

უაკ 504.064.36

**ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის
 სივრცულ - დროითი განაწილების შეფასების საკითხისთვის
 გუნია გ.**

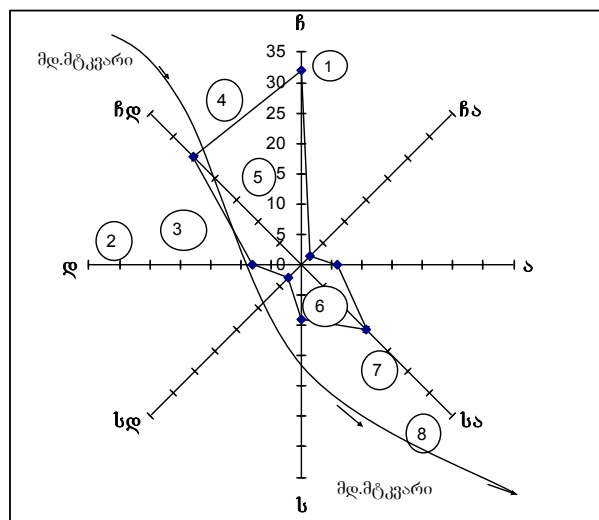
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი, საქართველო, garrygunia@yahoo.com

ნაშრომში მოტანილია 20 - 25 წლის დაკვირვებათა მასალის საფუძველზე ჩატარებულ კვლევათა შედეგები, რომლებშიც, ავტორის მიერ შემუშავებული ნორმირების მეთოდის დახმარებით [1, 3], საქართველოს ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებში ატმოსფეროს მინარევთა სივრცულ-დროითი განაწილების მონიტორინგის პრაქტიკული და თეორიული საკითხებია დამუშავებული. ისინი, ლოკალურსა და რეგიონალურ მასშტაბებში, ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის ტერიტორიულ განაწილებას, მათ მოკლევადიან და გრძელვადიან (დღეღამურ, თვიურ, სეზონურ, წლიურსა და ხუთწლიან ციკლურ) სვლებს ასახავენ.

**მინარევთა სივრცულ-დროითი განაწილების თავისებურებანი
 თბილისის ატმოსფერულ ჰაერში**

დაკვირვებები ჰაერის დაბინძურებაზე თბილისში 8 პუნქტზე წარმოებდა, რომლებიც ქალაქის სხვადასხვა რაიონში იყო განლაგებული, უმთავრესად, ატმოსფეროში სამრეწველო გამონაბოლქვთა ძირითადი გადატანის მიმართულებების გათვალისწინებით [1,3]. მაგალითად, ქალაქის ჩრდილოეთ განაპირას, მდ. მტკვრის მარცხენა ნაპირზე, "თემქას" დასახლებაში განვალაგეთ ატმოსფეროს დაბინძურებაზე დაკვირვების საგუშაგო (დდს) N1. საგუშაგო პუნქტები 2 და 3, ქალაქის ცენტრიდან, დაახლოებით, დასავლეთით მდებარეობენ, მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე, შესაბამისად, "დიდმისა" და "საბურთალოს" დასახლებებში. დანარჩენი 4 - 8 საგუშაგოები, უმთავრესად, მდინარის მარცხენა ნაპირზე, ქალაქის ჩრდილო - დასავლეთის განაპირიდან მისი სამხრეთ - აღმოსავლეთის საზღვრამდე მდებარე, რაიონების დასახლებებს მოიცავენ.

ზემოაღნიშნულის საილუსტრაციოდ ნახ.1-ზე სქემატურად დატანილია დდს-ების განლაგება და, ქალაქის მეტეოსადგურზე საკვლევი პერიოდის დაკვირვებათა მასალის დამუშავების შედეგად მიღებული, ქარის მიმართულებათა საშუალო მრავალწლიური განმეორადობის დიაგრამა, პროცენტებში (ქართა ვარდი).



ნახ.1. თბილისში ქარის მიმართულებების განმეორადობისა და დდს-ების განლაგების სქემა (O – დდს-ი)

დაკვირვებათა მასალის ინტერპრეტაციისა და ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების გასაადვილებლად და მონაცემთა არაერთგვაროვნების აღმოფხვრის მიზნით, ჩვენს მიერ იქნა შემოტანილი ატმოსფეროს, მოცემული ნივთიერებით - K_i და საშუალო ჯამური (საერთო) - K , დაბინძურების მაჩვენებლების ცნებები [1, 3]. მათი საან-

გარიშო ფორმულები ქვემოთაა მოცემული:

$$K_i = \frac{q_i}{q_{ix}} \quad , \quad (1)$$

$$K = \frac{\sum K_i}{n} \quad , \quad (2)$$

სადაც q_i და q_{ix} – შესაბამისად, გარკვეულ სივრცესა და დროში გასაშუალოებული i -ური ნივთიერების კონცენტრაცია და მისი შესატყვისი მანორმირებელი სიდიდეა. უკანასკნელს მოცემული მინარევის საშუალო მრავალწლიური კონცენტრაცია წარმოადგენს, ხოლო n – მინარევთა რიცხვია.

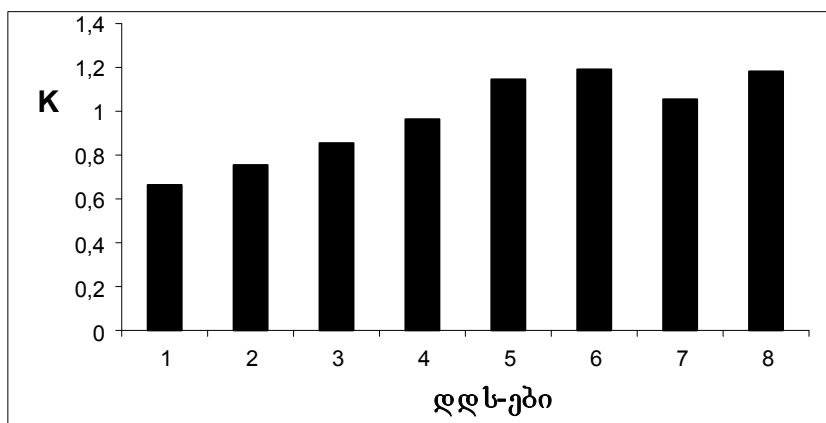
როგორც პრაქტიკამ გვიჩვენა, ჩვენს მიერ შემოტანილი ნორმირების მეთოდი მონაცემთა არაერთგვაროვნების გამორიცხვისა და ატმოსფეროს მინარევთა ჯამური ზემოქმედების შედეგად მიღებული ეკოლოგიური “დატვირთვის” შეფასების საუკეთესო საშუალებას იძლევა.

ფორმულა (1) -ის დახმარებით გაანგარიშებული დაბინძურების მაჩვენებლების მონაცემები საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ ჰაერის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე, როგორც მთლიანად ქალაქში, ისე მის ცალკეულ რაიონში. მაგალითად, როგორც განსახილველი ცხრ.1 - დან ჩანს დამაბინძურებელი ნივთიერებათა კონცენტრაციების განაწილება ქალაქის ტერიტორიაზე არათანაბარია და მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული გაბატონებული ქარის მიმართულებასა და განმეორადობაზე.

ცხრილი 1. თბილისში ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლების განაწილება

მინარევები	სინჯის აღების პუნქტები							
	1	2	3	4	5	6	7	8
მტვერი	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

უფრო თვალსაჩინოდ ეს ნახ.2-ზე არის გამოსახული, რომელზეც ქალაქის რაიონების მიხედვით, ფორმულა (2) -ის დახმარებით გამოთვლილი, ატმოსფეროს დაბინძურების საშუალო მრავალწლიური ჯამური მაჩვენებლის K -ს მნიშვნელობის ცვალებადობაა მოცემული.



ნახ.2. თბილისში ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის ჯამური მაჩვენებლის - K-ს სივრცითი განაწილება

როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, მინარევთა გადატანის ერთ-ერთი გაბატონებული, კერძოდ, ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებების გასწვრივ მდებარე, ქალაქის სამრეწველო რაიონებში ატმოსფეროს დაბინძურება თითქმის ერთნაირია (5 - 8 დღს-ები).

ატმოსფეროს ინტენსიური დაბინძურების შედეგად, ამ რაიონებში რამდენიმე ათეულ კილომეტრზე გადაჭიმული მავნე ნივთიერებათა მაღალი კონცენტრაციების ველი იქმნება.

=====

უფრო დეტალური განხილვის მცდელობისას აღსანიშნავია, რომ საგუშაგო N1, მიუხედავად მისი “ავტალის” სამრეწველო რაიონთან ახლო მდებარეობისა, მინარევთა კონცენტრაციების შედარებით დაბალი დონით ხასიათდება.

როგორც ჩანს, ეს გამოწვეულია ამ პუნქტის მდებარეობით მაღლობზე, გაბატონებული ჩრდილოეთის მიმართულების ქარის ქარპირა მხარეს, რაც ატმოსფეროს მინარევთა გაფანტვას და ჰაერის განიავებას უწყობს ხელს.

ამ პირობებში, როგორც ცნობილია [2, 3], ადგილი აქვს მინარევთა შთანთქმის ეფექტს, როგორც წყლის ზედაპირის, ისე მდინარის ნისლის წვეთების მიერ, რის შედეგადაც ჰაერი მნიშვნელოვნად სუფთავდება. ცხადია, ამ ეფექტს უნდა მივაწეროთ ის ფაქტი, რომ განსახილველი რაიონების საჰაერო აუზი ნაკლებ ეკოლოგიურ დატვირთვას განიცდის, ვიდრე ჩრდილოეთით მიმდებარე, მეზობელი რაიონები (მე 4-ე და მე 5-ე პუნქტები). გარდა ამისა, ნახ. 1-სა და 2-ის ერთობლივი ანალიზი საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ ქალაქის ტერიტორიაზე მინარევთა სივრცულ განაწილებაზე გაბატონებული ქარის გავლენით. ასე მაგალითად, ამ ნახაზებიდან კარგად ჩანს, რომ ქალაქის გაბატონებული ქარის ქარპირა, ჩრდილო-დასავლეთის პერიფერიის, მისი ცენტრისა და ქარზურგა, სამხრეთ-აღმოსავლეთის საზღვრის გასწვრივ დაბინძურების საშუალო ჯამური მაჩვენებლის თითქმის პერმანენტული მატება აღინიშნება.

ამრიგად, განხილული კვლევის შედეგები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ, ატმოსფეროს აუზის ეკოლოგიური მდგომარეობის გათვალისწინებით, მოსახლეობისათვის დისკომფორტულად ქალაქის ცენტრალური და მისი სამხრეთ-აღმოსავლეთით მდებარე განაპირა რაიონები უნდა ჩაითვალოს.

ზემოაღნიშნულთან ერთად, ატმოსფეროს დაბინძურების კვლევისას, მინარევთა კონცენტრაციების განაწილების დროის მიხედვით ცვლილებების შესწავლას ენიჭება დიდი მნიშვნელობა. ამასთან, გასაშუალოების პერიოდზე დამოკიდებულებით, კონცენტრაციების დღე-ღამურ, თვიურ, წლიურსა და მრავალწლიურ სვლებს ანხევავენ. ვინაიდან ატმოსფეროს დაბინძურების კონტროლის სახელმწიფო ქსელში დაკვირვებები ძირითადად დღის საათებში წარმოებდა, აქ მიღებული მასალით მინარევთა კონცენტრაციების დღე - ღამურ სვლაზე მსჯელობა გაძნელებულია. მიუხედავად ამისა, ქსელის ფუნქციონირების

2 ათეულ წელზე მეტ განმავლობაში მცოცავი გრაფიკით წარმოებულ დაკვირვებათა მასალის

დამუშავება საშუალებას იძლევა, პრაქტიკული თვალსაზრისით დამაკმაყოფილებელი სიზუსტით იქნეს გაშუქებული აღნიშნული საკითხი.

დაკვირვებათა მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მინარევთა დაბალი კონცენტრაციები დღის საათებში დაიკვირვება, ხოლო შემდეგ პერიოდში მათი მნიშვნელობები შესამჩნევად მატულობენ და მაქსიმალურ სიდიდეებს, ძირითადად, 13 - 15 საათებზე აღწევენ. ამასთან, გაანგარიშებებით დადგინდა, რომ დღის პირველ ნახევარში ამ ნივთიერებათა კონცენტრაციები, თანმიმდევრულად, საშუალოდ 25, 65, და 15%-ით მატულობენ. ღამის პერიოდში კი, 21 საათიდან მეორე დღის 7 საათამდე, მტვრისა და ნახშირჟანგის კონცენტრაციები, თანმიმდევრულად, დაახლოებით 5 და 20% მცირდება, ხოლო დანარჩენი ორი მინარევისა კი, პრაქტიკულად ცვლილებას არ განიცდიან.

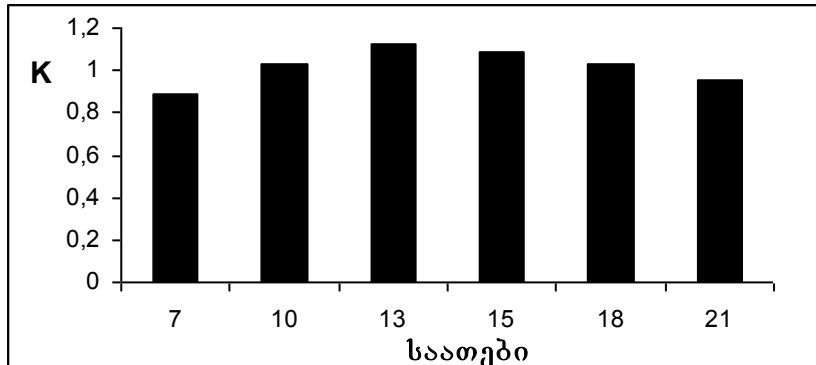
ვახასიათებთ რა თბილისის ატმოსფეროს ეკოლოგიურ მდგომარეობას ჯამური დაბინძურების

მაჩვენებლის დღე-ღამური სვლის საშუალებით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ დღის პირველ ნახევარში, 5 - 6 საათის განმავლობაში, როგორც ეს ნახ. 3-ზეა ნაჩვენები, ის სწრაფად, დაახლოებით 30%-ით, მატულობს.

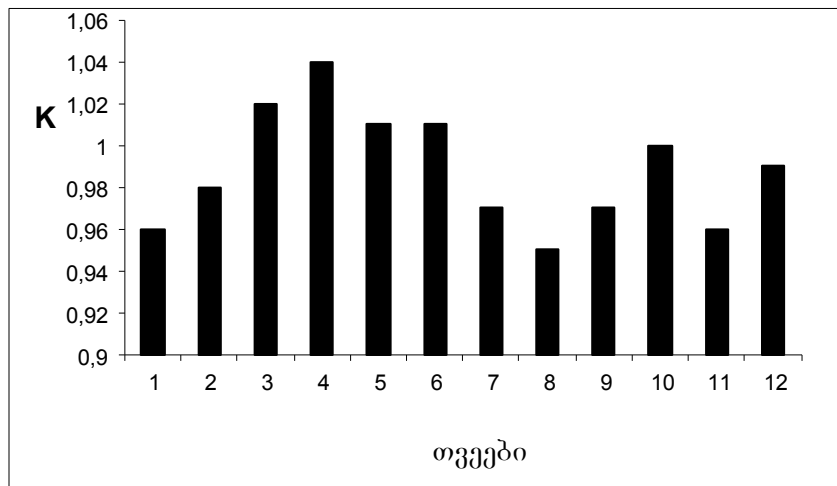
მისი შემცირება კი, დღის მეორე ნახევრისა და ღამის პერიოდში შედარებით ნელ ტემპში, დაახლოებით 16 - 18 საათის განმავლობაში, მიმდინარეობს.

მკვლევართა დიდ ინტერესს იწვევს, აგრეთვე, მინარევთა კონცენტრაციების წლიური სვლა. ამ საკითხთან დაკავშირებით გაანგარიშებულია ძირითადი მინარევებით ატმოსფეროს დაბინძურების მრავალწლიური საშუალო თვიური ო-ს მნიშვნელობები. თანახმად მიღებული შედეგებისა, მთელი ქალაქისათვის გაანგარიშებული ო-ს მრავალწლიური საშუალო თვიური სიდიდეები შესამჩნევად იცვლებიან. ამასთან, შეიძლება აღინიშნოს, რომ მტვრისა და გოგირდის ორჟანგის კონცენტრაციები უდიდეს მნიშვნელობებს გაზაფხულის პერიოდში

აღწევენ, ნახშირუანის კონცენტრაციები - ზამთარში, ხოლო აზოტის ორუანისა - გაზაფხულსა და ზაფხულში. ამ მინარევთა კონცენტრაციების მინიმალური სიდიდეები, ძირითადად, წელიწადის ცივ პერიოდში აღირიცხებიან, ჩ -ს გამოკლებით, რომლის დაბალი მნიშვნელობები ქალაქში, უმთავრესად, წელიწადის თბილ პერიოდში დაიკვირვება.



ნახ. 3. ატმოსფეროს ჯამური ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის - დროითი განაწილება თბილისის საჰაერო აუზში



ნახ. 4. თბილისში ატმოსფეროს ჯამური ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის წლიური სვლა

ზემოგანხილულ საკითხთან დაკავშირებით, წელიწადის განმავლობაში ქალაქის საჰაერო აუზის საერთო ეკოლოგიური მდგომარეობის ცვალებადობის შესწავლა ბევრადაა ხელსაყრელი მინარევთა ჯამური დაბინძურების მაჩვენებლის წლიური სვლის ანალიზის გზით. მაგალითად, ნახ. 4-ზე მკაფიოდ ჩანს K-ს წლიური სვლის ცვლილებების ყველა ნიუანსი.

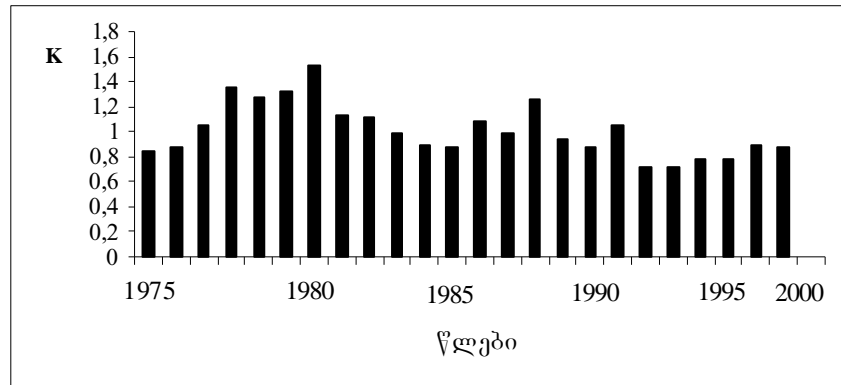
როგორც ნახაზიდან ჩანს, K-ს მნიშვნელობები წელიწადის დასაწყისში პერმანენტულად მატულობს და, აღწევს რა მაქსიმუმს აპრილში, შემდეგ ასევე მკაფიო კლებას განიცდის, მინიმუმით აგვისტოს თვეში. მისი გაანგარიშებული სიდიდეები თბილ და ცივ პერიოდებში თითქმის ერთნაირია და საშუალოდ, შესაბამისად, 0,99 და 0,98 უდრის. ამასთან, წლიურ სვლაში მკაფიოდ აღინიშნება წელიწადის გარდამავალი პერიოდების გაზაფხულისა და შემოდგომის მაქსიმუმები.

ატმოსფეროს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ასპექტების შესწავლისას, მინარევთა კონცენტრაციების რეგროსპექტიული შეფასებები იწვევს დიდ ინტერესს. ამ საკითხის დამუშავება, აგრეთვე, მნიშვნელოვანია ატმოსფეროს დაბინძურების პროგნოზის შემუშავებისთვისაც.

ქვემოთ მოცემულია, ატმოსფეროს ძირითად მინარევებზე 1975-2000 წლების პერიოდში თბილისში შესრულებული, უწყვეტი დაკვირვებათა მასალის დამუშავების გზით მიღებული, საშუალო წლიური კონცენტრაციების დახმარებით გაანგარიშებული ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიური დატვირთვის შეფასებები.

ქალაქის საჰაერო აუზის გრძელვადიან საერთო დაბინძურებაზე შეგვიძლია უფრო თვალ-ნათლივ ვიმსჯელოთ ატმოსფეროს დაბინძურების ჯამური მაჩვენებლის - გამოყენებით.

მაგალითად, ნახ.5-ზე მოტანილია, თბილისში 25 წლის განმავლობაში წარმოებული უწყვეტი დაკვირვებათა მასალების დამუშავების შედეგად მიღებული, ატმოსფეროს ჯამური დაბინძურების მაჩვენებლის საშუალო წლიური სიდიდის რეტროსპექტიული ცვლილებების ამსახველი დიაგრამა.



ნახ.5. თბილისში ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის ჯამური მაჩვენებლის საშუალო წლიური სიდიდების რეტროსპექტიული ცვლილებები.

როგორც ნახ.5-დან გამომდინარეობს, თბილისში ატმოსფეროს დაბინძურება 2000 წლამდე, დაახლოებით ხუთწლიანი ციკლით, თანმიმდევრული მატებისა და შემცირების ტენდენციებით ხასიათდება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. გუნია გარი. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. - საქ. მეცნ. აკად., ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბ. 2005, 265გვ.
2. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. - Л.:Гидрометеиздат, 1985, 272с.
3. Гуния Г.С. Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузии. - Л.: Гидрометеиздат, 1985, - 84с.

უაკ 504.064.36

ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის სივრცულ - დროითი განაწილების შეფასების საკითხისთვის/გუნია გ./სტუზ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. - 2020. - ტ.129. - გვ.71-76. - ქართ.; რუზ.: ქართ., ინგლ., რუს. ნაშრომში მოტანილია 20 - 25 წლის დაკვირვებათა მასალის საფუძველზე ჩატარებულ კვლევათა შედეგები, რომლებშიც, ავტორის მიერ შემუშავებული ნორმირების მეთოდის დახმარებით, საქართველოს ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებში ატმოსფეროს მინარევთა სივრცულ-დროითი განაწილების მონიტორინგის პრაქტიკული და თეორიული საკითხებია დამუშავებული. ისინი, ლოკალურსა და რეგიონალურ მასშტაბებში, ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის ტერიტორიულ განაწილებას, მათ მოკლევადიან და გრძელვადიან (დღეღამურ, თვიურ, სეზონურ, წლიურსა და ხუთწლიან ციკლურ) სვლებს ასახავენ.

UDC 504.064.36

To the issues of assessing the spatio-temporal distribution of the indicator of the ecological load of the atmosphere./Gunia G./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.71-76. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. Data for 20 - 25 years. Using the rationing method developed by the author, practical and theoretical issues of monitoring the spatio-temporal distribution of atmospheric impurities in areas of intense anthropogenic impact in Georgia are being resolved. They on a local and regional scale reflect the territorial distribution of the indicator of the ecological load of the atmosphere, its short-term and long-term (daily, monthly, seasonal, annual and five-year cyclic) moves.

УДК 504.064.36

კ ვიკრსაქს ოცნა ქრსტრანსვენო-ვრეწნოვო რასქრეღლენია ქოკაზატელა ეკოლოგიკოსქო ნაღრუკი ატმოსქერა./ღუნია Ⴀ.ს./ ნაუჩ. რეფ. სბ. ტრუღ. იღმ Ⴀტუ - 2020. ვიქ.129 - ს.71-76. Ⴀრუკ.; რეკ.: Ⴀრუკ., ანღლ., რუს. ვ სტარტე რეღრსტარენი რეკულტარტა ისქლედარენი, რეღრენნიქ ნა ოსნოვე მარტარიალთ ნაბღოდენი კა 20 - 25 ლეტ. ვ ნემ, ქოშოქო რაღრბარტანოვო ავტორთ მეთოღ ნორმირარენია, რეღარტარტა რაქტიკოსქე ი თეორეტოსქე ვიქრსტრანსვენო - ვრეწნოვო რასქრეღლენია ატმოსქერთ რიქმე-სეი ვ რაიონაქ ინტენსივნი ანტროქოგენნი ვოღდეიქსტარ Ⴀრუკი. ონი ვ ლოკალნი Ⴀ რეგიონალნი მასქტაბე ობღარკარტარენი რასქრეღლენია ქოკაზატელა ეკოლოგიკოსქო ნაღრუკი ატმოსქერა, ეო კრატკოსროჩნი ი დოღგოსროჩნი (სუტოჩნი, მესაქნი, სეკონნი, Ⴀოვოვი ი ქარტელნი ქიკლიჩნი) ხოღი.