

UDC 658.3.053:632., 658.3.043

SCOPUS CODE 2213

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-270-279>**ელექტრომაგნიტური გამოსხივება თბილისის მეტროპოლიტენში**

ლუცინდა ჩხეიძე	შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: Lucinda.chkheidze@yahoo.com
ნინო ჯვარელია	შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 7 E-mail: n.jvarelia@gtu.ge
ანა კათამიძე	შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: katamidze.a@gtu.ge

რეცენზენტები:**ნ. რატიანი**, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: n.ratiani@yahoo.com

თ. კუნჭულია, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: t.kunchulia@gtu.ge

ანოტაცია. ბუნებრივი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების დინამიკურად მზარდ დანამატს ქმნის ტექნოგენური ელექტრომაგნიტური გამოსხივება, რომლის ზემოქმედება განსაკუთრებით მაღალია მეტროპოლიტენში. მეტროპოლიტენი რთული ტექნიკური კომპლექსია, რომელიც აღჭურვილია თანამედროვე ავტომატიზებული ტექნიკით. მეტროში ყოფნა თავისი ნეგატიური ზემოქმედებით 2-ჯერ აღემატება ნებისმიერ ელექტროტრანსპორტში ყოფნას [1,2].

სტატიაში წარმოდგენილია თბილისის მეტროპოლიტენში ელექტრომაგნიტური გამოსხივების დონის კვლევის შედეგები.

ელექტრომაგნიტური ველის კვლევა ჩატარდა თბილისის მეტროპოლიტენის სადგურების სხვადასხვა ლოკაციაზე (მეტროპოლიტენის მემანქანის კაბინაში, ესკალატორზე, ესკალატორის მორიგის კაბინაში, მეტროპოლიტენის პლატფორმაზე და ვაგონებში). მიღებული შედეგების რეგლამენტირებულ სანიტარიულ ნორმებთან შედარების შედეგად

გად გამოიკვეთა ადგილები, სადაც განსაკუთრებით მაღალია ელექტრული და მაგნიტური ველები და გამოსხივების ჯამური დონე ქმნის ადამიანისათვის საშიშ გამოსხივების ფონს, რაც ნეგატიურად აისახება მეტროპოლიტენის მგზავრებზე, პერსონალზე და განსაკუთრებით მემანქანეზე.

ყურადღება გამახვილებულია მეტროს პერსონალის შრომის პირობებზე და მათი ოპტიმიზაციის ღონისძიებებზე, პროფილაქტიკურ ღონისძიებებსა და სათანადო რეკომენდაციებზე.

საკვანძო სიტყვები: ელექტრომაგნიტური გამოსხივება; ესკალატორი; ვაგონი; იმპულსური მაგნიტური ველი; მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი; მგზავრი; მემანქანე; მეტროპოლიტენი; პლატფორმა; პროფესიული დაავადება; უსაფრთხოება.

შესავალი

თანამედროვე ადამიანი ცხოვრობს გარემოს ძლიერი ელექტრომაგნიტური დაბინძურების პირობებში, რომელსაც ქმნის სივრცეში გავრცელებული სხვადასხვა სიხშირის ურთიერთპერპენდიკულარული და ურთიერთმოქმედი ელექტრული და მაგნიტური ველები.

ჯანდაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციამ ელექტრომაგნიტური გამოსხივება კაცობრიობისათვის აქტუალურ პრობლემად და 21-ე საუკუნის საფრთხედ აღიარა, შემოიღო ტერმინი „გარემოს გლობალური ელექტრომაგნიტური დაბინძურება“ და კაცობრიობის პრიორიტეტული პრობლემების სიაში ჩართო. აღსანიშნავია, რომ თანამედროვე სამყაროში ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებასთან კონტაქტის

თავიდან აცილება თითქმის შეუძლებელია და ამასთან, ემგ-ის დონე ყოველ 10 წელიწადში 10-15-ჯერ იზრდება [3].

ელექტრომაგნიტური ველები (ემვ) ყველა სიხშირულ დიაპაზონში მაღალი ბიოლოგიური აქტივობით ხასიათდება: არღვევს ადამიანის ორგანიზმში ბალანსსა და უჯრედებს შორის ურთიერთქმედებას, რაც აისახება სხვადასხვა ორგანოზე დაავადების პროვოცირებით. ემვ-ის გამოსხივების არასასურველ ზემოქმედებას პირველ რიგში განიცდის თავის ტვინი, ცენტრალური და პერიფერიული ნერვული სისტემები, სისხლი და ნეიროენდოკრინული სისტემები. ემვ-ის მიმართ განსაკუთრებით მგრძნობიარეა ემბრიონი და ბავშვები [4,5].

დაბალი ინტენსივობის ემვ-ის მრავალჯერადად განმეორებადი ზემოქმედება იწვევს ორგანიზმის ადაპტაციურ-კომპენსატორული შესაძლებლობების დაძაბვას, ნერვულ-ფსიქიკურ დაავადებებს, სისხლის წნევის ცვლილებას, სისხლში თეთრი უჯრედების შემცირებას, რაც გავლენას ახდენს ორგანიზმის ჰორმონულ ბალანსზე.

ელექტრომაგნიტური ველების, თუნდაც შედარებით დაბალი დონის, მოქმედების ზონაში ხანგრძლივი ყოფნისას ვითარდება ნაადრევი დაღლილობა, გაღიზიანებულობა და ბრაზიანობა, ქცევის ცვლილება, მეხსიერების დაქვეითება, ყურადღების შესუსტება, ძილის დარღვევა, ნერვულ-ფსიქიკური დაავადებები, პულსის შენელება, ტროფიკული მოვლენები (თმის ცვენა, ფრჩხილების მტვრევა და სხვ.), პარკინსონისა და ალცჰაიმერის დაავადებები, ავთვისებიანი წარმონაქმნების ფორმირება.

ხანგრძლივი მრავალწლიანი ზემოქმედების პირობებში ემვ-ის ბიოლოგიური ეფექტი აკუმულირ-

დება, შედეგად შესაძლებელია შორეული შედეგების გამოწვევა.

ელექტრული ველი ადამიანის ორგანიზმში არ აღწევს ღრმად და ქმნის ზედაპირულ მუხტს, ხოლო მაგნიტური ველის ზემოქმედება იწვევს ორგანიზმში ცირკულირებად ელექტრული დენების წარმოქმნას და განსაკუთრებით საშიშად ითვლება, რამდენადაც მასზე რეაგირებს ენდოკრინული, სისხლძარღვების, სუნთქვის, ძვალკუნთოვანი და საჭმლის მომნელებელი სისტემები, გრძნობისა და სისხლწარმოქმნელი ორგანოები.

ელექტრომაგნიტური დასხივების ბიოლოგიური ეფექტი დამოკიდებულია დასხივების სიხშირეზე, ზემოქმედების ხანგრძლივობასა და ინტენსივობაზე, ხმაურის დონეზე, ჰაერის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე [6].

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ (WHO) ელექტრომაგნიტური გამოსხივება ადამიანზე მოქმედ აქტუალურ და პრიორიტეტულ პრობლემათა სიაში შეიტანა და შეიმუშავა საერთაშორისო რეკომენდაციები და სტანდარტები, დაადგინა ზღვრული დასაშვები დონეები ელექტრული ველისათვის (ა.უ. 40 ვ/მ) და მაგნიტური ველისათვის (ა.უ. 0,2 მიკროტესლა (μT)) [7].

0-დან 1000 ჰც სიხშირის დიაპაზონში მაგნიტური ველის შედარებით მძლავრი წყაროა რელსიანი ტრანსპორტი: ელექტრომატარებელი, მეტროპოლიტენის მატარებელი და მისთ. ელექტრომაგნიტური გამოსხივება განსაკუთრებით მაღალია მეტროპოლიტენში. 0-დან 100 ჰც-მდე სიხშირის დია-

პაზონში მაგნიტური ველის შედარებით მძლავრი წყაროა მეტროპოლიტენის მატარებელი, რომელშიც მაგნიტური ინდუქციის ნაკადის სიმკვრივე 20–75 μT -ს აღწევს.

მეტროში როგორც მატარებლის მიერ სიჩქარის მკვეთრად აკრებისას, ისე მკვეთრად დამუხრუჭებისას აღიძვრება იმპულსური მაგნიტური ველები, რომლის სიხშირე იცვლება ულტრადაბალსიხშირულ დიაპაზონში 0,05 ჰც-დან 0,16 ჰც-მდე, რომელიც ხასიათდება მაღალი ბიოლოგიური აქტივობით და რომელთა მიმართ განსაკუთრებით მგრძნობიარეა ადამიანის ორგანიზმი. ულტრადაბალი სიხშირეები შედის ტვინის ნორმალური ტალღური აქტივობის არეში და ასეთი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს მისი დესინქრონიზაცია. მეტროპოლიტენის მუშაკები და მგზავრები განიცდიან ულტრადაბალი სიხშირის ძლიერი ელექტრომაგნიტური ველების მავნე ზემოქმედებას.

მატარებლის ადგილიდან მკვეთრად დაძვრისა და დამუხრუჭების მომენტში დაბალსიხშირული ელექტრომაგნიტური ველების ინტენსივობა ნახტომისებურად იზრდება, რაზეც ჯანმრთელი ორგანიზმი პრაქტიკულად არ რეაგირებს, თუმცა, მგზავრს, ვისთვისაც დამახასიათებელია ელექტრომაგნიტური ალერგიის სინდრომი, უკვე მოსაცდელ პლატფორმაზე ეწყება თავის ტკივილი, სახსრებში მტვრევა და სხვა უსიამოვნო შეგრძნებები. მეტროპოლიტენის მგზავრებში ხშირია გულის უეცარი შეტევის შემთხვევა.

ძირითადი ნაწილი

ელექტრომაგნიტური ველის კვლევა ჩატარდა თბილისის მეტროპოლიტენის სადგურებში: „რუსთაველი“, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, „დელოსი“, „სახელმწიფო უნივერსიტეტი“, „გოცირიძე“. გაზომვები ჩატარდა მეტროპოლიტენის შესასვლელში, ესკალატორზე, სადგურის ქვედა პლატფორმაზე, ვაგონებში, მემანქანის კაბინაში.

ელექტრომაგნიტური ველის კვლევა ტარდებოდა ელექტრომაგნიტური გამოსხივების დეტექტო-

რით (მოდელი DT-1130; გაზომვის სიზუსტე ± 1 ვ/მ; $\pm 0,01 \mu T$. გაზომვის ხანგრძლივობა 0,4 წმ).

ელექტრომაგნიტური გამოსხივების გაზომვები წარმოებდა 2024 წლის 25 ნოემბრიდან 2025 წლის 25 მარტამდე. კვლევის შედეგად აღნიშნულ სადგურებში თითქმის იდენტური შედეგები დაფიქსირდა, რამაც ცხრილებში გასაშუალოებული მნიშვნელობების შეტანა განაპირობა.

ჩატარებული კვლევის შედეგები წარმოდგენილია 1-4 ცხრილებში.

ცხრილი 1

გაზომვის ადგილი	ელექტრული ველის დამაბულობ, E ვ/მ	K ₁	მაგნიტური ველის დამაბულობა, H= E/377 ა/მ	მაგნიტური ინდუქცია, B=0,8 H μT	K ₂
1.	1440	36,0	3,81	3,05	15,25
2.	1329	33,5	3,53	2,82	14,13
3.	1625	40,6	4,31	3,45	17,25
4.	1650	41,3	4,38	3,51	17,52
5.	1850	46,3	4,91	3,92	19,62
6.	1900	47,5	5,04	4,03	20,15
7.	1880	47,0	4,99	3,99	19,95
8.	1950	48,75	5,17	4,14	20,7
9.	1870	46,75	4,97	3,98	19,9
10.	1850	46,25	4,8	3,92	19,6
11.	1890	47,25	5,01	4,06	20,3

1. მეტროპოლიტენის ზედა სადგური
2. ესკალატორი
3. ესკალატორის მორიგის კაბინა
4. მეტროს ქვედა სადგური
5. მეტროს ქვედა სადგურში პლატფორმის კიდეზე მატარებლის ჩამოდგომამდე
6. ქვედა სადგურში პლატფორმის კიდეზე მატარებლის ჩამოდგომისას
7. მეტროს ქვედა სადგურში პლატფორმის კიდეზე მატარებლის დაძვრისას
8. მეტროს ქვედა სადგურში პლატფორმის კიდეზე ერთდროულად ორი მატარებლის ჩამოდგომისას და დაძვრისას
9. მეტროს ქვედა სადგურში პლატფორმის შუაში მატარებლის ჩამოდგომისას
10. მეტროს ქვედა სადგურში პლატფორმის შუაში მატარებლის დაძვრისას
11. მეტროს ქვედა სადგურში პლატფორმის შუაში ერთდროულად ორი მატარებლის ჩამოდგომისას და დაძვრისას

K_1 - ელექტრული ველის დამახულობის გადაჭარბების კოეფიციენტი;

K_2 - მაგნიტური ინდუქციის გადაჭარბების კოეფიციენტი.

ესკალატორის მორიგის კაბინებში, სადაც მორიგე პერსონალი მუშაობს მავნე და საშიშ საწარმოო პირობებში (ხმაური, ვიბრაცია, დღის სინათლის არარსებობა, მუდმივი ინტენსიური ნერვულ-ემოციური დამახულობა) ელექტრული ველის დამახულობა 40,6-ჯერ, ხოლო მაგნიტური ველის ინდუქცია 17,25-ჯერ აღემატება ზღვარს.

ელექტრომაგნიტური ველის მაღალი დონე დაფიქსირდა პლატფორმაზე მატარებლის ჩამოდგომისას, ხოლო განსაკუთრებით მაღალი მნიშვნელობა – პლატფორმაზე ერთდროულად ორი მატარებლის ჩამოდგომისას (იხ. ცხრილი 1).

მეტროს ერთი მატარებლის გამგზავრებისას მაგნიტური ველის სიდიდე პლატფორმის კიდეზე 4,99 μT -ს აღწევს, ერთდროულად ორი მატარებლის გამგზავრებისას – 5,17 μT -ს, ხოლო პლატფორმის შუაში, შესაბამისად – 4,8 და 5,01 μT -ს, მატარებლის გვირაბში გაუჩინარების შემდეგ მაგნიტური ველის დამახულობა 1–2 წთ-ის განმავლობაში უზრუნდება ძველ ნიშნულს, თუმცა ზოგჯერ ვერ ასწრებს ძველ ნიშნულამდე დაბრუნებას. პლატფორმასთან შემდეგი მატარებლის მიახლოებისა და დამუხრუჭების შემდეგ მაგნიტური ველი კვლავ იცვლება.

მეტროს ვაგონებში ძლიერია ელექტრული და მაგნიტური ველები, რომელიც იატაკიდან დაშორებისას თანდათან სუსტდება და მისი ზემოქმედება მგზავრის სხეულის ზედა ნაწილზე მნიშვნელოვნად სუსტია. ვაგონებში მაგნიტური ინდუქცია 2,95–3,8 μT -ს აღწევს, რაც 15–18,5-ჯერ აღემატება დასაშვებ დონეს (ცხრილი 2).

ვაგონებში შესრულდა იატაკიდან 0,5 მ, 1 მ და 1,5 მ დონეზე. ელექტრომაგნიტური გამოსხივება განსაკუთრებით მაღალია პირველ და ბოლო ვაგონებში. როგორც მოსალოდნელი იყო, ემზღრდება მოძრაობისა და გაჩერების მომენტებში.

ელექტრომატარებლის ვაგონში მგზავრები განიცდიან აგრეთვე ძლიერი ელექტრული ველის ზემოქმედებას. ელექტრული ველის ძალამ შეიძლება მიაღწიოს 1400–1750 ვ/მ-ს, რაც 35–45-ჯერ აღემატება ზღვრულ დასაშვებ დონეს. მეტროპოლიტენის მგზავრებში ხშირია გულის უეცარი შეტევის შემთხვევა.

ცხრილი 2

ემგ-ის ცვლილება მოდრაობისას	ელექტრული ველის დამაბულობა E ვ/მ	მაგნიტური ველის დამაბულობა, H ა/მ	მაგნიტური ინდუქცია, B μ T	მაგნიტური ინდუქციის გადაჭარბების ჯერადობა
მოდრაობის დაწყებისას				
პირველი ვაგონი	1554	4,12	3,3	16,5
შუა ვაგონი	1385	3,67	2,94	14,7
ბოლო ვაგონი	1580	4,19	3,35	16,8
მატარებლის მოძრაობისას				
პირველი ვაგონი	1690	4,48	3,59	17,9
შუა ვაგონი	1456	3,86	3,09	15,45
ბოლო ვაგონი	1650	4,38	3,5	17,52
მატარებლის გაჩერებისას				
პირველი ვაგონი	1790	4,75	3,8	18,99
შუა ვაგონი	1460	3,87	3,1	15,49
ბოლო ვაგონი	1750	4,64	3,71	18,57

მნიშვნელოვნად იზრდება ელექტრული ველის დამაბულობა და მაგნიტური ინდუქცია მეტროს ვაგონში მოძილური ტელეფონით სარგებლობისას. მეტროში (სიგნალის სუსტი მიღების ზონაში) კავშირის გაწყვეტის თავიდან აცილების მიზნით მოძილური ტელეფონის გამოსხივების სიმძლავრე ავტომატურად იზრდება. შედეგად ელექტროკვების ბატარეაში მაგნიტური ინდუქციის პიკური სიდიდე

მეტროს ვაგონში მნიშვნელოვნად (4,5–5-ჯერ) აღემატება დასაშვებს (ცხრილი 3).

უსაფრთხოების თვალსაზრისით მეტროპოლიტენის ვაგონში მოძილური ტელეფონით საუბარი არაა მიზანშეწონილი. გასათვალისწინებელია, რომ მოძილური ტელეფონით სარგებლობისას ზუსტად ისეთივე ინტენსივობით ხდება მისი მეზობელი მგზავრების დასხივება.

ცხრილი 3

ემგ-ის ცვლილება ტელეფონით საუბრისას	ელექტრული ველის დამაბულობა E ვ/მ	მაგნიტური ველის დამაბულობა, H ა/მ	მაგნიტური ინდუქცია, B μ T	მაგნიტური ინდუქციის გადაჭარბების ჯერადობა
მატარებლის დამცრისას	2100	5.57	4,46	22,28
მატარებლის მოძრაობისას	2250	5,97	4,77	23,85
მატარებლის გაჩერებისას	2260	5,99	4,8	23,98

ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების „პიკი“ მოდის მემანქანის კაბინაზე, სადაც დაფიქსირდა განსაკუთრებით საშიში ზონები (ცხრილი 4).

მეტროპოლიტენში ყველაზე რთული და დაძაბულია მემანქანის შრომა, რომელსაც ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებასთან ერთად მუდმივად ახლავს ისეთი ფაქტორები, როგორიცაა: ხმაური, ვიბრაცია,

ხელოვნური სინათლე, ჰიპოდინამია და სხეულის მდგომარეობის შეცვლის შეუძლებლობა, ნერვულ-ემოციური დაძაბვა, ფსიქოფიზიოლოგიური დატვირთვა, ხანგრძლივი დაძაბვა, მრავალსაათიან დილის და საღამოს ცვლებში მუშაობა არარეგულირებული გრაფიკით, ცვლებს შორის მოკლე დასვენების პერიოდით.

ცხრილი 4

ემგ გამოსხივება მემანქანის კაბინაში	ელექტრული ველის დაძაბულობა E ვ/მ	მაგნიტური ველის დაძაბულობა, H ა/მ	მაგნიტური ინდუქცია, B μ T	მაგნიტური ინდუქციის გადაჭარბების ჯერადობა
მატარებლის დამკვერისას	1700	4,51	3,6	18
მატარებლის მოძრაობისას	1790	4.74	3,79	18,9
მატარებლის გაჩერებისას	1900	5,04	4,03	20,16

მემანქანის მძიმე და დაძაბული სამუშაო მოითხოვს კომპეტენტურობას, გაუთვალისწინებელი სიტუაციებისათვის მზადყოფნას, ყურადღების მაღალ კონცენტრაციას, სწრაფ რეაგირებას, სტრესისადმი მდგრადობას, თვითორგანიზებულობასა და პასუხისმგებლობას.

სტრესმა, დაღლილობამ შეიძლება გამოიწვიოს შეცდომა, მატარებლის მართვის უნარის დაკარგვა, სიფხიზლისა და ყურადღების მოდუნება, რეაქციის შენელება, მცდარი გადაწყვეტილების მიღება, რაც ზრდის უბედური შემთხვევების რისკს.

მეტროს მატარებლის მემანქანეებში სხვა, არანაკლებ „დაძაბული“ პროფესიის მუშაკებთან შედარებით მაღალია ისეთი დაავადებების ფართოდ გავრცელება, როგორიცაა გულის იშემიური დაავადება და ჰიპერტონია, ძილის დარღვევა, აღელვებული მდგომარეობა, მალეზმორობის თიაქარი, კუჭ-ნაწ-

ლავის გაღიზიანება. ცვლებში მუშაობამ შეიძლება გამოიწვიოს სტრესზე ნეიროენდოკრინული და კარდიომეტაბოლური რეაქციები.

ამდენად, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მეტროპოლიტენის მემანქანის უსაფრთხოების საკითხი. მემანქანის მიერ მატარებლის მართვის უსაფრთხოების ასამაღლებლად აუცილებელია ადამიანური ფაქტორის, სამუშაო გარემოს, ადამიანისა და მანქანის კოორდინირებული ურთიერთქმედების უზრუნველყოფა. ძალისხმევა მიმართული უნდა იყოს უსაფრთხოების ღონისძიებების გაძლიერებასა და მუშაობის გრაფიკის გაუმჯობესებაზე, ავტომატიზაციის სისტემისა და მემანქანეთა მონიტორინგის გამოყენებაზე.

მემანქანის შრომის უსაფრთხოების ამაღლება და მისი ფუნქციური მდგომარეობის სრული კონტროლი მიიღწევა თანამედროვე კომპლექსური სის-

ტემპების გამოყენებით, რომელიც სამუშაო ცვლის დაწყების წინ მემანქანის ფუნქციური მდგომარეობის სრული კონტროლის საშუალებას იძლევა. ხოლო დისტანციური მონიტორინგის თანამედროვე მოწყობილობების (მაგ., „შტურმანი“) დახმარებით შესაძლებელია საშიში სიტუაციების პროფილაქტიკა:

- ჩაძინებამდე 2–3 წუთით ადრე იძლევა სიგნალს ჩაძინების რისკის შესახებ;
- აფრთხილებს კონცენტრაციის დაკარგვის შესახებ;
- პროგნოზირებს მემანქანის სტრესის, გაძალების, ავადმყოფობის, შეუძლებლობის გამო საშიში სიტუაციის დადგომის ალბათობას [8,9].

დასკვნა

ჩატარებული კვლევის შედეგად გამოიკვეთა, რომ თბილისის მეტროპოლიტენის მუშაკები და მგზავრები განიცდიან ულტრადიდი სიხშირის ძლიერი ელექტრომაგნიტური ველების მავნე ზემოქმედებას, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება ზღვრულ-ს.

განსაკუთრებით მაღალია როგორც ელექტრული, ისე მაგნიტური ველის დამაბულობა მატარებლის ჩამოდგომისას პლატფორმის კიდეებთან (1900 ვ/მ და 5,04 ა/მ); კიდევ უფრო მაღალია როგორც ელექტრული, ისე მაგნიტური ველის დამაბულობა ერთდროულად ორი მატარებლის ჩამოდგომისას (1950 ვ/მ და 5,17 ა/მ).

ძლიერია მაგნიტური ველი ვაგონში იტაკთან ახლოს და მემანქანის კაბინაში.

ელექტრომაგნიტური ველის განსაკუთრებით მაღალი მნიშვნელობა დაფიქსირდა პლატფორმაზე ერთდროულად ორი მატარებლის ჩამოდგომისა და

დაძვრისას, ხოლო მატარებლის ვაგონებში მობილური ტელეფონით სარგებლობისას.

ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინა, რომ თბილისის მეტროპოლიტენში ელექტრომაგნიტური ველი მნიშვნელოვნად აღემატება დასაშვებ სანიტარიულ ნორმებს და ამდენად, მეტროთი გადაადგილებისას მგზავრი განიცდის ელექტრომაგნიტური ველის არასასურველ ზემოქმედებას.

მეტროპოლიტენში ემგ-ის მოქმედების თვალსაზრისით მაქსიმალურად საშიში ზონებია მემანქანის კაბინაში და პლატფორმის კიდეებთან.

ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების დონე სხვადასხვაა: ელექტრომაგნიტური ველების „პიკი“ მოდის მემანქანის კაბინაზე, მგზავრების სალონზე და პლატფორმის კიდეებთან, სადაც ჩვეულებრივ მგზავრები ელოდებიან მატარებელს.

ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინა, რომ თბილისის მეტროპოლიტენის სადგურებში ელექტრომაგნიტური ველი მნიშვნელოვნად აღემატება დასაშვებ სანიტარიულ ნორმებს, რაც საშიშროებას წარმოადგენს როგორც მომსახურე პერსონალისათვის, ისე მგზავრებისათვის.

მეტროპოლიტენის მგზავრებისათვის დაცვის ძირითადი ღონისძიებებია დაცვა დროითა და მანძილით, კერძოდ:

ელექტროფიციურებულ ტრანსპორტში ყოფნის ხანგრძლივობის შემცირება;

მეტროპოლიტენის მატარებლის მოლოდინში პლატფორმის შუაში გაჩერება;

მეტროპოლიტენის სადგურში შესვლისას მობილური ტელეფონის გამორთვა.

ლიტერატურა

1. International Agency for Research on Cancer. (2002). *Electric power transmission and childhood leukemia* (IARC Working Group Reports, Vol. 1). IARC Press.
2. Tani, T., Koga, Y., Hayasaka, T., & Honma, N. (2019). A novel watcher system for securing works at tunnel face. In D. Peila, G. Viggiani, & T. Celestino (Eds.), *Tunnels and underground cities: Engineering and innovation meet archaeology, architecture and art. Proceedings of the WTC 2019 ITA-AITES World Tunnel Congress (WTC 2019), May 3–9, 2019, Naples, Italy*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429424441>
3. European Commission. (2014). *Non-binding guidance on good practice on the Electromagnetic Field Directive 2013/35/EU. Part 2: Case studies*. Publications Office of the European Union. <https://bookshop.europa.eu/et/elektromagnetvaeljade-direktiivi-2013-35-el-rakendamise-hea-tava-mittesiduv-juhend-pbKE0415141/>
4. Romanevich, K. V., & Basov, A. D. (2016). On the possibility of using the method of recording natural electromagnetic radiation to monitor the stability of the workings of the St. Petersburg metro. *Fundamental and Applied Issues of Mining Sciences*, 3(1), 163–167. (Original work published in Russian). <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/17950-predposylki-operativnogo-prognoza-opasnykh-geomekhanicheskikh-yavlenij-pri-stroitelstve-podzemnykh-sooruzhenij-metropolitena-v-sankt-peterburge>
5. Zhang, L., Chao, W., Liu, Z., Cong, Y., & Wang, Z. (2022). Crack propagation characteristics during progressive failure of circular tunnels and the early warning thereof based on multi-sensor data fusion. *Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources*, 8(5), Article 172. <https://doi.org/10.1007/s40948-022-00482-3>
6. Apollonsky, S. M., Kalyada, T. V., & Sindalovsky, B. E. (2008). *Safety of human life in electromagnetic fields* (264 pp.). Politekhnik. (Original work published in Russian)
7. Ilyinsky, Y. A., & Keldysh, L. V. (2016). *Interaction of electromagnetic radiation with matter* (304 pp.). Moscow State University Publishing House. (Original work published in Russian)
8. Features of occupational safety in the subway. (n.d.). *Trudohrana.ru*. Retrieved September 23, 2025, from <https://www.trudohrana.ru/article/53-qqe-15-m6-osobennosti-ohrany-truda-v-metropolitene>
9. On the impact of electromagnetic fields on the environment. (n.d.). *CyberLeninka*. Retrieved September 23, 2025, from <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-elektromagnitnyh-poley-na-okruzhayuschuyu-sredu/viewer>

UDC 658.3.053:632., 658.3.043

SCOPUS CODE 2213

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-270-279>

Electromagnetic Radiation in The Tbilisi Metro

- Lutsinda Chkheidze** Department of Engineering Safety and Emergency Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: Lucinda.chkheidze@yahoo.com
- Nino Jvarelia** Department of Engineering Safety and Emergency Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: n.jvarelia@gtu.ge
- Anna Katamidze** Department of Engineering Safety and Emergency Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: katamidze.a@gtu.ge

Reviewers:

- N. Ratiani**, Professor, Faculty of Mining Geology, GTU
E-mail: n.ratiani@yahoo.com
- T. Kunchulia**, Professor, Faculty of Mining Geology, GTU
E-mail: t.kunchulia@gtu.ge

Abstract. The article presents the results of a study of the level of electromagnetic radiation in the Tbilisi Metro. A dynamically growing addition to natural electromagnetic radiation is created by technogenic electromagnetic radiation, the impact of which is especially high in metropolitan areas, which are complex technical complexes and equipped with modern automated equipment. Being on the subway has twice the negative impact of being on any electric vehicle.

Electromagnetic field research was conducted at various locations of Tbilisi Metro stations (in the metro driver's cab, on the escalator, in the escalator attendant's cab, on the metro platform, and in the carriages). By comparing the results with regulated sanitary standards, areas with particularly high electric and magnetic fields were identified and the total level of radiation creates a background of radiation dangerous to humans, which negatively affects subway passengers, staff, and especially the driver.

The focus is on the working conditions of metro personnel and their optimization measures, preventive measures and appropriate recommendations.

Keywords: Car; Driver subway Electromagnetic radiation, Escalator; Occupational disease; Pulsed magnetic Field; Magnetic induction flux; Passenger; Subway; Platform; Occupational disease; Safety.

განხილვის თარიღი 18.06.2025

შემოსვლის თარიღი 24.06.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.12.2025