

Doi.org/10.36073/1512-0902-2024-135-82-87

უკ 504.5.054.

ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში PM_{2.5} და PM₁₀-ის გავრცელების გამოკვლევა ექსპერიმენტული დაკვირვებებით

ნ.გიგაური*, ა.სურმავა***, ვ.კუხალაშვილი**, ლ.ინწკირველი*, ნ.ბეგლარაშვილი*

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

**ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ.ნოდიას გეოფიზიკის ინსტიტუტი
natiagauri18@yahoo.com

რეზიუმე

გამოკვლეულია საქართველოს ერთ-ერთი ადმინისტრაციული, სამედიცინო-გამაჯანსაღებელი და კულტურულ-ტურისტული ცენტრის ქ. ქუთაისის ატმოსფერული ჰაერის PM_{2.5} და PM₁₀-ით დაბინძურება. კვლევისათვის გამოყენებულია ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მონიტორინგის ფარგლებში ჩატარებული ოპერატიული დაკვირვებებისა და სპეციალური ექსპერიმენტული გაზომვებით მიღებული მონაცემები. განსაზღვრულია მიკროაეროზოლების კონცენტრაციათა ცვლილების წლიური, თვიური და დღიური მნიშვნელობების მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო არეალი, ასევე მათი სივრცული განაწილება ქალაქისა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე. დადგენილია, რომ დღის განმავლობაში PM-ნაწილაკების კონცენტრაცია თითქმის ყოველთვის ხასიათდება მატების ტენდენციით და თავის მაქსიმუმს აღწევს 20 საათის შემდგომ. ექსპერიმენტული გაზომვების შედეგად გამოვლენილია მიკროაეროზოლების მაქსიმალური და მინიმალური კონცენტრაციების მნიშვნელობები, კონცენტრაციების ცვლილების დიაპაზონები და ატმოსფერული ჰაერის შედარებით ძლიერი და სუსტი დაბინძურების არეები.

საკვანძო სიტყვები: ატმოსფერო, დაბინძურება, მონიტორინგი, PM-ნაწილაკები,

შესავალი

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება მთელი მსოფლიოს და მათ შორის, ჩვენი ქვეყნის ერთ-ერთი მთავარი გარემოსდაცვითი გამოწვევაა, რადგან ამ გარემოში ცხოვრობს ადამიანი და განუწყვეტლივ განიცდის ატმოსფერული ჰაერის ზემოქმედებას. ატმოსფეროს დამაბინძურებლებიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს მიკრო აეროზოლები PM_{2.5} და PM₁₀, ისინი ატმოსფეროში ხვდებიან ბუნებრივი და ანთროპოგენული პროცესების შედეგად. ეს ნაწილაკები შეიცავს მიკროსკოპულ მყარ ნივთიერებებს ან თხევად წვეთებს, რომლებიც იმდენად მცირეა, რომ შეიძლება მათი ინჰალაცია მოხდეს და ჯანმრთელობის სერიოზული პრობლემები გამოიწვიოს. PM_{2.5} და PM₁₀ - მყარი და თხევადი ნაწილაკებია, რომელთა ზომები 1-დან 10 მკმ-ს შორის მერყეობს. ისინი შედგებიან: ბიოლოგიური დამაბინძურებლების, ჭვარტლის, ასფალტის, საბურავების, მინერალური მარილების, მჟავების და სხვა მყარი თუ თხევადი უმცირესი ნაწილაკებისაგან. განსაზღვრულია მათი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები: PM_{2.5}-თვის – 10 მკგ/მ³ (საშუალო დღიური) და 25 მკგ/მ³ (მაქსიმალური ერთჯერადი); PM₁₀-თვის: 20 მკგ/მ³ (საშუალო დღიური) და 50 მკგ/მ³ (მაქსიმალური ერთჯერადი).

ყველაზე დიდ საფრთხეს უქმნის ჯანმრთელობას PM_{2.5} და PM₁₀ ნაწილაკები, რომლებიც იწვევენ ადამიანთა ჯანმრთელობის გაუარესებას, ხშირად ლეტალური შედეგით. კერძოდ, ყოველწლიურად ატმოსფეროს მიკრო ნაწილაკებით დაბინძურების შედეგად იღუპება მილიონობით ადამიანი [1]. ამ ნაწილაკების მოქმედებას უკავშირებს ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაცია გულ-სისხმძარღვთა (3%) და კიბოთი (5%) დაავადებების შემთხვევებს [1]. ამასთან, დიდი ალბათობით მტერის მიკრო ნაწილაკებზე ადსორბირებული ვირუსები მარტივად ვრცელდება ატმოსფეროში.

კვლევის ობიექტი და მეთოდოლოგია

კვლევის ობიექტად არჩეულია ქ. ქუთაისი. მართალია, ქ. ქუთაისი, საქართველოს ერთ-ერთი ადმინისტრაციული და ტურისტული ცენტრი, არ მიეკუთვნება მსოფლიოს 500 ყველაზე მეტად დაბინძურებულ ქალაქების რიცხვს, მაგრამ, როგორც ამას ჰაერის მონიტორინგის მონაცემები აჩვენებენ, მის ცალკეულ უბნებში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება ხშირად აღემატება დასაშვებ დონეს. ამიტომ ქ.ქუთაისის ატმოსფერული ჰაერის PM_{2.5} და PM₁₀-ით დაბინძურების შესწავლა, მეტად აქტუალურ ეკოლოგიურ პრობლემას წარმოადგენს.

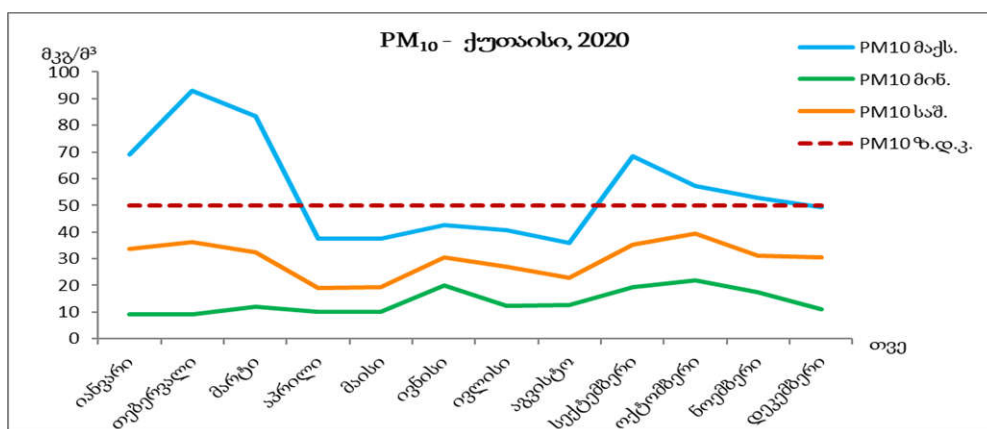
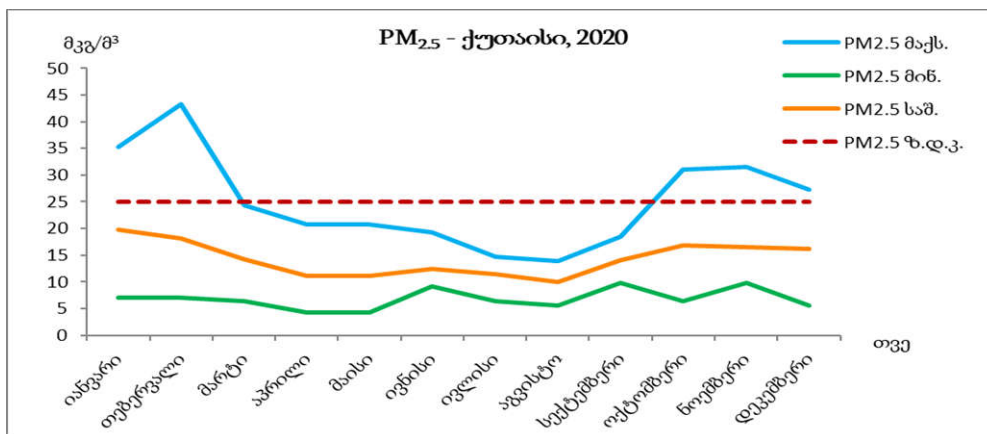
ქ. ქუთაისში ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის გაზომვები წარმოებს მხოლოდ ერთ ავტომატური მონიტორინგის ფონური სადგურის ამონაცემები მიღებულია ქალაქის ერთ-ერთ მეტად მეტად ინტენსიური

საავტომობილო მოძრაობის პუნქტში - ი. ასათიანის ქ. №98. და 7 ყოველკვარტალური ინდიკატორული გაზომვების საშუალებით. მიმდინარე მონიტორინგის შედეგებზე დაყრდნობით კი შეუძლებელია ქალაქის ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის სრული სურათის დანახვა, ამიტომ ჩვენ ქალაქის ატმოსფეროს ხარისხის შეფასებისათვის გამოვიყენეთ ავტომატური სადგურის დაკვირვების 2-წლიანი (2020-2021 წწ.) მონაცემები. ანალოგიური სამუშაო ჩატარებულია ქ.თბილისისთვის [3].

ექსპერიმენტული შედეგები და განსჯა

ნახ.1-ზე წარმოდგენილია PM_{2.5} და P M₁₀-ის 2020 წლის ყოველთვიური აბსოლუტური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო მონაცემები. როგორც ნახაზებიდან ჩანს, ნაწილაკების მაქსიმალური კონცენტრაციები ზღვ-ს მნიშვნელობებს აჭარბებს ან ტოლია ყველა პერიოდში. უნდა აღინიშნოს, რომ PM_{2.5} ყოველთვის ნაკლებია PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე, თუმცა მათი მსვლელობა ერთნაირი ხასიათისაა. ყურადღებას იქცევს კონცენტრაციების ვარდნა, რომელიც ჩანს მარტისა და აპრილის თვეებს შორის. ეს შეიძლება აიხსნას იმით, რომ 2020 წლის აპრილის თვეში საქართველოს მასშტაბით გამოცხადდა საგანგებო მდგომარეობა და აიკრძალა ავტოტრანსპორტის მოძრაობა. განვიხილოთ თვის ჭრილში ეს პერიოდები.

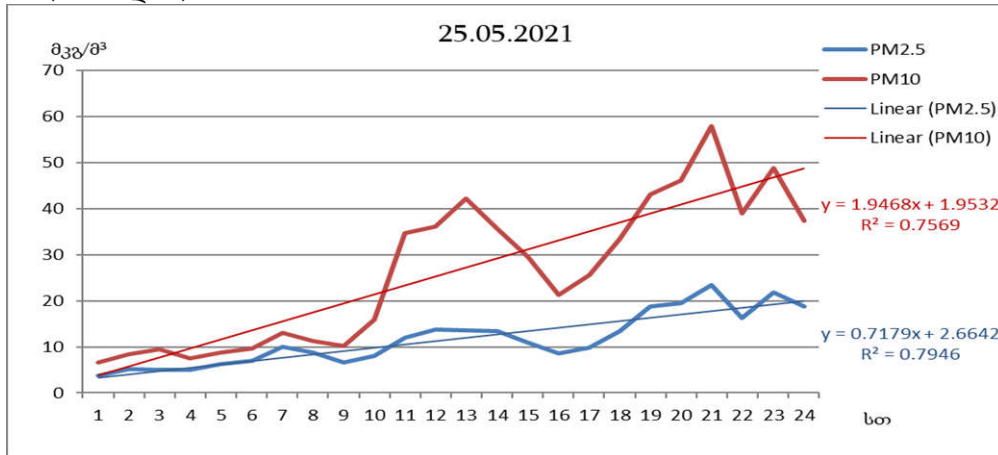
ქ. ქუთაისის ატმოსფერული ჰაერის შესაფასებლად გამოყენებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემები [2]. ჩვენს მიერ შექმნილი ბაზა მოიცავს 2020-2022 წლების წლიურ, თვიურ და დღიურ კონცენტრაციათა მსვლელობის გრაფიკებს. ნახ.1-ზე ნაჩვენებია 2020 წლის განმავლობაში PM_{2.5} და PM₁₀-ის ყოველთვიური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციების ცვლილების გრაფიკები. შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება ვთქვათ, რომ ქუთაისის ატმოსფერულ ჰაერში PM_{2.5}-ის კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე, მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი კი ერთნაირია. PM₁₀-ის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ზღვ), მინიმალური და საშუალო მნიშვნელობები კი ყოველ თვე ნაკლებია ზღვ-ზე (ზღვ PM_{2.5}= 25 მკგ/მ³, ზღვ PM₁₀= 50 მკგ/მ³).



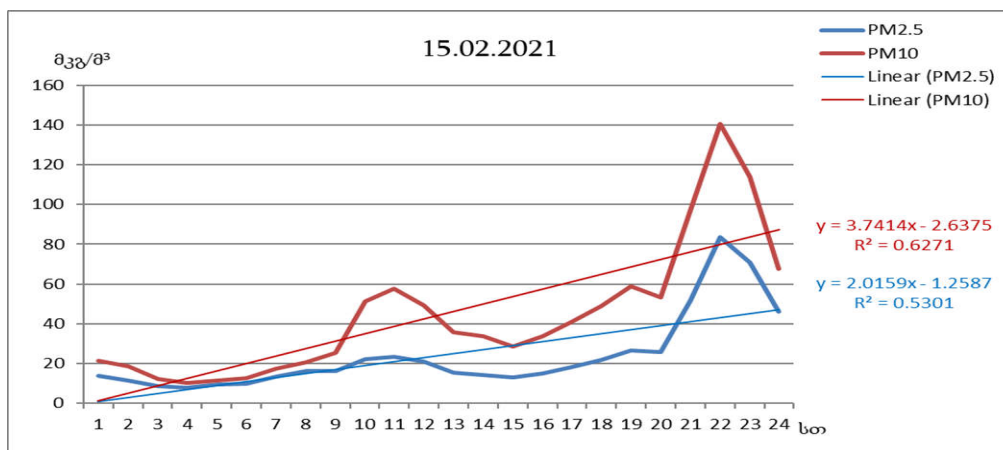
ნახ. 1. PM_{2.5} და PM₁₀-ის მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციები, 2020 წელი

უნდა აღინიშნოს ის, რომ 2020 წლის განმავლობაში ძირითადად დაბალი კონცენტრაციები დაფიქსირებული, რაც გამოწვეულია კორონა ვირუსის გავრცელების გამო შეზღუდვების შემოღებით საქართველოს მთელი მასშტაბით.

რაც შეეხება ყოველ საათობრივ მნიშვნელობებს, უნდა ითქვას, რომ ძირითადად დღის განმავლობაში კონცენტრაციათა მატების ტენდენციაა, ტრენდი დადებითია და მაქსიმალური მნიშვნელობები 20 სთ-ის შემდგომ ფიქსირდება, არის შემთხვევებიც, როცა 13 საათის მახლობლად იმატებს კონცენტრაციები, რაც აიხსნება ავტოტრანსპორტის ინტენსივობის გაზრდით ამ პერიოდში, პიკის საათების დროს (ნახ. 3 და 4).

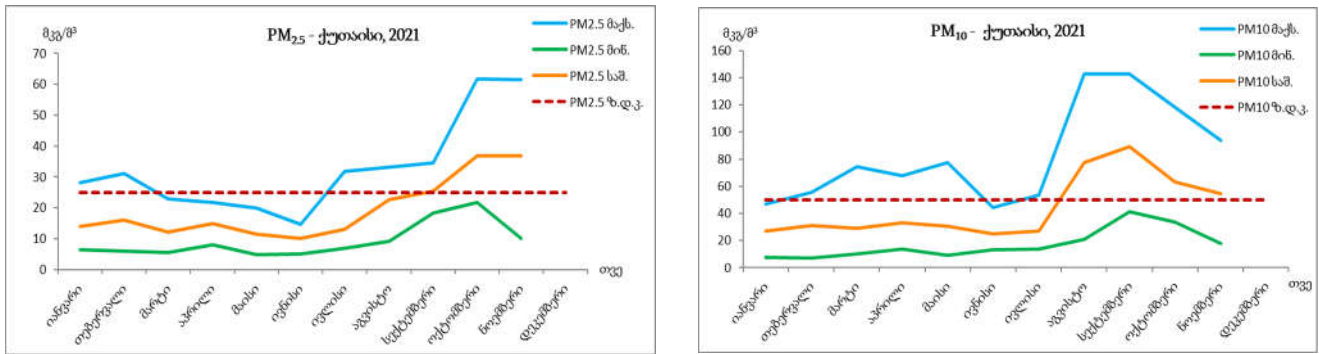


ნახ. 3. PM2.5 და PM10-ის ყოველსაათობრივი მსვლელობა, 2021 წლის 25 მაისი

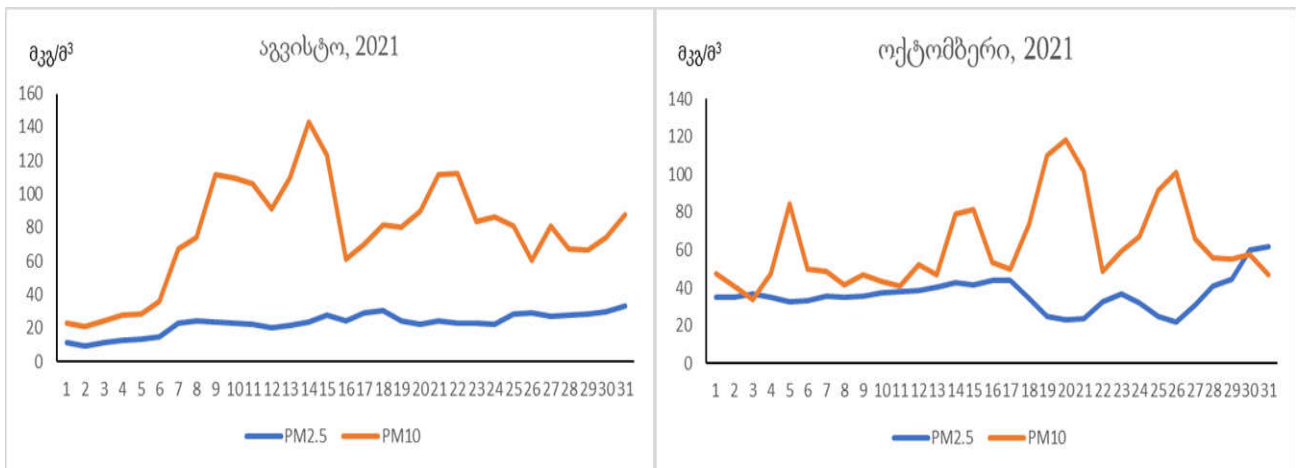


ნახ.4. PM2.5 და PM10-ის ყოველსაათობრივი მსვლელობა, 2022 წლის 15 თებერვალი

ყველაზე მაღალი მნიშვნელობები დაფიქსირებულია 2021 წლის განმავლობაში, ივლისის თვის შემდეგ. ამაზე მეტყველებს ყოველთვიური მონაცემებიც (ნახ. 5) და ყოველდღიური მსვლელობებიც (ნახ. 6). როგორც ნახ. 5-დან ჩანს, PM_{2.5}-ის კონცენტრაცია 30 მკგ/მ³-ის ფარგლებშია, ხოლო PM₁₀-ის აღწევს 142 მკგ/მ³-ს, რაც 2.5-ჯერ და მეტადაც აღემატება მის ზღვ-ს. ნახ. 6-დან კი ვხედავთ, რომ PM_{2.5}-ის კონცენტრაცია 61 მკგ/მ³-ს აღწევს და PM₁₀-ის - 118 მკგ/მ³-ს. როგორც წესი, კონცენტრაციათა მატება დამოკიდებულია ძირითადად ავტოტრანსპორტის ინტენსივობაზე და აგრეთვე მეტეოროლოგიურ პირობებზე, ვინაიდან, მაღალი კონცენტრაციები ფიქსირდება უფრო ხშირად დაბალ ღრუბლიან ამინდში, ნისლის დროს. ქარიან ამინდში უფრო მეტად იფანტება მტვრის ნაწილაკები ჰაერში და გადადის ატმოსფეროს ზედა ფენებში.



ნახ. 5. PM_{2.5} და PM₁₀-ის მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციები, 2021 წელი

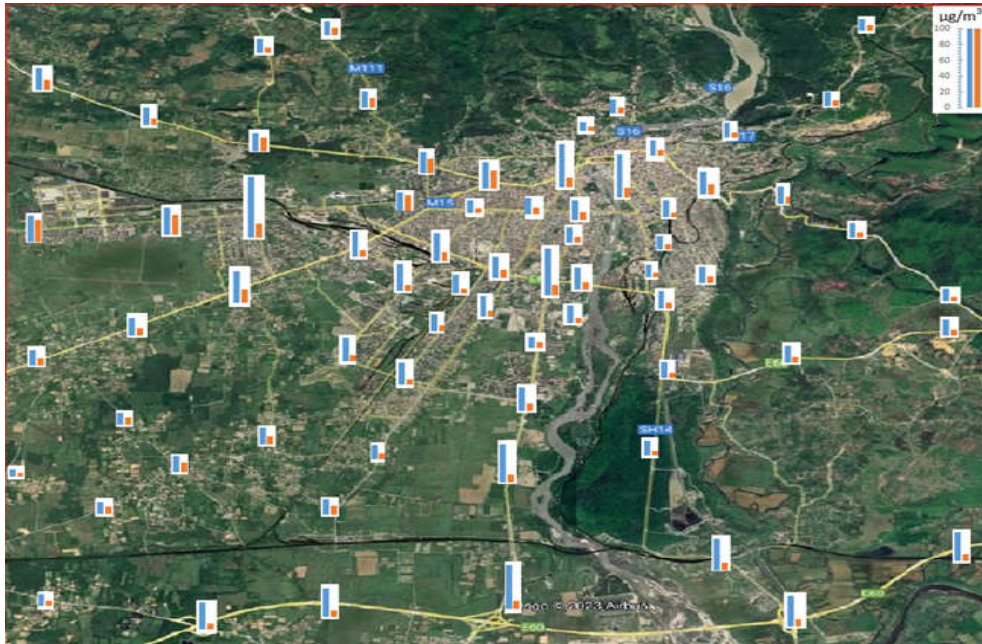


ნახ. 6. PM_{2.5} და PM₁₀-ის ყოველდღიური მსვლელობა, 2021 წლის აგვისტოსა და ოქტომბერში

ექსპერიმენტული ნატურული გაზომვებით შესწავლილია ქ. ქუთაისისა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე ატმოსფერულ ჰაერში PM_{2.5} და PM₁₀ კონცენტრაციები. გაზომვები ჩატარებულია პორტატული გამზომი მოწყობილობით Aeroqual Series 500. მიღებული მონაცემებით აგებულია მიკროაეროზოლების ზედაპირული განაწილების სურათი, დადგენილია შედარებით მაღალი და დაბალი კონცენტრაციების ზონები.

დიაგრამიდან ჩანს, რომ PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციათა მნიშვნელობები დაკვირვების პუნქტებში არ არის პროპორციულ დამოკიდებულებაში. გაზაფხულზე და ზაფხულში PM₁₀-ის კონცენტრაციები იცვლება 8,4 -132,5 მკგ/მ³, PM_{2.5}-ის კი - 4,6-25,1 მკგ/მ³ ინტერვალის ფარგლებში.

PM₁₀-ის ექსტრემალურად მაღალი კონცენტრაცია (>2,6ზდკ; ზდკ=50 მკგ/მ³) გაზომილია ავტომშენებლის ქუჩის მიმდებარე ტერიტორიაზე. მაღალი კონცენტრაციები (>ზდკ) დაკვირვებულია ქალაქის ცენტრში (მწვანე ბაზარი, რუსთაველის ხიდი), თაბუკაშვილის ქუჩის შუა ნაწილში, ქუთაისის გარსშემოვლის გზასა და თაბუკაშვილის ქუჩის გადაკვეთასთან. მაღალი კონცენტრაციების არსებობა ძირითადად დაკავშირებულია ქუჩის სარემონტო სამუშაოებთან, საწარმოო საქმიანობასთან, ინტენსიურ სატრანსპორტო მოძრაობასთან.



ნახ.7. ქ. ქუთაისისა და მის შემოგარენში ატმოსფერულ ჰაერში PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების მნიშვნელობათა სვეტური დიაგრამები

დასკვნა

- ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში PM_{2.5}-ნაწილაკების კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე, მაგრამ მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი ერთნაირია.
- მათი მაქსიმალური მნიშვნელობები ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ), მინიმალური და საშუალო მნიშვნელობები იშვიათად აღემატებიან ზდკ-ს.
- PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილების ტრენდმა გვიჩვენა, რომ დღის განმავლობაში PM-ნაწილაკების კონცენტრაცია თითქმის ყოველთვის ხასიათდება მატების ტენდენციით და თავის მაქსიმუმს აღწევს 20 საათის შემდგომ.
- ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა პანდემიის გავლენა მტვრის ნაწილაკების კონცენტრაციის შემცირებაზე ქალაქის ატმოსფეროში და ნათლად დაგვანახა, რომ ქუთაისის ატმოსფეროს PM-ნაწილაკებით დაბინძურებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს ავტოტრანსპორტს.
- ქ. ქუთაისში განხორციელებული იქნა ექსპერიმენტული გაზომვების შედეგად დადგენილია მიკროაეროზოლების მაქსიმალური და მინიმალური კონცენტრაციების მნიშვნელობები, კონცენტრაციების ცვლილების დიაპაზონები და ატმოსფერული ჰაერის შედარებით ძლიერი და სუსტი დაბინძურების არეები.

მადლიერების გამოხატვა. სამეცნიერო კვლევა განხორციელდა „შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის“ ფინანსური მხარდაჭერით [FR-22-4765].

ლიტერატურა - REFERENCES

1. World Health Organization. Regional Office for Europe. Review of evidence on health aspects of air-REVIHAAP Project” First result. <https://media.xpair.com › pdf › REVIHAAP>.
2. https://air.gov.ge/reports_page

UDC: 504.5.054

Investigation of distribution of PM_{2.5} and PM₁₀ in city Kutaisi atmosphere by experimental observations/N.Gigauri, A. Surmava, V. Kukhalashvili, L. Intskirveli, N. Beglarashvili / Transactions IHM, GTU. -2024. -vol.135. -pp.ბბ-ბბ. - Georg., Summ. Georg., Eng. One of the administrative, medical-rehabilitation and cultural-tourist centers of Georgia St. Air pollution of Kutaisi with PM_{2.5} and PM₁₀. The data obtained from operational observations and special experimental measurements conducted within the framework of atmospheric air pollution monitoring are used for the research. The maximum, minimum and average area of the annual, monthly and daily changes in the concentration of microaerosols, as well as their spatial distribution in the city and its surrounding area, have been determined. It is determined that the concentration of PM particles during the day is almost always characterized by an increasing trend and reaches its maximum after 20 hours. As a result of experimental measurements, the values of maximum and minimum concentrations of microaerosols, ranges of concentration changes and areas of relatively strong and weak pollution of atmospheric air have been revealed.