონტროლის ფოტომეტრული მეთოდის ძირითადი პრინციპები.....	80
9.3.3.3. მეტალური მიკრომინარეგების განსაზღვრის ემისიური სპექტრო-ფოტომეტრიული და ატომურ-აბსორბციული მეთოდები.....	82
9.4. კავკასიის რაიონებში ატმოსფერული მტვრის მიკროელემენტური შედგენილობა.....	83
X. გლობალური ეკოლოგიური მონიტორინგის ასპექტები.....	85
10.1. გლობალური კლიმატის ცვლილებაზე ატმოსფეროს დაბინძურების ეფექტების თავისებურებანი.....	85
10.2. ატმოსფეროს გლობალური გამტვერიანების შეფასების ძირითადი მეთოდები.....	87
10.3. გლობალური კლიმატის ცვლილებაზე სათბურის აირების ზემოქმედების აქტუალური საკითხები.....	88
10.4. ოზონის ხვრელი.....	90
10.5. ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობის მონიტორინგი.....	92
10.6. გლობალური და რეგიონული კლიმატის ცვლილების ეკოლოგიური მონიტორინგის კონცეფტუალური საკითხები.....	92
XI. გარემოსდაცვითი კონტროლის საკანონმდებლო საფუძვლები.....	97
11.1. გარემოს დაცვის სახელმწიფო პოლიტიკა.....	97
11.1.1. საკანონმდებლო და ნორმატიული აქტები.....	98
11.1.2. „წყლის შესახებ“ საქართველოს კანონი.....	99
11.1.3. „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ“ საქართველოს კანონი.....	99
11.1.4. საქართველოს კანონი “ნიადაგის დაცვის შესახებ”.....	100
11.1.5. „ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ“ საქართველოს კანონი.....	101
11.2. სტრატეგიული გარემოსდაცვითი შეფასება.....	101
11.3. გარემოსდაცვითი სტანდარტები და ნორმატიული აქტები.....	102
ბამოყენებული ლიტერატურა.....	106

შეჯამება

მე XX-ს მეორე ნახევრიდან მსოფლიოში აქტიურად დაიწყო მსჯელობა გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ნეგატიურ შედეგებზე და უკვე 1972 წელს გაეროს სტოკჰოლმის კონფერენციაზე ბუნებრივი გარემოს შესახებ მიღებული იქნა ორი ძირითადი დოკუმენტი - პრინციპების დეკლარაცია და ღონისძიებების გეგმა, რომლებმაც გადამწყვეტი როლი ითამაშეს სახელმწიფოთა ეკოლოგიურ პოლიტიკაში და ამ სფეროში საერთაშორისო თანამშრომლობის გააქტიურებაში.

დეკლარაცია 20-ზე მეტ პრინციპს შეიცავს, რომლებშიც ფორმულირებულია მსოფლიო საზოგადოების დამოკიდებულება ბუნებრივი გარემოს პრობლემის მიმართ.

ღონისძიებების გეგმა კი, 100-ზე მეტ პუნქტს შეიცავს, რომლებიც ბუნებრივი გარემოს დაცვის ორგანიზაციული, ეკონომიკური და პოლიტიკური საკითხების გადაწყვეტას და სახელმწიფოებისა და საერთაშორისო ორგანიზაციების ურთიერთობების საშუალებებს ითვალისწინებენ.

მსოფლიო საზოგადოების მიერ ეკოლოგიური კატასტროფის აცილებისა და მდგრადი განვითარების მიღწევის პრობლემები, თავისი გრანდიოზულობით აჭარბებენ ყველა პრობლემებს, რომლებსაც თავის განვითარების პროცესში შეხვედრილა კაცობრობა.

თანამედროვე განათლების ძირითად ამოცანას ეკოლოგიური აზროვნების ჩამოყალიბება წარმოადგენს. სწორედ განათლება, რომელიც ემყარება კულტურას, ახდენს ადამიანის სულიერების და ზნეობის საფუძვლების ფორმირებას.

განათლებულ ადამიანს შეუძლია ჩადენილის არსის გაგება, შეაფასოს შედეგები, არახელსაყრელ სიტუაციებიდან გამოსავალ ღონისძიებათა ვარიანტების შერჩევა და თავისი მოსაზრების შემოთავაზება.

სასწავლებლებში ეკოლოგიის საგნის სწავლების ძირითად მიზანს წარმოადგენს:

- ეკოლოგიურად განათლებული პიროვნების აღზრდა;
- სპეციალისტის ჩამოყალიბება, რომელსაც თავისი ქმედებების ბუნების კანონებთან შესატყვისობაში მოყვანა შეეძლება;
- ემსახუროს სიკეთეს და შემოქმედებას და არა ბოროტებას და ნგრევას.

მოცემული სასწავლო დისციპლინა მოწოდებულია დაეხმაროს ყველას, ვინც მიისწრაფის განათლებისკენ და კულტურული ქცევებისკენ, გაეროვს კაცობრიობის თანამედროვე ეკოლოგიურ პრობლემებში.

ზემოაღნიშნული მოსაზრებები კარგად ესადაგებიან 1977 წელს თბილისში გაეროს ეგიდით გამართულ სამთავრობათაშორისო კონფერენციაზე გარემოსდაცვითი განათლების შესახებ მომზადებულ დეკლარაციას, რომელშიც პირველად იქნა ჩამოყალიბებული გარემოსდაცვითი განათლების სისტემების სტრუქტურა როგორც ადგილობრივ, ასევე ეროვნულ და საერთაშორისო დონეებზე.

გარდა ამისა, განისაზღვრა გარემოსდაცვითი განათლება, როგორც სასწავლო პროცესი, რომელიც იწვევს ადამიანის ცოდნის ამაღლებას გარემოს თანამედროვე პრობლემების გადაწყვეტასთან მიმართებით.

ამ პრობლემასთან დაკავშირებით 2012 წელს თბილისში, საქართველოს მთავრობის, გაეროს განათლების, მეცნიერებისა და კულტურის ორგანიზაციისა (UNESCO) და გაეროს გარემოსდაცვითი პროგრამის (UNEP) პარტნიორობით, გაიმართა მორიგი მთავრობათაშორისო კონფერენცია „თბილისი + 35 - გარემოს დაცვითი განათლება მდგრადი განვითარებისათვის“.

კონფერენციის მიერ მიღებული იქნა დეკლარაცია, რომელშიც აღიარებულია მსოფლიოში მდგრადი ეკონომიკური განვითარების მისაღწევად, გარემოსდაცვითი განათლების მიმართ გაეროსა და სახელმწიფოთა მთავრობების მხარდაჭერის აუცილებლობა და კიდევ ერთხელ მოუწოდეს ქვეყნებს: ამისათვის მეტი ძალისხმევა მოახმარონ გარემოსდაცვით განათლებას.

მსოფლიოში სიღრმისეულად არის გაგებული ამ ორი პროცესის ურთიერთმიმართება და აღიარებენ გარემოსდაცვითი განათლების არსებით მნიშვნელობას.

ამჟამად ყველა ადამიანი უნდა გააცნობიეროს თავისი ადგილი და როლი ბუნებრივ გარემოში, განსაზღვროს ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების მიდგომები. პირველ რიგში ეს ეხება იმ ადამიანებს, რომლებსაც ახალ ათასწლეულში ენერგეტიკისა და ეკონომიკური განვითარების პროგრამების განსაზღვრა მოუწევთ.

დადგენილია, რომ ატმოსფერო, ნიადაგი და ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები ბუნებრივ გარემოში ნივთიერებათა მიმოქცევის მთავარ მაგისტრალს წარმოადგენენ, ხოლო მანვე ნივთიერებათა გადატანას გარემოში ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესები განაპირობებენ. აქედან გამომდინარე, გარემოს ეკოლოგიური მონიტორინგი, პროგნოზი და მართვა ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების კანონზომიერების გათვალისწინებით ხორციელდება.

ამრიგად, როგორც ირკვევა, ზემოაღნიშნული საკითხების, მათ შორის: ბუნებრივ გარემოში მანვე მინარევთა გადატანა, ამ პროცესების მონიტორინგი, პროგნოზი, მართვა და, აგრეთვე, ადეკვატური განათლების საჭირო მოცულობით მიღების წარმატებით გადაჭრა წარმოუდგენელია *ეკოლოგიური მონიტორინგის ზოგადი საკითხების* ცოდნის გარეშე.

წინამდებარე ნაშრომი, როგორც სახელმძღვანელო, განკუთვნილია ნებისმიერი სპეციალისტის სტუდენტისათვის, რომლის განათლება დაკავშირებულია ეკოლოგიის სხვადასხვა მიმართულების საკითხებთან. იგი, აგრეთვე, სასარგებლო იქნება გარემოსდაცვითი და გარემოს რაციონალური გამოყენების საქმიანობით დაკავებულ სპეციალისტებისათვისაც.

I. აკადემიური დისციპლინა - ეკოლოგია

უკანასკნელ პერიოდში უმაღლეს სასწავლებლებში რიგი აკადემიური დისციპლინა გვხვდება, როგორცაა, მაგალითად, „ქიმიური ეკოლოგია“, „საინჟინრო ეკოლოგია“, „სამშენებლო ეკოლოგია“ და ა.შ. ამ ახალი დისციპლინების შინაარსის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ, ხშირად, ისინი მხოლოდ გარემოსდაცვისა და ბუნებათსარგებლობის ცალკეულ ასპექტებს განიხილავენ, ხოლო შინაარსი კი, ეკოლოგიის კუთვნილების შესახებ მსჯელობის საშუალებას არ იძლევა. გარდა ამისა, ნებისმიერი ტერმინოლოგიური ჩანაცვლება საზოგადოებისა და ბუნების ურთიერთქმედების ყველაზე რთული პროცესის შესწავლაში ქაოსს წარმოქმნის. აქედან გამომდინარე, საჭიროა, რომ ტერმინის „ეკოლოგია“ და მისი წარმოებულების გამოყენებას უფრო მკაცრად მივუდგეთ წინააღმდეგ შემთხვევაში ჩნდება ჩვეულებრივი ტერმინოლოგიური ჩანაცვლება, რომელიც, ზოგადად, ხელს უშლის ეკოლოგიური განათლების ფორმირებას. ამიტომ ტერმინის "ეკოლოგია" და მისი დერივატების არაკორექტული ხმარება დაუშვებელია.

"ეკოლოგიის" კონცეფციის მრავალრიცხოვანი განმარტებების შეჯამების შედეგად, შეგვიძლია განვსაზღვროთ მისი ოთხი ინტერპრეტაცია:

ეკოლოგია - ერთ-ერთი ბიოლოგიური მეცნიერებაა, რომელიც ორგანიზმებისა და გარემოს ურთიერთობებს იკვლევს;

ეკოლოგია - კომპლექსური მეტამეცნიერებაა, რომელიც ბუნებრივი გარემოსა და საზოგადოების ურთიერთობის შესახებ სოციალურ მეცნიერებათა ყველა საბუნებისმეტყველო - ისტორიული ცოდნისა და დასკვნების სინთეზირებას ახდენს;

ეკოლოგია - ორგანიზმების, ბიოლოგიური სისტემებისა (ორგანიზმები და მათი ერთობლიობა, ადამიანი და მოსახლეობა) და გარემოს ურთიერთობის პრობლემების კვლევისადმი განსაკუთრებული ზოგადსამეცნიერო მიდგომაა;

ეკოლოგია - ადამიანისა და ბუნების ურთიერთკავშირის მეცნიერული და პრაქტიკული პრობლემების ერთობლიობაა.

ეკოლოგიური კვლევების პირველი მიმართულება განიხილება, როგორც კლასიკური და საყოველთაოდ აღიარებული. დანარჩენი სამი კი, რომლებიც ბოლო ათწლეულებში ეკოლოგიური კვლევების სპექტრის გაფართოების საპასუხოდ შეიძლება ჩაითვალოს, ყველა ეკოლოგიის მიერ ფართოდ აღიარებული არ არის.

საზოგადოებისა და ბუნებრივი გარემოს ურთიერთობის პრობლემებით დაკავებულ მრავალ მკვლევართა აზრით, ეკოლოგია იყო და რჩება ბიოლოგიურ მეცნიერებად. ხოლო ერთ-ერთი, ფართოდ აღიარებული, კონცეფციის თანახმად, ეკოლოგია - გარემომცველ სამყაროში ცოცხალი ორგანიზმის არსებობის, ორგანიზმების "სახლის", ორგანიზმების, როგორც ერთმანეთთან, ისე გარემოსთან ურთიერთკავშირის შემსწავლელი მეცნიერებაა.

ამჟამად, „ადამიანი - ბუნება - საზოგადოება“ სისტემაში გაჩენილმა წინააღმდეგობების ესკალაციამ გარემოსდაცვითი განათლების განვითარების ახალი სტრატეგიული გზების მოძიება განაპირობა.

გარემოს დაბინძურებისა და მისი რღვევის შედეგად, კაცობრიობა და ეკონომიკა ბუნებრივი რესურსების გამოლევას უწყობს ხელს. ამ პროცესების უმრავლესობა დიდი სიჩქარით ვითარდება. პირველადი პროდუქციის მოხმარების უკონტროლო ზრდა საზოგადოების ენერგეტიკული სიმძლავრის მატებას იწვევს, რაც გეოსფეროზე ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენს. აქედან გამომდინარე, გარემოს ანთროპოგენური დესტაბილიზაციის ინტეგრალურ მახასიათებლად, დედამიწის ზედაპირის ერთეულ ფართობზე მოსული ენერგეტიკული სიმძლავრის სიდიდე შეიძლება იქნეს გამოყენებული.

ამისათვის, ერთეულ ფართობზე მოსული ენერგეტიკული სიმძლავრის სიდიდეების - W_r შეფარდებით მათ საშუალო გლობალურ მნიშვნელობასთან - W_g , საკვლევი რეგიონების ანთროპოგენური დატვირთვის დამახასიათებელ კოეფიციენტების - A მნიშვნელობებს მივიღებთ.

ზემოაღნიშნულის მათემატიკური გამოსახულება მოცემულია ფორმულა (1.1) სახით:

$$A = W_r/W_g \quad , \quad (1.1)$$

ამ ფორმულის დახმარებით გაანგარიშებული, ანთროპოგენური დატვირთვის კოეფიციენტების სიდიდეებით, რეგიონებისა და ქვეყნების რანჟირება არის შესაძლებელი (ცხრ.1.1).

ცხრილი 1.1. ანთროპოგენური დატვირთვის კოეფიციენტები და შენარჩუნებული ბუნებრივი ტერიტორიების წილი

ქვეყანა	ანთროპოგენური დატვირთვის კოეფიციენტები	შენარჩუნებული ბუნებრივი ტერიტორიების წილი, %
ნიდერლანდები	42	0
გვრ	19	0
იაპონია	16	0
აშშ	3,4	4
კორეის რესპ.	4	0
ინდოეთი	1	1
ჩინეთი	1,1	20
მექსიკა	1,2	2
რუს.ფედერაცია	0,7	45
დედამიწა მთლიანად	1	39

ცხრ.1.1-ში ფორმულა (1.1) დახმარებით გაანგარიშებული საძიებელი პარამეტრების მნიშვნელობებია მოტანილი.

როგორც განსახილველი ცხრილიდან ირკვევა, თანამედროვე მსოფლიოში არცთუ ისე სახარბიელო ეკოლოგიური მდგომარეობაა. მაგალითად, მოცემული ცხრილის ბოლო სტრიქონიდან ჩანს, რომ დედამიწაზე ბუნებრივ მდგომარეობაში შენარჩუნებული ტერიტორიები მისი მთელი ტერიტორიის, დაახლოებით, მხოლოდ, 40% - ს შეადგენენ, რაც ეკოლოგიური საკითხების წინა პლანზე წამოწევის აუცილებლობაზე მეტყველებს.

1.1. ტერმინი „ეკოლოგია“

ტერმინი „ეკოლოგია“ - მეცნიერების ახალი მიმართულებისთვის პირველად გერმანელი ზოოლოგი - მეცნიერის **ერნსტ ჰეკელის** (Ernst Heinrich Philipp August Haeckel; 1834—1919) მიერ წელს, თავის წიგნში „ორგანიზმების ზოგადი მორფოლოგია“, იქნა შემოტანილი.

იგი ეკოლოგიას ბიოლოგიისა და ბიოლოგიური ორგანიზმების სიცოცხლის ყოველმხრივი შესწავლით დაინტერესებულ საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებს მიაკუთვნებდა. შემდგომში ამ ტერმინმა საყოველთაო აღიარება მოიპოვა.

მე-XX ს. დასაწყისში ჰიდრობიოლოგების, ფიტოცენოლოგების, ბოტანიკოსებისა და ზოოლოგების ეკოლოგიური სკოლები ჩამოყალიბდა, სადაც, თითოეულ მათგანში, ეკოლოგიური მეცნიერების გარკვეული მხარეები ვითარდებოდა.

მე-XX ს. მეორე ნახევრიდან მოყოლებული ეკოლოგიის საკითხებს მიეძღვნა მრავალი მეცნიერის შრომები, მათ შორის: ვასილ გულისაშვილი (მცენარეთა ეკოლოგია, 1960), გარი გუნია (ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები, 2005), იუჯინ ოდუმი (ეკოლოგიის საფუძვლები, 1953), მიხეილ ბუდიკო (გლობალური ეკოლოგია, 1977), იური იზრაელი (ეკოლოგია და ბუნებრივი გარემოს კონტროლი, 1979) და სხ.

ეკოლოგიის - მეცნიერების, რომელიც თავისი გამომხივებით უნდა უმადლოდეს სხვადასხვა სამეცნიერო დისციპლინებს და ფლობს კვლევის საკუთარ მეთოდებს - დაარსება და განვითარება ემთხვევა მე XX ს. იმ პერიოდს, როდესაც ცალკეული მეცნიერებათა შერწყმის შედეგად - ფიზიკისა და ქიმიის, ქიმიისა და ბიოლოგიის - აღინიშნა ცოდნის ახალი მიმართულებათა ჩამოყალიბება.

მე-XX ს. ბოლოს ხდება მეცნიერების „*ეკოლოგიზაცია*“. ეს გამოწვეულია ეკოლოგიური ცოდნის დიდი როლის გააზრებით, იმის გაცნობიერებით, რომ ადამიანის საქმიანობა, ხშირ შემთხვევაში, ბუნებრივ გარემოს არა მარტო, უბრალოდ, აზიანებს, არამედ ზემოქმედებს მასზე ნეგატიურად და ადამიანთა ცხოვრების პირობების შეცვლით, თვითონ კაცობრიობის არსებობას უქმნის საფრთხეს.

სასწავლო საგნების მიხედვით ეკოლოგიას ყოფენ: მიკროორგანიზმების ეკოლოგიაზე (პროკარიოტები), სოკოების, მცენარეების, ცხოველთა, ადამიანის, სასოფლო - სამეურნეო, სამრეწველო (საინჟინრო), ზოგად ეკოლოგიაზე.

ეკოლოგიაში გამოიყენება კვლევის მეთოდები და ცნებები, რომლებს სხვა მეცნიერებებშიც (ბიოლოგიაში, მათემატიკაში, ფიზიკაში, ქიმიაში და ა.შ.) მოიხმარენ. ეკოლოგიური კვლევების ძირითადი მეთოდებია: საველე, ეკოსისტემური მიდგომების გამოყენებით, ექსპერიმენტული კვლევები.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება ეკოლოგიის, როგორც მეცნიერების, მისი შინაარსის, საგნისა და ამოცანების განმარტების მიცემა: ეკოლოგია - არის მეცნიერება, რომელიც ორგანიზმების სასიცოცხლო მოქმედებების კანონზომიერებას იკვლევს (მის ნებისმიერ გამოხატვაში, ინტეგრაციის ყველა დონეზე) მათი ბუნებრივი ბინადრობის არეში, ანთროპოგენური საქმიანობით გარემოში შემოტანილი ცვლილებების გათვალისწინებით.

სიტყვა „ეკოლოგია“ წარმოიქმნა ორი ბერძნული სიტყვისაგან: *oikos*- სახლი, საცხოვრებელი ადგილი, ადგილსამყოფელი და *logos* - სიტყვა, სწავლება, მოძღვრება; პირდაპირი მნიშვნელობით ეკოლოგია - მეცნიერება ადგილსამყოფელის შესახებ.

ე. ჰეკელი ეკოლოგიას განსაზღვრავდა, როგორც „ზოგად მეცნიერებას გარემოსა და ორგანიზმებს შორის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ“. ე. ჰეკელის თანახმად, ეკოლოგია, თავისთავად, წარმოადგენს მეცნიერებას ცოცხალი ორგანიზმების „საშინაო ცხოვრების წესის“ შესახებ და მოწოდებულია გამოიკვლიოს „ყველა ის დახურული ურთიერთობები, რომელთაც ჩარლზ დარვინი, პირობითად, არსებობისთვის ბრძოლას უწოდებდა“. განვითარების პროცესში ეს მეცნიერება ცოცხალი ორგანიზმებისა და მათი პოპულაციის კვლევის ბიოლოგიურ მოძღვრებად გარდაიქმნა. ისინი ურთიერთობენ ერთმანეთთან და თავის გარემოსთან ქმნიან გარკვეულ ერთობას, რომლის ფარგლებში ენერჯისა და ორგანული ნივთიერებათა გარდაქმნა მიმდინარეობს.

ეკოლოგიის კვლევის ობიექტების სფეროში ადამიანის, როგორც ბიოლოგიური სახეობის ჩართვამ, თავისი „ბუნებათდამპყრობლური“ მოქმედებით და ეკოლოგიური კრიზისის გლობალური საფრთხის წარმოქმნით, უკანასკნელ ათწლეულებში ეკოლოგიის ცნების საზღვრების გაფართოება გამოიწვია. ბუნებრივ გარემოსთან ადამიანის ურთიერთობის მთელი კომპლექსი ეკოლოგიად იქნა წოდებული. ბუნებრივი გარემოს პრობლემების გამწვავებამ მიგვიყვანა ეკოლოგიის შედევვასთან მეცნიერებისა და პრაქტიკის სხვადასხვა დარგში, ანუ თეორიული და პრაქტიკული საქმიანობის ეკოლოგიზაცია განაპირობა. ამან კი, ეკოლოგიის გამოყენებითი დარგების წარმოქმნა გამოიწვია: სამრეწველო ეკოლოგიის, ეკოლოგიური მონიტორინგის, აგრო ეკოლოგიის, სოციალური ეკოლოგიის (ადამიანის ეკოლოგიის), ქალაქის ეკოლოგიის და სხ. ამრიგად, ბიოლოგიური დისციპლინის, დასაწყისში, ვიწრო და კერძო იდეებმა და კომპეტენციებმა გარემოს პრობლემების ფართო სპექტრი მოიცვა.

ჯერ კიდევ 1963 წელს ცნობილმა ამერიკელმა ეკოლოგმა **იუჯინ ოდუმმა** (Eugene Pleasants Odum; 1913 - 2002) ეკოლოგიას უწოდა - მეცნიერება მთლიანობაში ბუნების სტრუქტურასა და ფუნქციების შესახებ. ხოლო თავის ნაშრომში „ეკოლოგია“ (1986), იგი განიხილება, როგორც „ინტერდისციპლინარული ცოდნის არე მრავალდონიანი სისტემების აგებულებასა და ფუნქციონირების შესახებ, ბუნებასა და საზოგადოებაში მათ ურთიერთკავშირში“.

ეს ძალიან ფართო განმარტებაა, მაგრამ იგი სხვებზე უფრო შეესაბამება ეკოლოგიის თანამედროვე გაგებას.

ლექსიკონებში ეკოლოგია უკვე განმარტდება, როგორც „მეცნიერება ბუნებისა და საზოგადოების ურთიერთობის ზოგადი კანონზომიერებების შესახებ; საზოგადოების მოღვაწეობის სპეციალური სფერო, რომელიც გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური მოხმარებისკენაა მიმართული“.

ამრიგად, შეხედულება ეკოლოგიაზე, როგორც მხოლოდ ბუნებათმცოდნეობის სფეროზე შეიცვალა, თუმცა პარალელურად არსებობს „ჰეკელისებრი“ კლასიკური ეკოლოგიის ცნება - მეცნიერების ცოცხალი ორგანიზმების ადგილსამყოფელის შესახებ.

ჩვენთვის კი, საინტერესოა ეკოლოგია მის თანამედროვე განმარტებაში, როგორც საზოგადოებისა და ბუნების ურთიერთობის პრობლემებთან ზოგადსამეცნიერო მიდგომა.

სწორედ ასეთ ინტერპრეტაციაში ის არის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის თეორიული საფუძველი და სახელმწიფოს ეკოლოგიური სტრატეგიის დამუშავებაში და კაცობრიობის მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს.

ეკოლოგიის როლია - ეკოლოგიური პრობლემების უცოდინარობისა ან უგულვებლყოფის საფრთხის გაცნობიერებაში დახმარება და ბუნებრივი ოჯახების შესწავლის პროცესში, ჩვენი პლანეტის აწმყოსა და მომავლისათვის მათი შენარჩუნების გზების მოძიება.

12. კოსმოსური ხომალდი – დედამიწა

სასწავლო საგნების მიხედვით ეკოლოგიას ყოფენ: მიკროორგანიზმების ეკოლოგიაზე (პროკარიოტები), სოკოების, მცენარეების, ცხოველთა, ადამიანის, სასოფლო - სამეურნეო, სამრეწველო (საინჟინრო), ზოგად ეკოლოგიაზე.

ეკოლოგიაში გამოიყენება კვლევის მეთოდები და ცნებები, რომლებს სხვა მეცნიერებებშიც (ბიოლოგიაში, მათემატიკაში, ფიზიკაში, ქიმიაში და ა.შ.) მოიხმარენ. ეკოლოგიური კვლევების ძირითადი მეთოდებია: საველე, ეკოსისტემური მიდგომების გამოყენებით, ექსპერიმენტული კვლევები.

კოსმოსური ხომალდი - დედამიწა - მზის სისტემის პლანეტებს შორის უნიკალურია. თხელ ფენაში, სადაც ერთმანეთს ხვდებიან და ურთიერთობენ ჰაერი, წყალი და მიწა, ბინადრობენ საოცარი ობიექტები - ცოცხალი არსებები, რომელთა შორის ჩვენც ვიმყოფებით.

თანამედროვე შეხედულებების მიხედვით, ბიოსფერო - დედამიწის თავისებურ გარსს წარმოადგენს, რომელიც შეიცავს ცოცხალი ორგანიზმების მთელ ერთობლიობას და პლანეტის ნივთიერებათა იმ ნაწილს, რომელიც ამ ორგანიზმებთან უწყვეტ ურთიერთგაცვლის პროცესში იმყოფება.

ფიზიკურ-ბუნებრივი პირობების მიხედვით ბიოსფეროს დაყოფას ამ გარემოთ არის შესაძლებელი: ატმოსფერო, ჰიდროსფერო და ლითოსფერო. ამასთან, ბიოსფეროს საზღვრები განპირობებულია, უპირველეს ყოვლისა, სიცოცხლის არსებობის ველით.

II. ბარემოს შატორები და ორბანიზმებზე მათი ზემოქმედების ზოგადი კანონ- ზომიერება

2.1. გარემო

ცნებაში „გარემო“ იგულისხმება ბუნებრივი და ხელ-ოვნური ბიოლოგიური, ფიზიკური, ქიმიური და სოციალური ფაქტორების ერთობლიობა, რომელსაც ბიოსფეროს აბიოტურ და ბიოტურ კომპონენტებზე და ადამიანზე პირდაპირი ან არაპირდაპირი გავლენის მოახდენა შეუძლია.

1. *ფიზიკური განმარტება:* განსახილველი ობიექტის გარემომცველ ნივთიერებას და სივრცეს „გარემო“-ს უწოდებენ;

2. *ეკოლოგიური განმარტება:* გარემო არის ბუნებრივი სხეულები და მოვლენები, რომლებთან ორგანიზმი პირდაპირ ან ირიბ ურთიერთობებში იმყოფება;

3. *სოციალურ-ეკოლოგიური განმარტება:* გარემო არის ფიზიკურის (ბუნებრივის), ბუნებრივ – ანთროპოგენურის (კულტურული ლანდშაფტების, დასახლებული ადგილების) და ადამიანის ცხოვრების სოციალური ფაქტორების ერთობლიობა.

ზოგადად *გარემო* - ცოცხალი ორგანიზმების გარსმომცველი და მათზე პირდაპირი ან ირიბი ზემოქმედების განმსორციელებელი ბუნების ნაწილია.

ორგანიზმები სასიცოცხლოდ ყველაფერ აუცილებელს გარემოდან ღებულობენ და ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებს მასშივე გამოყოფენ.

ყოველი ორგანიზმის გარემო, მრავალი, ადამიანის მიერ მისი სამრეწველო საქმიანობის შედეგად შემოტანილი, არაორგანული და ორგანული ბუნებისა და ელემენტების ნაწილებისგან შედგება.

გარემოს ცალკეულ თვისებებს ან მის ელემენტებს, ფაქტორები ეწოდება, ხოლო გარემოს ფაქტორებს, რომლებიც მოქმედებენ ცოცხალ ორგანიზმებზე, ეკოლოგიური ფაქტორები ეწოდება.

ეკოლოგიური ფაქტორების მრავალფეროვნება ორ დიდ ჯგუფად - აბიოტურ და ბიოტურზე დაიყოფა (იხ. ცხრ. 2.1).

ცხრილი 2.1. ეკოლოგიური ფაქტორების კლასიფიკაცია

ეკოლოგიური ფაქტორები	
აბიოტური	ბიოტური
სინათლე, ტემპერატურა, სინოტივე, ქარი, ჰაერი, წნევა, დინება, დღის ხანგრძლივობა და სხ.	მცენარეთა გავლენა ბიოცენოზის სხვა წევრებზე
ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობა, მისი შეღწევა ვაღობა, გატენიანება	ცხოველთა გავლენა ბიოცენოზის სხვა წევრებზე
ნიადაგში ან წყალში საკვები ელემენტების შემცველობა, გაზობრივი შემადგენლობა, წყლის სიმლაშე	ადამიანის საქმიანობის შედეგად წარმოქმნილი, ანთროპოგენური ფაქტორები

აბიოტური ფაქტორები - ორგანიზმზე გავლენის მქონე, არაცოცხალი ბუნების ყველა კომპონენტი. ისინი იყოფიან კლიმატურ, ნიადაგურ (ედაფიკურ), ტოპოგრაფიულ და სხვა ფიზიკურ ფაქტორებზე, მათ შორის, ელექტრომაგნიტური მოვლენები, ზღვის დინებები, ცეცხლი, ანთროპოგენური წარმოშობის მეტალური მინარევები და ა.შ.

ბიოტური ფაქტორები - ურთიერთობები პოპულაციის ინდივიდებს შორის (კონკურენცია, სიმბიოზი, პარაზიტული, მტაცებლობა), ანთროპოგენური ფაქტორები (ადამიანის ზეგავლენა ბუნებაზე).

აბიოტური ფაქტორებისაგან განსხვავებით, ბიოტური ფაქტორები - გარკვეულ ორგანიზმთა ცხოველმოქმედების პროცესში სხვა ორგანიზმებზე გავლენათა ერთობლიობას წარმოადგენს. მათ რიცხვში გამოყოფენ: - ცხოველური ორგანიზმების გავლენას (ზოოგენური ფაქტორები), მცენარეული ორგანიზმების გავლენას (ფიტოგენური ფაქტორები), ადამიანის გავლენას (ანთროპოგენური ფაქტორები).

2.2. ბიოტური მიმოქცევა

ბიოტური მიმოქცევის ქვეშ ნიადაგის, მცენარეების, ცხოველებისა და მიკროორგანიზმთა შორის ნივთიერებათა ცირკულაცია იგულისხმება. უფრო ზუსტად კი, ბიოტური მიმოქცევა არის: ნიადაგიდან, წყლიდან და ატმოსფეროდან ცოცხალ ორგანიზმებში ქიმიური ელემენტების შემოსვლა, შემოსული ელემენტების გარდაქმნა ახალ რთულ შენაერთებში და ამ უკანასკნელთა დაბრუნება უკან ცხოველმოქმედების პროცესში, ორგანული ნივთიერებათა ნაწილის ყოველწლიური დანაკარგისა ან ეკოსისტემის შემადგენლობაში შემავალი ორგანიზმ-

ბის მთლიანად მკვდარი ნაწილის თანხლებით.

თითოეული გარემოს ფაქტორი ხასიათდება გარკვეული რაოდენობრივი მაჩვენებლებით, როგორცაა, მაგალითად, ძალა და მოქმედების დიაპაზონი.

ეკოლოგიური ფაქტორები, საერთოდ, მოქმედებენ კომპლექსურად და არა ცალ-ცალკე. გარემოს კომპლექსურ მოქმედებაში ცალკეული ფაქტორები, ორგანიზმებზე თავისი ზემოქმედების მიხედვით, არათანაბარი ზომის არიან. მათი დაყოფა შესაძლებელია წამყვანზე (მთავარი) და ფონურზე (თანხლები, მეორეხარისხოვანი).

წამყვანი ფაქტორები განსხვავდებიან სხვადასხვა ორგანიზმებისათვის, მიუხედავად იმისა, ისინი გარემოს ერთ არეალში ცხოვრობენ თუ არა. ამასთან, წამყვანი ფაქტორის როლში, ორგანიზმის სიცოცხლის სხვადასხვა ეტაპზე შეიძლება ხან ერთი, ხან მეორე ბუნების ელემენტი გამოდიოდეს, რომელიც, შესაძლებელია, წლის სხვადასხვა პერიოდში იცვლებოდეს.

სხვადასხვა ფიზიკო-გეოგრაფიულ პირობებში არსებულ, ერთი და იგივე სახეობის ორგანიზმებს, შეიძლება განსხვავებული წამყვანი ფაქტორი ახასიათებდეთ.

ამა თუ იმ დიაპაზონის გარემოს ფაქტორებთან სახეობათა ადაპტირების უნარი აღინიშნება ცნებით - სახეობის „ეკოლოგიური პლასტიურობა“ (ეკოლოგიური ვალენტობა). რით უფრო ფართოა ეკოლოგიური ფაქტორის მერყეობის დიაპაზონი, რომლის საზღვრებში მოცემულ სახეობას შეუძლია არსებობა, მით მეტია მისი ეკოლოგიური პლასტიურობა.

2.3. ანთროპოგენური ფაქტორი

ადამიანის ქმედება, როგორც ბუნებრივ გარემოში ეკოლოგიური ფაქტორისა, უზარმაზარი და მრავალფეროვანია. მიუხედავად იმისა, რომ ეს ბუნებაზე მოქმედი ყველა ზეახალგაზრდა ფაქტორია, ამჟამად არც ერთი ეკოლოგიური ფაქტორი არ ახორციელებს ისეთ მნიშვნელოვან და საყოველთაო, პლანეტარულ გავლენას, როგორც ადამიანი. ანთროპოგენური ფაქტორის გავლენა, დაწყებული მონადირე-მეთევზეთა და შემგროვებელთა ეპოქიდან, როდესაც ის უმნიშვნელოდ განიხილავდა ცხოველთა გავლენებიდან, ჩვენ დრომდე - სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესისა და დემოგრაფიული აფეთქების ეპოქისა - თანდათანობით ძლიერდებოდა. დედამიწის ცხოველთა სამყაროზე და მცენარეულ საფარზე ადამიანს პირდაპირი და არაპირდაპირი გავლენის მოხდენა შეუძლია.

ცხრ. 2.2-ში მცენარეული საფარისადმი ადამიანის ზემოქმედების თანამედროვე ფორმებია წარმოდგენილი.

ცხრილი 2.2. მცენარეულ საფარზე ადამიანის ზემოქმედების ძირითადი ფორმები

მცენარეთა არეალების ცვლილება	ადამიანის ზემოქმედება მცენარეულ საფარზე	ბუნებრივ გარემოში ახალი ჰაბიტატების შექმნა	კულტურული ფიტოცენოზების შექმნა	მცენარეული საფარის დაცვა
არეალების შემცირება, მცენარეთა მოსპობა	ამოშრობა, ტყის განეხვა, მორწყვა და წყალგაყვანილობა, გადაწვა, ველური ცხოველების მიერ საძოვრების გაძოვება, გათიბვა, კვამლისა და სხვა მავნე მინარევების ზემოქმედება	რუდერალური ჰაბიტატების შექმნა, სამრეწველო ნარჩენების და სხვა საყრდენების შექმნა	კულტურული ფიტოცენოზების შექმნა	მცენარეული საფარის დაცვა

თუ ზემოაღნიშნულს დავუმატებთ სარეწაო საქმიანობის ინტენსიფიკაციის, სახეობების მიხედვით მოპოვების, მრავალფეროვანი ჯიშების გამოყვანის, იშვიათი და ეგზოტიკური სახეობების დაცვის პროცესებში ადამიანის ზემოქმედებას ცხოველთა სამყაროზე, ნათლად წარმოჩინდება ანთროპოგენური ფაქტორის გრანდიოზულობის ვრცელი სურათი.

თავისი საქმიანობის პროცესში ადამიანმა დიდი რაოდენობის ცხოველთა და მცენარეთა მრავალფეროვანი სახეობა შექმნა და არსებითად გარდაქმნა ბუნებრივი კომპლექსები. მნიშვნელოვან ტერიტორიებზე მრავალი სახეობისთვის სპეციალური, ხშირად, პრაქტიკულად ოპტიმალური ცხოვრების პირობებია შექმნილი.

მცენარეებისა და ცხოველთა მრავალფეროვანი სახეობებისა და ჯიშების შექმნით, ადამიანმა ხელი შეუწყო მათში ახალი თვისებების წარმოქმნას, რომლებიც უზრუნველყოფენ მათ გადარჩენას არა სასურველ პირობებში, როგორც სხვა სახეობებთან არსებობისთვის ბრძოლაში, ისე პათოგენური ორგანიზმების ზემოქმედების მიმართ იმუნიტეტის განვითარებით.

2. 4. გარემოს ტიპები

ამჟამად ტერმინი „გარემო“ ფართოდ გამოიყენება როგორც ცალკეული ადამიანის მიერ, ისე მასობრივ საინფორმაციო ქსელში ბუნებრივი გარემოს დაცვის პრობლემებთან დაკავშირებით. ამის თაობაზე რეგულარულად ტარდება შეხვედრები, მათ შორის საერთაშორისო დონეზე, ეკოლოგიური პრობლემების გადასაწყვეტად. უკანასკნელი ასი წლის განმავლობაში ურთიერთობები ადამიანისა და ბუნებრივი გარემოს შორის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა, მათ შორის დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა, რიგი სპეციალისტის კვლევისა და მსჯელობის საგანს წარმოადგენდა. ყველაფერი ეს ბუნებრივი გარემოს მზარდ მნიშვნელობაზე მიუთითებს. აქედან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია განვიხილოთ მისი ტიპები სასწავლო საგნის პრობლემების კონტექსტში.

1. *გარემო ბუნებრივი* (ადამიანთა საზოგადოების გარემომცველი დედამიწის ბუნებრივი გარემო) - ადამიანზე გავლენის მქონე, ბუნებრივი და ადამიანთა საქმიანობით მცირედ შეცვლილი აბიოტური და ბიოტური ბუნებრივი ფაქტორების ერთობლიობაა. იგი ადამიანის გარემომცველი გარემოს სხვა მდგენელებისაგან, ადამიანის მაკორექტირებელი ზემოქმედების გარეშე, თვითშენარჩუნებისა და თვითრეგულირების თვისებებით განსხვავდება.

ადამიანის გარემომცველი გარემო - ადამიანთა საზოგადოებაზე და მათ მეურნეობაზე ერთობლივად და უშუალოდ გავლენის მომხდენი, აბიოტური, ბიოტური და სოციალური გარემოთა (ერთდროულად ბუნებრივი, კვაზიბუნებრივი, არტებუნებრივი) ერთობლიობაა.

2. *გარემო ბიოტური* - ბუნების ძალები და მოვლენები, რომლებიც არსებული ორგანიზმების ცხოველმომქმედების შედეგად წარმოიქმნებიან.

გარემო აბიოტური - ბუნების ყველა ძალები და მოვლენები, რომელთა წარმოქმნა არსებული ორგანიზმების (ადამიანის ჩათვლით) ცხოველმომქმედებასთან პირდაპირ არ არის დაკავშირებული.

გარემო ეკოლოგიური (გარეგანი) - განსახილველი ობიექტის ან სუბიექტის (ცოცხალი ორგანიზმის ან სისტემის, ცოცხალი ორგანიზმის თანხლებით) სივრცის გარეთ მყოფი ბუნების ძალები და მოვლენები, მისი ნივთიერება და სივრცე, ადამიანის ნებისმიერი საქმიანობა.

3. *ბიოლოგიური გარემო* - ცოცხალი ორგანიზმები, რომელთა სისტემაში განსახილველი ორგანიზმი ან ობიექტი იმყოფება.

არტებუნებრივი გარემო („მესამე ბუნების“, საცხოვრებელი ადგილების, ტექნოგენური გარემო) - ადამიანთა გარემომცველი ხელოვნური გარემო, რომელიც სუფთა ტექნიკური (შენობა-ნაგებობები, ასფალტირებული გზები, ხელოვნური განათებები და ა.შ.) და ბუნებრივი (ჰაერი და ა.შ.) ელემენტებისაგან შედგება. მოვლისა და ხელშეწყობის გარეშე განიცდის დერადაციას.

კვაზიბუნებრივი გარემო („მეორე ბუნება“, განვითარებული) - ადამიანის მიერ გარდაქმნილი (კულტურული) ბუნებრივი ლანდშაფტები და მის მიერ შექმნილი აგროცენოზები. მათ თვითშენარჩუნება არ ახასიათებთ.

2.5. ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის სახეები

სამეცნიერო ლიტერატურაში განსაზღვრავენ ბუნებრივი გარემოს შემდეგ მდგომარეობებს:

- *ბუნებრივი* - ადამიანის საქმიანობით შეუცვლელი გარემო;
- *გაწონასწორებული* - აღდგენითი პროცესების სინქარე ანთროპოგენური რღვევების ტემპისტოლია ან აღემატება მათ;
- *კრიზისული* - ანთროპოგენური რღვევების სინქარე ბუნებრივი სისტემების თვითაღდგენის ტემპებს აღემატება, მაგრამ მათი ძირეული ცვლილებები ჯერ კიდევ არ მიმდინარეობს;
- *კრიტიკული* - ადრე არსებული ბუნებრივი სისტემების ცვლა შედარებით ნაკლებად პროდუქტიულ სისტემებზე, ჯერ კიდევ შექცევად პროცესს წარმოადგენს;
- *კატასტროფული* - უკვე ნაკლებად პროდუქტიული ბუნებრივი სისტემების დამკვიდრებისძნელად შექცევად პროცესს აქვს ადგილი;
- *კოლაფსის მდგომარეობა* - მიმდინარეობს ბუნებრივი სისტემების პროდუქტიულობის შეუქცევადი დაკარგვა.

რა თქმა უნდა, გარემოსთვის ოპტიმალურია მისი ბუნებრივი მდგომარეობა. ამ შემთხვევაში ბუნებრივ კომპონენტებს შედარებითი დინამიკური მუდმივობა ახასიათებთ. მაგრამ პლანეტის ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის კრიზისული ეტაპის შემოჭრა დგება თანამედროვეობის ნიშნად. ხოლო, ცალკეულ რეგიონებში - კრიტიკული და კატასტროფული მდგომარეობის ნიშნებიც დაიკვირვება, რაც ასე თუ ისე ტექნოგენეზთან არის დაკავშირებული.

ცნობილია, რომ ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობაზე ნეგატიური ზემოქმედების ძირითადი პირობაა მისი დაბინძურების ფაქტორი.

საერთოდ ტერმინით „დაბინძურება“ ბუნებრივ სტრუქტურებში, გარკვეული მიზეზების შედეგად წარმოიქმნილი, ახალი, როგორც წესი, მისთვის არადაამახასიათებელი, კომპონენტების არსებობა აღინიშნება, რომლებიც ბუნებრივი სისტემების წონასწორობიდან გამოყვანის გზით, ხშირად, ნეგატიურ მოვლენებს იწვევენ.

ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების კლასიფიკაცია შემდეგი მაჩვენებლების მიხედვით არის შესაძლებელი:

- ა) დაბინძურების წყაროების მიხედვით;
- ბ) დაბინძურების სტრუქტურის მიხედვით;
- გ) დაბინძურების დონისა და მასშტაბის მიხედვით.

ამჟამად, უფრო დამახასიათებელია, ადამიანის საქმიანობით გამოწვეული, ბუნებრივი გარემოს ანთროპოგენური დაბინძურება - სამრეწველო საწარმოთა, ტრანსპორტის, კომუნალური და აგრარული მეურნეობათა: აბრთვანი გაფრქვევების, თხევადი ჩაშვებებისა და მყარი ნარჩენების ხარჯზე.

დაბინძურების ნაწილი რეკრეაციული სისტემებიდანაც გამოედინება. ამასთან დამაბინძურებელ ნივთიერებათა სპექტრი ძალზე ფართოა - გაზები, მძიმე მეტალები, სხვადასხვა ორგანული ნივთიერება, ხელოვნური რადიოაქტიური ელემენტები და სხ.

ატმოსფერო ყველა ბუნებრივ და სასიცოცხლო პროცესებში თითქმის ყველაზე მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. მისი დაბინძურების შედეგები, როგორც წესი - მრავალუცხოვანი განტოლებათა სისტემას წარმოადგენს. მასთან ასოცირდება, უპირველეს ყოვლისა, ისეთი მოვლენები, როგორც სათბური ეფექტი, ოზონური შრის შესუსტება და მრავალი სხვა ნეგატიური მოვლენა.

დედამიწაზე ბუნებისა და საზოგადოების არსებობის კიდევ ერთი ძირითადი პირობაა *წყალი*. თანამედროვე პირობებში, მასში მოთხოვნა მნიშვნელოვნად არის გაზრდილი. მსოფლიო მასშტაბებში დღეს ჰიდროსფეროს ძირითად დამაბინძურებელს, მასში მოხვედრილი, ნავთობი და ნავთობპროდუქტები წარმოადგენენ, და ასევე დეტერგენტები - ძალიან ტოქსიკური სინთეტიკური სარეცხი საშუალებები. ძალიან ხშირად წყლის რესურსები ჰერბიციდებითა და პესტიციდებით ბინძურდებიან. ჰიდროსფეროს დაბინძურების სპეციფიკურ სახეს თერმული დაბინძურება წარმოადგენს.

ბუნებრივი სისტემის უმნიშვნელოვანეს კომპონენტს, ასევე, პლანეტის ნიადაგის ფენა *კედოსფერო* წარმოადგენს, რომელიც დედამიწის ენერგეტიკულ ბალანსში განსაკუთრებულად მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. დედამიწის მატერიალურ სხეულებს შორის ცვლის პროცესებში ნიადაგს ცენტრალური ადგილი უკავია. ცალკეული მსხვილი რეგიონებიდან მიწის უდიდესი ფონდი აზიას, აფრიკას, ჩრდილო და სამხრეთ ამერიკას გააჩნია.

თანამედროვე მსოფლიოში ნიადაგთა დეგრადაცია და მათი ნაყოფიერება მჭიდროვან და კავშირებული გაუდაბნოების პროცესებთან. ამასთან გაუდაბნობა აუცილებლად არ ასოცირდება არიდულ რეგიონებთან. ეს დამოკიდებულია იმ ფაქტზე, რომ გაუდაბნობის ქვეშევრდების ხმება არა მხოლოდ უწყვეტი მცენარეული საფარის დაკარგვა, არამედ ტერიტორიის ნაყოფიერების პოტენციალის შემცირება ან მთლიანად მისი დაკარგვა. დღესდღეობით გაუდაბნობის პროცესები უკვე რომელიმე კლიმატური ცვლილებების შედეგს არ წარმოადგენენ.

ახლა ამის მთავარი ფაქტორი - ანთროპოგენური საქმიანობაა, რომელიც, რიგ შემთხვევაში, ცალკეული ტერიტორიების პროდუქტიულობის მთლიან მოსპობას იწვევს.

XXI საუკუნის დასაწყისისთვის ანთროპოგენური უდაბნოების საერთო ფართობი 10 მლნ - დან 13 მლნ.კმ²- მდე შეადგენდა, ხოლო გაუდაბნოების საფრთხის ქვეშ კიდევ, დაახლოებით, 30 მლნ.კმ² მიწები იმყოფებოდა. ამის შედეგად პლანეტის პროდუქტიულობის მასა, უწინდელთან შედარებით, მესამედით შემცირდა.

ყველაფერი ზემოაღნიშნული დიდ მნიშვნელობას ანიჭებს ბუნების დაცვის საკითხებს პლანეტაზე. ამასთანავე ბუნების ტრანსფორმაციის ხასიათმა, სტრუქტურამ და მასშტაბებმა ეკოლოგიური პრობლემატიკა პრიორიტეტულ მიმართულებათა რიგში დააყენეს, სადაც ის მჭიდროდ უკავშირდება ეკონომიკურ, სოციალურ და დემოგრაფიულ პრობლემებს.

III. ეკოლოგიური მონიტორინგი

3.1. ეკოლოგიური მონიტორინგის ზოგადი ცნებები

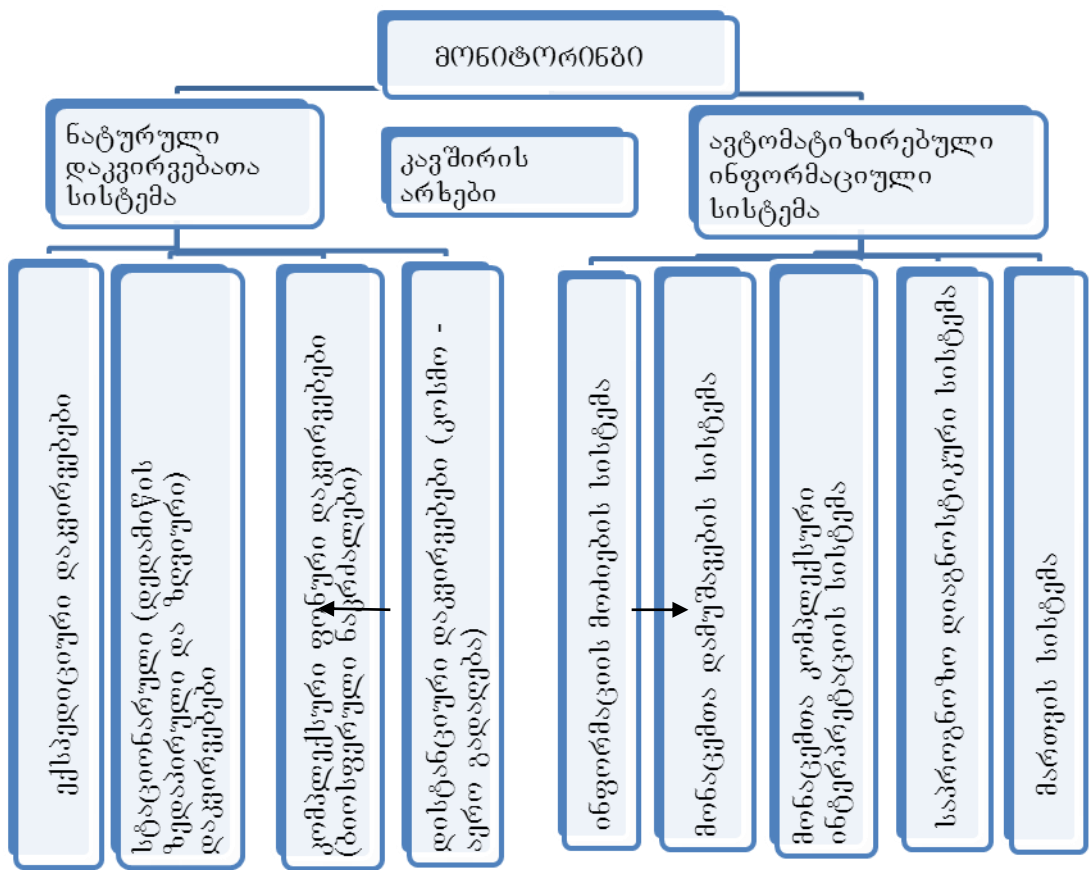
ეკოლოგიური მონიტორინგი - არის ინფორმაციის შეგროვების, დამუშავების, შენახვისა და პროგნოზის სისტემა, რომელიც ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის ცვლილების გამოვლენის საშუალებას იძლევა.

ტერმინი „მონიტორინგი“ შექმნილია ლათინური სიტყვიდან „მონიტორ“ (*Monitor* - ის, რაც გვაფრთხილებს, დამკვირვებელი). ასე იალქნიან გემზე გუშაგ მეზღვაურს უწოდებდნენ.

ბუნებრივი გარემოს გლობალური მონიტორინგის იდეა და თვით ტერმინი „მონიტორინგი“ პირველად 1971 წელს, ბუნებრივი გარემოს შესახებ გაეროს სტოკჰოლმისკონფერენციის (1972) ჩასატარებლად მზადების პროცესში გაჩნდა. ხოლო მისი არსი აღნიშნულ კონფერენციაზე კანადელმა მეცნიერმა - კლიმატოლოგმა და მეტეოროლოგმა, პროფესორ **რ. მანმა** შემოიტანა (**R.E.Munn, 1973**) და აქედან მოყოლებული სხვადასხვა საერთაშორისო კონგრესებისა და თათბირების მუდმივი განხილვისა და განვითარების საგანს წარმოადგენს.

რ. მანმა ჩამოაყალიბა მონიტორინგის ყველაზე მეტად ზოგადი განმარტება. მისი წინადადებით, გარკვეული მიზნებით წინასწარ დამუშავებული პროგრამის მიხედვით, დროსა და სივრცეში ბუნებრივი გარემოს ერთ ან რამოდენიმე ელემენტზე განმეორებადი დაკვირვებების სისტემას - მონიტორინგი ეწოდა.

ეკოლოგიური მონიტორინგის მიზანია - გარემოსდაცვითი მენეჯმენტისა და ეკოლოგიური



უსაფრთხოების მმართველობის უზრუნველყოფა საჭირო ინფორმაციით პრევენციული

ნახ. 3.1. ეკოლოგიური მონიტორინგის სქემა

1974 წლის იუნესკოს პროგრამაში ეკოლოგიური მონიტორინგი განისაზღვრება, როგორც სივრცესა და დროში რეგულარული გრძელვადიანი დაკვირვებების სისტემა, რომელიც ბუნებრივი გარემოს წარსულისა და თანამედროვე მდგომარეობაზე ინფორმაციას მოიპოვებს, კაცობრიობისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობის მქონე პარამეტრების მომავალი ცვლილებების პროგნოზირებისათვის. მისი ფუნქციონირება ითვალისწინებს კონტროლს ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის ცვლილებებზე, როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად. ანუ მონიტორინგი გამოიყენება ბუნებრივი და სოციალური მოვლენების მიმართ, რომელთაც გეოგრაფიული გარსის საზღვრებში და მის გარეთ სივრცითი განაწილება და, ასევე, დროთა განმავლობაში ცვალებადობა ახასიათებთ.

მონიტორინგი შეიცავს:

– ბუნებრივი გარემოს ხარისხისა და გარემოზე ზემოქმედ ფაქტორების ცვლილებებზე დაკვირვებებს;

– ბუნებრივი გარემოს ფაქტორული მდგომარეობის შეფასებებს;

– ბუნებრივი გარემოს ცვლილებების ხარისხის პროგნოზს.

ამასთან, დაკვირვებები, ძირითადად, ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური მაჩვენებლებით წარმოებს. აგრეთვე პერსპექტიულია ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის ინტეგრალური მაჩვენებლები.

ეკოლოგიური დაკვირვებების სისტემაში ტექნოგენური წარმოშობის გარემოს საშიში და ბინძურების მაჩვენებლების განსაზღვრა შედის, მაგალითად, მძიმე მეტალების შენაერთების, აიროვანი და მყარი დამაბინძურებლების და ა.შ.

ეკოლოგიური მონიტორინგი ისეთი ძირითადი ამოცანების გადაჭრაზეა ორიენტირებული, როგორებიცაა:

• ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობასა და მასზე ზემოქმედ ფაქტორებზე დაკვირვებების წარმოება;

• ბუნებრივი გარემოს ფაქტორული მდგომარეობისა და მისი დაბინძურების დონის შეფასება;

• შესაძლებელი დაბინძურების შედეგად ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის პროგნოზი და ამ მდგომარეობის შეფასება.

ანთროპოგენური ზემოქმედების მონიტორინგი ითვალისწინებს:

– დაკვირვებებს ანთროპოგენური ზემოქმედების წყაროებზე;

– დაკვირვებებს ანთროპოგენური ზემოქმედების ფაქტორებზე;

– დაკვირვებებს ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობაზე და ანთროპოგენური ზემოქმედების ფაქტორების გავლენით მის წიაღში მიმდინარე პროცესებზე;

– ბუნებრივი გარემოს ფიზიკური მდგომარეობის შეფასებებს;

– ანთროპოგენური ზემოქმედების ფაქტორების გავლენით, ბუნებრივი გარემოს

ცვლილებების პროგნოზირებასა და ბუნებრივი გარემოს საპროგნოზო მდგომარეობის შეფასებას.

დაკვირვებათა ობიექტების მიხედვით ასხვავებენ: ატმოსფეროს, წყლის, ნიადაგის, კლიმატურ და, ასევე, მცენარეთა, ცხოველთა სამყაროს, ადამიანთა ჯანმრთელობის და ა.შ. მონიტორინგს. აგრეთვე ასხვავებენ დაბინძურების წყაროებისა და მისი ფაქტორების ეკოლოგიურ მონიტორინგს:

• ზემოქმედების ფაქტორთა მონიტორინგი - სხვადასხვა ქიმიური დამაბინძურებლის (ინგრედიენტული მონიტორინგი) და ბუნებრივი და ფიზიკური ფაქტორების ზემოქმედების მონიტორინგი (ელექტრომაგნიტური ველი და რადიოაქტიური გამოსხივებები, მზის რადიაცია, აკუსტიკური ხმაურები და ხმაურის ვიბრაციები);

• დაბინძურების წყაროების მონიტორინგი - წერტილოვანი სტაციონარული წყაროების (ქარხნის მილები), წერტილოვანი მოძრავი (ტრანსპორტი) და სივრცობრივი (ქალაქები, შეტანილი ქიმიური ნივთიერებების შემცველი, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები) წყაროების მონიტორინგი.

მონიტორინგის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ბუნების დაცვის მენეჯმენტის და ეკოლოგიური უსაფრთხოების მართვის სისტემის უზრუნველყოფა თანამედროვე და უტყუარი ინფორმაციით, რაც შესაძლებელს ხდის:

- ეკოსისტემისა და ადამიანის ჰაბიტატის მდგომარეობის დაფუნქციონალური მთლიანობის მანევრებლების შეფასებას;
- ამ მანევრებლების ცვლილების მიზეზების გამოვლენას;
- ამ ცვლილებების შედეგების შეფასებას;
- მაკორექტირებელი ღონისძიებების განსაზღვრას იმ შემთხვევებში, როდესაც ეკოლოგიური პირობების მიზნები არ არის მიღწეული;
- წარმოქმნილი ნეგატიური სიტუაციების გამოსწორების ზომების განსაზღვრის წინაპირობების შექმნას ზარალის მიყენებამდე.

3.2. ეკოლოგიური მონიტორინგის კლასიფიკაცია

რიგ მეცნიერთა კონცეფციაში ტერმინი „მონიტორინგი“-ს ქვეშ, ადამიანის საქმიანობის გავლენით, ბიოსფეროს მდგომარეობის (უპირველეს ყოვლისა - დაბინძურების) ცვლილებების გამოყოფის შესაძლებლობის მომცემი სისტემა იგულისხმება (Ю.Израэль,1979; Г.Гуния,1985).

მათ ასეთი სისტემა განსაზღვრეს, როგორც ბუნებრივი გარემოს ანთროპოგენური ცვლილებების მონიტორინგი. მისი შექმნის ძირითად მიზანს - ბუნებაზე ადამიანის ზემოქმედების ნეგატიურ შედეგებზე გაფრთხილებას წარმოადგენს. ამისათვის შემდეგი ამოცანების გადაჭრაა აუცილებელი:

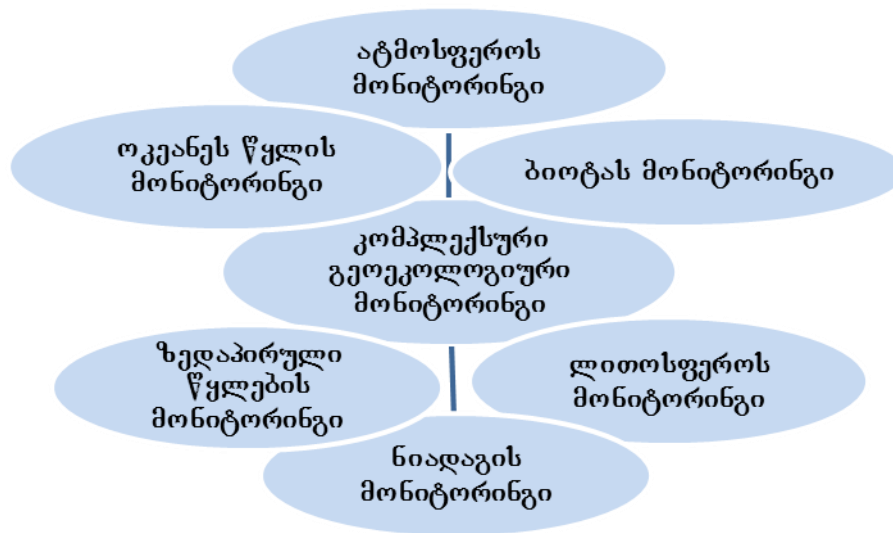
- ზემოქმედების წყაროებისა და, ასევე, ანთროპოგენური ცვლილებების მიზეზის განსაზღვრა;
- ბუნებრივი გარემოს ფაქტიური მდგომარეობის შეფასება;
- ცვლილების ტენდენციის გამოვლენა, ბიოსფეროს მომავალი მდგომარეობის პროგნოზისა და შეფასების მიცემა.

როგორც ირკვევა, მონიტორინგის ძირითადი მიზანია, ადამიანის სამეურნეო საქმიანობასთან დაკავშირებული, ნეგატიური შედეგების პრევენცია. ამასთან დაკვირვების ობიექტად, უმთავრესად, ბუნებრივი გარემოს ცალკეული კომპონენტები: ატმოსფერული ჰაერი, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები, ნიადაგი და ბიოტა, რიგ შემთხვევაში - გეოსისტემები და ეკოსისტემები, გვევლინება. შესაბამისად, უფრო მეტი განვითარება მონიტორინგის დარგობრივმა სახეობებმა მიიღო - ჰიდრომეტეოროლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, გეოქიმიური და ბიოლოგიური, რომლებიც დამოუკიდებელი დაკვირვებისა და კონტროლის სისტემების სახით ფუნქციონირებენ.

მაგრამ მონიტორინგის მიმართ ასეთი დარგობრივი მიდგომა, ბიოსფეროს კომპონენტების მჭიდრო კავშირს და რთული ბუნებრივი კომპლექსების - გეოსისტემებისა და ეკოსისტემების შექმნას არ ითვალისწინებს. ანთროპოგენურ ზემოქმედებას თუნდაც ერთ-ერთ მათგანზე, შეუძლია მთელი კომპლექსის რღვევა და ბუნებაში მძიმე არაუკუქცევადი შედეგები გამოიწვიოს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ საზოგადოებისა და ბუნების ურთიერთობის პრობლემების ოპტიმალური გადაწყვეტა ყველა დონეზე (ლოკალურიდან გლობალურამდე), მხოლოდ ბუნებრივი გარემოს კომპლექსური გეოეკოლოგიური მონიტორინგის სისტემის ჩამოყალიბების საფუძველზეა შესაძლებელი.

დაკვირვების ობიექტების გათვალისწინებით, ამ მონიტორინგის სქემა შეიძლება იქნეს გამოსახული, როგორც ეს ნახ.3.2 -ზეა მოცემული.



ნახ.3.2. კომპლექსური გეოეკოლოგიური მონიტორინგის სტრუქტურული სქემა

როგორც ნახ.3.2- ს სქემიდან ირკვევა, აღნიშნული მონიტორინგის სისტემა ბუნებრივი გარემოს ცალკეული კომპონენტებისა და მთლიანად მისი კომპლექსების მდგომარეობებზე დაკვირვებებისაგან შედგება.

მისი თავისებურება სისტემის დარგობრივი რგოლებს შორის კავშირების გათვალისწინებისა და სხვა სახეობათა დაკვირვებების გეოსისტემური (ლანდშაფტურ - ეკოლოგიური) მონიტორინგის ფუნქციონალურ დაქვემდებარებაში ყოფნისაგან შედგება, რაც ბუნებრივი გარემოს მთლიანობის თვისებებითა არის განპირობებული.

მონიტორინგის სისტემის კლასიფიკაცია დაკვირვებების მეთოდებზეც შეიძლება იყოს დაფუძნებული (მონიტორინგი ფიზიკო-ქიმიური და ბიოლოგიური მანვენებლებით, დისტანციური მონიტორინგი და სხ.).

ქიმიური მონიტორინგი - არის დაკვირვებათა სისტემა ატმოსფეროს, ნალექების, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების, ოკეანეებისა და ზღვების წყლების, ნიადაგის, ფსკერული ნალექების, მცენარეულობის და ცხოველთა ქიმიურ შედგენილობაზე (ბუნებრივი და ანთროპოგენური წარმოშობის) და ქიმიური დამაბინძურებელი ნივთიერებათა გავრცელების დინამიკაზე.

ქიმიური მონიტორინგის გლობალურ ამოცანას პრიორიტეტული მაღალტოქსიკური ინგრედიენტებით ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების ფაქტიური დონის განსაზღვრა წარმოადგენს.

ფიზიკური მონიტორინგი - დაკვირვებათა სისტემა ბუნებრივ გარემოზე ფიზიკური პროცესებისა და მოვლენების შემოქმედებაზე (ელექტრომაგნიტური გამოსხივება, რადიაცია, აკუსტიკური ხმაური და ა.ს.).

ბიოლოგიური მონიტორინგი - ბიონდიკატორების დახმარებით განხორციელებული მონიტორინგი (ანუ ისეთი ორგანიზმებით, რომელთა არსებობით, მდგომარეობითა და მოქმედებით მსჯელობენ ბუნებრივი გარემოს ცვლილებებზე).

ეკობიოქიმიური მონიტორინგი - ბუნებრივი გარემოს ორი მდგენელის (ქიმიურისა და ბიოლოგიურის) შეფასებებზე დაფუძნებული მონიტორინგი.

დისტანციური მონიტორინგი - ავიაციური და კოსმოსური მონიტორინგი, საკვლევი ობიექტების აქტიური ზონდირებისა და ექსპერიმენტული მონაცემების რეგისტრაციის რადიომეტრიული აპარატურით აღჭურვილი, მფრინავი აპარატების გამოყენებით.

კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგი - ბუნებრივი გარემოს ობიექტების დაბინძურების ფაქტიური დონის შეფასებისა და ადამიანის ჯანმრთელობისა და სხვა ცოცხალი ორგანიზმებისათვის მავნე, კრიტიკული სიტუაციების წარმოქმნის შესახებ გაფრთხილებების მიზნით ორგანიზებული დაკვირვებათა სისტემა.

ბუნებრივი გარემოს კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგის შესრულების პროცესში:

- ადამიანისა და ბიოლოგიური ობიექტების (მცენარეების, ცხოველების, მიკროორგანიზმების და ა.შ.) ჰაბიტატის ეკოლოგიური პირობებისა და, ასევე, ეკოსისტემების მდგომარეობისა და ფუნქციონალური მთლიანობის მუდმივი შეფასება მიმდინარეობს;

• იმ შემთხვევებში, როდესაც ეკოლოგიური მდგომარეობის დასახული მაჩვენებლები მიუღწევადი რჩება, მაკორექტირებელი ქმედებების განსაზღვრის პირობები იქმნება.

კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგის სისტემის დამუშავების პროცესი ითვალისწინებს:

- დაკვირვების ობიექტის გამოყოფას;
- გამოყოფილი დაკვირვების ობიექტის შესწავლას;
- დაკვირვების ობიექტისათვის ინფორმაციული მოდელის შემუშავებას;
- გაზომვების დაგეგმვას;
- დაკვირვების ობიექტის მდგომარეობის შეფასებასა და მისი საინფორმაციო

მოდელის იდენტიფიკაციას;

- დაკვირვების ობიექტის მდგომარეობის ცვლილების პროგნოზირებას;
- მომხმარებლისთვის მოსახერხებელი ფორმით ინფორმაციის წარდგენას და მის

მიწოდებას.

კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგის ძირითად მიზნებს წარმოადგენს, მოპოვებული ინფორმაციის საფუძველზე:

1. შეფასდეს ადამიანის ჰაბიტატისა და ეკოსისტემების მდგომარეობისა და ფუნქციონალური მთლიანობის მაჩვენებლები (შეფასდეს ეკოლოგიური ნორმატივების დაცვა);

2. გამოვლინდეს ამ მაჩვენებლების ცვლილების მიზეზები და შეფასდეს ასეთი ცვლილებების შედეგები და, ასევე, იმ შემთხვევებში, როდესაც ეკოლოგიური პირობების მიზნობრივი მაჩვენებლები მიუღწევადია, განისაზღვროს საკორექციო ზომები (შესრულდეს ეკოსისტემებისა და ჰაბიტატის მდგომარეობის დიაგნოსტიკა);

3. ზიანის მიყენებამდე, წარმოქმნილი ნეგატიური სიტუაციების გამოსწორების ზომების გამოსაგეგმად შეიქმნას წინაპირობები, ანუ ნეგატიური სიტუაციების დროული გაფრთხილების უზრუნველყოფა.

ინფორმაციის განზოგადების ხასიათზე დამოკიდებულებით მონიტორინგის შემდეგ სახეებს (დონეებს) ასხვავებენ:

- *იმპაქტური* - განსაკუთრებულად საშიშ ზონებსა და ადგილებში რეგიონული და ლოკალური ანთროპოგენური ზემოქმედების მონიტორინგი;

- *ლოკალური* - კონკრეტული ანთროპოგენური წყაროს ზემოქმედების მონიტორინგი.

ამ სახეობის მონიტორინგს მიეკუთვნებიან: ქალაქის სხვადასხვა რაიონის, სამრეწველო და აგრარული რეგიონებისა და ცალკეული დაწესებულებების საჰაერო აუზის მდგომარეობაზე შესრულებული დაკვირვებები, რომლებიც სტაციონარული, მოძრავი და გამონაბოლქვის ჩირადნისქვეშა საგუშაგოების მეშვეობით სრულდებიან.

- *რეგიონული* - დაკვირვებების წარმოება პროცესებსა და მოვლენებზე რომელიმე რეგიონის ფარგლებში, სადაც ეს პროცესები და მოვლენები მთელი ბიოსფეროსათვის დამახასიათებელ ბაზურ ფონისაგან ბუნებრივი ხასიათითა და ანთროპოგენური ზემოქმედებით განსხვავდებიან. იგი იმ სადგურების სისტემით ხორციელდება, რომლებიც ინფორმაციას, სახალხო მეურნეობით ინტენსიურად ათვისებული და შესაბამისი ანთროპოგენური ზემოქმედების ქვეშ მყოფი, მსხვილი რაიონებიდან ღებულობენ;

- *ნაციონალური* - მონიტორინგი სახელმწიფოს ფარგლებში სპეციალურად შექმნილი ორგანოების მოერ სრულდება;

- *საბაზო* (ფონური) - დაკვირვებები ზოგადბიოსფერულ, ძირითადად, ბუნებრივ მოვლენებზე, მათზე რეგიონული ანთროპოგენური ზემოქმედების გავლენის გაუთვალისწინებლად;

- *გლობალური* (ბიოსფერული)- მონიტორინგი ბიოსფეროში, მისი ყველა ეკოლოგიური კომპონენტის ჩათვლით, მიმდინარე ზოგადმსოფლიურ პროცესებზე და მოვლენებზე დაკვირვებათა ქსელის შექმნასა და მუდმივი ფუნქციონირების უზრუნველყოფას ითვალისწინებს, წარმოქმნილი ექსტრემალური სიტუაციების შესახებ დროული გაფრთხილების მიწოდების ჩათვლით.

გლობალური მონიტორინგის სისტემაში პრიორიტეტულ მიმართულებად ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების დონეზე და მასთან დაკავშირებული ზემოქმედების ფაქტორებზე დაკვირვებების წარმოება არის მიჩნეული.

იგი საერთაშორისო თანამშრომლობის საფუძველზე სრულდება და მთელი დედამიწის ბუნებრივი სისტემის თანამედროვე მდგომარეობის შეფასების საშუალებას იძლევა.

დაკვირვებებს პლანეტის სხვადასხვა რეგიონში საბაზო სადგურები ასრულებენ (30–40 სახმელეთო და 10 მეტი ოკეანური). ხშირ შემთხვევაში ისინი ბიოსფერულ ნაკრძალებში განლაგდებიან.

ზოგადპლანეტარული ეკოლოგიური პრობლემების მასშტაბებში, მონიტორინგის ფუნქციონირების სხვა მიმართულებები, რომელთა აქტუალურობა ჩვენ დროში კარგადაა გაცნობიერებული, ეხებიან ისეთ საკითხებს, როგორებიცაა: დედამიწის ოზონური გარსის დაცვა, კლიმატის ცვლილების შესწავლა, ბუნებრივი რესურსების მოხმარების რეგულირება და ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების საკითხები.

ბუნებრივი გარემოს გლობალური მონიტორინგის სისტემის (The Global Environmental Monitoring System) პროგრამათა შორის გამოირჩევიან ძირითადი პროგრამები:

- კლიმატური პირობების მონიტორინგი;
- დამაბინძურებელი ნივთიერებათა გადატანისა და მათი დედამიწის ზედაპირზე დალექვის მონიტორინგი;
- მსოფლიო ოკეანეების მონიტორინგი;
- განახლებადი ბუნებრივი რესურსების მონიტორინგი;
- მონიტორინგი ჯანდაცვის მიზნების გათვალისწინებით.

ბუნებრივი გარემოს გლობალური მონიტორინგის სისტემაში მაქსიმალურად გამოიყენება მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის ჰაერისა და წყლის ობიექტების ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების მონიტორინგის ევროპული სისტემის სადგურები, ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციისა და ხანგრძლივი სიცოცხლის მქონე რადიოაქტიური იზოტოპების დაკვირვებების სისტემა და ბიოსფერული ნაკრძალები.

ამრიგად, გლობალური მონიტორინგის სისტემა დაფუძნებულია ნაციონალური ეკოლოგიური მონიტორინგის ქვესისტემებზე და შეიცავს ამ ქვესისტემების ელემენტებს.

მათი თანამშრომლობა საერთაშორისო დონის ჩარჩოში, ძირითადად, შეიცავს:

- ქვეყნულ ზედაპირზე დაკვირვებათა ქსელის შექმნას, რეგულარულ ექსპედიციურ შემოწმებებს და დედამიწის დისტანციური ზონდირების სისტემას;
- დაკვირვებათა ორგანიზების, ბუნებრივი გარემოს კომპონენტების სინჯების შეგროვებისა და ანალიზის ერთიანი მეთოდოლოგიის დამუშავებასა და დანერგვას;
- დაკვირვებათა მონაცემების სიზუსტისა და შესაბამისობის კონტროლის ორგანიზებას;
- მონაცემთა შენახვისა და ინფორმაციის გადაცემის თანამედროვე სისტემების გამოყენებას.

გლობალური ეკოლოგიური მონიტორინგის სისტემაში ცენტრალური ადგილი ფონური (საბაზო) მონიტორინგს უკავია. მისი განვითარება, უმთავრესად, ბიოსფერული ნაკრძალების ბაზაზე, კომპლექსური ფონური მონიტორინგის სადგურების ქსელის დაარსებასთან არის დაკავშირებული.

ამ მონიტორინგის სადგურებზე ფონური მონიტორინგის ერთ-ერთი მთავარი პრინციპის - ეკოსისტემის კომპონენტებში დამაბინძურებელი ნივთიერებათა შემცველობის კომპლექსური შესწავლა ხდება. ამის გამო, კომპლექსური ფონური მონიტორინგის დაკვირვების პროგრამა ბუნებრივი გარემოს ყველა კომპონენტში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა შემცველობის ერთდროულ სისტემატურ გაზომვებს, მათ შორის ჰიდრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებებს, ითვალისწინებს.

ფონური მონიტორინგის სადგურებზე დაკვირვებები, როგორც წესი, ერთიანი პროგრამით სრულდება, რომელიც შეიცავს:

- ატმოსფერულ ჰაერში, ნალექებში, ზედაპირულ წყლებში, ფსკერულ ნალექებში, ნიადაგში, მცენარეულ საფარსა და ცხოველთა ორგანიზმების ქსოვილებში პრიორიტეტულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა აღრიცხვას;
- გარემოს დაბინძურების ხელისშემწეობი ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების აღრიცხვას;
- დაკვირვებებისა და გაზომვების შესრულების პერიოდულობას.

გლობალურსა და ნაციონალურ მონიტორინგის სისტემებს, კომპლექსური ფონური მონიტორინგის სისტემასთან ერთად, მრავალი სპეციალიზებული სადგური, საგუშაგო და დაკვირვების პუნქტები უზრუნველყოფენ მონაცემებით:

- ნალექების ქიმიურ შედგენილობაზე დამკვირვებლობაზე;
- ნიდაგის დაბინძურებაზე და მცენარეული საფარის მდგომარეობაზე;
- ზღვის გარემოს დაბინძურებაზე, ჰიდროქიმიური მაჩვენებლებით;
- თოვლის საფარის დაბინძურებაზე და სხ.

ბუნებრივი გარემოს მიწისპირა მონიტორინგის სისტემას, თავისი ამოცანებისა და უზრუნველყოფის ბაზის მქონე, ბლოკებად დაყოფენ (ცხრ.3.1).

ბიოლოგიური ან ბიოეკოლოგიური (სანიტარულ-ჰიგიენური) მონიტორინგის ბლოკი მუდმივ დაკვირვებებს ახორციელებს გარემოს მდგომარეობაზე და მის გავლენის ხასიათზე ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

გეოსისტემური (გეოეკოლოგიური, სამეურნეო) მონიტორინგის ბლოკი - ბუნებრივი გეოსისტემების ცვლილებისა და მათი ბუნებრივ-ტექნიკურ სისტემებში გადასვლის პროცესებზე დაკვირვებებს შეიცავს.

პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ოპტიმალური ბუნებრივ - ტექნიკური სისტემების შექმნის საპროგნოზო მოდელები, რომელთა საზღვრებში ადამიანს თავის ჯანმრთელობისთვის ზიანის მიყენების გარეშე შეუძლია ცხოვრება და მოღვაწეობა, ბუნებრივი გეოსისტემების ბუნებრივ - ტექნიკურში გარდაქმნის მექანიზმების გულმოდგინე შესწავლის შედეგად მიიღება.

ცხრილი 3.1. ბუნებრივი გარემოს მიწისპირა მონიტორინგის სისტემა\

მონიტორინგის ბლოკი	მონიტორინგის ობიექტები	დასახასიათებელი მაჩვენებლები	საყრდენი ბაზები
ბიოლოგიური (სანიტარული)	მიწისპირა ჰაერის ფენა, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ჩამონარე წყლები და გაფრქვევები, რადიოაქტიური გამოსხივება	ტოქსიკური ნივთიერებათა შემცველობა, ფიზიკური და ბიოლოგიური გამაღიზიანებლები (ხმაური, ალერგენები და სხ.), რადიოგამოსხივების რაოდენობა.	ჰიდრომეტეოროლოგიის, წყალთა მეურნეობის, სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიის
გეოსისტემური (გეოეკოლოგიური, კომპლექსური, სამეურნეო)	გადაშენების პირას მყოფი ცხოველთა და მცენარეთა სახეობები, ბუნებრივი ეკოსისტემები, აგროეკოსისტემები, ტყის ეკოსისტემები	ბუნებრივი ეკოსისტემების ფუნქციონალური სისტემა და მისი რღვევა, მცენარეთა და ცხოველთა პოპულაციური მდგომარეობა, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა, ნარგავების პროდუქტიულობა	
ბიოსფერული (გლობალური)	ატმოსფერო (ტროპოსფერო) და ოზონური ეკრანი, ჰიდროსფერო, მცენარეული და ნიდაგის საფარი, ცხოველთა სამყარო	რადიაციული ბალანსი, სითბური გადახურება, გაზობრივი შედგენილობა და გამტვრიანება. დიდი მდინარეების და რეზერვუარების დაბინძურება; წყლის აუზები, მიმოქცევები ფართო წყალშემკრებ აუზებზე და კონტი-	საერთაშორისო ბიოსფერული სადგურები

		<p>ნენტებზე. ნიდაგის მდგომარეობის, მცენარეული საფარის და ცხოველთა სამყაროს გლობალური მახასიათებლები. ნახშირჟანგისა და ჟანგბადის გლობალური ბალანსი; ნივთიერებათა ფართომასშტაბური მიმოქცევები.</p>	
--	--	--	--

ბიოსფერული (გლობალური) მონიტორინგის ბლოკი - გლობალურ მასშტაბში გეოსფეროს პარამეტრებზე დაკვირვებებს მოიცავს. იგი დაკვირვებათა ურთულეს სისტემას წარმოადგენს, რომელიც გლობალურ მასშტაბში ბუნებრივი გარემოს ხარისხის ცვლილებების პროგნოზირების საშუალებას იძლევა. მაგალითის სახით, „სათბურის ეფექტის“ წარმოქმნის გამო, კლიმატის დათბობისა და პლანეტის ბუნებისთვის მისი შედეგების პროგნოზები შეიძლება მოვიყვანოთ.

ამრიგად, რაციონალური ბუნებათსარგებლობა შესაძლებელია, ეკოლოგიური მონიტორინგის სისტემის საშუალებით მიღებული, ინფორმაციის არსებობისა და სწორი გამოყენების პირობებში.

2005 წლიდან საერთაშორისო პროექტის „დედამიწის შესწავლის გლობალური სისტემა“ (Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)) რეალიზაცია მიმდინარეობს.

ამ სისტემის ძირითად ამოცანას – ბუნებრივ გარემოზე ზემოქმედების მონაცემთა ზემოაღნიშნული წყაროებისა და პრევენციული ზომების შესახებ გადაწყვეტილებების დამუშავების კომპიუტერიზირებული ქვედანაყოფების ერთ სისტემაში გაერთიანება და, ასევე, მომხმარებლების მიერ ამ სისტემით მიღებული ეკოლოგიური ინფორმაციის სარგებლობის უზრუნველყოფა წარმოადგენს. საბოლოო შედეგად გლობალური საზოგადოებრივი ინფრასტრუქტურის შექმნა არის ნაგარაუდები.

მრავალი ექსპერტი თვლის, რომ ამ პროექტის რეალიზაციის წარმატებამ შეიძლება გადამწყვეტი მნიშვნელობა იქონიოს იმისთვის, თუ რამდენად წარმატებულად შეძლებს კაცობრიობა შეეწინააღმდეგოს მომავალ ბუნებრივ კატაკლიზმებს.

IV. ბუნებრივი გარემოს ხარისხის შეფასება

4.1. ეკოლოგიური სტანდარტები

ეკოლოგიური მონიტორინგის შედეგად შესრულებული კვლევების მნიშვნელოვან სფეროს ბუნებრივი გარემოს ხარისხის შეფასება წარმოადგენს.

ბუნებრივი გარემოს ხარისხი - არის ადამიანის ფიზიოლოგიური შესაძლებლობების შესაბამისი ბუნებრივი პირობების დონე.

ასხვავებენ ჯანსაღ, ანუ კომფორტულ, ბუნებრივ გარემოს, რომლის პირობებში ადამიანის ჯანმრთელობა წესრიგშია, და არაჯანსაღ გარემოს, რომელშიც ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობა უარესდება.

როდესაც ადამიანისა და გარემოს ურთიერთობის პროცესში ჯანმრთელობის შეუქცევადი ცვლილებები დაიკვირვება, ასეთ გარემოს ექსტრემალურს მიაკუთვნებენ. ამგვარი მოვლენების ასაცილებლად შემუშავებულია ბუნებრივი გარემოს ხარისხის მეცნიერული შეფასები, რომლებსაც ბუნებრივი გარემოს ხარისხის სტანდარტებს უწოდებენ. ისინი ეკოლოგიურზე და სამრეწველო-სამეურნეოზე დაიყოფიან.

ეკოლოგიური სტანდარტები ბუნებრივ გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ზღვრულად დასაშვებ ნორმებს ადგენენ, რომელთა გადამეტებას ადამიანის ჯანმრთელობისთვის, მცენარეებისა და ცხოველებისთვის ზიანი მოაქვს.

ამჟამად, ატმოსფერული ჰაერის 200 და წყლის სივრცის კი, 600-ზე მეტ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზდკ) არის შემუშავებული.

გარდა ამისა, დადგენილია მავნე ფიზიკური ზემოქმედების ზღვრულად დასაშვებ დონეები, უმთავრესად, ხმაურისა და ელექტრომაგნიტური დაბინძურებებისთვის.

ბუნებრივი გარემოს ხარისხის სამრეწველო-სამეურნეო სტანდარტები არეგულირებენ: - სამრეწველო, მუნიციპალურ და სხვა ობიექტების მუშაობის ეკოლოგიურად უსაფრთხო რეჟიმს.

ასეთი სახის სტანდარტებს ბუნებრივ გარემოში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევები (ზდგ) და ამა თუ იმ ტერიტორიის კონკრეტული წყაროებით (საწარმოებით) წყლის ობიექტებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები ჩაშვებები (ზდჩ) მიეკუთვნებიან.

ყოველწლიურად ბიოსფეროში მოხვედრილი ნივთიერებათა საერთო რაოდენობა, მინერალური სასუქების გამოკლებით, დაახლოებით, 2 მილიონ ტონას შეადგენს. თითოეული მათგანის კონცენტრაცია შესაძლოა არ აღემატებოდეს ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის მნიშვნელობას, მაგრამ მათ ერთობლივ ყოფნას, გარკვეული კონცენტრაციებით, შეუძლია გამოიწვიოს ისეთივე ეფექტი, როგორც ზდკ-ს გადამეტებისას. ამ მოვლენას შეკრებითობის ეფ-

ექტს უწოდებენ. ასეთი ეფექტი, მაგალითად, მანვე ნივთიერებათა შემდეგ კომბინაციებს გააჩნიათ: აცეტონი - ფენოლი, გოგირდის დიოქსიდი - ფენოლი, გოგირდის დიოქსიდი - წყალბადის სულფიდი და ა.შ.

ჰაერში რამოდენიმე, შეკრებითობის ეფექტის მქონე, მინარევის არსებობისას, უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია სრულდებოდეს შემდეგი პირობა:

$$\frac{C_1}{ზდკ_1} + \frac{C_2}{ზდკ_2} + \dots + \frac{C_n}{ზდკ_n} \leq 1 \quad , \quad (4.1)$$

სადაც C_1, C_2, \dots, C_n - მანვე ნივთიერებათა ფაქტიური კონცენტრაციებია ბუნებრივ გარემოში, ხოლო $ზდკ_1, ზდკ_2, \dots, ზდკ_n$ - ბუნებრივ გარემოში ამ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციებია.

სამრეწველო გაფრქვევები ადამიანის ჯანმრთელობისთვის წარმოადგენენ საშიშროებას იმ შემთხვევაში, თუ ფორმულა (4.1) - ით გაანგარიშებული მოცემული სიდიდეების ჯამი ერთზე მეტი აღმოჩნდება. ასეთ შემთხვევაში, ცალკეული საწარმოს, ქალაქისა თუ დასახლებისთვის მუშავდება გარემოს ხარისხის გაუმჯობესების ღონისძიებები. მათი გაერთიანება შესაძლებელს შემდეგ ჯგუფებში (ცხრ.4.1): - ტექნოლოგიური, სამართლებრივი, არქიტექტურულ - დაგეგმვითი, ინჟინერულ-საორგანიზაციო და ეკონომიკური ღონისძიებები.

ამასთან ყურადღება ეთმობა შემდეგ გარემოებს: იმ შემთხვევაში, როდესაც მოცემული სამრეწველო ტერიტორიული კომპლექსისთვის განსაზღვრულია ზღვრულად დასაშვები ტექნოლოგიური დატვირთვა - *ზდტდ*, ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევები - *ზდგ* და ზღვრულად დასაშვები ჩაშვებები - *ზდჩ*, პრევენციული მოქმედების არეალი შედარებით მარტივდება და ძირითადი გადაწყვეტილება განისაზღვრება მანვე ნივთიერებათა ემისიების შეფასებით. ხოლო, თუ ასეთი მკაცრი შეფასებები არ არის შესრულებული და დროებით შეთანხმებული ნორმატივებით სარგებლობენ, ამოცანა რთულდება და გადაწყვეტილების მისაღებად შედარებით უფრო დიდი მნიშვნელობა ეკოლოგიური ზარალის შეფასებებს ენიჭება.

ცხრილი 4.1. ბუნებრივი გარემოს ხარისხის გაუმჯობესების ღონისძიებები

ბუნებრივი გარემოს ხარისხის გაუმჯობესების ღონისძიებები				
ტექნოლოგიური	სამართლებრივი	არქიტექტურულ-დაგეგმვითი	ინჟინერულ - საორგანიზაციო	ეკონომიკური
1. ახალი ტექნოლოგიების დამუშავება; 2. გამწმენდი ნაგებობები; 3. საწვავის შერჩევა; 4. წარმოების, ტრანსპორტის და სხ. ელექტროფიკაცია	ბუნებრივი გარემოს ხარისხის დაცვის საკანონმდებლო აქტების შემუშავება	1. დასახლების ტერიტორიის ზონირება; 2. დასახლების გამწვანება; 3. სანიტარული დაცვის ზონის ორგანიზება; 4. საწარმოს და საცხოვრებელი ტერიტორიების რაციონალური დაგეგმვა	1. მანქანების სადგომებისა და შუქნიშნების შემცირება; 2. გადატვირთულ მაგისტრალზე ტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსიობის შემცირება	ეკონომიკური ფაქტორების შემუშავება

ბუნებრივი გარემოს ხარისხის მართვის პრინციპების თანახმად, გარემოსდაცვითი გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესში, ძირითადი მოსაზრებები პრევენციული ზომების შესახებ, ზემოქმედების შეფასების შედეგების მიხედვით განისაზღვრება. ამასთან, ეკოლოგიური რეგულირების კონტროლის ერთ-ერთ ცენტრალურ პროცედურას ბუნებრივ გარემოზე სამეურნეო საქმიანობის ზემოქმედების შეფასება წარმოადგენს.

4.2. ძირითადი საკონტროლო პარამეტრები

მიმდებარე გარემოს დამაბინძურებელ პროდუქტებს შორის, ცოცხალი ორგანიზმებისათვის განსაკუთრებული საფრთხის შემცველ ეკოტოქსიკანტების ჯგუფს გამოყოფენ. მათ რიცხვში შედის ნივთიერებები, რომლებიც ცოცხალი ორგანიზმებისათვის უცხო წარმომადგენლობის არიან და, ამასთან, ტოქსიკური თვისებები გააჩნიათ, ან ბუნებრივ გარემოში ტრან-

სფორმაციის პროცესში, ან ცოცხალ ორგანიზმებთან ურთიერთობისას აქვთ ეს თვისებები შექმნილი.

გარემოს დამაბინძურებელ ეკოტოქსიკანტების რიცხვს მძიმე მეტალებს და მათ ნაერთებს (ტყვია, ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, თუთია და სხ.), რადიონუკლიდებს, ნავთობსა და ნავთობპროდუქტებს, პესტიციდებსა და პერბიციდებს, ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებებს (ზან) და პოლიქლორირებულ ბიფენილებს (აქბ) ქიმიური, მეტალურგიული და სხვა საწარმოთა ტოქსიკურ ნარჩენებს მიაკუთვნებენ.

ნახშირორჟანგი (CO₂)

ნახშირორჟანგის წყაროები - ფერადი და შავი მეტალურგიის საწარმოები, ნავთობგადამუშავებისა და ნავთობქიმიური მრეწველობებია.

იგი წარმოქმნება წიაღისეული საწვავის წვის პროცესში. შედის გამონაბოლქვი აირების შემადგენლობაში.

მისი დიდი კონცენტრაცია ჰაერში ასფიქსიას (სულის შეხუთვას), სხეულის ზოგად შესუსტებას - იმუნოდეფიციტს, სისხლძარღვთა ტონუსის რეგულაციის რღვევას და რესპირატორულ დაავადებებს იწვევს.

გრძელვადიანმა კონტაქტმა ნახშირორჟანგის შემცველ გამონაბოლქვ აირებით დაბინძურებულ გარემოსთან, შესაძლოა სუნთქვის უკმარისობა, სინუსიტი, ბრონქიტი, ბრონქოპნევმონია, ფილტვების კიბო ან თავის ტვინის სისხლძარღვთა ათეროსკლეროზი გამოიწვიოს.

ნახშირორჟანგი შთანთქმავს დედამიწის მიერ გამოსხივებულ ინფრაწითელ სხივებს, რის შედეგადაც სათბური აირების ერთ-ერთ მთავარ შემადგენელ ნაწილად გვევლინება და გლობალური დათბობის პროცესში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს.

ოზონი (O₃)

ოზონის წყაროები: მიკროორგანიზმებისგან წყლისა და ჰაერის გამწმენდი აპარატები და შენობების სადებიზინფექციო მოწყობილობები; ოზონის თერაპია და ნაკეთობების სტერილიზაცია მედიცინაში; ლაბორატორიული და საწარმოო პრაქტიკაში რიგი ნივთიერების მოპოვების და ქაღალდის გაუფერულების პროცესები.

ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენა: ქმნის რადიკალებს და არღვევს ორგანიზმში ჟანგვის პროცესებს, იწვევს მწვავე მოწამვლას, რესპირატორული სისტემის დაზიანებას, თვალის გაღიზიანებას, თავის ტკივილს, არტერიული წნევის შემცირებას, გულის აქტივობის შემცირებას, ხოლო ფიზიკური დატვირთვაზრდის ტოქსიკურ ეფექტს. ქრონიკული მოწამვლა გამოიხატება გაღიზიანებადობით, სისუსტით, ძილის დარღვევით, გულის ტკივილით, ცხვირიდან სისხლდენებით.

გარემოზე ზემოქმედება: იწვევს მცენარეთა ქსოვილების ქრონიკულ ან მწვავე დაზიანებას (ფოთლების ნეკროზი, ზრდის ცვლილებები, პროდუქტიულობის შემცირება, მცენარეთა მეურნეობის მოსავლის ხარისხის შემცირება).

გოგირდის დიოქსიდი (SO₂)

გოგირდის დიოქსიდის წყაროები: იგი ვულკანური აირების ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია; გოგირდის შემცველი საწვავის წვის პროცესშიან ფერადი და შავი მეტალურგიისა და ქიმიური მრეწველობის საწარმოებში გოგირდოვანი მადნეულის გადამუშავებისასგამოიყოფა; შენაერთების ნაწილი შიდა წვის ძრავების ემისიებიდანწარმოიქმნება.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: იწვევს სხეულის ზოგად მოწამვლას, სისხლის შემადგენლობის ცვლილებებს, მეტაბოლურ დარღვევებს, ლორწოვანი გარსის დაზიანებას, ბრონქული სპაზმს, ასთმას, ლარინგიტს, ტონზილიტს, რინიტს, კონიუნქტივიტს, ემფიზემას, ალერგიული რეაქციებს, ბავშვებში სისხლის წნევის გაზრდას.გოგირდის დიოქსიდის მაღალი კონცენტრაციის ჩასუნთქვისას ხდება გუდვა, სიტყვის არეულობა, გადაყლაპვის გართულება, ღებინება, შესაძლებელია ფილტვებისმწვავე შემუპება.

გარემოზე ზემოქმედება: მცენარეულისაფარის მწვავე და ქრონიკულ დაზიანება იწვევს პროდუქტიულობის შემცირებას და ზრდის შენელებას.

აზოტის ოქსიდები

წყაროები: ბუნებრივი - ბაქტერიული აქტივობა ნიადაგში, ელქექის მოვლენები, ვულკანური ამოფრქვევები;

ანთროპოგენური - შავი მეტალურგიის კომბინატები, აზოტის სასუქების, აზოტის მჟავებისა და ნიტრატების წარმოება, თბოელექტროსადგურები, შიდაწვისძრავები.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: ადამიანისა და ცხოველთა ფილტვებში მოხვედრისას ჰქმნის აზოტმჟავას; ფილტვებში იწვევს ცვლილებებს: შეშუპებებს, კომპლექსურ რეფლექსურ დარღვევებს; აზოტის ოქსიდებით მწვავე მოწამვლა იწვევს: ხველას, თავის ტკივილს, ღებინებას ფილტვების მკვეთრი სპაზმების შედეგად; ქრონიკული მოწამვლა გამოხატულია ბრონქიტში, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის დაზიანებაში, მეტაბოლურ დარღვევებში, კუნთებისა და გულის სისუსტეში, ნერვულ დარღვევებში, ღრძილების დაავადებაში, ტუბერკულოზში, ასევე თმის, ნესტოების და მაჯების მოყვითალო შეფერადებაში.

გარემოზე ზემოქმედება: - დამატებით ირიბი ზემოქმედებასთან (მჟავე წვიმები), ხანგრძლივი ექსპოზიციის პირობებში შეიძლება შეამციროს ზოგიერთი მცენარის ზრდა; მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ფოტოქიმიური სმოგის ფორმირებაში.

ამიაკი (NH₃)

წყაროები: ქიმიური მრეწველობა (აზოტის სასუქების, ასაფეთქებელი ნივთიერებების, პოლიმერების, აზოტის მჟავის, სოდის და სხვა პროდუქტების წარმოების); სამაცივრო ტექნიკა, როგორც მაცივარი აგენტი; შავი მეტალურგიისა და ნავთობის გადამამუშავებელი მრეწველობის კომბინატები.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: ჰაერში მოცულობით 0.5% -ს შემცველობისას, ამიაკი ძლიერ აღიზიანებს ღორწოვან გარსს; მწვავე მოწამვლისას თავის და რესპირატორული ტრაქტის, ღვიძლის, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის, ენდოკრინული აპარატის და, ცენტრალური ნერვული სისტემის დაავადებები აღინიშნება; ქრონიკული მოწამვლისას კუჭ-ნაწლავის მოქმედების დარღვევები, ზედა სასუნთქი გზების კატარი, პნევმონია, ბრონქიტი, კონიუნქტივიტი, რინიტი და ლარინგიტი ვითარდება. თხევადი ამიაკი მძიმე დამწვრობას იწვევს.

გარემოზე ზემოქმედება: სასუქების ჭარბი და არასწორი გამოყენების შედეგად და საძოვრებიდან და პირუტყვთა თავმოყრის ადგილებიდან ჩანადენების შედეგად მიღებული გარემოს დაბინძურების ძირითადი წყარო.

ქლორი (Cl) და მისი ნაერთები

წყაროები: პოლივინილქლორიდის, პლასტიკატების და სინთეზური კაუჩუკის წარმოება; ქიმიურ წარმოებაში - ქლორწყალბადმჟავას (მარილმჟავას), გამათეთრებელის, კალიუმ-ქლორატის (ბერთოლეს მარილი), ლითონის ქლორიდების, საწამლავისა და წამლების მისაღებად. მეტალურგიაში სუფთა ლითონების წარმოებისათვის.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: ქლორის ნაერთებს ფილტვებში მოხვედრისას მიყვარათ ქლორწყალბადმჟავას ფორმირებასთან, რასაც შეუძლია ფილტვის ქსოვილის დამწვრობა, გაგუდვა, ფილტვის შეშუპება და ლეტალური შედეგი გამოიწვიოს. შეუძლიათ სუნთქვის რითმის, ყნოსვისა და თავის სინათლის მგრძნობელობის დარღვევა და ღორწოვანი გარსის შეშუპება გამოიწვიონ. ქლორის ტოქსიკური ნაერთები ქიმიური მომწამლავი ნივთიერებების სახით, როგორც მასობრივი განადგურების იარაღი გამოიყენება.

ზემოქმედება გარემოზე: ამცირებს ქლოროფილის შემცველობას და ფოტოსინთეზის აქტივობას, აფერხებს მცენარეების ზრდას და განვითარებას.

ქლორორგანული ინსექტიციდების გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიმართ მავნე მწერების განადგურების მიზნით, სასარგებლო ორგანიზმებს აყენებს ზიანს და ბიოცენოზების სტაბილურობის მდგომარეობას არღვევს.

ფთორი (F) და მისი ნაერთები

წყაროები: აირისებური იზოლატორები ელექტროტექნიკურ მრეწველობაში; ქიმიური მრეწველობა: ტეფლონების წარმოებისას, კრიოლიტის, ფთორორგანული ნაერთებისა და ფრეონების მიღებისას; ალუმინის ინდუსტრია.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: ფთორის სიჭარბე ორგანიზმში კბილის მინანქრის დაშლას და კალციუმის დაღეჟვას ხელს უწყობს. უკანასკნელი კი, კალციუმის და ფოსფორის მეტაბოლიზმის რღვევას იწვევს; ფთორის ნაერთები ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე უანგვა-ადღენითი პროცესებს უშლიან ხელს და ორგანიზმის იმუნოლოგიური რეაქტიულობის მაჩვენებლებს ამცირებენ.

მაღალი კონცენტრაციების პირობებში: თავის კონიუნქტივიტის, ცხვირის ღორწოვანი გარსის, ღრძილების და ზოგადად პირის ღრუს, ლარინგიტის და ბრონქების ნელა განკურნებადი პროცესების განვითარება და, ასევე, ჩირქოვანი ბრონქიტი და ცხვირიდან სისხლდენა არის შესაძლებელი.

გარემოზე ზემოქმედება: ფთორისა და მისი ნაერთების გადაჭარბებული და არასწორი გამოყენების შედეგებმა შეიძლება გარემოს გაუარესება, ცოცხალი ორგანიზმების ფთორიდებით მოწამვლა და, შედეგად, ეკოსისტემების ტროფიკის ჯაჭვებში რღვევები გამოიწვიოს.

მძიმე ლითონები (Cd, Pb, Hg, Zn, Cu, Co, Cr, Ni და ა.შ.)

წყაროები: ცემენტის, ტყვიის, თუთიის, ნიკელის, კობალტის, კადმიუმის, ვერცხლის-წყლის, პლასტმასის, სინთეზური ფისების და ბოჭკოების მწარმოებელი ქარხნები; ლითონდასამუშავებელი და მანქანათმშენებლობის საწარმოები; თბოენერგეტიკის საწარმოები; შლამისაგან დამზადებული სასუქების გამოყენება.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: კადმიუმის ნაერთები ხელს უშლიან რიგი ფერმენტის აქტივობას, არღვევენ ფოსფორ - კალციუმის ცვლას ორგანიზმში და მიკროელემენტების მეტაბოლიზმს; ვერცხლის წყალი და ტყვიის ნაერთები შხამიანებია;

სპილენძის ნაერთებით მოწამვლამ შეიძლება ნერვული სისტემის მოშლა და ღვიძლისა და თირკმლის ფუნქციების რღვევა გამოიწვიოს; თუთიის ნაერთები შეიძლება დაავადებათა მატების მიზეზი იყვნენ.

გარემოზე ზემოქმედება: მძიმე ლითონები, საკვებ ჯაჭვში მოხვედრით არღვევენ ბიოლოგიური ქსოვილების ელემენტურ შედგენილობას, რის შედეგად ბიოლოგიურ ორგანიზმებზე პირდაპირ ან არაპირდაპირ ტოქსიკურ ეფექტს ახდენენ.

ბენზ(ა)პირენი (C₂₀H₁₂)

ბ(ა)პ-ს წყაროები: თბოელექტროსადგურები; შავი და ფერადი მეტალურგიის, ქიმიის, ნავთობგადამამუშავებისა და ნავთობქიმიური მრეწველობის კომბინატები; ალუმინის, ცემენტის, ასფალტის საწარმოები; ავტოტრანსპორტი.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: ბ(ა)პ - პოფესიული კიბოთ დაავადების მიზეზია; აზიანებს კუჭს, კანს და სარძევე ჯირკვლებს; იწვევს მელანომს და ფილტვების, ბრონქების და პლევრის კიბოს.

ბ(ა)პ - ის ზოგიერთი წარმოებული პროდუქტი უფრო აქტიურია, ვიდრე თვითონ მისი პროდუქტი. ხანგრძლივი ზემოქმედებისას, კეთილთვისებიანი და ავთვისებიანი ნეოპლაზმები შეიძლება განვითარდეს. არის ძლიერი კანცეროგენი, იწვევს ლეიკემიას და თანდაყოლილ სიმანხინჯვს. ბ(ა)პ - ისთვის არ არსებობს ზღვრული კონცენტრაციები - ის ჯანმრთელობას ნებისმიერი რაოდენობით უქმნის საფრთხეს.

გარემოზე ზემოქმედება: გროვდება ძირითადად ნიადაგში, ნაკლებად წყალში. ნიადაგიდან მცენარეების ქსოვილში შედის და განაგრძობს თავის მოძრაობას ტროფიკის ჯაჭვში, ამასთან თითოეულ მის საფეხურზე ბ(ა)პ - ის შემცველობა ბუნებრივ ობიექტებში თითო რიგით მატულობს (ბიოაკუმულაციის ეფექტი).

აეროზოლები (ატმოსფერულ ჰაერში დანაწევრებული მყარი ან თხევადი ნაწილაკები)

წყაროები: თბოელექტროსადგურები, ნახშირის გამამდიდრებელი ფაბრიკები, ცემენტის, მაგნეზიტის და მეტალურგიული ქარხნები, მანქანათმშენებლობის და ლითონდასამუშავების საწარმოები, აზოტმჟავის და მინერალური სასუქების საწარმოო კომბინატები.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: აეროზოლები იწვევენ სპეციფიურ დაავადებებს: ალერგიულ რეაქციებს, ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანებებს, რესპირატორულ დაავადებებს, პნემონიას, ბრონქიტს, კანის დაზიანებებს, ასთმას, კონიუნქტივიტს, გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მოქმედების რღვევას, კიბოთ დაავადების მატებას.

გარემოზე ზემოქმედება: ატმოსფეროში აეროზოლური დამაბინძურებლები კვამლის, ნისლის ან ბურუსის სახით აღიქმებიან. ჰაერის დამაბინძურებლების: სილიციუმის, კალციუმის, ნახშირბადის, ლითონის ოქსიდების და სხ. ნაერთების შერევის შედეგად მიღებული აეროზოლური ფენა, ატმოსფერული ჰაერის საშიში დამაბინძურებელია და არღვევს ბიოცენოზების სტაბილურობის მდგომარეობას.

ნავთობპროდუქტები

წყაროები: ნავთობმოპოვების და ნავთობგადამამუშავების საწარმოები, ნავთობქიმიური მრეწველობა და ბენზინგასამართი სადგურები.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: მაღალი კონცენტრაციების ხანგრძლივი ზემოქმედების პირობებში იწვევენ სხეულის ზოგადმოწამვლას, ნაზოფარინგალური ლორწოვანი გარსის, სუნთქვის ორგანოების, ცენტრალური ნერვული სისტემის და კარდიოვასკულარული სისტემის დაზიანებას. გარდა ამისა, აგრეთვე, დაიკვირვება დაღლილობის მომატება, ყურადღების შემცირება, ასთმა, ალერგიული რეაქციები, ჰემოგლობინის მაჩვენებლების შემცირება, მხედველობის გაუარესება, ფილტვების კიბოს და ბრონქების დაავადებების მატება.

გარემოზე ზემოქმედება: წყალში მოხვედრისას, ნავთობპროდუქტები ინფრაწითელი

გამოსხივების მშთანთქავ ფირის ფენის სახით ვრცელდებიან; შეუძლიათ დიდი ხნით დარჩნენ წყლის ზედაპირზე, გადაადგილდნენ წყლის დინებით; გამოირიყებიან ხმელეთზე, ილექებიან მდინარის ფსკერზე, რითაც მომაკვდინებლად მოქმედებენ წყლის ეკოსისტემების ბიოტაზე.

ელექტრომაგნიტური ველები

წყაროები: რადიოლოკაციური, რადიო - და სატელევიზიო სადგურები, სხვადასხვა სამრეწველო დანადგარები, მოწყობილობები, მათ შორის, საყოფაცხოვრებო ტექნიკა.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: თუნდაც შედარებით დაბალი დონის ელექტრომაგნიტური ველების ხანგრძლივი ზემოქმედების შედეგად, კიბოს დაავადებების, ქცევითი ცვლილებების, მესსიერების დაკარგვის, პარკინსონის და ალცჰეიმერის დაავადებების, ბავშვებში მოულოდნელი სიკვდილის სინდრომის, სექსუალური ფუნქციის მოშლა და სხვა დაავადებების განვითარებაა შესაძლებელი.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების საშიშროება დედის საშვილისნოში განვითარებადი ორგანიზმისა (ემბრიონის) და ბავშვებისათვის, და, ასევე, ალერგიული დაავადებებისადმი მიდრეკილების მქონე ადამიანებისთვის, რადგან მათ ელექტრომაგნიტური ველების მიმართ ძალიან მაღალი მგრძობელობა გააჩნიათ.

რადიოაქტიური დაბინძურება

რადიოაქტიური დაბინძურების წყაროები: ბირთვული იარაღის ტესტები, ატომურ ელექტროსადგურებზე უბედური შემთხვევები და, ასევე, რადიოაქტიური ნარჩენები.

ბუნებრივ რადიოაქტიურობას, რადონის ჩათვლით, წვლილი შეაქვს რადიოაქტიურ დაბინძურებაში. ბუნებრივ რადიაციულ წყაროებს (რადიაციული ფონი) მიაკუთვნებენ კოსმოსურ გამოსხივებას და რადიონუკლიდებს დედამიწის ქერქში, წყალსა და ატმოსფეროში.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: შესაძლებელია ადამიანის ქსოვილების შიდა და გარე დასხივება. ამ მოქმედებას ახასიათებს: ზოგადტოქსიური ეფექტი, უპირატესად, პარენქიმატოზული ორგანოებისა და ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანებით, მეტაბოლური პროცესების, საჭმლის მონელების და საკვები ნივთიერებათა ათვისების რღვევით; იმუნოლოგიური ქმედება; საშიში გრძელვადიანი ეფექტის გამოწვევის უნარი (კანცეროგენური, მუტაგენური, ალერგენური, ტერატოგენური, გონადოტოქსიური და ემბრიოტოქსიური).

მიკროორგანიზმები

წყაროები: დაავადების გამომწვევი აგენტები გვხვდება ყველა გარემოში, წარმოადგენენ ერთ-ერთ ძირითად რისკ-ფაქტორს ყოველდღიურ ცხოვრებაში. პათოგენების დიდი რაოდენობა მუდმივად იმყოფება ჰაერში, წყალში და ნიადაგში. ინფექციურ დაავადებათა პათოგენები სხეულში საკვებთან და სასმელ წყალთან ერთად შედიან.

გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე: მიკროორგანიზმები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ჯანმრთელობასა და სიცოცხლის ხანგრძლივობაზე. პათოგენური მიკროორგანიზმები ადამიანის სხეულში შედიან ძირითადად რესპირატორული, საჭმლის მომნელებელი და სისხლის მიმოქცევის სისტემებიდან. ზოგიერთი მიკროორგანიზმები უხერხემლო ცხოველების რიგი სახეობების კბენის შედეგად ხვდებიან ადამიანის სისხლში. ისინი იწვევენ ინფექციურ და პარაზიტარული დაავადებების განვითარებას, მათ შორის ლეტალური შედეგებით.

ბოლო ათწლეულებში ინფექციური დაავადებების სტრუქტურა შეიცვალა.

პარაზიტებით, ტიფური ცხელებით და დიზენტერიით დაავადებათა შემთხვევების

მკვეთრ შემცირებასთან ერთად, გაიზარდა სალმონელეზის, სტაფილოკოკის, სტრეპტოკოკის დაავადებათა მნიშვნელობა.

4.3. ეკოლოგიური მონიტორინგი და ეკოლოგიური კონტროლი

ეკოლოგიური მონიტორინგის ქვეშ იგულისხმება ბუნებრივი გარემოს ორგანიზებული მონიტორინგი, რომელიც:

- 1) უზრუნველყოფს ადამიანისა და ბიოლოგიური ობიექტების (მცენარეები, ცხოველები, მიკროორგანიზმები) ჰაბიტატის გარემოს მდგომარეობის მუდმივ შეფასებას და, ასევე, ეკოსისტემების მდგომარეობის ფუნქციონალური მთლიანობის შეფასებას;

- 2) ხელს უწყობს მაკორექტირებელი ქმედებების განსაზღვრის პირობების შექმნას, იმ შემთხვევებში, როდესაც ეკოლოგიური პირობების მიზნობრივი მაჩვენებლები არ არის მიღწეული.

ზემომოტანილი საშუალებას გვაძლევს ტერმინები "*მონიტორინგი*", "*გარემოს მონიტორინგი*", "*ეკოლოგიური მონიტორინგი*" - ერთმანეთის გადამფარავ ტერმინებად განვიხილოთ, ხოლო "*გარემოს მონიტორინგი*" და "*ეკოლოგიური მონიტორინგი*" - სინონიმად ჩავთვალოდ.

ამჟამად, გარემოს ხარისხის შეფასებასთან დაკავშირებით, არსებობს ორი ძირითადი ტერმინი: "მონიტორინგი" და "კონტროლი".

მონიტორინგი, როგორც დაკვირვების, შეფასებისა და, ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად, ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის ცვლილებების პროგნოზის სისტემა, ბუნებრივი გარემოს ხარისხის მართვის ამოცანებსაც არ გამოირიცხავს, მაშინ, როდესაც *კონტროლი* არა მხოლოდ დაკვირვებასა და ინფორმაციის მოპოვებას, არამედ, გარემოს მდგომარეობის მართვასაც ითვალისწინებს.

ეკოლოგიური კონტროლის ქვეშ იგულისხმება სამთავრობო უწყებების, დაწესებულებების და მოქალაქეთა საქმიანობა ეკოლოგიური ნორმებისა და წესების დაცვაში. ამასთან ასხვაგვარად სახელმწიფოებრივ, სამრეწველო და საზოგადოებრივ ეკოლოგიურ კონტროლს.

ეკოლოგიური კონტროლის ამოცანები.

1. ეკოლოგიური კონტროლი მიზნად ისახავს:

– დაკვირვებებს ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობაზე და მის ცვლილებებზე ეკონომიკური საქმიანობის გავლენის ქვეშ;

– ბუნების დაცვის, ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების, ბუნებრივი გარემოს გაჯანსაღების, ბუნებრივი გარემოს ხარისხის მიმართ გარემოსდაცვითი კანონებისა და ნორმატივების მოთხოვნათა შესრულებისგეგმებისა და ღონისძიებების შესრულების შემოწმებას.

2. ეკოლოგიური კონტროლის სისტემა შედგება: ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობაზე დაკვირვების სახელმწიფო სამსახურისაგან, სახელმწიფოებრივი, სამრეწველო და საზოგადოებრივი კონტროლისაგან.

ბუნებრივი გარემოს მონიტორინგი

ატმოსფერული ჰაერის მონიტორინგი – არის სისტემა, რომელიც შეიცავს: დაკვირვებებს ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობაზე, მის დაბინძურებაზე და მიმდინარე პროცესებზე; ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობის შეფასებასა და მის დაბინძურების პროგნოზს.

წყლის ობიექტების მონიტორინგი - წყლის ობიექტების ჰიდროლოგიური ან ჰიდროგეოლოგიური და ჰიდროგეოქიმიური მახვენებლებზე რეგულარული დაკვირვებების სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს მიღებული ინფორმაციის შეგროვებას, გადაცემასა და დამუშავებას ნეგატიური პროცესების დროული გამოვლენის, მათი განვითარების პროგნოზირების, მავნე შედეგების აცილებისა და განხორციელებული წყალდაცვითი ღონისძიებების ეფექტურობის ხარისხის განსაზღვრის მიზნებისთვის.

მიწისქვეშა წყლების მონიტორინგის დაკვირვების სისტემა, რომლის საფუძველზეც სრულდება მიწისქვეშა წყლების არსებული მდგომარეობის შეფასებები და ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენის ქვეშ მათი ცვლილებების პროგნოზი.

ნიადაგის მონიტორინგი ეფუძნება ნიადაგის საფარის მდგომარეობის კონტროლს და, ასევე, დაბინძურების შედეგად ნიადაგის ცვლილებების შეფასებას და პროგნოზს.

ბუნებრივი გარემოს მონიტორინგის გლობალური სისტემა

ბუნებრივი გარემოს მონიტორინგის გლობალური სისტემა (გმგს) შეიქმნა მსოფლიო თანამეგობრობის ერთობლივი ძალისხმევით. პროგრამის ძირითადი დებულებები და მიზნები 1974 წელს ჩამოყალიბდა:

- ადამიანის ჯანმრთელობაზე საფრთხის შესახებ გამაფრთხილებელი გაფართოებული სისტემის შექმნა;
- ბუნებრივ გარემოზე ზემოქმედების შედეგებზე მიწისზედა ეკოსისტემების რეაქციის შეფასება;
- გლობალური ატმოსფერული დაბინძურებისა და გლობალურ კლიმატზე მისი გავლენის შეფასებები;
- ბიოლოგიურ სისტემებში დაბინძურების ხარისხისა და განაწილების შეფასებები;
- სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობისა და მიწის გამოყენების შედეგად წარმოქმნილი ეკოლოგიური პრობლემების შეფასება;
- მსოფლიო ოკეანის დაბინძურებისა და ეკოსისტემებზე მისი გავლენის შეფასებები;
- საერთაშორისო მასშტაბებში ბუნებრივი კატასტროფების შესახებ გაფრთხილების სისტემის გაუმჯობესება.

V. სამრეწველო საქმიანობის ეკოლოგიური რეგულირება

5.1. გარემოში მინარევთა ემისიების ეკოლოგიური ინვენტარიზაციის საკითხები

სამეცნიერო - ტექნიკური პროგრესის თანამედროვე ეტაპზე, ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების მიზნით, საჭიროა ქმედითი კონცეფციის შემუშავება, რომელიც განაპირობებს მის სამეცნიერო - ტექნიკურ გრძელვადიან პოლიტიკას ეკოლოგიური საკითხების გათვალისწინებით.

როგორც პრაქტიკა აჩვენებს, ამდგომარეობის საკითხების დასამუშავებლად აუცილებლად უნდა ვიქონიოთ, ეკოლოგიური მონიტორინგის გზით მიღებული, მრავალფეროვანი ინფორმაცია გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე, როგორც მისი დამუშავების გარკვეული ეტაპისთვის, ისე პროგნოზული ცნობები ეკოსისტემის მდგომარეობის მოსალოდნელ ცვლილებებზე.

აღნიშნული ინფორმაციის მიღება, სათანადო დამუშავება და მისი გათვალისწინება საშუალებას იძლევა ქვეყნის ეკონომიკის ისეთნაირად გარდაქმნისა, რომ არ იქნეს დარღვეული ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობა.

ზემომოტანილი საკითხების დამუშავება რეგიონებისათვის, სადაც წარმოების მრავალდარგოვანი და გარემოზე ზემოქმედების მრავალსახოვანი ფაქტორების მქონე რაიონების აგლომერაციები აღირიცხება, ხშირად, რთულ ამოცანას წარმოადგენს და იგი დიდი რაოდენობის ალტერნატიული ვარიანტებისა და ქვევარიანტების ანალიზთან არის დაკავშირებული.

5.1.1. სამრეწველო ემისიების მონაცემთა განზოგადების საკითხები

გარემოს დაბინძურების კონტროლის წარმოებისა და საპაერო აუზის დაცვითი ღონისძიებათა განხორციელებისას, დიდი ყურადღება ეთმობა ისეთ მნიშვნელოვან საკითხებს, როგორსაც ატმოსფეროში გაფრქვეული მავნე ნივთიერებათა შედგენილობისა და რაოდენობის შეფასებები, ანუ მათი ინვენტარიზაციასთან დაკავშირებული საკითხები წარმოადგენენ.

აღნიშნული საკითხების დამუშავების პროცესში, ნივთიერებათა ემისიების გათვლებში საწყის სიდიდეებს გამონაბოლქვთა მახასიათებლები წარმოადგენენ, მათ შორის: - გამონაბოლქვ მინარევთა რაოდენობა (მასა), მოცულობა, ტემპერატურა, ატმოსფეროში გაფრქვევის სიჩქარე და ა.შ. ამასთან, გამონაბოლქვთა წყაროების უმრავლესობისათვის, მიუხედავად მათი სახეობისა, გაანგარიშების საერთო მიდგომა არის დამახასიათებელი.

ცნობილია, რომ სათბობ ნივთიერებათა წვის შედეგად ჰაერში შემოსულ მავნე მინარევთა უდიდეს ნაწილს ნახშირორჟანგის აირი შეადგენს. მიუხედავად იმისა, რომ ეს აირი ტოქსიკურთა რიცხვს არ მიეკუთვნება, ატმოსფეროში მისი გამუდმებით მატება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კლიმატის ცვლილებაზე, რაც მისი ემისიების გაანგარიშების დიდ ინტერესს იწვევს.

თბოელექტროსადგურებზე, საქვებებსა და ავტომანქანებში მოხმარებულ სათბობში შემავალი ნახშირბადი თითქმის მთლიანად CO₂ -ში გადადის. თუ სათბობში ნახშირბადის შემცველობას A_c - თი აღვნიშნავთ, ნახშირორჟანგის ემისიების გასაანგარიშებლად გამოიყენება შემდეგი გამოსახულება:

$$M_{CO_2} = 3.67 A_c \quad , \quad (5.1)$$

წვის პროცესში ჰაერის უკმარისობა სათბობის არასრულ წვას იწვევს, რის შედეგად CO₂ - ის გამოყოფას ნახშირჟანგის წარმოქმნა ახლავს თან, ხოლო მყარი სახის სათბობის წვისას, აგრეთვე, ნაცრის დიდი რაოდენობა გამოიყოფა. უკანასკნელის გასაანგარიშებლად (5.2) ფორმულა გამოიყენება:

$$M_n = B a_g (0.01 A^p + q_d) \cdot (100 - \eta_n) \quad , \quad (5.2)$$

სადაც B – სათბობის ხარჯი (ტ/სთ), a_g - კვამლსადენში გატაცებული ნაცრის რაოდენობა, q_d - არასრული წვის პროცესში დაკარგული სითბოს რაოდენობა, A^p - სათბობის ნაცრიანობის მაჩვენებელი, ხოლო η_n - მტვერდამჭერთა მარგი ქმედების კოეფიციენტი, % - ში.

სხვა დანარჩენი გამოყოფილი აირის რაოდენობის გამოსაანგარიშებლად, აგრეთვე, მრავალი მარტივი ფორმულა გამოიყენება, მათ შორის, მეთოდოლოგიურ სახელმძღვანელო “Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions” - ში სათბური გაზების (CO₂, CO, N₂O, NO_x, CH₄, SO₂ და არამეთანური აქროლადი ორგანული ნაერთების) ემისიების გასაანგარიშებლად მოცემული ფორმულა:

$$M = \sum(EF_{abc} \times Activity_{abc}) \quad , \quad (5.3)$$

სადაც EF - ემისიების ფაქტორია, Activity – მოხმარებული ენერჯია, ხოლო a - სათბობის ტიპის, b – დარგობრივი აქტივობის, c - კი, ტექნოლოგიის ტიპის მახასიათებლებია.

გამომდინარე იქიდან, რომ მრავალ საწარმოში გამოყენებულ ნედლეულში და საბოლოო პროდუქტებში ცალკეულ ნივთიერებათა შემცველობა და მიმდინარე ქიმიური რეაქციები კარგადაა ცნობილი, ატმოსფეროში გაფრქვეულ ნივთიერებათა რაოდენობა, აგრეთვე, შეიძლება დადგინდეს ნედლეულის ხარჯვის გაანგარიშებებში ბალანსური მეთოდის გამოყენებით. ასე მაგალითად, ქიმიური ბოჭკოების საწარმოში ერთ-ერთ საწყის პროდუქტს გოგირდნახშირბადი (CS₂) წარმოადგენს, ხოლო წარმოების პროცესში იგი ნაწილობრივ გოგირდწყალბადში (H₂S) გადადის.

სწორად, აგრეთვე, გამონაბოლქვთა რაოდენობის პირდაპირი გაზომვებიც გამოიყენება. ამასთან, მინარევთა წყაროების ტიპებზე დამოკიდებულებით, გამონაბოლქვთა რეგისტრირების მეთოდები ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდებიან. მაგალითად, ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვები, საერთოდ, საწვავის რაოდენობით და ხარისხით, ძრავის ტიპით, მისი მუშაობის რეჟიმით და მოძრაობის სიჩქარით განისაზღვრება. აქ, ზოგ შემთხვევაში, გამონაბოლქვ აირებში ცალკეული მინარევის პროცენტული შემცველობა, ხოლო ზოგშიც კი, გავლილი მანძილის 1 კმ-ზე გამონაბოლქვთა რაოდენობა დგინდება.

5.1.2. მინარევ ნივთიერებათა ემისიების მონაცემთა განზოგადების პრაქტიკული შედეგები

განსახილველი საკითხის პრაქტიკული რეალიზაციის მაგალითს ქვემოთ მოცემული, საქართველოს სამრეწველო ქალაქების ატმოსფერულ აუზში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევების შესახებ სტატისტიკურ მასალებზე დაყრდნობით შესრულებული, ატმოსფეროს დაბინძურების მდგომარეობისა და მისი მოსალოდნელი ეფექტების შეფასებები წარმოადგენს.

ცხრ. 5.1-ში მოცემულია საქართველოს ტერიტორიაზე, მავნე ნივთიერებათა მაქსიმალური სიდიდის ემისიების არსებობის პერიოდში, სამრეწველო (უძრავი) და ავტოტრანსპორტის (მოძრავი) წლიური გამონაბოლქვთა ცვლილებები.

განსახილველი ცხრილის შესაბამის გრაფებში დაბინძურების წყაროებიდან გამოყოფილი (გაწმენდამდე) და გაწმენდის გავლის შემდეგ ჰაერში გაფრქვეული ნივთიერებათა რაოდენობებია მოტანილი. ამ ორი გრაფის სხვაობებით გამოყოფილი აირების გამწმენდ ნაგებობებში გაუვნებლობის ხარისხზე შეგვიძლია ვიმსჯელოთ.

ცხრილი 5.1. სხვადასხვა წყაროების ემისიების შეფასებები

წლები	ნივთიერებათა რაოდენობა (10 ³ , ტ/წლ)							
	გამოყოფილი	გაფრქვეული	მყარი		აიროვანი		ავტოტრანსპ. ემისიები	
			გამოყოფილი	გაფრქვეული	გამოყოფილი	გაფრქვეული	მთლიანად	მათ შორის, CO
1985	1135.5	518.3	682.1	115.2	453.4	403.1	1024.2	794.7
1986	1055.7	532.0	643.2	170.0	412.5	362.0	1037.5	804.8
1987	985.8	506.5	583.8	157.7	402.0	348.8	985.7	771.5
1988	917.3	458,8	447,7	144,7	369,6	314,1	1037.4	810.5
1989	829.0	417,6	516,9	128,9	312,1	288,7	953,2	743,9

გამოთვლების თანახმად, საანალიზო პერიოდში მთლიანად გამოყოფილ ნივთიერებათა გაწმენდა, საშუალოდ, დაახლოებით 50%-ს უდრის. ამასთან, მყარ ნივთიერებათა (მტვრის) გაწმენდა 75%-ს შეადგენს, ხოლო აიროვანის – დაახლოებით 10% -ს. უკანასკნელი კი მეტყველებს იმაზე, რომ ამ მინარევის გამოყოფილი რაოდენობის 90%-ზე მეტი გაწმენდის გარეშე გაიფრქვევა ატმოსფეროში.

გარდა ამისა, როგორც ცხრ.5.1 - დან ირკვევა, მოძრავი წყაროების გამონაბოლქვები მნიშვნელოვნად აღემატება სტაციონარული წყაროებიდან მიღებულ მათ რაოდენობას. უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით, მინარევთა წლიური საშუალო კონცენტრაციებისა და ემისიების მნიშვნელობათა ცვლილებების გამომსახველი წრფის განტოლებისა და ამ ცვლილებათა ტენდენციების ან ტრენდის განსაზღვრა არის შესაძლებელი. უკანასკნელის გამოსათვლელ ფორმულას, რომელიც ხუთწლიან ციკლში ბოლო წლის ცვლილების შეფასების საშუალებას იძლევა პირველ წელთან შედარებით, შემდეგი სახე გააჩნია:

$$T = \frac{1}{10M_1} [(2M_5 + M_4) - (2M_1 + M_2)] \cdot 100\% \quad , \quad (5.4)$$

სადაც T - ატმოსფეროში მოხვედრილი გამონაბოლქვთა ცვლილების ტენდენციაა, პროცენტებში, ხოლო M₁ – M₅ – გამონაბოლქვთა რაოდენობებია 1 - მე-5-ე წლებში.

მოცემული ფორმულის დახმარებით შესრულებულმა გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, რომ განსახილველ ხუთწლედში ჯამურ გამონაბოლქვებს 3%-ით შემცირების ტენდენცია გააჩნია. ამასთან, სამრეწველო და ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვებს, ცალ-ცალკე, შესაბამისად, 5 და 1,5%-ით შემცირების ტენდენცია ახასიათებთ.

განხილული კვლევის შედეგები საშუალებას იძლევიან ვიმსჯელოთ სხვადასხვა წყაროების წვლილზე ატმოსფეროს დაბინძურებაში ქვეყნის მასშტაბით.

ამრიგად, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გამონაბოლქვთა წყაროებიდან ემისიების მონაცემთა გაანგარიშების, შეპირისპირებისა და ანალიზის მეთოდების გამოყენებით შესაძლებელია, პრაქტიკული თვალსაზრისით, საკმაოდ სრული წარმოდგენა მივიღოთ ატმოსფეროს დაბინძურების დონესა და ტენდენციების შესახებ.

გარდა ამისა, ისინი კლიმატის ცვლილების პრობლემისა და მრეწველობის განვითარების საკითხების პოზიტიურ გადაჭრას უწყობენ ხელს.

ცხრილი 5.2. საქართველოს ზოგიერთი რაიონის ეკოლოგიური დატვირთვა

მხარე	მოსახლეობა x10 ³	ემისიის წყარო	ემისიები (10 ³ ტ/წლ)	ეკოლოგიური დატვირთვა 1 სულ მოსახლეზე	
				კგ/წლ	გ/24ს
აჭარა	386	მრეწვ.	4,64	12,0	32,9
		ტრანსპ.	49,426	128,0	350,7
		ჯამი	54,066	140,1	383,8
იმერეთი	807	მრეწვ.	0,62	0,8	2,2
		ტრანსპ.	12,027	14,9	40,8
		ჯამი	12,647	15,7	43,0
სამეგრელო - ზ. სვანეთი	375	მრეწვ.	1,427	3,8	10,4
გურია	160	მრეწვ.	0,074	0,5	1,4
საქართველო მთლიანად	5300	მრეწვ.	18,217	3,4	9,4
		ტრანსპ.	293,04	55,3	151,5
		ჯამი	311,257	58,7	160,9

ემისიების მონაცემთა ზემომოტანილი განზოგადების შედეგების დახმარებით, საკვლევი რეგიონის ეკოლოგიური დატვირთვის დადგენაც არის შესაძლებელი. ამისათვის იქნა შემუშავებული ფორმულა:

$$E = \frac{M}{P}, \quad (5.5)$$

სადაც E-ეკოლოგიური დატვირთვაა, M -კი გაფრქვეული ნივთიერებათა, ხოლო P - მოსახლეობის რაოდენობებია.

მაგალითის სახით, ცხრ. 5.2 –ში, პირობითად, მოტანილია ასეთი მცდელობის ერთ-ერთი შედეგი, რომელიც მოცემული ფორმულის დახმარებით მეოცე საუკუნის ბოლო წლების მონაცემებით იქნა მიღებული.

როგორც ცხრ. 5.2 - დან ჩანს, საქართველოში საკმარისად მაღალ ეკოლოგიურ დატვირთვას აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის მოსახლეობა განიცდის, სადაც დღეღამეში სასუნთქად ერთ სულ მოსახლეზე ატმოსფერულ ჰაერთან ერთად 400 გ-მდე მავნე მინარევი ნივთიერება მოდის. დანარჩენი რეგიონებისათვის ეს მაჩვენებელი შესამჩნევად უფრო დაბალია. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ავტოტრანსპორტის როლი აღნიშნულ მოვლენაში გაცილებით უფრო დიდია, ვიდრე მრეწველობისა.

5.2. ბუნებრივი გარემოს დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ნორმირება

ბუნებრივი გარემოს ხარისხის კონტროლისა და მართვის პროცესში განმსაზღვრელი მნიშვნელობა ჰიგიენურ ნორმატივებს ენიჭებათ. ისინი, პირველ რიგში, ადამიანის ჯანმრთელობაზე დამაბინძურებელ ნივთიერებათა მავნე ზემოქმედების პროფილაქტიკაზე არიან მიმართულნი.

სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმატივები - ყველა დეპარტამენტის, ორგანოსა და ორგანიზაციებისთვის შესასრულებლად სავალდებულო, საკანონმდებლო აქტით დადგენილი, ბუნებრივი გარემოს ობიექტებში ქიმიური და სხვა შენაერთების შემცველობის დასაშვები დონეებია.

ბუნებრივი გარემოს ხარისხის ნორმატივები ატარებენ კონკრეტულ ხასიათს და გარკვეულ მაჩვენებლებზეა დამოკიდებული. მათ მოეკუთვნება:

- დაცვის ობიექტი, მაგალითად: მცენარეები, ტექნოლოგიური აღჭურვილობა, ადამიანი და სხ.;
- გარემო, რომელშიც ნივთიერების შემცველობის ნორმირება და კონტროლი მიმდინარეობს (ჰაერი, წყალი, ნიადაგი, ადამიანის ბიოსუბსტრატები (სისხლი, თმა, ფრჩხილი, კბილის მაგარი ქსოვილები და სხ.);
- ზიანის კრიტერიუმი (სხვადასხვა ფორმებში დაავადებების გაჩენა ადამიანში, მათ შორის გავლენა შთამომავლობაზე; პროდუქტიულობისა და მცენარეთა კვების ხარისხის შემცირება; ტექნოლოგიური აღჭურვილობის მწყობრიდან გამოსვლა და სხ.);

– დროის მიხედვით რეგლამენტირებული მახასიათებელი (ზემოქმედება ადამიანის მთელი ცხოვრების განმავლობაში, მისი სამუშაო სტაჟის განმავლობაში, მოკლე ვადაში, მაგალითად, ავარიული სიტუაციებისას);

– შედეგები ან ნორმატივის „ფასი“, რომლებთანაც შესაძლებელია დასაშვები დონის არარსებობამ ან გადაჭარბებამ მივიყვანოს.

დიდი ხანი სანიტარულ - ჰიგიენური ნორმატივები ბუნებრივი გარემოს ხარისხის ერთადერთ კრიტერიუმად რჩებოდა. ამჟამად ჰიგიენურ ზღვ-სთან ერთად, საქონლის საკვებში და სარწყავი წყლების ქიმიურ შემადგენლობაში მავნე ნივთიერებათა შემცველობის ნორმირება ხდება, დგინდება ჩამდინარე წყლების ქიმიური შენაერთების ზღვ, მუშავდება ზღვ თევზის მეურნეობის წყლის რეჟერვუარებისთვის. მიუხედავად ამისა, ამდრომდე ჰიგიენური ზღვ ბუნებრივი გარემოს ხარისხის ძირითად კრიტერიუმს წარმოადგენს და გამოიყენება: ეკოლოგიური მდგომარეობის რისკების შესაფასებლად, ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევებისა და ზღვრულად დასაშვები ჩაშვებების (ზღვ და ზღვ) გასაანგარიშებლად, გარემოს დაბინძურებასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობის გაუარესების რისკის მატებასთან კავშირის დასამყარებლად.

5.3. ეკოლოგიური ატესტაცია და პასპორტიზაცია

ეკოლოგიური ატესტაცია და პასპორტიზაცია ბუნების დაცვითი საქმიანობის ობიექტების, მათ შორის: ტერიტორიების, ტერიტორიულ - საწარმო კომპლექსებისა და სამეურნეო ობიექტების ეკოლოგიურ - ეკონომიკური მახასიათებლების დოკუმენტურ აღწერას ემსახურებიან. ამ მიზნით საწარმოს (სამრეწველო გაერთიანების), ტერიტორიის ეკოლოგიური პასპორტის ფორმები და ეკოლოგიური პასპორტიზაციის შესრულების მეთოდური სახელმძღვანელოებია შემუშავებული.

საწარმოს ეკოლოგიური პასპორტი ბუნებრივ გარემოზე ყველა სახის ტექნოგენური ზემოქმედების აღრიცხვისა და ბუნების წიაღის დაბინძურებაში სხვადასხვა სამრეწველო პროცესების წვლილის შედარებითი ანალიზის შესრულების მიზნით მუშავდება.

იგი მრავალსახეობრივ ნორმატიულ - საცნობარო, ფაქტოგრაფიულ და ანგარიშგების ინფორმაციას შეიცავს ბუნებრივ გარემოზე მრეწველობის ნეგატიური ზემოქმედების შესახებ.

პასპორტი ამა თუ იმ სამეურნეო ობიექტის ეკოლოგიური ატესტაციის განხორციელების საშუალებას იძლევა, ზღვრულად დასაშვები ტექნიკური დატვირთვისა და ტერიტორიის ეკოლოგიური ტექნომოცულობის მოთხოვნებთან მისი შესაბამისობის ნიშნებით.

ტერიტორიის ეკოლოგიური პასპორტი დგინდება მომხმარებელთა ფართო წრის უზრუნველსაყოფად რაციონალური ბუნებათსარგებლობისკენ მიმართული, სამეცნიერო, ორგანიზაციული და პრაქტიკული ამოცანების გადასაჭრელად საჭირო ინფორმაციით.

მასში, ტერიტორიის ბუნებრივი კომპლექსების თანამედროვე მდგომარეობისა და მათზე ზემოქმედი ანთროპოგენური ფაქტორების შესახებ, მონაცემთა სისტემატიზირებული მასალაა მოცემული.

ეკოლოგიურ პასპორტში დასამუშავებლად შესატანი საკითხების ძირითადი მიმართულებები:

– ზოგადი ცნობები (ადმინისტრაციული დაყოფა, ტერიტორიის მოსახლეობა, მიწის მართვა);

– ბუნებრივი პრობები (გეოგრაფიული მახასიათებლები, ეკოლოგიური სტრუქტურა, კლიმატი, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები, ნიადაგები, ფლორა და ფაუნა);

– ეკონომიკური სტრუქტურა (მეურნეობის სპეციალიზაცია, მრეწველობა, ენერგეტიკა და თბომომარაგება, სამთო მრეწველობა, ტრანსპორტი და მაგისტრალები, წყალთამეურნეობა, კომუნალური მეურნეობა, აგარარული მეურნეობა, სატყეო მეურნეობა, სანადირო მეურნეობა, თევზის მეურნეობა);

– ბუნებრივი გარემოს დაბინძურება (ატმოსფერული ჰაერის, ნიადაგის, ბუნებრივი წყლებისა და სასოფლო - სამეურნეო პროდუქციის დაბინძურება, გარემოს დაბინძურების შედეგად მოსახლეობის, ცხოველებისა და მცენარეთა დაავადება);

– ბუნებრივი კომპლექსების დაცვა (დაცული ბუნებრივი ტერიტორიები, გენოფონდი, რეკრეაციული ზონები).

გარდა ამისა, პასპორტს თან ერთვის თემატური რუკების ატლასი და დგინდება ტერიტორიის ზოგადი ეკოლოგიური რუკა. დოკუმენტის ბოლოში მოცემულია დასკვნა

ეკოლოგიური სიტუაციის შესახებ, რაც, ფაქტობრივად, ტერიტორიის ეკოლოგიურ ატმოსფეროს შეესაბამება.

5.4. ეკოლოგიური ექსპერტიზა

ადამიანთა ჯანმრთელობაზე, ბუნებრივ გარემოზე და ეკოსისტემებზე ზემოქმედებასთან დაკავშირებული საქმიანობის განხორციელებისას, აუცილებელია ეკოლოგიური ექსპერტიზის (გარემოზე ზემოქმედების შეფასების) ჩატარების გზით, პროექტის წინა დონეზე ან პროექტის დოკუმენტაციაში უარყოფითი, ნეგატიური შედეგების გამორიცხვა.

ეკოლოგიური ექსპერტიზა უნდა იქნეს გაგებულ, როგორც პროექტების განხორციელების ეკონომიკური ობიექტების ფუნქციონირების და გადაწყვეტილებათა მიღების ყველა შესაძლო ეკოლოგიური და სოციალურ - ეკონომიკური შედეგების კომპლექსური შეფასების სისტემა, რომელიც გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების თავიდან აცილებას და მცირე რესურსებით და მინიმალური უარყოფითი შედეგებით დასახული ამოცანების გადაჭრას ისახავს მიზნად.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის ობიექტებია:

- საკვლევი ტერიტორიის სამრეწველო ძალებისა და მეურნეობის ცალკეული სუბიექტების განვითარებისა და განლაგების ყველა სახის დაგეგმვის წინა და წინასაპროექტო დოკუმენტაცია;

- ტექნიკური და ეკონომიკური გათვლები (დასაბუთებები), მშენებლობის, რეკონსტრუქციის, გაფართოების, ტექნიკური გადაიარაღებისა და ეკონომიკური ობიექტების და კომპლექსების ლიკვიდაციის პროექტები;

- ახალი ტექნიკის, ტექნოლოგიების, მასალებისა და ნივთიერებების შექმნის დოკუმენტაცია;

- ეკონომიკური საქმიანობის პროცესში ბუნების გამოყენების რეგლამენტის შემცველი, ნორმატიულ - სამართლებრივი, ინსტრუქციულ - მეთოდური და ნორმატიულ - ტექნიკური დოკუმენტაციის პროექტები;

- რეგიონის ეკოლოგიური მდგომარეობის დამახასიათებელი მასალები, რომელიც სხვადასხვა ტიპის მიმდინარე ეკონომიკური საქმიანობის გავლენის ქვეშ წარმოიქმნება.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის მიზანს წარმოადგენს:

- კომპეტენტური სახელმწიფო ორგანოების მიერ დამტკიცების განხილვამდე, თანამედროვე ეკოლოგიური მოთხოვნებთან პროექტული გადაწყვეტილებების შესაბამისობის მეცნიერულად დასაბუთებული განსაზღვრის უზრუნველყოფა;

- დაგეგმვის, პროექტირების და ფუნქციონირების პროცესში მყოფი ობიექტების მიერ ეკოსისტემაზე შესაძლო ნეგატიური ზემოქმედების პრევენცია, მათი რეალიზაციის დროს;

- ეროვნული ეკონომიკური გეგმების განხორციელებისას, დინამიური ბუნებრივი წონასწორობისა და გარემოს ხელსაყრელი პირობების შენარჩუნება.

მიუხედავად ეკოლოგიური ექსპერტიზის ობიექტისა, ის უნდა იძლეოდეს ამომწურავ ინფორმაციას (პასუხებს) მისი გავლენის შესახებ:

- ადამიანისა და სხვა ორგანიზმების მიმართ ტოლერანტობის კანონის ასპექტში, ეკოლოგიური ფაქტების შედგენილობასა და რეჟიმებზე;

- შესაქმნელი ან მოქმედი ობიექტის ზემოქმედების ზონის საზღვრებში ისტორიულად ან დროებით მყოფი, ცოცხალი ორგანიზმების (მათ შორის ადამიანი) ეკოლოგიურ ნიშაზე;

- სამეურნეო, სამეცნიერო, ისტორიული, ესთეტიკური თვალსაზრისით ძვირფას ორგანიზმთა პოპულაციის შემადგენლობასა და სტრუქტურაზე;

- ეკოლოგიური სისტემების სტრუქტურაზე, თვისებებსა და პროდუქციულობაზე;

- ბუნებრივი კომპლექსებისა და ლანდშაფტების მდგომარეობაზე;

- ნივთიერებათა მიმოქცევის ფუნქციონირებაზე და გლობალურ დონეზე შესაძლო შედეგებზე.

ზემოაღნიშნულის შესრულება შემდეგი ამოცანების გადაჭრის გზით მიიღწევა:

- პროექტის მასალების შემოწმება და შეფასება კონსტიტუციისა და საკანონმდებო აქტების მოთხოვნების შესაბამისად, მათ შორის: წიაღის, მიწის, წყლის, ტყის, ატმოსფერული ჰაერის და ფაუნის დაცვის კანონებისა, ბუნების დაცვისა და ბუნებრივი

რესურსების რაციონალური გამოყენების შესახებ კანონებისა, დაგეგმვის, დაპროექტებისა და კაპიტალური მშენებლობის შესახებ სხვა სამართლებრივი აქტებისა;

- ექსპერტიზის განხორციელება სახელმწიფო ეკოლოგიური პოლიტიკის შესაბამისად იმისთვის, რომ პროექტის რეალიზაციისთვის, მშენებარე სამრეწველო ობიექტები არა მარტო ტექნიკური, არამედ ეკოლოგიური თვალსაზრისითაც იყვნენ მოწინავენი და ეკოლოგიური წონასწორობის რღვევის ნებისმიერ შესაძლებლობას გამორიცხავდნენ;

- საპროექტო მასალების ეკოლოგიური თვისებების დადგენადა მათში, ეკოლოგიური მეცნიერებათა მიღწევების გამოყენების საფუძველზე, ერთიან სისტემაში ანთროპოგენური და კონკრეტული ეკოლოგიური ქვესისტემების ურთიერთობის კანონზომიერების გათვალისწინების ხარისხისა და ზომის განსაზღვრა;

- კონკრეტულ ბუნებრივ პირობებში საექსპერტო ობიექტების რეალიზაციის შესაძლებლობის შესახებ ობიექტური მონაცემების დადგენა;

- კონკრეტული ეკოსისტემების თავისებურებათა გათვალისწინებით, მასალების ეკოლოგიურობის ხარისხის შესახებ და გარემოსდაცვითი გადაწყვეტილებების ოპტიმალური ვარიანტების რეკომენდაციების შემცველი დასკვნების მომზადება.

ექსპერტიზის პროცესში, ანალიზის, სინთეზის, შედარების, დაკვირვებების, აღწერისა და მოქმედი კანონმდებლობის მოთხოვნების მკაცრი დაცვისა და აბსტრაგირების მეშვეობით, დეტალურად და ყოველმხრივ სწავლობენ პროექტის ეკოლოგიურ შინაარსს.

შეფასების კრიტერიუმებად, სამართლის ნორმების მოთხოვნები, გარემოს დაცვის პრინციპები, გარემოსდაცვითი პრიორიტეტები, ეკოლოგიური იმპერატივი, ბუნებრივი გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების სტანდარტები, სამშენებლო ნორმები და წესები, სანიტარიულ - ჰიგიენური ნორმატივები და, ასევე, დაგეგმვის წინა სტადიის, საპროექტო - გეგმვითი და საპროექტო - ხარჯვითი დოკუმენტაციების დამტკიცების ძირითადი მაჩვენებლები გამოდიან.

არანორმატიული მაჩვენებლებიდან შეფასების კრიტერიუმებს ადგილმდებარეობის ბუნებრივი თავისებურებათა გაერთიანებული მაჩვენებლები, ქარის მიმართულებები, ნისლეები, შტილები, ატმოსფერული ინვერსიები, რელიეფი და სხ. წარმოადგენენ, რომელთა დახმარებით ექსპერტებს შესრულებული სამუშაოების ობიექტური შეფასების მიცემა შეუძლიათ.

ეკოლოგიურ - საექსპერტო საქმიანობა უნდა შეიცავდეს, მეცნიერულად დასაბუთებულ წინასწარმეტყველებას ფორმით, გარემოსდაცვითი პროგნოზის ელემენტებს არა მხოლოდ პროექტის პერიოდისთვის, არამედ პერსპექტივისთვისაც, რომელიც ეკოსისტემის *საზოგადოება - ბუნება* ოპტიმალური რეჟიმის შენარჩუნებას ისახავს მიზნად.

ექსპერტები ვალდებული არიან პროექტებში უზრუნველყონ: - წყლის გაწმენდის (სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლის ჩათვლით), მავნე მინარევებიდან ატმოსფერული ჰაერის დაცვის, უტილიზაციის, საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენების ნეიტრალიზაციისა და მეორადი გამოყენების, სასარგებლო წიაღისეულის რაციონალური მოპოვების და მიწების რეკულტივაციის ნორმატივების მოთხოვნების შესრულება.

ეკოლოგიურ - საექსპერტო პროცესი სამი ძირითადი ეტაპიდას შედგება:

მოსამზადებელი - წარმოდგენილი საპროექტო მასალების აუცილებელი რეკვიზიტების არსებობის და მოქმედ კანონთან მათი შესაბამისობის შემოწმება;

ძირითადი - ექსპერტიზის ობიექტების მიხედვით მონაცემთა ანალიზური დამუშავება;

დასკვნითი - მონაცემთა განზოგადება და შეფასება და ექსპერტიზის აქტის შედგენა.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის სამართლებრივ საფუძველს ქვეყნის კანონმდებლობა წარმოადგენს, ხოლო ნორმატიულ ბაზად - არსებული გარემოსდაცვითი და ტექნიკური სტანდარტების, სამშენებლო ნორმებისა და წესების მთელი კომპლექსი გვევლინება, სანიტარიულ - ჰიგიენური და ეკოლოგიური ნორმატივების ჩათვლით.

VI. ეკოლოგიური მონიტორინგის მეთოდოლოგიური ასპექტები

6.1. ატმოსფეროს დაბინძურების ეკოლოგიური მონიტორინგის კონცეფცია

კაცობრიობამ, განსაკუთრებით გასული საუკუნის უკანასკნელ ათეულ წლებში, ყურადღება მიაქცია იმას, რომ ჩვენს პლანეტას შეზღუდული რესურსები გააჩნია, მიუხედავად მათი მოხვენებითი უსაზღვროებისა და, რომ მთლიანად ადამიანის არსებობა დამოკიდებულია ბუნებაში ჩამოყალიბებულ რთულ ურთიერთკავშირებზე. ადამიანის ჩარევამ ამ კავშირებში, სახელობრ, დედამიწის ზედაპირის მდგომარეობის შეცვლითა და ატმოსფეროს დაბინძურებით, გამოიწვია სერიოზული შეშფოთება. ამასთან, თანამედროვე საზოგადოების მიერ ბუნებრივ გარემოზე ზემოქმედებით გამოწვეული მრავალგვაროვანი შედეგებიდან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია კლიმატის შეცვლა. იგი მრავალი მეცნიერის მიერ იქნა აღნიშნული, როგორც უკანასკნელ ათეულ წლებში ატმოსფეროში ნახშირორჟანგისა და აეროზოლების კონცენტრაციების გამუდმებული ზრდის შედეგად გამოვლენილი ფენომენი.

კარგადაა ცნობილი, რომ მზის გამოსხივების იმ ნაწილის შეცვლა, რომელიც შთაინთქმევა დედამიწის მიერ, სხვა პირობების მუდმივობის შემთხვევაში, იწვევს მისი საშუალო პლანეტარული ტემპერატურის ცვლილებას. ხოლო დედამიწის ტემპერატურის ცვლილებას თუნდაც 1°C -ით შეიძლება ჰქონდეს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, ვინაიდან ეს საკმარისია დედამიწის ზედაპირზე იზოთერმების 260კმ-ით გადაწვევისათვის. ეს უკანასკნელი კი გამოიწვევს დედამიწის ზედაპირზე სხვადასხვა რაიონების განედური განლაგების ცვლილებას. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ამ რაიონებში, ძირითადად, ხარობენ მხოლოდ მათთვის დამახასიათებელი გარკვეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურები, ნათელი ხდება მეცნიერთა შეშფოთების მიზეზი.

ატმოსფეროს დაბინძურების გავლენა კლიმატზე შედარებით უფრო მკაფიოდ გამოიხატება ქალაქებში, თავისი შორს მიმავალი შედეგებით. მათი უდიდესი ნაწილი სცილდება ქალაქის საზღვრებს და შეიძლება მეზოკლიმატურად ჩაითვალოს.

ატმოსფეროს დაბინძურებით მიყენებული ზარალი, რომელსაც განიცდის კაცობრიობა, ძნელად გამოისახება რაოდენობრივად, მაგრამ ეჭვს არ იწვევს, რომ იგი ძალზე დიდია. ითვლება, რომ ზარალი, რომელსაც მე 20-ე საუკუნის ბოლოს დებულობდა ამერიკის შეერთებული შტატები ჰაერის დაბინძურების შედეგად, წლიურად 18 მილიარდ დოლარს

შეადგენდა. ინგლისში იგი, დაახლოებით, 250 მლნ ფუნტ სტერლინგს აღწევდა, ხოლო იაპონიაში - 200 მლნ. იენს.

ადამიანის მოქმედებით წარმოქმნილ ატმოსფეროს ძირითად დამაბინძურებელ ნივთიერებებს ნახშირჟანგის, გოგირდისა და აზოტის ორჟანგის აირები და, აგრეთვე, ჰაერში დანაწევრებული მყარი ნაწილაკები ატმოსფერული მტვერი მიეკუთვნებიან.

ნახშირჟანგის შემცველობა, რიგი გაანგარიშების მიხედვით, ატმოსფეროს დამაბინძურებელ ძირითად ნივთიერებათა 50-70% შეადგენს. ვინაიდან ეს აირი 210-ჯერ უფრო ადვილად უერთდება სისხლის ჰემოგლობინს, ვიდრე ჟანგბადი, მას სისხლძარღვებში ჟანგბადის შეცვლის ტენდენცია აქვს. ამიტომაც ნახშირჟანგი ხასიათდება მაღალი ტოქსიკურობით. გარდა ამისა, უნდა აღინიშნოს, რომ მას ატმოსფეროში ხანგრძლივი სიცოცხლისუნარიანობა გააჩნია. ქალაქებისა და სამრეწველო ცენტრების ატმოსფერულ ჰაერში მისი გამონაბოლქვების ძირითად წყაროდ მიჩნეულია ავტოტრანსპორტი, სამრეწველო საწარმოები და წვის სხვადასხვა პროცესები. ნახშირჟანგის გამონაბოლქვთა მთელი რაოდენობის 60% ტრანსპორტის ხარჯზე მოდის.

გოგირდოვანი აირი - უხილავი, არააალებადი, აღმდგენი აირია. ის ადვილად შთაინთქმება წვიმისა და ნისლის წვეთებით, თოვლით, და დატენიანებული ნიადაგითა და მცენარეულობით, რის შედეგადაც მისი სიცოცხლისუნარიანობა ძალიან მცირეა. ეს ნივთიერება წარმოიქმნება ყველგან, სადაც მიმდინარეობს გოგირდის შემცველ ნივთიერებათა (ქვანახშირი, ნავთობი, ბუნებრივი გაზი და სხვ.) წვის პროცესი.

ადამიანში გოგირდის ორჟანგი იწვევს ქრონიკულ მოქანცვას, სუნთქვის გაძნელებასა და ყელის გაღიზიანებას. ის ადვილად შედის რეაქციაში ჟანგბადთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება გოგირდის ანჰიდრიდი, რომელიც, თავის მხრივ, ატმოსფერულ ტენთან შეერთებით წარმოქმნის გოგირდის მჟავას. ატმოსფეროდან დედამიწის ზედაპირზე დალექვისას კი იგი იწვევს ნიადაგისა და ზედაპირული წყლების ამჟავებას, ხოლო ჩასუნთქვისას, ფილტვების ქსოვილების დაშლას.

აზოტის ორჟანგს, რომელიც აგრეთვე წარმოიქმნება საწვავი მასალების წვისას, უნარი აქვს გამოიწვიოს მთელი რიგი დაავადებები, როგორცაა ღრძილების ანთება, სისხლის შინაგანი ჩაქცევები, ემფიზემა და ფილტვების კიბო.

ზემოაღნიშნული საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ატმოსფეროს დაბინძურების ეკოლოგიური მონიტორინგი თანამედროვე პირობებში წარმოადგენს პირველხარისხოვან და უმნიშვნელოვანეს საკაცობრიო პრობლემას. იგი სრულდება კომპლექსურად, სხვადასხვა დარგის სამეცნიერო - კვლევითი და პრაქტიკული საკითხების დამუშავების გზით, მათ შორის:

- ინგრედიენტთა ფიზიკურ-ქიმიური თავისებურებების კვლევითა და დაზუსტებით;
- ატმოსფეროს ქიმიურ შედგენილობაზე და კლიმატზე ანთროპოგენური

ზემოქმედების ასპექტების გულმოდგინედ შესწავლით;

- ატმოსფეროს დაბინძურების შეფასებისა და პროგნოზის მეთოდების დამუშავებით;
- მიწისპირა ატმოსფერულ ჰაერში ინგრედიენტთა კონცენტრაციების სივრცულ-დროითი განაწილების შესწავლით და ქვეფენილ ზედაპირზე მათი დალექვის შეფასებით;

- ატმოსფეროს სვეტში მტვრის ინტეგრალური მახასიათებლების, მისი ქიმიური

შემცველობისა და მანვ ნივთიერებათა გეოგრაფიული განაწილების შესწავლით;

- ატმოსფეროს მინარევთა კონცენტრაციების განსაზღვრის მეთოდების დამუშავების

გზით და სხ.

ზემოაღნიშნული საკითხების დამუშავება და გადაჭრა მოითხოვს შესაბამის კვლევათა მეთოდების განვითარებას, რამაც აღნიშნული საკითხებისადმი მეცნიერთა მზარდი ინტერესი განაპირობა.

6. 2. გარემოს დაბინძურების ხელისშემწყობი “საშიში” მეტეოროლოგიური პირობების ხასიათი და განაწილება

თანამედროვე პირობებში ძნელი წარმოსადგენია დიდი სამრეწველო ქალაქი, რომელშიც არ ტარდებოდეს რაიმე ღონისძიება მისი საჰაერო აუზის სისუფთავის დასაცავად. უკვე არავის არ ეპარება ეჭვი იმაში, რომ ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ეკოლოგიური კონტროლი ადამიანის ორგანიზებული ყოფის ერთ-ერთი მთავარი განუყოფელი ნაწილია. ის

მიმართულია ბუნებრივ გარემოსა და მისი რესურსების ფრთხილი და რაციონალური მოხმარებისაკენ, რათა ადამიანის ყოფისათვის შეიქმნას უფრო ხელსაყრელი პირობები და ამაღლდეს მისი კეთილდღეობა.

ქვეს არ იწვევს, რომ ეს გარემოება დიდ გავლენას ახდენს იმ მეტეოროლოგიური ელემენტების ხასიათზე და განაწილებაზე, რომლებიც ხელს უწყობენ ატმოსფეროს დაბინძურების გაძლიერებას მოცემულ რეგიონში და მიეკუთვნებიან “საშიშ” მეტეოროლოგიურ პირობებს.

ცხრ.6.1-ში მოცემულია საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის ქსელის დაკვირვებათა მასალის დამუშავებით მიღებული, ატმოსფეროს მინარევების დაგროვებაზე და გაფანტვაზე გავლენის მქონე, მეტეოროლოგიური ელემენტების გასაშუალოებული განაწილება. აქ წარმოდგენილი ინვერსიების განმეორადობათა მნიშვნელობები გაანგარიშებულია 03 და 15 საათებზე წარმოებულ დაკვირვებათა რიცხვის შეფარდებით მთლიანად, ყველა ვადებზე ჩატარებულ, დაკვირვებათა რიცხვთან, პროცენტებში.

ცხრილში მოცემული ატმოსფეროს დაბინძურების პოტენციალი (აღპ) წარმოადგენს იმ მეტეოროლოგიური ფაქტორების შესამებას, რომლებიც განაპირობებენ ატმოსფეროს დაბინძურების შესაძლო დონეს, გამონაბოლქვთა ფიქსირებული სიდიდის პირობებში.

ამ პარამეტრის განსაზღვრისთვის ვისარგებლეთ მეტეოდაკვირვებების მასალით: მიწისპირა ინვერსიებზე; 0-1მ/წმ სიჩქარის სუსტ ქარებზე; მიწისპირა ინვერსიებზე, ნისლების გარეშე; ნისლიანობაზე და ჰაერის უძრაობაზე. მის გასათვლელად გამოვიყენეთ აღნიშნული მეტეოელემენტების განმეორადობათა და აღპ-ს მნიშვნელობებს შორის სტატისტიკური კავშირების შესახებ არსებული მონაცემებით.

როგორც განსახილველი ცხრ. 6.1-დან ჩანს, ქ. ბათუმისთვის საშიში მეტეოროლოგიური პირობები დაკავშირებულია ნისლებთან, მიწისპირა ინვერსიებთან, ჰაერის უძრაობასა და სუსტ ქარებთან. ჰაერის გასუფთავებას კი აქ ხელს უწყობენ ნალექები და, ზღვიდან ქალაქისკენ მიმართული, დასავლეთის, ჩრდილო-დასავლეთისა და სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულების ქარები.

ქ. ზესტაფონისათვის ატმოსფეროს დაბინძურების თვალსაზრისით არახელსაყრელად შეგვიძლია მივიჩნიოთ: შტილები და დასავლეთის, ჩრდილო-დასავლეთის, აღმოსავლეთისა და მცირე სიჩქარის ქარები.

ჰაერის დაბინძურებას ქ. თბილისში, როგორც ცხრ. 6.1-დან შეგვიძლია დავასკვნათ, ხელს უწყობენ: ჰაერის უძრაობა, მიწისპირა და წამოწეული ინვერსიები. გარდა ამისა, აქ საკმაოდ მაღალი ატმოსფეროს დაბინძურების პოტენციალი აღინიშნება.

ქ. რუსთავისთვის საშიშ მეტეოროლოგიურ პირობებს წარმოადგენენ: სამხრეთის, აღმოსავლეთის მიმართულების და მცირე სიჩქარის ქარები და, აგრეთვე, უნალექო და ნისლიანი ამინდების სიჭარბე.

ცხრილი 6.1. მინარევთა კონცენტრაციაზე გავლენის მქონე, მეტეოროლოგიური ელემენტების განმეორადობა

ქალაქები	ნალექიან დღეთა რიცხვი	აღპ	განმეორადობა, %						
			ნისლების	ინვერსიების		უძრაობის	ქარის სიჩქარის, 0-1მ/წმ		
				მიწისპირა	აწეული				
ბათუმი	192	2,3	0,6	31	9	2	60		
ზესტაფონი	144	-	0,2	-	-	-	75		
თბილისი	115	3,0	0,5	8	14	6	53		
რუსთავი	111	-	1,1	-	-	-	72		
სოხუმი	180	2,4	0,7	28	7	1	52		
ქუთაისი	168	-	0,3	-	-	-	17		
ქალაქები	განმეორადობა, %								
	ქარის მიმართულებების								შტილის
	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	
ბათუმი	11	5	10	16	20	16	15	7	16
ზესტაფონი	2	3	51	4	2	1	36	1	68
თბილისი	32	2	6	15	9	3	8	25	42
რუსთავი	4	1	5	9	12	1	6	62	60

სოხუმი	16	31	13	6	7	6	17	4	14
ქუთაისი	3	2	49	2	3	3	36	2	10

შესრულებული კვლევის შედეგების თანახმად, ქსოხუმში საშიშ მეტეოპირობებად უნდა მივიჩნიოთ: ნისლიანობა, მიწისპირა ინვერსიები და ქარის მცირე სიდიდის სიჩქარეები.

ქ.ქუთაისი, მის ტერიტორიაზე სამრეწველო საწარმოთა განლაგების მიხედვით, არ უნდა ხასიათდებოდეს მკვეთრად გამოხატული ატმოსფეროს დაბინძურების ხელის შემწყობი მეტეოპირობებით, მაგრამ ცხრ.6.1-ის მონაცემებით, ასეთებად გვევლინებიან: ნისლები, აღმოსავლეთის მიმართულების და დაბალი სიჩქარის ქარები.

ამრიგად, მთლიანობაში შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ, განსახილველ ტერიტორიაზე მეტეოროლოგიური პირობების პრაქტიკულად ერთგვაროვნების მიუხედავად, სხვადასხვა რაიონებისათვის ისინი მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან თავისი განმეორებადობით. ეს კი მათი ნეგატიური ზემოქმედების შეფასების საშუალებას იძლევა.

6.2.1. ფიონური მოვლენების ზემოქმედების თავისებურებანი კოლხეთის დაბლობის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე

დასავლეთ საქართველოს კლიმატური თავისებურებათა შესახებ ჯერ კიდევ 1853 და 1898 წწ ცნობილი მეცნიერების ა. ციმერმანის და ა. ვოეიკოვის, ხოლო მე XX-ე საუკუნის დასაწყისში ა. კამინსკის და ი. ფიგუროვსკის მიერ იყო აღნიშნული. ეს თავისებურება განპირობებულია მრავალი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორებით, მათ შორის: - რეგიონის გეოგრაფიული მდებარეობით, ოროგრაფიით, ატმოსფერული პროცესებით და სხ.

ცალკეული აღნიშნული პარამეტრის ანალიზი განსახილველი რეგიონისთვის მნიშვნელოვან პრაქტიკულსა და მეცნიერულ ინტერესს წარმოადგენს. მაგრამ ჩვენთვის უფრო მეტ ინტერესს იწვევს განაწილების თავისებურებათა კვლევა იმ “ტრადიციული” მეტეოროლოგიური ელემენტებისა, რომლებიც, სხვადასხვა წყაროებიდან მანვე ნივთიერებათა ემისიების რაოდენობის მუდმივობის პირობებში, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ატმოსფეროს ლოკალური დაბინძურების დონეზე და ჩვენთვის ცნობილია, როგორც “საშიში მეტეოროლოგიური პირობები”. მათ რიცხვს მიეკუთვნება: - ტემპერატურის მიწისპირა და წამოწეული ინვერსიები; ჰაერის უძრაობა; ნისლიანობა; ღრუბლიანობა; ქარის ”საშიში” სიჩქარეები და მიმართულებები, რომელის დროსაც მანვე ნივთიერებები ამოფრქვევის ადგილებიდან საცხოვრებელ და სარეაბილიტაციო რაიონებში გადაიტანება.

აღნიშნული თვალსაზრისით, უნდა შევეხოთ ისეთ ნაკლებად შესწავლილ ზემოქმედებას, როგორსაც ატმოსფეროს დაბინძურების დონეზე ფიონური მოვლენების გავლენა წარმოადგენს. ამასთან, ამ საკითხის განხილვა დიდად დაშორებული რეგიონების პირობებში მნიშვნელოვან სამეცნიერო და პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს.

ფიონური მოვლენების ნიშნების რიგს, დროდადრო მთებიდან ბარში შედარებით თბილი, მშრალი და მძაფრი ქარების დაბერვა მიეკუთვნება, ფარდობითი ტენიანობის შემცირებისა და ქვედა იარუსების ღრუბლების გაფანტვის თანხლებით. ამასთან ფიონები ქედების ქარზურგა მხარეზე ჰაერის ნაკადის დამავალი მოძრაობის შედეგად ვითარდებიან. ამას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ჰაერის ნაკადის მიერ მთების ქედების გადაგლისას ციკლონის სისტემაში, მისი მთის ქედების ზედაპირის მახლობლად გადაადგილებისას, ფერდობებიდან ჰაერის ნაკადის შეწოვის პროცესის განვითარებით.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ყურადღება უნდა მივაპყვრად ისეთ არაორდინალურ მეტეოროლოგიურ მოვლენას, როგორსაც ფიონური ქარების და ბრიზების არსებობის პირობებში კოლხეთის დაბლობზე ჰაერის მიმოქცევა წარმოადგენს.

ატმოსფეროს დაბინძურების სიდიდეზე ზეგავლენის მიხედვით ეს მეტეომოვლენა კოლხეთის დაბლობის რეგიონში “საშიში მეტეოროლოგიური პირობების” რანგში უნდა იქნეს აყვანილი. ამასთან, მისი გათვალისწინება ატმოსფეროს რეგიონული დაბინძურების შეფასებისა და პროგნოზირების გაუმჯობესების საშუალებას იძლევა.

კოლხეთის დაბლობი ფიონური მოვლენების განვითარების ხელშემწყობ პირობების მქონე რეგიონის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს. ამას აქ გარემომცველი მთების თავისებურება განაპირობებს.

უნდა ითქვას, რომ, საზოგადოდ, ამ რაიონის ოროგრაფია კლიმატწარმომქმნელ ფაქტორს წარმოადგენს. ის ამიერკავკასიის დასავლეთით მდებარეობს და სამი მხრიდან გარშემორტყმულია მთების ქედებით:

- ჩრდილოეთით – დიდი კავკასიონის ქედების მასივები 3000-4000 მ-ის სიმაღლით;

- სამხრეთით - მცირე კავკასიონის ქედები, დაახლოებით, 2000 მ-ის სიმაღლით;
 - აღმოსავლეთით – ლიხის (სურამის) ქედი, 900-2500 მ-ის სიმაღლეების ფარგლებში, რომელიც დიდი და მცირე კავკასიონის ქედებს აერთებს. ხოლო დასავლეთის მხრიდან კოლხეთის დაბლობი შავი ზღვით არის შემოსაზღვრული.

დიდი და მცირე კავკასიონის მასივები დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ, ცენტრალურ ნაწილამდე, ურთიერთ შესაყრელად მიმართულ სისტემას ქმნიან.

ამის შედეგად კოლხეთის დაბლობს სამკუთხედის ფორმა გააჩნია, ლიხის ქედის მთისწინს მიკერული წვერით და შავი ზღვის სანაპირო ზოლით წარმოსახული ფუძით.

ამრიგად, კოლხეთის დაბლობი დასავლეთით, შავი ზღვის მხრიდან, ხოლო აღმოსავლეთით, ლიხის ქედიდან, არის ღია ჰაერის მასების შემოჭრისათვის. საშუალოდ, ამ ქარების განმეორადობა განსახილველ ტერიტორიაზე 42 და 53% შეადგენს, შესაბამისად. ამასთან, კოლხეთის დაბლობზე აღმოსავლეთის ქარების განვითარებისას, აღნიშნული ოროგრაფიული თავისებურებანი განსაკუთრებული ცირკულაციური რეჟიმის დამყარებას იწვევენ, რასაც ფიონური მოვლენები (მაღლიდან ჰაერის მასების დაშვება) ახლავთ თან.

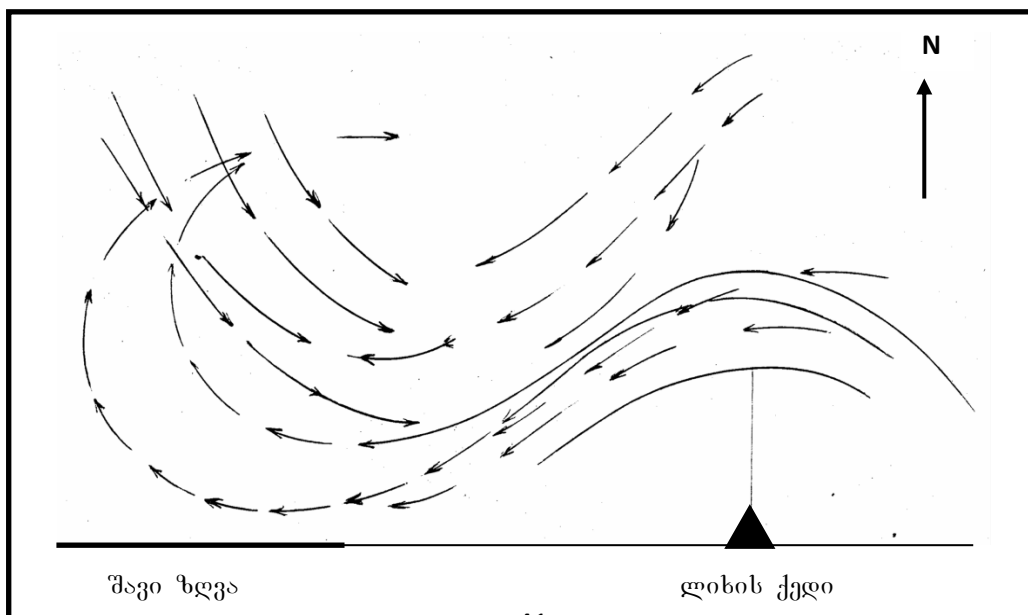
ამ პროცესის დინამიკა გამოიხატება იმაში, რომ აღნიშნული რეგიონის თავზე 25-30 მ/წმ სიჩქარეს მიღწეული აღმოსავლეთის ქარების დამყარების პირობებში, ატმოსფეროს ქვედა ფენებიდან შავი ზღვის მიმართულებით ჰაერის მასების ინტენსიური გამოტანა წარმოებს, აქედან გამომდინარე ყველა ნეგატიური შედეგებით, მაგალითად, როგორცაა სხვადასხვა წარმოშობის მავნე ნივთიერებათა ემისიების შეწოვა და გადატანა შორ მანძილზე. ჰაერის ნაკადის აღნიშნული დანაკარგის აღდგენა ატმოფეროს ქვედა 2კმ-იან ფენაში, როგორც ჩანს, შესაძლებელია მხოლოდ უფრო მაღალი ფენებიდან მაკომპენსირებელი დამავალი მოძრაობის არსებობის პირობებში.

გარდა ამისა, საკვლევ რეგიონში განვითარებულია ჰაერის ადგილობრივი ცირკულაციაც, რაც ზღვისა და სანაპირო ზოლის ტემპერატურებს შორის არსებული სხვაობით არის გამოწვეული და ცნობილია ბრიზების სახელწოდებით.

აღნიშნული მოვლენები ყველა პირობებს ქმნიან იმისათვის, რომ კოლხეთის დაბლობზე ატმოსფერული ჰაერის ნაკადის დინება ჩაკეტილ სისტემას წარმოადგენდეს (ნახ.ნ.1), რაც აქ განლაგებულ სამრეწველო ობიექტებიდან ატმოსფეროში გამობოლქვილი მავნე მინარევებით დაბინძურებული ჰაერის მიმოქცევის კანონზომიერებას განაპირობებს.

დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა პუნქტებში წელიწადის განმავლობაში დღეთა რიცხვი ფიონების თანხლებით ფართო დიაპაზონში მერყეობს.

ამასთან, ფიონური ეფექტი ლიხის ქედიდან დაშორებით მცირდება და შავ ზღვასთან მიახლოებისას, ქ. ლესელიძის მიდამოებში, მას შესუსტებული ხასიათი აქვს. მაგალითად, მაგრაში ის საშუალოდ 23, ხოლო ლესელიძეში – 8 დღეს შეადგენს. მათი მაქსიმალური რიცხვი ზამთრის პერიოდზე მოდის, მინიმალური კი, ზაფხულში აღირიცხება. ფიონური ქარების სიჩქარე, საშუალოდ, 10მ/წმ შეადგენს, მაგრამ ცალკეულ შემთხვევაში ის 15-20 მ/წმ აღემატება. ამასთან ჰაერის ტემპერატურის მომატება 2-9⁰C ფარგლებში მერყეობს, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში მან შეიძლება 15⁰C გადააჭარბოს.



ნახ.6.1. კოლხეთის დაბლობზე ფიონური მოვლენების პირობებში ჰაერის ნაკადის მიმოქცევის პრინციპიალური სქემა

ამროგად, დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ფიონებისა და ბრიზების არსებობის პირობებში ადგილი აქვს ატმოსფერული ჰაერის შეკრულ ცირკულაციას, რომლის მიმოქცევის პრინციპიალური სქემა პირობითად ნახ. 6.1-ზეა მოცემული.

ასეთი დასკვნის გაკეთების ფიზიკური არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ფიონური მოვლენების პროცესში, ღიხის ქედიდან შავი ზღვის მიმართულებით დაქანებისას, თბილი ჰაერის ნაკადი ზღვასთან მიახლოვებისას იშლება, სუსტდება და, ვინაიდან მისი ტემპერატურა აღემატება ადგილობრივი, ზღვისპირა ჰაერის ტემპერატურას, ძირითადად, მიემართება მიწისპირა ატმოსფერული ჰაერის ზედა ფენებისკენ. ხოლო ფიონური მოვლენების გახანგრძლივებისას, იქიდან, შეიძლება, განმეორებით იქნეს ჩართული განხილულ მოძრაობაში.

ამას თუ დავუმატებთ ბრიზული მოვლენების სიჭარბეს საკვლევ რეგიონში, ნათელი ხდება განსახილველი საკითხის მნიშვნელობა აღნიშნული რეგიონის ეკოლოგიური მდგომარეობისათვის.

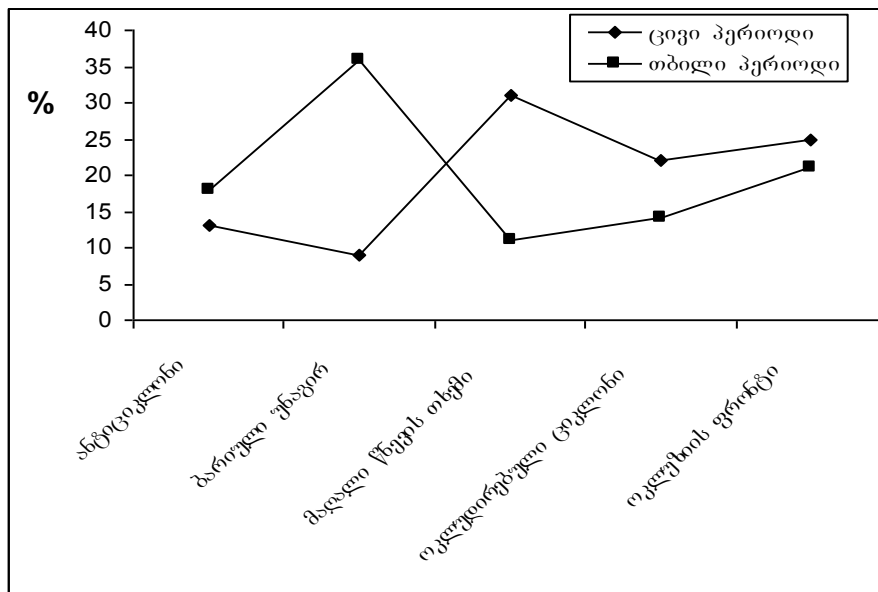
6.2.2. ატმოსფეროს სინოპტიკური პროცესების გავლენა მინარევთა ტრანსსასაზღვრო გადატანის ფორმირებაზე

ცხადია, რომ რეგიონულ ფარგლებში ატმოსფერული ჰაერის მანვნი მინარევთა კონცენტრაციების სივრცულ განაწილებაზე გავლენის მქონე მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვლილებები, უმთავრესად, განპირობებულია ფართომასშტაბური ხასიათის მქონე ატმოსფერული პროცესებით. ამის გამო, ატმოსფეროს დაბინძურების შეფასებისა და პროგნოზების შემუშავებისას, მეცნიერები, როგორც წესი, სინოპტიკურ მონაცემებსა და ატმოსფეროს დაბინძურებას შორის კავშირების დამყარებას ცდილობენ.

აღნიშნულთან დაკავშირებით, საქართველოს პირობებში ატმოსფეროს მაღალი დაბინძურების ხელშემწყობი ხუთი ძირითადი ტიპის სინოპტიკური სიტუაციის არსებობა გამოვლინდა.

ასეთებია: ანტიციკლონი; ბარიული უნაგირი (მცირეგრადიენტიანი ბარიული ველი); აღმოსავლეთის ორიენტაციის მაღალი წნევის თხემი; ოკლუდირებული ციკლონი (დაბალი წნევის წაშლილი ველი); ოკლუზიის ფრონტი.

ჩამოთვლილ სინოპტიკურ კლასიფიკაციებს, მიუხედავად მათი განსხვავებისა, რიგი საერთო ფიზიკური თვისებები გააჩნიათ, მათ შორის: მცირე გრადიენტები და დაღმავალი ჰაერის ნაკადის არსებობა; ტურბულენტობის უქონლობა, რაც დედამიწის ზედაპირზე სუსტი ქარების არსებობას განაპირობებს; მიწისპირა ინვერსიების წარმოშობა და სხვ.



ნახ.6.2. სინოპტიკურ სიტუაციაზე დამოკიდებულებით, წელიწადის სხვადასხვა პერიოდში ჰაერის მაღალი დაბინძურების შემთხვევათა განაწილება, %-ში.

როგორც ნახ.6.2-დან ჩანს, წელიწადის ცივ პერიოდში შედარებით უფრო გავრცელებულ სინოპტიკურ სიტუაციას, რომლის არსებობისას ჰაერის მაღალი დაბინძურება დაიკვირვება, აღმოსავლეთიდან ორიენტირებული მაღალი წნევის თხემი წარმოადგენს. ის, როგორც წესი, დაკავშირებულია ყაზახეთის, დასავლეთ-ციმბირის ან, უფრო იშვიათად, აღმოსავლეთ-ციმბირის სტაციონალურ ანტიციკლონთან და საკვლევ რეგიონში ე.წ. აღმოსავლეთის გადატანას განაპირობებს.

ცნობილია, რომ აღმოსავლეთის გადატანისათვის დამახასიათებელია დრუბლიანი ამინდი, ძირითადად ფენა დრუბლებით, აღმოსავლეთის რუმბების სუსტი ქარი და ნისლი, ხოლო ზოგჯერ, თქორიანი ნალექები. ამასთან, ჰაერის ტემპერატურა, ხშირად, დღე-ღამის განმავლობაში არ იცვლება.

შემდეგ სინოპტიკურ სიტუაციას, თავისი გავლენის მნიშვნელობით ატმოსფეროს დაბინძურების დონეზე, ამიერკავკასიის თავზე ოკლუზიის ფრონტის არსებობა წარმოადგენს.

როგორც ცნობილია, ის ცივი და თბილი ჰაერის ფრონტების გადაადგილების პროცესში, მათი შეერთებისას წარმოიქმნება. ხშირად ციკლონის გავლის შემდეგ, ჩვეულებრივი ოკლუზიის ფრონტის არსებობა დრუბლიან ამინდს, სუსტ ქარს, უპირატესად დასავლეთის რუმბებისა, და ნისლებს განაპირობებს. ზოგჯერ, ცივი ფრონტის ტიპის მიხედვით, ოკლუზიის ჩვეულებრივი ფრონტის მაგივრად, ოროგრაფიული ოკლუზია აღინიშნება, რომელიც ცივი ფრონტის მიერ მთავარი კავკასიის ქედის დასავლეთის ან ორმხრივი მიმართულებით შემოვლისას წარმოიქმნება. ჩვეულებრივი ოკლუზიის ფრონტისაგან განსხვავებით, ის განსახილველ რეგიონში 10-15 მ/წმ სიჩქარის ჩრდილო-დასავლეთის ქარების გაძლიერებას იწვევს.

წელიწადის განსახილველ პერიოდში, ატმოსფეროს მაღალი დონის დაბინძურების განმსაზღვრელ სინოპტიკურ სიტუაციად, აგრეთვე, შევსების პროცესში მყოფი, ნაკლებმობრავი ციკლონის თბილი სექტორი ან დაბალი წნევის წაშლილი ველი გვევლინება. ამ სიტუაციის დროს ატმოსფეროს მაღალი დაბინძურების ყველა ხელშემწყობი პირობებია დაცული, მათ შორის: წნევის მცირე გრადიენტი; უმნიშვნელო ვერტიკალური დინებები და სხვ. ამასთან, ძირითადად, დრუბლიანი ამინდი დაიკვირვება, ხშირად მცრელი წვიმები და ნისლი აღინიშნება.

ანტიციკლონური ბარიული ველის (ანტიციკლონის) შემთხვევაში ატმოსფეროს მაღალი დაბინძურების განმეორადობა, საშუალოდ, 13% შეადგენს. ამ სიტუაციისათვის, როგორც ცნობილია, დრუბელთა დაშლის ხელშემწყობი, დაღმავალი დინებებია დამახასიათებელი. ამის გამო, ანტიციკლონის დროს ძირითადად უდრუბლო ამინდი დაიკვირვება, რის შედეგად ღამისა და დღის ვადებში, მიწისპირა ინვერსიების განვითარების ხელშემწყობი, ძლიერი რადიაციული აცივება აღინიშნება. ასეთ შემთხვევაში ატმოსფეროს მაღალი დაბინძურება გამოწვეულია, უმთავრესად, დაბალი სიმაღლის მილის მქონე სამრეწველო საწარმოთა და ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვებით, რომელთაც, ინვერსიის (ჰაერის შექავებელი ფენის) არსებობის გამო, თავისუფალ ატმოსფეროში გასვლის საშუალება არ ეძლევათ.

დასასრულ, ჰაერის მაღალი დაბინძურების შემთხვევათა უმცირესი განმეორადობა, ტოლი 9%-სა, დაიკვირვება მცირე გრადიენტიანი ბარიული ველის (ბარიული უნაგირის) პირობებში.

წელიწადის თბილ პერიოდში ატმოსფეროს მაღალი დაბინძურების დამოკიდებულება სინოპტიკურ სიტუაციებზე შესამჩნევად იცვლის ხასიათს. მაგალითად, ზემოაღნიშნულთან განსხვავებით, ამ პერიოდში იშვიათად დაიკვირვება მაღალი წნევის თხემი, რაც, მისი წარმოქმნილი აღმოსავლეთის ანტიციკლონების, ქვეფენილი ზედაპირის ძლიერი გათბობის შედეგად, დედამიწის თერმული დეპრესიებით შეცვლითაა გამოწვეული.

განსახილველ პერიოდში ატმოსფეროს მაღალი დაბინძურების განმეორადობის უდიდესი წილი - 36%, მცირეგრადიენტიანი ბარიული ველით არის განპირობებული (ნახ.6.2). განმეორადობის 20%-ზე მეტი ოკლუზიის ფრონტზე მოდის, 18%- ანტიციკლონურ ბარიულ ველზე, ხოლო 14% - დაბალი წნევის ველზე.

აღსანიშნავია, რომ წელიწადის თბილ პერიოდში, ყველა განხილული სინოპტიკური სიტუაციის შემთხვევაში ჰაერის მიწისპირა ფენის ძლიერი გათბობა შეიმჩნევა. მსხვილ ქალაქებში ამ მოვლენას არათანაბარი ხასიათი გააჩნია და ზოგ ადგილებში

ავტოტრანსპორტისა და სამრეწველო გამონაბოლქვების მინარევებით დაბინძურებული ჰაერის ვერტიკალური აწვეის მცირე ლოკალური კერების წარმოშობა არის შესაძლებელი. ეს კი, მინარევების შორ მანძილზე გადატანის კარგ პირობებს ქმნის. თუმცა, ხშირად, ისინი, ანტიციკლონური და მცირეგრადიენტიანი ველებისათვის დამახასიათებელი, უფრო დიდმა-შტაბური დაღმავალი მოძრაობის საერთო ფონით გადაიფარება.

ამასთან, თბილ პერიოდში ყველა განხილული სინოპტიკური სიტუაციისათვის დამახასიათებელი მცირე ღრუბლიანი ამინდი, სუსტი ქარი და ბურუსი შეიმჩნევა.

6.3. დაკვირვებათა მონაცემებით ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების ძირითადი პრინციპები

ბუნებრივი გარემოს შედგენილობის ცვლილების მონიტორინგის პროგრამის რეალიზაცია ითვალისწინებს დაკვირვებათა სადგურების ქსელის არსებობას, რომელიც თავისი დანიშნულების მიხედვით საბაზო და რეგიონულ სადგურებად დაიყოფა. ამასთან საბაზო სადგურები ემსახურებიან გარემოს საწყის (საბაზო) მდგომარეობაზე ინფორმაციის მოპოვებას და ამიტომაც უნდა იქნენ განლაგებული სამრეწველო რაიონების მოშორებით, ადგილებში სადაც უშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება არ წარმოებს.

ლოკალური და რეგიონული სადგურები კი, უშუალოდ ანთროპოგენური ზემოქმედების გავლენის ქვეშ მყოფ ზონებიდან ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის ინფორმაციის მიღებას ემსახურებიან.

ამასთან, დაკვირვებათა სადგურების ქსელი მცხოვრებთა რაოდენობით, მრეწველობის განვითარების დონით, ადგილმდებარეობის რელიეფითა და მეტეოროლოგიური პირობებით განსხვავებულ რაიონებს უნდა მოიცავდეს.

დაკვირვებათა რაიონების ასეთი ნაირსახეობა ბუნებრივი გარემოს ხარისხის ცვლილების შესახებ ფართო ინფორმაციის მიღებას უზრუნველყოფს.

პროგრამის მიხედვით ყოველ სამრეწველო რაიონსა და ქალაქში დაკვირვებები ხორციელდება 2 - 3 დაკვირვებათა პუნქტზე. ამასთან აუცილებელი პირობაა დაკვირვებათა პუნქტების განლაგება, როგორც ქალაქების ცენტრებსა და მის გარეუბნებში, ისე სამრეწველო რაიონებიდან დაშორებულ ადგილებში.

სინჯების შეგროვების სადგურების ქსელი მოწოდებული უნდა იყოს უზრუნველყოს მონაცემთა ბაზის შექმნა:

- საკვლევი კომპონენტების კონცენტრაციებზე;
- მშრალი და სველი ნალექების პროცესში ატმოსფეროდან მიღებულ ნივთიერებათა რაოდენობაზე;

- მათემატიკური მოდელების შესამოწმებლად.

ამასთან, განსაკუთრებული ყურადღება გასახომა მინარევთა შერჩევას და ქიმიური ანალიზის ხარისხის ლაბორატორი-ათშორის შემოწმების ორგანიზებას ეთმობა.

გარემოს ობიექტების ქიმიური შედგენილობის ცვლილების მონიტორინგის მონაცემთა შეგროვების პროგრამა, უწინარეს ყოვლისა, ანთროპოგენური წარმოშობის მინარევ ნივთიერებათა კონცენტრაციების სისტემატურ და კომპლექსურ დაკვირვებებს და გაზომვებს ითვალისწინებს. ამასთან, საკვლევი მინარევთა რიცხვი უნდა მოიცავდეს, უმთავრესად, ისეთ ნივთიერებებს, როგორებიც არიან:

- აეროზოლები (მათ შორის მტვრის მინარევები), 3,4-ბენზაპირენი, სულფატები,

ქლორორგანული შენაერთები, გოგირდოვანი აირები, აზოტის ჟანგბულები, ნახშირჟანგი, ნახშირორჟანგი, ოზონი, ლითონური მიკრომინარევები, რადიონუკლიდები;

- მშრალ და სველ ატმოსფერულ ნალექებში: 3,4-ბენზაპირენი, სულფატები,

ქლორორგანული ნივთიერებები, მთავარი ანიონები და კათიონები, ლითონური მიკრომინარევები და რადიონუკლიდები.

პროგრამა, აგრეთვე, ითვალისწინებს მეტეოროლოგიურ დაკვირვებებს ჰაერის ტემპერატურაზე, ღრუბლიანობაზე, ნალექებზე, ქარის სიჩქარეზე და მიმართულებაზე. გარდა ამისა, ატმოსფეროსა და ქვეყნილი ზედაპირის რადიციული და სითბური ბალანსის გაზომვები სრულდება.

ზემოაღნიშნული სამუშაოთა შესრულება, რომლებიც მიზნად ისახავენ მავნე ნივთიერებათა ნაირსახეობისა და კონცენტრაციების დადგენას, მოითხოვს რთულ ინსტრუმენტულ ანალიზს, ხოლო ხელსაწყოებისა და აპარატურის უქონლობის პირობებში

მათი შესრულება მათემატიკური მოდელირებითა და გაანგარიშების საშუალებით არის შესაძლებელი. უკანასკნელ შემთხვევაში პარამეტრებად გამოიყენება მოხმარებული საწვავ ნივთიერებათა რაოდენობა და სახეობა, ტექნოლოგიური პროცესების, გამწმენდ ნაგებობათა და მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემები და სხვ.

აღნიშნული მიდგომის დახმარებით შესაძლებელია საკმაოდ ვრცელი ინფორმაციის მიღება გარემოს დაბინძურების ხასიათისა და სიდიდებზე, მის სივრცულ-დროითი განაწილებაზე და ცვლილებებზე, ცალკეული დაბინძურების წყაროს წილის გათვალისწინებით.

6.3.1. მონიტორინგის მონაცემთა დამუშავების საკითხები

გარემოს დაბინძურების დონის შესახებ ინფორმაციის დამუშავების მთავარ ამოცანას საშუალო მაჩვენებლების მიღება წარმოადგენს, რომლებიც ხანგრძლივი პერიოდის დაკვირვებების შედეგად, საერთოდ ერთი თვის ან წლის, რეგისტრირებული საკვლევი მინარევთა კონცენტრაციებს ახასიათებთ.

ვინაიდან მინარევთა კონცენტრაციები შემთხვევითი სიდიდეების ერთობლიობის სახით განიხილებიან, ასეთ მაჩვენებლებად შემთხვევითი სიდიდეების ჩვეულებრივი სტატისტიკური მახასიათებლები გამოიყენებიან. მათ შორის კონცენტრაციების საშუალო და მაქსიმალური მნიშვნელობები, დისპერსია, ვარიაციის კოეფიციენტები და, აგრეთვე, სხვადასხვა სიდიდის კონცენტრაციების განმეორადობა განიხილება.

ატმოსფეროს დაბინძურების შესახებ ინფორმაციის განზოგადების ერთ-ერთ მთავარ მომენტს, საშუალო მნიშვნელობის განსაზღვრისათვის, დაკვირვებათა რიცხვისა და პერიოდის შერჩევა წარმოადგენს, რადგანაც პრაქტიკულად შეუძლებელია აღნიშნული საკითხის შესახებ ხანგრძლივი პერიოდის ინფორმაციის მატარებელი ერთგვაროვანი რიგის მიღება. ამიტომ, აღნიშნული მიზნისათვის დაკვირვებათა ისეთი რიგები გამოიყენება, რომლებშიც ახალი გაზომვების მონაცემთა დამატებით საშუალო მრავალწლიური მახასიათებლები მცირედ იცვლებიან. ამისათვის, პირველ რიგში, დაკვირვებათა საგუშაგოების ადგილმდებარეობა, მიმდებარე ტერიტორიის განაშენიანება და მინარევთა სინჯების აღებისა და კონცენტრაციების განსაზღვრის მეთოდები უცვლელი უნდა იყოს.

მაგრამ, გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის კონტროლის ქსელში ყოველთვის არ მოიპოვება დაკვირვებათა ისეთი რიგები, რომლებიც სრულად აკმაყოფილებენ წარდგენილ მოთხოვნებს. ამის გამო, სხვადასხვა საგუშაგოზე მიღებული დაკვირვებათა მონაცემების არაერთგვაროვანი რიგების გამოსავლენად და ერთგვაროვნების რღვევის პერიოდების გამოსარიცხად, ბუნებრივ გარემოში მინარევთა კონცენტრაციების სივრცულ-დროითი ცვლილებები და ამ ცვლილებათა შეპირისპირების შედეგები უნდა იქნეს შესწავლილი.

გარდა ამისა, დაკვირვებათა მონაცემებით სარგებლობისას მნიშვნელოვანი სიძნელეები, ანთროპოგენური საქმიანობის შედეგად, მაგნე ნივთიერებათა გამონაბოლქვების ხასიათისა და სიდიდის ცვლილებებით განპირობებული სტატისტიკური არაერთგვაროვნებით არის გამოწვეული.

ასე მაგალითად, ხშირად, მინარევთა კონცენტრაციების დღეღამური და სეზონური ცვლილებების შესწავლისას, ცალკეულ პერიოდებში მაგნე ნივთიერებათა გამონაბოლქვების რაოდენობის მნიშვნელოვანი ცვალებადობა ზოგიერთი სიძნელეების წარმოშობის მოზეხი ხდება. ასეთ შემთხვევებში რიგი სტატისტიკური არაერთგვაროვნების გამორიცხვა შეიძლება იქნეს მიღწეული საშუალო თვიური მნიშვნელობების ნორმირებით მათი საშუალო მრავალწლიურ სიდიდეებზე (იხ. 6.3.3. პარაგრაფი).

მრავალი წლის განმავლობაში გამოვლენილი გარემოს დაბინძურებაზე დაკვირვებათა მონაცემების სტატისტიკური არაერთგვაროვნება განიხილება, როგორც საერთო ტენდენციის მაჩვენებელი სიდიდე - ტრენდი. ამასთან, მისი დადგენისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ერთგვაროვანი მონაცემების

იმისათვის, რომ დადგინდეს გენერალური ერთობლიობის ჰემმარიტი \bar{x} საშუალოს შეზღუდული ამონაკრეფიდან მიღებული \bar{q} საშუალოს მნიშვნელობაზე შეცვლით წარმოქმნილი ცდომილების სიდიდე, სარგებლობენ ნდობითი ალბათობის გამოსახულებით:

$$P(\bar{q} - \bar{x}) < \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} = \alpha, \quad (6.1)$$

სადაც t - სტიუდენტის პარამეტრი, C - ნდობითი ალბათობის მოცემული მნიშვნელობა, σ - საშუალო კვადრატული გადახრა, ხოლო n - დაკვირვებათა რიცხვი.

$$\bar{x} = \bar{q} \pm \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} \quad (6.2)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ 0,95 ტოლ ნდობით ალბათობას შეესაბამება $t = 1,96$, მოცემული (9.1) და (9.2) ფორმულების თანახმად, $\sigma \approx \bar{q}$ -სათვის საშუალო სიდიდის 20%-ის ცდომილებით გათვლის უზრუნველსაყოფად დაკვირვებათა რიცხვი 100-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. $\sigma \approx 2 \bar{q}$ შემთხვევაში კი საჭიროა მათი რაოდენობის გაოთხეკეცება, ხოლო თუ $\sigma \approx 0,5 \bar{q}$, შესაბამისად, 25-მდე უნდა იქნეს შემცირებული.

გამომდინარე იქიდან, რომ ამონაკრეფის მეზობელ წევრთა შორის კავშირი არ არსებობს, საშუალო მნიშვნელობის გასაანგარიშებლად მოცემული სიზუსტით, აუცილებელია საჭირო ინფორმაციის მატარებელი დაკვირვებათა მონაცემების რიცხვის გადიდება მამრავლით $\sqrt{1+r(\tau)/1-r(\tau)}$, სადაც $r(\tau)$ - დაკვირვებათა შორის დროის ინტერვალში ნორმირებული კორელაციური ფუნქციის მნიშვნელობაა. ამიტომ, გარემოს დაბინძურების დონეზე დაკვირვებათა მონაცემების დასამუშავებლად, საჭიროა დროითი კორელაციური ფუნქციის სახისა და ამ მამრავლის მნიშვნელობის განსაზღვრა სხვადასხვა მინარევით.

რიგი მეცნიერთა ნაშრომებში მოცემულია, რომ დაკვირვებათა ვადებს შორის 3 საათიანი ინტერვალისათვის აღნიშნული კორელაციის კოეფიციენტი, დაახლოებით, 0,8 ტოლია, ხოლო 9 და 15 საათის ინტერვალისათვის ის 0,7 და 0,55 შეადგენს, შესაბამისად.

ამრიგად, დაკვირვებათა ვადის უკანასკნელი პერიოდისთვის მინარევთა კონცენტრაციების საშუალო მნიშვნელობის გაანგარიშების სიზუსტის ასამაღლებლად, პირველთან შედარებით, თითქმის 2-ჯერ მეტი მოცულობის ინფორმაციის ფლობა აუცილებელია, ხოლო ამერიკელ მეცნიერთა ვარაუდით (Air quality criteria for sulphur oxides, 1969) კარგი შედეგების მისაღწევად ეს ციფრი მნიშვნელოვნად უნდა გაიზარდოს.

6.3.2. მონაცემთა რიგის საიმედოობის სტატისტიკური შეფასების საკითხები

დამაბინძურებელ მინარევთა არათანაბარი განაწილება ბუნებრივ გარემოში მათ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან თვისებას წარმოადგენს.

უმთავრესად ეს განპირობებულია გარემოში მიმდინარე ბუნებრივი პროცესებით, ისეთით, მაგალითად, როგორცაა ატმოსფეროში ტურბულენტური დიფუზიის პროცესები.

სამრეწველო რაიონებში ამას, აგრეთვე, ხელს უწყობს მინარევთა კონცენტრაციების ფონური ველის ფორმირება. უკანასკნელი კი, მიწის ზედაპირის რელიეფზე და მეტეოროლოგიურ პირობებზე დამოკიდებულებით, რიგი წყაროების გამონაბოლქვთა ურთიერთ ზედდებითა და გადანაწილებით არის გამოწვეული.

როგორც პრაქტიკამ აჩვენა, ამასთან ერთად, მინარევების გაბნევის ხასიათსა და კონცენტრაციების სიდიდეებზე მნიშვნელოვან გავლენას სამრეწველო ობიექტებისა და საცხოვრებელი მასივების ურთიერთმიმართება ახდენს.

ზემოაღნიშნულის შედეგად, ქალაქის ცალკეულ რაიონებში მინარევთა კონცენტრაციების ველების განაწილებაში ხანმოკლე პულსაციები აღინიშნება, რაც აძნელებს საკვლევი გარემოს ობიექტების დაბინძურების შეფასებას. ამის გამო, გარემოს დაბინძურებაზე დაკვირვებათა მასალების სისტემატიზაციისა და განზოგადოების პროცესში, მათი საკმარისი საიმედოობის საკითხი წამოიჭრება, რაც დაკვირვებათა მასალის სტატისტიკური შეფასების აუცილებლობას იწვევს.

რადგანაც მინარევთა კონცენტრაციების სიდიდეებს მხოლოდ დადებითი მნიშვნელობები გააჩნიათ, მათი განაწილება ყოველთვის ასიმეტრიულია. ამიტომაც მიღებულია, რომ დამაბინძურებელ მინარევთა კონცენტრაციების განმეორადობათა განაწილების აღსაწერად შეიძლება გამოყენებული იქნეს ლოგარითმულ-ნორმალური კანონი. ასეთ შემთხვევაში მინარევთა კონცენტრაციების საშუალო მნიშვნელობის - \bar{q} , მისი დისპერსიის - σ^2 და ვარიაციის კოეფიციენტის - V ანალიზური ფორმულები შემდეგ სახეს ღებულობენ:

$$\bar{q} = m \exp(s^2/2) \quad , \quad (6.3)$$

$$\sigma^2 = m^2 \exp s^2 (\exp s^2 - 1) \quad , \quad (6.4)$$

$$V = \sigma / \bar{q} = \sqrt{\exp s^2 - 1} \quad , \quad (6.5)$$

ამ ფორმულებში s და m ლოგარითმულ - ნორმალური განაწილების პარამეტრებს წარმოადგენენ.

გარემოს დაბინძურების ზრდასთან ერთად მატულობს \bar{q} -ს კვადრატული გადახრაც. ამასთან V -ს სიდიდე, რომელიც ახლოსაა ერთთან, პრაქტიკულად არ უნდა იცვლებოდეს.

ზემოაღნიშნული საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ საკვლევი სინჯების ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის შედეგად მიღებული მონაცემების საიმედოობა.

ამ მიზნით, საქართველოს რიგი სამრეწველო ქალაქის ატმოსფეროს დაბინძურებაზე შესრულებული მრავალწლიური დაკვირვებების მონაცემთა ბაზის სტატისტიკური დამუშავების საფუძველზე, გამოთვლილია ნახშირჟანგის, აზოტის ორჟანგი-სა და ატმოსფერული მტვრის კონცენტრაციების საშუალო თვიური მნიშვნელობები, მათი საშუალო კვადრატული გადახრები და ვარიაციის კოეფიციენტები.

მიღებული მონაცემების დახმარებით, \bar{q} და σ შორის არსებული კავშირის შეფასება არის შესაძლებელი.

ფორმულა (6.5) - ის დახმარებით გაანგარიშებული, ვარიაციის კოეფიციენტების შეფასებებმა გვიჩვენა (ცხრ.6.2), რომ მათი მნიშვნელობები შესამჩნევად განსხვავდებიან ქიმიური ნივთიერებისა და დაკვირვების რაიონზე დამოკიდებულებით.

ასე მაგალითად, როგორც საანალიზო ცხრილის ბოლო სვეტის მონაცემებიდან ჩანს, მთლიანად საკვლევი ქალაქებისთვის, საშუალოდ, V -ს მნიშვნელობები მტვრის, ნახშირჟანგისა და აზოტის ორჟანგისთვის, შესაბამისად, 0,58; 0,44; 0,38 შეადგენენ. ამასთან, მოცემული მინარევებისვის გაანგარიშებული, განსახილველი პარამეტრის საშუალო სიდიდეები თბილისი, რუსთავი, ქუთაისისა და ზესტაფონისთვის, შესაბამისად, 0,50; 0,46; 0,35 და 0,55 უტოლდებიან (ცხრ.6.2 - ის ბოლო სტრიქონი).

ცხრილი 6.2. ატმოსფეროს ზოგიერთი მინარევის საშუალო თვიური კონცენტრაციების ვარიაციის კოეფიციენტების მნიშვნელობები

მინარევები	ქალაქები				საშუალო
	თბილისი	რუსთავი	ქუთაისი	ზესტაფ.	
მტვერი	0,56	0,73	0,46	0,55	0,58
CO	0,54	0,33	0,30	0,59	0,44
NO ₂	0,40	0,33	0,30	0,50	0,36
საშ.	0,50	0,46	0,35	0,55	

ზემომოტანილი საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ, მთლიანად, საკვლევე ტერიტორიაზე წარმოებული დაკვირვებების საფუძველზე მიღებული ცალკეული ინგრედიენტთა საშუალო კონცენტრაციების მნიშვნელობათა საიმედოობა.

მაგალითად, ცხრ.6.2-ის ბოლო სვეტის მონაცემები გვაძლევს საშუალებას ვიმსჯელოთ იმის თაობაზე, რომ მტვრის, ნახშირჟანგის და აზოტის ორჟანგის საშუალო თვიური კონცენტრაციების სიდიდეები, შესაბამისად, დაახლოებით $\pm 60, 45$ და 40 % ფარდობით ცდომილებებით განისაზღვრებიან. ამასთან დადგენილია, რომ ცდომილებათა ეს მნიშვნელობები საშუალო წლიური კონცენტრაციების მიმართებით მკვეთრად მცირდებიან და, საშუალოდ, დაახლოებით მათ $\pm 20\%$ შეადგენენ.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ატმოსფეროს დაბინძურების შესაფასებლად აუცილებელია მინარევთა კონცენტრაციების მაქსიმალური მნიშვნელობების - q_{max} ცოდნა. რიგ შემთხვევაში, მეთოდური ცდომილებისა თუ სხვა მიზეზების გამო, ეს პარამეტრი არასწორად განისაზღვრება, რაც მინარევთა საშუალო და ფონური კონცენტრაციებისა და რიგი სხვა პარამეტრის მნიშვნელობის მცდარ განსაზღვრას განაპირობებს, რის შედეგადაც ატმოსფეროს დაბინძურების დონის არაადეკვატური შეფასება წარმოებს.

აღნიშნული ამოცანის გადაჭრა მოცემული სიზუსტით შესაძლებელია, ზემოგანხილული სტატისტიკური გაანგარიშებების შედეგად მიღებული, \bar{q} -სა და σ -ს მნიშვნელობებით.

ასე მაგალითად, სტატისტიკური ანალიზის თეორიიდან გამომდინარე, ალბათობა იმისა, რომ ცალკეული დაკვირვებათა რიგის მაქსიმალური მნიშვნელობა - q_{max} მდებარეობს $\bar{q} \pm \sigma$ -ს ინტერვალში 68%-ს უდრის. ამასთან ალბათობა იმისა, რომ q_{max} -ს ტოლი $\bar{q} + \sigma$, იქნება გადაშეცემული, სიმეტრიის გათვალისწინებით, 16%-ს შეადგენს. ხოლო, თუ მივიღებთ, რომ q_{max} -ის მნიშვნელობა $\bar{q} \pm 2\sigma$ ფარგლებში მდებარეობს, ამ ვარაუდის ალბათობა 95%-ის შეადგენს. ამასთან, სიმეტრიის გათვალისწინებით, $\bar{q} + 2\sigma$ ტოლი, q_{max} -ის გადაშეცემის ალბათობა მხოლოდ 2,5% შეადგენს. მაშასადამე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ პრაქტიკული მოსაზრებებიდან გამომდინარე, q_{max} მნიშვნელობის მაღალი საიმედოობით შესაფასებლად ყველაზე მისაღები პირობაა:

$$q_{max} \leq \bar{q} + 2\sigma \quad , \quad (6.6)$$

ზემომოტანილი დასკვნები შემოწმებულია დამოუკიდებელი ემპირიული მასალის მათემატიკური დამუშავების გზით და ფართოდ გამოიყენება ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების ეკო-ლოგიური მონიტორინგის საქმეში.

6.3.3. საინფორმაციო მასალის არაერთგვაროვნობის გამორიცხვის ხერხი

გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შესახებ დიდი რაოდენობის მრავალსახოვანი საწყისი ინფორმაციის არსებობამ სამრეწველო ცენტრებსა და ქალაქებში, ამ მდგომარეობის სწორი შეფასების მწვავე მოთხოვნა გამოიწვია.

პრაქტიკა გვარწმუნებს, რომ ეს შეფასებები უნდა შეიცავდნენ სხვადასხვა პერიოდისა და სივრცული მასშტაბების გასა-შუალოებით მიღებულ ინფორმაციას მავნე მინარევთა კონცენტრაციების სივრცულ-დროითი განაწილებისა და მათი ცვლილებების შესახებ. მაგრამ ამ საკითხის გადაჭრა დაკავშირებულია რიგ მნიშვნელოვან სიძნელესთან.

ერთ-ერთი მათგანი განპირობებულია იმით, რომ, როგორც ზემოთ აღნიშნეთ, ბუნებრივ სივრცეში მიმდინარე მინარევთა გადატანა და ტურბულენტური დიფუზიის პროცესები, მათ არათანაბარ განაწილებას უწყობენ ხელს.

გარდა ამისა, სამრეწველო რაიონების ტერიტორიაზე მეტეოროლოგიური პირობების გაუთვალისწინებლად განლაგებულ მავნე ნივთიერებათა წყაროებიდან, ხშირად, ტექნოლოგიური პროცესების რღვევისა, თუ სხვა მიზეზების გამო, გამოყოფილი ნივთიერებათა რაოდენობა შესამჩნევად იცვლება.

მინარევთა კონცენტრაციების განაწილება გარემოში მათი ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზეც ბევრად არის დამოკიდებული.

მაგალითად, დანარჩენ ყველა სხვა თანაბარ პირობებში, ნახშირჟანგის კონცენტრაციების მნიშვნელობები ატმოსფეროში, ძირითადად, მიწისპირა ფენაში მიმდინარე, ჰაერის მასების გადატანისა და ტურბულენტური შერევის პროცესებით რეგულირდება. ატმოსფერული მტვრის კონცენტრაციის სიდიდეები, იგივე პირობებში, გარდა აღნიშნულისა, გრავიტაციული დალექვით, ხოლო გოგირდოვანი აირის – ჟანგით და სხვა შენაერთებში ტრანსფორმაციით რეგულირდებიან. ამასთან, გოგირდოვანი აირის სხვა შენაერთებში გადასვლის სიჩქარე მნიშვნელოვანწილად მზის რადიაციის ინტენსიობაზე, აზოტის ჟანგეულებისა და ოზონის არსებობაზე და ჰაერის ტენიანობაზე არის დამოკიდებული. ზემოაღნიშნულის გამო სამრეწველო რაიონის ცალკეულ პუნქტებზე და დროის სხვადასხვა მონაკვეთებში მინარევთა კონცენტრაციების ველის განაწილებაში შეიძლება მნიშვნელოვანი გადახრები იქნეს აღრიცხული. ამასთან, ატმოსფეროს მინარევები ხასიათდებიან კონცენტრაციების ფართო დიაპაზონით: დაწყებული მიკროგრამის ნაწილებიდან – ათეულ მილიგრამამდე ჰაერის 1მ³ მოცულობაში, რაც ხშირად მათი განსაზღვრის ცდომილებების გაზრდის მიზეზი ხდება.

დაკვირვებათა მასალის ინტერპრეტაციისა და ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების გასაადვილებლად და ზემოგანხილული პირობებით წარმოქმნილი მონაცემთა არაერთგვაროვნების აღმოფხვრის მიზნით, იქნა შემოტანილი ატმოსფეროს,

მოცემული ნივთიერებით - K_i და რამოდენიმე ნივთიერებით საშუალო ჯამური (საერთო) - K , დაბინძურების მაჩვენებლების ცნებები.

მათი საანგარიშო ფორმულების გამოსახულებებია:

$$K_i = \frac{q_i}{q_{ix}} \quad , \quad (6.7)$$

$$K = \frac{\sum K_i}{n} \quad , \quad (6.8)$$

სადაც \bar{q}_i და q_{ix} – შესაბამისად, გარკვეულ სივრცესა და დროში გასაშუალოებული i -ური ნივთიერების კონცენტრაცია და მისი შესატყვისი მანორმირებელი სიდიდეა. უკანასკნელის რანგში მოცემული მინარევის საშუალო მრავალწლიურ კონცენტრაციას ვღებულობთ, ხოლო n – მინარევთა რიცხვია.

როგორც პრაქტიკამ აჩვენა, განხილული ნორმირების მეთოდი მონაცემთა არაერთგვაროვნების გამორიცხვისა და მათი ჯამური ზემოქმედების შედეგად მიღებული ეკოლოგიური მდგომარეობის (დატვირთვის) შეფასების საუკეთესო საშუალებას იძლევა.

6.4. მინარევთა სივრცულ-დროითი განაწილების შეფასების პრაქტიკული საკითხები

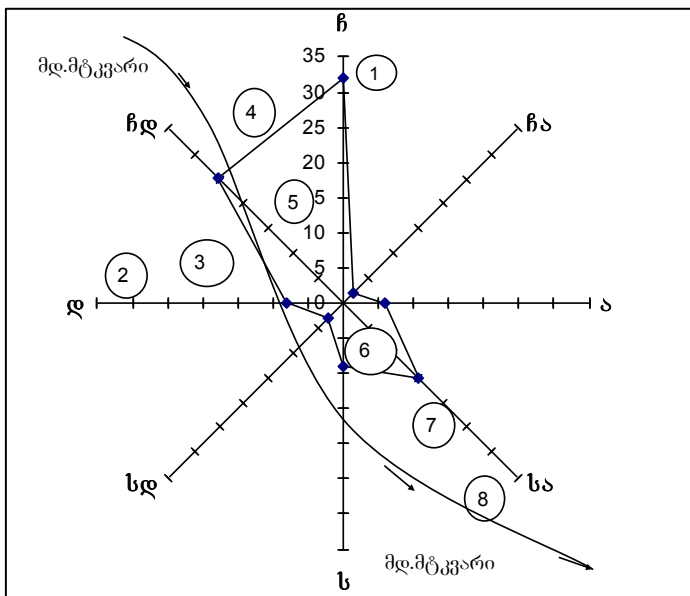
ატმოსფეროს დაბინძურების კონტროლის ქსელში დაკვირვებები, უმთავრესად, ატმოსფეროს ძირითადი მინარევების, მათ შორის: - ატმოსფერული მტვრის, ნახშირჟანგის, გოგირდისა და აზოტის ორჟანგის კონცენტრაციებზე წარმოებს. გარდა ამისა, ჰაერში მეტალური მიკრომინარევების კონცენტრაციები და რეგიონებიდან მიღებული ატმოსფერული ნალექების სინჯებში მინერალიზაციის მახასიათებელი პარამეტრების სიდიდეები იზომება.

ქვემოთ მოტანილია დაკვირვებათა მასალების საფუძველზე ჩატარებული კვლევათა შედეგები, რომლებშიც საქართველოს ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონში ატმოსფეროს მინარევთა სივრცულ - დროითი განაწილების ეკოლოგიური მონიტორინგის პრაქტიკული და თეორიული საკითხებია დამუშავებული. ისინი, ლოკალურსა და რეგიონულ მასშტაბებში, მინარევთა ტერიტორიულ განაწილებას, მათ მოკლევადიან და გრძელვადიან (დღელამურ, თვიურ, სეზონურ, წლიურსა და ხუთწლიან ციკლურ) სვლებს ასახავენ.

6.4.1. მსხვილ ქალაქებში ატმოსფეროს მინარევთა სივრცულ-დროითი განაწილების თავისებურებანი

დაკვირვებები ჰაერის დაბინძურებაზე ქალაქებში წარმოებს პუნქტზე, რომლებიც ქალაქის სხვადასხვა რაიონშია განლაგებული, უმთავრესად, ატმოსფეროში სამრეწველო გამონაბოლქვთა ძირითადი გადატანის მიმართულების გათვალისწინებით.

მაგალითად, საკვლევი ქალაქის (ნახ.6.2) ჩრდილოეთ განაპირას, მდინარის მარცხენა ნაპირზე, განლაგებულია ატმოსფეროს დაბინძურებაზე დაკვირვების საგუშაგო (დღს) N1.



ნახ.6.3. საკვლევი რაიონში ქარის მიმართულებების განმეორადობისა და დღს-ების განლაგების სქემა (O - დღს-ი)

საგუშაგო პუნქტები 2 და 3, ქალაქის ცენტრიდან, დაახლოებით, დასავლეთით, მდინარის მარჯვენა ნაპირზე, დასახლების მასივებში მდებარეობენ. დანარჩენი 4 - 8 საგუშაგოები, მდინარის მარცხენა ნაპირზე, ქალაქის ჩრდილო - დასავლეთის განაპირიდან მისი სამხრეთ - აღმოსავლეთის საზღვრამდე მდებარე, დასახლებულ რაიონებს მოიცავენ.

ზემოაღნიშნულის საილუსტრაციოდ ნახ.6.2 - ზე სქემატურად დატანილია დღს - ების განლაგება და, ქალაქის ძირითად მეტეოსადგურზე საკვლევი პერიოდის დაკვირვებათა მასალის დამუშავების შედეგად მიღებული, ქარის მიმართულებათა საშუალო მრავალწლიური განმეორადობის დიაგრამა, პროცენტებში (ქართა ვარდი).

საკვლევი რაიონის ატმოსფერული აუზის დაბინძურების შეფასებები, ფორმულა (6.7) დახმარებით გაანგარიშებული, დაბინძურების მაჩვენებლების დახმარებით (ცხრ. 6.3), საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ ჰაერის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე, როგორც მთლიანად ქალაქში, ისე მის ცალკეულ რაიონში.

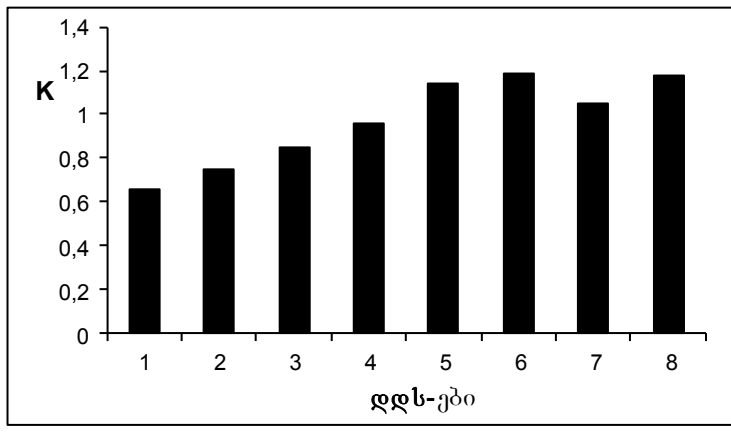
ასე, მაგალითად, როგორც განსახილველი ცხრილიდან ჩანს დამაბინძურებელი ნივთიერებათა კონცენტრაციების განაწილება ქალაქის ტერიტორიაზე არათანაბარია და მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული გაბატონებული ქარის მიმართულებასა და განმეორადობაზე.

ქალაქის საჰაერო აუზის საერთო ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებები, თვალსაჩინოების მიმართებით, მინარევთა ჯამური დაბინძურების მაჩვენებლის სვლის ანალიზის გზით ბევრადაა ხელსაყრელი.

მაგალითად, ზემოაღნიშნული უფრო ნათლად ნახ.6.3-ზე არის გამოსახული. ამ ნახაზზე, ფორმულა (6,8) დახმარებით გამოთვლილი, ატმოსფეროს დაბინძურების საშუალო მრავალწლიური ჯამური მაჩვენებლის - K-ს მნიშვნელობის ცვალებადობა ქალაქის ცალკეული რაიონის მიხედვით არის მოცემული.

ცხრილი 6.3. საკვლევი რაიონის ატმოსფერულ აუზში ჰაერის დაბინძურების მაჩვენებლების განაწილება

მინარევები	სინჯის ადების პუნქტები							
	1	2	3	4	5	6	7	8
მტკვერი	0,75	0,5	0,75	1,25	1,25	1,25	0,75	1,25
CO	0,4	0,6	0,8	0,6	1,2	1,4	1,2	1,2
SO ₂	0,82	0,91	1,0	1,0	1,09	1,09	1,09	1,09
NO ₂	0,67	1,0	0,83	1,0	1,0	1,0	1,17	1,17



ნახ.6.4. საკვლევი რაიონში ატმოსფეროს დაბინძურების ჯამური მაჩვენებლის სივრცითი განაწილება

როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, მინარევთა გადატანის გაბატონებული, კერძოდ, ჩრდილო - ჩრდილო - დასავლეთის მიმართულების ქარების გასწვრივ მდებარე (ნახ.6.2), ქალაქის რაიონებში ატმოსფეროს დაბინძურება თითქმის ერთნაირად მაღალი დონისაა (5 - 8 დღს-ები).

ატმოსფეროს ინტენსიური დაბინძურების შედეგად, ამ რაიონებში მავნე ნივთიერებათა მაღალი კონცენტრაციების ფართო ველის შექმნას აქვს ადგილი.

ნახ. 6.2 – სა და ნახ. 6.3 –ის შეპირისპირება გვიჩვენებს, რომ საგუშაგო 1-ზე დარეგისტრირებული მინარევთა შედარებით დაბალი დონის კონცენტრაციები, როგორც ჩანს, ამ პუნქტის გაბატონებული ჩრდილოეთის მიმართულების ქარის ქარპირა მხარეს მდებარეობით არის განპირობებული, რაც ამ ტერიტორიაზე ატმოსფეროს მინარევთა გაფანტვას და ჰაერის განიავებას უწყობს ხელს. გამონაბოლქვების შემცველი ჰაერის მასები მე 2-რე და მე 3-ე საგუშაგოების პუნქტებში მოსახვედრად, გაბატონებული ქარების ზემოქმედებით, მდინარის გავლენით დატენიანებული ჰაერის მასების მიმდებარე წყლის ზედაპირზე გადაიტანებიან.

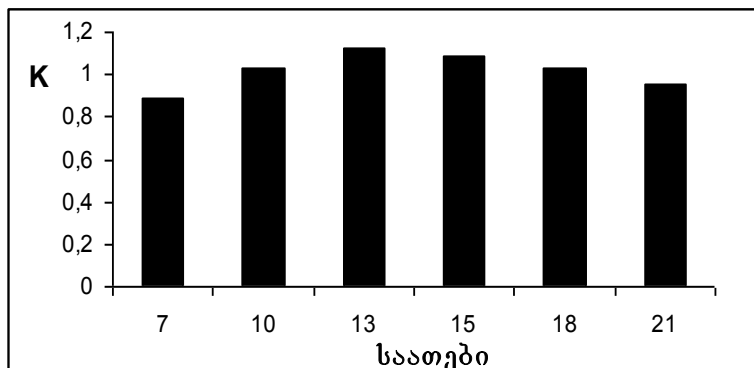
ასეთ შემთხვევაში ადგილი აქვს, როგორც წყლის ზედაპირის, ისე მდინარის ნისლის წვეთების მიერ ატმოსფეროს მინარევთა შთანთქმის პროცესს, რის შედეგად ჰაერი მნიშვნელოვნად სუფთავდება. ცხადია, ამ ეფექტს უნდა მივაწეროთ ის ფაქტი, რომ განსახილველი რაიონების საჰაერო აუზის სისუფთავე შესამჩნევად უკეთეს მდგომარეობაშია, ვიდრე ჩრდილოეთით მიმდებარე, მეზობელი (მე 4-ე და მე 5-ე პუნქტები) რაიონებისა.

გარდა ამისა, საანალიზო ნახაზები საშუალებას გვაძლევენ ვიმსჯელოთ, გაბატონებული ქარების გავლენით, ქალაქის ტერიტორიაზე მინარევთა სივრცულ განაწილებაზე. ასე მაგალითად, კარგად ჩანს, რომ მოცემული ქალაქის გაბატონებული ქარის ქარპირა, ჩრდილო - დასავლეთის პერიფერიის, მისი ცენტრისა და ქარზურგა, სამხრეთ - აღმოსავლეთის საზღვრის გასწვრივ დაბინძურების საშუალო ჯამური მაჩვენებლის თითქმის პერმანენტული მატება აღინიშნება.

ამრიგად, ზემომოტანილიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ, ატმოსფეროს აუზის ეკოლოგიური მდგომარეობის გათვალისწინებით, მოსახლეობისათვის დისკომფორტულად ქალაქის ცენტრალური და მისი სამხრეთ - აღმოსავლეთით მდებარე რაიონები უნდა ჩაითვალოს.

ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის განხილვი - სას, მინარევთა კონცენტრაციების დროის მიხედვით ცვლილებათა შეფასებებს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. ამასთან, გასაშუალოების პერიოდზე დამოკიდებულებით, კონცენტრაციების დღე - დამურ, თვიურ, წლიურსა და მრავალწლიურ სვლებს ასხვავებენ.

ჯამური დაბინძურების მაჩვენებლების შეფასების საშუალებით შესრულებული, საქართველოს მსხვილი ქალაქის ატმოსფეროს დამაბინძურებელ მინარევთა კონცენტრაციების დღე - დამური სვლის ანალიზი გვიჩვენებს (ნახ.6.4.), რომ მინარევთა მინიმალური კონცენტრაციები დილის საათებში (07 ს-თი) დაიკვირვებიან, ხოლო შემდეგ პერიოდში მათი მნიშვნელობები მატულობენ და მაქსიმალურ სიდიდეებს, ძირითადად, 13 - 15 საათების პერიოდში აღწევენ.



ნახ. 6.5. ატმოსფეროს დაბინძურების დროითი განაწილება მსხვილი ქალაქის საჰაერო აუზში

გარდა ამისა, უნდა აღინიშნოს, რომ დღის პირველ ნახევარში, 5 - 6 საათის განმავლობაში, როგორც ეს ნახ. 6.4 -ზეა ნაჩვენები, ის სწრაფად, დაახლოებით 30%-ით,

მატულობს. მისი შემცირება კი, დღის მეორე ნახევრისა და ღამის პერიოდში გაცილებით ნელ ტემპში, დაახლოებით 16 - 18 საათის განმავლობაში მიმდინარეობს.

ატმოსფეროს დაბინძურების მრავალწლიური საშუალო თვიური დაბინძურების წლიური სვლის განაწილების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ წელიწადის დასაწყისში პერმანენტულად მატულობს და, აღწევს რა მაქსიმუმს აპრილში, შემდეგ ასევე მკაფიო კლებას განიცდის, მინიმუმით აგვისტოს თვეში. მისი სიდიდეები თბილ პერიოდში შედარებით მაღალია, ვიდრე ცივში. ამასთან, წლიურ სვლაში მკაფიოდ აღინიშნება წელიწადის გარდამავალი პერიოდების - გაზაფხულისა და შემოდგომის მაქსიმუმები.

6.4.2. ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვებში ტყვიისა და ნახშირჟანგის კონცენტრაციების განაწილების თავისებურებანი

ატმოსფერულ ჰაერში ლითონური მიკრომინარეგების კონცენტრაციებისა და განაწილების დადგენას მაღალი მეცნიერული და პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია. ამ პარამეტრებზე დაყრდნობით ატმოსფეროსა და დედამიწის ზედაპირის ქიმიური შემცველობის ცვლილებების დადგენა და პროგნოზირება არის შესაძლებლობები.

მეტალური ელემენტებიდან განსაკუთრებული ინტერესი ტყვიის მინარევთა მიმართ აღინიშნება, რაც მისი ტოქსიკურობითა და ქალაქის საჰაერო აუზში ამ ელემენტის ძირითად წყაროდ ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვების მიჩნევითაა გამოწვეული. ამასთან, ამ სახის მავნე ნივთიერებათა გამონაბოლქვები მყისვე ბიოსფეროს აქტიურ ზონაში ხვდებიან, რითაც დიდ ჰიგიენურ საფრთხეს უქმნიან ქალაქის მოსახლეობას. ხოლო, ჰაერის ნაკადით მათი შორ მანძილზე გადატანისას, მიწაზე დაღეკვით ნიადაგის ზედა ფენის ნეგატიურ ცვლილებებს იწვევენ. ეს კი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნოყიერების გაუარესებასა და გაუდაბნოების პროცესებს უწყობს ხელს.

ავტოტრანსპორტში ტეტრაეთილტყვიის შემცველი ბენზინის გამოყენება ტყვიის მინარევებით ქალაქების საჰაერო აუზის დაბინძურების ძირითად წყაროდ არის მიჩნეული.

აღნიშნულის გათვალისწინებით, ცხადია, რომ ტყვიის კონცენტრაციების განაწილება ქალაქის ჰაერში მჭიდრო კავშირშია ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსიურობასთან.

გარდა ამისა, ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებათა გამონაბოლქვების სტაციონალური და მოძრავი წყაროების ინვენტარიზაციის მასალის ანალიზიდან ვრწმუნდებით, რომ საქართველოში ნახშირჟანგის ემისიების 80% - ზე მეტი ავტოტრანსპორტის ხარჯზე მოდის, რაც საშუალებას გვაძლევს ქალაქში ნახშირჟანგის კონცენტრაციებით ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსიურობაზე ვიმსჯელოთ.

მაგრამ ნახშირჟანგისა და ტყვიის გამონაბოლქვების კონცენტრაციები, არიან რა ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსიობის ფუნქციები, არაადეკვატურ დამოკიდებულებაში იმყოფებიან მასთან. მაგალითად, თუ ნახშირჟანგის გამონაბოლქვთა რაოდენობა უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაშია მანქანის მოძრაობის სიჩქარესთან, ტყვიის ემისიების კონცენტრაციები მისი პირდაპირ პროპორციულია.

ზემოაღნიშნულის პრაქტიკული მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ აქედან ნათლად იკვეთება, რომ ავტოტრანსპორტის მოძრაობის სიჩქარის მატებასთან - ტყვიის მინარევის ემისიების კონცენტრაციები მატულობენ, ხოლო ნახშირჟანგისა კი, კლებულობენ. დაბალი სიჩქარეების პირობებში კი, პირიქით, ნახშირჟანგის კონცენტრაციები მატულობენ, ხოლო ტყვიისა კი, კლებულობენ.

აღნიშნული ეფექტების მათემატიკურ აღსაწერად უმცირეს კვადრატთა თეორიის გამოყენება აღმოჩნდა ყველაზე უკეთესი, რის საფუძველზეც ქვემოთ მოცემული განტოლებებია იქნა მიღებული:

$$\bar{q}_{\text{Pb}} = 1,05 - 0,1 \bar{q}_{\text{CO}} \quad , \quad (6.9)$$

გარდა ზემოაღნიშნულისა, მოცემული ფორმულის დახმარებით, პირველ მიახლოებაში, პრაქტიკული თვალსაზრისით დამაკმაყოფილებელი სიზუსტით, საკვლევ ქალაქში ნახშირჟანგის კონცენტრაციების მონაცემებით, ტყვიის მიკრომინარეგების კონცენტრაციების საშუალო მნიშვნელობის გაანგარიშება არის შესაძლებელი.

განხილული კავშირების გამოყენება, ატმოსფერული ჰაერის მიწისპირა ფენის ტყვიის მინარევებით დაბინძურების შესახებ, პრაქტიკაში მისაღები სიზუსტით, საჭირო ინფორმაციის მიღებას უწყობს ხელს.

6.5. მთიანი რეგიონის ეკო - მეტეოროლოგიური ასპექტები

მსხვილი სამრეწველო ქალაქების ატმოსფერულ ჰაერში მინარევების განაწილება და გადატანა შორ მანძილზე ატმოსფეროს მიწისპირა და სასაზღვრო ფენის მდგომარეობის დამახასიათებელ მეტეოროლოგიურ პარამეტრთა კომპლექსთან არის მჭიდრო კავშირში.

ამ პარამეტრების შესწავლა და შეფასება ჰაერში მავნე ნივთიერებათა დაგროვებისა ან გაფანტვის პირობების შესახებ რიგი დასკვნების გაკეთების შესაძლებლობას ქმნის.

ამასთან, შეისწავლება მიწისპირა ჰაერის დაბინძურების დამოკიდებულება: ქარის სიჩქარესა და მიმართულებაზე დედამიწიდან სხვადასხვა სიმაღლეებზე - 2კმ-მდე, მიწისპირა ჰაერის ტემპერატურასა და ტემპერატურის გრადიენტებზე ატმოსფეროს 0-0,5 და 0-0,75 კმ სისქის ფენებში, მიწისპირა და აწვეულ ინვერსიებზე, ნალექებზე, ღრუბლიანობასა და ნისლეებზე, ფარდობით ტენიანობასა და სხ.

აღნიშნული მეტეოპარამეტრების ცვალებადობაზე და საჰაერო აუზის დაბინძურებაზე ერთობლივი დაკვირვებათა მასალების სტატისტიკური დამუშავება, მეტეოელემენტების კრიტიკულ მნიშვნელობათა გამოვლენის საშუალებას იძლევა. ამ უკანასკნელით კი, ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა დაგროვებისა და გაფანტვის ვერტიკალური შერევისა და ჰორიზონტალური გადატანის პირობები ხასიათდება. ცხადია, რომ საკვლევე ქალაქში ატმოსფეროს დაბინძურების ხელშემწყობ მეტეოროლოგიურ პირობათა შედარებით დიდი ხანგრძლივობა და ხშირი განმეორებადობა, უფრო მაღალი ხარისხის საჰაერო აუზის დაბინძურებას იწვევს, ვიდრე, სხვა, ისეთი ქალაქის საჰაერო აუზისა, სადაც, იგივე რაოდენობის გამონაბოლქვებთან პირობებში, აღნიშნულ მეტეოპირობათა უფრო მცირე მნიშვნელობები დაიკვირვება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, თვითოეული სამრეწველო ქალაქისათვის ასეთი მეტეოროლოგიური პირობების გამოვლენა და დაზუსტება მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს, რომელსაც მაღალი მეცნიერული და პრაქტიკული ღირებულება გააჩნია.

ამის გამო არ სუსტდება მეცნიერთა ყურადღება განსახილველი პრობლემის მიმართ და იგი სულ უფრო ფართო ხასიათს ღებულობს.

მიუხედავად იმისა, რომ ატმოსფეროს დაბინძურების მატების ხელშემწყობი მეტეოროლოგიური პირობები (საშიში მეტეოპირობები) მეზომასშტაბში თითქმის ერთგვაროვანია, ისინი სხვადასხვა სამრეწველო რაიონსა და ქალაქში შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდნენ. ამრიგად, ატმოსფეროს დაბინძურების სიდიდესა და მეტეოპარამეტრებს შორის კავშირების დადგენისადმი მიძღვნილ კვლევებში აუცილებელი აღმოჩნდა ჰაერის ცირკულაციის პირობებისა და საკვლევე რაიონის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ თავისებურებათა გათვალისწინება. ამასთან, აგრეთვე, მნიშვნელოვანი აღმოჩნდა სხვა ქალაქებიდან, სამრეწველო რაიონებიდან და ქვეყნებიდანაც კი, ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებათა გამონაბოლქვების შესაძლო გადატანისა და მათი მაქსიმალური კონცენტრაციების წარმოქმნის პირობების ხელშემწყობი, ზოგიერთი საშიში ქარების არსებობის გათვალისწინება. აღნიშნული ქარების სიძლიერე და მიმართულება დამოკიდებულია გამონაბოლქვთა წყაროების ტიპზე და ქალაქის საცხოვრებელი მასივების მიმართ მათ განლაგებაზე.

განსახილველი საკითხის კვლევისას საქართველოს პირობებში უნდა აღვნიშნოთ, რომ, როგორც ცნობილია, ქვეყნის ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებანი, მისი რთული, ძლიერ დასერილი რელიეფი მნიშვნელოვნად გარდაქმნიან ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის მახასიათებლებს. ამის გამო აქ რიგი, ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული კლიმატური რაიონები გამოიყოფა. ეჭვს არ იწვევს, რომ ეს გარემოება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ატმოსფერულ ჰაერში მინარევ ნივთიერებათა დაგროვების ხელშემწყობ მეტეოროლოგიური პირობების ხასიათზე და მათ განაწილებაზე საკვლევე რეგიონის სივრცეში.

ამასთან, დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, სამრეწველო ობიექტების ტერიტორიული განაწილების ხასიათსაც.

უკანასკნელ საკითხთან დაკავშირებით, დადგენილია, რომ ატმოსფეროს ძირითადი დამაბინძურებელი წყაროების განლაგების პრინციპისა და მინარევთა კონცენტრაციების ველების განაწილების მიხედვით, საქართველოს სამრეწველო ქალაქები ორ ჯგუფად დაიყოფიან:

- 1. ქალაქები, რომლებშიც სამრეწველო საწარმოები, ძირითადად, მათ ერთ ნაწილშია განლაგებული (ხესტაფონი, რუსთავი);
- 2. ქალაქები - ატმოსფეროში მინარევთა გაფანტვის ხელშემწყობი მეტეოროლოგიური ფაქტორების გაუთვალისწინებლად, მათ მთელ ტერიტორიაზე მიმოფანტული სამრეწველო ობიექტებით (თბილისი, ქუთაისი, ბათუმი).

პირველი ტიპის ქალაქებში, სამრეწველო გამონაბოლქვთა გადატანის გაბატონებული მიმართულების მიხედვით, დაბინძურებას, უმთავრესად, მხოლოდ ცალკეული რაიონები განიცდიან. ამის გამო, მათ საცხოვრებელ მასივებში ჰაერის მაღალი დონის დაბინძურების განმეორება არც თუ ისე ხშირია.

მეორე ტიპის ქალაქებში კი, სამრეწველო ობიექტების უგეგმო განლაგება მათ მთელ ტერიტორიაზე დაბინძურებული ჰაერის საერთო ფონის შექმნას განაპირობებს. ასეთ შემთხვევაში, ჰაერის მასების გადატანისას თითქმის ნებისმიერი მიმართულებით, ისინი რიგი გამონაბოლქვთა წყაროს გავლენის ქვეშ იმყოფებიან. ამის გამო, აქ მცხოვრებნი ატმოსფეროს მინარევთა მაღალი კონცენტრაციების ზემოქმედებას შედარებით უფრო ხშირად განიცდიან.

ცნობილია, რომ ქალაქის ტერიტორია რთულ ობიექტს წარმოადგენს და მის საჰაერო აუზში მინარევთა სივრცულ-დროითი განაწილების შესასწავლად აუცილებელია სხვადასხვაგვარი მრავალრიცხოვანი მასალის ფლობა.

საქართველოს პირობებში აღნიშნული საკითხის გადაწყვეტა კიდევ უფრო რთულდება იმიტაც, რომ აქ ქალაქები, ძირითადად, ძლიერ დასერილ მდინარეთა ხეობებში არიან განლაგებული. ამ ქალაქების გარემომცველი მთების ფერდობებს სხვადასხვა ორიენტაცია და სიმაღლის მაჩვენებლები გააჩნიათ, რაც თითოეულ მათგანში თავისებურ გავლენას ახდენს მინარევთა კონცენტრაციების ველის ფორმირებაზე. მაგალითად, თბილისის ცენტრალური ნაწილი, სამი მხრიდან მთებით შემოფარგლულ, ფართო ქვაბულში მდებარეობს, რაც მნიშვნელოვნად უშლის ხელს მის განიავებას. ეს გარემოება კი, კარგ პირობებს ქმნის ჰაერის უძრაობისა და ტემპერატურული ინვერსიების წარმოქმნისათვის, რაც დიდად უწყობს ხელს ჰაერის ლოკალური დაბინძურების კერების ფორმირებას, რომლებიც, უმთავრესად, წელიწადის ცივ პერიოდში, ღამისა და დილის საათებში აღნიშნებიან. ამის შედეგად ქალაქის ცენტრალური ნაწილი ჰაერის მაღალი დაბინძურებით ხასიათდება.

ამრიგად, მიღებული შედეგები მკაფიოდ მეტყველებენ იმაზე, რომ სამრეწველო რაიონების საჰაერო აუზში ატმოსფეროს მინარევების სივრცულ-დროითი განაწილება მჭიდროდაა დაკავშირებული მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვალებადობაზე ჰაერის მიწისპირა ფენაში.

ატმოსფეროს დაბინძურების მონიტორინგის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ამოცანას, მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე დამოკიდებულებით, ატმოსფეროს მინარევთა შორ მანძილზე გადატანის შესწავლა წარმოადგენს. ამასთან დაკავშირებით განიხილება ამ საკითხის სამი ასპექტი, მათ შორის:

1. მინარევთა გადატანა ლოკალურ მასშტაბებში, რომელიც ითვალისწინებს მათ გადატანას სამრეწველო რაიონის საზღვრებში;

2. რეგიონული გადატანა - ერთი რეგიონის ფარგლებში, ასევე კილომეტრებზე მინარევთა გადატანა;

3. მაკრომასშტაბური, ტრანსსასაზღვრო გადატანა, რომელიც სახელმწიფოებისა და კონტინენტების მასშტაბებში ითვალისწინებს მინარევთა გადატანას.

ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ატმოსფეროს რეგიონული დაბინძურების პროცესები ლოკალურ ასპექტებსაც შეიცავს. მსხვილი სამრეწველო საწარმოთა გამონაბოლქვების წყაროებიდან სხვადასხვა მანძილზე მტერის მინარევთა კონცენტრაციების მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე დამოკიდებულებით განაწილების შესწავლამ გამოავლინა, რომ სუსტი ქარების პირობებში (სიჩქარეებით 1-3 მ/წმ-მდე), ამ მინარევის მაქსიმალური კონცენტრაციები მათი წყაროდან 0,5კმ მანძილზე აღინიშნება.

ქარის სიძლიერის მატებასთან 3-5 მ/წმ ინტერვალებში, განსახილველი მინარევის კონცენტრაციების მაქსიმალური სიდიდეები შედარებით უფრო შორ მანძილებზე - 2,5კმ-ის დაშორებით - დაიკვირვება. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ მიღებულ შედეგებს საკმაოდ მნიშვნელოვანი პრაქტიკული ღირებულება გააჩნია, ვინაიდან მისი გამოყენება სამრეწველო საწარმოთა სანიტარული დამცავი ზონების დადგენის საკითხების დამუშავებას ხელს შეუწყობს.

6.6. ატმოსფეროს დაბინძურების პროგნოზი მთიანი რეგიონის ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებში

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად, რადიკალური ზომების შემუშავებასთან ერთად, რაც ითვალისწინებს როგორც უნარჩუნო წარმოების შექმნას და დაწერვას, ისე სუფთა სახის საწვავის გამოყენებას, მნიშვნელოვანი როლი ატმოსფეროს და-

ბინძურების პროგნოზირებას ენიჭება. ამასთან, ჰაერის დაბინძურების მაღალი დონის წარმოქმნის ხელშემწყობი მეტეოროლოგიური პირობებისა და მავნე ნივთიერებათა სივრცულ-დროითი განაწილების კანონზომიერების დადგენა ხდება.

დროული და პრაქტიკული თვალსაზრისით საკმაოდ ზუსტი პროგნოზი, არახელსაყრელი მეტეოპირობების დროს, სამრეწველო საწარმოს მიერ ჰაერში გამონაბოლქვთა რაოდენობის შესამცირებელ ღონისძიებათა გატარების საშუალებას იძლევა.

მე-XX-ე საუკუნის 70-იან წლებში წარმატებით ინერგებოდა, ქართველ მეცნიერთა მონაწილეობით, შემუშავებული ატმოსფეროს დაბინძურების პროგნოზის მეთოდი. ის ატმოსფეროს დაბინძურებასა და მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე სტანდარტული დაკვირვებათა მასალის სტატისტიკური დამუშავების საფუძველზეა შესრულებულია, კორელაციური კავშირების დადგენის გზით. ამასთან, მიღებულია, რომ გამონაბოლქვთა რაოდენობა და მათი წყაროების განლაგება საკვლევ რაიონში უცვლელი რჩება, რაც მოცემული პროგნოზის შედარებით მცირე ვადებში (დაახლოებით 3-5 წელი) გამოყენებას განაპირობებს.

ცხადია, რომ სამრეწველო საწარმოს მუშაობის ინტენსიობის ან მისი ტექნოლოგიური პროცესების მნიშვნელოვანი ცვლილებებისა და ავტოტრანსპორტის რიცხვის შესამჩნევ ზრდასთან ერთად, ზემოაღნიშნული დამოკიდებულება განსახილველ ცვლადებს შორის ხელახალ გამოკვლევებს მოითხოვს.

ასეთი სახის კვლევები დაფუძნებულია მრავლობითი წრფივი რეგრესიის, გამოსახულების გარჩევისა და თანმიმდევრული გრაფიკული რეგრესიის მეთოდების გამოყენებაზე.

საანალიზო მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავების მეთოდის შერჩევისას უნდა გვახსოვდეს, რომ ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებათა კონცენტრაციებსა და მეტეოროლოგიურ პარამეტრებს შორის დამოკიდებულება, ძირითადად, არაწრფივ ხასიათს ატარებს. ამიტომ განსახილველ კვლევებში წრფივი რეგრესიის მეთოდის გამოყენებას, ხშირად, მნიშვნელოვან ცდომილებასთან მიყვავართ და თანმიმდევრული გრაფიკული რეგრესიის მეთოდის გამოყენება უფრო მიზანშეწონილად გვესახება.

აღნიშნული მეთოდების შემოწმებამ, თბილისში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პროგნოზების შემუშავებისას, გვიჩვენა, რომ თანმიმდევრული გრაფიკული რეგრესიის მეთოდის გამართლება 90% უდრის, ხოლო გამოსახულების გარჩევის მეთოდისა კი, საშუალოდ, დაახლოებით 80% შეადგენს.

ამათგან უკეთესი გამართლების მქონე მეთოდის გამოყენებით, 1975 წელს, პირველად საქართველოში, იქნა შემუშავებული და ოპერატიულ პრაქტიკაში დანერგილი თბილისის ატმოსფერული ჰაერის ძირითადი მინარევებით დაბინძურების პროგნოზი.

ამ კვლევაში პრედიქტანდად, მთელი ქალაქისათვის გაანგარიშებული, ჰაერის დაბინძურების მაჩვენებელია მიღებული. იგი წარმოადგენს ქალაქის პუნქტებზე, მოცემული დღის დაკვირვებათა ვადებზე ცალკეული მინარევის გასაშუალოებულ კონცენტრაციას, სეზონური ან წლიური სვლის გაგვლენის გამოსარიცხავად, ნორმირებულს საკვლევ მინარევის საშუალო სეზონურ ან წლიურ კონცენტრაციაზე.

აღნიშნული მაჩვენებლის გაანგარიშება შემდეგი ფორმულის დახმარებით სრულდება:

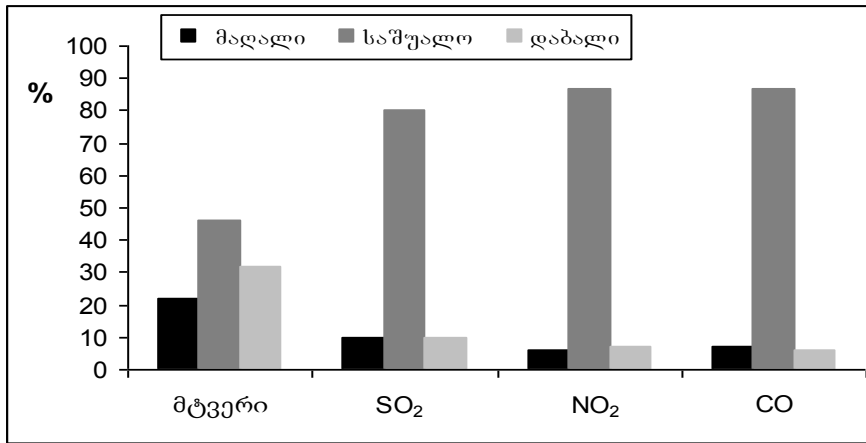
$$q_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{q_{in}} \quad , \quad (6.10)$$

სადაც q_i - i - ურ დაკვირვების პუნქტზე განსახილველი მინარევის მთელი დღის საშუალო კონცენტრაციაა, q_{in} - ამ პუნქტზე მინარევის საშუალო სეზონური ან საშუალო წლიური კონცენტრაციაა, n - პუნქტების რიცხვია ქალაქში.

როგორც გამოკვლევებმა გამოავლინა, აღნიშნული სახის ინტეგრალური მახასიათებლები გაცილებით ნაკლებად განიცდიან შემთხვევით ცვალებადობას, ვიდრე ატმოსფეროს დაბინძურებაზე დაკვირვებათა ცალკეული მონაცემები. ამასთან, ისინი საკმაოდ სრულად ასახავენ გამონაბოლქვთა ძირითადი წყაროების წვლილს ატმოსფეროს დაბინძურებაში და მეტად მნიშვნელოვანი მეტეოროლოგიური ფაქტორებით განისაზღვრებიან. ამ ინტეგრალური მახასიათებლების მისაღებად სივრცულ-დროითი გასაშუალოების გამოყენება, გარკვეულწილად, შემთხვევითი პროცესების ფილტრაციის ექვივალენტური აღმოჩნდა.

განსახილველი კვლევის პროცესში ქალაქის ჰაერის დაბინძურების სამი დონე იქნა შერჩეული, მათ შორის: - მაღალი - $q_n \geq 1,3$; საშუალო - $1,3 > q_n \geq 0,8$; დაბალი - $q_n < 0,8$.

ნახ.6.6 -ზე მოცემულია, ძირითადი მინარევებისათვის გაანგარიშებული, თბილისის ატმოსფერული ჰაერის სხვადასხვა ღონის დაბინძურების მაჩვენებლის საშუალო წლიური სიდიდეების განმეორებადობა, პროცენტებში.



ნახ.6.6. სხვადასხვა ღონის q_n მაჩვენებლის საშუალო წლიური სიდიდის განმეორებადობის განაწილება

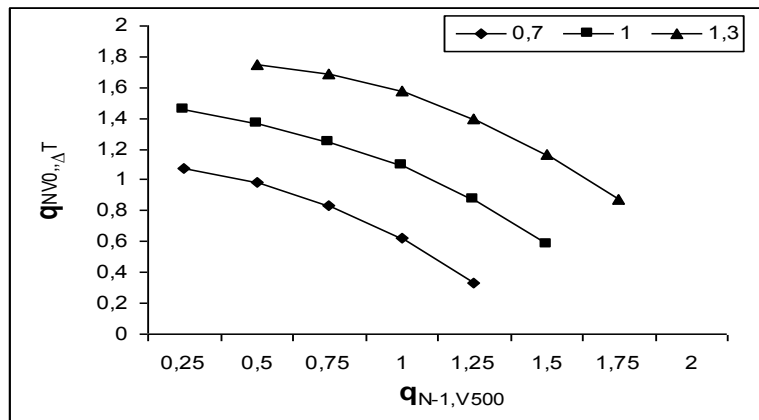
ნახაზიდან ჩანს, რომ საკვლევ ქალაქში მტვრის მინარევით ჰაერის დაბინძურების მაღალი მნიშვნელობები, აიროვან მინარევებთან შედარებით, 2-4 ჯერ უფრო ხშირად დაიკვირვება და, დაახლოებით, თითქმის 25% შეადგენს. აიროვან ნივთიერებათა კონცენტრაციების საშუალო ღონის სიდიდეები, დაახლოებით, 85% შეადგენენ.

მათი ექსტრემალური მნიშვნელობები კი, რომლებიც საშუალო ღონის მიმართ, პრაქტიკულად, სიმეტრიულად არიან განაწილებული, საშუალოდ 8% უტოლდებიან.

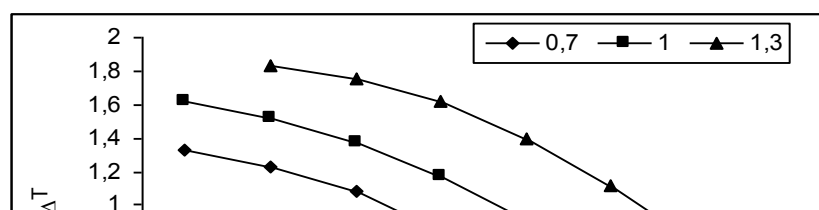
აღნიშნულ ინტეგრალურ მაჩვენებელთა და რიგ მეტეოროლოგიურ პარამეტრს შორის სტატისტიკური ანალიზის მეთოდების გამოყენების შედეგად კორელაციური კავშირები დგინდება.

წინასწარი ანალიზის შედეგად, პრედიქტორებად მიჩნეულია: ფლუგერისა $-V_0$ და დედამიწიდან 500 მ სიმაღლეებზე $-V_{500}$ ქარის მიმართულება და სიჩქარე; დედამიწიდან 1,5 და 500 მ-ის სიმაღლეებზე ჰაერის ტემპერატურათა სხვაობა $-\Delta T$ და q_N -ის საპროგნოზო სიდიდის წინა დღის q_{N-1} -ის მნიშვნელობა.

განხილული მეთოდური მიდგომა საკვლევ ნივთიერებათა მიერ ჰაერის დაბინძურების სხვადასხვა ღონის პროგნოზისათვის განკუთვნილ გრაფიკების მიღებას უზრუნველყოფს. მაგალითად, 6.7 და 6.8 ნახაზებზე, მოცემულია, წლის ცივსა და თბილ პერიოდებში, შესაბამისად, ნახშირჟანგის მინარევით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მაჩვენებელთა სიდიდეების დამოკიდებულება წყვილ-წყვილად გაერთიანებულ ოთხ პარამეტრზე, მათ შორის: V_0 ; ΔT და q_{N-1} ; V_{500} .



ნახ.6.7. წლის ცივი პერიოდისთვის CO მინარევით ატმოსფეროს დაბინძურების მაჩვენებლის საპროგნოზო გრაფიკები.



ნახ.6.8. CO-ს მინარევით ატმოსფეროს დაბინძურების საპროგნოზო გრაფიკები წლის თბილი პერიოდისთვის.

როგორც დადგინდა, შერჩეული პროექტორების დახმარებით, პრაქტიკული მიზნებისათვის საკმარისი სიზუსტით, თბილისის ჰაერის დაბინძურების დონის ასახვის შესაძლებლობა იქმნება.

გარდა ამისა, პროგნოზის მოცემული მეთოდის ოპერატიული გამოცდის შედეგად მისი საკმაოდ მაღალი, დაახლოებით 90%-ის ტოლი, გამართლება იქნა აღრიცხული.

VII. მიტალური მინარევით გასაშუალოებული დაბინძურების მუდმივობისა და ხარისხის ეკოლოგიური მონიტორინგი

7.1. დედამიწის ქვეფენილ ზედაპირზე მოსული მინარევების შეფასების საკითხები

გარკვეული არეალის ფარგლებში ცოცხალ ორგანიზმთა რაოდენობა (ბიომასა) და განაწილება დამოკიდებულია მათი არსებობისთვის აუცილებელ აბიოტურ ფაქტორთა მინიმუმზე. მაგალითად, სხვადასვა ლითონური ელემენტები აქტიურად მონაწილეობენ ბიოქიმიურ პროცესებში და მათი დეფიციტი ან სიჭარბე ერთნაირად უარყოფითად მოქმედებენ ბუნებრივ გარემოზე. ამრიგად, მისი ნორმალური ფუნქციონირებისთვის მძიმე ლითონებს, მიკროელემენტებსა და ბიომინერალებს შორის გარკვეული ბალანსის დაცვაა საჭირო.

მძიმე ლითონებისაგან ბუნებრივ გარემოსთვის განსაკუთრებულ საშიშროებას ვერცხლისწყალი, დარიშხანი, ტყვია, კადმიუმი, ნიკელი, სპილენძი და თუთია წარმოადგენენ. ამ ელემენტების შემცველი ტექნოგენური ნარჩენების განაწილება გარემოში განპირობებულია რიგი ფაქტორებით, რომელთა შორის მნიშვნელოვანი ადგილი მეტეოროლოგიურ პირობებს უკავია. მათ რიცხვში დაიკვირვება ისეთი მოვლენები, რომლებიც ხელს უწყობენ გამონაბოლქვებთან ერთად ამ ელემენტების მოხვედრას ატმოსფეროში და აეროზოლების, მტვრის ნაწილაკების ან წვიმის წყალსა და თოვლში მძიმე ლითონების ხსნადი შენაერთების სახით ნიადაგის ზედაპირზე დალექვას არეგულირებენ. აქედან გამომდინარე, მნიშვნელოვნად მიიზნევა ანთროპოგენური წარმოშობის აბიოტური ნივთიერებათა ნაკადების ბიოსფეროში თანდათანობითი შეღწევის გრძელვადიანი შედეგების აღრიცხვის აუცილებლობა. ასეთი ნივთიერებებით ბიოსფეროს დატვირთვის ნიშნები ნაკლებად არის თვალსაჩინო და ზოგჯერ ზომიერადაც კი გამოიყურება. მაგრამ მათი უარყოფითი ზემოქმედება უფრო გრძელვადიანი და გლობალურია თავისი მასშტაბებით. ამით მათ დედამიწის მთელი ცოცხალი არსებებისათვის მოაქვთ საშიშროება უკიდურესად განუსაზღვრელი შედეგებით.

მიუხედავად იმისა, რომ თავისი ბიომასით კაცობრიობა, როგორც ბიოლოგიური სახეობა, პლანეტის ცოცხალ ნივთიერებათა პროცენტის მეთასხედ ნაწილს შეადგენს, იგი რამდენიმე ათასჯერ მეტ ნარჩენებს წარმოქმნის, ვიდრე ჩვენი პლანეტის მთელი ბიოსფერო. ამასთან, ისინი ყოველ 15 წლის განმავლობაში ორჯერადი მატებით ხასიათდებიან. ამ ექსპონენციალურად მზარდი საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენების ნაკადების ზემოქმედების შედეგ

გად, ისტორიულად დამყარებული ბუნებრივი ციკლები და ევოლუციურად ჩამოყალიბებული სხვადასხვა ნივთიერებათა ბიოგენური დინებები სერიოზულ რღვევას განიცდიან.

ამის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი შედეგია გაუდაბნობების ხელშემწყობი პირობების, მათ შორის: სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დეგრადაციის; ტერიტორიების ჰიდროლოგიური რეჟიმის შეცვლის; წყალდიდობებისა და გვაღვიანობის პერიოდული განმეორებათა შესამჩნევი მატება.

საპროგნოზო გაანგარიშებები გვიჩვენებენ, რომ სამრეწველო და ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვთა არსებული ტენდენციების შენარჩუნებისას 2025 წლისთვის გარემოს დაბინძურება მოიმატებს: რკინით - 2-ჯერ; ტყვიით - 10-ჯერ; ვერცხლისწყლით - 100-ჯერ; დარიშხნით - 250-ჯერ. ეს და სხვა ეკოლოგიური ხასიათის მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ პირველყოფილ მომხმარებელურმა დამოკიდებულებამ ბუნებრივ გარემოსთან მიიყვანა ბიოსფერო უკიდურესად საშიშ ზღვართან, რომლის იქით მისი შემდგომი განვითარება შესაძლებელია მხოლოდ გონივრული მოქმედების შედეგად.

ამის მაგალითია საქართველოში, კერძოდ კახეთში, დაწყებული მე-18 საუკუნიდან, ტყეების გაცხოველებული მოსპობისა და მე XX საუკუნის დასაწყისიდან გარემოზე ტექნოგენური ნარჩენების ზემოქმედების შედეგად ლანდშაფტის მკვეთრი ცვლილება, რამაც გაუდაბნობების პირობების მქონე რაიონის ჩამოყალიბება გამოიწვია. როგორც აკადემიკოსი თ. დავითაია მიიჩნევდა, აღნიშნული რაიონების ჩამოყალიბებამ კახეთში გამოიწვია ისეთი საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენების გააქტიურება, როგორცაა სეტყვიანობა და გვაღვა.

ამჟამად მდგომარეობის კონტროლის ქვეშ მოქცევისა და პრევენციული ზომების შემუშავების მიზნით, პირველ რიგში, აუცილებელია გარემოს აბიოტური ფაქტორების ეკოლოგიური მონიტორინგის წარმოება.

ცნობილია, რომ ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციისა და ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობის კვლევით, სამრეწველო გამონაბოლქვების მაკრომასშტაბურ, ტრანსსაზღვრო გადატანაზე და ატმოსფერული ჰაერისა და დედამიწის ზედაპირის დაბინძურებაში საკვლევი ნივთიერებათა წვლილის შეფასებაზე შეიძლება მსჯელობა.

მსოფლიოს რიგ ქვეყანაში მრავალი პროექტი სრულდება, რომლებშიც როგორც გლობალურ, ისე რეგიონულ მასშტაბებში ძირითადი ეკოლოგიური პრობლემების კვლევა მიმდინარეობს. ამ პროექტებში პრიორიტეტულ ეკოლოგიურ პრობლემებზე რიგი მნიშვნელოვანი რეაგირების სტრატეგიების შეფასებები ხდება. ასეთებს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ტოქსიკური მეტალებით გარემოს დაბინძურების მავნე გავლენა უნდა მივაკუთნოთ.

აღნიშნული სახის დამაბინძურებლები ზედაპირული და გრუნტის წყლებთან ერთად მიგრირებენ, სამრეწველო რაიონებიდან ჰაერის ნაკადებით გადაიტანებიან და, ბოლოს, გრავიტაციული ძალების მოქმედებით და წვიმის წყლით ჩამორეცხვის შედეგად, ილექებიან დედამიწის ზედაპირზე და ნიადაგში გროვდებიან.

აქედან ისინი სასურსათო პროდუქტებში და ადამიანის ორგანიზმში ხვდებიან, რითაც რიგი დაავადებათა ინიცირების მიზეზად გვევლინებიან.

ასეთი ეკოლოგიური პრობლემა მკაფიოდ მთიან რეგიონებში ვლინდება, რომლებიც ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების მიმართ მნიშვნელოვანი სენსიტიურობით ხასიათდებიან. აღნიშნული, გლობალური და რეგიონული ეფექტების გარდა, ამ რაიონების შეზღუდული ფართობის აგრარული სავარგულების სამრეწველო საწარმოებებთან ახლოს მდებარეობთ არის განპირობებული, რის შედეგად, აქ მოყვანილი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მავნე მინარევებით დაბინძურების დიდი ალბათობის საფრთხე წარმოქმნება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ შემოტანილი, უმთავრესად ჰიგიენური თვალსაზრისით, ბუნებრივი გარემოს ხარისხის სტანდარტული მაჩვენებლების ერთეულები, მინარევთა წონითი რაოდენობის შეფარდებით საკვლევი გარემოს მოცულობის ერთეულთან, ან სინჯის წონის ერთეულთან შეფარდებით გამოისახებიან. მაგალითად: - ატმოსფერული ჰაერისთვის იგი - მგ/მ³ - ში, წყლებისა და ატმოსფერული ნალექებისთვის - მგ/ლ - ში, ნიადაგის სინჯებისთვის კი, მგ/კგ - ში გამოისახება.

მაგრამ, ძალიან ხშირად, ატმოსფეროდან დედამიწის ქვეფენილ ზედაპირზე მავნე მინარევთა გრავიტაციული დალექვის, ან ნალექებით ჩამორეცხვის შედეგად მიღებული, ბუნებრივი გარემოს ტექნოგენური დატვირთვის შესახებ ცნობები არის საჭირო.

ასეთი ცნობების მიღება, უმთავრესად, სამრეწველო რაიონებიდან ატმოსფერული ჰაერის ნაკადებით ტექნოგენური მინარევების ფართომასშტაბური გადატანების შედეგად, აგრარული რაიონების ბუნებრივ გარემოზე მიყენებული მავნე ზემოქმედების შესაფასებლად არის აუცილებელი. გარდა ამისა, ისინი ატმოსფერული მინარევების, მათ შორის რადიოაქტიურებისა,

ტრანსსასაზღვრო გადატანების ნეგატიური შედეგების შესაფასებლად საჭიროდ მიიჩნევიან.

ასეთ შემთხვევებში საჭირო ინფორმაციის მისაღებად, სფეციფიკური და შრომატევადი მონიტორინგის ჩატარება არის აუცილებელი, რომელიც ატმოსფეროდან დედამიწის ქვეფენილ ზედაპირზე დალექილი მინარევების სინჯების შეგროვებისა და მათი შემდგომი დამუშავების პროცესებთანაა დაკავშირებული. მაგრამ, ხშირად ასეთი მონაცემები არ მოიპოვება, რადგანაც მათი მიღება არ შედის მრავალი ქვეყნის ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური მონიტორინგის პროგრამაში, რაც რიგი ეკოლოგიური ამოცანის გადაჭრის საქმიანობაში დაბრკოლებას წარმოქმნის.

აღნიშნული სიძნელეების გადალახვის მიზნით, შემოტანილია საანგარიშო ფორმულა, რომელშიც, საკვლევ ტერიტორიაზე მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობის გათვალისწინებით, ქვეფენილი ზედაპირის ერთეულ ფართობზე ჩამორეცხილ საკვლევ მინარევთა წონით რაოდენობასა და ნალექებში ამ მინარევთა კონცენტრაციების მნიშვნელობებს შორის დგინდება კავშირი.

აღნიშნულ ფორმულას შემდეგი სახე გააჩნია:

$$M = qH \text{ კგ/კმ } \text{წლ} \quad (7.1)$$

სადაც q , მგ/ლ – ნალექების სინჯებში გახსნილი მინერალური ნივთიერებათა, ან მძიმე ლითონების ხსნადი შენაერთების კონცენტრაციების საშუალო წლიური მნიშვნელობაა, H , მმ – ატმოსფერული ნალექების საშუალო მრავალწლიური ჯამია, ხოლო M , კგ/კმ წლ – მოცემული ტერიტორიის ქვეფენილი ზედაპირის ერთეულ ფართობზე მოსული საკვლევ მინარევთა წლიური რაოდენობაა.

ცხრ.7.1 – ში მიღებული ფორმულის დახმარებით საქართველოს სხვადასხვა რაიონში დედამიწის ზედაპირზე მოსული მინერალურ ნივთიერებათა გაანგარიშებული საშუალო მრავალწლიური რაოდენობებია მიცემული.

ცხრილი 7.1. ტექნოგენური წარმოშობის მინერალური ნივთიერებათა ჩამორეცხილი საშუალო მრავალწლიური რაოდენობები

პუნქტები	ნივთიერებები, (ტ/კმ ² წლ)				
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	იონთა ჯამი
აბასთუმანი	4.8	1.4	6.1	1.2	18.2
გულაური	6.9	2.2	11.1	1.2	29.7
თბილისი	6.6	1.5	6.7	1.1	22.0
ჩაქვი	14.1	7.2	13.1	3.7	49.6

როგორც ცხრილიდან ირკვევა, საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფერული ჰაერის ნაკადის საშუალებით ძალზე დიდი რაოდენობის სხვადასხვა მინერალური ნივთიერება გადაიტანება და ილექება მიწის ზედაპირზე.

ამის დასტურად, სკანდინავიის ქვეყნებში ატმოსფეროს დაბინძურების პერმანენტული მატებით სტიმულირებული, სამეცნიერო კვლევების შედეგები შეიძლება მოვიყვანოთ, რომელთა თანახმად: ამ ქვეყნებში SO₄²⁻ იონთა კონცენტრაციების მატებას უკავშირებენ ტრანსსასაზღვრო გადატანებს. ამასთან, ამ ნივთიერების მოსული მაქსიმალური რაოდენობა 4 ტ/კმ² წლ შეადგენდა. ამის შედეგად, როგორც კვლევის ავტორები იუწყებიან, ნალექებთან ერთად მიიღება გოჯირდის შენაერთების ის რაოდენობა, რომელიც დიდ ზიანს აყენებს საკვლევ ტერიტორიის ქვეყნების ტყისა და თევზის მეურნეობებს. გარდა ამისა, ლიტვასა და ბელარუსში სულფატების ჩამორეცხვის რაოდენობები, რომლებიც 7 და 10 ტ/კმ²წლ აღწევდნენ, შესაბამისად, ძალზე მაღალ მნიშვნელობებად არიან მიჩნეულნი.

განხილული მონაცემების თანახმად: საქართველოში მოსული ნალექებით, ატმოსფეროდან მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ზიანის მომტანი, მინერალურ ნივთიერებათა დიდი რაოდენობა ჩამორეცხება, რომელთა წყარო, ტრანსსასაზღვრო გადატანების შედეგად, შესაძლოა, მეზობელ ქვეყნებში უნდა ვეძებოთ. ზემოაღნიშნულთან დაკავშირებით, ატმოსფერული ნალექების სახეობაზე დამოკიდებულებით, მინარევთა ჩამორეცხვის ეფექტიანობის საკითხი იწვევს მნიშვნელოვან ინტერესს. ამ საკითხის გაშუქება, ცხრ.7.2-ში მოტანილი, საკვლევ ტერიტო-რიაზე წელიწადის თბილსა და ცივ სეზონებში მოსულ ნალექებში საანალიზო ლითონური მინარევთა საშუალო წლიური კონცენტრაციებისა და, ფორმულა (7.1) დახმარებით გაანგარიშებული, ატმოსფეროდან ქვეფენილ ზედაპირზე

ჩამორეცხილი მათი საშუალო წლიური წონითი სიდიდეების მონაცემთა შეფასების საფუძველზე არის შესაძლებელი.

ცხრ. 7.2-ის ნაღველების სახეობათა N1 სტრიქონებში მოცემულია, საკვლევი პუნქტებზე შეგროვილი წვიმისა და თოვლის ყოველთვიური ჯამური ნაღველების სინჯებში ატომურ - აბსორბციული მეთოდით განსაზღვრული, საანალიზო მინარევების საშუალო მრავალწლიური კონცენტრაციების მნიშვნელობები.

ცხრილი 7.2. ატმოსფერულ ნაღველებში მეტალური მინარევთა კონცენტრაციები - (N1) და ქვეყნულ ზედაპირზე მათი ჩამორეცხილი რაოდენობები - (N2)

პუნქტი	ნაღველის სახეობა		მიკროელემენტები			
			Cd	Zn	Cu	Pb
გურჯაანი	წვიმა	მგ/ლ/კვ/კმ ² წლ	0.61/488	0.75/600	0.70/500	0.94/752
	თოვლი		0.08/64	0.05/40	0.02/16	0.04/32
საგარეჯო	წვიმა		0.31/248	0.75/600	0.75/600	0.47/376
	თოვლი		0.002/2,0	0.004/3,0	0.03/24	0.05/40

როგორც განსახილველი ცხრილიდან ჩანს, ერთსა და იმავე პუნქტზე აღებულ სინჯებში ლითონური მინარევების კონცენტრაციები მკვეთრად განსხვავდებიან ნაღვეთა სახეობის მიხედვით. წვიმის წყალში მათი კონცენტრაციები საშუალოდ, დაახლოებით, 1 - 2 რიგით მეტია, ვიდრე თოვლის სინჯებში, რაც ატმოსფეროს გასუფთავებაში წვიმის ნაღველების უფრო მეტ ეფექტურობაზე მეტყველებს.

მიუხედავად ჰიგიენური თვალსაზრისით ამ მონაცემების მაღალი მნიშვნელობისა, მათი გამოყენების არეალი შეზღუდულია, ვინაიდან არ შეიცავენ ამომწურავ ინფორმაციას გარემოს დაბინძურების შესახებ. კერძოდ, ისინი არ შეიცავენ აგრარულ მეურნეობაში, ეკოლოგიურად სუფთა სასურსათო პროდუქტების მისაღებად, ძალზე საჭირო ინფორმაციას საკვლევი მინარევებით დედამიწის ქვეყნული ზედაპირის ეკოლოგიური დატვირთვის შესახებ. მაგრამ ფორმ. (7.1) - ის დახმარებით საჭირო პარამეტრის განსაზღვრა შესაძლებელი ხდება.

განსახილველი ცხრილის N 2 სტრიქონებში მიცემულია, ამ ფორმულის დახმარებით გაანგარიშებული, საკვლევი რაიონების ქვეყნული ზედაპირის ერთეულ ფართობზე ნაღველებით ჩამორეცხილი მეტალური მინარევების საშუალო მრავალწლიური რაოდენობები წონით ერთეულში.

ცხრილიდან ირკვევა, რომ ამ ელემენტების საკმაოდ დიდი რაოდენობა მიწის წვედაპირზე წვიმიან ამინდებში ილექება.

7.2. ნიადაგის ფენებში მეტალური მიკრომინარევების ვერტიკალური მიგრაცია

ბამრო-ს ბუნებრივი გარემოს პრობლემების სამეცნიერო კომიტეტის (SCOPE) რეკომენდაციებში მითითებულია, რომ გარემოს ეკოლოგიური მონიტორინგი, სხვა ნივთიერებათა კრიტიკულ ჯგუფებთან ერთად – განსაკუთრებული საშიშროების მატარებელ მეტალების (Hg, As, Pb, Cd, Ni, Cu, Zn) მიკრომინარევებს უნდა მოიცავდეს. ამ აბიოტური ნივთიერებათა ანთროპოგენური წარმოშობის ნაკადების ბიოსფეროში თანდათანობითი შეღწევის გრძელვადიანი შედეგების აღრიცხვის აუცილებლობა მნიშვნელოვან ამოცანად არის მიჩნეული.

ასეთი ნივთიერებებით ბიოსფეროს დატვირთვის ნიშნები ნაკლებად არის თვალსაჩინო და ზოგჯერ ზომიერადაც კი გამოიყურება. მაგრამ მათი უარყოფითი ზემოქმედება გრძელვადიანი და გლობალურია თავისი მასშტაბებით. ამით მათ დედამიწის მთელი ცოცხალი არსებებისათვის მოაქვთ საშიშროება უკიდურესად განუსაზღვრელი შედეგებით.

ამ ელემენტების შეღწევა მცენარეულობაში და, შესაბამისად, ადამიანთა და ცხოველთა ორგანიზმში მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ნიადაგის პროფილებში მეტალების განაწილების ხასიათზე. მათი იონური ფორმა, ორგანიზმში შეღწევის შემთხვევაში კარგად ხსნადი მარილების სახით, მათ სწრაფ რეაბორცციას განაპირობებს შეღწევის ყველა გზებისთვის, მათ შორის სასუნთქ გზებში და კუჭ - ნაწლავის ტრაქტში.

მიკროელემენტთა ვერტიკალური მიგრაცია ნიადაგში ცვლის დამაბინძურებელ ნივთიერებათა განაწილების ხასიათს, რაც ნიადაგის ფენებში მეტალების შეღწევის ცვლილების ერთ - ერთი მიზეზია. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ნათელია, რომ მიწის ჰორიზონტში მოხვედრილი ანთროპოგენური წარმოშობის მეტალური მინარევების ნიადაგის პროფილებში განაწილების დადგენა, აქტუალურ საკითხს უნდა წარმოადგენდეს.

ამ საკითხის გაშუქება, ქვემოთ მოტანილი, სპეციალური ეკოლოგიური მონიტორინგის შედეგად მიღებული მონაცემების დახმარებით არის შესაძლებელი.

ზემოაღნიშნულის მიზნით, ადრე გაზაფხულზე გარკვეული რაოდენობის ტყვისა და ვერცხლისწყლის სულფატის მარილების ($PbSO_4$ და $HgSO_4$) მიწის ნაკვეთში შეტანიდან ექვსი თვის შემდეგ, ნაკვეთის სხვადასხვა სიღრმეებიდან (0–10; 10–20; 20–30; 30–40 სმ) ნიადაგის სინჯები იქნა აღებული.

სინჯების ანალიზი ნიადაგის ფენებში ტყვისა და ვერცხლისწყლის შემცველობაზე ატომურ - აბსორბციული მეთოდის დახმარებით სრულდებოდა (ცხრ.7.3). ამასთან, განსაზღვრის საშუალო სტანდარტული ცდომილობა 5%-ს არ აღემატებოდა.

ცხრილი 7.3. ტყვისა და ვერცხლისწყლის განაწილება ნიადაგის ფენებში

მიწის ფენის სიღრმე (სმ)	მიკროელემენტები, %	
	ტყვია	ვერცხლისწყალი
0–10	74,4	57,2
10–20	18,2	20,5
20–30	3,4	13,7
30–40	3,4	8,6

როგორც ცხრ.7.3 – დან ირკვევა, ექვსი თვის განმავლობაში (მარტი–აგვისტო) ტყვისა და ვერცხლისწყლის უდიდესი ნაწილი 74% და 57%, შესაბამისად, 0–10 სმ ფენაში დარჩა, 20 სმ სიღრმემდე – Pb 18% - მა და Hg 21% - მა შეაღწია, ტოქსიკანტების 3,4% და 8,6% 30–40 სმ მიწის ფენამდე მოახდინა მიგრირება. ყველაზე საუკეთესო პირობებში, ტყვის 1,5% და ვერცხლისწყლის, დაახლოებით, არა უმეტეს 9%–სა გამოიტანება ნიადაგის ზედაპირიდან.

ნიადაგის პროფილებში საკვლევი მეტალების განაწილების შედარებისას უნდა აღინიშნოს, რომ ვერცხლისწყალი უფრო ღრმად მიგრირებს მიწის ფენაში, ვიდრე ტყვია, რაც ვერცხლისწყლის სულფატის შედარებით მაღალი ხსნადობით აიხსნება.

ზემომოტანილი მონაცემებიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ დედამიწის ზედაპირზე მოხვედრილი ტოქსიკანტების მინარევები, ძირითადად, ნიადაგის აქტიურ ზონაში გროვდებიან, სადაც ხარობენ აგრარული კულტურები და მათ ეკოლოგიური სისუფთავის ხარისხს საფრთხეს უქმნიან.

გარდა ამისა, გარემოს დაბინძურება მეტალური მინარევებით არის გაუდაბნოების ხელშემწყობი ერთ - ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი, განსაკუთრებით, საქართველოს გვაღვიან რაიონებში.

ამ მონიტორინგის განხილული მიდგომები იძლევიან ყველაზე უფრო კარგ შედეგებს გარემოს აბიოტური ფაქტორების ეკოლოგიური მდგომარეობის შესაფასებლად. ამასთან, როგორც ნაჩვენებია, აღნიშნულ საკითხში მნიშვნელოვანი როლი ატმოსფერულ ჰაერს ენიჭება, ვინაიდან სისტემაში ”ატმოსფერო – ქვეფენილი ზედაპირი – მცენარეულობა – ადამიანი” ნივთიერებათა ეფექტურ გადატანაში მას ეკუთვნის პრიორიტეტი.

7.3. მძიმე მეტალების მინარევები ადამიანის ორგანიზმში

მძიმე მეტალები, ადამიანის ორგანიზმში, სხვადასხვა მექანიზმების საშუალებით შეიძლება მოხვდეს. ბივალენტურ კათიონებს შეუძლიათ სატრანსპორტო ცილების გამოყენება უჯრედში შესაღწევად. კადმიუმი, უჯრედში შედის კალციუმის არხების საშუალებით. წყალში უხსნადი მძიმე მეტალები, უჯრედში შეიძლება მოხვდეს ფაგოციტოზის გზით.

უნდა აღინიშნოს რომ, მძიმე მეტალებს ადამიანები, ძირითადად სასურსათო პროდუქტებიდან შეითვისებენ, რის გამოც არსებობს როგორც საერთაშორისო, ისე ნაციონალური კანონმდებლობის დონეზე განსაზღვრული, მძიმე მეტალების დასაშვები ნორმები.

თანამედროვე სამეცნიერო ლიტერატურაში ბევრი ტოქსიკური მეტალის თავისებურების შესწავლის შედეგები ფართოდაა გაშუქებული.

ზოგიერთი მათგანისთვის დადგენილია ადამიანის ორგანიზმში მათი ჭარბი რაოდენობის აკუმულაციით გამოწვეული უარყოფითი ეფექტები.

კადმიუმი, ტყვია, ვერცხლისწყალი და დარიშხანი, მაღალი რისკის შემცველ ტოქსიკურ ელემენტებს მიეკუთვნება და მათი შედარებით მცირე კონცენტრაციასაც შესაძლოა ძლიერ ტოქსიკური გავლენა ჰქონდეს ადამიანის ჯანმრთელობაზე. მაშინ, როცა, ისეთი ელემენტები, როგორებიცაა, მაგალითად, რკინა, თუთია, სპილენძი დაბალი რისკის შემცველი მეტალები

არიან და ტოქსიკური თვისებების გამოსავლენად, ორგანიზმში მათი დიდი კონცენტრაციების აკუმულაციაა საჭირო.

ყურძენში მძიმე მეტალები ძირითადად ნიადაგიდან ხვდებიან, თუმცა სავარაუდო დაბინძურების წყარო, შესაძლოა იყოს ყურძნის შესაწამლად გამოყენებული ფუნგიციდები, ძლიერ დაბინძურებული ატმოსფერო, ან ღვინის ფერმენტაციისას, დაბინძურებული საფუარების გამოყენება.

კვლევებით დადგინდა, რომ ყურძნის სხვადასხვა ნაწილები განსხვავებული რაოდენობით შეიცავენ მძიმე მეტალებს. მაგალითად, რკინის კონცენტრაცია ყურძნის თესლში 352 მკგ/კგ, კანში 90 მკგ/კგ, რბილობში კი, მხოლოდ 3 მკგ/კგ უდრიდა.

ევროპის ქვეყნებში ღვინოებში ამ ნივთიერებათა შემცველობის ზუსტი განსაზღვრისა და კონტროლის აუცილებლობაზე აქტიურად დაიწვეს საუბარი მას შემდეგ რაც სამეცნიერო ჟურნალებში გამოქვეყნდა კვლევები, რომლის მიხედვითაც, უმეტესობა ევროპული ქვეყნების ღვინოებისა, სულ მცირე, შვიდი მძიმე მეტალის პოტენციურად საშიშ დოზებს შეიცავდნენ.

ვინაიდან, მეტალის იონები მონაწილეობენ ჟანგვა - აღდგენით რეაქციებში, ისინი გავლენას ახდენენ ღვინის ხარისხზე. ამასთან, ამ ელემენტებს შეუძლიათ ადამიანის ჯანმრთელობაზე განსხვავებული ხასიათის გავლენა მოახდინონ.

მაგალითად, ღვინოების საშუალებით შესაძლებელია აუცილებელი მეტალების შეთვისება, ხოლო, ნორმაზე მეტი კონცენტრაციით მიღებას, შეუძლია ადამიანზე ტოქსიკური გავლენა იქონიოს. ამის შედეგად, ღვინის წარმოების პროცესში, მეტალური მიკრომინარეგების შემცველობის კონტროლის წარმოება მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს.

აღნიშნულთან დაკავშირებით ადამიანის ჯანმრთელობაზე ვერცხლის მიკრომინარეგების გავლენის განხილვა იწვევს მკვლევართა ინტერესს, რაც კახეთის რეგიონში სეტყვის საწინააღმდეგო მიზნით ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების წარმოებისთვის ვერცხლის საფუძველზე დამზადებული მაკრისტალიზებული რეაგენტების (AgI) გამოყენებით არის განპირობებული.

ამრიგად, როგორც ჩანს, გარემოს დაბინძურების კონტროლის საქმიანობაში, ინტენსიური სეტყვის საწინააღმდეგო ზემოქმედების რაიონებში, მძიმე მეტალების (PbI₂, AgI) საფუძველზე დამზადებული, სხვადასხვა მაკრისტალიზებული რეაგენტების ღრუბლებში დათესვით, ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების შედეგების მონიტორინგი აქტუალურ მნიშვნელობას იძენს.

ვერცხლი, თავისი ოქსიდებისა და მარილების უმეტესობის უხსნადობის გამო, დაუბინძურებელ ზედაპირულ წყლებში ძალზე მცირე, სუბმიკრონულ (0.2-0.3 მკგ/ლ), რაოდენობით გვხვდება. ძალზე იშვიათად მისმა შემცველობამ ზედაპირულ და სასმელ წყლებში შეიძლება 5 მკგ/ლ მიაღწიოს. ზღვის წყალში ვერცხლის კონცენტრაცია 0,3-1,0 მკგ/ლ შეადგენს. დაბინძურებულ მიწისქვეშა წყლებში ვერცხლი შეიძლება ერთეულიდან ათეულ მგ/ლ კონცენტრაციით მოიპოვებოდეს.

ორგანიზმში ვერცხლის შემოსვლის ძირითადი ბუნებრივი გზა არის საკვები პროდუქტები. ის ორგანიზმისთვის ძნელად ასათვისებელი ელემენტია. შემოსული ვერცხლის 90%-ზე მეტი გამოიტანება ორგანიზმიდან, ძირითადად, კუჭ - ნაწლავის ტრაქტის მეშვეობით. მიუხედავად ამისა, ვერცხლის ნაწილი აბსორბირდება კუჭ - ნაწლავის ტრაქტში, ადვილად უერთდება ცილებს (სისხლის გლობულინისა და ჰემოგლობინის დახმარებით და ა.შ.) და გადაიტანებიან მთელ ორგანიზმში.

ორგანიზმში ვერცხლის მთავარ “შესანახ” ადგილად ღვიძლია მიჩნეული. ასევე, ღვიძლია ორგანიზმიდან ვერცხლის გამოყვანაზე ძირითადო პასუხისმგებელი ორგანო.

როგორც ყველა მძიმე მეტალი, ვერცხლი საკმაოდ ნელა გამოიტანება ორგანიზმიდან, თუმცა არც ისე დიდ ხანს, როგორც ბევრი სხვა მათგანი. ღვიძლიდან მისი “ნახევრადგამოტანის” პერიოდმა შეიძლება 50 დღე გასტანოს. მაგრამ ვერცხლის გამუდმებითი შეღწევისას ორგანიზმში მაინც მისი თანდათანობითი დაგროვების ტენდენცია დაიკვირვება.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ (WHO) განსაზღვრა ვერცხლის მაქსიმალური დოზა, რომელიც ადამიანის ჯანმრთელობაზე შესამჩნევ მავნე ზემოქმედებას არ ავლენს (გერთვოდებული დონე NOAEL – No Observable Adverse Effect Level - 10 გრამი). როგორც ირკვევა, WHO -ს მეთოდის თანახმად, ადამიანს, რომელმაც თავისი ცხოვრების მანძილზე, საშუალოდ, 70 წელი “შეჭამა” ან “დალია” ჯამურად 10 გრამი ვერცხლი, ამის გამო ჯანმრთელობასთან, გარანტირებულად, არავითარი პრობლემები არ უნდა ჰქონდეს. ამ სიდიდის მიხედვით იყო მიღებული რეკომენდაციები სასმელ წყალში ვერცხლის ტოლერანტული შემცველობის

შესახებ – 100 მკგ/ლ. ასეთი კონცენტრაცია 70 წლის ცხოვრების განმავლობაში NOAEL - ის დონის ნახევარს იძლევა, რაც ჯანმრთელობისთვის საფრთხილი უნებელია.

ამჟამად ვერცხლი განიხილება არა როგორც უბრალოდ ლითონი, რომელსაც მიკრობების ხოცვა შეუძლია, არამედ როგორც მიკროელემენტი, რომელიც ნებისმიერი ცხოველთა და მცენარეთა ორგანიზმების ქსოვილების აუცილებელი და მუდმივი შემადგენელი ნაწილია.

მკურნალობის მიზნით ვერცხლის მაღალი დოზების (ხსნარის კონცენტრაციით 30-50 მკგ/ლ) ხანგრძლივმა (7-8 წლის განმავლობაში) მიღებამ და, აგრეთვე, ვერცხლის ნაერთებთან მუშაობამ საწარმოო პირობებში, შეიძლება ვერცხლის დაღუპვა ადამიანის კანში და მისი შეფერილობის ცვლილება - არგირია ("კანის გარუჯვა") გამოიწვიოს, რომელიც ვერცხლის იონების ფოტოქიმიური აღდგენის შედეგებით არის განპირობებული.

აგრირიის მოვლენით დაავადებულ პაციენტთა შემოწმებისას, ყველა პაციენტს არგირიის ნიშნით უმეტესი ვირუსული და ბაქტერიული ინფექციების მიმართ მაღალი წინააღმდეგობა დაეკვირვებოდა.

ამრიგად, თანამედროვე შეხედულებების ჭრილში, ვერცხლი განიხილება როგორც შინაგანი ორგანოების და სისტემების ნორმალური ფუნქციონირებისათვის აუცილებელი მიკროელემენტი და, ასევე, როგორც იმუნიტეტის ასამაღლებელი და პათოგენურ ბაქტერიებზე და ვირუსებზე აქტიურად მოქმედი, ძლიერი საშუალება.

ვერცხლის ანტიმიკრობული მოქმედების ფართო სპექტრი, უმეტეს პათოგენურ მიკროორგანიზმების მასთან მდგრადობის უქონლობა, დაბალი ტოქსიკურობა, ვერცხლის ალერგიული თვისებების შესახებ ლიტერატურაში ცნობების უქონლობა და, ასევე, ავადმყოფების მიერ მისი კარგი ამტანობა – მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ვერცხლის მიმართ გადიდებულ ინტერესს უწყობს ხელს.

VIII. ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის მონიტორინგის საპროექტი

8.1. ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობა – გარემოს დაბინძურების ინდიკატორი

უკანასკნელი ათწლეულების განმავლობაში ეკოლოგიური მონიტორინგის სფეროში მიმართულებამ – ატმოსფეროს ქიმია - მყარი საფუძველი დაიმკვიდრა. მისი კვლევის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საგანს, ანთროპოგენური წარმოშობის, აეროზოლური შემადგენლით გარემოს დაბინძურების შესწავლა წარმოადგენს.

ზემოთქმულთან დაკავშირებით აღსანიშნავია, რომ ატმოსფერული ნალექების შედგენილობა იმ აეროზოლების კონცენტრაციითა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით არის განპირობებული, რომლებშიც იგულისხმება, როგორც, ჰაერის მასათა ურთიერთშერევის პროცესში, ღრუბლის წვეთების მიერ მიტაცებული, ისე მათი კონდენსაციის ბირთვებად წარდგენილი ნაწილაკები.

ამრიგად, ნალექების მინერალიზაციისა და მძიმე ლითონების ხსნადი შენაერთების კონცენტრაციების კვლევის შედეგებით, სამრეწველო აეროზოლების მაკრომასშტაბურ გადატანებზე და ატმოსფეროსა და დედამიწის ზედაპირის დაბინძურებაში, მათი წვლილის შეფასებაზე შეიძლება მსჯელობა.

ჰაერში დანაწევრებულ ნაწილაკებზე წყლის ორთქლის კონდენსაციის, ჯერ კიდევ, პირველმა ცდებმა აჩვენა, რომ ოდნავ გადაჯერებულ ჰაერში წვის პროდუქტების შეტანის შემდეგ ღრუბლების სიმკვრივე მნიშვნელოვნად მატულობს. ეს გამოწვეულია ღრუბლების, ნისლებისა და ბურუსის წვეთების ზრდით აეროზოლური ნაწილაკების - კონდენსაციის ბირთვების გარშემო. ასეთებად გვევლინებიან, როგორც ბუნებრივი, წყალში ხსნადი, ნაწილაკები, მაგალითად ზღვის მარილები, ისე ანთროპოგენური წარმოშობის პიგროსკოპიული და არაპიგროსკოპიული ნაწილაკები.

სამრეწველო წარმოშობის კონდენსაციის ბირთვების საუკეთესო მაგალითს ქლორის, გოგირდის, ბრომისა და ლითონური მინარეგების შემცველი აეროზოლები წარმოადგენენ.

გარდა ამისა, ამ ელემენტების მიერთებით, ინერტული მინერალური მტვრის ნაწილაკები აქტიურ კონდენსაციის ბირთვებათ გარდაიქმნებიან.

ამ ნაწილაკების კონცენტრაციების ცვლილებები ატმოსფეროში ღრუბლების ჩამოყალიბების პროცესებზე და ნალექების რეჟიმზე მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენენ. ამასთან, არა მარტო აიტკენისა და მსხვილი ბირთვების სახით წარმოდგენილ, ნაწილაკთა ზომების სპექტრის მაღალდისპერსუელ აეროზოლთა ნაწილს, არამედ 10-30 და 31-200 მკმ დიამეტრის მქონე, გიგანტურ და ზეგიგანტურ ნაწილაკებსაც დიდი მნიშვნელობა ენიჭებათ. ასეთ ნაწილაკთა რაოდენობა ატმოსფეროში ფართო დიაპაზონში იცვლება და მათი რიცხვობრივი კონცენტრაციები ჰაერში 0,1 - 30 ნაწ/ლ ფარგლებში მერყეობს, რაც დამოკიდებულია მიწისპირა საფარზე, აეროზოლების წყაროებზე და მიწის ზედაპირიდან ატმოსფეროს ზონდირების სიმაღლეზე.

ამ ნაწილაკთა კონცენტრაციები, რომელთა შორის ორგანული წარმოშობის ნაწილაკები, დაახლოებით, 30% შეადგენენ, ღრუბლებს ზევით გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე მათ ქვემო ნაწილში, რაც, ძირითადად, ჩამორეცხვის მექანიზმის მოქმედებითაა განპირობებული.

ამრიგად, როგორც ირკვევა, ატმოსფერული ნალექები მნიშვნელოვნად უწყობენ ხელს ნივთიერებათა მიმოქცევას ბუნებაში და ატმოსფეროს თვითგასუფთავების ძირითად მექანიზმს წარმოადგენენ.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის შესწავლა გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის ერთ-ერთ უმთავრეს საგანს წარმოადგენს. ამასთან, შესაძლებელია გამოყენება ინფორმაციისა, როგორც მათი მინერალიზაციის, ისე ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობის შესახებ. მაგალითად, აშშ-ს და წყნარი ოკეანეს ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში მოსულ ნალექებში ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობის კვლევებით გამოვლინდა სამრეწველო აეროზოლების გადატანა მთებში და ღია ოკეანეში შორ მანძილზე, რაც სამრეწველო ნარჩენებით დაბინძურებული ჰაერის საერთო ფონის შექმნას უწყობს ხელს (ცხრ.8.1).

განსახილველ ცხრილში მოცემულია საკვლევ რაიონებში მოსულ ნალექებში მიკროელემენტების გასაშუალოებული კონცენტრაციები. ამასთან, 1 რაიონი ფიჯის, ტონგას, ნიუესა და კუკის კუნძულებთან, ეკვატორის სამხრეთით მდებარეობს. მე 2-რე – ციმბირის ანტიციკლონის სამხრეთ - აღმოსავლეთის პერიფერიის რაიონებს მოიცავს, ხოლო მე 3-მე – კონტინენტის ჩრდილო – დასავლეთის იმ ნაწილს, რომელიც აზიური კონტინენტის სანაპიროსა და იაპონიის კუნძულებისკენ განიცდის მიზიდულობას.

ცხრილი 8.1. ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობა აშშ-სა და წყნარი ოკეანეს დასავლეთ ნაწილში მოსულ ატმოსფერულ ნალექებში

რაიონები	მინარეგები, (მკგ/ლ)							
	Cu	Pb	Zn	Cd	Al	Ti	Mn	Fe
1	2,6	12,7	-	-	50,0	3,7	7,8	77,0
2	5,5	17,0	2,5	-	47,0	1,2	5,0	67,0
3	31,0	323,0	248,0	33,0	158,0	23,0	127,0	152,0

მიუხედავად იმისა, რომ მე 3-ე სტრიქონის სინჯები მე 2-სთან გენეტიკურ მთლიან ერთობლიობას ქმნიან, როგორც ვხედავთ, მასში მოტანილი კონცენტრაციები მაღალი მნიშვნელობებით განსხვავდებიან, რაც, ტექნოგენური ნარჩენების დიდი რაოდენობით შემცველ, კონტინენტალური აეროზოლების ფართომასშტაბურ გადატანასთან არის დაკავშირებული. გარდა ამისა, აშშ-ს ტერიტორიის ზღვისა და მთაგორიან რაიონებში მოსული წვიმის წყლისა და თოვლის სინჯებში ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობაზე მიღებული ცნობები, საკვლევ რაიონების ატმოსფეროს აუზის, სამრეწველო გამონაბოლქვების გადატანის შედეგად, დაბინძურების შეფასების საშუალებას იძლევა.

გარემოს დაბინძურების შეფასების მიზნით ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის კვლევის კიდევ ერთ მაგალითს ცხრ.8.2 –ში მოტანილი მონაცემები წარმოადგენენ.

ამ ცხრილში მოცემული, ცენტრალურ ინდოეთსა და ვენესუელას ჩრდილოეთ ნაწილში (დასავლური ანდების მთებში 2300მ სიმაღლეზე), წვიმის წყლის ქიმიური შედგენილობის კვლევის მონაცემები, ღრუბლების საშუალებით სამრეწველო გამონაბოლქვთა პროდუქტების დიდ მასშტაბურ ტრანზიტზე მსჯელობის საშუალებას გვაძლევს.

ცხრილი 8.2. ინდოეთსა და ვენესუელაში მიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილი

მინარევთა გასაშუალოებული მნიშვნელობები

ელემენტები, (10 ⁻⁴ კგ/მ ²)									
N	P	S	Cl	Na	K	Ca	Mg	Al	H
ცენტრალური ინდოეთი									
7,96	0,39	-	-	26,83	4,42	4,89	-	-	-
დასავლეთ ანდები									
9.90	1.10	11.8	59.4	3.26	2.6	5.6	5.23	2.43	0.81

ინტერესს იმსახურებს, აგრეთვე, სხვადასხვა რაიონებში მოსულ ნალექებში ლითონური მინარევების განაწილების შედეგები, რომლებშიც გამოვლენილია საკვლევი მინარევების კონცენტრაციითა სიდიდეების მნიშვნელოვანი დამოკიდებულება ატმოსფეროს დაბინძურების წყაროების მდებარეობაზე და მეტეოროლოგიური პარამეტრების განაწილებაზე.

მაგალითად, აღმოსავლეთ ევროპის ტერიტორიის ჩრდილოეთი, ჩრდილო-დასავლეთი და ცენტრალური ნაწილების სამრეწველო ცენტრებსა და მსხვილ ქალაქებში მოსულ ნალექებში Al, Fe, Mn, Cu, Ni და Pb მაქსიმალური კონცენტრაციები ზამთრის თვეებში აღინიშნება. ეს აიხსნება წელიწადის ამ პერიოდში გამონაბოლქვთა რაოდენობის მატებით, ხშირი ნისლიანობით და ტემპერატურული ინვერსიებით, რომლებიც ჰაერის მასების შეგუბების მოვლენათა განვითარებას და ატმოსფეროში მინარევების დაგროვების პროცესებს ხელს უწყობენ. რიგ შემთხვევაში, სამრეწველო ცენტრებიდან და ქალაქებიდან დაშორებულ რაიონებში ატმოსფერულ ნალექებში ლითონური მინარევების შემოსვლა, გარდა სამრეწველო გამონაბოლქვების გადატანის შედეგად მიღებულია, მიწის ზედაპირიდან ეოლური წარმოშობის ბუნებრივი მტვრის შემადგენლობაში მყოფ ნივთიერებებთან ერთად აღინიშნება.

8.1.1. ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციის მონიტორინგი

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის მონიტორინგის მიზნით, მისი მინერალიზაციის კვლევას ეთმობა დიდი ყურადღება, რამაც საერთაშორისო გეოფიზიკური წლის (1957-1958წწ) შემდეგ სისტემატური ხასიათი მიიღო.

აღნიშნული პერიოდიდან მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციის მონიტორინგის სადგურთა ქსელი იყო დაფუძნებული, რომელიც, გარემოს დაბინძურების პერმანენტულ ზრდასთან და მისი კონტროლის აუცილებლობასთან დაკავშირებით, ყოველწლიურად ფართოვდება.

ამ მიზნით შესრულებული მონიტორინგის მაგალითს, ცხრ.8.3-ში მოცემული, კ. ტრინიდადზე (ატლანტის ოკეანე) მოსულ ნალექების მინერალიზაციის კვლევის შედეგები წარმოადგენს

როგორც მოცემული ცხრილიდან ირკვევა, ზოგიერთი მინერალურ ნივთიერებათა იონთა კონცენტრაციები და მათი იონთა ჯამი, განსახილველი პარამეტრების მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობების ფარგლებში, შესამჩნევი ცვალებადობით ხასიათდება.

ცხრილი 8.3. კ.ტრინიდადზე მოსულ წვიმის წყალში მინერალური ნივთიერებათა შემცველობა

ნივთიერებათა იონები, მგ/ლ								
Cl ⁻	NO ₃ ⁻	შარდოვანა	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Σi
მაქსიმალური კონცენტრაცია								
3,93	1,24	0,5	1,13	2,57	3,27	0,99	4,52	35,3
მინიმალური კონცენტრაცია								
2,1	0,41	0,15	0,41	1,92	1,21	0,33	1,88	10,3
საშუალო კონცენტრაცია								
3,02	0,83	0,33	0,77	2,25	2,24	0,66	3,20	23,12

ამ ცხრილში მოტანილი საშუალო სიდიდეების შეპირისპირება საქართველოს ტერიტორიისთვის მიღებულ საკვლევი პარამეტრების მნიშვნელობებთან საკმაოდ კარგი თანხვედრით ხასიათდება.

განსახილველი საკითხის კვლევის ზემოაღნიშნული შედეგები, ატმოსფერული ნაკადების დინების პროცესში, დრუბლების დახმარებით მინარევების ტრანსსასაზღვრო გადატანებზე მიუთითებენ, რაც დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის გლობალური ფონის შექმნას

უწყობს ხელს. მისი შეფასება, როგორც ვხედავთ, ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის მონიტორინგის საშუალებით არის შესაძლებელი. ამასთან, მონიტორინგის ორივე (მეტალური მიკრომინარეგებისა და მინერალიზაციის) ზემოგანხილული მიდგომის გამოყენება, ანთროპოგენური და ბუნებრივი წარმოშობის პროდუქტების შემცველი აეროზოლებით, გარემოს დაბინძურების შესახებ ინფორმაციის მნიშვნელოვნად გაფართოების შესაძლებლობას ქმნის.

8.2. ნალექების მინერალიზაციის მონიტორინგის მონაცემთა საიმედოების შეფასების თავისებურებანი

როგორც აღინიშნა, ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობა ბევრად არის განპირობებული იმ აეროზოლების შედგენილობით, რომელთა წყაროდ შეიძლება იყოს ბუნებრივი წარმოშობის: მიწის ზედაპირის გამოფიტვის პროდუქტები, ვულკანების ამონაფრქვევები, ზღვის შესეფების აორთქლების შედეგად მიღებული მარილები და კოსმოსური მტვერი. ამათ ემატებათ ანთროპოგენური წარმოშობის სამრეწველო და ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვთა პროდუქტები, რომელთა ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები ძალზე რთულია, ხოლო წილი ატმოსფეროს დაბინძურებაში მზარდი ტემპებით მატულობს. გარდა ამისა, დიდი მნიშვნელობა მეტეოროლოგიურ პირობებს ენიჭება, რომლებიც არა მარტო ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაზე, ხასიათსა და განაწილებაზე, არამედ მათზე მინარეგების შემცველი ჰაერის მასების გადატანის სიჩქარეზე და მიმართულებაზეც ახდენენ მნიშვნელოვან გავლენას.

ზემოაღნიშნულის გამო აეროზოლურ ნაწილაკთა კონცენტრაციები, ბუნება და ყოფაქცევა უცვლელი არ რჩება. მნიშვნელოვნად იცვლება, აგრეთვე, მათი ინტეგრალური მახასიათებლები ატმოსფეროს სვეტში და გეოგრაფიული განაწილება. ყველაფერი ეს ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შემცველობის მნიშვნელოვან ცვალებადობას განაპირობებს და მათი მინერალიზაციის განმსაზღვრელი ძირითადი ნივთიერებების კონცენტრაციები, ერთსა და იმავე რაიონის შიგნითაც კი, სინჯიდან - სინჯამდე, საკმაოდ ფართო ფარგლებში მერყეობენ. აღნიშნულით აიხსნება ცხრ.8.4-ში მოტანილი ერთჯერადი სინჯების ანალიზის მონაცემთა საშუალო კვადრატული გადახრების გაანგარიშებების შედეგები, რომლებიც, საშუალოდ, დაახლოებით 80%-ის ფარგლებში მდებარე გაზომვის ცდომილებებზე მიუთითებენ.

ცხრილი 8.4. ძირითადი იონების კონცენტრაციების მნიშვნელობების საშუალო კვადრატული გადახრები, მონაცემთა გასაშუალოების პერიოდზე დამოკიდებულებით

ძირითადი იონები	გასაშუალოების პერიოდები		
	ერთჯერადი, σ, %	საშუალო თვიური, σ, %	საშუალო წლიური, σ, %
SO ₄ ²⁻	95	47	14
Cl ⁻	98	40	12
NO ₃ ⁻	35	35	11
HCO ₃ ⁻	79	42	12
NH ₄ ⁺	99	49	15
Na ⁺	80	40	12
K ⁺	89	53	16
Mg ²⁺	98	49	14
Ca ²⁺	61	28	8
Σ _I	58	30	9

როგორც ცხრილიდან ჩანს, გასაშუალოების პერიოდების ზრდასთან ერთად მცირდება საშუალო სიდიდეების კვადრატული გადახრების მნიშვნელობები. ამიტომ მონაცემთა საიმედოების გადიდების მიზნით აუცილებელია გასაშუალოების პერიოდების გაზრდა. ასე მაგალითად, მრავალწლიური საშუალო თვიური კონცენტრაციების ცდომილებები 30 - 50% ფარგლებში მერყეობენ, ხოლო მათი მრავალწლიური საშუალო წლიურების ცდომილება 15-8% - მდე მცირდება. ამასთან, ატმოსფეროს მინარეგთა კონცენტრაციების განაწილების საიმედო შეფასებისა და მეცნიერულად დასაბუთებული დასკვნების გასაკეთებლად არანაკლებ 5-10 წლის დაკვირვებათა მასალის ფლობაა საჭირო.

8.3. ნალექებში შემავალი მინერალურ ნივთიერებათა წყაროს განსაზღვრის პრინციპები

ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციის შეფასებისას, მკვლევარები რიგი მახასიათებლებით სარგებლობენ, რომლებიც ნალექებში შემავალი მინერალურ ნივთიერებათა გენეტიკურად განსასხვავებლად შეიძლება იქნეს გამოიყენებული.

მაგალითად, ცხრ.8.5-ში მოტანილი პარამეტრების მნიშვნელობები მათი გენეტიკურად დაყოფის საშუალებას იძლევიან, მათ შორის: - ქალაქის (თბილისი, სტავროპოლი, ციმლიანსკი); მთის (აბასთუმანი, გუდაური, სევანი); ზღვისპირა (სოხუმი, ჩაქვი).

როგორც ცხრ.8.5-ის მონაცემებიდან გამომდინარეობს, თითქმის ყველა განსახილველი პარამეტრების სიდიდეები კლებულობს ქალაქის, მთისა და ზღვისპირა რეგიონების ჩამონათვალის თანმიმდევრობით. ამასთან, Cl⁻-სა და Na⁺-ს იონთა კონცენტრაციების ფარდობის მნიშვნელობები ამის საპირისპირო მსვლელობით ხასიათდებიან.

ცხრილი 8.5. კავკასიის რეგიონებში და ოკეანეების ზედაპირზე მოსულ ნალექებისა და ოკეანეების წყლის მინერალიზაციის მახასიათებლების მნიშვნელობები

მახასიათებლები	რეგიონები				
	ქალაქის	მთის	ზღვისპირა	ოკეანეზე მოსული ნალექები	ოკეანეს წყალი
SO ₄ ²⁻ /Na ⁺	6,24	5,11	4,27	0,60	0,25
SO ₄ ²⁻ /Cl ⁻	4,18	3,29	2,59	0,49	0,14
Cl ⁻ /Na ⁺	1,47	1,56	1,74	1,22	1,78
Σi, მგ/ლ	35,84	23,71	19,19		
κ, მკომი ⁻¹ სმ ⁻¹	65,38	38,85	32,18		
pH	6,48	6,38	5,85		
Σi _ც	37,50	21,28	19,03		
Σi _თ	34,36	26,12	19,30		

ჩატარებული შეფასებებით, კავკასიის განსახილველი რეგიონებისთვის გაანგარიშებული SO₄²⁻/Na⁺ და SO₄²⁻/Cl⁻ ფარდობები, საშუალოდ, 20-ზე მეტჯერ აღემატება ამ პარამეტრების ოკეანეთა წყლებისათვის მიღებულ მნიშვნელობებს. ეს კი ამ რაიონებში აეროზოლების სულფატებით გამდიდრებაზე მეტყველებს, რაც სამრეწველო საწარმოთა SO₂-ის ემისიების SO₄-მდე დაჟანგვით შეიძლება აიხსნას. ამასთან, მიუხედავად სულფატ - იონების კონცენტრაციების მაღალი მნიშვნელობებისა, ნალექების ამჟავება არ აღინიშნება, რაც, როგორც ჩანს, სინჯებში მუავიანი გარემოს მანიტრალიზებელი, კალციუმისა და ჰიდროკარბონატული იონების სიმრავლით უნდა აიხსნას. მთლიანად საკვლევ ტერიტორიაზე pH-ის მნიშვნელობა ნალექებში საკმაოდ მყარია და მათ, როგორც, მიახლოებით, გაწონასწორებულ ხსნარებს ახასიათებს. აღსანიშნავია, რომ კავკასიის ყველა რეგიონში Cl⁻/Na⁺ შეფარდების სიდიდეები, პრაქტიკულად, მცირედ განსხვავდებიან მისი ოკეანეების წყლისათვის მიღებული მნიშვნელობისაგან, რაც ამ ნივთიერებათა საზღვაო წარმოშობაზე მიუთითებს.

საინტერესოა, აგრეთვე, საკვლევ რეგიონებში იონების ჯამთა განაწილების შეფასებები თბილსა და ცივ პერიოდებში. თანახმად ამ მონაცემებისა (ცხრ.8.6): ზღვისპირა რაიონებში ეს მაჩვენებლები წელიწადის ორივე პერიოდში პრაქტიკულად უცვლელია; მთის რეგიონებში მათი მნიშვნელობა ცივ პერიოდში - Σi_ც ნაკლებია, ვიდრე თბილში; ქალაქისაში კი, ამ პარამეტრებს მთიან რეგიონებში აღნიშნულის საწინააღმდეგო სვლა გააჩნია, ანუ მათი სიდიდე ცივ პერიოდში შესამჩნევად მეტია ვიდრე თბილსაში.

ატმოსფერულ ნალექებში საკვლევ ნივთიერებათა იონების ჯამთა ზემოაღნიშნული განაწილება, როგორც ჩანს, ატმოსფეროს მინარევ აეროზოლების წარმოშობის მიხედვით, თავიანთი გენეტიკური სხვაობებით აიხსნება.

მაგალითად, ზღვისპირა რაიონებში, როგორც აღინიშნა, ნალექების მინერალიზაციის ფორმირება, ძირითადად, ზღვის მარილების ხარჯზე წარმოებს. ამასთან, ატმოსფეროში შემოსული მათი საერთო რაოდენობა, როგორც ჩანს, ორივე განსახილველ სეზონში ერთნაირი სიდიდისაა, მიუხედავად საკვლევ რაიონებში სამრეწველო წარმოშობის აეროზოლების წილის მნიშვნელოვნად მატებისა.

მთიან რაიონებში, ვინაიდან ცივ პერიოდში ქვეფენილი ზედაპირი თოვლის საფარითაა დაფარული, ადგილობრივ ნალექთა მინერალიზაციის წყაროდ, უმთავრესად, სამრეწველო და ზღვისპირა რაიონებიდან ჰაერის ნაკადით გადმოტანილი “ტრანზიტული” აეროზოლები გვევლინებიან. ხოლო, თბილ პერიოდში იონთა ჯვამის მომატება ამ პერიოდში აეროზოლების დამატებითი წყაროს - ეოლური წარმოშობის ბუნებრივი, მიწის ზედაპირის ეროზიის პროდუქტებისაგან შემდგარი, აეროზოლების არსებობით აიხსნება.

ქალაქების გარემოში ნალექების მინერალიზაცია, ძირითადად, სამრეწველო აეროზოლების წილით უნდა იყოს განპირობებული. მას, როგორც ვიცით, წელიწადის ცივ პერიოდში გათბობის სისტემების გამონაბოლქვი მინარევები ემატება, რაც, როგორც ჩანს, ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციის მომატებას უწყობს ხელს.

IX. ატმოსფეროს გამტვრიანების ეკოლოგიური მონიტორინგის საკითხები

9.1. ატმოსფერული მტვერი და მისი თავისებურებანი

გერმანელი მეცნიერის ვ. გიბსის მიერ შემოთავაზებული მცნება “აეროზოლი” (**Gibbs W. Clouds and Smoke. – N.Y. Blakiston, 1924**) მოიცავს აეროლისპერსული სისტემების ფართო ნაირსახეობას, რომელთა შორის მტვერი, ნისლი და ბოლი არიან.

ატმოსფერული ჰაერის ერთ-ერთ ფართოდ გავრცელებულ მინარევს წარმოადგენს მტვერი, რომლის მახასიათებლები უკვე კარგადაა ცნობილი და შეშფოთებასაც იწვევენ. უმთავრესად ეს ქვედა ატმოსფეროსა და ჰაერის მიწისპირა ფენაში გავრცელებულ მტვერის ნაწილს ეხება.

ცნობილია, რომ ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად ატმოსფეროში ამ მინარევის რაოდენობის მნიშვნელოვანი მატება აღინიშნება, რამაც უკვე არა მარტო სამრეწველო ცენტრებსა და ქალაქებში, არამედ მათგან მნიშვნელოვნად დაშორებულ რაიონებშიც კი საშიშ სიდიდეებს მიაღწია. ზოგადი შეფასებებით, მთელი მსოფლიოს ქალაქებში 1 წლის განმავლობაში ატმოსფეროში გაფრქვეული ანთროპოგენური წარმოშობის მყარი ნაწილაკების რაოდენობა დაახლოებით 1 მლრდ. ტ. შეადგენს. ამის შედეგად ატმოსფეროს დაბინძურების მკვეთრი მატების ტენდენციის მქონე სამრეწველო რაიონებსა და ქალაქებში, მათგან საკმაოდ დაშორებულ რაიონებთან შედარებით, ჰაერის 2-3 რიგით უფრო მაღალი გამტვრიანება აღინიშნება. ამიტომ ამ მინარევის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების, წარმოშობისა და სივრცულ-დროითი განაწილების კანონზომიერებათა გამოვლენა, შესწავლა და დაზუსტება მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს, რომელსაც დიდი მეცნიერული და პრაქტიკული ღირებულება გააჩნია.

ხშირად ატმოსფერული მტვერის დაყოფას თავისი თვისებების მიხედვით აწარმოებენ, მათ შორის: ჰიგიენურად - ბიოლოგიური ზემოქმედებით; მეტეოროლოგიურად - ატმოსფეროში განაწილებით; ტექნიკურად - ადამიანის სამეურნეო და სამრეწველო ქმედებით.

გარდა ამისა, ჰაერში დანაწილებული ნაწილაკების თვისება სინათლის სხივების გაფანტვისა, მათი ტალღის სიგრძისაგან დამოუკიდებლად, მეტეოროლოგიურ ოპტიკაში გამოიყენება მტვრის ნაწილაკების გამოსაყოფად ნაწილაკების იმ რიცხვიდან, რომელთა ზომები მოლეკულათა ზომებს უახლოვდება. ამასთან, მტვრის ნაწილაკებად მიიღება ისეთი ნაწილაკები, რომელთა სინათლის გაფანტვის ინტენსიობა - k მნიშვნელოვნად გადაიხრება რელეის კანონიდან, რომლის თანახმად k პროპორციულია λ^{-4} -სა. მაგალითად, წვრილი მტვრის მიერ გაფანტული სინათლის ინტენსიობის ცვალებადობა სინათლის ნაკადის ტალღის სიგრძის კვადრატის უკუპროპორციულია, ანუ $k \sim \lambda^{-2}$ (ვულკანური წარმოშობის მტვერი). უფრო მსხვილდისპერსული მტვერი სხვადასხვა ტალღის სიგრძის მქონე სინათლის ნაკადს თითქმის ერთნაირად ფანტავს, ანუ k პროპორციულია λ^0 -ის (ნახშირის მტვერი). ეს, ატმოსფეროში მყოფი 0.1 მკმ-ზე მეტი ზომის ის ნაწილაკებია, რომელთა ზომები საკმარისია რელეის კანონიდან შესამჩნევი გადახრების გამოსავლენად და მეტეოროლოგიაში მტვრის ნაწილაკებად მიიღებიან.

ხშირად მტვრის ნაწილაკები ელექტროდამუხტვისა და რადიოაქტიურობის მიხედვითაც იყოფიან. ნაწილაკები, რომლებიც მთლიანად ან ნაწილობრივ რადიოაქტიური ნივთიერებისაგან შედგებიან, რადიოაქტიურ მტვრად იწოდებიან.

ატმოსფერული მტვრის მნიშვნელოვან თავისებურებას მისი ელექტრული თვისებები წარმოადგენენ. ჰაერში დანაწევრებულ წვრილდისპერსულ მტვერზე ელექტრული მუხტის არსებობა შეიძლება იყოს გამოწვეული, როგორც ატმოსფერული იონების პირდაპირი მიტაცებით, ისე მტვრის ნაკადში ურთიერთხახუნით, იმ შემთხვევაშიც კი, როცა აეროზოლი თავდაპირველად არც კი იყო დამუხტული. ამასთან, მიღებული მუხტის სიდიდე ურთიერთმოქმედ ნაწილაკთა ზომებისა და მასების სხვაობებზეა დამოკიდებული. მეცნიერების მიერ დამტკიცებულია, რომ მტვრის ნაწილაკების ელექტრიზაცია იზრდება მათი ნაკადის სიჩქარის, ტენპერატურისა და არსებობის ხანგრძლივობის მატებასთან ერთად, ხოლო ტენიანობის მატება კი, მის შემცირებას იწვევს.

ბევრი მეცნიერი მიიჩნევს უმთავრესად აეროდისპერსული სისტემების კლასიფიცირებას დისპერსიის მიხედვით. ეს გამოწვეულია იმით, რომ დედამიწის ზედაპირზე ნაწილაკების დალექვის (სედიმენტაციის) სიჩქარეები დაკავშირებულია მათ ზომებთან. ამასთან, სედიმენტაციის სიჩქარეების ოთხი ძირითადი საანგარიშო ფორმულაა მიღებული, რომელთა გამოყენების დიაპაზონის მკაცრად განსაზღვრა საკმაოდ გაძნელებულია. მაგალითად, 1500 მკმ-ზე უფრო დიდი დიამეტრის მქონე სფერული ნაწილაკებისთვის მოღებულია ნიუტონის ფორმულა:

$$V = 174 \sqrt{\frac{gd(\rho_a - \rho)}{\rho}} \quad (9.1)$$

სადაც V - მარცვლის ვარდნის სიჩქარე, g -სიმძიმის ძალის აჩქარება, d -ნაწილაკის დიამეტრი, ρ_a -კი მისი სიმკვრივე, ხოლო ρ -გარემოს სიმკვრივეა.

1-100 მკმ დიამეტრის მქონე ნაწილაკების სედიმენტაციის სიჩქარის (ჰაერში შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების დალექვის სიჩქარის) გასაანგარიშებლად მიღებულია სტოქსის ფორმულა:

$$V = \frac{(\rho_a - \rho)d^2}{18\eta} g \quad (9.2)$$

სადაც η - ჰაერის დინამიკური სიბლანტეა, ხოლო დანარჩენი აღნიშვნები ისეთივეა, როგორც ზემოთცემულ ფორმულაში.

სედიმენტაციის სიჩქარეებს 0,1-3მკმ ზომების ნაწილაკებისთვის სტოქსის ფორმულაში კენინგჰემის მიერ შემოტანილი შესწორებებით ანგარიშობენ:

$$V = V' \left(1 + k \frac{\lambda_m}{d}\right) \quad (9.3)$$

სადაც V' -სტოქსის ფორმულით გაანგარიშებული სედიმენტაციის სიჩქარე, λ_m - ნაწილაკთა თავისუფალი გარბენის მანძილი, ხოლო k - მუდმივი სიდიდეა, რომელიც 1,3 – 2,3 შორის მერყეობს.

იმის გათვალისწინებით, რომ 1 მკმ-ზე ნაკლები ზომების ნაწილაკები, ბროუნის მოძრაობის მსგავს, x -ამპლიტუდის რხევებს ასრულებენ, სედიმენტაციის სიჩქარის საანგარიშოდ მიღებულია აინშტაინის ფორმულა:

$$x = \sqrt{\frac{4RTt}{3N\pi\eta d}} \quad , \quad (9.4)$$

სადაც R - გაზური მუდმივი სიდიდე, T - აბსოლუტური ტემპერატურა, N - ნაწილაკთა რაოდენობა მოლეკულაში, ხოლო t - დაკვირვების დროა.

როგორც წესი, ეს ფორმულები შეიძლება მხოლოდ მდგრადი ატმოსფეროს პირობებში იქნენ გამოყენებულნი. ამასთან ერთად, სხვა ემპირიული და რიგი თეორიული მოსაზრებებით მიღებული ფორმულებიც არსებობს, მაგრამ ისინი იშვიათად მოიხმარებიან პრაქტიკაში.

ატმოსფერული მტვრის ზომების განსაზღვრას გარდა ზემოაღნიშნულისა, ქვეყნილი ზედაპირის დაბინძურებასა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე ზემოქმედების საკითხების შესწავლისას ენიჭება დიდი მნიშვნელობა. მაგალითად, გამოვლენილია, რომ ადამიანის ფილტვებში, უმთავრესად, ისეთი ნაწილაკები ხვდებიან, რომელთა ზომები 5 მკმ-ს არ აღემატება. 10 მკმ-ზე უფრო მსხვილი ნაწილაკები მთლიანად ცხვირის ღრუში ილექებიან, ხოლო, პირით სუნთქვისას, ისინი ზედა ბრონქების იქით არ შედიან. 5 მკმ-ს ტოლი ნაწილაკების მცირე რაოდენობისა და მათი უფრო დიდი ზომის უმეტესი ნაწილის დაკავება ხდება ცხვირში, ხოლო დანარჩენი ნაწილი კი სედიმენტაციის ხარჯზე ბრონქებში ილექება და მხოლოდ მათი მცირე ნაწილი აღწევს ალვეოლებს. მტვრის ნაწილაკები 0,8-1,6 მკმ-ს დიამეტრით, ძირითადად ბრონქებსა და ალვეოლებში ილექებიან, ხოლო 0,2-0,3 მკმ-ს დიამეტრის მქონე ნაწილაკების, დაახლოებით 80% ისევ უკან ამოისუნთქებიან. ამ ზომებზე უფრო მცირე სიდიდის ნაწილაკების დალექვა ფილტვებში შესაძლებელია დიფუზიის ხარჯზე.

გამოკვლევებით დადგინდა, რომ სუნთქვის პროცესში ელექტრული მუხტების მატარებელი ატმოსფერული მტვრის ნაწილაკები გაცილებით უფრო დიდი რაოდენობით დაიკავება, ვიდრე ნეიტრალური. ამასთან, ელექტროდამუხტული ნაწილაკების დაკავება 54%-ს შეადგენს, ხოლო ნეიტრალურებისა კი - მხოლოდ 18%-ს. სამეცნიერო ნაშრომებში ნაჩვენებია, რომ ეკოლოგიური თვალსაზრისით ატმოსფერული მტვერი, ნაწილაკების დისპერსიულობის მიხედვით, საჭიროა დაიყოს 4 ჯგუფად:

- I. ჯგუფს ატმოსფეროში მუდმივად დისპერგირებული 15 მკმ ზომის წვრილდისპერსიული ნაწილაკები შეადგენენ. ამ ჯგუფში ჰიგიენური თვალსაზრისით მათი 5 მკმ-მდე ზომების გამოყოფა შეიძლება, როგორც სასუნთქი ორგანოებისათვის მავნე ნაწილაკებისა;
- II. ჯგუფში 15-40 მკმ ზომების დიაპაზონში მდებარე მტვრის ნაწილაკებია გაერთიანებული, რომლებიც მუდმივად მოიპოვებიან სამრეწველო ცენტრებისა და მსხვილი ქალაქების ატმოსფერულ ჰაერში, ხოლო ჰაერის ნაკადით ამ რაიონებიდან რამდენიმე ასეულ კილომეტრზეც კი გადაიტანებიან;
- III. ჯგუფს 40-100 მკმ ზომების მსხვილდისპერსიული ნაწილაკები შეადგენენ, რომლებიც სამრეწველო ობიექტებიდან 2-3 კმ დაშორებით და აგრეთვე მტვრიანი ქარბუქის პირობებში დაიკვირვებიან.
- IV. ჯგუფს 100 მკმ-ზე მეტი ზომების ნაწილაკები შეადგენენ. ამ სახის ნაწილაკები სამრეწველო ცენტრების საჰაერო აუზში და მტვრიანი ქარბუქისას შეინიშნებიან.

ცხრ. 9.1 - ში მოცემულია, ცემენტისა და ალუმინის საწარმოთა და თიხამიწის გადამამუშავებელი კომბინატის მახლობლად მდებარე რაიონებში შესრულებული, ემისიების წყაროებიდან სხვადასხვა მანძილზე, ჰაერის ერთეულ მოცულობაში, ზომების მიხედვით, მტვრის ნაწილაკთა რიცხვითი განაწილების კვლევათა გასაშიალოებული შედეგები, პროცენტებში.

როგორც მოცემული ცხრილიდან ჩანს, მინარევთა ემისიების წყაროებიდან 4-12 კმ მანძილის დაშორებით შესამჩნევად ჭარბობს 3 მკმ-მდე დიამეტრის მქონე ნაწილაკები.

ცხრილი 9.1. მტვრის ნაწილაკთა რიცხვითი განაწილება %-ში, მათი ზომების მიხედვით, ემისიების წყაროებიდან სხვადასხვა მანძილზე

ნაწილაკთა ზომები, მკმ	მანძილები გამონაბოლქვთა წყაროდან, კმ					
	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0	12,0
0 – 3	26,3	20,2	21,2	44,5	37,0	45,8
3 – 6	41,5	39,0	40,0	35,2	24,0	25,1
6 – 9	10,9	14,6	12,7	7,2	10,4	11,4
9 – 12	9,9	11,2	10,5	6,4	8,4	11,8
12 – 15	3,6	4,1	4,4	2,6	6,2	3,4
15 – 18	3,5	3,5	4,4	1,5	3,2	1,9
18 – 21	1,4	1,9	2,4	0,9	4,5	0,2
21 – 24	1,2	1,6	2,3	0,8	2,5	0,1
24 – 27	0,5	1,3	0,4	0,4	1,9	0,1
27 – 30	0,5	0,6	0,4	0,3	1,4	0,1
30 – 33	0,1	0,8	0,6	0,1	0,3	0,1
33 – 40	0,1	0,6	0,6	0,1	0,1	-
40 – 100	0,3	0,6	0,1	-	-	-
100 და მეტი	0,2	-	-	-	-	-

ზომების 6 მკმ-მდე გადიდებისას მათი რიცხვითი კონცენტრაციების მაქსიმალური სიდიდეების გადანაცვლება გამონაბოლქვების წყაროდან 0,5-2 კმ-ით დაშორებულ რაიონებში შეინიშნება. ამასთან, უფრო მეტ მანძილებზე ასეთი ნაწილაკების რიცხვის განაწილებას კლებადი ხასიათი გააჩნია.

უფრო დიდი ზომის ნაწილაკები დაახლოებით თანაბრად განაწილებული დისპერსიულობის მიხედვით გამონაბოლქვთა ჩირადნის თითქმის მთელ სიგრძეზე. ამის გამო, გაძნელებულია ფრაქციების მიხედვით მათი დაგროვების რაიონების გამოყოფა.

ატმოსფეროს გამტვრიანების შესწავლისას, ერთმანეთისაგან უნდა განვასხვავოთ ბუნებრივი წარმოშობის - “ფონური” აეროზოლები, მათი სამრეწველო წარმოშობის მინარევებისაგან, რომლებიც, გარდა ამისა, ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის პროდუქტებსაც შეიცავენ.

ბუნებრივი აეროზოლები, უმთავრესად, ზღვის მარილებისაგან, ტყის ხანძრის ბოლისაგან, ვულკანური წარმოშობის მინერალური მტვრისა და ქარის მიერ მიწის ზედაპირის ეროზიის პროდუქტების შემცველი (ეოლური მტვერი) ნაწილაკებისაგან შედგება. გარდა ამისა, ისინი შეიცავენ: მცენარეთა ლპობის პროცესში წარმოქმნილ ორგანულ ნივთიერებებს; ცოცხალ ორგანიზმებს, როგორცაა, მაგალითად, ბაქტერიები; მცენარეთა სპორებს; ყვავილების მტვერს და, ნაწილობრივ, სამრეწველო რაიონებიდან ჰაერის ნაკადით გადმოტანილ ნივთიერებებს.

სამრეწველო რაიონების ჰაერი ძალზე დიდი რაოდენობის რთული ქიმიური შედგენილობის მტვრის ნაწილაკებს შეიცავს. მისი განსაზღვრა, ყველა შემადგენელი ქიმიური კომპონენტის გათვალისწინებით, თითქმის შეუძლებელია. ამ სახის მტვერი ორგანული წარმოშობის ნაწილაკთა შორის ფენოლისა და კარბოქსილის შემცველი, დიდი მოლეკულარული წონის შენაერთები ჭარბობენ, ანთრაცენების, პირენებისა და ნაფთოლების ჩათვლით, რომელთა ზოგადი ბუნება ყველა სამრეწველო რაიონებისათვის, ალბათ, ერთნაირი უნდა იყოს, ხოლო არაორგანული ნივთიერებებიდან აღმოჩენილია ლითონური შენაერთების დიდი რიცხვი.

აღნიშნული საკითხის შესწავლის მიზნით მრავალი წლის განმავლობაში სრულდებოდა სპეციალური გამოკვლევები ემისიური სპექტრალური ანალიზისა და ატომურ-აბსორბციული მეთოდების გამოყენებით.

ამ გამოკვლევების ზოგიერთი შედეგები ცხრ. 9.2-შია მოტანილი, სადაც საკვლევი ელემენტების სიდიდეები წარმოდგენილია მათი მთლიანი ჯამის წილების სახით, პროცენტებში.

როგორც ცხრ.9.2-დან ჩანს, ატმოსფერულ მტვერში დიდი რაოდენობით არის ისეთი მიკრომინარევები, რომელთა რიცხვს ტოქსიკური ელემენტები: მანგანუმი, ბარიუმი, ტყვია, ქრომი, და სხვ. მიეკუთვნება.

ცხრილი 9.2. მეტალური მიკრომინარევების შემცველობა ქალაქის ატმოსფერულ ჰაერში

მიკრომინარევეები, (%)									
Pb	Cr	Sn	Mn	Cu	Ni	Mo	V	Ti	Ba
16,2	11,7	0,8	21,7	8,7	11,0	0,5	1,2	11,1	17,1

ამ მინარევეების კონცენტრაციები ატმოსფეროში ძირითადი სამრეწველო გამონაბოლქვების სახეობაზე, მეტეოროლოგიურ პირობებზე და საკვლევი რეგიონის რელიეფზეა დამოკიდებული.

აეროზოლების ქიმიური შედგენილობა ერთი და იმავე რაიონისათვისაც კი გამუდმებით იცვლება ამ პარამეტრებზე დამოკიდებულებით. ასე მაგალითად, შენიშნულია, რომ ლითონური ელემენტების კონცენტრაციების სეზონური ცვლილება ზამთარში მაქსიმუმით და ზაფხულში კი მინიმუმით ხასიათდება. ამასთან, მთიან რაიონებში, როგორც ეს ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციის განხილვისას აღინიშნა, საკვლევი მინარევეების სეზონურ სვლას საწინააღმდეგო ხასიათი გააჩნია. გარდა ამისა, ნალექიან დღეებში, მიწისპირა ჰაერში მტვრის არაორგანული ფრაქცია მკვეთრად მატულობს.

ატმოსფერული მტვრის თავისებურებანი მარტო აღნიშნულით არ შემოიფარგლება. მაგრამ, ატმოსფეროს დაბინძურების მონიტორინგის წარმოებისას, ზემოთ განხილულ მახასიათებლებს განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა, ვინაიდან ისინი მიეკუთვნებიან ამ მინარევის ძირითად განმასხვავებელ თვისებებს და ატმოსფეროს აეროდისპერსული სისტემების დიდი რიცხვიდან მისი გამოყოფის საშუალებას იძლევიან.

9.2. მტვრის წყაროები და ატმოსფეროს დაბინძურებაში მათი წვლილის შეფასებები

ატმოსფეროს გამტვრიანებაზე ცალკეული წყაროების გავლენის შესწავლისას, უკანასკნელ წლებში, თავისი წარმოშობის მიხედვით ამ მინარევის კოსმოსური, ვულკანური, ეოლურისა და სამრეწველო წარმოშობის მტვრებად დაყოფა მიღებული.

კოსმოსური მტვერი და მისი შემცველობა ატმოსფეროში ნაკლებად შეისწავლებოდა. მაგრამ დიდ სიმაღლეზე მფრენი თვითმფრინავები, მეტეოროლოგიური რაკეტები და თანამგზავრები საჭირო ინფორმაციის მიღების საშუალებას იძლევიან.

მრავალი გამოკვლევის ანალიზით დაგვედგინა, რომ ატმოსფერული მტვრის შემადგენლობაში კოსმოსური წარმოშობის მტვრის წილი ძალზე მცირეა და მისი კონცენტრაცია წლების განმავლობაში პრაქტიკულად არ იცვლება. მთელ ატმოსფეროში კოსმოსური მტვრის შემცველობა დაახლოებით 10^6 ტ-ს უტოლდება, რაც ამ მინარევის საერთო რაოდენობის 1%-ზე ნაკლებს შეადგენს. ამასთან, შეფასებებმა გვიჩვენა, რომ დედამიწის მთელ ზედაპირზე 24 საათის განმავლობაში მისი 10^4 ტ მოდის, რაც, დაახლოებით, $0,2 \cdot 10^4$ ტ/კმ² –ს შეადგენს ერთ დღე-ღამეში. კოსმოსური მტვრის ძირითადი ზომები 0,1-1,0 მკმ-ს ფარგლებში მერყეობს, თუმცა, ხშირად 40 მკმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკებიც აღირიცხება. დედამიწის ზედაპირიდან 20 კმ-ს სიმაღლეზე ამ სახეობის მტვრის ნაწილაკთა კონცენტრაცია, საშუალოდ, 0,03 ნაწ/სმ³-ს შეადგენს.

ზღვისა და ოკეანეების როლი ატმოსფერული მტვრის წარმოქმნაში, კონტინენტებისაგან განსხვავებით, არც ისე შესამჩნევია. ამაში მათ შეუძლიათ მიიღონ მონაწილეობა მხოლოდ მარილების დალექვის სახით. ეს მოვლენა იშვიათად შეიმჩნევა და ისიც ნაპირებიდან მცირე დაშორებით.

ტროპოსფეროში აეროზოლების ვერტიკალური განაწილების გამოკვლევებმა გვჩვენა, რომ საშუალო და ზედა ტროპოსფეროს აეროზოლების 90%-ზე მეტი კონტინენტური წარმოშობისაა, ხოლო დანარჩენი ნაწილი ზღვის წარმოშობის ნივთიერებებისაგან შედგება.

კონტინენტისა და წყნარი ოკეანის ზედაპირების ზევით აეროზოლების ნაწილაკთა რიცხოვნობის განაწილების კვლევის შედეგები საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ ოკეანეების ზედაპირზე 0,5კმ სიმაღლეზე, ზღვის მხეფების აორთქლების შედეგად, კონტინენტის ატმოსფერულ ჰაერში არსებული ბუნებრივი აეროზოლების რიცხვზე უფრო მეტი ნაწილაკები წარმოიქმნებიან. ამასთან, ატმოსფეროს უფრო მაღალ ფენებში, უშუალოდ 7-9კმ სიმაღლეებამდე, ბუნებრივი წარმოშობის კონტინენტური აეროზოლები ჭარბობენ. ხოლო, კონტინენტისა და ოკეანის ზევით, ამის მომდევნო სიმაღლეებზე, ნაწილაკთა კონცენტრაცია დაახლოებით თანაბრადაა განაწილებული.

ოკეანის ზედაპირიდან 15 მ-ზე მტვრის ნაწილაკთა ზომები 10 მკმ-ს არ აღემატება, ხოლო 9 კმ სიმაღლეზე, მათი ზომების განაწილების მაქსიმუმი 0,1 მკმ ნაწილაკებზე მოდის. ამასთან, ნაწილაკთა რაოდენობის ძირითად მასას 0,3 მკმ-ზე უფრო მცირე ზომები ახასიათებთ.

ზღვისა და კონტინენტის ზედაპირების ზევით ატმოსფერული მტვრის ქიმიური შედგენილობის ვერტიკალური განაწილების შედარებები გვიჩვენებენ, რომ კონტინენტზე 9კმ სიმაღლემდე ის პრაქტიკულად ერთგვაროვანია, ხოლო ოკეანის ზევით კი მას ორგვაროვანი ხასიათი გააჩნია. ამასთან, ზღვის გაველენა აეროზოლების შედგენილობაზე 1-2კმ სიმაღლემდე ვრცელდება, ხოლო უფრო ზევით აეროზოლების შედგენილობა ახლოსაა სამრეწველო რაიონებიდან საკმაოდ დაშორებულ კონტინენტის ტროპოსფეროსათვის დამახასიათებელ შედგენილობასთან.

მრავალი მეცნიერის გამოკვლევათა შედეგების შეფასებების თანახმად ვულკანური ამოფრქვევები ატმოსფეროს დაბინძურების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წყაროდ გვევლინება.

გრძელვადიანი დაკვირვებების საშუალებით მეცნიერების მიერ რაოდენობრივად იქნა შეფასებული ამ სახის ატმოსფერული მტვრის ბევრი მახასიათებელი. ამასთან, ვულკანური მტვრის ნაწილაკების მიერ მზის მოსული გამოსხივების შემცირებით გამოწვეულ რადიაციული რეჟიმის ცვლილებების შეფასებებს და ვულკანური ამოფრქვევების თანმხლებ ბუნდოვან განათებაზე დაკვირვებებს ენიჭება არსებითი მნიშვნელობა. ამ მონაცემების ანალიზის შედეგები, დედამიწაზე ვულკანური ფერფლისა და ლავის ნალექების შეფასებების მონაცემებთან ერთად, ვულკანური მტვრის გავრცელების მასშტაბებისა და ატმოსფეროს დაბინძურებაში მისი წილის დადგენის საშუალებას იძლევა.

ვულკანური მტვრის ბუნებას წარმოადგენს დიდ სიმაღლეებზე გავრცელებული და იქ გარკვეული ვადით დამკვიდრებული ნაცროვანი ფენა და, მასთან ერთად, უფრო მეტად სიცოცხლისუნარიანი აეროზოლური ფენები. უკანასკნელთა შორის ქიმიური წარმოშობის აეროზოლები ჭარბობენ ნაცროვანი წარმოშობის აეროზოლებს. ისინი წარმოიქმნებიან ატმოსფერული ოზონისა და ვულკანური ამოფრქვევების პროდუქტის - გოგირდის ორჟანგის ურთიერთქმედების შედეგად.

ნაწილაკების ატმოსფეროში ყოფნის დრო შეზღუდულია და დამოკიდებულია მათი სედიმენტაციის სიჩქარეებზე, რომლებიც (9.3) ფორმულის დახმარებით გამოითვლებიან. ამასთან, ვულკანური მტვრის ნაწილაკთა ზომები დედამიწის ზედაპირიდან სხვადასხვა სიმაღლეებზე, ამოფრქვევების შედეგად მათი შეღწევის ადგილებში, საშუალოდ, 0,5-5,0 მკმ ფარგლებში მერყეობს, ხოლო სიმკვრივე კი 2,3 გ/სმ³ ტოლადაა მიჩნეული.

აღნიშნული გაანგარიშებების შედეგები ცხრ.9.3-შია მოცემული.

მოცემულ ცხრილში არ არის მოტანილი საკვლევი პარამეტრების მნიშვნელობები 10კმ-ზე ნაკლები სიმაღლეებისათვის, ვინაიდან ამ არეში ატმოსფერო არამდგრადია. გარდა ამისა, როგორც ზემოთ აღინიშნა, ამ სიმაღლეებზე ატმოსფერული ნალექების მიერ აეროზოლების ნაწილაკთა ჩამორეცხვის ეფექტიც მოქმედებს. მაგრამ შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ ტროპოსფეროში ნაწილაკთა ყოფნის დრო, ამ არეში წყლის მოლეკულების არსებობის დროს უტოლდება, რომელსაც ეკვატორულ ნაწილში 9 დღე-ღამეს, ხოლო მთელ სივრცეში, საშუალოდ, 11 დღე-ღამეს უტოლებენ.

მიუხედავად იმისა, რომ ვულკანური მტვერი დიდ გავლენას ახდენს პლანეტის კლიმატსა და რადიაციულ რეჟიმზე, იგი ატმოსფერული მტვრის მთლიანი რაოდენობის უმნიშვნელო ნაწილს შეადგენს.

ცხრილი 9.3. ატმოსფეროს ფენებში ვულკანური მტვრის ნაწილაკთა სედიმენტაციის სიჩქარეები – Vსმ/წმ და Lკმ მანძილის გავლის დრო - t

H, კმ	ნაწილაკთა ზომები							
	5მკმ		2მკმ		1მკმ		0,5მკმ	
	V, სმ/წმ	t	V, სმ/წმ	t	V, სმ/წმ	t	V, სმ/წმ	t
40	2,2	13 სთ	1,0	28 სთ	0,25	4,7 დ.-დ	0,063	19 დ.-დ
30	0,51	54 სთ	0,24	5 დ.-დ	0,06	20 დ.-დ.	0,015	11,5 კვირა
20	0,17	7 დ.-დ.	0,08	15 დ.-დ.	0,02	8,6 კვირა	0,005	34,4 კვირა
15	0,12	10 დ.-დ.	0,055	21 დ.-დ.	0,014	12 კვირა	0,004	48 კვირა
10	0,12	12,5 დ.-დ.	0,045	27 დ.-დ.	0,011	15,5 კვირა	0,003	62 კვირა

მაგალითად, ნახვენებია, რომ 1963 წ-ის 17 მარტს ვულკანი აგუნგის (კბალი) ამოფრქვევის შემდეგ ავსტრალიისა და ახალი ზელანდიის თავზე ვულკანური მტვერი, ამ მინარევის საერთო რაოდენობის, მხოლოდ 14%-ს შეადგენდა.

ცნობილი ვულკანების ამოფრქვევების ქრონოლოგიურ მასალასა და მათზე დაკვირვებების შედეგებზე დაყრდნობით, გაანგარიშებულია ატმოსფეროში მოხვედრილი და დედამიწის ზედაპირზე დაღეჭილი ვულკანური მტვრის წონითი რაოდენობა, რისთვისაც გამოყენებულია თანაფარდობა:

$$P = \rho_m V \quad , \quad (9.5)$$

სადაც P - მტვრის წონა, ხოლო ρ_m და V - შესაბამისად, მისი სიმკვრივე და მოცულობაა.

აღნიშნულმა გაანგარიშებებმა აჩვენა, რომ მე XX-ე საუკუნის 70-იან წლებამდე ატმოსფეროში $1150 \cdot 10^9$ ტ ვულკანური მტვერი გაიფრქვა, რომელიც დედამიწის ზედაპირზე, მისი თანაბარი განაწილებისას, $2,3 \cdot 10^3$ ტ/კმ² ფენით დაილექებოდა. ამასთან, მე XIX-ე საუკუნეში ატმოსფეროში ამ მინარევის 230 კმ³ მოხვდა, რაც წონით განზომილებაში $520 \cdot 10^9$ ტ შედგენს, ხოლო მე XX-ე საუკუნის პირველი 70 წლის განმავლობაში მისი, დაახლოებით, 30 კმ³, ანუ $70 \cdot 10^9$ ტ, მოხვდა.

მოტანილი შედეგები გვიჩვენებენ, რომ ვულკანების ამოფრქვევებს ძალზე დიდი რაოდენობის მტვერი შეაქვთ ატმოსფეროში. მაგრამ, როგორც ვხედავთ (ცხრ.9.3), ამ სახის აეროზოლებით მის დაბინძურებას დროებითი ხასიათი აქვს. ამას, ძირითადად, განაპირობებს ის გარემოება, რომ ცალკეულ ამოფრქვევათა შორის საკმაოდ დიდი დრო გადის, რაც ხელს უწყობს წინა ამოფრქვევების მინარევიდან ატმოსფეროს თვითგასუფთავებას.

ეოლური მტვერი ატმოსფეროს ამ მინარევის მომდევნო შემადგენელი ნაწილია. ის, როგორც აღვნიშნეთ, მიწის ზედაპირის გამოფიტვისა და მტვრიანი ქარბუქისას წარმოიქმნება. დედამიწის ზედაპირიდან ჰაერის ნაკადით ატაცებული, ფართო დიაპაზონის ზომების ნაწილაკები ატმოსფეროს მაღალ ფენებში ხვდებიან, სადაც ისინი მაღალი სიდიდის კონცენტრაციებს აღწევენ. ამასთან, მტვრის ნაწილაკები თავისი წარმოშობის ადგილიდან ასეული და, ხშირად, ათასეული კილომეტრის მანძილზე გადაიტანებიან. ასე, მაგალითად, 40 მკმ-მდე ზომის ნაწილაკები ევროპის, აზიისა და ცენტრალური ამერიკის ნაპირებიდან კუნძულ ბარბადოსზე, წყნარი და ატლანტიკის ოკეანეების ზედაპირზე (სამეცნიერო კვლევითი გემების დახმარებით) იყო რეგისტრირებული.

როგორც მეცნიერთა გამოკვლევები გვიჩვენებენ, ეოლური მტვერი, დაახლოებით 70%-ის ოდენობით, ატმოსფერული მტვრის უდიდეს ნაწილს შეადგენს და მას ათეული წლების განმავლობაში მკვეთრი მატების ტენდენცია გააჩნია. ამას ყამირი და ნასვენი მიწების სულ უფრო გაძლიერებული ხენა და ტყეების განეხვა უწყობს ხელს. ეს, თავის მხრივ, ტყის ზონაში სტეპების შემოჭრას, ხოლო სტეპებისა კი გაუდაბნობას განაპირობებს.

ეოლური მტვერი წარმოიქმნება, უმთავრესად, იქ, სადაც ღარიბულია მცენარეული საფარი, რომელიც უშლის მიწის ზედაპირის ჩქარ გამოფიტვას. მის წარმოქმნას, აგრეთვე, ხელს უწყობს ჰაერის სიმშრალე და ძლიერი ქარები. ამიტომაც, ამ სახის ატმოსფერული მტვრის ძირითად წყაროდ უდაბნოები და ნახევრად უდაბნოები გვევლინებიან. აღნიშნული რეგიონების ატმოსფერულ ჰაერში ინტენსიური ქარბუქისას, ქარის 10-15მ/წ სიჩქარეებით, 200 მკმ-ზე მეტი დიამეტრის მქონე მსხვილი ნაწილაკებით ჰაერის გაჯერების შედეგად მტვრის კონცენტრაციების მკვეთრ მატებას აქვს ადგილი. ამასთან ნაწილაკების უფრო წვრილი ფრაქციის მატებაც აღინიშნება.

ამერიკის შეერთებულ შტატებში, კანზასის დასავლეთისა და კოლორადოს აღმოსავლეთ ნაწილებში, 1949-1955 წლების გაზაფხულის სეზონებში ჩატარებული გაზომვების თანახმად: დედამიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე, 8 მ/წ ქარის სიჩქარის პირობებში, მტვრის მაქსიმალური კონცენტრაცია 218 მგ/მ³ უტოლდებოდა, ხოლო მისი საშუალო მნიშვნელობამ 66 მგ/მ³ შეადგინა. ამასთან, მტვრის ვერტიკალურმა გადატანამ საათში 4ტ/კმ² შეადგინა.

ეოლური მტვრის კონცენტრაციების ვერტიკალური განაწილების თვალსაჩინო მაგალითს ცხრ.9.4-ში მოტანილი მონაცემები წარმოადგენენ.

როგორც მოცემული ცხრილიდან ჩანს, დედამიწის ზედაპირიდან სიმაღლის მატებასთან, ნაწილაკთა საშუალო ზომები და წონითი კონცენტრაციები შესამჩნევად მცირდებიან და მათ განაწილებებს ექსპონენციალურთან მიახლოებული ხასიათი გააჩნიათ.

ცხრილი 9.4. მტვრის მინარევების კონცენტრაციებისა და ნაწილაკთა ზომების განაწილება ატმოსფერულ ჰაერში მტვრიანი ქარბუქის პირობებში

სიმაღლე დედამიწის ზედაპირიდან, მ	ნაწილაკთა დიამეტრის საშუალო ზომები, მკმ	მტვრის საშუალო კონცენტრაციები, მგ/მ ³
0,30	70	305,0
0,61	65	305,0
1,83	50	240,0
6,10	50	152,0
12,20	45	145,0
24,40	40	130,0
61,00	35	107,0
122,00	30	100,0
305,00	30	70,0
610,00	25	65,0
1220,00	25	40,0
1830,00	20	35,0

ქალაქებისა და სამრეწველო რაიონების ატმოსფერული ჰაერის ერთ-ერთ ძირითად მინარევად სამრეწველო წარმოშობის მტვერს მიიჩნევენ. ატმოსფეროში მისი შემცველობა მრეწველობისა და ტრანსპორტის განვითარებითაა განპირობებული. უკანასკნელს კი, როგორც ცნობილია, მზარდი ტემპით მატების ტენდენცია გააჩნია.

მსოფლიოს მრავალ ქალაქში სამრეწველო გამონაბოლქვებით ატმოსფეროს მაღალი გამტვრიანების შედეგად სახიფათო მდგომარეობაა შექმნილი.

უკანასკნელი წლების განმავლობაში ევროპისა და ამერიკის რიგ ქალაქში ატმოსფეროს გამტვრიანებამ 30%-ზე უფრო დიდად მოიმატა. გასაშუალოებული მნიშვნელობებით, ატმოსფეროდან ჩამოცვენილი მტვრის რაოდენობა მათში 400 ტ/კმ²წლ სიდიდეს აღწევს, ხოლო ამ მინარევის კონცენტრაციები, ხშირად, ზღვრულ დასაშვებ მნიშვნელობას აღემატება.

უნდა შევნიშნოთ, რომ ჰაერის ნაკადით ამ მინარევის შორ მანძილებზე გადატანის შედეგად, აღნიშნული ვითარება უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეულ საფარზე და სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე, ხოლო პლანეტარული ალბედოს ცვლილებით, დედამიწის რადიაციული რეჟიმის არასასურველ ცვლილებებს იწვევს.

ატმოსფეროს დაბინძურებაში ინდუსტრიული და ბუნებრივი წარმოშობის მტვრის წილების შეფასებებმა გვიჩვენა, რომ ინდუსტრიული მტვერი ატმოსფეროს ამ მინარევის მთელი რაოდენობის, დაახლოებით, 15%-ს შეადგენს, ხოლო მისი ყოველწლიური ნამატი, დაახლოებით, 0,4% აღწევს.

აღსანიშნავია, რომ კაცობრიობას დედამიწის ხმელეთის, დაახლოებით, მხოლოდ 56% აქვს ათვისებული, შედარებით უფრო ინტენსიურ ექსპლუატაციას კი, სულ 15%-ს უწევს. აქედან 2%-ტი შენობა-ნაგებობებით დაკავებულ ფართობზე მოდის, დედამიწის მოსახლეობის 40%-ით, რომელსაც, ძირითადად, სამრეწველო ქალაქების ბინადარნი შეადგენენ.

თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ არსებული სამრეწველო ქალაქები იზრდებიან და ვითარდებიან ურბანიზაციის შედეგად, ხოლო მათ რიცხვს ბევრი სხვა ახალიც ემატება, ნათელი ხდება აღნიშნული ნეგატიური ეკოლოგიური მდგომარეობის მოსალოდნელი გაუარესება. ეს კი, ამ რთული ფიზიკური და ქიმიური თვისებების მქონე მინარევის, უფრო დეტალურ, ყოველმხრივ შესწავლას მოითხოვენ.

9.3. ატმოსფეროს გამტვრიანების მონიტორინგის მონაცემთა

შეგროვების ძირითადი საკითხები

9.3.1. მტვრის მინარევის დისპერსიული განაწილებისა და რიცხვითი კონცენტრაციის მონიტორინგის ასპექტები

ატმოსფეროს გამტვრიანების შესწავლა, მტვრის მინარევის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებების სირთულის გამო, მნიშვნელოვნადაა გაძნელებული. ამასთან, ატმოსფეროში განუწყვეტლივ მიმდინარე კოაგულაციის, დიფუზიისა და დალექვის პროცესების გამო, ამ მინარევის კონცენტრაცია და ნაწილაკთა ზომების განაწილება ჰაერში მუდმივად იცვლება. აგრეთვე ცვალებადი ხასიათი აქვს მტვრის გამოყოფასაც მისი წყაროებიდან. ამიტომ გასაზომი სიდიდე - მტვრის კონცენტრაცია - მნიშვნელოვნად იცვლება დროში.

გაძნელებულია, აგრეთვე, სინჯების აღებისა და ანალიზის პროცესში, მათი თავდაპირველი დისპერსიული შედგენილობისა და წონის უცვლელად შენარჩუნება.

ზემოაღნიშნული მნიშვნელოვნად აფერხებს ატმოსფეროს გამტვერიანების მახასიათებელი პარამეტრების საზომი უნიფიცირებული აპარატურის შექმნას. მიუხედავად ამისა, ატმოსფეროს მტვრის მინარევის შესწავლისადმი დიდმა ინტერესმა რიგი, ხშირად, ერთმანეთის შემავსებელი, მეთოდების შექმნა გამოიწვია, რომლებიც აღნიშნული სიძნელების გადალახვის შესაძლებლობას ქმნიან.

ატმოსფეროს გამტვერიანების კვლევისას მეტნაწილად მისი შეფასების რიცხვითი და წონითი მეთოდები გამოიყენება. კვლევის რიცხვითი მეთოდის ერთ-ერთ ძირითად უპირატესობად დროის მცირე მონაკვეთში ატმოსფეროს გამტვერიანების დინამიკის შესწავლის შესაძლებლობაა მიჩნეული. ამ მეთოდით, აგრეთვე, ნაწილაკების დისპერსიულობა და ფორმა შეისწავლება და, აგრეთვე, შესაძლებელი ხდება მათი ქიმიური შემცველობის დადგენა. აღნიშნული ამოცანების გადასაჭრელად გარემოს დაბინძურების კონტროლის ქსელში ნაწილაკთა მრიცხველ აპარატურამ - იმპაქტორმა ფართო გამოყენება ჰპოვა.

ამ ტიპის ხელსაწყოების მოქმედება დაფუძნებულია გამჭვირვალე ფირფიტაზე აეროზოლების ინერციული დაღეჭვის პრინციპზე. ამისათვის გამოიყენება ნაწილაკების კინეტიკური ენერჯია, რომელსაც ისინი ხელსაწყოს ხვრელში, ჰაერის წვრილი ნაკადით გასვლის შედეგად, სიჩქარის მატებით იძენენ. ამ პროცესების თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევები კ. მების მიერაა შესრულებული (*May K.R., 1945*). უფრო მოგვიანებით კი მათ მეცნიერთა ფართო წრის ყურადღება მიიპყრეს. ამ გამოკვლევების თანახმად, რაიმე ჰაერმწოვის საშუალებით ატმოსფერულ ჰაერთან ერთად შეწოვილი აეროზოლები, იმპაქტორის ხვრელში დიდი სიჩქარით, 10-100 მ/წმ ფარგლებში, მოძრაობის შედეგად გაიშვიათებულ გარემოში ხვდება, სადაც ჰაერის ნაკადის სიჩქარე და მიმართულება მკვეთრ ცვლილებას განიცდის. ხოლო, აეროზოლები კი, როგორც შედარებით უფრო ინერციული ფრაქცია, ჰაერის ნაკადის პირველადი ტრაექტორიის გასწვრივ განაგრძობს მოძრაობას და მიღში დინების პერპენდიკულარულად განლაგებულ სინჯის ასაღებ ღობურას ეჯახება.

ხშირად, აღნიშნული სახის კვლევებისას გამოიყენება კასკადური იმპაქტორი, რომელიც რამდენიმე იმპაქტორის შენაერთს წარმოადგენს, თანმიმდევრულად შემცირებული ჰაერის შესაწოვი ხვრელებით.

იმპაქტორის კასკადებში ნაწილაკთა ინერციული დაღეჭვის ეფექტიანობა სტოქსის პარამეტრის ფუნქციაა და იგი გამოითვლება ფორმულით:

$$St = \frac{V\rho d^2}{\eta l} k \quad , \quad (9.6)$$

სადაც V - ჰაერის ნაკადის სიჩქარე, ρ - ნაწილაკთა სიმკვრივე, d - მათი დიამეტრი, η - ჰაერის სიბლანტე, l - სისტემის მახასიათებელი სიგრძე, ხოლო k - მუდმივი სიდიდეა.

დადგენილია, რომ იმპაქტორის კასკადებში ნაწილაკთა განაწილება ზომების მიხედვით ლოგარითმულ - ნორმალურ კანონს ექვემდებარება. ამასთან, მიღებული სინჯების დამუშავება, რომელიც მიკროსკოპის საშუალებით წარმოებს, თითოეულ კასკადში ნაწილაკთა საშუალო ზომებისა და რიცხვის დადგენას ითვალისწინებს.

ნაწილაკთა რაოდენობის დადგენა, აგრეთვე, მიკროსკოპის ქვეშ სინჯის სხვადასხვა მონაკვეთის ფოტოგრაფირებითაც ხორციელდება, შემდგომ მათი რიცხვის დათვლის მიზნით. ამასთან, ნაწილაკთა რიცხვითი კონცენტრაციის გამოსათვლელად გამოიყენება ფორმულა:

$$n = \frac{aS}{Vb} \quad , \quad (9.7)$$

სადაც a - ნაწილაკთა საშუალო რიცხვია მიკროსკოპის ხედვის არეში, n - ოკულარის თითოეულ ბადეში, S - აეროზოლის კვალის ფართობი, b - მიკროსკოპის ხედვის, n - ოკულარის ბადის ფართობი, ხოლო V - გამოტუმბული ჰაერის მოცულობაა.

ამასთან აღსანიშნავია, რომ, მიუხედავად ჰაერში დანაწევრებული ნაწილაკების საკვლევი მახასიათებლების განსაზღვრის მიკროსკოპული მეთოდის საკმაოდ დიდი შრომატევადობისა, ის წარმოადგენს ერთადერთ პირდაპირ მეთოდს, რომლის საშუალებითაც, მიუხედავად მისთვის ჩვეული გაზომვის სუბიექტური ცდომილებისა, მიიღება უტყუარი შედეგები. სწორედ ამიტომაც ამ მეთოდის დახმარებით ხდება აღნიშნული კვლევებისათვის გამიზნული სხვადასხვა ავტომატიზირებული ხელსაწყოების დაკალიბრება.

ინერციული დალექვის პრინციპი გამოიყენება აგრეთვე სხვა ტიპის ხელსაწყოებშიც: იმპიურებში, ცენტრიფუგებში, კონიფუგებში და სხვ. მაგრამ მათ ვერ ჰპოვეს ფართო გამოყენება, ვინაიდან საკმაოდ დიდი შერჩევითი უნარიანობა გააჩნიათ აეროზოლების ზომების მიმართ და, ამასთან, რიგი სხვა უარყოფითი მხარეც ახასიათებთ.

ზემოგანხილულის გარდა, აგრეთვე, არსებობს სხვა მრავალი ხელსაწყო, რომელთა მოქმედება ფოტოელექტრულ პრინციპზეა დამყარებული. მათი ოპტიკური სქემა ნაწილაკების მიერ გაბნეული სინათლის ნაკადის ინტენსიობის გაზომვის სამ მეთოდზეა აგებული:

- ერთ-ერთ მათგანში გამოიყენება მოვლენა, რომლის დროსაც ნაწილაკების მიერ გაბნეული სინათლის ნაკადი ფოტოელექტრულ გამამრავლებლის ფოტოკათოდზე მაქსიმალურად შესაძლებელი ფართოსხეულოვანი კუთხიდან გროვდება.

- მეორეში კი, ნაწილაკების მიერ გაბნეული სინათლის ნაკადის ინტენსიობა ვიწროსხეულოვან კუთხეში, სინათლის სხივის გავრცელების ახლო არეში იზომება.¹⁰

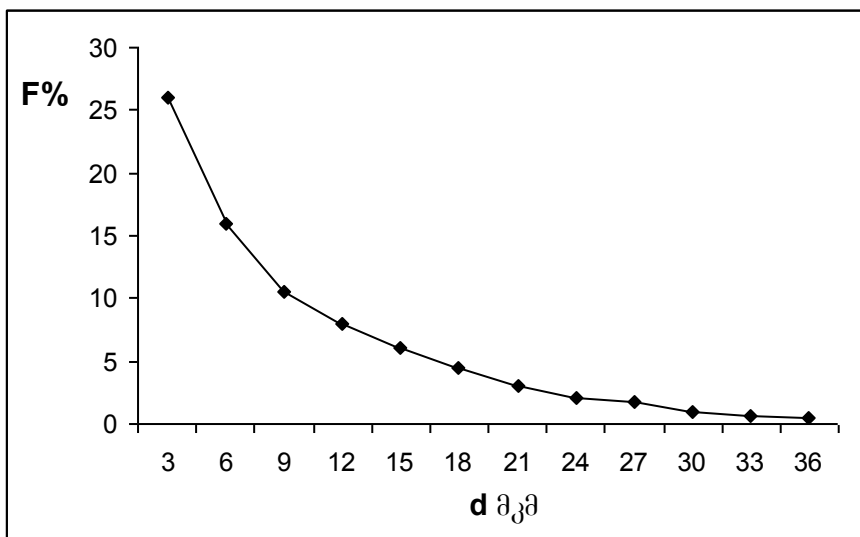
- აგრეთვე გამოიყენება მეთოდი, რომელშიც საკვლევი აეროზოლების მიერ გაბნეული სინათლის ნაკადი განათების მიმართულებასთან 90° კუთხით ხელსაწყოს ფოტოკათოდზე გროვდება.

ამ ხელსაწყოების ძირითადი ნაკლია: ნაწილაკების ზომების არჩევითობა; ქიმიური ანალიზის ჩატარების შეუძლებლობა; ხელსაწყოს გამოსავალზე მიღებული იმპულსისა და საკვლევი ობიექტის სიდიდეების ურთიერთდაკავშირების სიძნელე.

აღსანიშნავია, რომ აეროზოლების ნაწილაკთა შესასწავლად არსებული მეთოდები და ხელსაწყოები არ შეიძლება იქნენ მიხნეულნი უნივერსალურად, ვინაიდან თითოეული მათგანი იძლევა მხოლოდ გარკვეული სიდიდის ნაწილაკების ანალიზის საშუალებას. ამჟამად არ მოგვეპოვება ისეთი ხელსაწყო, რომელიც უზრუნველყოფდა ატმოსფერული მტვრის ნაწილაკების მთელი სპექტრის გაზომვებს. მიუხედავად ამისა, მათი დახმარებით შესაძლებელია დაკვირვებების წარმოება ატმოსფეროს გამტვრიანებაზე და აეროზოლური ნაწილაკების შესწავლა ზომების სხვადასხვა დიაპაზონში, რაც ატმოსფეროს გამტვრიანებაზე საჭირო ინფორმაციის მიღების საშუალებას იძლევა.

9.3.2. ბუნებრივ გარემოში აეროზოლურ ნაწილაკთა განაწილების ძირითადი მახასიათებლების მონიტორინგი

აღნიშნული საკითხის გაშუქების მიზნით, სამრეწველო ქალაქში, გამონაბოლქვთა წყაროებიდან სხვადასხვა მანძილებზე, ზომების მიხედვით გაანგარიშებული, ჰაერში დანაწევრებულ ნაწილაკთა ფარდობითი რიცხვების განაწილების კვლევის ერთ-ერთი სერიის გასაშუალოებული შედეგი ნახ.9.1 -ზეა მოცემული.



ნახ.9.1. ემისიების წყაროდან 2კმ დაშორებით, ზომების მიხედვით გამოთვლილი მტვრის ნაწილაკთა ფარდობითი რიცხვის განაწილება

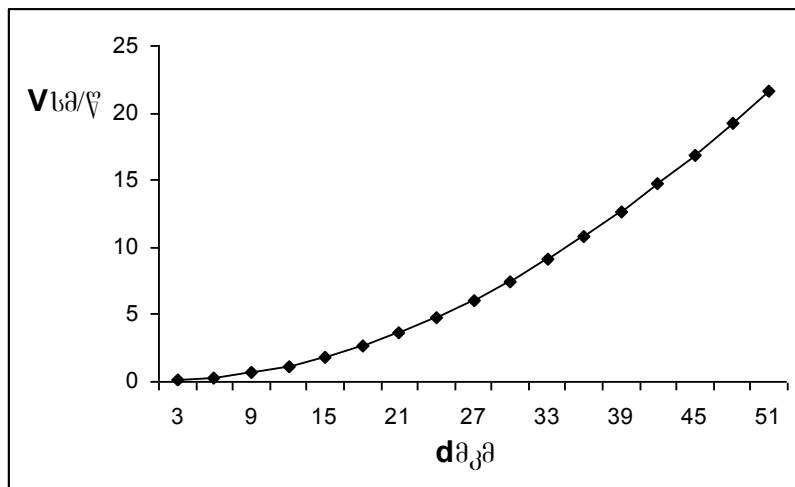
განსახილველ ნახაზზე d - ნაწილაკთა დიამეტრი, მკმ-ში, ხოლო $F_i\%$ - i ზომის ნაწილაკთა ფარდობითი რიცხვია, მათი ემისიების წყაროდან 2კმ მანძილის დაშორებით, რომელიც (9.8) ფორმულის დახმარებით არის გაანგარიშებული:

$$F_i = \frac{N_i}{N} 100\%, \quad (9.8)$$

სადაც N_i - i -ური ზომების დიაპაზონის ნაწილაკთა რიცხვი, ხოლო N - ყველა ზომის ნაწილაკთა საერთო რიცხვია.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, მტვრის ნაწილაკთა მაქსიმალური რაოდენობა, დაახლოებით 50%-ზე მეტი, 0-6 მკმ-ს ფარგლებში მდებარე დიამეტრის მქონე ნაწილაკებზე მოდის. ამასთან, ზომების მატებასთან ერთად მათი რიცხვი მკვეთრად ეცემა და საერთო ჯამის მხოლოდ მცირე ნაწილს შეადგენს.

ნახ. 9.1 - ზე მოცემული ნაწილაკებისათვის იქნა გაანგარიშებული მათი სედიმენტაციის სინქარეები სტოქსის (9.2) ფორმულის დახმარებით. ამასთან, მტვრის ნაწილაკთა სიმკვრივე, ტოლი $\rho = 2,782 \cdot 10^6$ გ/მ³ - ს, ქიმიური ანალიზის გზით იქნა განსაზღვრული. აღნიშნული გაანგარიშების შედეგებით ნახ. 9.2 - ზე მოცემული გრაფიკია აგებული.

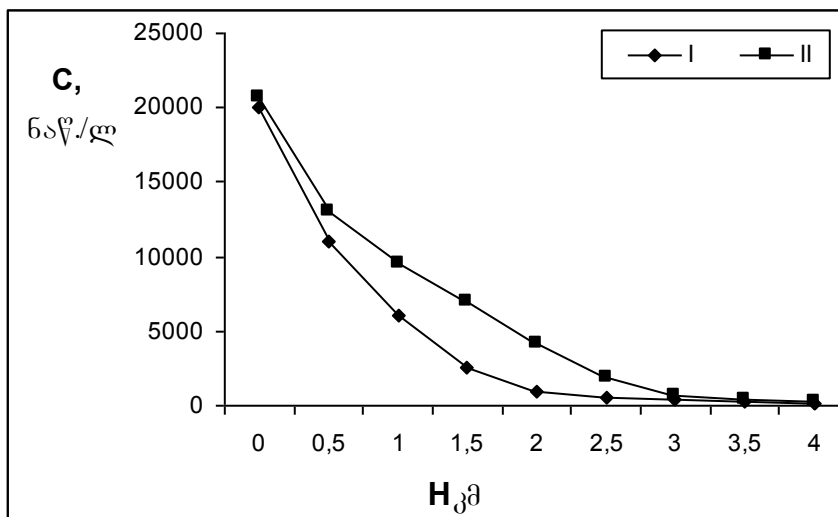


ნახ. 9.2. მტვრის ნაწილაკების სედიმენტაციის სინქარეები

როგორც განსახილველი ნახაზიდან ჩანს, ნაწილაკთა ზომების მატებასთან ერთად შესამჩნევად მატულობს მათი სედიმენტაციის სინქარეებიც. ამასთან, მინიმალური სინქარეები ნაწილაკთა 0-6მკმ ზომებისათვის აღინიშნება, რომელთა რიცხვი ჰაერში, ნახ.9.1 - ის თანახმად, მაქსიმალურს უტოლდება. ამრიგად, თეორიული გათვლებით იქნა დადასტურებული პრაქტიკული მასალებით მიღებული შედეგები.

იმპაქტორებმა, აგრეთვე, თვითმფრინავების დახმარებით დედამიწის ზედაპირიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე მტვრის ნაწილაკთა განაწილების კვლევებში ჰპოვეს ფართო გამოყენება..

აღნიშნული საკითხის გაშუქების მიზნით, იქნა ჩატარებული დედამიწის ზედაპირიდან ყოველ 500მ-ში, 4კმ-მდე, თვითმფრინავით მტვრის მინარევის სინჯების აღება, იმპაქტორის გამოყენებით ნახ.9.3.



ნახ.9.3. მტვრის ნაწილაკთა რიცხვითი კონცენტრაციების განაწილება ატმოსფეროში: I-სუსტი და II-ძლიერი ინვერსიების პირობებში

ამასთან, კვლევა ითვალისწინებდა სამრეწველო ქალაქის რაიონში მტვრის ნაწილაკთა რიცხვობრივი კონცენტრაციების განაწილების დადგენას, დედამიწის ზედაპირიდან სიმაღლის ცვლილებაზე და ატმოსფეროს სტრატოფიკაციაზე დამოკიდებულებით. ამ კვლევის გასაშუალოებული შედეგები ნახ.9.3-ის გრაფიკებზეა მოცემული.

როგორც კვლევის შედეგად მიღებული მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, სხვადასხვა სიმაღლეებზე აღებულ ატმოსფერული ჰაერის სინჯებში, მტვრის ნაწილაკთა რიცხვითი კონცენტრაციის განაწილება გაბატონებულ მეტეოროლოგიურ პირობებზეა დამოკიდებული. ამასთან, ტემპერატურულ ინვერსიებს მნიშვნელოვანი როლი გააჩნიათ.

ცნობილია, რომ ნორმალურ პირობებში, დედამიწიდან ტროპოსფეროს ზედა საზღვრამდე სიმაღლის ყოველი 100მ - ით მატებასთან ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურას, საშუალოდ, 0,6° კლების ხასიათი გააჩნია. მაგრამ, ხშირად, ჰაერის რომელიმე ფენაში ეს კანონზომიერება ირღვევა და ტემპერატურის კლების მაგივრად მისი მომატება შეინიშნება, ანუ ტემპერატურულ ინვერსიას აქვს ადგილი. ამასთან, თავისუფალ ატმოსფეროში ინვერსიების ფენების სიმძლავრემ შესაძლოა ასეულ მეტრებს მიაღწიოს.

აღსანიშნავია, რომ ტემპერატურული ინვერსიები ხელს უშლიან ჰაერის ნაკადების მიმოქცევას და სმოგის, ბურუსის, ნისლის, ღუბლების წარმოშობისა და მანვ მინარევთა დაგროვების ხელსაყრელ პირობებს ქმნიან. აქედან გამომდინარე, მტვრის ნაწილაკთა კონცენტრაციების განაწილება ინვერსიების არსებობის პირობებში იწვევს ინტერესს.

როგორც საანალიზო ნახ. 9.3 - დან ჩანს, მოცემულ კვლევებში ნაწილაკთა განაწილება ორ ჯგუფად დაიყოფა: პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება შემთხვევათა რიგი, რომელშიც ნაწილაკთა კონცენტრაციების განაწილება სიმაღლის მიხედვით ექსპონენციალურ კანონზომიერებას ექვემდებარება, კარგი მიახლოებით;

მეორეში კი - მოცემულია კონცენტრაციათა რიგი, რომელშიც მათი განაწილება, დაახლოებით, 3 კმ სიმაღლემდე მნიშვნელოვნად გადაიხრება აღნიშნულ კანონზომიერებიდან.

ნაწილაკთა კონცენტრაციების განაწილების პირველ ჯგუფში შემავალი სინჯების 40%-ს შეადგენენ სინჯები, რომელთა ალბისას აღინიშნებოდა 1-3 საათის ხანგრძლივობის სუსტი ინვერსიები.

მეორე ჯგუფს შეადგენენ სინჯები, რომელთა ალბისას, ძირითადად, აღინიშნებოდა რამდენიმე საათიდან - 3-ზე მეტი დღედამის ხანგრძლივობის ძლიერი ინვერსიები.

ნახაზიდან ჩანს, რომ უკანასკნელი ჯგუფის მონაცემებში 0-3კმ სიმაღლის ინტერვალში მტვრის ნაწილაკთა კონცენტრაციების შესამჩნევი მატება დაიკვირვება. ეს კი, განპირობებულია აღნიშნულ სიმაღლეებზე ჰაერის მასების ვერტიკალური განაწილების ხელისშემშლელ, ტემპერატურის ინვერსიების არსებობით, რითაც, თავის მხრივ, ჰაერის ამ ფენებში მინარევების დაგროვების პირობები იქმნება.

9.3.3. ატმოსფეროს გამტვერიანების კონტროლის მეთოდები

ატმოსფეროს გამტვერიანების კონტროლის მსოფლიო პრაქტიკაში მისი განსაზღვრა, ძირითადად, წონით ერთეულებში სრულდება. ეს განპირობებულია იმით, რომ წონითი მეთოდი მიღებულია სტანდარტულად და აღნიშნული გაზომვების წარმოებისას, მისი გამოყენება აუცილებელია. ამასთან, გამოიყენება ორი მიდგომა. ერთ-ერთი მათგანი, მტვრის სინჯის შეგროვების მეტად გავრცელებული, ასპირაციული მეთოდისაგან შედგება, ხოლო მეორე კი სედიმენტაციურ მეთოდს ემყარება.

აღსანიშნავია, რომ სედიმენტაციური ანალიზი ატმოსფეროს გამტვერიანების კონტროლის მეთოდების ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია, ვინაიდან მტვრის მინარევის მსხვილდისპერსიული ნაწილის შეგროვება, პრაქტიკულად, მხოლოდ ამ მეთოდის გამოყენებით ხდება.

შეგროვილი სინჯების შესაბამისი ანალიზის შემდეგ, მიიღება საჭირო ინფორმაცია ჰაერის ნაკადის დინებებზე, მტვრის მინარევის ქიმიურ შედგენილობაზე, მშრალ დალექვასა და ნალექებით მის ჩამორეცხვაზე ატმოსფეროდან და სხვ.

ატმოსფერული მტვრის წონითი კონცენტრაციების 20 წუთიანი გასაშუალოებული, დისკრეტული მნიშვნელობების მისაღებად, რაც განპირობებულია გარკვეული ჰიგიენური მოთხოვნებით, ფართოდ გამოიყენება ასპირაციული მეთოდი. იგი უკვე დიდი ხანია გამოიყენება პრაქტიკაში და წარმოადგენს ძირითად მეთოდს საიმედო შედეგების მისაღებად. ამასთან, არაპირდაპირ მეთოდებზე დაფუძნებული ყველა ასპირაციული პრინციპის გამოყენებით მოქმედი ავტომატური ხელსაწყოთა კალიბრება ამ მეთოდის დახმარებით წარმოებს.

ამის გარდა, ასპირაციული მეთოდის ღირსებას მიეკუთვნება აღებული სინჯების რეპრეზენტატიულობა და მათი დისპერსული, ქიმიური და სხვა ანალიზის ჩატარების შესაძლებლობა.

9.3.3.1. ატმოსფეროს გამტვერიანების კონტროლის ექსპრესმეთოდების მოქმედების პრინციპები

როგორც აღვნიშნეთ, ატმოსფეროს გამტვერიანების რეგულარული კონტროლის მიზნით, ასპირაციულ პრინციპზე დაფუძნებული მეთოდი გამოიყენება. ამასთან, საკვლევი ჰაერის გატუმბვისას ბოჭკოვანი ფილტრის გავლით, უკანასკნელზე მტვრის ნალექი მიიღება.

ჰაერის გაფილტვრამდე და გაფილტვრის შემდეგ ფილტრის წონათა სხვაობით განისაზღვრება მტვრის სინჯის წონა. მტვრის კონცენტრაცია კი - უკანასკნელის ფილტრში გასული ჰაერის მოცულობასთან შეფარდებით გაითვლება.

ამ მეთოდის ძირითად ნაკლს სინჯის აღების შრომატევადობა და ფილტრის ბევრჯერადი აწონვის აუცილებლობა შეადგენს. გარდა ამისა, სინჯის აღებასა და გაზომვის შედეგის მიღებას შორის არსებული დროითი მონაკვეთის დიდი წყვეტილობა ვერ უზრუნველყოფს საჭირო ინფორმაციის მიღების ოპერატიულობას.

ჯერჯერობით შეუძლებელია აღნიშნული მეთოდით მტვრის კონცენტრაციის პირდაპირი გაზომვის ავტომატიზირება. მაგრამ არსებობს მისი გაზომვის სხვადასხვა არაპირდაპირი ექსპრეს-მეთოდი, რომლებიც დაფუძნებულია ოპტიკურ, რადიომეტრულ, ელექტრონულ და სითბურ პრინციპებზე.

როგორც გამოკვლევებმა აჩვენა, ნაწილაკთა ელექტრული მუხტები და მტვრის თერმული თვისებები ყოველთვის არაა მისი წონის პროპორციული. ამიტომ, მტვრის ამ ფიზიკური თვისებების არაპირდაპირი გაზომვების სიზუსტე დამოკიდებულია აეროზოლების ნაწილაკთა მახასიათებლების ცვალებადობაზე. მაგალითად, მტვრის ელექტრიზაცია ჰაერის ტენიანობაზე და, განსაკუთრებით, მის ხნოვანობაზე დამოკიდებული. დროთა განმავლობაში მისი ელექტრული თვისებები ძლიერდება, ხოლო ტენიანობის მატებასთან კი - მცირდება. ამის გამო, გაზომვების პირობებზე დამოკიდებულებით, ყოველთვის იქმნება ხელსაწყოთა ხელახალი დაკალიბრების აუცილებლობა, რაც მის მნიშვნელოვან ნაკლს წარმოადგენს.

ცნობილია, რომ თერმოფერული ძალები, რომლებიც აეროზოლებისა და საკვლევი მოცულობის ჰაერის სათავსო გარემოს არათანაბარი გათბობით წარმოიქმნებიან, თერმოპრეციპიტაციორებში მტვრის კონცენტრაციის გასაზომად გამოიყენებიან. მაგრამ, 20 მკმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკთა შეგროვების მცირე ეფექტიანობის გამო, თერმოპრეციპიტაციამ პრაქტიკაში ვერ ჰპოვა ფართო გამოყენება. ამასთან, საკვლევი ჰაერის უმნიშვნელო მოცულობის გატუმბვის შედეგად, მიღებული სინჯები არარეპრეზენტატიულია. გარდა ამისა, ეს მეთოდი ითხოვს სინჯების შრომატევად დამუშავებას სასწორზე და მიკროსკოპის ქვეშ.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, ატმოსფეროს გამტვერიანების კონტროლის ავტომატური ხელსაწყოების შესაქმნელად ყველაზე უფრო პერსპექტიულად ფოტომეტრული და რადიომეტრული მეთოდები იქნა მიჩნეული.

9.3.3.2. ატმოსფეროს გამტვერიანების კონტროლის ფოტომეტრული მეთოდის ძირითადი პრინციპები

ფოტომეტრული მეთოდის გამოყენებისას ჰაერიდან ფილტრზე დალექილი მტვრის მიერ შთანთქმული და სითეთრის ეტალონში გასული სინათლის ნაკადის ურთიერთშეჯერება ხდება.

ბუგერ-ლამბერტ-ბერის კანონის თანახმად, მტვრის სინჯში და სუფთა ფილტრში გასული სინათლის ნაკადებს შორის (შესაბამისად, I და I₀) მართებულია ტოლობა:

$$I = I_0 e^{-k\ell} \quad , \quad (9.9)$$

სადაც k - სინათლის შთანთქმის კოეფიციენტი, ხოლო ℓ - მისი გზის სიგრძეა მოცემულ გარემოში.

აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება, როგორც უშფოთველ გარემოში საკვლევი მინარევის კონცენტრაციების უშუალო გაზომვისას, ისე, მტვრის სინჯის აღების შემდეგ, გამტვრიანებული ფილტრის ფოტომეტრირებისას.

გამტვრიანებული ფილტრის ოპტიკური სიმკვრივე განისაზღვრება განტოლებით:

$$D = \lg \frac{I_0}{I} \quad , \quad (9.10)$$

ან

$$D = \varepsilon \ell \quad , \quad (9.11)$$

სადაც $\varepsilon = 0,4343k$.

ფილტრზე დალექილი აეროზოლის მყარი წონა შემდეგი განტოლებით განისაზღვრება:

$$\Delta P = P - P_0 = S \ell \rho_g \quad , \quad (9.12)$$

სადაც P და P_0 - შესაბამისად, გამტვრიანებული და სუფთა ფილტრის წონებია, S და ℓ - შესაბამისად, ფილტრის გამტვრიანებული ნაწილის ფართობი და სისქეა, ხოლო ρ_g - მტვრის კუთრი წონაა.

მოცემული განტოლებებიდან გამომდინარეობს, რომ:

$$D = \varepsilon \frac{\Delta P}{S \rho_g} \quad . \quad (9.13)$$

ამრიგად, განსახილველი მეთოდით წონითი კონცენტრაციის მნიშვნელობა $q = \frac{\Delta P}{V}$ განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$D = \varepsilon \frac{Vq}{S \rho_g} \quad , \quad (9.14)$$

და იგი გვაძლევს:

$$q = \frac{1}{0,4343} D \frac{S \rho_g}{\kappa V} \quad , \quad (9.15)$$

სადაც V - ფილტრში გატუმბული საცდელი ჰაერის მოცულობითი რაოდენობაა.

მიუხედავად ფოტომეტრული მეთოდის რიგი უპირატესობისა, მან ვერ ჰპოვა ფართო გამოყენება პრაქტიკაში. ძირითადად ეს გამოწვეულია იმით, რომ ხელსაწყოს ჩვენებაზე მტვრის დისპერსიულობა და შეფერილობა ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას. ხოლო აქედან გამომდინარეობს ხელსაწყოს ხშირი კალიბრების აუცილებლობა.

რიგ შემთხვევაში აუცილებელია მაღალი კონცენტრაციების არსებობა. ხოლო რიგში კი, საჭიროა სინჯის ხშირი აღწერა ლაბორატორიულ პირობებში.

ატმოსფერული მტვრის კონცენტრაციის განსაზღვრისადმი უფრო მაღალი მოთხოვნების წაყენებისას, რადიომეტრული მეთოდის გამოყენებაა მიზანშეწონილი.

იგი ფოტომეტრული მეთოდის წინაშე იმ უპირატესობით სარგებლობს, რომ გაცილებით ნაკლებადაა დამოკიდებული მტვრის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე.

პრაქტიკაში ფართოდ იხმარება ხელსაწყოები, რომელთა მოქმედება, ნივთიერებაში დეტექტორის მიმართულებით β -ნაწილაკთა გავლისას, მათი შთანთქმის გაზომვას ემყარება.

როგორც ცნობილია, გამოსხივების წყაროსა და დეტექტორს შორის β -ნაწილაკთა შთანთქმა, ძირითადად, ნივთიერების ატომის გარსის ელექტრონთან მისი ურთიერთქმედებითაა გამოწვეული. აქედან გამომდინარე, ამ ნაწილაკთა შთანთქმა, უმთავრესად, საკვლევი ნივთიერების ერთეულის ტოლ ფართობზე მოსულ ელექტრონთა რიცხვზეა დამოკიდებული. რადგან ელექტრონთა რიცხვი ატომში დაახლოებით მისი მასის პროპორციულია, შეიძლება ჩათვალოს, რომ β -ნაწილაკთა შთანთქმა საკვლევი ნივთიერების ერთეულ ფართობზე მოსული

მასის ფუნქციაა. ამასთან, მტვრის ნივთიერებრივი შედგენილობის სირთულის უგულვებელყოფაა შესაძლებელი, ვინაიდან მიღებული შედეგები თითქმის არაა დამოკიდებული შემადგენელ ნივთიერებათა სიმკვრივეზე ან ატომურ წონაზე. ზოგიერთი გადახრები შეიძლება აღინიშნოს მძიმე და მსუბუქ ელემენტებს შორის ელექტრონთა რიცხვისა და ატომური წონის შეფარდების მნიშვნელობათა შესამჩნევი სხვაობისა და, აგრეთვე, ბირთვული გაბნევის მოვლენის შედეგად.

გამტვერიანების კონტროლის პრაქტიკაში კარგა ხანია ცნობილია რადიომეტრული მეთოდის გამოყენების პრინციპული შესაძლებლობანი.

სელიმენტაციური მეთოდი აეროზოლთა მყარი ფრაქციის სინჯების შეგროვების ერთ-ერთ უძველეს და უმარტივეს საშუალებას წარმოადგენს. მას ორი ნაირსახეობა გააჩნია:

- პირველ შემთხვევაში საკვლევი ჰაერი თავსდება გარკვეულ იზოლირებულ მოცულობაში, სადაც წარმოებს ნაწილაკთა დალექვა გრავიტაციული ძალის მოქმედებით. ამისათვის სხვადასხვა სელიმენტაციური უჯრედები გამოიყენება, რომელთა შორის ყველაზე ცნობილია ოუენსის მტვერსაზომი და გრინის სელიმენტატორი.

- მეორე შემთხვევაში ნაწილაკთა სელიმენტაცია უცნობი მოცულობის მქონე, შეუზღუდავი სივრციდან (ატმოსფეროდან) წარმოებს.

განსახილველი მეთოდით მიღებული შედეგები შეიძლება გამოისახოს მოცემული დროის განმავლობაში ერთეულ ფართობზე დალექილ ნაწილაკთა რიცხვში ან მათ წონაში. იგი ამჟამად ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში, ატმოსფეროს დაბინძურების განსაზღვრის შედეგების წონით ერთეულებში გამოსახვის მიზნით.

მეთოდის ძირითად ნაკლოვანებას სინჯის ასაღები მოწყობილობის საკმაოდ ხანგრძლივი ექსპონირება (რამდენიმე საათიდან რამდენიმე დღემდე) მიეკუთვნება, რომელიც ატმოსფეროში მტვრის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულია. გარდა ამისა, ნაწილაკთა წვრილდისპერსიული ფრაქციის დაჭერა საკმაოდ ძნელად ხორციელდება.

მიუხედავად აღნიშნულისა, დედამიწის ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული მტვრის რაოდენობის განსაზღვრის დიდი მნიშვნელობა, პრაქტიკაში ამ მეთოდის გამოყენების აუცილებლობას იწვევს. ამასთან, მისი გამოყენება გაცილებით მარტივია, ვიდრე ჰაერში მტვრის კონცენტრაციის განსაზღვრა ასპირაციული მეთოდით, რასაც სპეციალური აპარატურა სჭირდება.

კოლექტორით აღებული სინჯის შესაბამისი დამუშავების შედეგად შეიძლება ვიმსჯელოთ გარემოს დაბინძურების ისეთ მნიშვნელოვან მახასიათებლებზე, როგორებიცაა: - ატმოსფეროს საერთო გამტვერიანება; - რადიოაქტიური დაბინძურება; ქიმიური შედგენილობა; ჰაერის ნაკადით მტვრის ნაწილაკთა რეგიონალური და ტრანსსასაზღვრო გადატანების განსაზღვრის შესაძლებლობა და სხ.

9.3.3.3. მეტალური მიკრომინარეების განსაზღვრის ემისიური სპექტრო-ფოტომეტრიული და ატომურ-აბსორბციული მეთოდები

ატმოსფეროს ერთ-ერთი ძირითადი მინარევის - მტვრის კომპონენტის ქიმიური შედგენილობის ცოდნის დიდმა აუცილებლობამ მისი კვლევის მეთოდების შექმნა განაპირობა.

ატმოსფერულ მტვერში ლითონთა მიკრომინარეების კონცენტრაცია 10^{-10} - $6 \cdot 10^{-5}$ გ/მ ფარგლებში იცვლება. ამასთან, საანალიზო სინჯი ხშირად ძალიან მცირე სიდიდისაა, რომელიც რამდენიმე მილიგრამიდან მის მეასედ ნაწილს შეადგენს. ეს გარემოება მტვრის ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრისას დამატებით სიძნელეებს იწვევს, ვინაიდან ასეთ შემთხვევებში ქიმიური ანალიზის ჩვეულებრივი მეთოდები არაეფექტურნი არიან.

ნივთიერების შედგენილობის განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდებს შორის ემისიური სპექტრალური ანალიზის მეთოდებს უჭირავს მნიშვნელოვანი ადგილი. მათი საშუალებით სხვადასხვა შედგენილობისა და წარმოშობის ობიექტებში ნივთიერებათა ფართო წრის პირდაპირი განსაზღვრა და დროის მცირე მონაკვეთში მიკრომინარევთა შედგენილობაზე ოპერატიული ინფორმაციის მიღება არის შესაძლებელი.

ამასთან, ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად, ატმოსფეროს მინარევთა მიკროშედგენილობის ცვლილებების დადგენისა და მეტეოროლოგიური პირობების გათვალისწინებით საკვლევ ელემენტთა ტრანსსასაზღვრო გადატანის შეფასების საშუალებას ქმნის.

რიგ შემთხვევაში მინარევთა შედგენილობისა და კონცენტრაციების შესახებ უფრო ზუსტი ინფორმაციის მისაღებად, მათი ცვლილებების მიზეზების გამოვლენისა და პროგნოზირების დამუშავების მიზნით და სხვ., საჭიროა გექონდეს ანალიზის უფრო სრული მეთოდი. ამასთან დაკავშირებით, იქნა შემუშავებული აღნიშნული საკითხის კვლევის მეტად მგრძობი-

რე მეთოდი, რომელიც, პირველ რიგში, ითვალისწინებს, როგორც განსაზღვრის სიზუსტისა და მგრძობიარობის ამადლებას, ისე ატმოსფეროს დაბინძურების კონტროლის პრაქტიკაში მის მარტივად გამოყენებას.

ანალიზის უფრო მაღალი სიზუსტით ჩატა მოითხოვს წინასწარ ოპერაციებს ფონის გაელენის ასაცილებლად. ამ მიზნით შეიძლება გამოყენებული იქნას საანალიზო ნიმუშების ქიმიური დამუშავების მეთოდები, რომლებიც წინასწარ კონცენტრირებასა და ძირითადი კომპონენტებიდან მცირე ელემენტთა კვალის მოცილებას შეიცავენ.

დღეისათვის შემუშავებულია ელემენტთა კონცენტრირების რიგი მეთოდი ხელატწარმოქმნელი სორბენტების გამოყენებით, რომლებიც სულ უფრო მეტ გამოყენებას პოულობენ ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების კვლევის პრაქტიკაში.

აღსანიშნავია, რომ სორბციული კონცენტრირებისა და დაყოფის მიზნით გამოყენებული პრაქტიკული მიდგომები საკმაოდ მარტივებად ხასიათდებიან და, იონთა ცვლის მეთოდებში ხმარებული, კონცენტრირებისა და დაყოფის ხერხების მსგავსნი არიან. ამასთან, ამ ოპერაციების შესრულების ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სორბენტის სწორად შერჩევაზე, მის მომზადებაზე გამოსაყენებლად, სამუშაოს შესრულების ხერხებისა და პროცესების მსვლელობის პირობების შერჩევაზე და, ასევე, ელემენტთა კონცენტრირებისა და დაყოფის შემდეგ მათი განსაზღვრის მეთოდებზე. რიგ შემთხვევაში მიკროელემენტების ჯგუფური კონცენტრირების ამოცანა ისმევა, მათი მაკროკომპონენტებიდან გამოყოფით. ამასთან, უკანასკნელ პროცესს მთლიანად ან ნაწილობრივ ასრულებენ, იმაზე დამოკიდებულებით, თუ როგორი მეთოდი არის ნავარაუდვეი კონცენტრირებული მიკროელემენტების განსაზღვრის მიზნით.

ვინაიდან ხელატწარმოქმნელ სორბენტებს შეუძლიათ ურთიერთქმედება რამოდენიმე ან მრავალ ქიმიურ ელემენტებთან, სხვადასხვა ელემენტების კონცენტრირებისა და დაყოფის მიზნით იხმარება ერთი და იგივე სორბენტი.

ხელატწარმოქმნელ სორბენტზე მიკროელემენტების კონცენტრირების შენდევ მათი განსაზღვრა სხვდასხვა მეთოდით არის შესაძლებელი, მათ შორის ატომურაბსორბციულით, რომელიც ანალიზური ქიმიის ერთ-ერთ წამყვან მეთოდად არის მიჩნეული.

ამრიგად, კვლევის შედეგების მაღალი სიზუსტით მიღების მიზნით საჭიროა ბუნებრივი გარემოს ობიექტების სინჯებში მძიმე ტოქსიკური ლითონების მინარევების გამოყოფა ხელატწარმოქმნელი ბოტკოვანი სორბენტის POLIORGS-VII M-ის დახმარებით და შემდეგ მათი კონცენტრაციების განსაზღვრა ატომურ-აბსორბციული მეთოდით. ამასთან, მეთოდის მაქსიმალური ცდომილება 10-15% არ აღემატება.

როგორც ირკვევა, ოპერატიული ინფორმაციის მისაღებად, ატმოსფეროს ლითონური მიკრომინარევების ფართო სპექტრის ერთდროული განსაზღვრა ემისიური სპექტრო-ფოტომეტრიული მეთოდის გამოყენებითაა მიზანშეწონილი. ხოლო, მიღებული შედეგების დაზუსტება, ზოგიერთი პრაქტიკული და სამეცნიერო მიზნებისათვის, ატომურ-აბსორბციული მეთოდის გამოყენებით არის შესაძლებელი.

9.4. კავკასიის რაიონებში ატმოსფერული მტვრის მიკროელემენტური შედგენილობა

ატმოსფერული მტვრის მინარევის ქიმიური შედგენილობის შესწავლას, დიდი პრაქტიკული და მეცნიერული მნიშვნელობა გააჩნია. განსაკუთრებით ეს მტვრის

შემადგენლობაში შემავალი ლითონების ჯგუფს ეხება. დაბინძურების წყაროებიდან ამ მინარევების გავრცელების კანონზომიერების შესწავლას, ატმოსფეროში მათი კონცენტრაციების დონის განსაზღვრასა და ქვეფენილ ზედაპირზე მოსული რაოდენობის შეფასებას დიდი ეკოლოგიური, გეოფიზიკური, ჰიგიენური, ბიოლოგიური და სამეურნეო მნიშვნელობა გააჩნია. განსახილველი საკითხის გაშუქების მიზნით, კავკასიის სხვადასხვა რეგიონში ატმოსფეროდან ქვეფენილ ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული მტვრის მიკრომინარევთა შემცველობა იქნა შესწავლილი და შეფასებული. ამასთან, დედამიწის ზედაპირზე მოსული აეროზოლების სინჯების შეგროვება ხორციელდება სედიმენტაციის მეთოდის დახმარებით, ხოლო მიღებულ სინჯებში მიკრომინარევების განსაზღვრა კი, სრულდებოდა ამ მიზნებისათვის შემუშავებული ემისიური სპექტრალური ანალიზის მეთოდის გამოყენებით.

ცხრილი 9.5. კავკასიის რაიონებში ქვეფენილ ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული მტვრის სინჯებში ლითონური მიკრომინარევების შემცველობა % -ში

2	სინჯების შეგროვების პუნქტები
---	------------------------------

	საქართველო			აზერბაიჯანი		სომხეთი		კოლგოვრადი	სტრახანი	დოსტოვი	ჩრდ.კავკასია
	ქალაქი	ზღვისპირა	საქართ. მთიანი	ქალაქი	აზერბ. მთიანი	ქალაქი	სომხეთი მთიანი				
Si	10,1	16,7	15,4	15,8	13,1	9,2	3,6	15,2	16,1	16,7	30,6
Ca	8,9	12,9	31,8	13,4	13,1	29,3	16,0	14,0	13,6	7,7	13,9
Al	2,8	5,7	5,8	2,9	2,1	3,2	2,4	2,5	5,9	2,8	2,7
Mg	3,0	3,3	1,9	3,8	3,5	2,3	5,9	3,5	5,9	1,4	3,1
Fe	2,3	2,4	3,9	1,0	1,1	1,4	1,2	1,5	3,4	2,8	0,8
Mn	0,4	0,2	0,7	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1	0,1
Sr	0,4	0,2	0,2	0,8	0,5	0,8	0,6	0,2	0,2	0,1	0,2
Ti	0,4	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,03	0,2	0,3	0,3	0,2
Ni	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,04	0,001
Pb	0,04	0,02	0,04	0,02	0,09	0,02	0,02	0,03	0,06	0,03	0,02
Cr	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	-	0,01	0,03	0,03	0,01
V	0,01	0,01	0,01	0,003	0,003	0,004	-	0,003	0,004	0,01	0,004
Zr	0,02	0,003	0,06	0,02	0,003	0,1	-	0,03	0,01	0,01	0,03
Sn	0,01	0,01	0,01	0,003	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01
Ag	0,01	0,001	0,001	0,001	0,003	-	0,0002	0,001	0,006	0,001	-
Ga	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	-	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001
Be	0,001	0,0003	0,0004	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002	-	0,0001	0,0004	-

მოცემული მეთოდი ეყარება პლატინის ათსაფეხურიანი შემასუსტებლის გამოყენებას, რომლის საშუალებითაც სპექტრალური ხაზების ინტენსიობა მცირდება საფეხურებით, თავდაპირველი სიდიდიდან სამი რიგით. საანალიზო სინჯებში ელემენტების კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით, სპექტრალური ხაზები შემასუსტებლის ამა თუ იმ რაოდენობის საფეხურზე აღწევენ და სპექტროგრამაზე ინტენსიობის თანდათანობით შემცირებულ მონაკვეთებად იყოფიან. მეთოდის ფარდობითი ცდომილება 30%-ს არ აღემატება, ხოლო მგრძობიარობა, ელემენტების ფართო წრის განსაზღვრისას (40 ელემენტამდე), 10^4-10^7 გ-ს შეადგენს. აღნიშნული კვლევების ზოგიერთი გასაშუალოებული შედეგები ცხრ.9.5-შია მოცემული.

როგორც ცხრ.9.5-ის მონაცემები გვიჩვენებენ, განსახილველი რეგიონის სხვადასხვა ადგილებში მტვრის ერთი და იგივე მიკრომინარევის შემცველობა პრაქტიკულად ერთნაირი ხარისხისაა, ხოლო დელამიწის ზედაპირზე მოსული მათი აბსოლუტური რაოდენობები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან სინჯების ადების ადგილმდებარეობისაგან დამოკიდებულებით (ცხრ.96).

მაგალითად, ცხრ.9.6-ში მოტანილი გასაშუალოებული მნიშვნელობებით შეგვიძლია დავასკენათ, რომ საქართველოს სამრეწველო ქალაქებში ამ მინარევის ატმოსფეროდან მოსული რაოდენობა მნიშვნელოვნად აღემატება ზღვისპირა და მთიან რაიონებში აღრიცხულ მათ სიდიდეებს. ამაზე განსახილველი ცხრილის ბოლო ორ სვეტში, შესაბამის მონაცემთა შეფარდებების სახით, მოტანილი შეფასებები მეტყველებენ საკმაოდ მკაფიოდ.

ზემომოცემულიდან კარგად ჩანს, რომ ატმოსფერული მტვერი ქიმიური ელემენტების საკმაოდ ფართო სპექტრს შეიცავს, რაც მისი მიკროსტრუქტურის სირთულეზე მეტყველებს. გარდა ამისა, სხვადასხვა რეგიონებიდან მიღებული სინჯების, მიახლოებით, მსგავსი ქიმიური შედგენილობა (ცხრ.9.5), სამრეწველო წარმოშობის მტვრის ნაწილაკების ჰაერის ნაკადით ერთი ქვეყნიდან მეორეში, ტარანსასაზღვრო, გადატანის არსებობაზე მიუთითებს. ეს კი, აღნიშნული პროცესების შედეგად, ატმოსფერული ჰაერისა და ქვეყნილი ზედაპირის ფიზიკურ-ქიმიური და სხვ. თვისებების ფართომასშტაბურ ცვლილებების შესაძლებლობაზე მეტყველებს.

ცხრილი 9.6. საქართველოს რაიონებში ქვეყნილ ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული მტვრის მიკრომინარევის შემცველობა, ტ/კმ²წლ

სინჯების ადების პუნქტები	ქალაქი/	ქალაქი/
--------------------------	---------	---------

მინარევეები	ქალაქი	ზღვისპირარ-ბი	საქ. მთიანი რ-ბი	ზღვ.პირა	საქ.მთი.
Si	14,1	11,7	6,2	1,2	2,3
Ca	12,5	9,0	12,7	1,4	1,0
Al	4,0	4,0	2,3	1,0	1,7
Mg	4,2	2,3	0,8	1,8	5,3
Fe	3,2	1,7	1,6	1,8	2,0
Mn	0,6	0,1	0,3	6,0	2,0
Ti	0,6	0,1	0,1	6,0	6,0
Sr	0,6	0,1	0,1	6,0	6,0
V	0,01	0,01	0,004	1,0	2,5
Cr	0,01	0,01	0,01	1,0	1,0
Zr	0,03	0,002	0,02	15,0	1,5
Pb	0,06	0,01	0,02	6,0	3,0
Ag	0,01	0,001	0,0004	10,0	25,0
Sn	0,01	0,01	0,004	1,0	2,5
Ni	0,04	0,01	0,01	4,0	4,0
Ga	0,004	0,001	0,001	4,0	4,0
Be	0,002	0,0002	0,0002	10,0	10,0

ზემოაღნიშნულთან ერთად, შესრულებულ კვლევათა შედეგები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ მძიმე ლითონების შემცველობა ნიადაგში იქმნება ბუნებრივი წარმოშობის “ფონისა” და სამრეწველო რაიონებიდან ჰაერის ნაკადით გადმოტანილი და, დალექვის შედეგად, ნიადაგში დაგროვილი სამრეწველო გამონაბოლქვების პროდუქტებისაგან. ამასთან, ატმოსფეროდან ქვეყნილ ზედაპირზე ლითონური მინარევეების მოსვლა შესაძლებელია, როგორც ნალექების მიერ ჩამორეცხვით, ისე მათი “მშრალი” დალექვის შედეგად.

X. გლობალური ეკოლოგიური მონიტორინგის ასპექტები

10.1. გლობალური კლიმატის ცვლილებაზე ატმოსფეროს დაბინძურების ეფექტების თავისებურებანი

ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენით გამოწვეული კლიმატური ცვლილებების ესწავლა ჯერ კიდევ გასული საუკუნის დასაწყისში გერმანელი მეცნიერის რ. ჰეიგერის მიერ იყო წამოწყებული, რომელმაც მიკროკლიმატისა და ქალაქის კლიმატის ცნებები შემოიღო. ხოლო, დაახლოებით, 1930 წლიდან, კლიმატზე გლობალური ზემოქმედების შესაძლებლობის საშიშროებაზე იქნა მითითებული. სხვადასხვა რეგიონის კლიმატი ურთიერთკავშირშია და ისინი არა მარტო ლოკალურ, არამედ მაკრომასშტაბურ ფარგლებშიც განიცდიან ანთროპოგენურ ზემოქმედებას.

ამრიგად, მომავალი კლიმატი ბევრადაა დამოკიდებული როგორც ბუნებრივ, ისე ანთროპოგენურ ფაქტორებზე. მეტიც, თანამედროვე ადამიანი ლოკალურ და რეგიონალურ მასშტაბებში ცვლის კლიმატს და არსებობს სერიოზული გამოკვლევები ამ მოვლენის გლობალური ხასიათის შესახებ აღნიშნული, უმთავრესად, ნახშირორჟანგისა და მტვრის კონცენტრაციების და ადამიანის სხვადასხვა სამეურნეო საქმიანობის დროს გამოყოფილი სითბური ენერჯის მატებითაა განპირობებული. უკანასკნელს, მსხვილ ქალაქებსა და სამრეწველო რაიონებში გამთბარი შენობების, ქუჩებისა და მოედნების ასფალტის სახით არსებული სითბოს დამატებითი წყაროები ერთვის, რაც ადგილობრივი სითბური “კუნძულების” არსებობას განაპირობებს. ამის შედეგად ჰაერის ტემპერატურა ქალაქებში მნიშვნელოვნად აღემატება მათ სიდიდებს გარეუბნებსა და მიმდებარე რაიონებში.

უკანასკნელი წლების განმავლობაში ნახშირორჟანგის გავლენა პლანეტის კლიმატზე მეცნიერთა ფართო მსჯელობის საგანს წარმოადგენს. ცნობილია, რომ ეს გავლენა გამოიხ-

ატება ე.წ. “სათბურის ეფექტის” წარმოქმნაში, რის შედეგად მნიშვნელოვანი ზემოქმედება ხდება ჰაერის გლობალური ტემპერატურის მატებაზე.

სხვადასხვა მოდელის დახმარებით, რიგი მეცნიერის მიერ წარმოებული შეფასებები მეტეველებენ იმაზე, რომ ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის 2-დან 25%-მდე მატების შედეგად პლანეტის საშუალო ტემპერატურა 0,5-2,5⁰C-ით გაიზრდება. ხოლო ამ მინარევის არსებული კონცენტრაციის გაორკეცებისას, რასაც 2100 წლისათვის უნდა ველოდოდ, ხსენებული ტემპერატურის მატება 1,5-6⁰C-ს მიაღწევს.

ნახშირორჟანგის მინარევისაგან განსხვავებით, აეროზოლების კონცენტრაციების მატება ატმოსფეროში ტროპოსფეროსა და ქვეფენილი ზედაპირის ჰაერის გაცივებას იწვევს. არსებული კვლევების შედეგებმა შექმნა საერთო აზრი იმის თაობაზე, რომ მტვრის კონცენტრაციის მომატებამ ატმოსფეროში ჩვენი პლანეტის გაცივების პროცესები შეიძლება გამოიწვიოს. დადგენილია, რომ ატმოსფეროს გამტვრიანების მატება იწვევს პლანეტარული ალბედოს ზრდას, რაც, თავის მხრივ, მზის შთანთქმული რადიაციისა და, მაშასადამე, საშუალო გლობალური ტემპერატურის შემცირებას განაპირობებს.

გამოკვლევებმა გამოავლინა, რომ 1950-1970 წლებში ანთროპოგენური აეროზოლების კონცენტრაციების მატებამ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, საშუალო გლობალური პირობებისთვის, პირდაპირი რადიაცია დაახლოებით 6%-ით, ხოლო ჯამური რადიაცია 0,5%-ით შეამცირა. აღნიშნულია, რომ ჯამური რადიაციის ასეთი შემცირება, შთანთქმის ეფექტის გათვალისწინებით, მიწისპირა საშუალო გლობალური ტემპერატურის, დაახლოებით, 0,5⁰C-ით შემცირებას იწვევს. ამან კი, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ჰაერის ტემპერატურა, დაახლოებით, 0,3⁰C-ით შეამცირა.

მაგრამ ატმოსფეროს დაბინძურების გავლენა უფრო მწვავედ ქალაქებისა და მისი გარეუბნების კლიმატზე აღინიშნება.

ნახშირორჟანგისაგან განსხვავებით, გამტვრიანების მატება არა მარტო მოსული რადიაციის ცვლილებებს იწვევს, არამედ იგი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს რეგიონულ მასშტაბებში ნალექების წარმოქმნის პროცესებზე და მათ რეჟიმზე, ნისლიანობის განმეორადობაზე და ღრუბლიანობაზე.

ურბანიზაციის გავლენით რიგი მეტეოროლოგიური ელემენტების განმეორადობის ცვლილებების კვლევის შედეგები საშუალებას იძლევიან დავასკვნათ, რომ ამინდის გაუარესების სისწირის მკვეთრი მატება ძირითადად გამოწვეულია ატმოსფეროს დაბინძურების ნეგატიური გავლენით. მაგალითად, ქ. ბომბეიში (ინდოეთი) და მის შემოგარენში მრეწველობის სწრაფ ზრდას ნალექების, დაახლოებით, 15% მატება მოჰყვა, ხოლო აშშ-ს ქალაქების სენტლუისის, ჩიკაგოს, კლივლენდის, დეტროიტის, ვაშინგტონის, ჰიუსტონის, ინდიეპოლისის, ტალსისა და ნიუ-ორლეანის ქარზურგა რაიონებსა და შემოგარენში ნალექების წლიურმა ჯამმა 5-30%-ით მოიმატა. ამასთან, 15-30%-ით გაიზარდა ელჭექიან და სეტყვიან დღეთა რიცხვიც. გარდა ამისა, ატმოსფეროს მძლავრი დაბინძურების სამრეწველო წყაროების გავლენა ამინდზე, მათგან ქარის მიმართულებით 500კმ-ის დაშორებითაც კი აღინიშნება.

ამრიგად, ნათელია, რომ ქალაქების საჰაერო აუზის დაბინძურებით გამოწვეული კლიმატის ლოკალური და რეგიონული ცვლილებები სულ უფრო მატულობენ და ღებულობენ მრავალსახოვან ხასიათს, რაც მის კვლევას აქტუალურ პრობლემად ხდის.

10.2. ატმოსფეროს გლობალური გამტვრიანების შეფასების ძირითადი მეთოდები

ატმოსფეროს გლობალური გამტვრიანების უშუალო შესწავლა მნიშვნელოვან სიძნელეებთანაა დაკავშირებული. ეს გამოწვეულია ძირითადად იმით, რომ მტვრის კონცენტრაციისა და მისი დედამიწის ზედაპირზე მოსული რაოდენობის გაზომვის მასალები ატმოსფეროს გამტვრიანების გლობალური ეფექტების შეფასების საშუალებას არ იძლევიან, ვინაიდან მიწისპირა გაზომვები, ძირითადად, ლოკალური ფაქტორებითაა განპირობებული.

სიმაღლის მიხედვით აეროზოლების განაწილების მასალები, განსაკუთრებით კი მათი წონითი სიდიდეების შესახებ, ძალზე მწირია, ხოლო გაზომვის სიზუსტე დაბალი მნიშვნელობისაა. ამიტომ, ატმოსფეროს გლობალური გამტვრიანების შესასწავლად ატმოსფეროს ვერტიკალურ სვეტში აეროზოლების ინტეგრალური შემცველობის განსაზღვრის არაპირდაპირ მეთოდებს ენიჭებათ დიდი მნიშვნელობა. ატმოსფეროს ელექტროგამტარობის გაზომვა ერთ-ერთ ასეთ მეთოდს წარმოადგენს.

ცნობილია, რომ $2 \cdot 10^{-3} - 10$ მკმ ზომების ნაწილაკთა რაოდენობის მატება ატმოსფეროში მის ელექტროგამტარობას უნდა ამცირებდეს. ამასთან დაკავშირებით, მე XX-ე საუკუნის დასაწყისში (1910-1929წწ) და 1967 წელს, დედამიწის ორივე ნახევარსფეროში; ატლანტის, ინდოეთისა და წყნარი ოკეანეების სხვადასხვა რაიონში ატმოსფერული ჰაერის გამტარობის გაზომვათა შედეგების ურთიერთშედარების მონაცემები იმსახურებენ განსაკუთრებულ ყურადღებას. ამ მონაცემების შეპირისპირებით, ჩრდილო ატლანტაში და ინდოეთის ოკეანეში, განსახილველ პერიოდში, ჰაერის გამტარობის შემცირება 20 და 40%-ით, შესაბამისად, იქნა გამოვლენილი. ამასთან, ჰაერის ელექტროგამტარობა ჩრდილო ატლანტაში 40%-ით ნაკლები აღმოჩნდა ვიდრე წყნარი ოკეანეს სამხრეთ ნაწილში. გარდა ამისა, ადამიანის მოღვაწეობასთან დაკავშირებული, ატმოსფეროს დაბინძურების მძლავრი წყაროების ქარზურგა მხარეებში ჩატარებული გაზომვების შედეგები საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ ისეთი არეების არსებობაზე, სადაც პირველი გაზომვებიდან 50 წლის შემდეგ ჰაერის გამტარობა 2-3 ჯერ შემცირდა. ასეთი არეებია: ჩრდილო ატლანტა, აშშ-დან ჩრდილო-აღმოსავლეთით; იაპონიიდან აღმოსავლეთით მდებარე, წყნარი ოკეანეს ჩრდილოეთი ნაწილი და აზიის კონტინენტიდან სამხრეთით მდებარე, ინდოეთის ოკეანეს ჩრდილოეთი ნაწილი.

წარმოდგენილი მონაცემები მოწმობენ იმაზე, რომ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში აეროზოლების ბალანსი მნიშვნელოვნად მატულობს და ამაში, ძირითადად ადამიანის სულ უფრო გაძლიერებული სამეურნეო მოღვაწეობის შედეგად, მთავარი როლი კონტინენტს ეკუთვნის.

კარგადაა ცნობილი, რომ ატმოსფეროს მტვრის მინარევით დაბინძურების შეფასებისას, დედამიწის ზედაპირამდე მოღწეული სხივური ენერგიის რაოდენობის ცვლილება, როგორც ატმოსფეროს გამტვრიაების ფუნქცია, მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს. ეს განპირობებულია ხილვადი სინათლის ტალღის სიგრძის ზომის მტვრის ნაწილაკების მიერ დედამიწის ზედაპირამდე მოღწეული სხივური ენერგიის რაოდენობის შემცირებით, მათი გაბნევის შედეგად. გარდა ამისა, აღნიშნული ნაწილაკები გრძელტალღიან, ინფრაწითელ გამოსხივებაზეც ახდენენ გარკვეულ გავლენას.

მზის რადიაციაზე მრავალწლიურ დაკვირვებათა მასალის გამოყენებით, რიგ მეცნიერთა მიერ შესრულებულია ატმოსფეროს გლობალური გამტვრიალების შეფასება. აღნიშნულ გამოკვლევებში მოცემულია ატმოსფეროს რადიაციულ და თერმულ რეჟიმზე აეროზოლთა გავლენის შეფასებების რაოდენობრივი კრიტერიუმები. მაგრამ, მათ მიერ მიღებული შედეგების ინტერპრეტაციაში გარკვეული სიძნელეები აღინიშნება. ისინი, უმთავრესად, დაკავშირებულია გამოყენებულ ფორმულებში, როგორც წესი, მხოლოდ ერთი ინტეგრალური პარამეტრის, მაგალითად, ატმოსფეროს გამჭვირვალობის კოეფიციენტის ან სიმღვრივის ფაქტორის არსებობით. ამასთან, რადიაციული გადატანის ძირითადი განმსაზღვრელი სუბსტანციის-აეროზოლებისა და წყლის ორთქლის გავლენათა დაყოფაც კი მნიშვნელოვან სიძნელეებს იწვევს. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ მყარი აეროზოლებისათვის მნიშვნელოვანი გაბნევა, ხოლო წყლის ორთქლისა და გაზებისათვის კი, რადიაციის შტანტქმაა დამახასიათებელი. თუ განვიხილავთ მონაცემებს მხოლოდ გაბნეულ რადიაციაზე, რომელიც ატმოსფერულ მტვერთანაა შედარებით უფრო მჭიდროდ დაკავშირებული, ამ შემთხვევაშიც კი მხოლოდ ერთი ინტეგრალური პარამეტრის მოძიების შესაძლებლობა გვექნება. ამასთან, პირდაპირსა და გაბნეულ რადიაციებზე ერთდროულ დაკვირვებათა მონაცემების განხილვა, გამბნევი და შთანთქმელი კომპონენტების როლის შეფასებისა და დაყოფის უფრო უკეთეს შესაძლებლობას ქმნის.

ამრიგად, შეგვიძლია დავასკვნად, რომ პირდაპირი და გაბნეული რადიაციების თანაფარდობათა შესახებ მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავების შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ატმოსფეროს სითბური რეჟიმისა და მასში რადიაციის გამბნევი და მშთანთქმელი სუბსტანციების შემცველობის შესაფასებლად.

აღნიშნული თანაფარდობა, აგრეთვე, შეიცავს ინფორმაციას, რომელიც სისტემის დედამიწა-ატმოსფერო საერთო გაცივებაზე ან დათბობაზე მოქმედი ეფექტების შეფასების საშუალებას იძლევა.

10.3. გლობალური კლიმატის ცვლილებაზე სათბურის აირების ზემოქმედების აქტუალური საკითხები

ატმოსფერული ნახშირორჟანგი, მინის ან ცელოფანის ფენის მსგავსად, მზის მოკლეტალღიან გამოსხივებას დაუბრკოლებლად ატარებს, ხოლო დედამიწიდან არეკვლილ სითბურ-გრძელტალღიან გამოსხივებას აკავებს. აღნიშნული მოვლენა, რომელიც “სითბური” ან “სათბური ეფექტის” სახელწოდებითაა ცნობილი, უშუალოდ ატმოსფეროს სითბურ ბალანსზე ახ-

დენს ზემოქმედებას. ამრიგად, დედამიწიდან არეკვლილი გრძელტალღიანი სითბური სხივების შეკავების შედეგად დედამიწის ატმოსფერო, როგორც მოდელური გაანგარიშებებით დასტურდება, დათბობას განიცდის. ამასე თანამედროვე მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მასალებიც მეტყველებენ.

ატმოსფერო ბუნებრივ პირობებში მთლიანად $5,6 \cdot 10^{19}$ ტ ნივთიერებას შეიცავს, რომელიც აირების, წყლის ორთქლის და სხვა აეროზოლური ნაწილაკებისაგან შედგება. მათი 98% დედამიწის ზედაპირიდან 30 კმ სიმაღლემდე მდებარეობს. ხოლო ატმოსფეროს მთელი მასის ნახევარზე მეტს მისი ქვედა 5-6 კმ ფენა შეიცავს. ამ არეში აირები კარგადაა შერეული და ძირითადად აზოტისაგან (მშრალი ატმოსფეროს 78%), ჟანგბადისაგან (21%), არგონისაგან (0,94%) და ნახშირორჟანგისაგან (0,03 %) შედგება. გარდა ამისა, ატმოსფერო, აგრეთვე, სხვა აირების მიკრომინარევეებს და აეროზოლურ ნაწილაკებს შეიცავს.

მაგრამ დედამიწის ატმოსფერო ყოველთვის ასეთი არ იყო. მისი ფორმირება, დაახლოებით, 4500 მილიონი წლის უკან დაიწყო და, დაახლოებით, 2000 მილიონი წლის შემდეგ, მწვანე მცენარეულობათა, ფოტოსინთეზისა და ცხოველთა სამყაროს წარმოქმნის შედეგად, ნახშირორჟანგი, წყლის ორთქლთან ერთად, ატმოსფეროს შემადგენლობაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს, როგორც დედამიწის სითბოს მარეგულირებელი აირი. თანამედროვე გამოკვლევებით დადგინდა, რომ, დაახლოებით, უკანასკნელი 200 ათასი წლის განმავლობაში ამ აირის კონცენტრაცია ატმოსფეროში მოცულობის ერთეულის $180 \cdot 10^{-6}$ -დან $290 \cdot 10^{-6}$ ნაწილამდე მატულობდა, რომელსაც მან მე-XVIII საუკუნის ბოლოსათვის მიაღწია. ამასთან შესაბამისად, დაახლოებით, $(-6,5) - 0,2^{\circ}\text{C}$ ფარგლებში იცვლებოდა ჰაერის საშუალო გლობალური ტემპერატურაც. უნდა ითქვას, რომ ეს ცვლილება არც თუ ისე გამართულად მიმდინარეობდა. ამ პერიოდის განმავლობაში ხშირი იყო CO_2 -ის კონცენტრაციების მომატებისა და შემცირების ტენდენციების არსებობა, ჰაერის საშუალო გლობალური ტემპერატურის შესაბამისი ცვლილების თანხლებით.

აღსანიშნავია, რომ CO_2 არის მთავარი, მაგრამ არა ერთადერთი სათბურის ეფექტის წყარო, ანუ დედამიწის სითბოს მარეგულირებელი აირი თანამედროვე ატმოსფეროში. ადამიანთა გაძლიერებული სამეურნეო მოღვაწეობა უკანასკნელი საუკუნის განმავლობაში ატმოსფეროს შედგენილობის ცვლილების ძირითადი მიზეზი გახდა. ამასთან, ენერჯის წარმოებას და მის მოხმარებას ენიჭება მთავარი როლი. მსოფლიოში წარმოებული CO_2 -ის რაოდენობის 2/3-ზე მეტი, მეთანის ემისიის დაახლოებით 1/3 ნაწილი და აზოტის ქვეჟანგის ემისიების 85%-ზე მეტი ენერჯის სექტორზე მოდის. ხოლო ატმოსფეროს ქვედა ფენაში ოზონის მატების ძირითად წყაროდ ავტოტრანსპორტში ბენზინის წვის შედეგად გამოყოფილი აირებია მიჩნეული.

ცხრილი 10.1. სათბურის ეფექტის მქონე აირების მახასიათებლების მნიშვნელობები

მახასიათებლები	აირები			
	CO_2	CH_4	N_2O	O_3
ატმოსფეროში სიცოცხლის ვადა	50-200წლ	7-10წლ	150წლ	სთ-ბი - დღეები
სათბურ ეფექტში მონაწილეობა, %	53	13	6-7	8
კონცენტრაცია: წინაინდუსტრიული; მე XX-ე საუკ. ბოლოს	275ppmv 354ppmv	0,7ppmv 1,7ppmv	228ppbv 310ppbv	15ppbv 35ppbv

შენიშვნა: ppmv-მოცულობის ერთეულის 10^{-6} ნაწილი;
ppbv-მოცულობის ერთეულის 10^{-9} ნაწილი.

ცხრ.10.1-ში მოცემულია სათბურის აირების ზოგიერთი მახასიათებლები, რომლებიც წინაინდუსტრიულ პერიოდთან შედარებით (დაახლოებით, 1750წ), ამ აირების კონცენტრაციების მნიშვნელოვან მატებაზე მეტყველებენ. მაგალითად, ნახშირორჟანგის საშუალო წლიური კონცენტრაციის სიდიდემ ატმოსფეროში მე XX-ე საუკუნის ბოლოსთვის მოცულობის ერთეულის $354 \cdot 10^{-6}$ ნაწილის ტოლ სიდიდეს მიაღწია. ეს კი, განსახილველ პერიოდში ამ ნივთიერების, დაახლოებით, 30%-ით მატებაზე მეტყველებს, რაც, უმთავრესად, მსოფლიო ინდუსტრიის განვითარებით აიხსნება. ამასთან, აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ მნიშვნელოვნად მცირდება დედამიწაზე არსებული ტყისა და მინდვრის მწვანე საფარის ფართობები, რომლებიც CO_2 -ის შთანთქმის ერთ-ერთ ძირითად წყაროდ გვევლინება.

დადგენილია, რომ ყოველწლიურად ჰა ფართობის ფოთლოვანი ტყე CO₂-ის 2240 კგ, ხოლო მსოფლიოს მთელი მწვანე საფარი ყოველწლიურად 550-10⁹ ტ CO₂-ს შთანთქავს.

უნდა ითქვას, რომ ჯერ კიდევ არაა შემუშავებული საყოველთაოდ მიღებული საანგარიშო სქემა, რომელიც საშუალებას მოგვცემდა საკმარისი სიზუსტით შეგვეფასებინა ანთროპოგენური ზემოქმედებით გამოწვეული კლიმატის ცვლილებები. მიუხედავად ამისა, არსებული კვლევების შედეგებმა შექმნა საერთო აზრი იმის თაობაზე, რომ დედამიწა ამჟამად დათბობის პერიოდში იმყოფება. ამრიგად, როგორც ჩანს, უკანასკნელ საუკუნეებში ადამიანის მოღვაწეობის გააქტიურება ატმოსფეროს შედგენილობის ცვლილების ძირითადი მიზეზი გახდა. ხოლო ეს თანდათანობით, წლების განმავლობაში, ატმოსფეროს შემადგენელი აირებისა და მინარევების ახალი გლობალური ბალანსის წარმოქმნას უწყობს ხელს, რაც, თავის მხრივ, დედამიწის ახალ კლიმატურსა და ეკოლოგიურ რეჟიმს ქმნის.

10.4. ოზონის ხვრელი.

ოზონის ხვრელი - უკანასკნელ ათწლეულებში, სავარაუდოდ ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად, დედამიწის ატმოსფეროს ზედა ფენაში - სტრატოსფეროში, ოზონის კონცენტრაციის მკვეთრი შემცირების ფენომენი გაძლიერდა. ამ მოვლენამ მეცნიერთა აღშფოთება გამოიწვია იმის გამო, რომ სტრატოსფერული ოზონი დედამიწის ზედაპირს მზის მოკლეტალღიანი - ულტრაიისფერი გამოსხივებისგან იცავს. ხოლო ოზონის საფარის შეთხელების შედეგად იზრდება დედამიწის ზედაპირზე მოხვედრილი ულტრაიისფერი გამოსხივების ინტენსივობა, რაც თავის მხრივ, უარყოფითად მოქმედებს როგორც არაცოცხალ, ისე ცოცხალ ბუნების სამყაროზე, ადამიანის ჩათვლით.

ოზონის ხვრელი დიამეტრით 1000 კმ პირველად აღმოაჩინეს 1986 წელს სამხრეთ ნახევარსფეროში ანტარქტიკის თავზე. იგი ჩნდებოდა ყოველ აგვისტოს, ხოლო დეკემბერში ან იანვარში კი ქრებოდა. ამასთან, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში არქტიკის თავზე ჩნდებოდა მეორე ხვრელი, თუმცა გაცილებით მცირე ზომებით.

ითვლება, რომ სტრატოსფერული ოზონის დაშლა გამოწვეულია ჰალოგენების შემცველი ორგანული ნაერთების: ქლორ-ფტორ-ნახშირწყალბადების (ქფნ-ები), ქლორ-ბრომ-ნახშირწყალბადების და ჰალონების ატმოსფეროში მოხვედრით. ამ ნივთიერებათა წარმოება მეოცე საუკუნის ოციანი წლებიდან დაიწყო. ისინი გამოიყენება როგორც იდეალურად უსაფრთხო მაცივარაგენტები, დეზოდორანტების შემავსებლები, ელექტრომოწყობილობის გამწმენდები, ცეცხლჩაქრობი ნივთიერებები, მცენარეთა დაცვის საშუალებები. ითვლება, რომ ატმოსფეროში მოხვედრილი მოლეკულები ათწლეულების განმავლობაში არ იშლება და სტრატოსფერომდე აღწევს, სადაც მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების ზეგავლენით იშლება და ქლორის ატომებს გამოყოფს. ეს უკანასკნელი კი შემდგომ მუშაობს, როგორც ოზონის მოლეკულების დაშლის კატალიზატორი. ითვლება, რომ თითო მოლეკულა ქლორ-ფტორ-ნახშირბადი ასე ათასამდე ოზონის მოლეკულას შლის.

ოზონს - აირს, რომელიც განსაზღვრავს დედამიწის ატმოსფეროში მზის რადიაციის შთანთქმის ხასიათს, ატმოსფერო მცირე რაოდენობით შეიცავს. მისი ძირითადი მასა ატმოსფეროში მოთავსებულია ოზონსფეროში - ფენაში, რომელიც განლაგებულია 10-50 კმ სიმაღლეზე. ოზონის წარმოქმნა და ატმოსფეროში სიმაღლის მიხედვით მისი განაწილება კარგად აიხსნება ფოტოქიმიური თეორიით.

ოზონი ყველაზე მეტად 2900 Å -ზე უფრო მოკლე ტალღის სიგრძის მქონე რადიაციას შთანთქავს, ამიტომ რადიაციის ბიოლოგიურად ყველაზე აქტიური ნაწილი არ აღწევს დედამიწის ზედაპირს. რადიაციის შთანთქმის გამო ოზონის ფენის ტემპერატურა მატულობს, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ატმოსფეროს სითბურ რეჟიმზე.

ატმოსფერო (ბერძ. „ἀτμός-ატმოს“- ორთქლი, ჰაერი, “σφαῖρα-სფერა“-სფერო) - დედამიწის ჰაერის გარსი. შედგება აზოტის (78 %), ჟანგბადის (21 %), ნახშირორჟანგის (0,03 %), ინერტული აირების, წყლის ორთქლის, მტვრისა და მიკროორგანიზმებისაგან. ატმოსფეროს სისქე 3000 კილომეტრია. აქ გამოიყოფა 3 ფენა: ტროპოსფერო - 7-18 კმ; სტრატოსფერო - 50 კმ-მდე; მეზოსფერო - 85 კმ-მდე; თერმოსფერო - 300 კმ; 600-1000 კმ-ის ზემოთ კი ეკზოსფეროა. 50 კმ სიმაღლეზე, ოზონის კონცენტრაცია შეინიშნება (ოზონოსფერო).

ატმოსფეროს შემადგენელი აირები კოსმოსიდან შეხედვისას დედამიწას ცისფერ შეფერილობას აძლევენ.

ატმოსფერო დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის უმთავრესი პირობაა. მისი ქვედა საზღვარი დედამიწის ზედაპირია, ხოლო ზედა პირობითად 2000-3000 კილომეტრამდე ვრცელდება. ასეთ სიმაღლეზე ჰაერი ძალზე გაიშვიათებულია. ატმოსფეროს ჰაერი ძირითადად ორი აირისგან - აზოტისა (78%) და ჟანგბადისაგან (21%) შედგება. გარდა ამისა, ჰაერში გაბნეულია ნახშიროქსიდები (1%-ზე ნაკლები, არგონი და სხვა). როგორც ცნობილია, ჟანგბადის გარეშე სუნთქვა, წვა, ღებობა, ნახშიროქსიდის გარეშე კი - ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნა შეუძლებელია. ტმოსფერო, აგრეთვე, შეიცავს წყლის ორთქლს, მტვერს, ყინულის კრისტლებს.

სიმაღლეზე ტემპერატურის ცვალებადობის, სიმკვრივისა და სხვა თვისებების მიხედვით დედამიწის ჰაერის გარსი რამდენიმე ნაწილად იყოფა: ატმოსფეროს ქვედა ნაწილის - ტროფოსფეროს - სიმაღლე, საშუალოდ, 10-12 კილომეტრია. ატმოსფეროში არსებული აირების 80% ტროფოსფეროზე მოდის. ამიტომ ის ყველაზე მკვრივი ფენაა. სწორედ აქაა მოყრილი ატმოსფეროს მთელი წყლის ორთქლი. აქ წარმოიქმნება ღრუბლები, წვიმის წვეთები და თოვლის ფიფქები, ადგილი აქვს ჭექა-ქუხილს, ყალიბდება ამინდი და სხ.

სიმაღლის მატებასთან ერთად ტროპოსფეროში ჰაერის ტემპერატურა კლებულობს.

ტროპოსფეროს ზევით სტრატოსფეროა (ლათინურად „stratum“ - ფენა), რომელიც, დაახლოებით, 40-50 კილომეტრის სიმაღლემდე ვრცელდება. მასში თავმოყრილია ატმოსფერული აირების მხოლოდ 20%. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ოზონის შრე (20-25 კილომეტრზე), რომელიც შთანთქავს სიცოცხლისათვის ძალზე საშიშ ულტრაიისფერ სხივებს. როგორც აღინიშნა, ბოლო დროს შეინიშნება ოზონის შრის რღვევა, რაც დიდ საშიშროებას უქმნის ცოცხალ ორგანიზმებს. მათი წარმოქმნა ძირითადად დაკავშირებულია ატმოსფეროს დაბინძურებასთან. კიდევ უფრო ზედა ფენებს მეზოსფეროს უწოდებენ.

ატმოსფეროს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობისათვის. აირის ფენები დედამიწის ზედაპირზე არ უშვებენ მეტეორიტებს, ოზონის ეკრანი იცავს გამოსხივებისაგან, ჟანგბადის გარეშე წარმოუდგენელია სიცოცხლის არსებობა და წვა. ნახშიროქსიდის სითბური ეკრანია, ის იკავებს დედამიწისგან გამოსხივებულ სითბოს და მცენარეებში მიმდინარე ფოტოსინთეზის პროცესებში აუცილებელ კომპონენტს წარმოადგენს. წყლის ორთქლი უზრუნველყოფს ნალექების წარმოშობას, მტვრის ნაწილაკები კი წარმოადგენს წყლის ორთქლის კონდენსაციის უმცირეს ბირთვებს.

ულტრაიისფერი გამოსხივების დონე დღეს ბევრად უფრო მაღალია, ვიდრე 50 ან 100 წლის წინათ. ამას ოზონის შრის გამოფიტვა, ანუ ე.წ. ოზონის ხვრელის არსებობა იწვევს. ოზონის შრის შემცირების შედეგად მეტი ულტრაიისფერი გამოსხივება აღწევს დედამიწამდე.

ჩვეულებრივ მდგომარეობაში ატმოსფეროში დაცულია ბალანსი ოზონის წარმოქმნასა და დაშლას შორის, რაც ოზონის შრის მუდმივობის შენარჩუნებას უწყობს ხელს. მაგრამ ისეთი გარეშე ფაქტორების ზემოქმედების გამო, როგორცაა ჰაერის დაბინძურება სამრეწველო გამონაბოლქვით, ეს ბალანსი ირღვევა და უფრო მეტი ოზონი იშლება, ვიდრე წარმოიქმნება, რასაც შედეგად ოზონის შრის გამოფიტვა სდევს.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ოზონის შრის სისქე ციკლურად იცვლება. პოლარული გაზაფხულის დაწყების დროს ოზონის რაოდენობა მცირდება 10, ხანდახან 30%-ითაც; მაგრამ ზაფხულის დადგომისას ოზონის შრე რეგულარულად მატულობს და მეტ-ნაკლებად უბრუნდება პირვანდელ, ნორმალურ მაჩვენებელს. სეზონური ცვლილებები ოზონის შრეში ყოველთვის იყო. ატმოსფეროს საკუთარი დინამიკა ახასიათებს. გარდა ამისა, განსხვავებულია ოზონის შრის სისქე განედების მიხედვითაც: ტროპიკებში ოზონის შრე ყოველთვის უფრო სქელია, ვიდრე პოლუსებზე. ეს თავისებურება ოზონის შრის გამოფიტვისასაც აღინიშნება: ეკვატორის გასწვრივ ოზონის შრე ყველაზე ნაკლებადაა დაზიანებული, მაშინ როდესაც პოლუსებზე ის ყველაზე მნიშვნელოვნად არის შემცირებული.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, ოზონის შრე ბუნებრივი ეკრანია და იცავს დედამიწას მავნე ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან. ოზონის შრის შემცირება პროპორციულად ზრდის ულტრაიისფერი გამოსხივების რაოდენობას, რომელიც დედამიწას აღწევს და სახიფათოა დედამიწაზე არსებული სიცოცხლის ყველა ფორმისათვის.

ასე მაგალითად, მომატებული ულტრაიისფერი გამოსხივება აზიანებს პლანქტონს, რომელიც თავის მხრივ თევზებისა და ზღვის ძუძუმწოვრების საკვებს წარმოადგენს და მათ არსებობას საფრთხეს უქმნის. ულტრაიისფერი გამოსხივების გაზრდა საზიანოა თვალებისათვის და ადამიანებში კატარაქტას იწვევს. შეიძლება კიდევ მრავალი სხვა

მაგალითის დასახელება, მაგრამ რადიაციის ყველაზე უფრო ცნობილი საზიანო შედეგია კანის სიმსივნე. სტატისტიკის მიხედვით, ოზონის შრის 10%-ით შემცირება იწვევს კანის სიმსივნით დაავადებების 26%-ით გაზრდას.

10.5. ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობის მონიტორინგი

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის დაკვირვების სადგურებზე ნახშირორჟანგის კონცენტრაციების გაზომვის ორი მიდგომა გამოიყენება:

- ერთ-ერთი მათგანი კონცენტრაციების გაზომვებს უშუალოდ საკვლევე პუნქტებზე ითვალისწინებს. მისი ძირითადი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ საანალიზო ჰაერის შეწოვა მიღების საშუალებით პირდაპირ ინფრაწითელ გაზურ ანალიზატორში ხდება. გარდა ამისა, საკვლევე პირობებში არსებულ დიდი რაოდენობის სადგურებზე, საანალიზო ჰაერის სინჯებს სტანდარტულ მოცულობაში ათავსებენ, ლაბორატორიებში მათი შემდგომი ანალიზის მიზნით. ამასთან, შესაძარი მნიშვნელობების მისაღებად აუცილებელია დაკვირვებათა სადგურებზე CO₂-ის ანალიზატორების რეგულარული დაკალიბრების წარმოება ეტალონური აირების გამოყენებით. გარდა ამისა, რამდენადაც წყლის ორთქლისა და CO₂-ის შთანთქმის ხაზები სპექტრის ინფრაწითელ არეში ერთმანეთს ნაწილობრივ ფარავენ, საანალიზოდ შერჩეული ჰაერის სინჯები კარგად უნდა იყოს გამომშრალი.

როგორც ცნობილია, ინფრაწითელი ანალიზატორების მოქმედება დაფუძნებულია ბუგერ-ლამბერტ-ბერის კანონზე, რომელიც შემდგენიარად შეგვიძლია გამოვსახოთ:

$$I(\lambda) = \beta(\lambda) I_0(\lambda) \exp[-k(\lambda)cd] \quad , \quad (10.1)$$

სადაც $k(\lambda)$ -შთანთქმის მაჩვენებელი, c -შთანთქავი ნივთიერების კონცენტრაცია (სუფთა ნივთიერებისათვის $c=1$), d - მშთანთქავი ფენის სისქე, $I_0(\lambda)$ -კიუვეტაზე ვარდნილი λ ტალღის სიგრძის გამოსხივების ნაკადი, ხოლო $\beta(\lambda)$ -კოეფიციენტი, რომელიც გამოსხივების დანაკარგებს ითვალისწინებს.

ვინაიდან ინფრაწითელ-ანალიზატორები ეტალონსა და სასინჯ აირებს შორის კონცენტრაციათა სხვაობებს ზომავს, მათი სიზუსტე ბევრადაა დამოკიდებული ეტალონ აირის კონცენტრაციის განსაზღვრის სიზუსტეზე.

ზემომოტანილი გაზომვები ხშირად არადამაკმაყოფილებელი აღმოჩნდება აღნიშნული მინარეგების კონცენტრაციათა ველების რთული სივრცულ-დროითი განაწილების დასახასიათებლად. ამის გამო მიზანშეწონილი ხდება დაკვირვებათა ქსელში გაზომვების დისტანციური მეთოდების გამოყენება (ცხრ.10.2).

ქვემოთ განხილულია სათბურის აირების კონცენტრაციების გასაზომად მიღებული დისტანციური მეთოდების ყველაზე უფრო პერსპექტიული მიმართულებები. მათ საფუძვლად ედება სხვადასხვა პარამეტრების მქონე ელექტრომაგნიტური გამოსხივების აღრიცხვა. ამასთან, გამოიყენება ტალღების ძალზე ფართო დიაპაზონი: დაწყებული სანტიმეტრებისა (რადიოდიპაზონი) -10⁻¹¹-სმ-მდე (გამა-სხივები), რაც ხილვად, ულტრაიისფერ და ინფრაწითელ გამოსხივებებს მოიცავს.

თავისი ფიზიკური პარამეტრებისა და შესაძლებლობების მიხედვით კონტროლის დისტანციური მეთოდები ორ დიდ ჯგუფად დაიყოფა:

1. აქტიური მეთოდები, რომლებშიც ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყაროდ ოპტიკური ქვანტური გენერატორები - ლაზერები გამოიყენება;
2. პასიური მეთოდები. მათში გამოსხივების წყაროდ მზე ან თვითონ საკვლევი აირი გვევლინება.

ლაზერული წყაროები გამოსხივების მაღალი სპექტრალური სიმკვავრით, მონოქრომატურობით (გენერაციის ხაზების სიგანე 10-100 კმ-ის ფარგლებში), სიხშირის მაღალი სტაბილურობით (10⁻¹⁰ -ზე ნაკლები) გამოირჩევიან. სხვადასხვა ლაზერების გენერაციის დიაპაზონი 0,2-500 მკმ-ის ფარგლებში ვრცელდება. მაგრამ შთანთქმის დამახასიათებელი სპექტრების გამოსაყოფად ძალზე მოსახერხებელია ინფრაწითელი დიაპაზონი (მონაკვეთი 3-30 მკმ-ს ფარგლებში).

ფიზიკური პროცესების სახეობის მიხედვით აქტიურ მეთოდებში გამოიყოფა აბსორბციული, კომბინაციური გაბნევისა და რეზონანსური ფლუორესცენციის მეთოდები. პრაქტიკაში შედარებით მარტივად აბსორბციული მეთოდი გამოიყენება, რომელშიც გაზომვები ატმოსფერ-

როს გრძელ ტრასაზე სამიზნედან ანარეკლის მიღებით წარმოებს. ამ მეთოდს ორი ნაირსახეობა გააჩნია: ინტეგრალური და დიფერენციალური. პირველ შემთხვევაში ნივთიერების ინტეგრალური შემცველობა განისაზღვრება ტრასაზე, რომლის ერთ ბოლოში, როგორც წესი, გამოსხივების წყარო და მიმღები სისტემა, ხოლო მეორეში არეკვლის ობიექტი (სარკე, ტოპოგრაფიული ობიექტი) არის განლაგებული.

მეორე შემთხვევაში (ლიდარული მეთოდი) არეკვლის ობიექტად ატმოსფერული აეროზოლი გამოიყენება. ლაზერი ლიდარულ სისტემაში იმპულსურ რეჟიმში მუშაობს.

როგორც ცხრ.10.2-შია მოცემული, პასიურ მეთოდებს შორის მზის გამოსხივების სპექტრომეტრია არის აღსანიშნავი.

ცხრილი 10.2. სათბურის აირების მონიტორინგის დისტანციური სპექტრომეტრული მეთოდების მახასიათებლები

საკვლევი ნივთიერება	აქტიური მეთოდები		პასიური მეთოდები			
	აბსორბციული		მზის გამოსხივების სპექტრომეტრია		რადიომეტრია	
	ინტეგრალური, ტრასა 0,5-5კმ-ზე მეტი	დიფერენცი - ალური	ინტეგრალური	დიფერენცი-ალური	ინტეგრალური	დიფერენციალური
CO ₂	+	-	+	+	-	-
N ₂ O	+	-	+	+	+	+
CH ₄	+	-	+	+	-	-
O ₃	+	+	+	+	+	+
SO ₂	+	-	+	+	-	+
NO ₂	+	-	+	+	+	+
NO	+	+	+	+	-	+
CO	+	+	+	+	+	-

მზის სპექტრომეტრიაში მიწისპირა დაკვირვებების პირობებში, როგორც წესი, დაბალი და საშუალო შერჩევითუნარიანობის მქონე აპარატურა გამოიყენება. მათი საშუალებით ატმოსფეროს ვერტიკალურ სვეტში ძლიერად მშთანქმელი კომპონენტების საერთო შემცველობა განისაზღვრება, მათ შორის: CO₂, CH₄, N₂O, O₃, CO, NO₂, H₂O.

ამ შემთხვევაში, აგრეთვე, შესაძლებელია კონცენტრაციების მაღლივი პროფილის მიღება 5-10კმ-ის სივრცობრივი გარჩევის უნარით, რაც შესაძლებელია რამდენიმე სპექტრალურ ინტერვალში გაზომვების ჩატარებისა და ნივთიერებათა კონცენტრაციების სიმაღლის მიხედვით განაწილების მოდულების გამოყენებით.

სათბურის აირების დისტანციური მონიტორინგი აქტიური (აბსორბციული) მეთოდების გამოყენებით მრავალი დადებითი თვისებებით გამოირჩევა. მაგალითად გაზომვების ჩატარება შესაძლებელია დღისით, ღამით, მოღრუბლულ ამიდში და სხვ.

სათბურის აირების გაზომვების პასიური მეთოდები - მზის სხივების სპექტრომეტრია და რადიომეტრია - უკვე დიდი ხანია გამოიყენება მიწისპირა სადგურებზე, ხომალდებზე და თვითმფრინავებზე. ამასთან, ამ მეთოდის გამოყენება ქვედა ატმოსფეროში უდრუბლო ამინდის პირობებითაა შეზღუდული.

10.6. გლობალური და რეგიონული კლიმატის ცვლილების ეკოლოგიური მონიტორინგის კონცეფტუალური საკითხები

კლიმატის ცვლილებაზე ორიენტირებული მონიტორინგის სისტემის მეთოდოლოგიური საფუძვლები ატმოსფერული ჰაერის ქიმიური შედგენილობის ცვლილებებისა და ამ ცვლილებებით გამოწვეული ეფექტების შეფასებისა და პროგნოზირებისკენაა მიმართული, რეგიონულ კლიმატზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ეფექტების გამოსავლენად. ამასთან, მას, ძირითადად, ინფორმაციული ხასიათი უნდა გააჩნდეს და არ მოიცავდეს მართვის სისტემას, თუმცა, შესაძლოა, რომ იგი მის აუცილებელ ნაწილს შეადგენდეს.

ვინაიდან აღნიშნული მონიტორინგი მრავალფეროვანი ინფორმაციული სისტემის არსებობას ითვალისწინებს, იგი უნდა შედგებოდეს ისეთი ელემენტებისაგან, როგორცაა:

- დაკვირვებათა წარმოება ატმოსფეროს ქიმიური და აეროზოლური შემცველობებისა და რიგი მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვლილებებზე;

- ატმოსფეროს შედგენილობის ცვლილებების გამომწვევი ფაქტორების დადგენა და შეფასება;
- ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობის ცვლილებების ტენდენციების შეფასება და პროგნოზირება.

კარგადაა ცნობილი, რომ ატმოსფეროს ქიმიური შემცველობის ცვლილებების შედეგად, იმის მიხედვით, თუ რა სიდიდეს მიაღწევს ანთროპოგენური წარმოშობის სათბურის აირების კონცენტრაცია, დამოკიდებულია გლობალური დათბობის მნიშვნელობა. ამასთან ერთად, ცვლილებებს განიცდიან: აეროზოლური ნაწილაკების რაოდენობა ატმოსფეროში; დრუბლიანობის სიდიდეები; ოზონის სტრატოსფერული ფენა; დედამიწის ზედაპირზე მოსული მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების რაოდენობა და სხვ.

ამრიგად, ამ მონიტორინგის ერთ-ერთი უმთავრესი პრინციპი არის - მისი კომპლექსურობა, რაც განაპირობებს ერთდროულ დაკვირვებათა წარმოებას ატმოსფეროს ქიმიური შემცველობის ცვლილებებზე და მეტეოროლოგიურ პარამეტრებზე. აქედან გამომდინარე იგი მიზნად უნდა ისახავდეს:

- სათბურის აირების (CO₂, CH₄, N₂O) შემცველობის გაზომვებს;
- O₃-ის შემცველობაზე კონტროლის წარმოებას;
- ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის კონტროლს;
- აეროზოლების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების კვლევას;
- სხვადასხვა აირების გარდაქმნის პროცესების შესწავლას;
- რადიონუკლიდების შემცველობის გაზომვებს;
- მეტეოროლოგიური პარამეტრების გაზომვებს და შედეგების ანალიზს;
- დედამიწის ზედაპირზე მოსული მზის რადიაციისა (ულტრაიისფერი გამოსხივების ჩათვლით) და ოპტიკური გამჭვირვალობის გაზომვებს.

ცნობილია, რომ სივრცობრივი გასაშუალოების მიხედვით შეიძლება განვასხვაოთ გლობალური, კონტინენტალური, რეგიონალური (ნაციონალური) და ლოკალური ცვლილებები ატმოსფეროს შედგენილობაში. თითოეულ შემთხვევაში ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგები განსახილველი ნივთიერების კონცენტრაციათა მოცემულ პერიოდში გასაშუალოებული მნიშვნელობის მდგრად სიდიდეებს წარმოადგენენ. აქედან გამომდინარე, მინარევების კონცენტრაციათა ლოკალური ცვლილებები (მომატება), რა დიდი მნიშვნელობაც კი არ უნდა მივანიჭოთ მათ, არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება უშუალოდ რეგიონულ (მით უმეტეს - გლობალურ) ეფექტებს მივაწეროთ.

პრაქტიკული თვალსაზრისით ყველაზე უფრო დიდ სირთულეებთან რეგიონული მონიტორინგის შესრულება არის დაკავშირებული, ვინაიდან ამა თუ იმ ნიშნებით გამოყოფილი რეგიონი, შესაძლოა, იქნეს ლოკალურ ზონათა სიდიდის შესატყვისი. აგრეთვე, გასათვალისწინებელია ატმოსფეროს ქიმიური შემცველობის დროის მიხედვით ცვლილებების ციკლური ხასიათი, მაგალითად: წლიური, სეზონური, თვიური ან დღე-ღამური. ამასთან, მათ შესაძლოა როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური თავისებურებანი ახასიათებთ. ამის გამო, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება შენელებული, თანმიმდევრული ცვლილებების აღრიცხვას. აგრეთვე, დიდი მასშტაბებით გასაშუალოებული სიდიდეები, რომლებსაც გლობალური ან სხვა ხასიათი გააჩნია, უფრო დეტალურად უნდა შეისწავლებოდეს. ამ მხრივ განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს რეგიონული ეფექტების გამომხატველ მნიშვნელობათა შესწავლა, ვინაიდან რეგიონული კანონზომიერების ზღვრული მნიშვნელობები, რომელთა გამოვლენა უფრო სწრაფად და საიმედოდ ხდება, გლობალური და კონტინენტური კანონზომიერების პრედიქტორებად გვევლინებიან.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით განსახილველი მონიტორინგის სისტემის მთავარ ამოცანას უნდა წარმოადგენდეს:

- ჰაერისა და ატმოსფერული ნალექების სინჯების შეგროვება და ქიმიური ანალიზის მონაცემთა, ე.ი. გაზომვების შედეგების, მიღება და შენახვა;
- დაკვირვებათა შედეგების ნახევარწლიური (წლიური) ანგარიშების მომზადება და გამოცემა;
- მონაცემთა ხარისხის შემოწმება ლაბორატორიული ცდების მიხედვით;
- მინარევთა ტრანსსასაზღვრო გადატანისა და მისი ატმოსფეროდან დაღეჭვის მოდელის შემუშავება და პრაქტიკაში დანერგვა;
- ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობის ცვლილების გამომწვევ ნივთიერებათა ინვენტარიზაცია.

ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ამ მონიტორინგის ფუნქციონირება საერთაშორისო მიზნებსაც უნდა ითვალისწინებდეს.

მხოლოდ საყოველთაოდ მიღებულ პრინციპებზე შექმნილ მონიტორინგის სისტემაზე და უნიფიცირებულ მეთოდებზე დაყრდნობით შესრულებულ დაკვირვებებით და მისი შედეგების ანალიზით შეიძლება მიღებული მონაცემების შეპირისპირება და რეგიონალურ (ნაციონალურ) და გლობალურ მასშტაბებში მიმდინარე პროცესების შეფასება. ამის შედეგად მოცემული მონიტორინგის საშუალებით მიღებული ინფორმაცია საერთაშორისო გაცვლის საგნად წარმოგვიდგება, დაკვირვების სადგურების შექმნა კი, საერთაშორისო თანამშრომლობის ნიმუშს განასახიერებს.

ასეთი მონიტორინგის ნიმუშს, მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის მფარველობის ქვეშ არსებული, ატმოსფეროს გლობალური დაკვირვების ქსელი წარმოადგენს. მასში მრავალ ქვეყანაში არსებული ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობის ცვლილების მონიტორინგის ქსელია გაერთიანებული. მათ შორის როგორც რეგიონული, ისე გლობალური ევექტების აღმრიცხველი სადგურებია წარმოდგენილი.

ამასთან, აღნიშნული მონიტორინგის პროგრამის რეალიზაცია ითვალისწინებს ისეთ დაკვირვებათა სადგურების ქსელის არსებობას, რომლებიც თავისი დანიშნულების მიხედვით საბაზო სადგურებად უნდა იქნენ მიჩნეულნი. ისინი ემსახურებიან ატმოსფეროს საწყის - ფონურ (საბაზო) მდგომარეობაზე ინფორმაციის მოპოვებას. ამიტომაც აუცილებელია მათი განლაგება სამრეწველო რაიონებიდან საკმაოდ დაშორებით, ადგილებში სადაც ატმოსფეროს შედგენილობაზე უშუალო ზემოქმედება არ დაიკვირვება.

აღნიშნული ქსელის სადგურებზე დაკვირვებები ატმოსფეროს ფიზიკურ მახასიათებლებზე და სათბურის აირების კონცენტრაციებზე ერთიანი პროგრამით სრულდება. ამასთან, რეგიონული სადგურების დანიშნულებას სხვადასხვა ქვეყნების ცალკეული რეგიონების ან გეოგრაფიული რაიონების ატმოსფეროს ეკოლოგიური პირობების შესწავლა, ხოლო საბაზო სადგურებისას კი, ატმოსფეროს მინარევების გლობალური ფონის შესახებ დასაბუთებული დასკვნების გაკეთება წარმოადგენს.

ფონური სადგურების დანიშნულების თანახმად, დაკვირვების სადგურების მიმართ გარკვეული პრინციპული მოთხოვნებია ჩამოყალიბებული.

მათ რიცხვს მიეკუთვნება:

- სადგურის მდებარეობის რაიონში, 100კმ-ის რადიუსში, უახლოესი 50 წლის განმავლობაში არ უნდა წარმოებდეს მიწათსარგებლობის მნიშვნელოვანი ცვლილებები;

- სასურველია, მისი იზოლირებულ კუნძულზე ან მთაში, ტყის ზოლის ზემოთ განლაგება;

- სადგურის მახლობლად ვულკანური მოქმედებისა და მტვრიანი ქარბუქის ნიშნები არ უნდა დაიკვირვებოდეს;

- ატმოსფეროს დაბინძურების დამატებით წყაროს აცილების მიზნით, სადგურზე მხოლოდ ელექტროენერჯის გამოყენებაა დასაშვები, ხოლო მომუშავე პერსონალის შტატი მინიმუმამდე უნდა იქნეს დაყვანილი.

შედარებით ნაკლები მოთხოვნებია წაყენებული რეგიონალური სადგურების მიმართ. მაგალითად, ამ სახის სადგურების ადგილმდებარეობის მიმართ მხოლოდ მათი პერიფერიულ ზონში, ქალაქებიდან და სამრეწველო რაიონებიდან, დაახლოებით, 50 კმ დაშორებით განლაგებისა და სადგურების მახლობლად მიწის დამუშავების შეზღუდვის მოთხოვნის პირობებია წაყენებული.

ამრიგად, როგორც მოტანილი მეთოდური მოთხოვნები და პრაქტიკა გვიჩვენებენ, ატმოსფეროს მინარევების კონცენტრაციების გაზომვებთან დაკავშირებული ამოცანების გადაწყვეტის პროცესში, სინჯების რეპრეზენტატულობა და მისაღები ინფორმაციის სინამდვილესთან შესატყვისობა, ბევრად, დაკვირვების სადგურების ადგილმდებარეობის შერჩევის სისწორით განისაზღვრება.

აღნიშნული განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს, საქართველოს რთულ ოროგრაფიულ და მეტეოროლოგიურ პირობებში რეგიონულ და გლობალურ დონეებზე კლიმატის ცვლილების ასპექტში, ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობის ცვლილებებზე დაკვირვების სისტემის სადგურების მდებარეობის განსაზღვრისას და რეგიონის ინდივიდუალური პირობების გათვალისწინების აუცილებლობას მოითხოვს. აქედან გამომდინარე, მოცემული საკითხის გადასაჭრელად, ქვეყანაში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების ვრცელი ისტორიული (დაახლოებით, 150 წელზე მეტი), ფიზიკა-გეოგრაფიული და მეტეორილოგიური დახასიათებების მასალის ანალიზის შედეგად, 7 მეტეოროლოგიური სადგური იქნა შერჩეული. ისინი

ნი თავისი მონაცემებით პრაქტიკულად სრულად აკმაყოფილებენ, რეგიონული და გლობალური (საბაზო) სადგურების მიმართ ატმოსფეროს გლობალური დაკვირვების პროგრამაში ჩამოყალიბებულ მოთხოვნებს.

ამ სადგურების რიცხვს მიეკუთვნება:

- შავი ზღვის ნაპირზე - ბათუმის ბოტანიკური ბაღი;
- სამხრეთ საქართველოში - აბასთუმანი და ფარავანი (ყოფ.რადიონოვკა);
- დასავლეთ საქართველოში - მამისონის უღელტეხილი;
- აღმოსავლეთ საქართველოში - გუდაური, ჯვრის უღელტეხილი და ყაზბეგი-

მაღალმთიანი.

თითოეული მათგანის მოკლე ისტორია და ფიზიკო-გეოგრაფიული აღწერილობა ქვემოთაა მოცემული:

ბათუმის ბოტანიკური ბაღი (41°39'ჩ; 41°38'ა; 5 მ ზ.დ.)

ერთ-ერთი დიდი ბოტანიკური ბაღი საქართველოში, გაშენებულია 1912წ, ბათუმიდან, დაახლოებით, 9კმ დაშორებით, ნახევარკუნძულზე “მწვანე კონცხი”. იგი 111 ჰა-ს მთავარიანი რელიეფის ფართობს მოიცავს. ბაღში სამი დენდროპარკი, კოლხეთის ტყის ნაკრძალი და ლანდშაფტურ-გეოგრაფიული პრინციპით შერჩეული 9 ფლორისტული განყოფილებაა. აქ ნოტიო სუბტროპიკული ჰავაა. იცის შედარებით თბილი ზამთარი და ცხელი ზაფხული. მთელი წლის განმავლობაში ქრის ზღვიური ქარები. ყველაზე ცივი და ყველაზე თბილი თვეების-იანვრისა და აგვისტოს საშუალო მრავალწლიური ჰაერის ტემპერატურა, შესაბამისად, 6,5 და 23,2°C უდრის, ხოლო მისი საშუალო წლიური მნიშვნელობა 14,5°C შეადგენს. ატმოსფერული ნალექების ჯამი აღნიშნულ პერიოდებში, შესაბამისად, 281, 255 და 2718 მმ-ს შეადგენს. ამასთან მრავალწლიური მაქსიმალური ტემპერატურა 41°C უდრის, ხოლო მინიმალური (-9°C) ტოლია. ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე 1,8 მ/წ-ს უდრის. ხანგრძლივობა თოვლის საფარით 12 დღეს შეადგენს.

აბასთუმანი (41°45'ჩ; 42°50'ა; 1265 მ ზ.დ.)

სოფელი ადიგენის რაიონში. სამთო-კლიმატური კურორტი მესხეთის ქედის სამხრეთ კალთაზე, მდინარე ოცხის ხეობაში. იგი ქალიგენიდან 25კმ, ხოლო ქახალციხიდან (უახლოესი რკინიგზის სადგური) 28კმ დაშორებით მდებარეობს.

საშუალო წლიური ტემპერატურა 6,4°C, იანვრისა – (-5,4) °C, ივლისისა - 17°C. ნალექების რაოდენობა წელიწადში 647 მმ-ს უტოლდება. ფარდობითი ტენიანობა, საშუალოდ, 77%-ს აღწევს.

ამ რაიონში მდებარეობს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია, რომელიც 1932წ აბასთუმანში დაარსდა, ხოლო 1937წ იქნა გადატანილი ყანობილის მთაზე (1650 მ ზ.დ.) აბასთუმნის მახლობლად.

აქ ატმოსფეროს მაღალი გამჭვირვალობა და სტაბილურობა ახასიათებს. მზიანი დღეების წლიური რაოდენობა, საშუალოდ, დაახლოებით, 250 აღწევს.

მეტეოროლოგიური სადგური აქ 1884წ ნოემბერში დაარსდა. დაკვირვებები 1906წ-მდე უწყვეტად ტარდებოდა, ხოლო 1907წ მხოლოდ 2 თვის დაკვირვებათა მასალა არსებობს. 1910წ ივლისიდან 1911წ თებერვლამდე სადგური არ მუშაობდა, ხოლო 1917წ სადგური საერთოდ იქნა დახურული. 1922წ შემოდგომას სადგური განახლდა, მაგრამ სისტემატური დაკვირვებები მხოლოდ 1925წ ოქტომბერში დაიწყო.

აბასთუმანზე გადის გზატკეცილი, რომელიც სამხრეთით ახალციხე-ბათუმის გზას უერთდება, ხოლო ჩრდილოეთით, ზეკარის უღელტეხილის ტრასით, აჭარა-იმერეთის ქედზე გადის დასავლეთ საქართველოში.

ხეობის შემომსახურავი მთის ფერდობები ხეობის ძირიდან, დაახლოებით, 500-800 მ აღწევნ. აქ აგრეთვე, რიგი სხვა ხეობა, დიდი და მცირე კონუსის მაგვარი მთების მაღლობები და წამონაშვებები მდებარეობს. მთის ფერდობები და ქედები, ძირითადად, წიწვოვანი ჯიშის ხის მცენარეულობის სიუხვით ხასიათდება. განსახილველი რაიონის ხეებსა და ხეობებში გრუნტის წყლების სათავეების სიმრავლეა, მათ შორის ბევრია მინერალური წყაროებიც.

ფარავანი (41°28'ჩ; 43°52'ა; 2088 მ ზ.დ.)

დაბა ფარავანი მაღალმთიანი ტბის ფარავნის დაქანებული ნაპირის ფერდობზეა განლაგებული. აღნიშნული ტბა ნინოწმინდის რაიონში, ჯავახეთის ზეგანზე, აბულ-სამ-სარისა და ჯავახეთის ქედებს შორის ქვბულში, ზღვის დონიდან 2070მ-ზე, მდებარეობს.

სამსარის ქედი ფარავნის ტბას დასავლეთიდან ესაზღვრება, ხოლო ჯავახეთის-აღმოსავლეთიდან. აღნიშნული ორივე ქედი მცირე კავკასიონის მთის სისტემაში შედის და სხვა მთიან წარმონაქმნებთან ერთად, ჯავახეთის (ახალქალაქის) ზეგანის ერთიან ლანდშაფტურ ზონას ჰქმნის.

ფარავანი რელიეფის რბილი მოხაზულობით გამოირჩევა. ახლომდებარე მთების ფერდობები ცერად ეშვებიან ფარავნის ტბისკენ და ასეთივე დასახელების მდინარესკენ, რომელიც ტბის სამხრეთ ნაპირიდან გაედინება. ხის მცენარეულობა აქ, როგორც მთლიანად ახალქალაქის ზეგანზე, თითქმის არ შეიმჩნევა და ეს ადგილი, ძირითადად, მდელოთი არის დაფარული.

სოფელში ამუშავებენ მიწას (დაახლოებით 500-700 ჰა) სადაც მოჰყავთ შერია, ქერი და კარტოფილი.

ცხოველებიდან ჰყავთ მსხვილფეხა რქიანი პირუტყვი და ცხვარი.

ფარავნის ტბიდან, დაახლოებით, 0,5 კმ დაშორებით, ზ.დ. 2200 მ-ის სიმაღლეზე საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის საცდელი ბაზა მდებარეობს. მისგან, დაახლოებით, 1,5 კმ-ში განლაგებულია რადიონოვიკის რკინიგზის ბაქანი, სადაც 2-3 ვაგონიანი შემადგენლობის მატარებლის მოძრაობა დღეგამოშვებით სრულდება.

მამისონის უღელტეხილი (42°42'ჩ; 43°27'ა; 2854 მ ზ.დ.)

უღელტეხილი კავკასიონის მთავარ ქედზე, მდინარეების არღონისა (თერგის მარცხენა შენაკადი) და ჭანჭახის (რიონის მარცხენა შენაკადი) წყალგამყოფზე მდებარეობს.

მეტეოროლოგიური სადგური აქ გახსნილია 1932წ. ის განლაგებულია ქუთაისი-ალაგირის გზის გადასავალზე, კავკასიონის ზედა სარტყლის ზონაში.

აქაური რელიეფის მორფოლოგიურ შემადგენლობაში, უმთავრესად, მთავარი წყალგამყოფი ქედის ცალკეული მთები შედიან. ამ ცივისა და უდაბური ყინულოვანი რელიეფის მთების მწვერვალებს უმეტესად პირამიდული და მახვილი თავეები გააჩნიათ. ქვემოთ ამ ტიპის რელიეფი მთავრდება იქ, სადაც მუდმივ თოვლს და მყინვარს ცვლის მდინარი წყალი (ამ შემთხვევაში მდ.ჭანჭახი).

აქაური მცენარეულობა ალპურსა და სუბალპურ მდელოებს მიეკუთვნება. ტყეების ზონის ზღვარი ზ.დ. 2000-2200 მ-ს აღწევს. ნიადაგი, კავკასიონის მაღალმთიანი ზონის მსგავსად, მთების ქანების ნამსხვრევებისაგან შედგება.

გუდაური (42°28'ჩ; 44°29'ა; 2197 მ ზ.დ.)

ეს პუნქტი კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედის სამხრეთ კალთაზე, ჯვრის უღელტეხილის სამხრეთით, საქართველოს სამხედრო გზაზე, ქვაზბეგიდან 35კმ დაშორებით მდებარეობს.

მეტეოსადგური აქ გაიხსნა 1870წ-ს. მისი მოქმედების პერიოდებია: 1870-1873, 1887-1919 წ-ბი და 1925 წ-დან ჩვენ დრომდე.

სამხრეთისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთის მხრიდან გუდაურის ადგილმდებარეობა პლატოს მაგვარ შეერილს წარმოადგენს, ამავე მიმართულების მნიშვნელოვანი დახრილობით. ოცემული პლატო, რომელიც კაიშაურის ხეობის სახელწოდებით არის ცნობილი, დასავლეთიდან და სამხრეთიდან 600-700მ სიღრმის ხეობით არის შემოსაზღვრული. მისი ფსკერი მდინარე თეთრი არაგვის ზედა დინების ქვის კალაპოტს წარმოადგენს. ამ ხეობის ჩრდილოეთი და, ნაწილობრივ, აღმოსავლეთი მხარეები მთებით და მათი ციცაბო ფერდობებით არის შემოსაზღვრული.

მთელი დაბა ალპურ უტყეო ზონას წარმოადგენს. სადგურის მახლობლად ნიადაგი მთის ქანების ნამსხვრევებით მიმოფანტულ მინდორს წარმოადგენს. აქ ზამთრის დასასვენებელი და სათხილამურო კომპლექსი მდებარეობს.

ჯვრის უღელტეხილი (42°30' ჩ; 44°27'ა; 2396 მ ზ.დ.)

უღელტეხილი ხევის კავკასიონის მთავარ ქედზე, მდინარეების ბიდარისა (თერგის მარჯვენა შენაკადი) და მთიულეთის არაგვის წყალგამყოფზე, ყაზბეგის რაიონში მდებარეობს.

მეტეოსადგური საქართველოს სამხედრო გზის გადასავლის უნაგირზე, კავკასიონის პარალელურად მდებარე, დავლეთ-მთიულეთის თხემზე არის განლაგებული. იგი 1894წ არის

დაარსებული. მისი მოქმედების პერიოდებია: -1894-1918წ-ბი; 1949წ-დან - თანამედროვე დრომდე.

ამ მაღალმთიანი ლანდშაფტური ზონის რელიეფის ძირითად მახასიათებელს შედარებით ზომიერი დანაწევრება წარმოადგენს, ცალკეული კონუსის მსგავსი ვულკანური წარმოშობის შვერილებით.

მეტეოსადგურიდან სამხრეთ-დასავლეთით 600მ-ის დაშორებით მდინარე თეთრი არაგვის ღრმა ხეობაში გადის. ხეობიდან დასავლეთით, დაველეთ-მთიულეთის თხემზე, შვიდი კონუსისმსგავარი მწვერვალია შემადგენელი, სახელწოდებით “შვიდი ძმა”. ჩრდილოეთის მხრიდან მდ.თერგის ქვის კალაპოტი მოჩანს. დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან მთების წვერვალები რამდენადმე დაშორებულია ერთმანეთისაგან, რითაც, დაახლოებით, 1კმ სიგანის უნაგირს ქმნიან. მასთან მისასვლელები ნაკლებადაა დაქანებული, ამასთან, სამხრეთის მხარე უფრო დაქანებულია, ვიდრე ჩრდილოეთის.

მცენარეულობა მხოლოდ ბალახოვანია. მთელი მიმდებარე მხარე მაღალმთიანი ალპური ზონის მდებარეობს წარმოდგენილი.

ქვემოთ ხევში გრუნტის წყლების სათავეების სიმრავლეა. მათ შორის ბევრია “ნარზანის” ტიპის მინერალური წყლები.

ყაზბეგი-მაღალმთიანი (42°40'ჩ; 44°39'ა; 3653 მ ზ.დ.)

მეტეოროლოგიური დაკვირვებები ამ სადგურზე 1933წ-ის 1 ოქტომბერს დაიწყო, ხოლო 1942წ იქნა აგებული სადგურის სპეციალური კაპიტალური შენობა. იგი კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში, მარადიული თოვლის, მყინვარებისა და ფირნული ველების ზონაში მდებარეობს. ამ მაღალმთიან, ცივსა და უდაბნო ყინულოვან რელიეფს, ატმოსფეროს ზედა ფენების სივრცეს მიღწეული, მწვერვალები აგვირგვინებენ. მათ შორის უდიდესია მთა მყინვარი (ყაზბეგი). ყინულოვან ფონზე მაღალი მწვერვალების ფერდობები, უმთავრესად, მიუვალი, კლდოვანი და ციცაბოა. სადგური, დაახლოებით, 1000მ² ფართობის მქონე მოედანზეა განლაგებული ყაზბეგის მთის მწვერვალის სამხრეთ ფერდობზე, რომელიც სადგურის მიდამოებს 1350მ სიმაღლიდან გადმოჰყურებს. მისი ტერიტორია მოფენილია ქვებით, კლდის ნამსხვრევებით და ღორღით. გარშემო და ქვემოთ 2000მ სიმაღლემდე ზ.დ., არავითარი მცენარეულობა არ ხარობს.

აღსანიშნავია, რომ გლობალური შედეგების გამოსავლენად მიზანშეწონილია სადგურის ყაზბეგი-მაღალმთიანი და მამისონის უღელტეხილის გამოყენება. ხოლო დანარჩენი ხუთი სადგური სავსებით აკმაყოფილებს რეგიონული სადგურების პირობებს.

XI. გარემოსდაცვითი კონტროლის საკანონმდებლო საფუძვლები

11.1. გარემოს დაცვის სახელმწიფო პოლიტიკა

საქართველოში გარემოსდაცვითი კონტროლის საკანონმდებლო საფუძველი რეგულირდება საქართველოს კანონით „გარემოსდაცვის შესახებ“.

კანონის თანახმად საზოგადოების გარემოსდაცვითი ცნობიერების ამაღლებისა და შესაბამისი სპეციალისტების მომზადების მიზნით იქმნება გარემოსდაცვითი განათლების ერთიანი სისტემა, რომელიც მოიცავს საგანმანათლებლო დაწესებულებათა, კადრების მომზადებისა და კვალიფიკაციის ამაღლების დაწესებულებათა ქსელს.

გარემოს დაცვის სახელმწიფო პოლიტიკის ფორმირებისა და განხორციელების, აგრეთვე საქართველოს გარემოს დაცვითი კანონმდებლობის მოთხოვნათა შესრულების მიზნით ეკოლოგიასა და გარემოს დაცვის სფეროში მუშავდება სამეცნიერო კვლევის პროგრამები და გეგმები.

გარემოს მდგომარეობაზე დაკვირვების (მონიტორინგის) სისტემის, მასში შემავალი დაკვირვების (მონიტორინგის) სახეობებისა და მათი წარმოების სამართლებრივ რეჟიმს განსაზღვრავს საქართველოს კანონმდებლობა.

გარემოს დაცვის ნორმების დაწესების მიზანია დადგინდეს გარემოზე საქმიანობის ზემოქმედების ისეთი ნორმები, რომლებიც უზრუნველყოფენ გარემოს ეკოლოგიურ წონასწორობას. ამ მიზნით წესდება:

- ა) გარემოს მდგომარეობის ხარისხობრივი ნორმები;
- ბ) გარემოში მავნე ნივთიერებათა ემისიისა და მიკროორგანიზმებით გარემოს დაბინძურების ზღვრულად დასაშვები ნორმები;
- გ) გარემოში ქიმიურ საშუალებათა გამოყენების ნორმები;

დ) ეკოლოგიური მოთხოვნები პროდუქციისადმი;

ე) გარემოზე დატვირთვის ნორმები.

გარემოს მდგომარეობის ხარისხობრივი ნორმები:

ა) ატმოსფერულ ჰაერში, წყალსა და ნიადაგში ადამიანის ჯანმრთელობისა და ბუნებრივი გარემოსათვის მავნე ნივთიერებების კონცენტრაციისა და მიკროორგანიზმების რაოდენობათა ზღვრულად დასაშვები ნორმები;

ბ) ხმაურის, ვიბრაციის, ელექტრომაგნიტური ველებისა და სხვა გვარი ფიზიკური ზემოქმედების ზღვრულად დასაშვები ნორმები;

გ) რადიაციული ზემოქმედების ზღვრულად დასაშვები ნორმები.

გარემოს მდგომარეობის ხარისხობრივი ნორმები განისაზღვრება ხუთ წელიწადში ერთხელ, დებულებით „გარემოს მდგომარეობის ხარისხობრივი ნორმების შესახებ“.

საქმიანობისას უნდა შესრულდეს ეკოლოგიური უსაფრთხოებისა და მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვის მოთხოვნები, გათვალისწინებულ იქნეს გარემოს დაცვის, ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების, გარემოს აღდგენის ღონისძიებები და მათი განხორციელებისათვის საჭირო ფინანსური საშუალებები.

საქმიანობის სუბიექტი ვალდებულია:

ა) ჰქონდეს შესაბამის სახელმწიფო ორგანოებთან შეთანხმებული ტექნოგენური ავარიისა და ბუნებრივი კატასტროფის შედეგების თავიდან აცილებისა და პროფილაქტიკის ოპერატიული და სისტემატური ღონისძიებების, ავარიისა და კატასტროფის დროს მოქმედების გეგმები;

ბ) შექმნას და მზადყოფნაში ჰყავდეს ავარიის სალიკვიდაციო ტექნიკური საშუალებებით უზრუნველყოფილი სამსახური; ყოველი მოსალოდნელი და მომხდარი ტექნოგენური ავარიისა და ბუნებრივი კატასტროფის შესახებ დროულად აცნობოს შესაბამის სახელმწიფო ორგანოებს და მოსახლეობას;

გ) ამ პირობების შესრულების სამართლებრივ რეჟიმს არეგულირებს საქართველოს კანონმდებლობა.

გარემოზე ტრანსსასაზღვრო ზემოქმედების შემთხვევაში ხორციელდება გარემოზე ტრანსსასაზღვრო შეფასების პროცედურა გარემოსდაცვითი შეფასების კოდექსისა და შესაბამისი საერთაშორისო ხელშეკრულებების შესაბამისად.

11.1.1. საკანონმდებლო და ნორმატიული აქტები

საქართველოს კონსტიტუცია განსაზღვრავს ქვეყნის ყველა მოქალაქის უფლებას ცხოვრობდეს ჯანმრთელობისათვის უვნებელ გარემოში, სარგებლობდეს ბუნებრივი და კულტურული სიმდიდრით და ამავე დროს, აკისრებს ვალდებულებას დაიცვას იგი.

კონსტიტუციით ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოს უზრუნველსაყოფად, საზოგადოების ეკოლოგიური და ეკონომიკური ინტერესების შესაბამისად, ახლანდელი და მომავალი თაობების ინტერესების გათვალისწინებით სახელმწიფო უზრუნველყოფს გარემოს დაცვას.

საქართველოს კანონმდებლობის შესაბამისად ნებისმიერი საქმიანობის დაგეგმვისა და განხორციელების დროს მეწარმე/საქმიანობის სუბიექტი ვალდებულია მიიღოს სათანადო ზომები გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე მავნე ზემოქმედების რისკის თავიდან ასაცილებლად ან შესამცირებლად; დაიცვას ბიომრავალფეროვნება შეუქცევადი დეგრადაციისგან და აღადგინოს საქმიანობის განხორციელების შედეგად დეგრადირებული გარემო პირვანდელ მდგომარეობასთან მაქსიმალურად მიახლოებული სახით.

საქართველოს კონსტიტუციით გათვალისწინებულია:

– მოქალაქის ძირითადი უფლება – მიიღოს სრული, ობიექტური და დროული ინფორმაცია თავისი სამუშაო და საცხოვრებელი გარემოს მდგომარეობაზე, აგრეთვე გარემოსდაცვით სფეროში სახელმწიფოს მიერ მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებების მიღების პროცესში საზოგადოების მონაწილეობის უზრუნველყოფა;

– საქმიანობის პროცესში ადამიანის ჯანმრთელობის, ბუნებრივი გარემოს, ასევე კულტურული და მატერიალური ფასეულობების დაცვა;

– საქმიანობის განხორციელებასთან დაკავშირებული მნიშვნელოვანი

გადაწყვეტილებების მიღების პროცესში სახელმწიფოსა და საზოგადოების ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიკური ინტერესების გათვალისწინება:

– საქმიანობაზე ნებართვის გაცემის სფეროში საქმიანობის განმხორციელებლის, საზოგადოებისა და სახელმწიფოს უფლება-მოვალეობების ჩამოყალიბება და დაცვა;

– გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების შეუქცევადი რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებებისაგან დაცვის, ასევე მათი რაციონალური გამოყენების ხელშეწყობა.

„გარემოს დაცვის შესახებ“ საქართველოს კანონი (მიღებული 6.XII.1996) არეგულირებს სამართლებრივ ურთიერთობებს სახელმწიფო დაწესებულებებსა და ფიზიკურ და იურიდიულ პირებს შორის. მასში განხილულია გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების გამოყენებასთან დაკავშირებული საკითხები საქართველოს ტერიტორიულ წყლებში, ჰაერში, კონტინენტურ შეღვზე და განსაკუთრებული ეკონომიკური აქტივობის ზონებში.

კანონი განიხილავს გარემოს დაცვის განათლების, გარემოს მენეჯმენტის ასპექტებს, აღწერს ეკონომიკურ სანქციებს, ლიცენზირებას, სტანდარტებს, გარემოზე ზეგავლენის შეფასების შედეგებს. განიხილავს ბუნებრივი ეკოსისტემების დაცვის სხვადასხვა ასპექტს, დასაცავ არეალებს, გლობალური და რეგიონული მენეჯმენტის საკითხებს, ოზონის შრის დაცვას, ბიომრავალფეროვნების, შავი ზღვის დაცვის და საერთაშორისო თანამშრომლობის ასპექტებს.

ასე, მაგალითად, საქართველოს კანონში „გარემოსდაცვითი შეფასების კოდექსი“ განსაზღვრულია საქართველოს ტერიტორიაზე სავალდებულო ეკოლოგიური ექსპერტიზისადმი დაქვემდებარებულ საქმიანობათა სრული ნუსხა და მათ განსახორციელებლად გარემოზე ზემოქმედების ნებართვის გაცემის, ნებართვის გაცემისას ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების, პასპორტიზაციის, გარემოზე ზემოქმედების შეფასების და ნებართვის გაცემის შესახებ გადაწყვეტილების მიღების პროცესებში საზოგადოების მონაწილეობისა და მისი ინფორმირების საკითხები.

კანონის თანახმად, პასპორტიზაციის მასალაზე დაყრდნობით, გარემოზე ზემოქმედების ნებართვა არის საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მიერ საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი წესითა და ფორმით, განუსაზღვრელი ვადით მინიჭებული უფლება, რომელიც გაიცემა საქმიანობის განმხორციელებელზე და წარმოადგენს საქმიანობის დაწყების სამართლებრივი საფუძველს.

გარემოსდაცვითი ხასიათის აუცილებელი ღონისძიება არის ეკოლოგიური ექსპერტიზა, რომელიც ხორციელდება საქმიანობაზე გარემოზე ზემოქმედების ან მშენებლობის ნებართვის გაცემის შესახებ გადაწყვეტილების მიღების პროცესში.

იმ საქმიანობათა სრულ ნუსხას, რომლებიც გარემოზე ზემოქმედების ან მშენებლობის ნებართვის გაცემის შესახებ გადაწყვეტილების მიღების პროცესში ექვემდებარება სავალდებულო ეკოლოგიურ ექსპერტიზას, განსაზღვრავს გარემოსდაცვითი შეფასების კოდექსი.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის მიზანია გარემოსდაცვითი მოთხოვნების, რაციონალური ბუნებათსარგებლობისა და მდგრადი განვითარების პრინციპების გათვალისწინებით გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნების უზრუნველყოფა.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის დადებითი დასკვნა არის აუცილებელი საფუძველი ეკოლოგიური ექსპერტიზისადმი დაქვემდებარებული საქმიანობის განხორციელებაზე გარემოზე ზემოქმედების ან მშენებლობის ნებართვის გასაცემად.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის ძირითადი პრინციპებია:

- საქმიანობის პოტენციური ეკოლოგიური საშიშროების რისკის შეფასება;
- საქმიანობის დაწყებამდე გარემოზე მისი შესაძლო ზეგავლენის შეფასების

კომპლექსურობა;

- გარემოსდაცვით მოთხოვნათა და გარემოს დაცვის ნორმების გათვალისწინება;
- ექსპერტთა უფლებამოსილების შეუზღუდავი განხორციელება;
- ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის დასაბუთებულობა და კანონიერება;
- საზოგადოებრივი ინტერესის გათვალისწინება.

11.12. „წყლის შესახებ“ საქართველოს კანონი

კანონი არეგულირებს ძირითად სამართლებრივ ურთიერთობებს:

• სახელმწიფო ხელისუფლების ორგანოებსა და ფიზიკურ და იურიდიულ პირებს შორის წყლის დაცვის, შესწავლისა და გამოყენების სფეროში;

- ხმელეთზე, წიაღში, კონტინენტურ შეღწეზე, ტერიტორიულ წყლებში და განსაკუთრებულ ეკონომიკურ ზონაში წყლის დაცვის, აღდგენის და გამოყენების სფეროში;
 - წყლის სასაქონლო პროდუქციის წარმოებისა და წყლით საერთაშორისო ვაჭრობის სფეროში;
 - განსაზღვრავს ავტონომიური რესპუბლიკებისა და ადგილობრივი თვითმმართველობისა და მმართველობის ორგანოების კომპეტენციას წყალთან დაკავშირებული ურთიერთობის სფეროში;
 - ურთიერთობებს მიწისქვეშა წყლების დაცვის, შესწავლისა და გამოყენების სფეროში, "წიაღის შესახებ" საქართველოს კანონის მოთხოვნების გათვალისწინებით;
 - ურთიერთობებს წყლის ცხოველთა სამყაროს დაცვის, შესწავლის, აღწარმოებისა და გამოყენების სფეროში "ცხოველთა სამყაროს შესახებ" საქართველოს კანონის მოთხოვნების გათვალისწინებით;
 - აწესრიგებს წყალსარგებლობის დროს ცხოველთა სამყაროს, მცენარეული საფარის, ტყის, მიწის და სხვა ბუნებრივი რესურსების გამოყენებასთან დაკავშირებულ სამართლებრივ ურთიერთობებს.
- კანონის მიხედვით საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული წყალი სახელმწიფო საკუთრებაა და გაიცემა მხოლოდ სარგებლობისათვის. აკრძალულია ყოველგვარი ქმედება, რომელიც პირდაპირ ან ფარული ფორმით ხელყოფს წყლის სახელმწიფო საკუთრების უფლებას.

11.1.3. „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ“ საქართველოს კანონი

ამ კანონის ძირითადი მიზნებია:

- ა) ხელი შეუწყოს გარემოს დაცვის სფეროში საქართველოს კონსტიტუციით დადგენილი ადამიანის ძირითადი უფლებების – ცხოვრობდეს ჯანმრთელობისათვის უვნებელ გარემოში და სარგებლობდეს ბუნებრივი და კულტურული გარემოთი – უზრუნველყოფას;
- ბ) უზრუნველყოს გარემოს ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტის – ატმოსფერული ჰაერის დაცვა საზოგადოების ეკოლოგიური და ეკონომიკური ინტერესების შესაბამისად და ახლანდელი და მომავალი თაობების ინტერესების გათვალისწინებით;
- გ) სამართლებრივად უზრუნველყოს ატმოსფერული ჰაერის დაცვის სფეროში საერთო გლობალური და რეგიონალური პრობლემების გადაჭრა.

2. ამ კანონის ძირითადი ამოცანებია:

- ა) უზრუნველყოს ატმოსფერული ჰაერის ადამიანის ჯანმრთელობისა და ბუნებრივი გარემოსათვის უსაფრთხო მდგომარეობის მიღწევა, შენარჩუნება და გაუმჯობესება;
- ბ) სამართლებრივად უზრუნველყოს ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებების გაფრქვევათა რეგულირება;
- გ) ხელი შეუწყოს ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციის საზოგადოებისათვის ხელმისაწვდომობის პრინციპის უზრუნველყოფას;
- დ) ხელი შეუწყოს ევროკავშირის კანონმდებლობით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვის სფეროში დადგენილი სამართლებრივი ნორმების საქართველოს ტერიტორიაზე ეტაპობრივ ამოქმედებას.

ატმოსფერულ ჰაერზე პოტენციურად მავნე ზეგავლენის მქონე საქმიანობის დაგეგმვისა და განხორციელების დროს ფიზიკური და იურიდიული პირები, სახელმწიფო ორგანოები და აღმასრულებელი ხელისუფლების დაწესებულებები ვალდებული არიან იხელმძღვანელონ „გარემოს დაცვის შესახებ“ საქართველოს კანონით დადგენილი გარემოს დაცვისა და „ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ“ საქართველოს კანონით დადგენილი ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოს უზრუნველყოფის ძირითადი პრინციპებით.

კანონის რეგულირების სფეროა საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ატმოსფერული ჰაერის მავნე ანთროპოგენული ზემოქმედებისაგან დაცვა. მავნე ანთროპოგენული ზემოქმედება არის ატმოსფერულ ჰაერზე ადამიანის საქმიანობით გამოწვეული ნებისმიერი ზემოქმედება, რომელიც ახდენს ან რომელმაც შესაძლოა მოახდინოს უარყოფითი ზეგავლენა ადამიანის ჯანმრთელობასა და ბუნებრივ გარემოზე.

- მავნე ანთროპოგენული ზემოქმედების სახეები:
 - ა) ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურება;
 - ბ) ატმოსფერულ ჰაერზე რადიაციული ზემოქმედება;

გ) ატმოსფერული ჰაერის მიკროორგანიზმებითა და მიკრობული წარმოშობის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით დაბინძურება;

დ) ატმოსფერულ ჰაერზე ხმაურის, ვიბრაციის, ელექტრომაგნიტური ველებისა და სხვა სახის ფიზიკური ზემოქმედება.

ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურება არის ადამიანის საქმიანობის შედეგად ატმოსფერულ ჰაერში ნებისმიერი ნივთიერების გაფრქვევა (ემისია), რომელიც ახდენს ან რომელმაც შესაძლოა მოახდინოს უარყოფითი ზეგავლენა ადამიანის ჯანმრთელობასა და ბუნებრივ გარემოზე.

11.1.4. საქართველოს კანონი “ნიადაგის დაცვის შესახებ”

ზოგადი დებულებები:

1. ნიადაგის დაცვის პრობლემა დიდ მნიშვნელობას იძენს მცირემიწიანი საქართველოსთვის, სადაც ეროზიული პროცესების, ნიადაგის გაჭუჭყიანებისა და დანაგვიანების, მეორადი დაჭაობების და დამლაშების, სასარგებლო წიაღისეულისა და საშენი მასალების ღია წესით მოპოვების, ადამიანის არასწორი სამეურნეო მოქმედების შედეგად დიდია ნიადაგის დანაკარგები.

2. ნიადაგის დაცვა სახელმწიფოებრივი პრობლემაა, რადგან საქართველოში გავრცელებული ყველა ტიპის ნიადაგის, მათ შორის მწირი, მლაშე, დაჭაობებული, ბიცობი, მჟავე და ძლიერ დატენიანებული ნიადაგების სწორი და რაციონალური გამოყენება საქართველოს სოფლის მეურნეობისა და საერთოდ ეკონომიკის დინამიკური განვითარების მთავარი რეზერვია.

ამ კანონის მიზნებია:

ა) უზრუნველყოს ნიადაგის საფარის მთლიანობა, ნაყოფიერების ზრდა და შენარჩუნება;

ბ) განსაზღვროს მიწათმოსარგებლეთა, მიწათმესაკუთრეთა და სახელმწიფოს მოვალეობა და პასუხისმგებლობა ნიადაგის დაცვისა და ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის წარმოების პირობების შესაქმნელად;

გ) აღკვეთოს ნიადაგის ნაყოფიერების ზრდის საშუალებათა გამოყენებისას უარყოფითი შედეგები, რომლებიც საფრთხეს შეუქმნის თვით ნიადაგს, ადამიანის ჯანმრთელობას, ფლორასა და ფაუნას;

დ) უზრუნველყოს სუბალპური და ალპური მდელოების დაცვის გზით მაღალმთიანი რეგიონების ენდემური მცენარეულობისა და ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის შენარჩუნება;

ე) მელიორირებული მიწებიდან მაღალი და მყარი მოსავლის მიღების მიზნით ხელი შეუწყოს მელიორაციის სფეროში საქმიანობის კოორდინაციას.

ადამიანის ჯანმრთელობის უზრუნველსაყოფად, მცენარეთა საფარისა და ცხოველთა სამყაროს, საერთოდ ბუნებრივი გარემოს, დაცვის მიზნით ამ კანონით წესდება ნიადაგში მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების ნორმები და სტანდარტები.

ნიადაგდაცვითი სამუშაო სტანდარტები და ნორმატიული დოკუმენტები უნდა შეესაბამოს ამ კანონს.

11.1.5. „ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ“ საქართველოს კანონი

არეგულირებს ისეთ ორგანიზებულ საქმიანობას ან ქმედებას, რომელიც ეხება პირთა განუსაზღვრელ წრეს, ხასიათდება ადამიანის სიცოცხლისათვის ან ჯანმრთელობისათვის მომატებული საფრთხით, მოიცავს განსაკუთრებით მნიშვნელოვან სახელმწიფო ან საზოგადოებრივ ინტერესებს ან დაკავშირებულია სახელმწიფო რესურსებით სარგებლობასთან. ეს კანონი აწესრიგებს ლიცენზიითა და ნებართვით რეგულირებულ სფეროს, განსაზღვრავს ლიცენზიისა და ნებართვის ამომწურავ ჩამონათვალს, ადგენს ლიცენზიისა და ნებართვის გაცემის, მათში ცვლილებების შეტანის და მათი გაუქმების წესებს.

კანონის შესაბამისად, საქმიანობის ან ქმედების სახელმწიფო რეგულირება ლიცენზიით ან ნებართვით ხორციელდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ეს საქმიანობა ან ქმედება უშუალოდ უკავშირდება ადამიანის სიცოცხლისათვის ან ჯანმრთელობისათვის მომატებულ საფრთხეს ან სახელმწიფო ან საზოგადოებრივი ინტერესის სფეროებს. სახელმწიფო რეგულირება ხორციელდება მხოლოდ მაშინ, თუ ლიცენზიის ან ნებართვის გაცემით რეალურად შესაძლებელია აღნიშნული საფრთხის შემცირება ან სახელმწიფო და საზოგადოებრივი ინტერესების გათვალისწინება.

საქმიანობის ან ქმედების ლიცენზიით ან ნებართვით რეგულირების მიზანი და ძირითადი პრინციპებია:

- ადამიანის სიცოცხლის და ჯანმრთელობის უზრუნველყოფა და დაცვა;
- ადამიანის საცხოვრებელი და კულტურული გარემოს უსაფრთხოება და დაცვა;
- სახელმწიფო და საზოგადოებრივი ინტერესების დაცვა.

კანონის მიხედვით შესაძლებელია უცხო ქვეყნის მიერ გაცემული ლიცენზია ან ნებართვა საერთაშორისო ხელშეკრულებით ან კანონით აღიარებული იქნეს და მიენიჭოს ისეთივე სამართლებრივი სტატუსი, როგორც აქვს საქართველოს კანონმდებლობის საფუძველზე გაცემულ ლიცენზიას ან ნებართვას.

11.2. სტრატეგიული გარემოსდაცვითი შეფასება

სტრატეგიული გარემოსდაცვითი შეფასების მიზანია – საწარმოს ტერიტორიაზე და მის მიმდებარე გარემოში ეკოლოგიური სიტუაციების პროგნოზი და, ასევე, ბუნებრივი გარემოს დაცვითი ღონისძიებების შესრულების კონტროლი.

სტრატეგიული გარემოსდაცვითი შეფასება არის ტექნიკურ - ნორმატიული დოკუმენტი, რომელიც სამრეწველო წარმოების მიერ ბუნებრივ (ჰაერი, წყალი, ნიადაგი, ტყე და სხ.) და მეორად (ელექტროენერჯია, ბუნებრივი აირი, ნაფთობი და სხ.) რესურსების მოხმარებისა და გარემოზე ზემოქმედების საპროგნოზო მონაცემებს შეიცავს.

მასში თავსდება მონაცემები საწარმოს მიერ გამოყენებული ტექნოლოგიების, მოხმარებული ნედლეულის, საწვავის, ენერჯის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მახასიათებლები; გამოშვებული პროდუქციის მახასიათებლები; საწარმოებიდან მავნე ნივთიერებათა გამონაბოლქვების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლები.

სტრატეგიული შეფასება შეიცავს:

- ინფორმაციას საწარმოს განლაგებისა და მის მოსაზღვრე ობიექტების შესახებ;
- მონაცემებს ატმოსფეროსა და ზედაპირული წყლების დამაბინძურებელი წყაროებისა და სანიტარული-დაცვითი ზონის შესახებ;
- ნივთიერებათა გაფანტვის პირობების განმსაზღვრელ მეტეოროლოგიურ პარამეტრებსა და კოეფიციენტებს;

სტრატეგიული გარემოსდაცვითი შეფასების მიზანია გამოავლინოს აღნიშნული საქმიანობის განხორციელების პროცესში პირდაპირი და არაპირდაპირი პოტენციური ზეგავლენა ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე, მათ შორის: ადამიანის ჯანმრთელობაზე და უსაფრთხოებაზე, მცენარეულ საფარსა და ცხოველთა სამყაროზე, ნიადაგზე, ჰაერზე, წყალზე, კლიმატზე, ლანდშაფტზე, ეკოსისტემებზე და ისტორიულ ძეგლებზე ან ყველა ზემოთნათვლილი ფაქტორების ერთიანობაზე, მათ შორის, ამ ფაქტორების ზეგავლენას კულტურულ ფასეულობებზე (მემკვიდრეობაზე) და სოციალურ და ეკონომიკურ ფაქტორებზე.

აღნიშნული დოკუმენტის ფარგლებში გათვალისწინებული უნდა იყოს შემდეგი საკითხები:

- სამართლებრივი ასპექტები:
 - საქართველოს პოლიტიკა და კანონმდებლობა გარემოს დაცვის სფეროში;
 - გარემოს დაცვის სტანდარტები და ნორმატიული აქტები.
- საინჟინრო-ტექნიკური ასპექტები, ეკოლოგიური შეფასება:
 - ობიექტის აღწერა;
 - წარმოების ორგანიზაცია და ძირითადი ტექნოლოგიური გადაწყვეტილებები;
 - მუშაობის რეჟიმი;
 - წყალმომარაგება და კანალიზაცია;
 - ხანძარსაწინააღმდეგო სისტემა;
 - შრომის დაცვა და უსაფრთხოების ტექნიკა;
 - გარემოს ფონური მონაცემები და გარემოსდაცვითი ღონისძიებები;
- სოციალურ-ეკონომიკური გარემო (ზემოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე, ზემოქმედება ინდუსტრიულ და დასახლებულ ზონებზე, ზემოქმედება სატრანსპორტო ნაკადებზე და ზემოქმედება მუშაობის უსაფრთხოებაზე).
- ზემოქმედების შეფასება ზოგადი კლასიფიცირების მიხედვით (ბუნებრივი აირის

საცავის ექსპლუატაციის პირდაპირი და არაპირდაპირი, მეორადი, კუმულაციური, მოკლევადიანი, საშუალო და გრძელვადიანი, მუდმივი და დროებითი, დადებითი და უარყოფითი ზემოქმედებანი);

- გარემოზე ზეგავლენის შემცირების ღონისძიებები;
- მიღებული შედეგების ანალიზი, დასკვნები და რეკომენდაციები.

11.3. გარემოსდაცვითი სტანდარტები და ნორმატიული აქტები

გარემოსდაცვითი სტანდარტები აღგენენ გარემოს ხარისხობრივი მდგომარეობის მონიტორინგს და განსაზღვრავენ წყალში, ჰაერსა და ნიადაგში ადამიანის ჯანმრთელობისთვის და გარემოსთვის სახიფათო ნივთიერებების მაქსიმალურ დასაშვებ კონცენტრაციებს.

საქართველოში ნიადაგის ხარისხის შეფასების კრიტერიუმები განსაზღვრულია მეთოდური მითითებებით „ნიადაგის ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურების ხარისხის შეფასების შესახებ“.

ინფორმაცია ნიადაგის ხარისხის მახასიათებლების შესახებ ცხრ.10.1-შია მოცემული.

ცხრილი 11. 1. ნიადაგის ხარისხის მახასიათებლები

კომპონენტი	ერთეული	სიდიდე	კომპონენტი	ერთეული	სიდიდე
დარიშხანი	მგ/კგ	2	აქროლადი ორგანული ნაერთები		
კადმიუმი	მგ/კგ	2*	ბენზოლი	მგ/კგ	0.3
სპილენძი	მგ/კგ	3-132*	ტოლუოლი	მგ/კგ	0.3
ვერცხლისწყალი	მგ/კგ	2.1	ეთილბენზოლი	მგ/კგ	-
ნიკელი	მგ/კგ	4-80*	ჯამური ქსილოლი	მგ/კგ	0.3
ტყვია	მგ/კგ	32-130*	ნახევრად აქროლადი ნაერთები		
სელენი	მგ/კგ	-	ბენზოაპირენი	მგ/კგ	0.02-0.2
ცინკი	მგ/კგ	23-220*	იზოპროპილენბენზოლი	მგ/კგ	0.5
ჯამური ნახშირწყალბადები	მგ/კგ	0.1	პესტიციდები		
ფენოლები (ჯამური)	მგ/კგ	-	ატრაზინი	მგ/კგ	0.01-0.5
ციანიდი	მგ/კგ	0,2	ლინდანი	მგ/კგ	0.1
სულფატი	მგ/კგ	-	თ (და მისი მეტაბოლიტი)	მგ/კგ	0.1
ქლორიდი	მგ/კგ	-			
ამონიუმის აზოტი	მგ/კგ	-			

მიწისქვეშა წყლის ხარისხის სტანდარტები საქართველოს კანონმდებლობით ცალკე არ განისაზღვრება და რეგულირდება სასმელი წყლისთვის დაწესებული ნორმებით.

სასმელი წყლის ხარისხის კრიტერიუმები სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტით არის განსაზღვრული.

სასმელი წყლის ხარისხის კრიტერიუმები მოცემულია ცხრ. 11.2-ში.

ცხრილი 11. 2. სასმელი წყლის ხარისხის კრიტერიუმები

კომპონენტი	ერთეული	სიდიდე
ბორი	მგ/ლ	0.5
დარიშხანი	მგ/ლ	0.01
კადმიუმი	მგ/ლ	0.003
ქრომი	მგ/ლ	-
სპილენძი	მგ/ლ	2
ვერცხლისწყალი	მგ/ლ	0.006
ნიკელი	მგ/ლ	0.07
ტყვია	მგ/ლ	0.01
სელენი	მგ/ლ	0.01
ცინკი	მგ/ლ	3
ჯამური ნახშირწყალბადები	მგ/ლ	0.1
ფენოლები (საერთო)	მგ/ლ	-

ციანიდი	მგ/ლ	0.07
სულფატი	მგ/ლ	250
ქლორიდი	მგ/ლ	250
ამონიუმის აზოტი	მგ/ლ	-
pH	pH სიდიდე	6-9
უბმ (ქანგბადის ბიოლოგიური მოხმარება)	მგ/ლ	-
ქქმ (ქანგბადის ქიმიური მოთხოვნა)	მგ/ლ	-
TOC	მგ/ლ	-
ნატრიუმი	მგ/ლ	200

ზედაპირული წყლების ხარისხის კრიტერიუმები განსაზღვრულია გარემოს დაცვის მინისტრისა და შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანებებით.

ზედაპირული წყლების ხარისხის ზოგიერთი მახასიათებლების მნიშვნელობები ცხრ.11.3 - შია მოცემული.

ცხრილი 11.3 ზედაპირული წყლების ხარისხის მახასიათებლები

პარამეტრები	ერთეულები	ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზღკ)	პარამეტრები	ერთეულები	ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზღკ)
pH		6.5-8.5	Hg	მგ/ლ	0.0005 ³
Na	მგ/ლ	200	Ni	მგ/ლ	0.1 ³
ქლორიდები	მგ/ლ	350	Pb	მგ/ლ	0.03
ციანიდები (ჯამური)	მგ/ლ	0,1 ⁷	Se	მგ/ლ	0.01 ³
ბორი	მგ/ლ	0.5 ³	Zn	მგ/ლ	1,0 ³
ქქმ	მგ/ლ	30	ფენოლები (ჯამური)	მგ/ლ	0.001
უბმ	მგ/ლ	6	ბენზოლი	მგ/ლ	0.5
ნავთობის ჯამური ნახშირწყალბადები	მგ/ლ	0,3	ტოლუოლი	მგ/ლ	0.5
As	მგ/ლ	0.05 ³	ეთილბენზოლი	მგ/ლ	0.01
Cr ⁶⁺	მგ/ლ	0.05	ბენზ(ა)პირენი	მგ/ლ	0.000005
Cu	მგ/ლ	1,0 ³			

დასახლებული ადგილების ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზღკ).

ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები განსაზღვრულია ჰიგიენური ნორმატივებით „დასახლებული ადგილების ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები“. ატმოსფერულ ჰაერში ზოგიერთი მავნე ნივთიერების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები ცხრ.11.4-შია მოცემული.

აღნიშნული ჰიგიენური ნორმატივები შემუშავებულია საქართველოს კანონების “ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ”, “გარემოს დაცვის შესახებ” და “ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ” შესაბამისად.

ისინი ადგენენ მოთხოვნებს დასახლებული ადგილების ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის დაცვისადმი იმ ობიექტების განლაგების, დაპროექტების, მშენებლობის, რეკონსტრუქციისა და ექსპლუატაციისას, რომელთაც შესაძლოა მავნე ზეგავლენა მოახდინონ ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობაზე. მათი მოთხოვნათა შესრულება სავალდებულოა ხელისუფლებისა და ადგილობრივი თვითმმართველობის ორგანოების, საწარმოებისა და ორგანიზაციებისათვის საკუთრების ფორმისა და უწყებრივი დაქვემდებარების მიუხედავად, აგრეთვე თანამდებობის პირებისა და ინდივიდუალური სამეწარმეო საქმიანობით დაკავებული მოქალაქეებისათვის.

ცხრილი 11. 4. ატმოსფერული ჰაერის ზოგიერთი მავნე მინარევის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები

ნივთიერება	ზღვრულად დასაშვები
------------	--------------------

	კონცენტრაციები, მგ/მ ³	
	მაქსიმალური ერთჯერადი	საშუალო სადღეღამისო
ასბესტ შემცველი მტვერი	-	0.06
სილიციუმის დიოქსიდი >70%	0.15	0.05
სილიციუმის დიოქსიდი 70%-20%	0.3	0.1
სილიციუმის დიოქსიდი < 20%	0.5	0.15
აზოტის ოქსიდი	0.2	0.4
აზოტის დიოქსიდი	0.085	0.04
გოგირდის დიოქსიდი	0.5	0.05
მყარი ნაწილაკები (მტვერი)	0.5	0.15
ნახშირჟანგი	5.0	3.0
ფენოლი	0.01	0.003
ტყვია	0.01	0.0003
ამიაკი	0.2	0.04
ბენზოლი	1.5	0.1
ვერცხლისწყალი (მეტალური)	0.2	0.0003
ბენზ(ა)პირენი	-	0.1 მგ/100 მ ³
ოზონი	0.16	0.03

თითოეულ ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (მაქსიმალურად ერთჯერადსა და სადღეღამისოს) აქვს დამოუკიდებელი მნიშვნელობა, როგორც ორგანიზმზე უარყოფითი მოქმედების განვითარებაში, ასევე ატმოსფერული ჰაერის კონტროლისა და ჰაერის დაცვის გრძელ და მოკლე ვადაში ოპერატიული ღონისძიებების შემუშავებაში.

ამგვარად, ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელთა ნორმირებისას ნივთიერების ბიოლოგიური მიმართულების თავისებურების გარდა მედიკოსები ხელმძღვანელობენ შემდეგი პრინციპებით:

ა) ატმოსფერული ჰაერის ოპტიმალური პირობების შექმნა ადამიანის ნორმალური ცხოველქმედებისათვის;

ბ) მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვა, მათ შორის ყველაზე მგრძობიარე და ტოქსიკური ზემოქმედებისადმი ნაკლებად გამძლე კონტინგენტის – ბავშვების, მოხუცების, ავადმყოფების;

გ) ადამიანზე დამაბინძურებელი ნივთიერებების უშუალო (რეფლექტორული ან რეზორბციული) და ირიბი (ატმოსფეროს გამჭირვალეობის დაქვეითება და სხ.).

სახიფათო ნივთიერებების ემისიის/ჩაშვების (წყალში, ჰაერში, ნიადაგის გარემოში) კვლევები განსაზღვრავს დაბინძურების ყველა წყაროსთვის ემისიის/ჩაშვების მაქსიმალურ დასაშვებ სიდიდეებს. ნივთიერებების ჩამონათვალი მოცემულია გარემოს დაცვის და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს მიერ დამტკიცებული სტაციონარული დაბინძურების წყაროებიდან გაფრქვეული სახიფათო ნივთიერებების საშიშროების კოეფიციენტის დამტკიცების შესახებ დებულების შესაბამისად.

წყლის ობიექტებში სახიფათო ნივთიერებების მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაციების კვლევები განისაზღვრება საქართველოს კანონით წყლის შესახებ. მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაციები განისაზღვრება კონკრეტული ობიექტისთვის ინდივიდუალურად. საქართველოში მოქმედი წყლის ხარისხის სტანდარტები შეესაბამება ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის რეკომენდაციებს.

ხმაური: დღისა და ღამის საათებში ხმაურით გამოწვეული მნიშვნელოვანი ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად, საქართველოში მოქმედებს გარემოს აკუსტიკური ფონის სტანდარტი სანიტარული ნორმები „ხმაური სამუშაო ადგილებზე, საცხოვრებელი, საზოგადოებრივი შენობების სათავსებში და საცხოვრებელი განაშენიანების ტერიტორიაზე“.

ამ ნორმატიული დოკუმენტის მიხედვით, საცხოვრებელი განაშენიანების ტერიტორიის საზღვარზე ხმაურის გავრცელების ნორმად დღის საათებისთვის (7 სთ-იდან 19 სთ-მდე) მიღებულია 55 დბა, ხოლო ღამის საათებისთვის (19 სთ-იდან 7 სთ-მდე) - 45 დბა;

სამრეწველო საწარმოების ტერიტორიაზე ხმაურის დონის დასაშვები სიდიდე 70 დბა-ია. საქართველოში მიღებული ხმაურის სტანდარტი თანხვედრაშია ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციისა (WHO) და საერთაშორისო ფინანსური კორპორაციის (IFC) მიერ დადგენილი რეკომენდირებული სიდიდეებთან.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. გულისაშვილი ვასილ. მცენარეთა ეკოლოგია: სახელმძღვანელო - თბილისი, თბილ.
2. უნივესიტეტის გამომცემლობა, 1960, 327გვ.
3. გუნია გ. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. -
4. საქ. მეცნ. აკად., ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბ. 2005, 265გვ.
5. დასახლებული ადგილების ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების
6. ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზდკ) ჰიგიენური ნორმატივები ჰ.ნ. 2.1.6.002-01
4. ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევის
7. ნორმების გაანგარიშების ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე.
8. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №408 2013 წლის 31 დეკემბერი, ქ. თბილისი.
5. მელაძე მამია. აგროეკოლოგიის ძირითადი საფუძვლები. „უნივერსალი“, 2015, 240 გვ.
6. ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ
9. დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდჩ) ნორმების
10. გაანგარიშების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე.
11. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №414.2013 წლის 31 დეკემბერი ქ. თბილისი.
7. საქართველოს კანონი „გარემოს დაცვის შესახებ“. 10/12/1996,05/07/2018
12. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/33340?publication=25>
8. Munn R.E. Global Environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1 (Scientific

13. Committee on Problems of the Environment - SCOPE, rep.3). – Toronto, 1973. P. 130.
9. Odum Eugene. Fundamentals of Ecology. With Howard T. Odum. (1953).
10. Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas
14. Inventories. Ed., by J.T.Houghton et al., 1997. - IPCC, OECD and IEA. Printed in Hadley Centre.
11. Берляид М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы.Л.: Гидрометеоздат, 1985.
12. Будыко М.И. Глобальная экология, М.: Мысль, 1977.
13. Гуния Г.С. Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузии. -
15. Л.:Гидрометеоздат, 1985.
16. Гуния Г.С. Современные проблемы запыленности атмосферы - Обнинск: ВНИИГМИ -
17. Мировой центр данных, 1978.
14. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеоздат, 1979.
15. Степановских А.С. Экология. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.