

doi.org/10.36073/1512-0902-2025-136-133-137

უკ. 551.510.42

**ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაცია - კულტურული ტურიზმის გარემოს
ეკოლოგიური დატვირთვის ინდიკატორი
გარი გუნია *, ზიზი სვანიძე ****

*სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, garrygunia@yahoo.com

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე. ბოლო ათწლეულების განმავლობაში გეოფიზიკის მეცნიერებაში ახალი მიმართულება – ატმოსფეროს ქიმია ჩამოყალიბდა. მის კვლევის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საგანს, ანთროპოგენური წარმოშობის, აეროზოლური შემადგენლით ატმოსფეროს დაბინძურების შესწავლა წარმოადგენს.

ნაშრომში, კულტურული ტურიზმის არეალების ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების შეფასების საკითხებია გაშუქებული. მოცემული მასალის დახმარებით, მავნე მინარევთა ფართომასშტაბური გადატანის შედეგად, განსახილველი რაიონების ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების შესახებ შეიძლება მსჯელობა.

ზემოთქმულთან დაკავშირებით აღსანიშნავია, რომ ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაცია 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.

შესრულებული კვლევის შედეგები საშუალებას იძლევა დასკვნის გაკეთებისა იმის შესახებ, რომ ატმოსფერული ნალექები მნიშვნელოვნად უწყობენ ხელს ნივთიერებათა მიმოქცევას ბუნებაში და ატმოსფეროს თვითგასუფთავების ძირითად მექანიზმს წარმოადგენენ. გარდა ამისა, ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შემადგენლობის შესწავლა გარემოს ფართომასშტაბური – ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების მონიტორინგის ერთ-ერთ უმთავრეს საგანს წარმოადგენს. ამასთან, შესაძლებელია გამოყენება ინფორმაციისა, როგორც მათი მინერალიზაციისა, ისე ლითონური და რადიოაქტიური მინარევების შემცველობის შესახებ.

საკვანძო სიტყვები: ნალექების მინერალიზაცია, ეკოლოგიური დატვირთვა

შესავალი. საერთაშორისო ტურისტულ ტერმინოლოგიაში დამკვიდრებული ტერმინი „კულტურული ტურიზმი“ ქართული მეტალიტეტიკისათვის რამდენადმე უცხოა. უახლოეს წარშუქებაში იგი აღინიშნება – ტერმინით – „შემცენებითი ტურიზმი“. მაგრამ, ეს მნიშვნელოვანი საერთაშორისო ტერმინი „კულტურული ტურიზმი“ უფრო ფართო დიაპაზონის მომცველია, უფრო საგნობრივია და ტურიზმის ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებას განსაზღვრავს.

საქართველო, კავკასიის ერთ-ერთი ულამაზესი და ღირსშესანიშნავი რეგიონი, ტრადიციულად იყო მნიშვნელოვანი ტურისტული ცენტრი და დღესაც ერთ-ერთ პოპულარულ ტურისტულ სივრცეს წარმოადგენს. ზღვის და მთის კურორტების სიახლოვე, ბუნების მრავალფეროვნება, მდიდარი ფლორა და ფაუნა, უძველესი კულტურა და ტრადიციები მეტად მნიშვნელოვან უპირატესობას ანიჭებენ ამ რეგიონს.

მიუხედავად ამისა, ქვეყანაში ტურიზმის განვითარების ერთ-ერთ თანამედროვე აქტუალურ პრობლემას, ანთროპოგენური ზემოქმედებით გამოწვეული, რეკრეაციული არეალების ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შესახებ ხელმისაწვდომი, ადეკვატური ინფორმაციის უქონლობა წარმოადგენს.

როგორც კვლევებმა გვიჩვენა [1], ჰაერის ნაკადით მიტაცებულ და მაკრომასშტაბურ გადატანაში მოხვედრილ სამრეწველო და ბუნებრივი წარმოშობის მინარევებს ატმოსფეროში შეზღუდული სიცოცხლის უნარიანობა გააჩნიათ. დროის განმავლობაში ისინი, ნალექებით ჩამორეცხვის ან გრავიტაციული დალექვის შედეგად, თავის წარმოშობის ადგილებიდან სხვადასხვა მანძილზე ილექებიან დედამიწის ქვეფენილ ზედაპირზე, რაც ამ რაიონების დაბინძურებას იწვევს, მათ შორის - ტრანსსასაზღვრო გადატანების შედეგად.

ატმოსფეროს ტრანსსასაზღვრო დაბინძურება ღირსშესანიშნავ ისტორიულ-კულტურულ ძეგლთა და სხვადასხვა დანიშნულების შენობა-ნაგებობათა რღვევას აჩქარებს. აღნიშნულის შედეგად საფრთხე ექმნება ჩვენი ქვეყნის უძველეს და უმდიდრეს არქიტექტურას, მის ფრესკულ მხატვრობასა და უნიკალურ ჩუქურთმებს. ცნობილია, რომ ატმოსფეროს ტრანსსასაზღვრო დაბინძურებით მიყენებული ზარალი, რომელსაც ქვეყანა განიცდის, ძნელად გამოისახება რაოდენობრივად, მაგრამ ეჭვს არ იწვევს, რომ იგი ძალზე

დიდია. ამის გამო, დღის წესრიგში დგება: - 1. რეკრეაციულ ზონებში და მნიშვნელოვანი ისტორიულ-კულტურული ნაგებობათა მიმდებარე გარემოს, კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგის მონაცემთა ბაზის ორგანიზება; - 2. ამ მონაცემთა დამუშავების საფუძველზე, საკვლევი გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება და შედეგების ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფა.

ძირითადი ნაწილი. გარემოს ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების მონიტორინგის ერთ-ერთ მთავარ შემადგენელ ნაწილს ატმოსფერული ნალექების (წვიმის წყლის და თოვლის) მინერალიზაციის კვლევა წარმოადგენს.

ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაცია იმ აეროზოლების კონცენტრაციითა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით არის განპირობებული, რომლებიც ჰაერის მასათა ურთიერთშერევის პროცესში ან ღრუბლის წვეთების მიერ მიტაცებით მიიღებიან. როგორც ირვევა, ატმოსფერული ნალექები მნიშვნელოვნად უწყობენ ხელს ნივთიერებათა მიმოქცევას ბუნებაში და ატმოსფეროს მინარევების შორ მანძილზე გადატანით გარემოს ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების ძირითად მექანიზმს წარმოადგენენ.

სამრეწველო წარმოშობის კონდენსაციის ბირთვების საუკეთესო მაგალითს ქლორის, გოგირდის, ბრომისა და ლითონური მინარევების შემცველი აეროზოლები წარმოადგენენ. გარდა ამისა, ამ ელემენტების მიერთებით, ინერტული მინერალური მტვრის ნაწილაკები აქტიურ კონდენსაციის ბირთვებად გარდაიქმნებიან. ამ ნაწილაკების კონცენტრაციების ცვლილებები ატმოსფეროში მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენენ ღრუბლების ჩამოყალიბების პროცესებზე და ნალექების რეჟიმზე. ამასთან, არა მარტო, აიტკენისა და მსხვილი ბირთვების სახით წარმოადგენილ, ნაწილაკთა ზომების სპექტრის მაღალდისპერსულ აეროზოლთა ნაწილს უკავია დიდი როლი, არამედ 10-30 და 31-200მკმ დიამეტრის მქონე, გიგანტურ და ზეგანტურ ნაწილაკებსაც ენიჭება მაღალი მნიშვნელობა. ასეთ ნაწილაკთა რაოდენობა ატმოსფეროში ფართო დიაპაზონში იცვლება და მათი რიცხვობრივი კონცენტრაციები ჰაერში 0,1 - 30 ნ/ლ ფარგლებში მერყეობს, რაც დამოკიდებულია მიწისპირა საფარზე, აეროზოლების წყაროებზე და მიწის ზედაპირიდან ატმოსფეროს ზონდირების სიმაღლეზე. ამ ნაწილაკთა კონცენტრაცია, რომელთა შორის ორგანული წარმოშობის ნაწილაკები, დაახლოებით, 30% შეადგენენ, ღრუბლებს ზევით გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე მათ ქვემო ნაწილში, რაც, ძირითადად, ჩამორეცხვის მექანიზმის მოქმედებითაა განპირობებული [2].

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შემადგენლობის შესწავლა ატმოსფეროს დაბინძურების მონიტორინგის ერთ-ერთ უმთავრეს საგანს წარმოადგენს. ამასთან, შესაძლებელია გამოყენება ინფორმაციისა, როგორც მათი მინერალიზაციის, ისე ლითონური მიკრომინარევების შემცველობის შესახებ. მაგალითად, ამერიკის შეერთებული შტატებისა და წყნარი ოკეანის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში მოსულ ნალექებში ლითონური მიკრომინარევების შემცველობის კვლევებით გამოვლინდა სამრეწველო აეროზოლების გადატანა მთებში და ღია ოკეანეში შორ მანძილზე, რაც სამრეწველო ნარჩენებით დაბინძურებული ჰაერის საერთო ფონის შექმნას უწყობს ხელს (ცხრ.1.).

ცხრილი 1. ლითონური მიკრომინარევების შემცველობა აშშ-სა და წყნარი ოკეანის დასავლეთ ნაწილში მოსულ ატმოსფერულ ნალექებში

რაიონები	მინარევები, (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

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.

მიუხედავად იმისა, რომ მე 3-ე სტრუქტურის სინჯები მე 2-სთან გენეტიკურ მთლიან ერთობლიობას ქმნიან, როგორც ვხედავთ, მასში მოტანილი კონცენტრაციები მაღალი მნიშვნელობებით განსხვავდებიან,

რაც, ტექნოგენური ნარჩენების დიდი რაოდენობით შემცველ, კონტინენტალური აეროზოლების ფართო-მასშტაბურ გადატანასთან არის დაკავშირებული.

გარდა ამისა, როგორც რიგი კვლევის შედეგები გვიჩვენებენ, აშშ-ს ტერიტორიის ზღვისა და მთაგორიან რაიონებში მოსული წვიმის წყლისა და თოვლის სინჯებში ლითონური მიკრომინარეების შემცველობაზე მიღებული ცნობები, საკვლევი რაიონების ატმოსფეროს აუზის, სამრეწველო გამონაბოლქვების გადატანის შედეგად, დაბინძურების შეფასების საშუალებას იძლევა.

მიუხედავად იმისა, რომ ცნობები ნალექებში ლითონური მინარეების შემცველობაზე ატმოსფეროს დაბინძურების ფართო სპექტრის ასპექტებზე მსჯელობის საშუალებას იძლევა, რაც მკვლევართა დიდ ინტერესს განაპირობებს, საქართველოში ასეთი სახის კვლევებმა განვითარება ვერ ჰპოვა და მათ მხოლოდ ეპიზოდური ხასიათი გააჩნია [1,2].

ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციის შეფასებისას მკვლევარები რიგი მახასიათებლებით სარგებლობენ, რომლებიც ჩვენს მიერ ნალექებში შემავალი მინერალური ნივთიერებათა წარმოშობის დასადგენად გამოიყენება.

მაგალითად, ცხრ.2-ში მოტანილი პარამეტრების საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები მათი გენეტიკურად დაყოფის შესაძლებლობას ქმნიან, მათ შორის: ქალაქის, მთის და ზღვისპირული.

ცხრილი 2. საქართველოს ტერიტორიის რეგიონებში და ოკეანეების ზედაპირზე მოსული ნალექებისა და ოკეანეების წყლის მინერალიზაციის მახასიათებლების მნიშვნელობები, ($\Sigma i, \text{მგ/ლ; } \kappa, \text{მკომი}^{-1} \text{ სმ}^{-1}$)

მახასიათებლები	რეგიონები				
	ქალაქის	მთის	ზღვისპირა	ოკეანეზე მოსული ნალექები	ოკეანის წყალი
$\text{SO}_4^{2-}/\text{Na}^+$	6,24	5,11	4,27	0,60	0,25
$\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$	4,18	3,29	2,59	0,49	0,14
Cl^-/Na^+	1,47	1,56	1,74	1,22	1,78
Σi	35,84	23,71	19,19		
κ	65,38	38,85	32,18		
pH	6,48	6,38	5,85		
Σi_6	37,50	21,28	19,03		
Σi_{∞}	34,36	26,12	19,30		

როგორც ცხრილიდან ირკვევა, თითქმის ყველა განსახილველი პარამეტრების სიდიდეები კლებულობს ქალაქის, მთისა და ზღვისპირული რეგიონების ჩამონათვალის თანმიმდევრობით. ამასთან, Cl-სა და Na-ს იონთა კონცენტრაციების ფარდობითი სადიდეები ბევრად არ განსხვავდებიან ოკეანეების მონაცემებისაგან, რაც მათი, ძირითადად, ზღვიური წარმომავლობაზე მეტყველებს.

ინტერესს იწვევს საკვლევ რეგიონებში იონების ჯამთა განაწილების შეფასებები თბილისა - Σi_{∞} და ციხ - Σi_6 პერიოდებში. მაგალითად, ზღვისპირულ რაიონებში ნალექების მინერალიზაციის ფორმირება, ძირითადად, ზღვის მარილების ხარჯზე წარმოებს. ამასთან, ატმოსფეროში შემოსული მათი საერთო რაოდენობა ორივე განსახილველ სეზონში, დაახლოებით, ერთნაირი სიდიდისაა. მთიან რაიონებში, ვინაიდან ციხ პერიოდში ქვეფენილი ზედაპირი თოვლითაა დაფარული, ადგილობრივ ნალექთა მინერალიზაციის წყაროდ, უმთავრესად, ჰაერის ნაკადით გადმოტანილი “ტრანზიტული” აეროზოლები გვევლინებიან. ხოლო, თბილ პერიოდში იონთა ჯამის მომატება ეოლური წარმოშობის ბუნებრივი, მიწის ზედაპირის ეროზიის პროდუქტებისაგან შემდგარი, აეროზოლების ხარჯზე მოდის. ქალაქების გარემოში ნალექების მინერალიზაცია, ძირითადად, სამრეწველო აეროზოლების წილით არის განპირობებული. მას, როგორც ვიცით, წელიწადის ციხ პერიოდში გათბობის სისტემების გამონაბოლქვი მინარეები ემატება, რაც, როგორც ჩანს, ხელს უწყობს ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციის მატებას.

კულტურული ტურიზმის გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის ასპექტების კვლევისას, ატმოსფეროში დანაწევრებულ მინარევთა დედამიწის ზედაპირზე დალექვის შედეგად, ქვეფენილი ზედაპირის შედგენილობის ცვლილებების შეფასებები იწვევენ მზარდ ინტერესს. ამასთან დაკავშირებით, მეტად აქტუალურია დედამიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილ მინერალურ ნივთიერებათა რაოდენობის

შეფასების შედეგების განხილვა. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ასეთი ინფორმაციის მიღება სიმწიფეებთან იყო დაკავშირებული, ვინაიდან ის ძვირადღირებულ, სპეციალურ კვლევებს მოითხოვდა. აღნიშნული საკითხის გადასაჭრელად, მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობისა და მასში გახსნილ მინარევ ნივთიერებათა კონცენტრაციის მნიშვნელობებით, მათი ჩამორეცხილი რაოდენობის გაანგარიშების მიზნით, ჩვენს მიერ იქნა შემოტანილი ქვემოთ მოცემული ფორმულა [3]:

$$M = qH \text{ კგ/კმ}^2\text{წლ}$$

სადაც q , მგ/ლ - ნალექების სინჯებში გახსნილი მინარევთა შენაერთების საშუალო წლიური კონცენტრაციები, H , მმ - ატმოსფერული ნალექების საშუალო წლიური ჯამი, ხოლო M მოცემული ტერიტორიის ქვეყნულ ზედაპირზე მოსული საკვლევ მინარევთა წლიური რაოდენობაა.

მოცემული ფორმულის დახმარებით გაანგარიშებული საკვლევი პარამეტრის მრავალწლიური საშუალო რაოდენობები ცხრ.3-შია მოტანილი.

ცხრილი 3. საქართველოს კულტურული ტურიზმის საკვლევი პუნქტებში ქვეყნულ ზედაპირზე ჩამორეცხილი მინერალური ნივთიერებათა რაოდენობა

პუნქტები	H, 10 ⁻³ მ	ნივთიერებები, ტ/კმ ² წლ				
		SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	Σi
აბასთუმანი	683.0	4.8	1.4	6.1	1.2	18.2
გუდაური	1396.5	6.9	2.2	11.1	1.2	29.7
სოხუმი	1658.4	11.8	3.0	9.5	2.5	35.2
ბათუმი	2564.9	14.9	6.5	13.0	4.4	50.2
თბილისი	542.2	5.6	1.4	8.2	0.9	22.1

ცხრ.3-ის მონაცემები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ განსახილველ რეგიონებში მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ზიანის მომტანი მინერალური ნივთიერება ჩამორეცხება. ყველა პირობა არსებობს ვიფიქროთ, რომ ამ ნივთიერებათა წარმოშობის წყარო, შესაძლოა, ტრანსსასაზღვრო გადატანების შედეგად, მეზობელ ქვეყნებში უნდა ვეძებოთ.

აღსანიშნავია, რომ საკვლევი რეგიონის ბიოსფეროზე ამ მოვლენის ნეგატიური ზემოქმედების სრული სურათი და ხასიათი ჯერ კიდევ არ არის ბოლომდე გაცნობიერებული, მაგრამ უკვე ნათელია, რომ მის რიგშია ისეთი მოვლენები, როგორიცაა: ქვეყნული ზედაპირის დაჟანგვა და გამლაშვანება; ნიადაგიდან მცენარეულობისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებათა გამოტუტვა და მისი მასტაბილიზირებული აგენტების გამოყვანა; მძიმე ლითონების შემცველობის ტოქსიკურ დონემდე მომატება; გაუდაბნოება და სხ.

დაბოლოს, აღსანიშნავია, რომ საკვლევი რეგიონის ბიოსფეროზე ამ მოვლენის ნეგატიური ზემოქმედების სრული სურათი და ხასიათი ჯერ კიდევ არ არის ბოლომდე გაცნობიერებული, მაგრამ უკვე ნათელია, რომ მის რიგშია ისეთი მოვლენები, როგორიცაა: ქვეყნული ზედაპირის დაჟანგვა და გამლაშვანება; ნიადაგიდან მცენარეულობისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებათა გამოტუტვა და მისი მასტაბილიზირებული აგენტების გამოყვანა; მძიმე ლითონების შემცველობის ტოქსიკურ დონემდე მომატება; გაუდაბნოება და სხ.

დასკვნა. შესრულებული კვლევის შედეგები საშუალებას იძლევა დავასკვნის გაკეთებისა იმის შესახებ, რომ ატმოსფერული ნალექები მნიშვნელოვნად უწყობენ ხელს ნივთიერებათა მიმოქცევას ბუნებაში და ატმოსფეროს თვითგასუფთავების ძირითად მექანიზმს წარმოადგენენ [4]. გარდა ამისა, ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შემადგენლობის შესწავლა გარემოს ფართომასშტაბური – ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების მონიტორინგის ერთ-ერთ უმთავრეს საგანს წარმოადგენს. ამასთან, შესაძლებელია გამოყენება ინფორმაციისა, როგორც მათი მინერალიზაციისა, ისე ლითონური და რადიოაქტიური მინარევების შემცველობის შესახებ.

ლიტერატურა - References-Литература

1. Gunia Garry. Environmental monitoring. Tbilisi, HMI, 2019, 244 p. ISBN 978-9941-8-1490-7 (Geo.).
2. Gunia G, Svanidze Z. Evaluations of the ecological - economic efficiency of the construction of artificial reservoirs in mountainous regions. Ivane Javakhishvili TSU Vakhushti Bagrationi Institute of Geography, International Scientific Conference: "Current Problems of Geography", 7-8 /11/2019, pp.71-75. (Engl.) ISBN 978-9941-13-885-0
3. Gunia G., Tsintsadze T. Estimation of Statistical Relationship between Precipitation Amount and its Mineralization. Bull.Georg.Acad.Sci., 2005, v.172, N.2 , pp.344-346. ISSN - 0132 - 1447
4. Gunia G., Svanidze Z., Svanidze L. Changes in Chemical Composition of The Atmosphere under Anthropogenic Influence. – Bull.Georg. Acad.Sci., 1998, v.157, N.1, p.50-52. ISSN - 0132 – 1447

UDC: 551.510.42

Mineralization of Atmospheric Precipitation - an Indicator of the Ecological Load of Cultural Tourism Environment /Gunia Garry, Svanidze Zizi/ Transactions IHM, GTU. -2025. -vol.136. -pp.133-137. - Georg., Summ.: Georg., Eng., Rus.

The paper covers the issues of assessing the pollution of the natural environment of cultural tourism areas. With the help of this material, one can discuss the assessment of the ecological state of the regions under consideration as a result of the large-scale transfer of harmful impurities.

In connection with the above, it is worth noting that the mineralization of atmospheric precipitation is determined by the concentration and physicochemical properties of those aerosols, which include both particles captured by cloud droplets in the process of mixing air masses and particles presented as their condensation nuclei.

The results of the research allow us to conclude that atmospheric precipitation significantly contributes to the circulation of substances in nature and is the main mechanism of self-cleaning of the atmosphere.

In addition, the study of the chemical composition of atmospheric precipitation is one of the main objects of monitoring large-scale transboundary environmental pollution. In this case, it is possible to use information about both their mineralization and the content of metallic and radioactive impurities.

УДК: 551.510.42

Минерализация атмосферных осадков - индикатор экологической нагрузки среды культурного туризма /Гуния Г.С., Сванидзе З.С./ Труды ИГМ, ГТУ. -2025. -т.136. - стр. 133-137. - Груз., Рез.: груз., англ., рус.

В статье рассматриваются вопросы оценки загрязнения природной среды территорий культурного туризма. С помощью данного материала можно обсудить оценку экологического состояния рассматриваемых регионов в результате масштабного переноса вредных примесей.

В связи с вышеизложенным стоит отметить, что минерализация атмосферных осадков определяется концентрацией и физико-химическими свойствами тех аэрозолей, к которым относятся как частицы, захваченные облачными каплями в процессе перемешивания воздушных масс, так и частицы, представленные в качестве их ядер конденсаций.

Результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что атмосферные осадки вносят существенный вклад в круговорот веществ в природе и являются основным механизмом самоочищения атмосферы.

Кроме того, изучение химического состава атмосферных осадков является одним из основных объектов мониторинга масштабного трансграничного загрязнения окружающей среды. При этом возможно использование информации как об их минерализации, так и о содержании металлических и радиоактивных примесей.