

მარიამ ვარდიაშვილი

**ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკური მდგომარეობის
შეფასების თანამედროვე მეთოდის დამუშავება**

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
ივნისი, 2012 წელი

საავტორო უფლება © 2012 წელი, ვარდიაშვილი მარიამი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავაცანით ვარდიაშვილიმარიამის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების თანამედროვე მეთოდის დამუშავება და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

01.06.2012

ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი მ. წიქარიშვილი

რეცენზენტი: ასოც. პროფესორი გ. დანელია

რეცენზენტი: სრული პროფესორი დ. ჩიჩუა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2012 წელი

ავტორი: ვარდიაშვილი მარიამი
დასახელება: ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკური
მდგომარეობის შეფასების თანამედროვე
მეთოდის დამუშავება
ფაკულტეტი: სამშენებლო
ხარისხი: დოქტორი
სხდომა ჩატარდა: 1 ივნისი 2012 წელი

ინდივიდუალური პროცენტების ან ინსტიტუტების მიერ
ზემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის
შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების
უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც
მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან
სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი
ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო
უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა
ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ
მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია
სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს
პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

დღევანდელ დღეს კულტურული მემკვიდრეობის დაცვა ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პრობლემაა, რომელიც დგას საზოგადოების წინაშე. ბოლო ათწლეულებში შეიქმნა კრიტიკული სიტუაცია, როდესაც ისტორიულ-კულტურულ მემკვიდრეობას უფრო და უფრო ემუქრება განადგურება, რაც გამოწვეულია ეკოლოგიური პრობლემებით.

გლობალური ტექნიკური და ეკოლოგიური პრობლემების პერიოდში კაცობრიობას განსაკუთრებულად სჭირდება ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდების დახვეწა და განვითარება. კულტურის ძეგლების დაცვისათვის კაცობრიობის საქმიანობის რეგულირების თეორიული და მეთოდური ბაზა უნდა გახდეს ეკოლოგიის საერთო კანონები, მასალათმცოდნეობის დარგში ცოდნის სამეცნიერო პოტენციალი, ტექნიკური დიაგნოსტიკის და მონიტორინგის მეთოდებით დაგროვებული მონაცემები.

ნაშრომის სრული მოცულობა 167 გვერდი, იგი მოიცავს შესავალს, ხუთ თავს, დასკვნასა და ლიტერატურას, რომელიც 73 დასახელებისგან შედგება.

შესავალში წარმოდგენილია თემის აქტუალობა, მეცნიერული სიახლე და ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება.

პირველ თავში განხილულია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკურ-ეკოლოგიური მდგომარეობის მიმოხილვა და ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების თანამედროვე მეთოდების დამუშავების აუცილებლობა მათი შენარჩუნების მიზნით.

მეორე თავში განხილულია ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდიკა, მისი დონე, საერთო სტრუქტურა, კვლევის მეთოდები და ინფორმაციული რესურსები.

მესამე თავში განხილულია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების მდგომარეობის ტექნიკური და ეკოლოგიური დიაგნოსტიკების ახალი მეთოდები.

მეოთხე თავში განხილულია ისტორიული ძეგლების საძირკვლების მდგომარეობის გამოკვლევის მეთოდები. დაზიანებული ყორე ქვებისა და ხსნარების, აგრეთვე მათი რაოდენობრივი შეფასების ზუსტი დიაგნოსტიკა.

მეხუთე თავში შექმნილია ძეგლების მდგომარეობის მონიტორინგის კვლევების ორგანიზებული სტრუქტურა და მოყვანილია დამუშავებული მეთოდოლოგიით ჩატარებული გამოკვლევის მაგალითები.

დისერტაციის სამუშაოების შედეგები დანერგილია პრაქტიკულ კვლევით სამუშაოებში და მაგალითების სახით მოყვანილია დისერტაციაში.

Abstract

Nowadays the protection of cultural heritage is one of the most important problems that is arisen in the society. In the last decade has created a critical situation, when the historical - cultural heritage more and more is threatened by the destruction caused due environmental problems.

In the period of global technical and environmental problems for mankind especially are necessary improvement and development of evaluating the methods for technical state of historical - cultural monuments. For the protection of cultural monuments as the theoretical and methodological base of human activity regulation should be the main environmental laws, scientific potential of knowledge in the field of Material Science, collected by technical diagnostics and monitoring methods data.

The full volume of the work consists from 167 pages, it includes an introduction, five chapters, conclusion and references that consists from 73 titles.

In the introduction is presented the actuality of theme, scientific novelty and practical value of work.

In the first chapter are considered the review of historical - cultural monuments technical ecological state and necessity modern methods of their technical state evaluation in order to their conservation.

In the second chapter are considered the methodology of technical state evaluation, it's level, overall structure, research methods and information resources.

In the third chapter are considered the new methods of historical – cultural monumants state technical and environmental diagnostic.

In the fourth chapter are considered the research methods of historical monuments foundation's state. Exact diagnostics of damaged boulder-rock stones and solutions, as well as the quantitative evaluation.

In the fifth chapter are considered organizational structure of monuments state's monitoring researches and are given examples of carried out by developed methodology researches.

The results of the thesis work are implemented in the practical research works and given in the thesis as examples.

შინაარსი

ცხრილების ნუსხა	10
ნახაზების და სურათების ნუსხა	11
დისერტაციაში გამოყენებული აბრევიატურები	14
შესავალი	15
თავი 1. ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკურ-ეკოლოგიური მდგომარეობის მიმოხილვა და ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების თანამედროვე მეთოდების დამუშავების აუცილებლობა მათი შენარჩუნების მიზნით	19
1.1. საქართველოს ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკური და ეკოლოგიური მდგომარეობის მიმოხილვა	19
1.2. საქართველოს კულტურულ ძეგლებში გამოყენებული ქვის სამშენებლო მასალები	33
1.3. საქართველოს კლიმატური პირობების გავლენა ძეგლების კონსტრუქციებზე	37
1.4. ისტორიული შენობების დეფორმაციები, ბუნებრივი მოვლენებითა და ატმოსფერული ფაქტორებით გამოწვეული დაზიანებები	39
1.5 მონიტორინგის ადგილი ძეგლების მდგომარეობის კვლევის და ძეგლების დაცვის სისტემაში	43
თავი 2. ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდიკა, მისი დონე, საერთო სტრუქტურა, კვლევის მეთოდები და ინფორმაციული რესურსები	47
თავი 3. ისტორიულ-კულტურული ძეგლების მდგომარეობის ტექნიკური და ეკოლოგიური დიაგნოსტიკის ახალი მეთოდები	58
3.1. შესავალი	58
3.2. დიაგნოსტიკური ციკლი და მისი ძირითადი ოპერაციები	60
3.3. ძეგლის ტექნიკურ მდგომარეობაზე დაკვირვების მეთოდები	62
3.4. ძეგლების მდგომარეობის კვლევისას გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოყენება და მისი შესაძლებლობები	68

3.5. სარემონტო-სამშენებლო (სარეკონსტრუქციო) სამუშაოების მონიტორინგის გის-ტექნოლოგიის დამუშავება	75
3.6. ძეგლის მასალის მდგომარეობის, დაზიანების და მრღვევი პროცესების შეფასების მეთოდების სისტემა	80
3.7. არქიტექტურული ძეგლების კონსტრუქციების ტექნიკური მდგომარეობის დიაგნოსტიკა-შეფასება საექსპერტო მეთოდით	89
3.7.1. შესავალი	89
3.7.2. დიაგნოსტიკის და შეფასების პროცედურების ორგანიზაცია . .	95
3.7.3. ინფორმაციის ფორმალიზება და შედარების შკალები	98
3.7.4. მიღებული შედეგების დამუშავება	104
3.7.5. სპეციალისტების (ექსპერტების) მოსაზრებების შეფასება	111
თავი 4. ისტორიული ძეგლების საძირკვლების მდგომარეობის გამოკვლევის მეთოდები	118
4.1. შესავალი	118
4.2. კვლევების გეოფიზიკური მეთოდი	123
4.3. საძირკვლის დიაგნოსტიკა გაბურღვის მეთოდით	125
4.4. ბოჭკოვან-ოპტიკური ენდოსკოპის გამოყენებით საძირკვლების დიაგნოსტიკის მეთოდი	129
თავი 5. ძეგლების მდგომარეობის მონიტორინგის კვლევების ორგანიზებული სტრუქტურის შექმნა და გამოკვლევის მაგალითები	133
5.1. ხარისხის მართვის ინფორმაციული სისტემა ძეგლების შენარჩუნების საერთო და კერძო საკითხების მიხედვით	133
5.2. ინფორმაციის მონაცემთა ბაზების ფორმირება მასალების დაზიანების და ძეგლების მდგომარეობის შეფასებისათვის	140
5.3. ძეგლის მასალის დამაზიანებელი პროცესების და დაზიანებების შეფასების ინფორმაციული სისტემების შემუშავება	143
5.4. ქ. თბილისში, ძმები ზუბალაშვილების ქ. №23-ში მდებარე შენობის ტექნიკური მდგომარეობის გამოკვლევა	148
5.5. პეტრა-ციხის მდგომარეობის გამოკვლევა	154
5.6. ყორე საძირკვლებზე გავლენის მქონე ძირითადი ფაქტორები . .	156

ძირითადი დასკვნები	160
გამოყენებული ლიტერატურა	162

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 3.1. მასალების დატენიანებისა და მის მიმართ წინააღმდეგობის გაწევის უნარის განსაზღვრისათვის ინსტრუმენტალური მეთოდების სისტემა	82
ცხრილი 3.2. ძეგლის მასალის მდგომარეობის და დაზიანების კომპლექსური ქიმიური ანალიზისათვის სხვადასხვა მეთოდების და სისტემების მაგალითი	86
ცხრილი 4.1. კირქვის სიმტკიცის ერთდერძა კუმშვასა და დამსხვრევას შორის კორელაციური დამოკიდებულება	129
ცხრილი 4.2. საძირკვლის ყორე წყობის გამოქარვის ხარისხი	132
ცხრილი 5.1. ინფორმაციის ბლოკები მასალის დაზიანების „საკვანძო ინდიკატორების“ და ძეგლის მდგომარეობის მიხედვით	142

ნახაზების და სურათების ნუსხა

სურ. 1.1. ბებრის ციხე	22
სურ. 1.2. ბებრის ციხის დაზიანებული კედლის ფრაგმენტი	22
სურ. 1.3. ბაგრატის ტაძრის ფრაგმენტები	23
სურ. 1.4. ბაგრატის ტაძრის ორნამენტების ფრაგმენტები	24
სურ. 1.5. დავით გარეჯის საერთო ხედი	26
სურ. 1.6. დავით გერეჯის სამონასტრო კომპლექსის ფრაგმენტი	27
სურ. 1.7. პეტრა ციხის ფრაგმენტები	28
სურ. 1.8. შენობის რეკონსტრუქციის და ძველი პროექტის ფრაგმენტი	28
სურ. 1.9. მიმდინარე რესტავრაციის ფოტოფიქსაცია	29
სურ. 1.10. შენობის რეკონსტრუქციის პროექტის, არსებული სიტუაციის ფრაგმენტი	30
სურ. 1.11. მიმდინარე რესტავრაციის ფოტოფიქსაცია	31
სურ. 1.12. შენობის რეკონსტრუქციის პროექტის, არსებული სიტუაციის ფრაგმენტი	32
სურ. 1.13 მიმდინარე რესტავრაციის ფოტოფიქსაცია	33
ნახ. 1.14. ძეგლების სიცოცხლის ციკლის მიხედვით საპროექტო ანალიზის სქემა და ამ ანალიზში სისტემური მონიტორინგის ადგილი	44
სურ. 1.15. ძეგლის ექსპლუატაციის ციკლის სხვადასხვა სტადიაზე აგურის წყობის მდგომარეობის ფოტომონიტორინგის შედეგები	45
ნახ. 2.1. მონიტორინგის სისტემის საერთო სტრუქტურული სქემა	48
ნახ. 2.2. დაბინძურების სტანდარტული ინდექსის შეფასების შკალა	49
სურ. 3.1. ქ. თბილისში ძმები ზუბალაშვილების ქ. №23-ში მდებარე შენობის (შპს „ალანია“-ს კუთვნილი) კედელზე არსებული ბზარის განვითარებაზე დაკვირვებისათვის „შუქურის“ განთავსების მაგალითი	63
სურ. 3.2. სიტუაციური გეგმის შემუშავებისათვის კარტოგრაფიული მონაცემთა ბაზის ინფორმაციის შეფარდების სისტემა	70
სურ. 3.3. კომპლექსური ტერიტორიული სქემა ძეგლზე გარემომცველი არის დატვირთვების კატეგორიის შეფასებისათვის	72
ნახ. 3.4. რეკონსტრუქციის მონიტორინგის გის-ტექნოლოგიის შექმნის ბლოკ-სქემა	77

ნახ. 3.5. გარემომცველ არეზე ჯამური საშიში ფაქტორების ზემოქმედების დიაგრამა	78
სურ. 3.6. ტენზომომი Protimeter Aquant-ის გამოყენების შედეგად მიღებული სარდაფის სათაფის კედლების დატენიანების კარტოგრამა. 1. კედლების ხილული დაზიანების კარტოგრამა. 2. ინსტრუმენტალური ანალიზის შედეგით მიღებული ფარული დეფექტების კარტოგრამა	83
სურ. 3.7. ობიექტზე კარსტენის მილის გამოყენების სქემა	85
სურ. 3.8. კალციტშემცველი მასალების მიკროსტრუქტურის განსხვავებულობები	88
ნახ. 4.1. ისტორიული შენობების საძირკვლები ა) კაჭარისაგან; ბ) ყორე; გ) ყორე კაჭართან ერთად; დ) აგურის; ე) აგურის ყორესთან ერთად; ზ) აგურის, ყორე და კაჭარისაგან; თ) აგურის კაჭართან ერთად; ი) ყორე ხის შპალებზე	121
ნახ. 4.2. ყორე საძირკვლის ერთიანობის სეისმოაქტიური კვლევის ჩატარების სქემა 1. – აე გარდამქმნელი (მიმღები 1); 2. – აე გარდამქმნელი (მიმღები 2); S ₁ – დაცილება აე-დან მიმღები 1-მდე; S ₂ – დაცილება აე-დან მიმღები 2-მდე	124
ნახ. 4.3. გეოფიზიკური კვლევების შედეგების დამუშავების მაგალითი ბგერის სიჩქარის დისპერსიის მიხედვით საძირკვლის ორ უბანზე 1 – შეესაბამება საძირკვლის უბანს დეფექტების მცირე რაოდენობით; 2 – საძირკვლის უბანი დეფექტების მომეტებული რაოდენობით	124
სურ. 4.4. შპურების გაბურღვა: ა) საბურღი დანადგარი; ბ) საბურღი თავაკი, გ) შპური (ნაბურღი); დ) კერნები	126
ნახ. 4.5. საბურღი მოწყობილობის გასვლის სიჩქარის გრაფიკი	127
სურ. 4.6. ა) კირქვის გამოცდა დამსხვრევაზე სფერული იდენტორებით, ბ) ყორე წყობის საანგარიშო წინაღობა გრაფიკი	128
სურ. 4.7. მინი-ტელეკამერა ვიდეო-აპარატურით	130
ნახ. 4.8. №6 შპურის სქემა საძირკვლის ტანში უფრო დამახასიათებელი სიცარიელების ვიდეოგადაღების ფრაგმენტებით (ცარიელობა n=12%, გამოქარვის კოეფიციენტი K=0.88): 1 – გრუნტის წყლების დონის (გწდ) ცვლადი მდგომარეობის ზონა	131
ნახ. 5.1 მონიტორინგის ალგორითმი	134

ნახ. 5.2. დაზიანებისაგან ძეგლთა დაცვის ხარისხის მართვის ორგანიზაციული სტრუქტურის ციკლი	138
ნახ. 5.3. მასალის ტიპური დაზიანებების ფოტოთექვის დონისძიებების თანამედროვე სქემა	144
სურ. 5.4. შენობის საერთო ხედი	148
სურ. 5.5. შენობის საერთო ხედი	148
სურ. 5.6. ბზარები მზიდ კედლებში და კონსტრუქციებში	149
სურ. 5.7. ბზარები მზიდ კედლებში და კონსტრუქციებში	149
სურ. 5.8. ბზარების ზრდის სიდიდის მაჩვენებელი სენსორი	149
სურ. 5.9. ბზარების ზრდის სიდიდის მაჩვენებელი სენსორი	149
სურ. 5.10. შენობის უკანა კედლის ფრაგმენტი	150
სურ. 5.11. შენობის უკანა კედლის ფრაგმენტი	150
სურ. 5.12. შენობის უკანა კედლის ფრაგმენტი	150
სურ. 5.13. შენობის კედლის დაზიანებების ფრაგმენტი	150
სურ. 5.14. შენობის კედლის დაზიანებების ფრაგმენტი	150
სურ. 5.15. გაყვანილი შრუფის ფრაგმენტები	150
სურ. 5.16. გაყვანილი შრუფის ფრაგმენტები	151
სურ. 5.17. გაყვანილი შრუფის ფრაგმენტები	151
სურ. 5.18. პეტრა-ციხე საერთო ხედი	154
სურ. 5.19. კედლებზე ამოსული მცენარეების ფრაგმენტი	155
სურ. 5.20. ტენის მუდმივი ზემოქმედების შედეგად არსებული დაზიანებების ფრაგმენტი	155
სურ. 5.21. ციხის კედლებში არსებული ბზარების ფრაგმენტი	156
სურ. 5.22. ციხის კედლებში არსებული ბზარების ფრაგმენტი	156
სურ. 5.23. ისტორიული შენობის საძირკვლის ყორე წყობის დაშლისას ყორე წყობის ჩაწყობაში დეფექტების ფრაგმენტები	157
ნახ. 5.24. შპურის სქემა გრუნტის წყლების ცვლადი დონის ზონაში (ზონა II) და სიცარიელების ფრაგმენტები	158

დისერტაციაში გამოყენებული აბრევიატურები

სც - სიცოცხლის ციკლი

მსც - ძველების სიცოცხლის ციკლი

გის - გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა

კტს - კომპლექსური ტერიტორიული სქემა

ტკს - ტერიტორიული კომპლექსური სქემები

ექიბ - ეკოლოგიურ-ქალაქმშენებლობის ინფორმაციული ბარათი

მიბ - მასალატმცოდნეობის ინფორმაციული ბარათი

გა - გარემომცველი არე

სდ - საგანგებო დატვირთვები

მდ - მაღალი დატვირთვები

სდ - საშუალო დატვირთვები

დდ - დაბალი დატვირთვები

გს - განსაკუთრებული სიტუაციები

გაზშ - გარემომცველ არეზე ზემოქმედების შეფასება

გაზშს - გარემომცველი არის ხარისხის შეფასების სისტემა

დეშის - დაზიანების ეკოლოგიური შეფასების ინფორმაციული სისტემა

დეესას - დაზიანების ეკოლოგიური ერთიანი საინფორმაციო-ანალიტიკური
სისტემა

დის - დიაგნოსტიკური სისტემა

მპშსს - მრღვევი პროცესების შეფასების საექსპერტო სისტემა

ემ-ის - ეკოლოგიური შეფასების ინფორმაციული სისტემა

დეშსს - დაზიანების ეკოლოგიური შეფასების საინფორმაციო სისტემები

შესავალი

კულტურული მემკვიდრეობის დაცვა ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პრობლემაა, რომელიც დგას საზოგადოების წინაშე. ბოლო ათწლეულებში შეიქმნა კრიტიკული სიტუაცია, როდესაც ისტორიულ-კულტურულ მემკვიდრეობას უფრო და უფრო ემუქრება განადგურება, რაც გამოწვეულია ეკოლოგიური პრობლემებით. ტრადიციულ მიზეზებს, როგორცაა – შეცდომები რესტავრაციისას, რეკონსტრუქციისას, ქალაქმშენებლობის და მეურნეობის საქმიანობის ზემოქმედება, დაემატა გარემომცველი დაბინძურებული გარემოს მოქმედებისგან გამოწვეული მიზეზები. ეს ამძიმებს რღვევის ადრე ცნობილ მიზეზებს, რადგან რღვევა ხდება არაპროგნოზირებადი, უმართავი და მატულობს კატასტროფული შედეგები. ძეგლების დაზიანება იწვევს, ობიექტის და ტერიტორიის ესთეტიკურ, ისტორიულ, სამეცნიერო, სოციალურ და მატერიალური ღირებულებების უცილობელ კარგვას.

გლობალური ტექნიკური და ეკოლოგიური პრობლემების პერიოდში კაცობრიობას განსაკუთრებით სჭირდება ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდების დახვეწა და განვითარება. კულტურის ძეგლების დაცვისათვის კაცობრიობის საქმიანობის რეგულირების თეორიული და მეთოდური ბაზა უნდა გახდეს ეკოლოგიის საერთო კანონები, მასალათმცოდნეობის დარგში ცოდნის სამეცნიერო პოტენციალი და მონიტორინგის მეთოდებით დაგროვებული მონაცემები.

1998 წლის აპრილში სტოკჰოლმში განსაზღვრული იქნა ქვეყნების კულტურული პოლიტიკა „მდგრადი განვითარების“ კონცეფციის ფარგლებში. „მდგრადი განვითარება“, რომელიც არ არის დაფუძნებული კულტურაზე – უსულოა და არ შეიძლება იყოს მდგრადი. აქედან გამომდინარეობს, რომ მხოლოდ ეკოლოგიური კონცეფცია (მეცნიერულად უფრო მეტად დასაბუთებული) ეკოლოგიური კატასტროფების პერიოდში იძლევა საშუალებას შენარჩუნებული და დაცული იქნას ბუნებრივი გარემო და კულტურული მემკვიდრეობა, როგორც ერთი მთლიანი. კულტურული მემკვიდრეობა და მისი

მატერიალური შემადგენლები – არქიტექტურული ძეგლები – წარმოადგენს დედამიწის ეკოსისტემის განუყოფელ ნაწილს, პლანეტის ინტელექტუალური პოტენციალის ინფორმაციულ რესურსს, რომლის შენარჩუნებაც აუცილებელია მომავალი თაობებისათვის. იგი არის სულიერი საზრდო, კულტურის, ცოდნის, ხელოვნების და გამოცდილების წყარო მომავალი თაობებისათვის. პირველხარისხოვან ამოცანას, ძეგლების შენარჩუნებასთან ერთად, წარმოადგენს მოცემული მემკვიდრეობის და ინფორმაციის შესწავლა.

არქიტექტურული ძეგლების და ყველა მათი ფუნქციის ღირებულების შენარჩუნებისათვის საჭიროა უფრო სრულყოფილი და ეფექტური სისტემა მისი მდგომარეობის კომპლექსური მართვისათვის. აუცილებელია ინფორმაცია სისტემის (არე, ეკოლოგიური ფაქტორები, რომლებიც მოქმედებენ ობიექტზე და ა.შ.), სტრუქტურის და ძეგლების მასალების თვისებების შესახებ ურთიერთქმედების შედეგების და ძეგლების შესაძლო დაზიანების საშიშროების შეფასების პროგნოზირებისათვის. კულტურის და ბუნების (მსოფლიო, ფედერალური, რეგიონალური და ადგილობრივი მნიშვნელობის) ცნობილი ნიმუშების შენარჩუნებისათვის საჭიროა ორგანიზებული, მუდმივ საფუძველზე დამყარებული კვლევის მონიტორინგის სისტემები და მონაცემების საერთო ბანკის ფორმირება ყველა არქიტექტურული ძეგლის მიხედვით, ინფორმაციული ბაზის და სისტემური ცოდნის შენარჩუნებისათვის თანამედროვე სამეცნიერო მოთხოვნების შესაბამისად.

ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების თანამედროვე მეთოდიკა საჭიროებს მუდმივი დაკვირვების, შეფასების, პროგნოზის და კულტურული მემკვიდრეობის მართვის სისტემების არსებობას, რომლებიც ჩატარდება წინასწარ შემუშავებული პროგრამით. ამისათვის აუცილებელია ყველა ძეგლის სისტემური მონიტორინგი და კვლევა. საჭიროა ტექნიკური მდგომარეობის შეფასებისათვის ჩატარებული კვლევების შედეგების რეგისტრაციის, შეკრების, სისტემატიზაციის და მიღებული ინფორმაციის შენახვის სისტემის შემუშავება მისი ანალიზური დამუშავებისათვის.

ისტორიული ძეგლების კვლევისას ტექნიკური და ეკოლოგიური მეთოდოლოგიის გამოყენებამ მოითხოვა ძეგლების მდგომარეობის კვლევაში „სისტემური მონიტორინგის“ პროცედურის შექმნა, მისი ჩატარების ალგორითმის შემუშავება. განსაზღვრება „სისტემური მონიტორინგი“ აღნიშნავს ხანგრძლივ დაკვირვებას და გამოკვლევას არა მარტო ცალკე აღებული ძეგლის, არამედ მის შესწავლას „ძეგლი-გარემო“ სისტემაში. ძეგლის მდგომარეობაზე დაკვირვება უნდა წარმოებდეს მისი განლაგების ტერიტორიაზე ეკოსისტემის ცვლილების და განვითარების დროებითი და სივრცითი პარამეტრების გათვალისწინებით, ძეგლის დამცავი ზონის ყველა ტექნოგენური და ბუნებრივი კომპონენტების ჩათვლით. სხვაგვარად წარმოუდგენელია გამოვლენილ იქნას ძეგლის მასალის დამაზიანებელი პროცესები და მოხდეს მისი მდგომარეობის პროგნოზირება ტექნიკური და ეკოლოგიური ფაქტორების კომპლექსის ზემოქმედებისას.

იცვლება წელიწადის დროები – „ამინდის“ ფაქტორები მოქმედებენ ობიექტებზე (ცალკეულ კონსტრუქციებზე). შენობები და ნაგებობები ერთად განიცდიან ამ ზემოქმედებებს და ერთად ეწინააღმდეგებიან მათ. ყველა ობიექტი უნდა განიხილებოდეს ერთ მთლიანობად გარემომცველ არესთან ერთად.

დისერტაციის მიზანს წარმოადგენს ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების სრულყოფილი მეთოდის დამუშავება, რომელიც მოიცავს გაფართოებული ინფორმაციული სისტემის შექმნას, მათი მდგომარეობის მართვისას ძეგლის ხანგამძლეობის უზრუნველყოფისათვის, უწყვეტი დაკვირვების წარმოებას მის დაზიანებაზე, ექსპლუატაციის პირობების ცვლილების ანალიზით.

მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს შემდეგში:

- ისტორიულ-კულტურული ძეგლების კონსტრუქციების კონტროლის სრულყოფილი თეორიული და მეთოდური ასპექტების დამუშავება;
- ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდოლოგია, მისი დონე, საერთო სტრუქტურა, კვლევის მეთოდები და ინფორმაციული რესურსების დადგენა;

- დადგენა იმისა, რომ მონიტორინგი კულტურული მემკვიდრეობის ეკოლოგიური შეფასების მეთოდოლოგიასთან ერთად საშუალებას იძლევა მაქსიმალურად იქნას შენარჩუნებული ძეგლის კულტურული ღირებულება. გარემომცველი არის ეკოლოგიური ფაქტორების შეფასება, ამ ფაქტორების ზემოქმედების ქვეშ მასალებში მიმდინარე ცვლილებებზე დაკვირვება საშუალებას იძლევა შევისწავლოთ დამაზიანებელი პროცესები და მათი განვითარების კინეტიკა;

- დაზიანების ზონაში დესტრუქციული პროცესების შესწავლა (რისკის ზონა), დაზიანების ზონაში ტენის (წყლის) მონაწილეობის შეფასება, ძეგლის მასალის კოროზიული დაზიანების, სხვა უარყოფითი ფაქტორების როლის განსაზღვრა და უარყოფითი შედეგების დაფიქსირების მიზეზების ანალიზი, რომლებიც საფუძვლად დაედება სარესტავრაციო სამუშაოებს;

- ისტორიულ-კულტურული ძეგლების მდგომარეობის ტექნიკური დიაგნოსტიკების მეთოდების და გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის დამუშავება;

- ძეგლის მასალების მდგომარეობის, დაზიანების მონიტორინგი და მრღვევი პროცესების შეფასების სისტემის დამუშავება;

- ძეგლების მდგომარეობის და დაზიანების მონიტორინგის კვლევების ორგანიზებული სტრუქტურის შექმნა.

ასეთი მეთოდოლოგია საშუალებას მოგვცემს მიეუახლოვდეთ მოულოდნელი რღვევის გაჩენის, ფარული დეფექტების დაგროვების რისკის პროგნოზირებას, რომლებიც გარკვეული დროის განმავლობაში შეიძლება არ გამოვლინდეს როგორც ხილული დაზიანებები. სტრუქტურული ცვლილებების (უხილავი) დაგროვება მასალაში ვლინდება სპონტანურად, რღვევა ხდება „ჯაჭვური რეაქციის“ მექანიზმის მიხედვით – მასალა კარგავს შემკვრელს, იფხვნება, იწყებს აშრევებას და მარცვალდება. ისტორიული მასალა პრაქტიკულად ყველა ასეთ შემთხვევაში იცვლება ახლით და ჩნდება ახალი პრობლემები ძეგლზე დაკვირვებისას. ასეთ პროცესებს მივყავართ ისტორიულად ღირებული მასალების ნაწილის მნიშვნელოვან კარგვასთან, ხოლო მათი ახლით ჩანაცვლება იწვევს ძეგლების ინფორმაციული მონაცემების მნიშვნელობების გარდაუვალ კარგვას.

თავი 1. ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკურ-ეკოლოგიური მდგომარეობის მიმოხილვა და ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების თანამედროვე მეთოდების დამუშავების აუცილებლობა მათი შენარჩუნების მიზნით

1.1. საქართველოს ისტორიულ-კულტურული ძეგლების ტექნიკური და ეკოლოგიური მდგომარეობის მიმოხილვა

საქართველოს ისტორიულ-კულტურული ძეგლებისადმი ინტერესი XIX ს-ის 30-40 წლებში ჩაისახა. იმავე საუკუნის 70-იან წლებში დაიწყო მუშაობა ისტორიის, ხელოვნების, არქიტექტურის ცალკეული ნიმუშების გამოვლენის აღწერის, სისტემატიზაციის, დაცვისა და პროპაგანდის ხაზით. ამ საქმეს უძღვებოდნენ კერძო პირები, საზოგადოებები, დაწესებულებები.

ასეთმა გეგმაზომიერმა და მრავალმხრივმა მეცნიერულმა შესწავლამ მკვიდრი საფუძველი ჩაუყარა საქართველოს ისტორიული და კულტურული ძეგლების დაცვისა და გამოყენების საქმეს, რაც ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 20-იანი წლების დასაწყისიდან სახელმწიფოებრივი ზრუნვის საგანი გახდა. მაგრამ იმავე 20-იან წლებში ყოფილი საბჭოთა კავშირის და კერძოდ საქართველოს ტერიტორიაზე წარმოებულმა ანტირელიგიურმა კამპანიამ შესამჩნევი ზიანი მიაყენა ჩვენს სიძველეებს – ხელოვნების მრავალი შესანიშნავი ნიმუში, ისტორიული ღირებულების ძეგლი სამუდამოდ დაიკარგა. დაზარადა არა მარტო ქართული მართმადიდებლური ეკლესია, არამედ საკულტო ძეგლები. ზოგჯერ გაუაზრებელმა, ნაჩქარევმა ქალაქებისა და სოფლების, კურორტების ე.წ. სოციალისტურმა კეთილმოწყობამ და რეკონსტრუქციამ დიდი ზიანი მიაყენა ქალაქმშენებლობითი ხასიათის ძეგლებს, მოისპო ბევრი XIX ს-ის და XX ს-ის დასაწყისში აგებული მხატვრული ღირებულების ნაგებობები [1].

რა ითვლება ძეგლად საერთაშორისო კანონმდებლობით? „იკომოს“-ის (ძეგლთა და ღირსშესანიშნაობათა დაცვის საერთაშორისო საზოგადოება) წესდებაში ნათქვამია:

„ძეგლის ცნებაში ნაგულისხმევია არქიტექტურული და სხვა ობიექტები, რომლებიც წარმოადგენენ ინტერესს არქეოლოგიური, ისტორიული, ესთეტიკური და ეთნოგრაფიული თვალსაზრისით.“

თვით ძეგლები ტიპოლოგიურად ხარისხდებიან შემდეგნაირად: ისტორიული ძეგლი, არქიტექტურული ძეგლი, მონუმენტური ხელოვნების ძეგლი.

ისტორიული ძეგლი – ადგილი, შენობა თუ სხვა, რაც დაკავშირებულია ქვეყნის, რეგიონის, ქალაქის თუ სოფლისათვის მნიშვნელოვან ისტორიულ მოვლენასთან ან ცალკეული გამოჩენილი პიროვნების ცხოვრებასა და მოღვაწეობასთან;

არქეოლოგიური ძეგლი, ყველა გამონაკლისის გარეშე – გათხრებით გამოვლენილი და შესწავლილი, თუ დაზვერვითი სამუშაოებით მიკვლეული და დაფიქსირებული;

არქიტექტურული ძეგლი (ძეგლების ყველაზე დიდ ჯგუფი) – ანტიკური ხანიდან ფეოდალური ხანის ჩათვლით ყველა სახის ნაგებობა, აგრეთვე XIX-XX სს-ების მანძილზე განხორციელებული საყოველთაოდ აღიარებული ობიექტი და კომპლექსი, ქალაქმშენებლობისა და ლანდშაფტური არქიტექტურის ნიმუში, ძეგლი ქალაქების, სოფლებისა და განაშენიანებების შემორჩენილი ნიმუში, ფრაგმენტი და სხვა;

მონუმენტური ხელოვნების ძეგლი – ანტიკურ და ფეოდალურ პერიოდებში და XIX-XX სს-ში შექმნილი, მუდმივი მასალით – ქვა, ბრინჯაო და ა.შ. შესრულებული ძეგლი, ფასადების რელიეფი და ჰორელიეფი, მოზაიკა, კედლის მხატვრობა, მონუმენტი, მემორიალი და სხვა [1].

მიგვაჩნია, რომ ჩვენი ნაშრომით ხელს შევუწყობთ არა მარტო სამეცნიერო კვლევისა და ძეგლთა დაცვის და გამოყენების საქმის მომავალში სწორად დაგეგმვას და წარმართვას, არამედ საქართველოში და მის საზღვრებს გარეთ ჩვენი სულიერი კულტურის პროპაგანდის საქმიანობის გაუმჯობესებას.

განვიხილოთ საქართველოში დაზიანებული და რესტავრირებული ისტორიული ძეგლების რამდენიმე მაგალითი

ბებრისციხე იგივე ბელტისციხე ისტორიულ-არქეოლოგიური ძეგლი აღმართულია გორაკზე, მდინარე არაგვის მარჯვენა ნაპირზე მცხეთის ჩრდილოეთ გარეუბანში. ბებრისციხე ნაგებია თანაბარი ზომის ნატეხი ქვით კირის ხსნარზე, შედგება ციტადელისა და ქვედა ეზოსაგან (საერთო ზომით 100×60 მ). ციტადელის გეგმა სამკუთხედის მსგავსია. მის ყოველ კუთხეში თითო კოშკი დგას, ყველაზე დიდი სამხრეთ-დასავლეთის კოშკისაგან შემორჩენილია სამი სართული. სამივე დაზიანებულია. ჩრდილოეთისა და აღმოსავლეთის კოშკები თითქმის ტოლია. ჩრდილოეთის კოშკის სამი სართულია შემორჩენილი, აღმოსავლეთისა მხოლოდ საძირკველი. აღმოსავლეთის კოშკის სიგანით მოგვიანებით ცილინდრული კოშკი ჩაუშენებიათ. კოშკებში სართულშუა გადახურვა ხის ყოფილა. სამხრეთ-დასავლეთისა და ჩრდილოეთის კოშკებს აქვთ თავისებური (სავარაუდოდ ისრის სატყორცნი) საბრძოლო ხვრელები, რომლებიც შიდა მხრიდან განიერია (საშუალოდ 2 მ), მაღალი (დაახლოებით 2.5 მ) და ღრმაა (საშუალოდ 1.5 მ) გარედან კი ვიწრო (0.3 მ) და დაბალი (1 მ) ციხის ქვედა ეზოს აღმოსავლეთ კუთხეში ციტადელის კოშკების მსგავსი ოთხკუთხა კოშკი დგას [2, 3, 4].

ბებრისციხე საყურადღებო საფორტიფიკაციო ნაგებობაა (ლათინურიდან სამხედრო-საინჟინრო ნაგებობა). იგი მცხეთას ჩრდილოეთიდან იცავდა.

ბებრისციხე აგებულია ადრინდელ ფეოდალურ ხანაში. 1939 წ-ს ციხის გასამაგრებლად მცირე სამუშაოები ჩატარდა. ბებრისციხის ტერიტორიაზე 60-იან წლებში გაკეთებული იქნა საკონტროლო თხრილები, რამაც დაადასტურა ანტიკური ხანის ჭურჭლისა და ნატეხების არსებობა. 1983 წ-ს სპეციალურმა სამეცნიერო-სარესტავრაციო საწარმოო გაერთიანებამ დაიწყო საკონსერვაციო სამუშაოები დასავლეთ კედლის გასწვრივ, შუა ნაწილში არსებული ბურჯის შეერთების ადგილზე კედლის საფუძვლის ქვეშ აღმოჩნდა ნატეხი ქვიშაქვით ნაგები კედლის წყობის ორი რიგი, რომლებზედაც ალიზის კედელი იყო ამოყვანილი, დადასტურდა აგრეთვე ანტიკური

ხანის წითლად შეღებილი თხელკედლიანი თიხის ჭურჭლისა და წითლად შეღებილი კრამიტის ნატეხები. გამოვლინდა ქვითა და ტალახით ნაგები წრიული კედლის ნაშთი, რაზედაც დაშენებულია ბებრისციხის სამხრეთ-დასავლეთ გოდოლის – დონუონის (ფეოდალური ციხედარბაზის მთავარი კოშკი) საძირკველი.



სურ. 1.1. ბებრის ციხე

ბებრისციხე ქართულ საისტორიო წყაროებში პირველად მოხსენიებულია ლაშა გიორგის დროინდელ მემატინესთან „დემეტრე მეფე ბელტის ციხეს მიიცვალა და გელათს წაიყვანეს მისგანვე კურთხეულსა ახალსა მონასტერსა“. ეს მოხდა 1156 წ-ს.



სურ. 1.2. ბებრის ციხის დაზიანებული კედლის ფრაგმენტი

2010 წლის 28 აპრილს გადაუღებელი წვიმების შედეგად ციხემ დაიწყო ნგრევა, მთლიანად ჩამოიშალა ციხის ჩრდილო-აღმოსავლეთი კედელი. დაიზარა ციხის დარჩენილი კედლებიც. ციხის ტერიტორიაზე შესვლა სახიფათოა და ამის გამო ვერ ხერხდება საფუძვლიანი კვლევის ჩატარება. აუცილებელია ციხის გეოლოგიური გამოკვლევა, რადგან მისი ნგრევა კვლავაც მიმდინარეობს და რა კონდიციამდე მივა მისი პროგნოზირება შეუძლებელია. ფერდობი სადაც ბებრის ციხე დგას, სამხრეთ კავკასიონის მთიანეთის ერთ-ერთი ნაწილია და ის მეწყერსაშიში ზონაა.

ბაგრატის ტაძარი. დეთისმშობლის მიძინების სახელობის ტაძარი აგებულია X-XI სს-ის მიჯნაზე, ბაგრატ III-ის (975-1014 წწ) მეფობის პერიოდში, ქუთაისში „უქიმერიონის გორაზე“ [5, 6, 7].

ბაგრატის ტაძარი ტრიკონქის ტიპის ჯვარგუმბათოვანი ნაგებობაა. გუმბათი ოთხ მძლავრ ბურჯს ეყრდნობა, ჯვრის შევრილი მკლავები გარედან სწორკუთხა, შიგნით კი (აღმოსავლეთ, სამხრეთ და ჩრდილოეთ მხარეს) ნახევარწრიული აბსიდებით იყო დასრულებული. შიგნითვე დასავლეთის მკლავს შემოუყვებოდა პატრონიკე – გალერეა. სწორკუთხედის ორივე მხარეს სამკვეთლო და სადიაკვნე იყო. მშენებლობის დამთავრებამდე ძეგლს ჩრდილო-დასავლეთიდან სამსართულიანი საცხოვრებელი კოშკი, ხოლო XI ს-ის I ნახევარში სამხრეთიდან და დასავლეთიდან მდიდრულად მოჩუქურთმებული კარიბჭეები მიაშენეს. ტაძარი მდიდარია მორთულობით. ტაძრის ინტერიერსა და ეზოში აწევია ქვაზე ნაკვეთი, რელიეფებით და ორნამენტებით შემკული დეტალები და ფრაგმენტები, რომლებიც ტაძრის შიდა კედლებსა და ფასადებს ამშვენებდა.



სურ. 13. ბაგრატის ტაძრის ფრაგმენტები

თავისი ხუროთმოძღვრული და მხატვრული ღირსებით ბაგრატის ტაძარს განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ქართული არქიტექტურის ისტორიაში, როგორც განვითარებული შუა საუკუნეების დროინდელი სტილის საბოლოოდ დამამკვიდრებელ ნაწარმოებს. XVII ს-ის დასასრულამდე ძეგლი უვნებლად იდგა. 1692 წ-ს, როგორც ვახუშტი მოგვითხრობს „შემუსრეს ოსმალოთა“. XIX ს-ის 30-იან წლებამდე შემორჩენილი იყო ტაძრის სამხრეთი და დასავლეთი კარიბჭეებიც.



სურ. 14. ბაგრატის ტაძრის ორნამენტების ფრაგმენტები

ბაგრატის ტაძრის დახვეწილი პროპორციები, გარე მასების ჰარმონიულობა, გრანდიოზული შიდა სივრცე, ფასადების კომპოზიცია, მრავალფეროვანი მორთულობა, რთულ ტექნიკურ ამოცანათა დაძლევა მოწმობს არქიტექტორის შესანიშნავ მხატვრულ ნიჭს, დიდ პრაქტიკულ გამოცდილებას და ოსტატობას.

1952 წლიდან დაიწყო ტაძრის აღდგენა-კონსერვაციის სამუშაოები, პარალელურად მიმდინარეობდა ძეგლის მეცნიერული შესწავლა და გამოკვლევა.

1994 წელს ბაგრატის ტაძარი გელათის მონასტერთან ერთად შეტანილი იქნა იუნესკოს მსოფლიო კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა სიაში.

2009 წელს საქართველოს მთავრობამ დაიწყო ტაძრის რესტავრირება, რაც მასზე გუმბათის დადგმით უნდა დასრულდეს.

2010 წელს მსოფლიო მემკვიდრეობის კომიტეტმა ბაგრატის ტაძარი საფრთხის ქვეშ მყოფი ძეგლების სიაში ჩარიცხა, მიზეზი გახდა 2009 წელს დაწყებული აღდგენითი სამუშაოები. ინტერიერში მოხდა დიდი ჩარევა, დაიშალა და მოხსნილი იქნა აბსოლუტურად ყველა სვეტი გუმბათსქვეშა და გადაწყვანი თაღები გატანილია ტაძრიდან დაიბურდა ბაზები, ანუ დარღვეული იქნა ფიზიკური ქსოვილი და ჩაიწყო არმატურა. საძირკველი გარდა სამხრეთ-დასავლეთ მკლავისა მთლიანად მოექცა ბეტონის სარტყელში.

აღდგენითი სამუშაოების დაწყების წინ არ ჩატარებულა ისეთი ფართო მასშტაბიანი კვლევა, როგორც იყო საჭირო. გუმბათის დადგმის სურვილმა მოიტანა ბაგრატის ტაძრის გამყარების აუცილებლობა, რადგან მისი დასუსტებული კონსტრუქცია ვერ გაუძლებდა სიმძიმეს. დღეისათვის კი შედეგი ისაა, რომ გუმბათის დადგმის სურვილს მოყვა ბაგრატის ტაძრის ავთენტურობის დაკარგვა, რაც მოიტანს მძიმე შედეგებს.

დავით გარეჯი ფეოდალური ხანის საქართველოს ერთ-ერთი თვალსაჩინო რელიგიურ-კულტურული ცენტრი, სამონასტრო გამოქვაბულთა კომპლექსია. მდებარეობს საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე თბილისიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით 60-70 კმ-ში, გარეჯის კლდოვან მთებში. სამონასტრო კომპლექსის მცირე ნაწილი აზერბაიჯანის ტერიტორიაზეა განთავსებული. კომპლექსი დაარსდა VI ს-ის I ნახევარში ერთ-ერთი ასურელი მამის დავითის მიერ. რაც შემდგომ საუკუნეებში ცნობილი გახდა დავითის ლავრის სახელით. დროთა განმავლობაში მას შეემატა განშტოებები და თანდათან ჩამოყალიბდა შორი-შორს მდებარე გამოქვაბული-მონასტერთა კომპლექსების ქსელი. XII ს-ის დასაწყისში დავით IV აღმაშენებელმა დავით გარეჯის მონასტრები სამეფო საკუთრებად აქცია. 1265 წელს მონღოლთა ლაშქარმა ბურქა-ყაენის სარდლობით დაარბია და მოაოხრა დავით გარეჯი და მისი მიდამოები [8, 9, 10].



სურ. 15. დავით გარეჯის საერთო ხედი

დავით გარეჯის სამონასტრო მშენებლობამ თავის მწვერვალს საქართველოს საერთო ეროვნული და კულტურულ-პოლიტიკური აღმავლობის დროს, XII-XIII სს-ის მიჯნაზე მიაღწია. ამ პერიოდში დავით გარეჯის მონასტრების სახე მკვეთრად განსხვავდება ადრინდელი პერიოდის მონასტრებისაგან. შთაბეჭდილებას კიდევ უფრო აძლიერებდა მთავარი ეკლესიებისა და საერთო სატრაპეზოების კედლების მოხატულობა.

გვიანდელ ფეოდალურ ხანაში ცალკეული სამონასტრო კომპლექსები ურთიერთშორის დაკავშირებული იყო საგუშაგო და სასიგნალო კოშკებით, რომლებმაც ჩვენამდე ნანგრევების სახით მოაღწია.

დავით გარეჯი კულტურისა და განათლების მძლავრი კერა იყო.

დავით გარეჯის კომპლექსის დაზიანებები გამოწვეულია არა მხოლოდ კლიმატური პირობებისაგან, არამედ მის სიახლოვეს განლაგებული ყოფილი რუსული სამხედრო ბაზის გამოც, სადაც ინტენსიურად მიმდინარეობდა საარტილერიო სწავლებები. კომპლექსის რესტავრაცია საკმაოდ დიდ პრობლემას წარმოადგენს, ჩამოშლილია მონასტრის სატრაპეზოს ფასადი.



სურ. 1.6. დავით გერეჯის სამონასტრო კომპლექსის ფრაგმენტი

პრობლემის გადაჭრა ვერ ხერხდება რადგან კლდე, რომელზეც სამონასტრო კომპლექსია განთავსებული იშლება.

პეტრა-ციხე. ისტორიული ციხე-ქალაქი პეტრა მდებარეობს აჭარში, ქობულეთის მუნიციპალიტეტის სოფელ ციხისძირში. ხელსაყრელი სამხედრო-სტრატეგიული და სავაჭრო-ეკონომიკური მდებარეობის გამო, ლაზების ამ უძველეს სამოსახლოზე ბიზანტიის იმპერატორ იუსტინიანეს (527-565) ბრძანებით ქალაქი გაშენდა.

პეტრას ციხე-სიმაგრე ზღვისპირა კლდოვან ბორცვზე მდებარეობს. ხმელეთის მხრიდან გალავნის გარდა მას კლდოვანი რელიეფი იცავს. აქედანაა მისი ბერძნული სახელწოდება „პეტრა“ – ქვა, კლდე.

XX საუკუნის 60-იანი წლებიდან დაიწყო პეტრა-ციხისძირის გეგმაზომიერი არქეოლოგიური შესწავლა.

1962-63 წლებში ჩატარდა არქეოლოგიური გათხრები პეტრას შიდაციხის ტერიტორიაზე. გათხრების შედეგად დადგინდა, რომ ციხე-სიმაგრის ნაშთები განლაგებული იყო ორ ბორცვზე. ჩრდილოეთ ბორცვზე განლაგებული საფორტიფიკაციო ნაგებობები ორმაგი კედლებით იყო დაკავშირებული სამხრეთ-დასავლეთ ბორცვზე არსებულ კოშკთან. შიდაციხის ცენტრში გაითხარა მცირე ზომის დარბაზული ეკლესია ნახევარწრიული აბსიდით, რომელიც აუცილებელი სამნავიანი ბაზილიკის დანგრევის შემდეგ. აგრეთვე გაითხარა

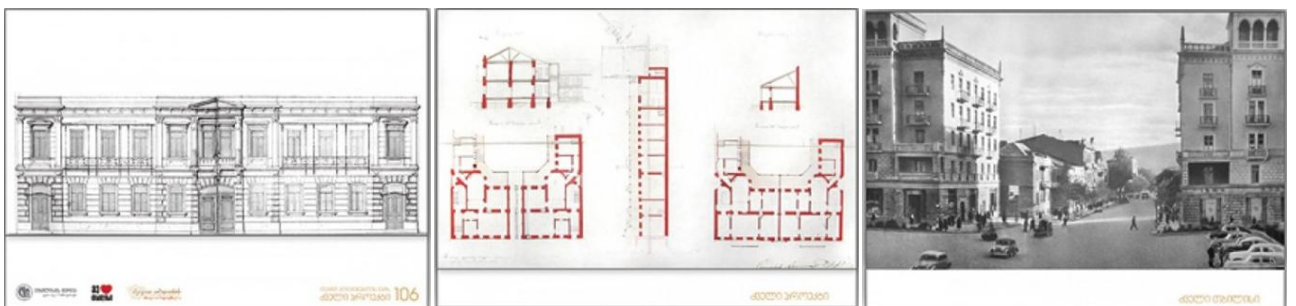
აბანო, აბანოს თანადროული სამეურნეო დანიშნულების ნაგებობებიც. [11, 12, 13].



სურ. 1.7. პეტრა ციხის ფრაგმენტები

განვიხილოთ ქ. თბილისში დავით აღმაშენებლის გამზირზე მიმდინარე ისტორიული შენობების რეაბილიტაციის რამოდენიმე მაგალითი:

დ. აღმაშენებლის გამზირი №106



სურ. 1.8. შენობის რეკონსტრუქციის და ძველი პროექტის ფრაგმენტი



სურ. 19. მიმდინარე რესტავრაციის ფოტოფიქსაცია

შენობა არის სამსართულიანი (ორი სართული ძველი და ერთი დაშენებული) აგურის, ხის სართულშუა გადახურვებით, ძველი ნაწილი უსარტყელოა, დაშენება შესრულებულია რკინაბეტონის სარტყელით.

შენობის ძველი ნაწილი ამორტიზებულია. შენობას აქვს ბზარები მარცხენა ნაწილში, რაც გამოწვეულია პირველ სართულზე ჩატარებული სარეკონსტრუქციო სამუშაოებით. ამჟამად ბზარები ლოკალიზებულია. ბზარები შეინიშნება ცენტრალური თაღოვანი შესასვლელის მიმდებარე კედლებშიც. სველ წერტილებში დაზიანებული კომუნიკაციების გამო ამორტიზებულია ხის სართულშუა გადახურვები და ტიხრები. მარჯვენა ფლიგელში შეინიშნება მნიშვნელოვანი, ჯდენით გამოწვეული დეფორმაციები.

შენობის რეაბილიტაციისათვის საჭიროა:

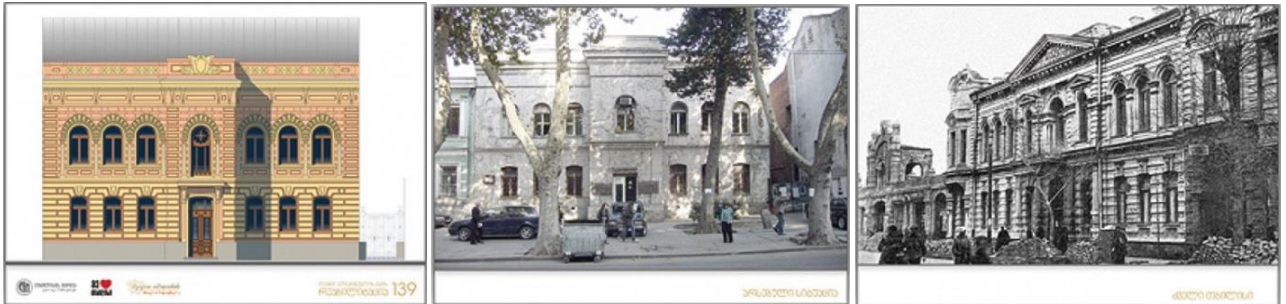
გაძლიერდეს საძირკვლები ცენტრალური თაღის მიმდებარე კედლების ქვეშ ცალი მხრიდან და მარჯვენა ფლიგელის კედლების ქვეშ სარდაფიდან.

გაძლიერდეს დაზიანებული კედლები ლითონის ბადეებით და ლითონის ზღუდარებით.

ამორტიზებული ხის გადახურვები და ტიხრები შერემონტდეს, დაზიანებული ხის მზიდი კონსტრუქციების შეცვლით.

შენობას გაუკეთდეს რკინაბეტონის სარტყელი და მოეწყოს მსუბუქი მანსარდული სართული ლითონის მზიდ კოჭებზე და ლითონის ჩარჩოებზე.

დ. აღმაშენებლის გამზირი №139



სურ. 1.10. შენობის რეკონსტრუქციის პროექტის, არსებული სიტუაციის ფრაგმენტი



სურ. 1.11. მიმდინარე რესტავრაციის ფოტოფიქსაცია

არსებული შენობა გეგმაში მართკუთხა მოხაზულობისაა, ზომებით 18.1×15.9 მ. ორსართულიანია უსარდაფო. ძირითად მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს აგურის კედლების წყობა კირის ხსნარზე. შენობა აშენებულია გასული საუკუნის დასაწყისში. მთავარი ფასადის კედლებში აღინიშნება მნიშვნელოვანი ბზარები და დეფორმაციები, დაზიანებულია უკანა ეზოში გამავალი ფასადიც. შენობას არა აქვს სეისმური სარტყელი, მზიდ კედლებს მიღებული აქვს ჯდენითი დეფორმაციები.

გრუნტის კატეგორია (СНП II-7-81* ცხრილი №1) II კატეგორია, საძირკვლის ფუძედ მიღებულია: თისა ღია ყავისფერი, ხვინჭის იშვიათი ჩანართებით 5÷10%, საანგარიშო წინაღობით $R_0=250$ კპა (2.5 კგძ/სმ²).

შენობის ტექნიკური მდგომარეობა შესაძლებლობას იძლევა მასზე ჩატარდეს სარეკონსტრუქციო სამუშაოები მხოლოდ კონსტრუქციული პროექტის მიხედვით.

მშენებლობის პროცესში საჭიროა დაცული იყოს სამშენებლო ნორმების: СНП III-18-75 და СНП III-4-80*-ის მოთხოვნები და საქართველოს მთავრობის 2007 წლის 28 მარტის №62 დადგენილებით დამტკიცებული მშენებლობის უსაფრთხოების წესები.

დ. აღმაშენებლის გამზირი №146



სურ. 1.12. შენობის რეკონსტრუქციის პროექტის, არსებული სიტუაციის ფრაგმენტი



სურ. 1.13 მიმდინარე რესტავრაციის ფოტოფიქსაცია

არსებული შენობა გეგმაში მართკუთხა მოხაზულობისაა, ზომებით 13.857×45.8 მ. სამსართულიანია. ძირითად მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს აგურის კედლების წყობა კირის სსნარზე. შენობა აშენებულია გასული საუკუნის დასაწყისში. შენობის ფასადის კედლებში აღინიშნება ბზარები და დეფორმაციები. მობინადრეებისაგან მიღებული ინფორმაციით ბზარები წარმოიშვა დიდი ხნის წინ. ამჟამად დეფორმაციები აღარ პროგრესირებს და მოხდა მათი სტაბილიზაცია.

გრუნტის კატეგორია (СНП II-7-81* ცხრილი №1) II კატეგორია, საძირკვლის ფუძედ მიღებულია: თიხა ღია ყავისფერი, ხვინჯის იშვიათი ჩანართებით 5÷10% საანგარიშო წინაღობით $R_0=250$ კპა (2.5 კგ/სმ²).

შენობის ტექნიკური მდგომარეობა შესაძლებლობას იძლევა მასზე ჩატარდეს სარეკონსტრუქციო სამუშაოები მხოლოდ კონსტრუქციული პროექტის მიხედვით.

მშენებლობის პროცესში საჭიროა დაცული იყოს სამშენებლო ნორმების: СНП III-18-75 და СНП III-4-80*-ის მოთხოვნები და საქართველოს მთავრობის 2007 წლის 28 მარტის №62 დადგენილებით დამტკიცებული მშენებლობის უსაფრთხოების წესები.

1.2. საქართველოს კულტურულ ძეგლებში გამოყენებული ქვის სამშენებლო მასალები

ბუნებრივი ქვის საშენი მასალები წარმოადგენენ სხვადასხვა სახეობის მთის ქანების მექანიკური დამუშავების შედეგად მიღებულ მასალებს [14].

მთის ქანები ბუნებრივი წარმოშობის ერთი ან რამდენიმე მინერალისაგან შემდგარი მასაა და იმ მატერიალურ გარემოს წარმოადგენს, რომლისგანაც დედამიწის ლითოსფერო შედგება.

წარმოშობის მიხედვით ქანები იყოფა 3 ჯგუფად:

1. პირველადი ანუ მაგნიტური. ამონთხეული ქანები წარმოიშვა დედამიწის სიღრმეში მყოფი ცეცხლოვანი თხიერი მასის – მაგმის ლითოსფეროში შეჭრის, ან მიწის ზედაპირზე ამონათხევისა და შემდგომი გაციების შედეგად.
2. მეორადი ანუ დანალექი ქანები: წარმოიშვა მაგნიტური ქანებისაგან მათი ფიზიკურ-მექანიკური დაშლისა და ქიმიური გარდაქმნის შედეგად, აგრეთვე სხვადასხვა ორგანიზმებისა და წყალმცენარეების ნარჩენებისაგან. განლაგებულია დედამიწის ქერქის ზედა ფენებში.

ფიზიკური დაშლა ხდებოდა ქანზე გარემოს ცვალებადი ტემპერატურის წყლის, ყინვისა და ქარის მექანიკური მოქმედებით, რაც

ქანის დაბზარვას, დასკდომას და მექანიკურ დაშლას იწვევდა. ქიმიური გარდაქმნები ხდებოდა მთის ქანის ზოგ მინერალზე ჟანგბადისა და სხვა ნივთიერებათა შემცველი წყლების მოქმედებით.

არჩევნ შემდეგი სახის დანალექ ქანებს:

- ა) ნამსხვრევი ფხვიერი ქანები – თიხა, ქვიშა, ხრეში, ბუნებრივი ღორღი, რიყის ქვა;
- ბ) ნამსხვრევი ცემენტირებული დანალექი ქანები: ქვიშაქვა, კონგლომერატი, ბრექჩია წარმოიშვნენ ნამსხვრევი ფხვიერი ქანებისაგან, მათი მარცვლების სხვადასხვა ნივთიერებებით ბუნებრივი შეცემენტების გზით.

ქვიშაქვა წარმოიშვა ქვიშის კვარცოვანი მარცვლების ბუნებრივად შეცემენტების შედეგად. ზოგჯერ ქვიშაში შეცემენტებულია მინდვრის შპატის, ქარსის და სხვა ნივთიერებათა მარცვლებიც. თუ ქვიშაქვაში ქვიშის მარცვლებთან ერთად შეცემენტებულია ხრეშის მარცვლები, ქანს კონგლომერატს უწოდებენ, ხოლო თუ ქვიშაქვაში შეცემენტებული ღორღი, მაშინ ქანს ბრექჩია ეწოდება.

ბუნებრივ მაცემენტებლებს წარმოადგენს ნახშირმჟავა კალციუმის მარილი ($CaCO_3$), უწყლო ან წყლიანი კაჟმიწა (SiO_2 ან $SiO_2 \cdot nH_2O$), რკინის წყლიანი ჟანგები [$Fe(OH)_2$ ან $FeO(OH)$], ან კიდევ თიხა და სხვა თიხოვანი ნივთიერებანი. შესაბამისად მიიღება კირიანი ქვიშმიტი, ტუფები – წარმოიშვნენ სხვადასხვა სახეობის მთის ქანებში შემავალი ხსნადი ნივთიერებების წყალში გახსნისა და ამ ნივთიერებათა ახალ ადგილებში დალექვით წყლის აორთქლების გამო (ტბები, ლიმანები და ა.შ.).

3. სახეცვლილი ანუ მეტამორფული ქანები: წარმოიშვა მაგნიტური და დანალექი ქანებისაგან, რომლებიც მაღალი ტემპერატურის გავლენით განიცდიდა გადაკრისტალებას.

ყველა მაგნიტური ქანი წარმოიშვა ერთი და იმავე ამოსავალი ნედლეულის – მაგმისაგან. ამიტომ ყველა ეს ქანი შეიცავს ერთსა და იმავე მინერალებს. იმის მიხედვით, თუ სად რა პირობებში ხდებოდა მაგმის გაცივება, მინერალები სხვადასხვაგვარ გარდაქმნას განიცდიდა და სხვადასხვა სახეობის ქანს წარმოშობდა.

მაგნიტური ქანების ძირითადი ქანმაშენი მინერალებია:

1. კვარცი – წარმოადგენს კრისტალურ კაუმიწას – კრისტალებს წაგრძელებული ექვსწახნაგა პრიზმების ფორმა აქვთ ექვსწახნაგა პირამიდული ფუძეებით. იგი არაგამჭვირვალე ან ნახევრად გამჭვირვალე მინერალია. შეიძლება იყოს მინასავით უფერო, ვარდისფერი, იისფერი, ყვითელი და ყომრალი. ზოგჯერ გვხვდება თეთრი და მურა-მოყვითალო გამჭვირვალე კვარციც, რომელსაც მთის ბროლი ეწოდება.

კვარცი ერთ-ერთი ყველაზე მაგარი, მტკიცე ცეცხლგამძლე და ქიმიურად მდგრადი მინერალია. მისი სიმკვრივე შეადგენს 2.65-ს სიმაგრე სკალის მიხედვით – 7. სიმტკიცე აღწევს 2000 მგპა-ს. ხასიათდება დიდი წინააღმდეგობით ცვეთის მიმართ, გათბობის შედეგად კვარცი ფართოვდება, მაგრამ ეს გაფართოება სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვაგვარია: 570⁰C-ზე გახურებით კვარცის მოცულობა ნახტომისებურად იზრდება დაახლოებით 1.5%-ით, რაც ქვის დასკდომას იწვევს, 1710⁰C-ზე გახურებით კი კვარცი დნება. გამდნარი კვარცის სწრაფი გაციებით მიიღება მინა.

ნორმალურ წნევასა და ტემპერატურაზე კრისტალური კვარცი არ შედის რეაქციაში არც ფუძეებთან და არც მჟავებთან (გარდა ფტორწყალბადიანი და ცხელი ფოსფოროვანი მჟავებისა). ორთქლიან გარემოში მაღალ ტემპერატურაზე (175-200⁰C) შედის რეაქციაში ფუძეებთან. ასეთ პირობებში კვარცი კალციუმის ჰიდრატთან – $Ca(OH)_2$ იძლევა კალციუმის ჰიდროსილიკატს $CaO \cdot SiO \cdot nH_2O$.

კვარცი მეტად გავრცელებული ქანმშენი მინერალია. დედამიწის ქერქის 12% კვარცი შეადგენს. კვარცისაგან შედგება გრანიტი, ლიორიტი, კვარცოვანი პორფირები და სხვა. ასეთი ქანების ბუნებრივი გამოფიტვის დროს კვარცის მარცვლები ქიმიური სიმდგრადის წყალობით დაუშლელი რჩება და ქვიშებს წარმოშობს, ასე რომ ბუნებაში კვარცი გავრცელებულია ქვიშის სახითაც: კვარცი გვხვდება აგრეთვე ძარღვოვანი მასივების სახით, ზოგჯერ კი წარმოადგენს ბუნებრივ ცემენტს, რომლითაც ერთმანეთთან შეცემენტებულია სხვადასხვაგვარი ფხვიერი ქანი.

2. სილიკატები – არის კაუმიწისა და რომელიმე ფუძის (K_2O, NaO, CaO) ნაერთი. თუ შენაერთი შეიცავს კიდევ თიხამიწას

(Al_2O_3), მაშინ მინერალს უკვე ალუმინის სილიკატი ეწოდება. თიხამიწა ბუნებაში შეიძლება გვხვდებოდეს თავისუფალი სახითაც. ასეთი მინერალია, მაგალითად, კორუნდი. კორუნდი ხასიათდება დიდი სიმაგრით (სკალის მიხედვით – 9) და გამოიყენება ცეცხლგამძლე მასალების მისაღებად. იგი წარმოადგენს აგრეთვე მაღალხარისხოვან აბრაზულ მასალას. ბუნებაში გავრცელებულ წვრილმარცვლოვან კორუნდს კვარცის ნარევთან ზუმფარა ეწოდება, გვხვდება აგრეთვე თიხამიწის მონოჰიდრატული მინერალი $Al_2O_3 \cdot H_2O$ – დიასპი, რომელშიც თიხამიწის რაოდენობა 85%-ს აღწევს. დიასპი წარმოადგენს ძირითად მინერალს თიხის ერთ-ერთი ნაირსახეობის ბოქსიტოვანი ქანებისათვის, რომლებიც ალუმინისა და თიხამიწის ცემენტების წარმოებაში გამოიყენება.

3. სილიკატური მინერალებიდან ყველაზე გავრცელებულია ალუმინსილიკატები და კერძოდ კი – მინდვრის შპატები.

მინდვრის შპატები თეთრი, მუქი წითელი, მოყვითალო და ნაცრისფერია. მინერალების სიმაგრე შეადგენს 6-ს, სიმკვრივე 2.55-2.76, სიმტკიცე 120-170 მგპა-ს, დნობის ტემპერატურა იცვლება 1300-1500°C-ის ფარგლებში. ტიპური პლაგიოკლაზია ნაცრისფერი მინერალი ლაბრადორი, რომელსაც მუქი მწვანე და მოშავო ბრწყინვალე ფერი დაჰკრავს. მისი შემცველი ქანები მზინავი გამოსხივებით ხასიათდება.

მინდვრის შპატებს ნაკლები ქიმიური სიმდგრადე ახასიათებს და იოლად იშლება ნახშირმჟავას შემცველი წყლის მოქმედებით.

გარდა იმისა, რომ მინდვრის შპატი შედის მასიურ მთის ქანებში, ისინი გვხვდება ქვიშასთან ერთადაც. ასეთ ქვიშებს მინდვრის შპატოვანი ქვიშები ეწოდება და დიდი რაოდენობითაა გავრცელებული საქართველოს სხვადასხვა რაიონებში.

ქვიშაქვის, კონგლომერატის, ბრეჩიას თვისებები და გამოყენება დამოკიდებულია მაცემენტებელ ნივთიერებებზე. კაჟმიწიანი ქვიშაქვები, კონგლომერატები და ბრეჩიები სიმკვრივით, სიმტკიცით და თბოგამტარობით ხასიათდება (უახლოვდება კრისტალურ ქანს). შედარებით ნაკლები სიმტკიცისაა კირიანი ქვიშაქვები, კონგლომერატები და ბრეჩიები. თიხით ცემენტირებული ქვიშაქვა კონგლომერატი და ბრეჩია ხელთაც კი შეიძლება დაიშალოს.

მაცემენტებელ ნივთიერებაზეა დამოკიდებულია ქანის ფერი, კირიანი და კაჟიანი ქვიშაქვები, ბრექჩიები და კონგლომერატები თეთრი ფერისაა, რკინიანი – ყვითელი და მურა მოწითალო ფერის, თიხოვანი – ყვითელი ან ცისფერი. ყველაზე მეტად გავრცელებულია მასა 2700 კგ/მ³-ს აღწევს, წინაღობის ზღვარი კუმშვისას – 250 მგპა-ს.

მკვრივი და მაღალი სიმტკიცის ქვიშაქვები (კონგლომერატი, ბრექჩია) გამოიყენება საძირკვლების წყობისათვის, არაგასათბობი შენობების კედლებისათვის, მოსაპირკეთებლად, კიბის საფეხურებისა და ტროტუარებისათვის, საყრდენი კედლებისა და ჯებირების წყობისათვის. კაჟმიწიანი ქვიშა ქვა გამოიყენება ცეცხლგამძლე აგურის – დინასის წარმოებაში, წისქვილის დოლაბების დასამზადებლად და ა.შ. ასეთი ქვიშაქვის ღორღი გამოიყენება ბეტონის შემავსებლად, გზების მოსაწყობად, რკინიგზის ბალასტად და ა.შ.

ბუნებრივი ქვის ნაკეთობები მიეკუთვნება ხანგამძლე საშენ მასალებს. ამის დადასტურებაა ჩვენს დრომდე შემონახული არქიტექტურული ძეგლები ძველ ეგვიპტეში, საბერძნეთსა და რომში, რომლებიც აშენებულია ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 4800 წლის წინ.

1.3. საქართველოს კლიმატური პირობების გავლენა ძეგლების კონსტრუქციებზე

საქართველოს ტერიტორიაზე მკვეთრად გამოიყოფა ორი კლიმატური ზონა: დასავლეთ საქართველო ხასიათდება მაღალი ტენიანი ჰავით, მისი კლიმატი ყალიბდება შავი ზღვის ზეგავლენით, აღმოსავლეთის კი კონტინენტალობით. ატმოსფერული ნალექების გენეზისის შერწყმა სხვა კლიმატურ, გეოლოგიურ და ნიადაგის პირობებთან ქმნის საქართველოს ტერიტორიაზე სხვადასხვა პირობებს, მის განლაგებას ქვეყნის ტერიტორიაზე. ატმოსფერული ნალექების განაწილება, მათი ხასიათი მოქმედებს მსხვილი სამშენებლო ობიექტების მშენებლობაზე და შემდგომ უკვე ექსპლუატაციაზე.

ცნობილია, რომ ატმოსფერული ნალექების წყლით საკედლე კონსტრუქციის დატენიანებისას მასალის კაპილარული წნევა

წარმოიქმნება გარეგანი დაწნევით, რომელიც შედგება ორი კომპონენტისაგან – ქარის და წვიმის შხეფების დაწნევისაგან [14].

როგორც ვიცით დაპროექტება და სხვადასხვა ნაგებობების ექსპლუატაცია საჭიროებს კლიმატური პირობების ცოდნას და მათ გათვალისწინებას.

დღეისათვის კლიმატის გავლენას შენობა-ნაგებობებზე ითვალისწინებს სამშენებლო ნორმების და წესების მოთხოვნები. ქარის, როგორც ერთ-ერთი კლიმატური მოვლენის სწორი გათვალისწინება პროექტირების დროს ეხმარება დამპროექტებლებს და მშენებლებს გააუმჯობესონ მშენებლობის ხარისხი და შეამცირონ მასზე ფულადი დანახარჯები.

ქარის დატვითვის ნაგებობაზე ვანგარიშობთ ბერნულის ფორმულით:

$$P = 0.065V\sin\alpha$$

სადაც: P – ქარის წნევაა მმ-ში;

V – ქარის სიჩქარე მ/წმ-ში;

α – ქარის მიმართულების კუთხე კედლის ზედაპირის მიმართ.

წვიმის შხეფები გამოირჩევიან ძლიერი დინამიური ხასიათით და დაწნევას (დატრეყმას) კედლეზე ახდენენ პერიოდულად. მათი სიმკვრივე დაახლოებით 750-ჯერ აღემატება ჰაერის სიმკვრივეს, აქედან გამომდინარე დაწნევა, რომელსაც ახდენს ქარი კედლის ზედაპირზე ბევრად ნაკლებია წვიმის წვეთების ზემოქმედებისგან წარმოქმნილ დაწნევასთან შედარებით.

ნალექების განაწილება [15] საქართველოში წარმოადგენს საკმაოდ რთულ სურათს და ხასიათდება დიდი ნაირსახეობით, ამასთან წარმოდგენილია საკმაოდ მკვეთრი სურათი – მათი რაოდენობის შემცირება ხდება სამხრეთიდან ჩრდილოეთის და დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით. ნალექების განსაკუთრებით დიდი რაოდენობა დამახასიათებელია კოლხეთის დაბლობისათვის ანუ საქართველოს ზღვისპირა ტერიტორიისთვის.

ისტორიული ძეგლები საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე განლაგებული და შესაბამისად კლიმატური პირობების გავლენაც სხვადასხვაგვარია, მათი განთავსების ადგილზე დამოკიდებულებით.

1.4. ისტორიული შენობების დეფორმაციები, ბუნებრივი მოვლენებითა და ატმოსფერული ფაქტორებით გამოწვეული დაზიანებები

ისტორიული ნაგებობების თანამედროვე მდგომარეობა იწვევს სერიოზულ შეშფოთებას. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ ექსპლუატაციის არაერთი ასწლეულის მანძილზე, ისინი ექვემდებარებიან ტექნოგენურ-ბუნებრივი ფაქტორების ზემოქმედებას.

სეისმური ზემოქმედება. საქართველოში, რომლის რელიეფიც მთაგორიანი, უძველესი დროიდან ხდებოდა დამანგრეველი მიწისძვრები. ამიტომ აუცილებელი იყო უხსოვარი დროიდან შენობების პროექტირებისა და მშენებლობისას გაეთვალისწინებინათ ანტისეისმური ღონისძიებები.

ტაძრების მშენებლობის დროს გამოყენებული იყო შემდეგი ანტისეისმური ღონისძიებები: წყობაში ანხორციელებდნენ 30 სმ-მდე ბუდეებს და მასში შემდეგ დებდნენ ხის ძელებს, რომლებიც განლაგებული იყო გუმბათის საყრდენების პარალელურად; უდუღაბოდ შესრულებული წყობისას მსხვილ ქვებს ერთმანეთთან აკავშირებდნენ ე.წ. „მერცხლის კუდებით“; გრძივი ძალების ზემოქმედების საწინააღმდეგოდ გამოყენებული იყო ჯაჭვური სარტყელი, რომლებიც გამოიყენებოდა ყველაზე საპასუხისმგებლო ადგილებში; აგრეთვე გამოიყენებოდა ანტისეისმური ხის სარტყლები და განმბრჯენსაწინააღმდეგო ხის ძელები, აგრეთვე გვხვდება საძირკვლის გაგანიერების შემთხვევებიც.

წყალი ყორე წყობაზე (რითიც ძირითადად განხორციელებულია ისტორიული შენობების საძირკვლების და კედლების წყობა) მრღვევი ზემოქმედების ძირითადი აგენტია, რომლის რეჟიმზე და თვისებებზეა მნიშვნელოვან წილად დამოკიდებული დესტრუქციული პროცესების განვითარების აქტიურობა.

შენობებისა და ნაგებობების კონსტრუქციებზე წყლის ზემოქმედების პროცესი ციკლური ხასიათისაა [16], ანუ ხასიათდება დასველებისა და შრობის მრავალჯერადი პროცესით. მიკრობზარებში

მოხვედრილი ტენი იწვევს აფსკის განმჭოლავ ზეწოლას, რომელიც მრავალწლიანი დასველებისა და გამოშრობისას იწვევს ყორე წყობის მასალების სიმტკიცის ნელ, მაგრამ გარდაუვალ შემცირებას, საძირკვლის ტანში დეფექტების განვითარებას.

წვიმის დროს, გრუნტის ზედა ფენებში წარმოიქმნება დროებითი წყალმატარებელი ჰორიზონტი, რომელიც განსაკუთრებით დამახასიათებელია გაზაფხულის სეზონისათვის. ყორე წყობის ხსნარებში ზედაპირული წყლების ფილტრაცია იწვევს კიროვანი ან კირქვიშოვანი ხსნარის დესტრუქციულ შერევას გარემომცველ გრუნტთან, რომლებიც ძირითადად ტექნოგენურია. ყინვების შედეგად მომატებული ტენიანობის პირობებში ყორე წყობაში ჩნდება კრიოგენული ძაბვები, ხოლო მათი გვერდით ზედაპირებში, რომელთათვისაც დამახასიათებელია მნიშვნელოვანი არათანაბრობა და ხორკლიანობა, ვითარდება დიდი მხები ძალები ყინვითი გაფუებისაგან, რაც იწვევს დეფექტების განვითარებას.

გარდა ამისა, აერაციის ზონაში გრუნტის ფორებში არის ჰაერი და წყალი. გრუნტში გაზოვანი კომპონენტების შემადგენლობა არსებითად განსხვავდება ატმოსფერულისგან. ეს განსხვავება გამოისახება ნახშირორჟანგის, ჟანგბადის, აზოტის, მეთანის და სხვათა არსებობაში. გრუნტის გაზოვანი შემადგენლობის მნიშვნელოვან განსაკუთრებულობას წარმოადგენს CO_2 -ს მაღალი შემცველობა და O_2 -ის შედარებით დაბალი შემცველობა. თუ ჰაერში CO_2 -ის შემადგენლობა არის 0.03%, მაშინ გრუნტებში მისმა შემცველობამ შეიძლება მიაღწიოს 10%-ს. გრუნტში და ჰაერში CO_2 -სა და O_2 -ს შორის ასეთი თანაფარდობა აიხსნება იმით, რომ გრუნტში ინტენსიურად მიმდინარეობს ჟანგბადის შთანთქმის და ნახშირორჟანგის გამოყოფის პროცესები. გრუნტში CO_2 -ს არსებობა, განსაკუთრებით გახსნილ მდგომარეობაში, მკვეთრად ზრდის მიწისქვეშა წყლების აგრესიულობას და აძლიერებს კარბონატული მინერალების გახსნის პროცესს [17, 18, 19].

მიწისქვეშა წყლების რეჟიმი ხასიათდება მათი დონით, ფილტრაციულობით, ატმოსფერული ნალექების დონის ცვლილების და ინფილტრაციის ციკლების სიხშირით. მათი რეჟიმი ყორე წყობაში

დიდწილად განაპირობებს ისეთ საშიშ პროცესებს, როგორცაა გახსნა და გამოტუტვა სიცარიელების წარმოქმნით.

გრუნტის წყლების რეჟიმში ცვლილებების გამომწვევი ფაქტორები ძალიან მრავალფეროვნია და იყოფა ბუნებრივ და ხელოვნურად. ბუნებრივი ფაქტორები დაკავშირებულია გეოლოგიური აგებულების, კლიმატის, რელიეფის და სანიაღვრე ქსელის განვითარების განსაკუთრებულობებთან. ხელოვნური ფაქტორები დაკავშირებულია ადამიანის სამშენებლო და სამეურნეო საქმიანობასთან, შეაქვს რა ცვლილებები გარემოს ჰიდროგეოლოგიურ პირობებში [20].

მიწისქვეშა წყლების თვისებები ხასიათდება ქიმიური შემადგენლობით და განაპირობებენ მის აგრესიულობას სამშენებლო მასალებთან მიმართებაში. ატმოსფერული ნალექების ინფილტრაცია დღეისათვის არახელსაყრელ გეოქიმიურ გარემოსთან კომპლექსში, იწვევს ქიმიური და მექანიკური სუფიზიების განვითარებას, დაშლას და გამოტუტვას და შედეგად საძირკვლის მასალის რღვევას [21, 22]. კარბონატულ მასალებზე დამზადებული ყორე საძირკვლებისათვის გრუნტის წყლების აგრესიულობა გამოვლინდება წყალში შემცველი ნივთიერებების ქიმიური ურთიერთქმედებით ყორე წყობის შემადგენელ ქიმიურ ნივთიერებებთან. ამ ურთიერთქმედებას, რომელიც იწვევს ქვის სიმტკიცის შემცირებას, ეწოდება გამოქარვა, რომელიც დამოკიდებულია არა მხოლოდ ქვის იონურ შემადგენლობაზე, არამედ მის წყალშედწევადობაზე და მასზე წყლის ნაკადის სიდიდეზე. კარბონატების გახსნა, გარდა ამისა, ძლიერ დამოკიდებულია წყალში თავისუფალი ნახშირმჟავის CO_2 შემცველობაზე [23].

გრუნტის წყლების აგრესიულობის მიზეზები:

- გრუნტს CO_2 -ს არსებობა, განსაკუთრებით გახსნილ მდგომარეობაში;
- ბუნებრივი წყლების ქიმიური შემადგენლობა, კერძოდ ჭაობები;
- გოგირდოვანი ნივთიერებების არსებობა, როდესაც ატმოსფერული ნალექების ფილტრაციისას წარმოიქმნება გოგირდმჟავას სუსტი ხსნარი;

- სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გაუონვა, თუ სითხე აგრესიულია;
- ყოფილი სასოფლო-სამეურნეო მიწების წყლებში ქიმიური ნივთიერებების არსებობა, სასუქების სახით;
- ნაყარი ფენის წყლებში ქიმიური ნივთიერებების არსებობა, რომლებიც შეიცავენ ორგანულ ნივთიერებებს [24].

მიწისქვეშა წყლების აგრესიულობის აქტივიზაციას შეუძლია მიწისქვეშ განთავსებული კონსტრუქციების სიმტკიცე შეასუსტოს 5-7%-მდე 2-3 წელიწადში. რაც, შენობებსა და ნაგებობებში იწვევს დამატებითი და არათანაბარი ჯდომის განვითარებას, რომელიც შეიძლება მიმდინარეობდეს არა მხოლოდ ათეულობით წელი, არამედ ასწლეულებიც.

ამჟამად შექმნილი რთული გეოეკოლოგიური სიტუაცია, დაკავშირებული ქალაქის მიწისქვეშა სივრცის ხანგრძლივ ტრანსფორმაციასთან, მოითხოვს დიაგნოსტიკისა და ღონისძიებების კომპლექსის შემუშავებას, აგრეთვე ნეგატიური ბუნებრივ-ტექნოგენური პროცესების განვითარებაზე ოპერატიულ კონტროლს, რომელთა განხორციელებაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქალაქის ისტორიულ ცენტრში ნაგებობების მშენებლობის, რეკონსტრუქციის და ექსპლუატაციისას ქალაქის არქიტექტურულ-ისტორიული იერსახის შენარჩუნების მიზნით.

ამრიგად, განაშენიანებული ტერიტორიის მიწისქვეშა წყლების ქიმიური შემადგენლობა თანამედროვე პირობებში ხასიათდება აგრესიული იონური მარილების, მუავეების, ტუტეების შემცველობით [22, 25]. ამ წყლებში კარბონატების გახსნა იზრდება ათჯერ და ასჯერ, მტკნარ წყლებში მათ გახსნასთან შედარებით. აქედან გამომდინარე, ისტორიული შენობების საძირკვლების ყორე წყობაში კარბონატული მასალების გამოტუტვა აგრესიული წყლების ცვლადი ზემოქმედებისას მიმდინარეობს უფრო ინტენსიურად, ვიდრე ეს შეიძლება ვივარაუდოთ, ჩვეულებრივ წყალში კარბონატის ზღვრული გახსნიდან გამომდინარე [26, 27, 25, 28, 29].

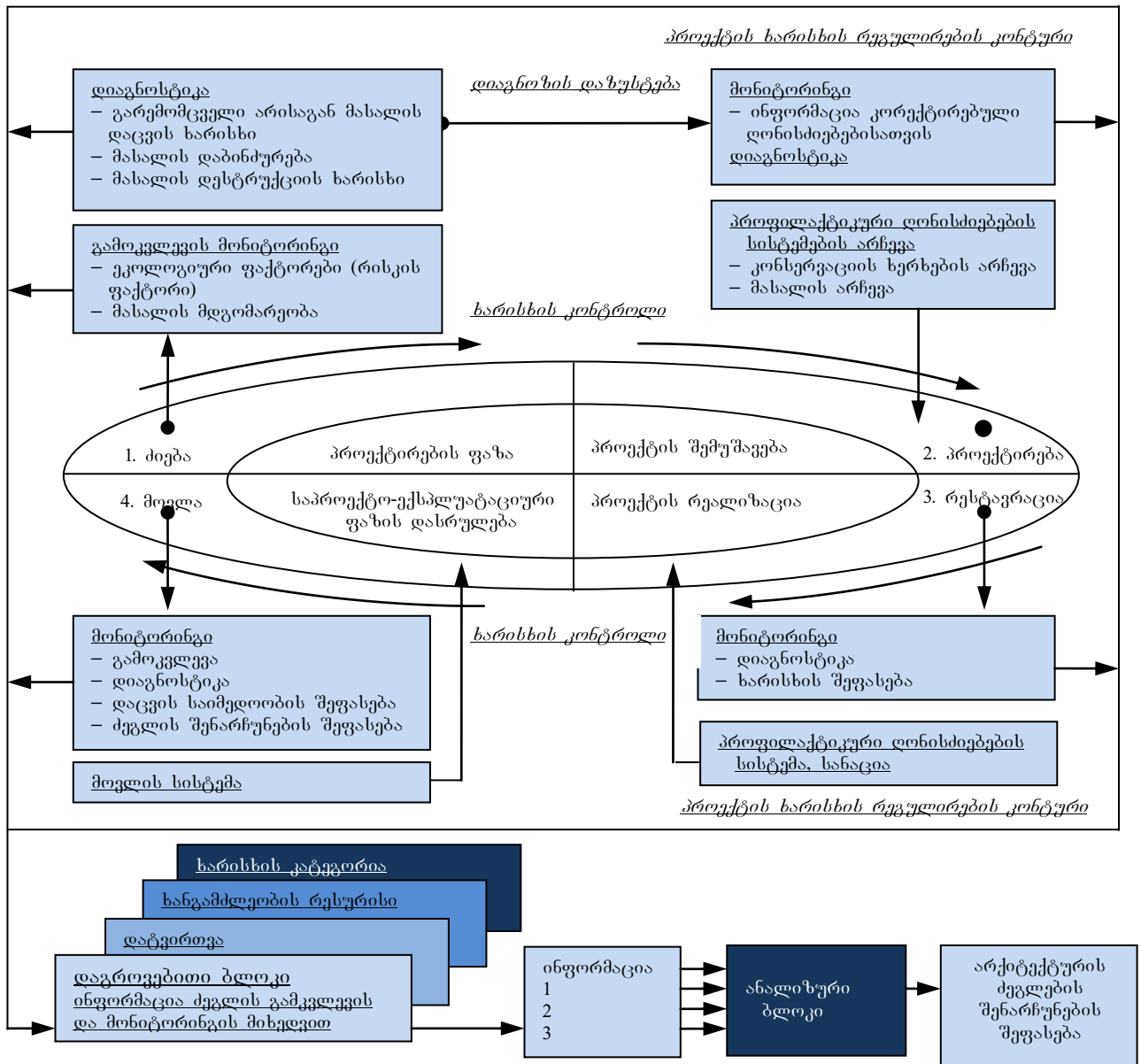
1.5 მონიტორინგის ადგილი ძეგლების მდგომარეობის კვლევის და ძეგლების დაცვის სისტემაში

სხვადასხვა ქვეყნების საკანონმდებლო დოკუმენტებში მონიტორინგი გამარტივებულად განიხილება, როგორც ჩვეულებრივი ტექნიკური მდგომარეობის გამოკვლევა, რომელიც წარმოებს დროის განსაზღვრული პერიოდის შემდეგ (5 წელი).

პრაქტიკამ აჩვენა, იმისათვის, რომ ერთჯერადი გამოკვლევა ჩაითვალოს მონიტორინგის შემადგენელ ნაწილად, აუცილებელია იგი ჩატარდეს განსაზღვრული მეთოდის მიხედვით, რომელიც ემყარება შეფასების ცალკეულ კრიტერიუმებს, რომლებიც დამუშავებულია წინასწარ შემუშავებული ფორმით. მონიტორინგი ტარდება კვალიფიციურად სპეციალისტების მიერ ინსტრუმენტალური ბაზის არსებობისას.

რესტავრაციის შემდეგ ძეგლზე მრავალჯერადი დაკვირვება და რესტავრაციის ღონისძიებების უარყოფითი შედეგების გახშირების მონაცემების შეკრება აჩვენებს, რომ გამოკვლევის არსებული სისტემა საჭიროებს მოდერნიზაციას, როგორც თავისთავად, ისე მონიტორინგის კვლევის სისტემის სარესტავრაციო პროექტირების პროცესში ჩართვაში [30, 31, 32, 33].

პროექტირებაში თანამედროვე მეთოდური და ორგანიზაციული მიდგომების ანალიზი, რომელიც განსაზღვრულია დღევანდელი სტანდარტებით ICO-9000-ით, აჩვენებს, რომ პროექტის ხარისხის უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია კვლევის და დიაგნოსტიკის პროცედურების ობიექტურობის ამაღლება. „მდგრადი რესტავრაციის“ და ექსპერტიზის ხარისხის უზრუნველყოფისათვის საჭიროა განხორციელდეს ძეგლის მდგომარეობის ანალიზი მისი არსებობის ყველა სტადიისათვის, როგორც ეს ასახულია ნახ. 1.14-ზე.



ნახ. 1.14. ძეგლების სიცოცხლის ციკლის მიხედვით საპროექტო ანალიზის სქემა და ამ ანალიზში სისტემური მონიტორინგის ადგილი

ნახ. 1.14-ზე მოცემულია სისტემის დიაგნოსტიკის ეტაპები, რომლებიც ასახავენ ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდის სამეცნიერო-მეთოდურ პრინციპებს: სისტემურობა და ურთიერთ შეპირაპირება [34].

მიღებული ინფორმაცია გამოიყენება ძეგლების ექსპლუატაციის ციკლის სხვადასხვა სტადიაზე.



სურ. 1.15. ძეგლის ექსპლუატაციის ციკლის სხვადასხვა სტადიაზე აგურის წყობის მდგომარეობის ფოტომონიტორინგის შედეგები

მონიტორინგის კვლევების შედეგების მაგალითები, რომლებიც მიიღება ფოტოფიქსაციის (ფოტომონიტორინგის) მეთოდით ძეგლების ექსპლუატაციის ციკლის მიხედვით წარმოდგენილია სურ. 1.15-ზე.

ძეგლზე გარემომცველი არის ზემოქმედების რეაქციაზე დაკვირვების ასეთი მარტივი ინსტრუმენტალური (ფოტოფიქსაცია) ვარიანტის გამოყენებითაც კი შეიძლება გამოვიტანოთ დასკვნები, რომ რესტავრაციისას (იხ. სურ. 1.15) არასაკმარისად იყო ჩანაცვლებული დაზიანებული აგური ახლით. ფოტოებზე ჩანს, რომ კედლების მასალა

ძლიერ დატენიანებულია, დამარილებული – თოვლი დნება ნაუღენტების ადგილებზე, აგურში არის მიკროორგანიზმები – შეიმჩნევა შეზრდის მწვანე ზონები და ა.შ.

კიდევ დამატებით იყო საჭირო ღონისძიებები, მაგალითად კონსტრუქციის კედლების ჰიდროიზოლაციის მასალების სანაცია (გაუმარილოება) და ა.შ. ეს ღონისძიებები არ იყო გათვალისწინებული, შედეგად რესტავრაციის შემდეგ მაშინვე გაჩნდა დაზიანებები. ამ ტიპიურ შემთხვევაში უპირველესად მონიტორინგის კვლევების ორგანიზაციისათვის საკმარისი იყო მომხდარიყო ძეგლების მდგომარეობის ფოტომონიტორინგის ორგანიზება სხვადასხვა სეზონურ პერიოდებში, რესტავრაციამდე და რესტავრაციის შემდეგ.

ეს მაგალითი მეტყველებს იმაზე, რომ დაზიანებები და დამაზიანებელი პროცესების დიაგნოსტიკის საიმედოობისათვის მონიტორინგის პროცედურის დანერგვა საჭიროა საპროექტო ანალიზის ყველა ეტაპზე. პროექტირების ყველა ეტაპზე (პროექტირების ფაზაში) ინფორმაციის მიღებისა და დაგროვებისას, შეიძლება ოპერატიულად დარეგულირდეს საპროექტო სამუშაოების ხარისხი და დასაბუთებულად აირჩეს ძეგლის შენარჩუნების უზრუნველყოფის მიხედვით პროფილაქტიკური და მაკორექტირებელი ღონისძიებების საიმედო და ეფექტური სისტემები.

თავი 2. ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდოლოგია, მისი დონე, საერთო სტრუქტურა, კვლევის მეთოდები და ინფორმაციული რესურსები

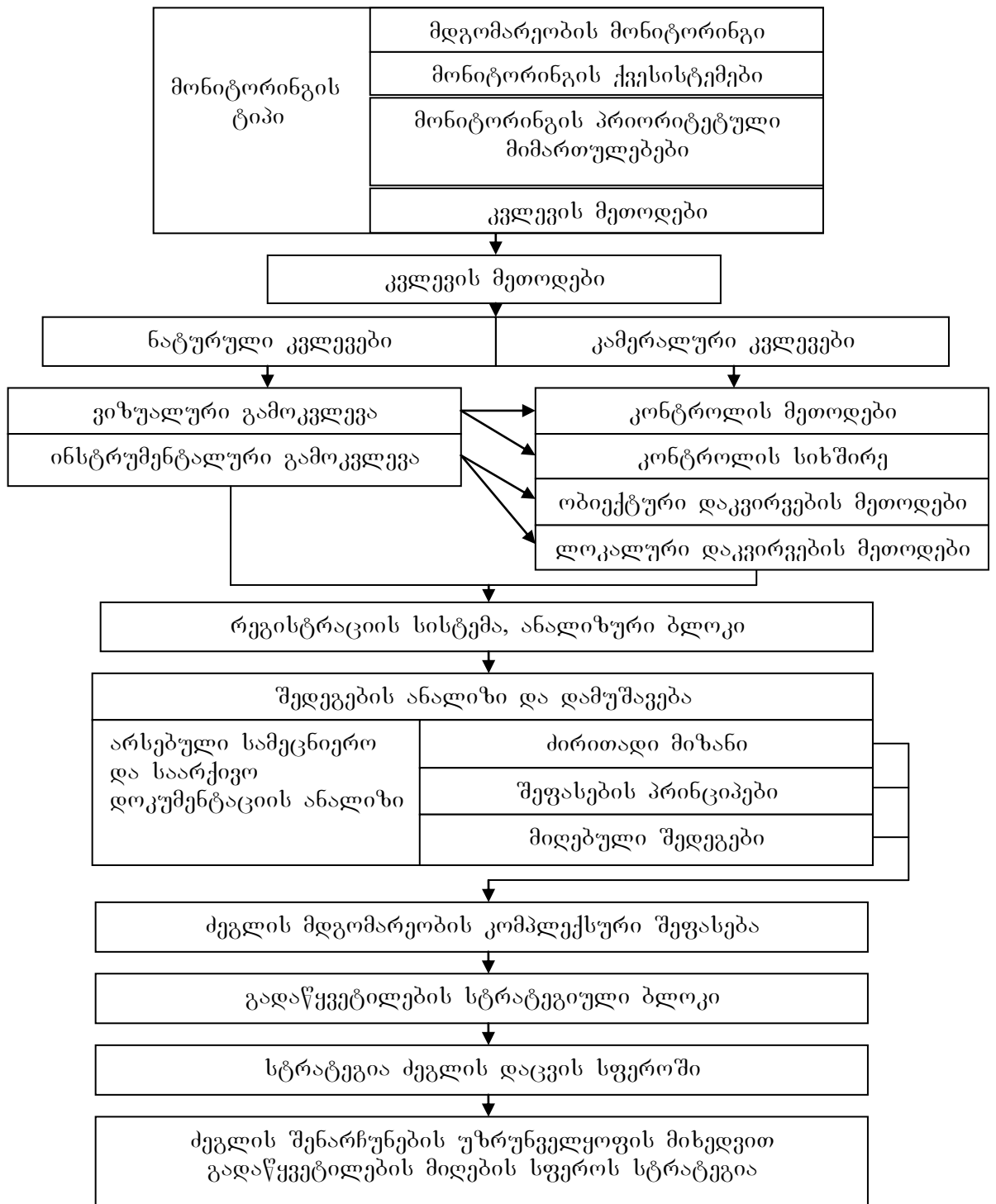
ძეგლზე დაკვირვების რეგულარული სისტემის ორგანიზაციის პრობლემა მდგომარეობს მისი კონსტრუქციის კონტროლის თეორიული და მეთოდური ასპექტების შემუშავების არარსებობაში. დაცვის სფეროში არქიტექტურული ძეგლების მდგომარეობა ფასდება, ძირითადად, გამოკვლევის განხორციელებისას, რომელსაც აქვს არარეგულარული ხასიათი, ხოლო მისი შედეგები ხშირად გამოიყენება მხოლოდ წინასაპროექტო ანალიზის სტადიაზე რესტავრაციის ამოცანების გადაწყვეტისათვის ძეგლის არქიტექტურული ფორმის შენარჩუნების გათვალისწინებით. ისტორიული მასალების შენარჩუნების საკითხს პრაქტიკულად ეთმობა ბოლო ადგილი. ძეგლის მასალათშესწავლის შესახებ მსჯელობისას უნდა აღინიშნოს ე.წ. „შენარჩუნებული ისტორიული წყობის კარტოგრამების“ შემუშავების დიდი გამოცდილება [35, 36].

მონიტორინგის სისტემის საერთო სტრუქტურა შეიძლება წარმოდგენილი იქნას სისტემური ბლოკებით: მონიტორინგის ტიპი, კვლევის მეთოდები, რეგისტრაციის სისტემა, ანალიზური ბლოკი და გადაწყვეტების სტრატეგიული ბლოკი. ეს სტრუქტურა სქემატურად წარმოდგენილია ნახ. 2.1-ზე, სადაც მოცემულია ბლოკების საერთო შემადგენლობა.

მონიტორინგის ტიპის არჩევა უნდა განხორციელდეს ობიექტის კვლევის ამოცანების თანახმად მონიტორინგის სისტემის ორგანიზაციისათვის მოდელის საზღვრებში: „ძეგლი (კონსტრუქცია, მასალა) – გარემომცველი არე“.

მონიტორინგის დონე დგინდება ძეგლის მდგომარეობის შეფასებისას გადაჭრილი პრობლემებიდან გამომდინარე.

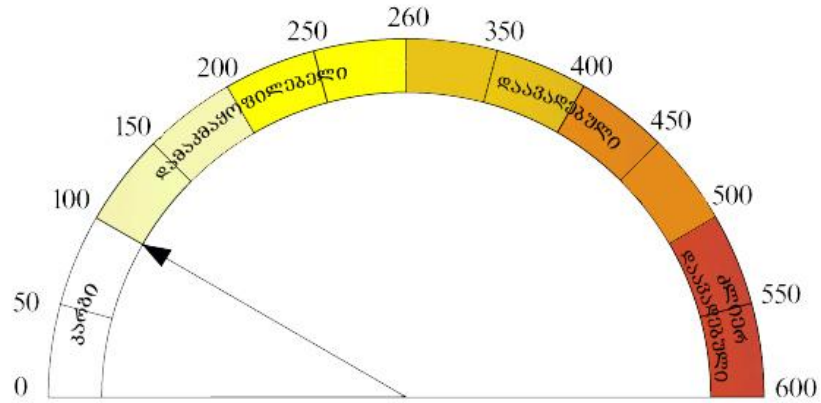
დაბინძურების სტანდარტული ინდექსის სკალის შედგენა, რომელიც გამოიყენება დაბინძურების საშიშროების განსაზღვრისათვის ხდება შემდეგი სიდიდის მიხედვით (ხარისხის ინდექსი $j\%$) [37, 38]:



ნახ. 2.1. მონიტორინგის სისტემის საერთო სტრუქტურული სქემა

$$j = (C/K)100\% \quad (2.1)$$

სადაც C – ატმოსფეროში დამაბინძურებლის კონცენტრაციაა; K – დამაბინძურებლის ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია. ნახ. 2.2-ზე მოცემულია დაბინძურების სტანდარტული ინდექსის შკალა.



ნახ. 2.2. დაბინძურების სტანდარტული ინდექსის შეფასების შკალა

ძეგლის რღვევაზე გავლენის მქონე გარეგანი მიზეზები და ფაქტორები:

1. გრუნტის წყლების სეზონური ან ავარიული ცვალებადობა;
2. წყალგაჯირჯვლებული გაყინული გრუნტების გაფუება;
3. ჯდომა, ცოცვადობა, კარსტული მოვლენები;
4. სამშენებლო მოედნის არასწორი ვერტიკალური გეგმარება;
5. მშენებლობა უშუალოდ არქიტექტურის ძეგლის სიახლოვეს;
6. მიწისქვეშა გამონამუშევრობა;
7. კონსტრუქციული ელემენტების ვიბრაცია;
8. ჰიდროგეოლოგიური პირობების ცვლილება;
9. შეცდომები კონსტრუქციის გაანგარიშებაში;
10. საპროექტო გადაწყვეტილებიდან გადახვევა;
11. მშენებლობის ან რესტავრაციის დროს არასტანდარტული მასალების გამოყენება;
12. ტექნიკური პირობების დარღვევა;
13. უძველესი ძეგლების კონსტრუქციული და სამშენებლო ტექნიკის განსაკუთრებულობები;
14. სამშენებლო კონსტრუქციების კოროზია;
15. ძეგლის რღვევის ანთროპოგენული ფაქტორები;
16. რღვევის ფიზიკური ფაქტორები;
17. ქვის, აგურის, მობათქაშების და სხვა მასალების მრღვევი ბიოლოგიური ფაქტორები.

ძეგლის რღვევის მიზეზების აღწერა:

გრუნტის წყლების სეზონური და ავარიული ცვლილებები, რომლებიც იწვევენ კონსტრუქციის კოროზიულ რღვევას. ნალექების დიდი რაოდენობით რაიონებში (ჩრდილოეთი) გრუნტის წყლების დონე იწევს და იმატებს, მათი კარბონატული სიხისტე (კალციუმის რაოდენობა) აგრეთვე დამოკიდებულია წყლის ნალექებით გაჯერებით, რაც ახდენს კირის გამოტუტვას ქვის წყობაში. გამოშრობის რაიონებში ტენის დიდი აორთქლებისას გრუნტის ზედა ფენაში წყლის მინერალიზაციის ზრდა იწვევს წყობის კრისტალიზაციურ რღვევას. წყლის აორთქლების და ნალექებით გრუნტის დატენიანებას მიყვავართ ქანგბადის აქტიურ მოძრაობასთან და ბევრად აჩქარებს კონსტრუქციებში კოროზიის პროცესებს, განსაკუთრებით ლითონებში გრუნტის წყლების დონის შემცირების შემთხვევაში შეიძლება გამომჟღავნდეს კარსტული მოვლენები და საძირკვლის საფუძვლის ქვეშ ხის ხიმინჯების აქტიური რღვევა ნაგებობის შემდგომი ჯდომით. განსაკუთრებით საშიშია ტენის სულფატური შეწოვა, რაც იწვევს ქვის და აგურის რღვევას. ამ მიმართულებით სახასიათოა, მაგალითად ძეგლის დაზიანება. გრუნტის წყლების აგრესიულობაზე დამოკიდებულებით ანსხვავებენ ქიმიური რეაქციების შემდეგ სახეობებს: – საერთომჟავური; – გამომტუტავი; – სულფატური; – მაგნეზიური; – გოგირდმჟავური.

გრუნტის წყლების დონის ცვლილებების მიზეზებს მიეკუთვნება:

- წყალსადენების გაუონვები; საინჟინრო სამუშაოების და კვლევა-ძიებების შეცდომები; მიკროგეოლოგიური პირობების ცვლილებები; გაყინული გრუნტების გაფუება;
- საძირკვლის ჩაღრმავების განსაკუთრებულობები (გრუნტის გაყინვის სიღრმის ზემოთ);
- არქიტექტურული ძეგლის ჰიდროგეოლოგიური რეჟიმის ცვლილება მშენებლობის თავდაპირველ მდგომარეობასთან შედარებით შემდგომ პერიოდში (კულტურული ფენის ზრდა და ა.შ.)

1. წყალგაჯერებული გაყინული გრუნტების გაფუება და მუდმივად გაყინული გრუნტების გაღობა.

2. **სამშენებლო მოედნის არასწორი ვერტიკალური დაგეგმარება,** ატმოსფერული და ჩამდინარე წყლების არასაკმარისი წყალარინება.

3. **ჯდომა, ცოცვადობა და კარსტული მოვლენები.** დატვირთვის ქვეშ გრუნტის უზომო კუმშვა ან გადანაცვლება, განსაკუთრებით ლიოსისებრი გრუნტების დატენიანებისას.

4. **მშენებლობა უშუალოდ არქიტექტურული ძეგლის ახლოს.** ახალი დიდი ნაგებობების საფუძველზე ან თვით შენობაზე წნევის ცვლილება. დაშენებაზე ნაგებობის წონის ცვლილება ან მოწყობილობებისგან გადახურვის დატვირთვა.

5. **მიწისქვეშა გამონამუშევრობა** ძველი ან ახალი ნაგებობის ქვეშ, რაც იწვევს გრუნტის ჯდენის ან გადანაცვლების გამონამუშევრობის ცარიელ სივრცეში.

6. **შენობების კონსტრუქციული ელემენტების ვიბრაცია** დინამიკური დატვირთვების ზემოქმედების ქვეშ (მოწყობილობებისაგან, აფეთქებებისაგან, ვიბროხერხებით ხიმინჯების ჩაწყობისას, ახლოს მოძრავი ტრანსპორტისაგან).

7. **ჰიდროგეოლოგიური პირობების ცვლილება** ძაბვის შედეგად ან გრუნტის წყლების დონის მომატების, ქვაბულების ამოღების, ტბორების მოწყობის, კაშხლების, შადრევნების, დრენაჟების და ა.შ. ჰიდროგეოლოგიური რეჟიმის ცვლილება დამოკიდებულია გრუნტის შემადგენლობაზე, აგრეთვე მათი წარმოქმნის გენეზისზე.

8. **შეცდომები კონსტრუქციის გაანგარიშებაში,** რაც იწვევს გრუნტის გამოდევნას საძირკვლის ძირიდან ან დატვირთვების არათანაბარი გადანაწილება საძირკვლის ძირზე; ღიობებს ზემოთ თაღების და ზღუდარების უზომო სიხისტე; კამარების მოწყობის შეცდომები, კავშირების სისუსტე, განმბრჯენების გაუქმება.

9. **გადახრა საპროექტო გადაწყვეტილებიდან,** სამუშაოების წარმოების ტექნოლოგიის დარღვევა ტემპერატურული ან ჯდომის ნაკერების არ არსებობა. შენობის დარღვევის უფრო მეტად გავრცელებულ მიზეზებს მიეკუთვნება სამშენებლო მოედნების, საძირკვლების და საფუძველების არასწორი მოწყობა, ქვის წყობის მონოლითურობის დარღვევა.

10. **მშენებლობის ან რესტავრაციის არასტანდარტული მასალების გამოყენება** ან ახალი და ძველი მასალების შეუსაბამობა მათ ფიზიკურ-

მექანიკურ თვისებებს შორის. სარესტავრაციო სამუშაოების წარმოების პრაქტიკაში ხშირად იყენებენ ცემენტს თეთრი ქვის ან აგურის ამონატეხების ან დეფექტების ამოვსებისათვის აგურფხვნილის დუღაბის ნაცვლად – ეს იწვევს წყობის რღვევას ამ მასალების თბური გაფართოების კოეფიციენტების სხვადასხვაობის გამო, აგრეთვე ტენშედწვეადობის და ტენგაჯერების შეუსაბამობით.

11. **ტექნიკური პირობების დარღვევა** აგურის და ქვის წყობის კედლებში: ნაკერების გადაბმის ტექნოლოგიის დარღვევა, დუღაბის შემკვრელის ხარისხით, სამუშაოების წარმოების სეზონურობის ტექნოლოგიის დარღვევა.

12. უძველეს ძეგლებში სამშენებლო ტექნიკის და **კონსტრუქციების განსაკუთრებულობები** (წყობა „ყუთში“, ხის კავშირების ლპობა, სტატიკური დატვირთვების არაზომიერი გადანაწილება).

13. **აგრესიული არეების ზემოქმედებისაგან გამომწვეული სამშენებლო კონსტრუქციების კოროზია**, ცვალებადი დენები, „გალვანოორთქლი“, ხის და ქვის კონსტრუქციების ბიოლოგიური დასნებოვნება. როგორც უკვე იყო აღნიშნული, ჩვენ დროში დამდუპველ როლს ასრულებს გარემომცველი არე, განსაკუთრებით ატმოსფეროს დააირება, გოგირდის მომატებული შემცველობით ტენი და ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედება. ახალ ფაქტორებს მიეკუთვნება (XX ს) რღვევა, გამომწვეული მოხეტიალე დენებით მათი გაჟონვის შედეგად. რღვევას ექვემდებარება ლითონები, რომლებსაც გრუნტზე მეტი გამტარობა აქვთ. დენის კონსტრუქციაში შესვლისას ჩნდება კათოდური ზონა, რომელიც იწვევს ალდგენის რეაქციას, ხოლო დენის მნიშვნელოვანი სიმკვრივისას – წყალბადის აქტიურ გამოყოფას, იქ სადაც გრუნტებს აქვთ მაღალი ელექტროგამტარობა, კონსტრუქციებზე ჩნდება ანოდური უბნები, რასაც თან ახლავს გრუნტში ლითონის იონების შედინება, რაც იწვევს მის რღვევას. მოხეტიალე სიდიდეების გაზომვა ამტკიცებს, რომ მათ შეიძლება ჰქონდეთ დიდი ძალა $300 \div 500$ ამპერამდე (1 ა დენი შესული კონსტრუქციაში ერთი წლის განმავლობაში აღნობს: რკინა – 9.12 კგ; ტყვია – 33.8 კგ). კონსტრუქციებს, რომლებსაც სჭირდებათ ანტიკოროზიული დაცვა მოხეტიალე დენებისაგან, ალჭურვილი უნდა იყვნენ მისით, დენის 0.15 მგა/დმ²-ზე მეტი სიმკვრივის გაჟონვისას.

კონსტრუქციის რღვევა მოხეტიალე დენების ზემოქმედების ქვეშ ხდება უფრო სწრაფად, ვიდრე კოროზიის სხვა სახეობების დროს (დარეგისტრირებულია კონსტრუქციის რღვევის შემთხვევა მისი აგებიდან 5÷6 თვის შემდეგ). ამის გარდა მოხეტიალე დენების გაუონვას თან ახლავს ელექტროკოსმოსის ეფექტი – ქვის კონსტრუქციების ძლიერი გაწყლოვანება, შემდგომი გამოქარვით და ჰიგროსკოპული მასალების ჩამოშლით: ბათქაში, თაბაშირის ნაძერწი, ხე-მასალა. რესტავრაციის პროცესში აუცილებელია გათვალისწინებული იქნას მასალების ელექტროპოტენციალთა სხვაობა. „გალვანოორთქლის ეფექტი“ – ესაა რკინის და სპილენძის შეუთავსებლობა, რაც ხშირად გვხვდება ბურულის სამუშაოების წარმოებისას, როდესაც სპილენძის ბურულს ამაგრებენ რკინის ლურსმნებით ლარტყასთან ან რკინის ბურულის შესაბამისი ელექტროიზოლაციის გარეშე ამაგრებენ სპილენძის მიმუხტვით, ან როდესაც სპილენძის გადახურვას აკეთებენ კარკასზე.

14. ძეგლების რღვევის **ანთროპოგენული ფაქტორები** (რღვევა გამოწვეული ადამიანის პირდაპირი ან ირიბი ზემოქმედებით). მათ მიეკუთვნება: ვიბრაცია, წყალსადენების გაუონვები, კანალიზაცია, არქიტექტურის ძეგლთან ახლოს ტრანშეის გაჭრა, არქიტექტურის ძეგლებში მავნე წარმოების მოწყობა, ძეგლის არასწორი ექსპლუატაცია, ტემპერატურულ-ტენიანი რეჟიმის დარღვევა სარემონტო სამუშაოების და ექსპლუატაციის დროს სარემონტო და კონსერვაციულ-სარესტავრაციო სამუშაოების წარმოების ტექნოლოგიის და მეთოდის დარღვევა.

15. **რღვევის ფიზიკური ფაქტორები** მიწისძვრა, ცოცვალობა, ზვავი, ომი და წინასწარ განზრახული ხასიათის რღვევები – ძეგლების დანგრევა, მათი ნაწილების დაშლა, თანამედროვე გამოყენებისთვის და რეკონსტრუქციისთვის.

16. **ბიოლოგიური ფაქტორები**, რომლებიც იწვევენ ქვის, აგურის, ბათქაშის და სხვა მასალის რღვევას: ხოჭოებით და სოკოებით ხე-მასალის და ქაღალდის დასნებოვნება, კიროვანი დუღაბის გამოკორტვნა ფრინველების მიერ, ქვის წყობიდან მარილების გამოლოკვა ცხოველების მიერ; ქვის წყობაზე ხეების და ბუჩქების

ზრდა, აგურის ან ქვის ხავსით, წყალმცენარეებით დასნებოვნება, აგურის და ქვის ბაქტერიული დასნებოვნება. დაზიანების სხვადასხვა ფაქტორები მნიშვნელოვან წილად უნდა იყვნენ გათვალისწინებულნი სარესტავრაციო-კონსტრუქციული სამუშაოების ტექნოლოგიის და ტაქტიკის განსაზღვრისას, ამასთან უნდა უზრუნველყოფდნენ რესტავრაციის მაღალ ხარისხს და ხანგამძლეობას.

მონიტორინგის სისტემის ორგანიზაციის აღნიშნული მოდელი საშუალებას იძლევა:

- ძეგლის მასალაზე გარემომცველი არის ზემოქმედების პროცესზე სწრაფი და ეფექტური კონტროლის განხორციელება;

- ობიექტის ურთიერთზემოქმედების შეფასება ქალაქის გარემოსთან;

- ობიექტის მდგომარეობის მაჩვენებლების და ფუნქციონალური მთლიანობის შეფასება;

- კონკრეტულ მასალაში გამოვლენილი იქნას დესტრუქციული პროცესების განვითარების დინამიკის რღვევის, დაზიანებების პირდაპირი და ირიბი მიზეზები;

- შეიქმნას წინაპირობები ობიექტზე გარემომცველი არის ზემოქმედების შერბილების მიხედვით ღონისძიებების განსაზღვრისათვის;

- განისაზღვროს პრინციპულად ახალი ეკოლოგიურად დასაბუთებული მიდგომები პროფილაქტიკური და მაკორექტირებელი ღონისძიებების შექმნისათვის;

- შემუშავდეს ძეგლის „მოვლის“ სისტემა არსებული „საექსპლუატაციო“ პრაქტიკის ნაცვლად.

არქიტექტურის ძეგლის შენარჩუნებისათვის ჩამოთვლილი მართვის ღონისძიებების განხორციელებისათვის, მონიტორინგის სისტემით გადაწყვეტილი ამოცანების გათვალისწინებით, დაზიანებების მონიტორინგის საერთო პროგრამა უნდა შეიცავდეს ქვემოთმოყვანილ პრინციპულ პოზიციებს:

1. გარემომცველი არის მდგომარეობის შეფასება კლიმატური მახასიათებლების ცვლილების და მეტეოროლოგიური პირობების გათვალისწინებით;

2. ძველის მდგომარეობის საშიშროების მცირეხნიანი და გრძელვადიანი პროგნოზირება, ძველის დაზიანების, დაბინძურების გათვალისწინება მის კონსტრუქციებზე ტენის, ტემპერატურის ციკლური ზემოქმედებისას მასალაში მეტასტაბილური სტრუქტურების და გარეგანი დამაბინძურებლების არსებობისას. ქიმიური და ფაზური შემაღენლობის ანალიზი მასალის ხანგამძლეობა რესურსის შეფასებისათვის;

3. ძველების დაცვის სისტემების მართვის ზემოქმედების რეჟიმის და გრაფიკის ფარგლებში სხვადასხვა შუალედში მასალის მდგომარეობის (ხარისხის) გაუმჯობესების რეკომენდაციების გამომუშავება;

4. ძველების სასიცოცხლო ციკლის (სც) მიხედვით მათი შენარჩუნებისათვის წარმოებული ღონისძიებების ეფექტურობის შეფასება.

მონიტორინგის კვლევების ჩატარება უნდა განხორციელდეს შემდეგი ამოცანების მიხედვით:

- სახელმწიფო დაცვაზე მყოფი ისტორიული და კულტურული უძრავი ძეგლების გათვალისწინება;
- ისტორიული და კულტურული ძეგლების განუყოფელი ნაწილის, მოძრავი მემკვიდრეობის ობიექტების ინვენტარიზაცია;
- ისტორიის და კულტურული ძეგლების დაცვის ზონაში უკანონო მშენებლობის დაუშვებლობა;
- ისტორიული და კულტურული ძეგლების რემონტის, რესტავრაციის, კონსერვაციის, აღდგენის და შეკეთების სამუშაოების ჩატარებაზე კონტროლი;
- დაკვირვება მომხმარებლების (მფლობელების) მიერ ძეგლების გამოყენების წესების დაცვის შესახებ ისტორიული და კულტურული ძეგლების დაცვის მოქმედი კანონმდებლობის შესაბამისად;

- ისტორიული და კულტურული ძეგლების ეფექტური გამოყენების დასაბუთებული გადაწყვეტების მიღება;

- ისტორიული და კულტურული ძეგლების რესტავრაციის და პროფილაქტიკური ღონისძიებების ფინანსური სისტემების კოორდინირება.

ძეგლის და მისი გარემომცველი არის მდგომარეობაზე პერიოდული დაკვირვების სისტემების ორგანიზაციის მთელი მნიშვნელოვნების მიუხედავად, დღემდე რჩება ის ადგილი, რომელსაც მონიტორინგი იკავებს დაცვის სისტემაში და რესტავრაციის პროცესში. გაუგებარია, როგორი უნდა იყოს მონიტორინგის კვლევები, როგორ იცვლება დიაგნოსტიკური სისტემა, როგორი საინფორმაციო სისტემებია უფრო ქმედითი მონიტორინგის დროს.

მსგავსი პრობლემების ეფექტური გადაწყვეტა შეუძლებელია მრავალი წინააღმდეგობების გადაწყვეტის გარეშე. დღეისათვის უძრავი ქონების დაცვის დოკუმენტალური უზრუნველყოფა უნდა წარმოადგენდეს დოკუმენტების ორგანიზაციულ-მოწესრიგებულ ერთობლიობას უძრავი კულტურული მემკვიდრეობის ობიექტების, მათი ტერიტორიის და ზონების დაცვის მიხედვით. დოკუმენტაციის ბლოკი აწყობილია შემდეგი ინფორმაციული ბლოკებისაგან:

- ნორმატიული და უფლებრივი დოკუმენტაცია;
- მეთოდური დოკუმენტაცია;
- ყველა სახეობის სააღრიცხვო დოკუმენტაცია;
- სახელშეკრულებო და ფინანსური დოკუმენტაცია.

ძეგლების, ტერიტორიების და დაცვის ზონების გამოკვლევის დოკუმენტური და ინფორმაციული უზრუნველყოფა და მასში ძეგლის მდგომარეობის და დაზიანების მონიტორინგის ინფორმაციული სისტემების ადგილი.

ძეგლის მონიტორინგის სისტემა თავის სტრუქტურაში უნდა შეიცავდეს კვლევებს თანამედროვე დიაგნოსტიკის სფეროდან. რეგისტრირებული მონაცემთა ბაზის შექმნა აამაღლებს დაზიანების მიზეზების, დამაზიანებელი პროცესების საშიშროების შეფასების საიმედოობას, რესტავრატორების და სამეცნიერო-კვლევების

ინფორმაციის მართვის ორგანოებს უზრუნველყოფს ღონისძიებების კომპლექსის დაგეგმვისათვის უძრავი ძეგლების შენარჩუნების და დაზიანებების წინასწარმეტყველების მიხედვით. შესაძლებელი გახდება მეცნიერულად დასაბუთდეს მიმდინარე სარესტავრაციო სამუშაოების პროგრამების შემუშავება, პერსპექტიული ღონისძიებები სარესტავრაციო სამუშაოების პრაქტიკაში ინოვაციური ტექნოლოგიების დანერგვის და ძეგლების მოვლის მიხედვით.

თავი 3. ისტორიულ-კულტურული ძეგლების მდგომარეობის ტექნიკური და ეკოლოგიური დიაგნოსტიკების ახალი მეთოდები

3.1. შესავალი

ძეგლის მდგომარეობის დიაგნოსტიკის არსებული სისტემის ანალიზი აჩვენებს, რომ ინფორმაციის მიწოდების ძირითად წყაროს წარმოადგენს კვლევის პროცედურა. ამასთან ძეგლის მდგომარეობა უმთავრესად ფიქსირდება ვიზუალური მეთოდით, რასთან დაკავშირებითაც შეფასება დამოკიდებულია ექსპერტის კვალიფიციურობაზე და არის სუბიექტური. არ არსებობს მასალის სტრუქტურის ფიზიკურ-ქიმიური ცვლილებების ფიქსაცია, არ არის გათვალისწინებული დროის ფაქტორი, რაც შეუძლებელს ხდის ძეგლის დაზიანების პროცესების განვითარების პროგნოზირებას. იმის გამო, რომ დიაგნოსტიკის სისტემა ხორციელდება რღვევის ფაქტის მიხედვით, როგორც წესი, ძნელი დასადგენია მიზეზები, ძნელია სწორად შეაფასო დესტრუქციის პროცესის მექანიზმი, ძნელია „განჭვრიტო დაავადება ადრინდელ სტადიაზე“. ინფორმაციის შეკრებისათვის პრაქტიკულად არ გამოიყენება პრაქტიკაში დადებითად რეკომენდებული მონიტორინგის სისტემა. ძეგლების დაცვის არსებულ სისტემაში საბოლოო დიაგნოზისათვის მასალების შეგროვებისათვის პრინციპულად ახალი მიდგომა უნდა გახდეს მონიტორინგზე გადასვლა და ამისათვის დიაგნოსტიკის პროცედურის მეთოდოლოგიის შემუშავებაზე გადასვლა.

ადეკვატური კონტროლის და მონაცემების ინფორმაციული ბაზის ფორმირების სისტემების უზრუნველსაყოფად დიაგნოსტიკის სისტემა შევსებული უნდა იყოს სამუშაოების ახალი მოცულობით – ობიექტზე და ლაბორატორიაში ინსტრუმენტალური კონტროლის აუცილებელი, დამოუკიდებელი მეთოდების სისტემით. მონიტორინგის დროს ექსპრეს ანალიზის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების გამოყენება იძლევა ძეგლის მასალის სტრუქტურის სტაბილურობის რღვევის საწყისი სტადიის ფიქსირების საშუალებას, მისი კონსტრუქციების გარემოსთან

ურთიერთქმედებისას, აგრეთვე კონკრეტული სიტუაციიდან გამომდინარე იძლევა პროფილაქტიკური გადაწყვეტების მიღების საშუალებას, მაკორექტირებელი ღონისძიებების მაგივრად.

ძეგლის მდგომარეობა დღეს აუცილებლად აისახება მხოლოდ სახლმფლობელობის ტექნიკურ პასპორტში. ასეთი პასპორტების შემოღებისას სავარაუდო იყო, რომ ისინი შეივსებოდა ინვენტარიზაციის შედეგებით და საკმარისად სრულად ასახავდა ყოველი შენობის ტექნიკურ მდგომარეობას ქალაქში. ასეთი დათვალიერება საცხოვრებელ-საექსპლუატაციო ორგანიზაციების მიერ უნდა განხორციელდეს წელიწადში ორჯერ (გაზაფხულზე და შემოდგომაზე). ბოლო პერიოდში ეს, საუკეთესო შემთხვევაში, ხდება ხუთ წელიწადში ერთხელ ან საერთოდ არ ხდება.

ამიტომ დღეისათვის ძეგლის ტექნიკური პასპორტი არ ასახავს მის ტექნიკურ მდგომარეობას და სარესტავრაციო სამუშაოების პროექტირებისას საჭირო ხდება ძეგლის მასალების და კონსტრუქციების მდგომარეობის ძვირადღირებული კვლევების კომპლექსის შეკვეთა. ამას გარდა, ძეგლების რესტავრაციის ხერხის შერჩევას ტექნიკური პასპორტის ინფორმაციის გამოყენებით აქვს სამი მნიშვნელოვანი ნაკლი:

1. შენობის პროცენტული ფიზიკური ცვეთის საფუძველზე ხერხის შერჩევა ფაქტიურად არ ასახავს მის მდგომარეობას, ატარებს სუბიექტურ ხასიათს;
2. კონსტრუქციის დაზიანებები არ არის აღნიშნული ნახაზებზე, ხოლო შენობის გარეგნული სახის მიხედვით დადგენა (ხილული დეფექტები) არ შეიძლება გამოდგეს დაცვის ღონისძიებების თანმიმდევრობის განსაზღვრისათვის;
3. ძეგლის მასალის დაზიანების ანალიზი ვერ ხერხდება და არ ვლინდება გარემომცველი არის ფაქტორები, რომლებიც მათი გაჩენის მიზეზია.

ამგვარად, რესტავრაციისათვის ძეგლების შერჩევისას საშუალება არ არის მივიღოთ ოპერატიული ინფორმაცია ცალკეული ობიექტების და მათი გარემომცველი არის შენარჩუნების მდგომარეობაზე. ამას გარდა, არ არსებობს „საკვანძო ინდიკატორის“ სისტემა ძეგლების

მდგომარეობის გაზომვისათვის მისი დაცვის ხარისხის განსაზღვრისათვის. მაშასადამე რთულდება ძეგლის „მსოფლიო მემკვიდრეობის“ სიაში შეყვანის დოკუმენტაციის მომზადების მოქმედი პროცესი.

3.2. დიაგნოსტიკური ციკლი და მისი ძირითადი ოპერაციები

დროის ნორმირებულ შუალედში შესრულებული დიაგნოსტიკური ციკლი ესაა საწარმოო პროცესი, რომლის შედეგსაც წარმოადგენს საანგარიშო დოკუმენტაცია, რომელიც ამომწურავ ინფორმაციას შეიცავს ექსპლუატაციაში მყოფი შენობების და ნაგებობების ფიზიკური და მორალური ცვეთის შესახებ:

1. შენობის ტექნიკური ექსპერტიზა (სრული ტექნიკური გამოკვლევა) იძლევა ფიზიკური და მორალური ცვეთის განსაზღვრის ინფორმაციას, რემონტის, რეკონსტრუქციის და მოდერნიზაციის პერსპექტიული გეგმების შედგენისათვის;

2. წინასაპროექტო წინადადებების შემუშავება და დამტკიცება, აღდგენა-გადღირების, რემონტის, რესტავრაციის, სამშენებლო პასპორტის და სარესტავრაციო სამუშაოების ტექნოლოგიის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების შედგენით;

3. ტერიტორიის ტოპოგრაფიული სქემის მიღება;

4. შენობის დეტალური აზომვა, 1:100 მასშტაბში მიწისქვეშა და მიწისზედა სართულების, სხეულის, ფასადების და კვეთების გეგმები რესტავრაციის დაქვემდებარებული მზიდი კონსტრუქციების და არქიტექტურული დეტალების ზუსტი მდგომარეობის განსაზღვრით;

5. შენობის საინჟინრო მოწყობის ტექნიკური მდგომარეობის განსაზღვრა;

6. მოცემული ამოცანების საფუძველზე შენობის მდგომარეობის დეტალური ტექნიკური გამოკვლევა. არქიტექტურული გეგმარებითი ამოცანები პროექტირებაზე უნდა შეიცავდეს სამშენებლო კონსტრუქციების სიმტკიცის და ვარგისიანობის განსაზღვრას, საინჟინრო-გეოლოგიური და გეოლოგიური ძიებების შესრულებას და სპეციალური საინჟინრო, ეკოლოგიურ-მასალათმცოდნეობის ძიებების

ანგარიშის შედეგნას, რომელშიც გაანალიზებული და გამოყენებული უნდა იყოს პირველი ხუთი ოპერაციის და ეკომონიტორინგის შედეგები.

პირველი ოპერაციის მიზანს წარმოადგენს ინფორმაციული ბაზის მომზადება დასაცავი ობიექტის ფიზიკური და მორალური ცვეთის შესახებ. შეგროვილი მონაცემები გამოიყენება ძეგლების დაცვის ღონისძიებების სისტემის დაგეგმვის დასაბუთებისათვის.

ამასთან შესასრულებელი კვლევები წარმოებს შესაბამისი პროგრამის მიხედვით ხუთ წელიწადში ერთხელ. განსაკუთრებულობა მდგომარეობს იმაში, რომ ისინი ხორციელდება დანარჩენი ოპერაციებისაგან განცალკევებით და რესტავრაციის პროექტებისაგან დამოუკიდებლად. ეს ოპერაცია უნდა შესრულდეს მხოლოდ საპროექტო ორგანიზაციების და კვალიფიციური სპეციალისტების მიერ, აუცილებელი მეთოდური და ინსტრუმენტალური ბაზით.

დიაგნოსტიკური ციკლის პირველი ოპერაციის შემადგენლობაში შემავალი სამუშაოების შესრულების ეტაპები ითვალისწინებენ შემდეგ ღონისძიებებს:

1. დოკუმენტაციის მომზადება კვლევის ჩატარებისათვის;
2. მორალური ცვეთის განსახდერა;
3. შენობის მიწისქვეშა და მიწისზედა ნაწილების ტექნიკური მდგომარეობის განსახდერა (ფოტოგრაფირება, მდგომარეობის კონტროლი გამზომი ხელსაწყოების გამოყენებით). ტიპურ ბლანკებზე შესრულებული ჩანაწერებით (შემდგომში ბლანკები შედის საანგარიშო დოკუმენტაციის შემადგენლობაში);
4. საანგარიშო დოკუმენტაციის გაფორმება (ანგარიში, დასკვნები, სამეცნიერო-ტექნიკური და მასალათმცოდნეობის დასკვნები და რეკომენდაციები).

დიაგნოსტიკური ციკლის ყველა დანარჩენი ოპერაცია არის წინასაპროექტო სამუშაოების და კვლევების კომპლექსი, რომლებიც სრულდება შენობის რემონტის, რეკონსტრუქციის, აღდგენის, მოდერნიზაციის და სპეციალური სახეობის სამუშაოების საპროექტო-სახარჯთადრიცხვო დოკუმენტაციის შემუშავებისათვის – რომლებშიც შედის ჰიდროზოლაციის მოწყობა, საძირკვლის, მზიდი კედლების გაძლიერება, ანტიკოროზიული დამუშავება და სხვა. მაგალითად,

მიმდებარე ტერიტორიის კომპლექსური კეთილმოწყობის პროექტის შექმნისათვის.

დღეისათვის დიაგნოსტიკური ციკლი საპროექტო ანალიზის სტრუქტურაში (იხ. ნახ. 2.1) გათვალისწინებულია ხარისხის მართვის სისტემის ფარგლებში და პროექტირების ხარისხის მართვის სისტემებში, ძეგლის მდგომარეობის მონიტორინგის ღონისძიებების ციკლის პარალელურად, რომლებიც განსაზღვრულია ICO-9000-ის სტანდარტებით.

3.3. ძეგლის ტექნიკურ მდგომარეობაზე დაკვირვების მეთოდები

დაკვირვების მეთოდების არჩევა მნიშვნელოვან ეტაპს წარმოადგენს მონიტორინგის კვლევების სისტემაში, რადგანაც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს კონტროლირებადი პარამეტრების და თვისებების სისტემები. ძეგლზე დაკვირვებისას კონტროლირებადი პარამეტრების მიღებული სისტემა განსაზღვრული იქნება ობიექტის პარამეტრებით და მახასიათებლებით, კვლევის ამოცანებით და მიზნით.

ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგის ორგანიზება შესაძლებელია ორი ხერხით: ობიექტური დაკვირვების მეთოდით და ზონალური დაკვირვების მეთოდით.

განვიხილოთ თითოეული მათგანი ცალ-ცალკე:

ობიექტური დაკვირვების მეთოდი

ობიექტური დაკვირვების მეთოდი ამ შემთხვევაში პასუხობს ძეგლის ადგილისა და მდგომარეობის უფრო მეტად რიალისტური მონაცემების ბაზის მიღების მოთხოვნებს, იძლევა უფრო სრულ შეფასებას მომხდარი არქიტექტურული და საინჟინრო ცვლილებების შესახებ. წარმოდგენილი მეთოდი იძლევა დეფორმაციული პროცესების მიკვლევის და დაზიანებების გაჩენის დინამიკის შეფასების შესაძლებლობას. მეთოდის ძირითადი ორგანიზაციული მოთხოვნები შემდეგია:

- ობიექტზე დაკვირვება წარმოებს პირველადი ვიზუალური გამოკვლევის შედეგების შესაბამისად რღვევის საშიში ზონების გამოვლენით პირველი ეტაპის დასკვნების საფუძველზე;
- დაკვირვების პერიოდულობა განისაზღვრება ინდივიდუალურად ყოველი ობიექტისათვის, მაგრამ არა ნაკლებ წელიწადში ერთხელ;
- დაკვირვება წარმოებს ინსტრუმენტალური და ვიზუალური მეთოდებით. კონტროლის მეთოდები (მეთოდების სისტემა) განისაზღვრება ყოველი ობიექტისათვის ყველა კონკრეტული კვლევისას.

ზონალური (ლოკალური) დაკვირვების მეთოდი

დაკვირვება წარმოებს არა ობიექტზე, არამედ მის ცალკეულ კონსტრუქციულ ელემენტებზე და გამოიყენება შენობის კონსტრუქციული ელემენტების ტექნიკური მდგომარეობის შეფასებისათვის მათი რღვევის ხარისხზე დამოკიდებულებით. მაგალითად, გამოკვლევის პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებულ კონსტრუქციებში ბზარების განვითარებაზე დაკვირვების მეთოდი ბზარზე „შუქურების“ ან მენსურების განთავსების გზით, როგორც ეს სურ. 3.1-ზეა ნაჩვენები.



სურ. 3.1. ქ. თბილისში ძმები ზუბალაშვილების ქ. №23-ში მდებარე შენობის (შპს „ალანია“-ს კუთვნილი) კედელზე არსებული ბზარის განვითარებაზე დაკვირვებისათვის „შუქურის“ განთავსების მაგალითი

მონიტორინგი წარმოებს ელემენტებისათვის, რომლებიც მოითხოვენ მუდმივ დაკვირვებას. მას შეიძლება პირობითად ვუწოდოთ ლოკალური. ლოკალური მონიტორინგი შეიძლება ჩატარდეს განსაკუთრებული დაცვის ქვეშ მყოფ ძეგლებზე, რისი გამოვლენაც

ხდება შენობის ისტორიულ-არქიტექტურული კვლევის ჩატარების შედეგად. ამ მეთოდის ძირითად პროცედურებს წარმოადგენს:

- კონსტრუქციის სხვადასხვა ტექნიკური მდგომარეობის ზონების გამოვლენა და შეფასება ხარისხობრივი მაჩვენებლების მიხედვით მონიტორინგის პირველი ეტაპის დასკვნების საფუძველზე – დამაკმაყოფილებელი, არადამაკმაყოფილებელი, ავარიული მდგომარეობა;

- დაკვირვების ელემენტების და კონტროლის პარამეტრების არჩევა (განისაზღვრება კონსტრუქციის დაზიანების და დეფორმაციის სახეობით – ჯდომა, ბზარები, ტენიანი ლაქები, ნაუღენტები, ბიოდაზიანებები და სხვა).

მეთოდის ძირითადი ორგანიზაციული მოთხოვნები იგივეა, როგორც დაკვირვების მეთოდისათვის.

ორივე მეთოდში დაკვირვება-გამოკვლევის სისშირე განისაზღვრება ამოცანების ხასიათით, რომლებიც მიიღება მონიტორინგის დროს. წარმოებული დაკვირვებების სისშირის შეფასებისათვის განმსაზღვრელია შემდეგი მონაცემები:

- კულტურული მნიშვნელობა;
- კონსტრუქციების და მასალების ფიზიკური ცვეთა;
- კონსტრუქციების და მასალების პროგნოზირებადი მახასიათებლები;
- საფუძველის გრუნტის მახასიათებლები;
- გრუნტის წყლების შემადგენლობის განსაკუთრებულობები;
- ძეგლების მდგომარეობაზე გეოლოგიური პროცესების გავლენის ხაისათი;

- დღიური ზედაპირის თანამედროვე დონე და ა.შ.

როგორც წესი დაკვირვების მეთოდი განისაზღვრება კონსტრუქციის დეფორმაციის სახეობებით და მათი გაჩენის მიზეზებით. დაკვირვების მეთოდის სისტემის არჩევისას უნდა გავითვალისწინოთ ის ფაქტი, რომ ის შეიძლება ორგანიზებული იყოს კონსტრუქციის დეფორმაციით, მასალის დაზიანებით და რღვევის წყაროთი. საბაზისო მონიტორინგის ორგანიზაციის I ეტაპის მიხედვით

აუცილებელია მივუთითოთ, შემდგომში როგორი იქნება ორგანიზებული დაკვირება და განისაზღვროს მისი პუნქტების განლაგების მოთხოვნები. მეთოდების არჩევა ყოველთვის უნდა განხორციელდეს მონიტორინგის ამოცანების და პროგრამების შესაბამისად.

ძეგლის გამოკვლევის მეთოდებს ყოფენ, დაკვირვებების მიმართულების და ძეგლის ინდივიდუალური განსაკუთრებულობებისაგან დამოუკიდებლად, ორ ჯგუფად:

- კამერალური კვლევის მეთოდები;
- ნატურული კვლევის მეთოდები.

კამერალური კვლევები – ითვალისწინებენ ცნობების შეკრების ობიექტზე იმ წყაროებიდან, რომლებიც არ იმყოფებიან გამოსაკვლევ ობიექტში. მათ მიეკუთვნება მონაცემები, რომლებიც მიღებულია არქივებიდან, ბიბლიოთეკებიდან და სხვა წყაროებიდან. კამერალური კვლევის მეთოდები იყოფა შემდეგნაირად:

- ა. ისტორიულ-არქივული კვლევები;
- ბ. ბიბლიოგრაფიული კვლევები;
- გ. ლიტერატურული წყაროების შესწავლა;
- დ. გრაფიკული აგებების ანალოგების მეთოდები.

ნატურული კვლევები – ითვალისწინებენ ქმედებებს, რომლებიც სრულდება უშუალოდ ობიექტზე.

ძეგლის ნატურული კვლევები საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს სხვადასხვა ცვლილებების სახეობები, რომლებიც ძეგლში ხდებოდა შექმნის დღიდან, რაც მკვლევარს წარმოდგენას აძლევს პირველადი და შემდგომი ცვლილებების შესახებ, განსაზღვროს კონსტრუქციის ტექნიკური მდგომარეობა, სიმტკიცე და სამშენებლო მასალების დაკარგვის დონე.

ნატურული კვლევები გრძელდება ძეგლზე მიმდინარე სარესტავრაციო პროცესის მოქმედებების მიმდინარეობის მანძილზე.

კამერალური და ნატურული კვლევის მეთოდების ერთდროული გამოყენება იძლევა მაქსიმალურად სრულ წარმოდგენას ობიექტზე. იძლევა მისი მდგომარეობის, მასალის დაზიანების ხასიათის კომპლექსური შეფასების საშუალებას, აგრეთვე კონსტრუქციულ მასალებში მიმდინარე პროცესების და მახასიათებლების შესახებ

მსჯელობის საშუალებას, ძეგლის ტექნიკური და თანამედროვე არქტიტექტურულ-ესთეტიკური მდგომარეობის შეფასების საშუალებას.

კონტროლის ვარიანტის მიხედვით ნატურული კვლევის მეთოდები იყოფა შემდეგნაირად:

- ვიზუალური (სუბიექტური მეთოდი);
- ინსტრუმენტალური (ობიექტური მეთოდი), მათ შორის ფიზიკური აზომვა-გაზომვა, ზონდირება, ფოტომეტრია და სხვა.

ვიზუალური (სუბიექტური) მეთოდი შეფასებას აწარმოებს სპეციალისტების მიერ მთლიანობაში შენობის, ცალკეული ფრაგმენტების და ელემენტების, აგრეთვე ცალკეული კონსტრუქციების და სამშენებლო მასალების დათვალიერების გზით. ასეთი შეფასება სუბიექტურია, დამოკიდებულია პროფესიულ გამოცდილებაზე და კვლევის მიდგომის განსაკუთრებულობაზე. ვიზუალური მეთოდის დროს დგება დეფექტური აქტები, დეფექტური ნახაზები დაზიანების ადგილების და ფართის ფიქსაცია; აქტები რომლებშიც ფიქსირდება კონსტრუქციული, ტექნიკური, მხატვრული ან ნებისმიერი სხვა მდგომარეობა.

ინსტრუმენტალური (ობიექტური) მეთოდით ძეგლის კონსტრუქციების და მასალების მდგომარეობის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილების შეფასების და კონტროლისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ინსტრუმენტები და მოწყობილობები. ინსტრუმენტების და ხელსაწყოების დახმარებით მიღებული მახასიათებლები იძლევა კონსტრუქციის და მასალების მდგომარეობის ობიექტური შეფასების საშუალებას.

ჩვეულებრივ ძეგლის კვლევის მეთოდების სისტემა აერთიანებს ჩამოთვლილ მეთოდებს.

კვლევისას კონტროლის მეთოდების სისტემის არჩევა განისაზღვრება გამოკვლევის წინასაპროექტო სტადიის ამოცანებით.

ვიზუალური კონტროლი წარმოებს სარესტავრაციო პრაქტიკაში დანერგილი მეთოდების გამოყენებით – ზონდირება, შუქურების დაყენება. გათვალისწინებულია დაკვირვების ჟურნალის წარმოება. ვიზუალური კვლევა შეიცავს:

- ფასადების, შიგა სათავსების და მიმდებარე ტერიტორიის დათვალიერებას;
- ნაგებობაში აზომვითი სამუშაოების, კონსტრუქციების და მათი მდგომარეობის საპროექტო მდგომარეობის შეფასების ჩათვლით;
- კონსტრუქციის და ექსპლუატაციის რეჟიმის განსაკუთრებულობის შეფასებას.

ინსტრუმენტალურ კვლევებში გამოიყენება არამრღვევი და მრღვევი კონტროლის მეთოდები, რომლებიც განსაზღვრავენ:

- კონსტრუქციის მდგომარეობას (მასალის სიმტკიცის, ფიზიკური ცვეთის სიდიდის მიხედვით);
- საძირკვლების და კედლების წყობის ტენიანობას;
- დაზიანებების არსებობას, მათ სახეობას და სხვა.

ძველის სავარაუდო გამოყენების შემთხვევისათვის აუცილებელია დამატებით „საკვანძო ინდიკატორების“ ჩართვა – შენობის შიგა არის ხარისხის კრიტერიუმები. როგორც წესი, საჭიროა შენობის ტემპერატურულ-ტენიანი და ეკოლოგიური რეჟიმის განსაზღვრა (ჰაერის ტემპერატურა „სიცივის ხიდები“-ს ადგილებში, იატაკებთან და სხვა; დამაბინძურებლების შემცველობა ჰაერში; სარდაფის სათავსებში იზომება რადიაციული ფონი და სხვა). დღეისათვის ეს პარამეტრები პრაქტიკულად არ კონტროლდება.

ძველის ინსტრუმენტალური კონტროლის დროს რეკომენდებულია უპირატესობა მიენიჭოს არამრღვევი სისტემების, ექსპრეს-მეთოდების გამოყენებას. ჩვეულებრივ იყენებენ სკლერომეტრულ მეთოდს – „შმიდტი“-ს ჩაქუნს, ულტრაბგერით, ოპტიკურ, ბოჭკოვან-ოპტიკურ, პოლიგრაფიულ, ელექტრომაგნიტურ და სხვა მეთოდებს. ლაბორატორიული გამოცდა, როგორც წესი წარმოებს მრღვევი მეთოდებით, კერნების ალების გზით. კერნების დიამეტრიც ჩვეულებრივ განისაზღვრება სახსტანდარტების მეთოდიკით და მასალის სახეობით. კერნების ზომები ისეთია, რომ ცდები უდავოდ არღვევენ უკვე „დაბერებულ“ მასალას, მისი სტრუქტურის დარღვევით, ხოლო შემდგომ კი ხვრელების შეკეთების დროს, რომლებიც დარჩა კერნების ალების შემდეგ ირღვევა მისი ერთგვაროვნება. ალებული კერნების ფიზიკურ-

მექანიკური გამოცდა „დაწნეხვით“ გამოცდის შემთხვევაში, წარმოებს სახსტანდარტი 84.62-85, სახსტანდარტი 24992-81, სახსტანდარტი 8509-82-ის შესაბამისად. ლაბორატორიაში მასალის გამოცდის ყოველი სახეობა წარმოებს სახსტანდარტის შესაბამისად მასალის ყოველ სახეობაზე ინდივიდუალური მეთოდის მიხედვით [39].

3.4. ძეგლების მდგომარეობის კვლევისას გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოყენება და მისი შესაძლებლობები

ძეგლების დაზიანების მონიტორინგის კვლევების სისტემების ორგანიზაციის დროს აუცილებელია ავირჩიოთ არა მხოლოდ დიაგნოსტიკური მეთოდების სისტემა და ამ მეთოდების დახმარებით მიღებული მონაცემების ანალიზის სისტემის შემუშავება, არამედ ეს ინფორმაცია გაეხადოთ მისაწვდომი საპროექტო ანალიზში გამოყენებისათვის. პარალელურად აუცილებელია გარემოს ხარისხის შეფასების სისტემის შემუშავება და ძეგლის განთავსების ტერიტორიაზე ძეგლზე მოქმედი ფაქტორების განსაზღვრა. ფაქტორების შეფასებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ გარემომცველი არის მდგომარეობის ეკოლოგიური ინფორმაციის სისტემატიზაციის და დამუშავების კარგად შემუშავებული ორგანიზაციული პრინციპები და ვარიანტების გეოინფორმაციული სისტემები.

გარემომცველი არის მდგომარეობის მონიტორინგის დროს ყველაზე ხშირად გამოიყენება გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა (გის). ამ სისტემის უპირატესობა მდგომარეობს მისი ინფორმაციული ტექნოლოგიების მოქნილობაში, რომელიც საშუალებას იძლევა ინფორმაცია გამოვიყენოთ ძეგლების დაცვის სისტემაში.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა (გის) – ეს არის სისტემა, რომელიც შეიცავს კომპიუტერულ ტექნიკას, პროგრამულ უზრუნველყოფას და მეთოდებს, რომლებიც შემუშავებულია ქვეყნის განვითარების დაგეგმვის და მართვის რთული პრობლემების

გადასაწყვეტად ინფორმაციის ძებნის, გამოყენების, ანალიზის და წარმოდგენის გაიოლებისათვის.

გის-ის გამოყენება უზრუნველყოფს: გარემომცველი არის შესახებ ინფორმაციის მიღების კომპლექსურ მიდგომას; გარემოს მდგომარეობაზე ინფორმაციის შეკრების და გამოყენების საერთო ხარჯების შემცირების საშუალებას. სხვადასხვა ორგანიზაციების მიერ ამ სამუშაოების დუბლირების დონის შემცირებას. ეს კომპლექსური ეკოლოგიურ-გეოგრაფიული ინფორმაცია იძლევა მონაცემების სახვადასხვა ნაკრების შედარების და თავსებადობის დონის ამადლების საშუალებას. გის-ის დახმარებით გამარტივებულია გადაწყვეტილებების მიმღები პირების ფართო წრისათვის განზოგადებულ და სისტემატიზებულ მონაცემებზე დაშვება – „ეკოლოგიურ რუკებზე“ და მათ გამოყენებაზე ქალაქის მეურნეობის სისტემაში სიტუაციის ეკოლოგიური შეფასებისას.

ძეგლის მდგომარეობის მონიტორინგის დროს გის-ის ეკოლოგიური რუკები ამარტივებენ გარემომცველი არის მდგომარეობის სივრცობრივი ანალიზის ჩატარებას და იძლევა ძეგლის დაზიანების რისკის პროგნოზირების საშუალებას. ამ ინფორმაციული სისტემის მონაცემების ანალიზის გარეშე შეუძლებელია წარმოვიდგინოთ ყველა ქმედებები, რომელსაც გარემომცველი არე ახდენს ძეგლზე. მრავალი მათგანი შეიძლება დარჩეს განუხილავი მათი რეგისტრაციის სირთულის ან დამატებითი ხარჯების აუცილებლობის შედეგად. ამგვარად, ვიყენებთ რა გის-ის მონაცემებს, შეიძლება შევამციროთ საპროექტო ანალიზში გათვალისწინებული ეკოლოგიური, აგრეთვე საინჟინრო კვლევა-ძიებების და სხვა კვლევების საერთო ხარჯები. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა შეიძლება გამოყენებული იქნას ეკოლოგიური შეფასების ისეთი შემადგენლებისათვის, როგორცაა ზემოქმედებების მასშტაბები, კუმულატიური (დაგროვებითი) ეფექტები, დაბინძურებული არის ფონური მნიშვნელობების და დონეების, ბუნებრივი რესურსების კადასტრების შედგენის და სხვათა განსაზღვრა.

გის-ის გამოყენება დაზიანებების რისკის სავარაუდოობის შეფასებისა (საშიშროობის გამოვლინება, რისკის სხვა მახასიათებლების განსაზღვრა) და დონისძიებების დაგეგმვაში,

ისტორიული მემკვიდრეობის ობიექტების კულტურული მნიშვნელობის დაკარგვის რისკის მინიმიზაციის მიხედვით, ხდება ამ სისტემის ეკოლოგიური მონაცემების გამოყენების კიდევ ერთი ეფექტური მიმართულება.

ძეგლების განთავსების ტერიტორიაზე გარემოს ხარისხის ეკოლოგიური შეფასებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ სისტემის ინფორმაციული კარტოგრაფიული ბაზა. ეს მონაცემები შეიძლება დამუშავებული და შევსებული იქნეს ძეგლის განთავსების ტერიტორიაზე ეკოლოგიური კვლევა-ძიებების შედეგებით და ძეგლების დაზიანების ეკომონიტორინგისას მიღებული ინფორმაციით.

გის-ის კარტოგრაფიული მონაცემთა ბაზის ანალიზის დროს ჩვეულებრივ გამოიყენება სივრცობრივი შეფარდებითი შრეებრივი ინფორმაციის მეთოდი.

მონაცემთა შრეები (ფენები)	შედარებული ინფორმაციის დონე ($n - 1$)
– ეკოლოგიური რუკების პაკეტი	<input type="text"/>
– ტოპოგრაფიული რუკები	<input type="text"/>
– მიწისმოსმარების დარაიონების რუკა	<input type="text"/> <input type="text"/>
– მიწის ნაკვეთების რუკა	<input type="text"/>
– ინფრასტრუქტურის რუკა	<input type="text"/>
– სიტუაციური გეგმა	

სურ. 3.2. სიტუაციური გეგმის შემუშავებისათვის კარტოგრაფიული მონაცემთა ბაზის ინფორმაციის შეფარდების სისტემა

მაგალითად, კარტოგრაფიული მონაცემთა ბაზის სხვადასხვა შრეების გამოყენებით ($n - 1$ დონის), როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 3.3-ზე, შეიძლება იქნას შედარებული (დატანის მეთოდი) და შედეგად მიღებული იქნას ცნობები ეკოსისტემის მდგომარეობის, დაზიანების სახეობის და ა.შ. მიხედვით ტერიტორიის კონკრეტული უბნისათვის. ასეთი შედარებული ინფორმაციით შეიძლება განისაზღვროს ძეგლზე ეკოლოგიური დატვირთვები და დარეგისტრირდეს როგორც ფონური,

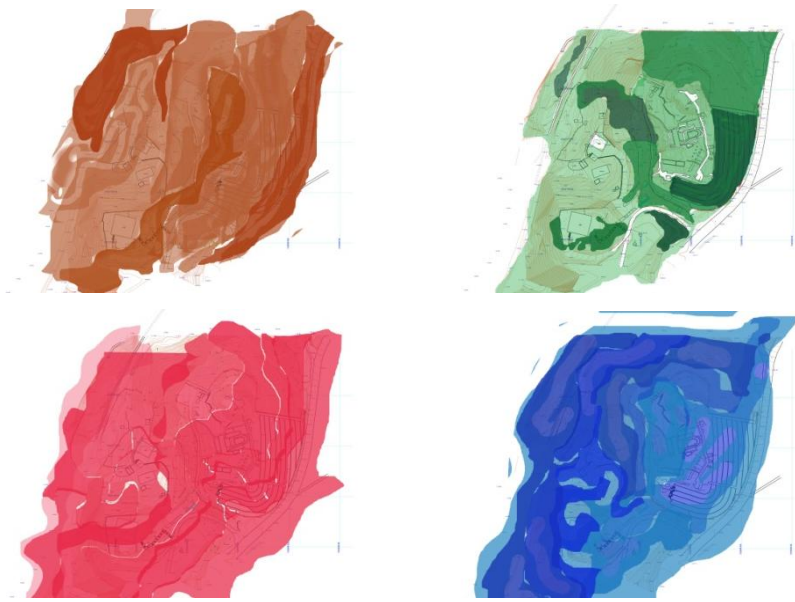
ძეგლების დაზიანების ეკომონიტორინგის კვლევების დროს მიღებული მონაცემთა სისტემის სარეგისტრაციო სტრუქტურაში.

გის-ის მონაცემთა კარტოგრაფიული ბაზის ინფორმაციის შედარების განხილული მეთოდური ხერხის გამოყენებით შესაძლებელია არა მხოლოდ სიტუაციური გეგმების მიღება, არამედ ტერიტორიის კარტოგრაფირება, გვექნება რა ინფორმაცია კონკრეტულ ტერიტორიაზე ძეგლზე დატვირთვების უფრო პრიორიტეტულ სახეობაზე და კატეგორიებზე. გის-ის ინფორმაციული შრეების დამუშავების შედეგები შეიძლება წარმოვადგინოთ კომპლექსური ტერიტორიული სქემების (კტს) სახით, სქემების ტიპის მიხედვით, რომლებიც გამოიყენება ქალაქების გარემომცველი არის დაცვის სისტემაში. კტს-ის მაგალითი „ძეგლზე პროგნოზირებული დატვირთვების ჯამური დონის რუკების“ სახით 1:2000-იან მასშტაბში მოყვანილია ნახ. 3.2-ზე.

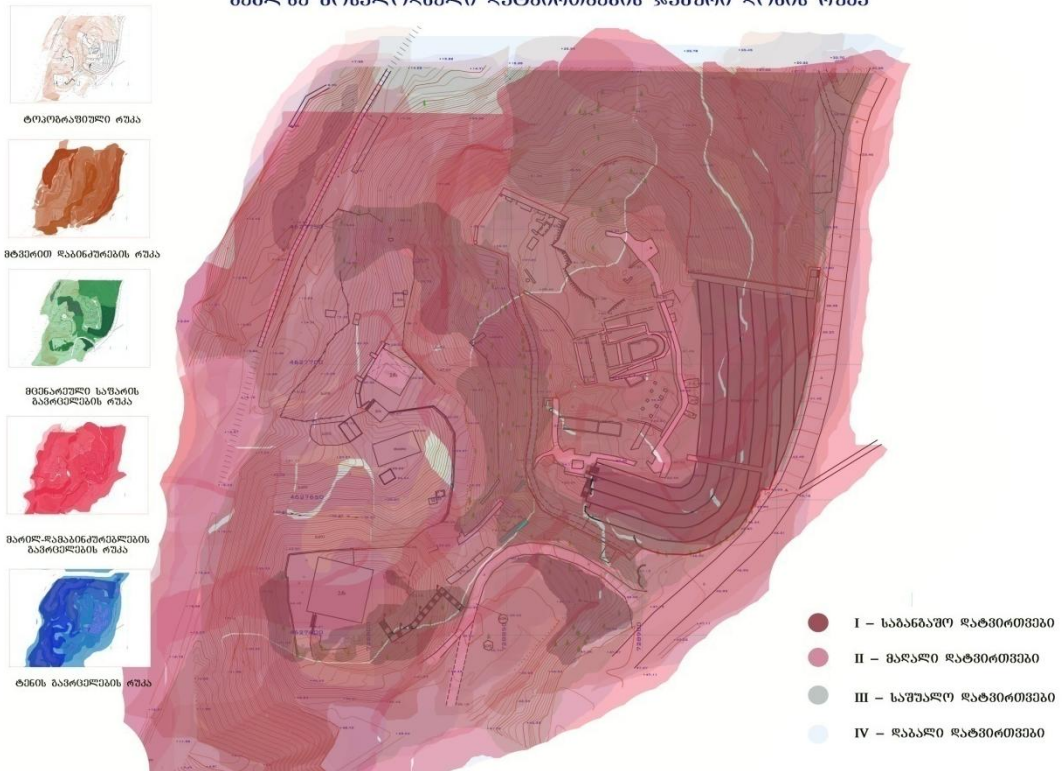
ინფორმაციის შედარებისათვის გამოყენებული ეკოლოგიური რუკების ჩამონათვალი წარმოდგენილია ამ სურათის მარცხენა სვეტში.

ნახ. 3.3-ზე წარმოდგენილ კტს-ზე შესრულებულია ტერიტორიის ტიპიზაცია ძეგლის რღვევამდე მიმდინარე მასალის დაზიანების გამომწვევი დატვირთვების სახეობების მიხედვით. რუკაზე წარმოდგენილია ოთხი ტიპის ტერიტორია:

- | | |
|---|----------|
| I ტიპი – ტერიტორიები, სადაც დატვირთვები მივაკუთვნოთ საგანგებო კატეგორიებს (სდ); | შეიძლება |
| II ტიპი – ტერიტორიები, სადაც დატვირთვები მივაკუთვნოთ მაღალ კატეგორიებს (მდ); | შეიძლება |
| III ტიპი – ტერიტორიები, სადაც დატვირთვები მივაკუთვნოთ საშუალო კატეგორიებს (სდ); | შეიძლება |
| IV ტიპი – ტერიტორიები, სადაც დატვირთვები მივაკუთვნოთ დაბალ კატეგორიებს (დდ). | შეიძლება |



ძეგლზე მოსალოდნელი ღატვირთვების წამური დონის რუკა



სურ. 3.3. კომპლექსური ტერიტორიული სქემა ძეგლზე გარემომცველი არის დატვირთვების კატეგორიის შეფასებისათვის

ძეგლის გარემომცველ არესთან ურთიერთქმედების სარისკო მოვლენების შეფასებისათვის, რომლებიც იწვევს დაზიანებების გაჩენას და განვითარებას, ჩვეულებრივ იყენებენ მახასიათებლების შემდგენაკრებს:

- „საშიშროება“ რომელიც განისაზღვრება შედეგების სერიოზულობით;
- „აღბათობა“ რომელიც განისაზღვრება ძეგლის რღვევის დადგომის რეალობით;
- „რისკის სტატუსი“ რისკის სიდიდე (აღბათობის თეორიით განისაზღვრება როგორც „საშიშროების“ და „აღბათობის“ წარმოებულნი ($C = O \cdot B$));
- „პრიორიტეტულობა“ კონტროლის მნიშვნელოვნება;
- „კავშირი“ გავლენა სხვა რისკებზე.

ამგვარად, დატვირთვების საერთო ბაზიდან სარისკო მოვლენების შეფასების მეთოდით ამოიჩვენა ძირითადი რისკები. ძირითად ჩამონათვალში წარმოდგენილია უფრო მეტად საშიში რისკები მათი დადგომის აღბათობისგან დამოუკიდებლად.

ამ დატვირთვების დონე და ძეგლზე მათი გავლენა დამოკიდებული იქნება ეკოსისტემის (ბუნებრივი კომპონენტების) მდგომარეობაზე, რომლებიც უშუალოდ ძეგლთან ახლოს იმყოფებიან. თუ კი „საკვანძო ინდიკატორის“ სახით ძეგლის ტერიტორიაზე ბუნებრივი სისტემის პოტენციალური მდგომარეობის დონის გაზომვისათვის გამოვიყენებთ 35/65 ფართობების ფარდობას, რომელსაც იკავებს ტექნოგენური შეცვლილი ბუნებრივი კომპონენტები, ამ ფარდობის ერთის ტოლად მიღებისას ნებისმიერ ტერიტორიაზე ეკოლოგიური წონასწორობის მდგომარეობა შეიძლება დახასიათდეს მისი მდგრადობის მიღებული ინდექსიდან გადახრის სიდიდით.

„გარემო-ძეგლი“ სისტემაში ურთიერთზემოქმედების ჩატარებული ანალიზი საშუალებას იძლევა გამოყოფილი იქნას II ტიპის ტერიტორიის რესტავრაციის შემდგომ პერიოდში ძეგლების დაზიანების გამოვლენის შემდეგი საერთო კანონზომიერებები:

- ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევის მქონე ტერიტორიებზე სამშენებლო კონსტრუქციების მასალების აღდგენილი თვისებების სწრაფი კარგვა;
- კონსერვაციის და რესტავრაციისას გამოყენებული სამშენებლო მასალების დაბალი კონსტრუქციული მდგრადობა;

- ძეგლის ძველ ისტორიულ მასალასთან (თეთრი ქვა, აგური და სხვა) შედარებით „ახალი“ სამშენებლო მასალების დაჩქარებული რღვევა;

- მასალის რღვევის ბიოქიმიური პროცესების აქტივაცია;

- ობიექტებზე გარემომცველი არის ზემოქმედების შემთხვევებში გახშირდა კონსტრუქციების ძლიერი ცვეთა და მასალების დესტრუქციის მაღალი ხარისხი.

ძეგლზე ტექნოგენური და ბუნებრივი დატვირთვების და მათი ნეგატიური ზემოქმედების შედეგების ანალიზმა საშუალება მოგვცა გამოგვეყო დაზიანების სახეობები, რომლებიც გავლენას ახდენენ კონსტრუქციის მდგომარეობაზე და დაკავშირებულია ორი ტიპის მრღვევ დატვირთვასთან:

- დაკავშირებულნი ძირითადი კონსტრუქციების დეფორმაციასთან (დამახასიათებელია ხილული რღვევების გაჩენასთან);

- ვითარებიან ფარულად და დაკავშირებულნი არიან ძეგლის მასალის სტრუქტურის ცვლილებებთან, რეგულირებიან ძეგლის სიანგლოვეს ეკოსისტემის ფუნქციონირებით, რადგანაც ის წარმოადგენს ამ სისტემის ერთ-ერთ ელემენტს.

უნდა აღნიშნოს, რომ ძეგლის დაზიანებებზე დაკვირვება აუცილებლად აგებული უნდა იყოს ეკოლოგიურ მეთოდოლოგიაზე, გარემომცველი არის ეკოლოგიური პრობლემების კულტურული მემკვიდრეობის კარგვის პრობლემებთან ურთიერთკავშირის განსაზღვრების მიხედვით. ეს საშუალებას მოგვცემს დავაკონკრეტოთ და უფრო ეფექტურად დავარეგულიროთ ძეგლის დაცვის ღონისძიებები.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემების გამოყენების და ეკოლოგიური კვლევა-ძიებების მიღებულ ექსპერიმენტალურ მონაცემებთან მათი შეფარდების მეთოდის განხილული მაგალითები საშუალებას იძლევიან, საკმარისად ობიექტურად იქნას შეფასებული ძეგლის განთავსების ტერიტორიაზე საერთო სიტუაცია და გამოიყოს არსებული პრობლემები.

ამგვარად შეიძლება მომზადდეს ტერიტორიის „ეკოლოგიური“ ხარისხის შეფასების მონაცემთა ბაზის ფორმირებისათვის საფუძველი

და ეს ინფორმაცია გამოვიყენოთ ძეგლების დაზიანების ეკომონიტორინგის კვლევის პროგრამების დამუშავებისათვის.

3.5. სარემონტო-სამშენებლო (სარეკონსტრუქციო)

სამუშაოების მონიტორინგის გის-ტექნოლოგიის დამუშავება

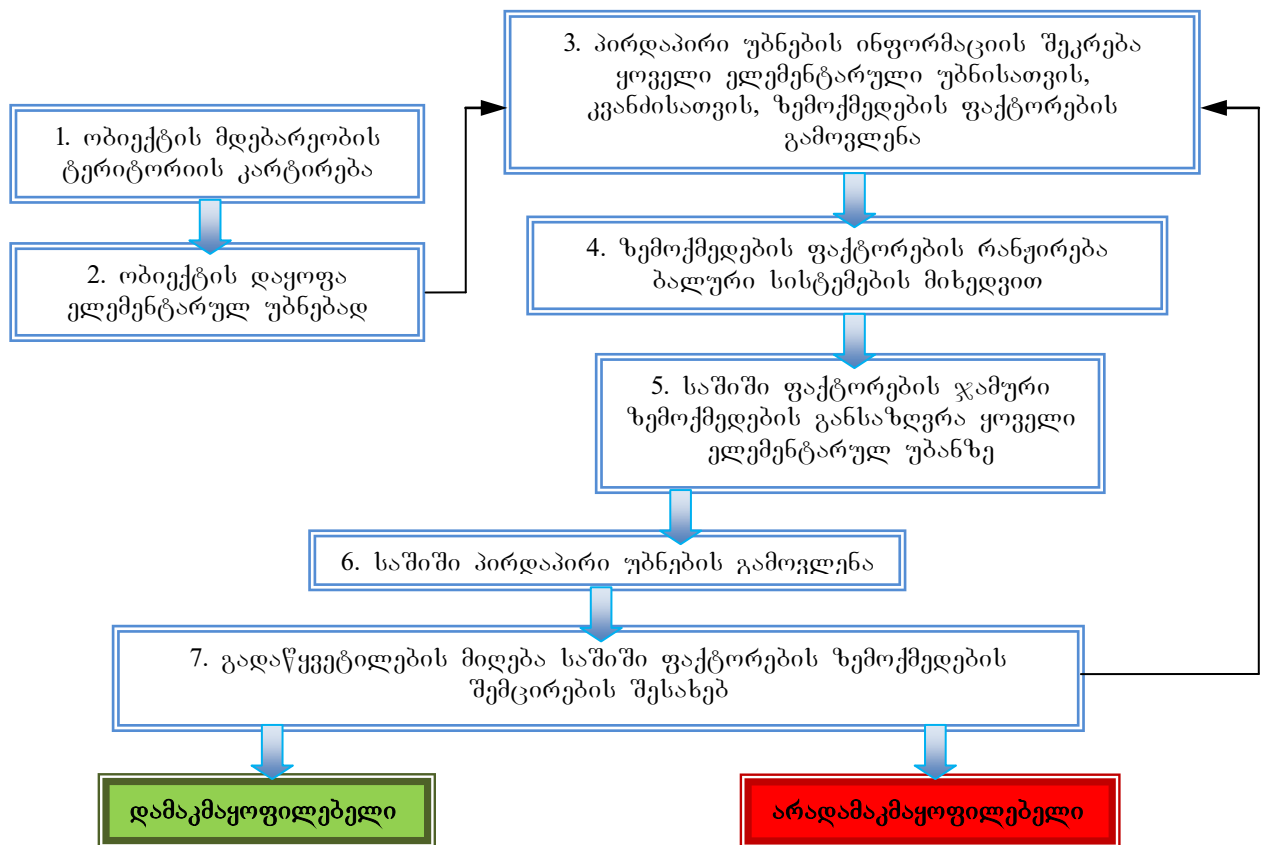
წინა პარაგრაფებში შემუშავებულია გეოინფორმაციული სისტემური ტექნოლოგიების მეთოდების შექმნის კონცეფცია გარემომცველი არის ეკოლოგიური მონიტორინგისთვის ობიექტების რეკონსტრუქციის სტადიაზე. განსაზღვრულია გის-ტექნოლოგიის ძირითადი ღირსებები.

დღეისათვის გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის (გის) გამოყენების ტრადიციულ სიმრავლეში შესამჩნევად დომინირებს ეკოლოგიური, რომელიც საშუალებას იძლევა ოპერატიულად მივიღოთ ინფორმაცია მოთხოვნისთანავე და აისახოს იგი კარტოგრაფიულ საფუძველზე, შევაფასოთ ეკოსისტემის მდგომარეობა და მოვახდინოთ მისი განვითარების პროგნოზირება, ეკოლოგიური მონიტორინგის გის-ტექნოლოგიებისათვის წარმოადგენს დისციპლინათშორისი ხასიათის ადამიანური ქმედების შედეგს და მისი ძირითადი ამოცანებია: დაკვირვება ბიოსფეროს მდგომარეობაზე, მისი მდგომარეობის პროგნოზი და შეფასება, აგრეთვე იძლევა საშუალებას განვსაზღვროთ არა მხოლოდ ბიოტიკური და აბიოტიკური მოქმედების ხარისხი გარემომცველ არეზე, არამედ აგრეთვე ანტროპოგენური ზემოქმედების ფაქტორების და წყაროების გამოვლენა. სამეცნიერო დასაბუთება აერთიანებს ეკოლოგიის, ბიოლოგიის, გეოგრაფიის, გეოფიზიკის, გეოლოგიის და სხვა მეცნიერებების მიდგომებს და მეთოდებს. სივრცითი ანალიზის ფუნქციები გამოიყენება 100-ზე მეტ დისციპლინაში, რომლებიც მოიცავენ სამეცნიერო და გამოყენებითი კვლევების უმრავლეს მიმართულებებს.

სამშენებლო მრეწველობის ეკოლოგიური მონიტორინგის სისტემა განხილული უნდა იქნას, როგორც მრავალდონიანი დარგობრივი სისტემა, რომლის სტრუქტურა ფორმირებულია იმ მიზნების გადანაწილების საფუძველზე, რომლებიც წყდება სამშენებლო და

სარემონტო-სამშენებლო პროცესების განმახორციელებელ ობიექტებზე დარგობრივი, რეგიონალური ცენტრების და დაბალი დონის ქვესისტემებს შორის მონიტორინგის და ინფორმაციული ნაკადების ამოცანებით. გის-ტექნოლოგიის ამოცანას წარმოადგენს ატმოსფერულ, გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ გარემოზე საშიში ფაქტორების ზემოქმედების დონის განსაზღვრა ობიექტის რეკონსტრუქციის პერიოდში და მისი ექსპლუატაციის შემდგომ წლებში მათი მდგომარეობის ცვლილების შეფასებისათვის, დეფექტების თავისდროული გამოვლინებისათვის, ნეგატიური პროცესების გაფრთხილებისა და მოცილებისათვის, აგრეთვე პროგნოზის შედეგების სისწორის შეფასება, რომლებიც მიღებულია ანგარიშის და საპროექტო გადაწყვეტების მეთოდებით. ნაგებობების რეკონსტრუქციისას გის-ტექნოლოგიის შექმნის არქიტექტურა დაფუძნებულია სამუშაოს შემსრულებელი მანქანების, მექანიზმების და მოწყობილობებისაგან მიღებული ინფორმაციის ობიექტულ ბაზაზე. სამუშაოების შესრულების ყოველი მეთოდისათვის და ტექნოლოგიური პროცესისათვის შესრულებული უნდა იქნას კლასიფიკაცია ეკოლოგიური კრიტერიუმების მიხედვით, რათა გამოვლინდეს საშიში ზემოქმედების ფაქტორები: მექანიკური, ქიმიური, ბიოლოგიური, ატმოსფერული ხმაურის, ვიბრაციული, ელექტრომაგნიტური, თბური, შუქის და რადიოაქტიური დაბინძურება. გის-ტექნოლოგიის შექმნის შემდეგ ნაბიჯს წარმოადგენს სარეკონსტრუქციო ობიექტის განლაგება სხვადასხვა თემატურ რუკაზე. ესენი შეიძლება იყოს გეოლოგიური, ტექნიკური, ჰიდროგეოლოგიური, საინჟინრო-გეოლოგიური, ნიადაგის, მცენარეულობის, ზოოგეოგრაფიული, ბუნების დაცვის, მოსახლეობის, ეკონომიკური და სხვა რეგიონალური დონის რუკები. დაიტანენ რა ობიექტს რუკაზე განსაზღვრავენ სავარაუდო რისკების უბნებს, როგორც სტანდარტული რისკის დონით, ისე მომატებულს. ასრულებენ ინფორმაციის შეკრებას კონკრეტული უბნებისათვის თემატური რისკის და ნორმატიული დოკუმენტების მიხედვით. საშიში ფაქტორების ბუნებრივ-ტექნოგენურ სისტემაზე ზემოქმედების განსაზღვრისათვის შეიძლება წარმატებით ვიხელმძღვანელოთ ზემოთაღნიშნული კლასიფიკაციით. რადგან საშიში ფაქტორების ზემოქმედების ხარისხის

მიხედვით, განსაზღვრული უბნის განსაზღვრული წერტილებისათვის და აგრეთვე ცალკეული ტექნოლოგიური პროცესებისათვის შეიძლება ჰქონდეთ განსხვავებული მნიშვნელობები, აუცილებელია მათი რანჟირება ზემოქმედებების ხარისხის მიხედვით ბალური სისტემის მიხედვით. რაც უფრო მეტია რანჟირების სკალა, მით უფრო ზუსტი იქნება ბუნებრივ-ტექნოგენურ სისტემაზე ძალების ზემოქმედების განსაზღვრა. შემდეგ ნაბიჯს წარმოადგენს საშიში ფაქტორების ჯამური ზემოქმედების განსაზღვრა საძიებო ადგილზე და სწორი გადაწყვეტილების მიღება ბუნებაზე ეკოლოგიური ექსპანსიის მინიმუმაციისათვის. ბუნების გარემომცველი არის მონიტორინგის გის-ტექნოლოგიის ბლოკ-სქემა მოყვანილია ნახ. 3.4-ზე.

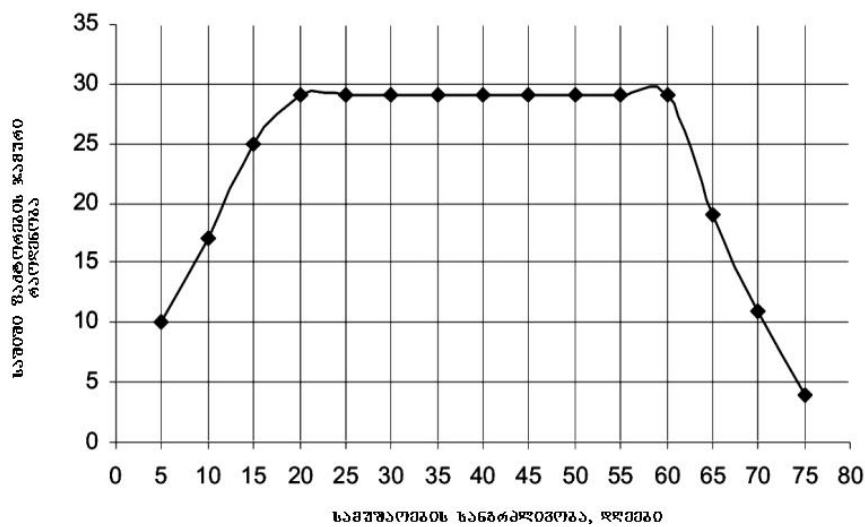


ნახ. 3.4. რეკონსტრუქციის მონიტორინგის გის-ტექნოლოგიის შექმნის ბლოკ-სქემა

ამგვარად გარემომცველი არის ფაქტორების ანალიზის შედეგად გამოვლინდებიან ბიოტიკური, აბიოტიკური და ანტროპოგენური ფაქტორები. ამასთან განისაზღვრება აგრეთვე ბუნებრივი და

ანტროპოგენური ობიექტები, რომლებიც ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენენ ექსპლუატაციის ციკლის ყველა სტადიაზე. საბოლოოდ ფორმირდება გარემოს ობიექტზე და პირიქით, ობიექტის გარემოზე ზემოქმედების ბაზისური პრინციპები. შემუშავდება და დასაბუთდება ურთიერთზემოქმედების შეფასების თეორიული და პრაქტიკული მეთოდები.

დღეისათვის გამოყენებული გის-ტექნოლოგიები სრულად ვერ ასახავენ საშიში ფაქტორების ზემოქმედებას ბუნებრივ-ტექნოგენურ სისტემაზე, რომლებიც ჩნდება სარემონტო-სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას. თუ კი კარტირების მეშვეობით შესაძლებელია მიღებული იქნეს სხვადასხვა ფაქტორების ზემოქმედების შეფასება ობიექტზე, ხოლო უკუგაველების შეფასება ყოველთვის შესაძლებელი არ არის რეგიონალური კარტოგრაფიის დახმარებით. მოცემულ ეტაპზე, როგორც კვლევები აჩვენებს, პრაქტიკულად არ არსებობს გის-ის შედგენისათვის ტექნოლოგიური მონაცემები. კარტოგრაფიული, ტექნოლოგიური, ადმინისტრაციულ-საუწყებო და სხვა მონაცემების მხოლოდ ინტეგრირებული ანალიზი მოგვცემს საშუალებას შევქმნათ გის-ი ადეკვატური მმართველი გადაწყვეტილებების მიღების მიზნით. მიღებულია ჩაითვალოს, რაც უფრო ნაკლებია სამშენებლო-სარემონტო სამუშაოების შესრულების ხანგრძლივობა, მით ნაკლებია ზემოქმედებები გარემომცველ არეზე.



ნახ. 3.5. გარემომცველ არეზე ჯამური საშიში ფაქტორების ზემოქმედების დიაგრამა

ნახ. 3.5-ზე მოცემული მრუდის სარეკონსტრუქციო ობიექტთან მიყენებით ადვილად შეიძლება განისაზღვროს სამუშაოების შესრულების რომელ პერიოდში და რა ადგილზე ჩნდება ყველაზე საშიში ეკოლოგიური დატვირთვები. რადგანაც რეკონსტრუქციის ობიექტი მიმაგრებულია კონკრეტულ გეოგრაფიულ ადგილმდებარეობაზე, შეიძლება განისაზღვროს უკუ რეაქციაც გარემომცველი არის მხრიდან.

სარეკონსტრუქციო ობიექტის და გარემომცველი არის ურთიერთქმედების ეკოლოციურ პროცესს მრავალი მეცნიერი პირობითად ყოფს სამ სტადიად. I სტადიაზე, რომელიც ხასიათდება რაღაც პირობითი მაქსიმუმით, რომელიც ემთხვევა რეკონსტრუქციის დასასრულს, ხდება ბუნებრივი რესურსების კანონზომიერი გამოყენება ადამიანის გარემომცველ არესთან მიზანმიმართული ურთიერთქმედების შედეგად. შემდგომში პროცესი გადადის II სტადიაში, რომელიც აღდგენითი ღონისძიებების სრული არარსებობის შემთხვევაში, ხასიათდება ფარდობითად მდგრადი მდგომარეობის რაღაც პერიოდით არსებული დანაკარგების შენარჩუნებით. ეს პერიოდი თავისი არსით წარმოადგენს II სტადიაზე გადასვლის ორი შესაძლო ფორმიდან ერთ-ერთის პროცესის წარმოქმნა ა) ნაწილობრივ დაკარგული ეკოლოგიური პოტენციალის ბუნებრივი აღდგენა (თვითაღდგენა); ბ) შერეული (ან კომპლექსური) აღდგენა, რომელიც შეიცავს რიგ აღდგენით ღონისძიებებს. გის-ტექნოლოგიის გამოყენება საშუალებას იძლევა შევამციროთ II სტადია, გამოვრიცხოთ აბსოლიტურად აღუდგენელი დანაკარგები, რომლებიც დაკავშირებულია ბიოლოგიური პოპულაციის განადგურებასთან (ბიოგენოცენოზის შეცვლა) თვითაღდგენადობის საზღვრებს გარეთ. ეს აიხსნება იმით რომ, გის-ტექნოლოგიები გამოყენებული ობიექტების რეკონსტრუქციისას აერთიანებს ტერიტორიებს, კლასიკური კარტოგრაფიის მეთოდებს და ტრადიციებს, გეოგრაფიას, ბიოლოგიას, ეკოლოგიას, სამშენებლო წარმოების საფუძველზე გამოყენებითი მათემატიკის, ინფორმატიკის და კომპიუტერული ტექნიკის შესაძლებლობებთან და აპარატთან.

3.6. ძეგლის მასალის მდგომარეობის, დაზიანების და მრღვევი პროცესების შეფასების მეთოდების სისტემა

არქიტექტურის ძეგლების მონიტორინგის სისტემის შემუშავების ერთ-ერთ მიზანს წარმოადგენს კულტურულ მემკვიდრეობაზე და მის ობიექტებზე გარემომცველი არის ზემოქმედების შესახებ გაფართოებული ცოდნა და მათი დაცვის, უკეთესი მოვლის შესაძლო ვარიანტების მიღება.

ძეგლზე გარემომცველი არის გავლენის დონის შეფასებისათვის აუცილებელია დადგინდეს რამდენად მდგრადია მასალა ზემოქმედებების მიმართ. შესწავლილი იქნას დამაზიანებელი პროცესების მექანიზმი, განისაზღვროს ცვლილებები მასალის სტრუქტურაში და თვისებებში (მასალაში ნივთიერება-დამაბინძურებლების გაჩენა) და განისაზღვროს, რამდენად დიდხანს შეიძლება ასეთი დატვირთვებისას მასალის შენარჩუნება (ხანგამძლეობის რესურსის განსაზღვრა).

ძეგლზე გარემომცველი არის გავლენის პროგნოზირებისათვის მეთოდური მიდგომები განხილულია წინამდებარე თავში, სადაც ნაჩვენებია, რომ არქიტექტურის ძეგლებზე შეიძლება მოხდეს სხვადასხვა დატვირთვები, რომლებიც პირობითად დაყოფილია ოთხ ჯგუფად. ცნობილი დატვირთვებით ტერიტორიაზე არსებული ძეგლების მონიტორინგის ორგანიზაციის დროს ამოცანების წრე, როგორც წესი, შეიძლება შემცირდეს ძეგლის მასალის დაზიანებაზე და მდგომარეობაზე დაკვირვებების სისტემის ორგანიზებამდე. მონიტორინგის კვლევების დაწყებამდე აუცილებელია განისაზღვროს (შემუშავებული იქნას) ძეგლის მასალაში მრღვევი პროცესების შეფასების საექსპერტო სისტემა, არჩეული იქნას დაზიანების დიაგნოსტიკის მეთოდების სისტემა მასალის სახეობის შესაბამისად და დამუშავდეს მიღებული ინფორმაცია და ექსპერიმენტალური მონაცემების რეგისტრაციის სისტემა.

სხვადასხვა ქალაქებში ძეგლებზე მიმდინარე მონიტორინგის კვლევები აჩვენებენ, რომ მასალის დაზიანების ძირითადი საშიშროება დაკავშირებულია ბიოქიმიური კოროზიის პროდუქტებით მათი

დაჭუჭყიანების მაღალ ალბათობასთან. აქედან გამომდინარეობს ძეგლის მასალაში შემჩნეული ქიმიური და ბიოქიმიური დაზიანებების მაღალი დონე.

მაშასადამე, ძეგლის შენარჩუნებისათვის ძირითადი ზემოქმედებების შემუშავების დროს დაზიანების მონიტორინგისას აუცილებელია მიღებული იქნას შემდეგი ინფორმაცია ძეგლის მასალის მდგომარეობაზე და დესტრუქციულ პროცესებზე:

- მასალის ეტალონ-ნიმუშების თვისებების მაჩვენებლები და სტრუქტურული მახასიათებლები;
- ანალიზის მომენტში მასალის მდგომარეობის მახასიათებლები;
- დამაზიანებელი და მრღვევი პროცესების მექანიზმი.

მიღებული მახასიათებლები შეიძლება გამოყენებული იქნას შემდგომში, როგორც „საკვანძო ინდიკატორები“ დაკვირვებების დროს ძეგლის მასალის მდგომარეობის ცვლილებისათვის.

ძეგლის მასალის მდგომარეობის შეფასების მეთოდების სისტემის არჩევისას გათვალისწინებული უნდა იქნას, რომ მათი დახმარებით ჩვენ უნდა დავახასიათოთ არა მხოლოდ მდგომარეობა, არამედ მივიღოთ ამ მდგომარეობის ცვლილებების მონაცემები გარემომცველ არესთან მისი ურთიერთქმედების ხარჯზე.

არქიტექტურის ძეგლი ექსპლუატაციისას, უპირველეს ყოვლისა განიცდის წყლის სივრცის ზემოქმედების სხვადასხვა სახეობებს. ძეგლის თითქმის ყველა მასალა ჰიგროსკოპულია და ეს უარყოფითი თვისება ძლიერდება მასალაში გახსნილი მარილების შემცველობით.

მასალის ძირითადი საექსპლუატაციო-ტექნიკური მახასიათებლების კონტროლისათვის, ნატურული კვლევების დროს, დღეისათვის გამოყენებული ინსტრუმენტალური მეთოდების სისტემა მასალის დატენიანების და მის მიმართ წინააღმდეგობის გაწევის უნარის განსაზღვრისათვის მოყვანილია ცხრილში 3.1.

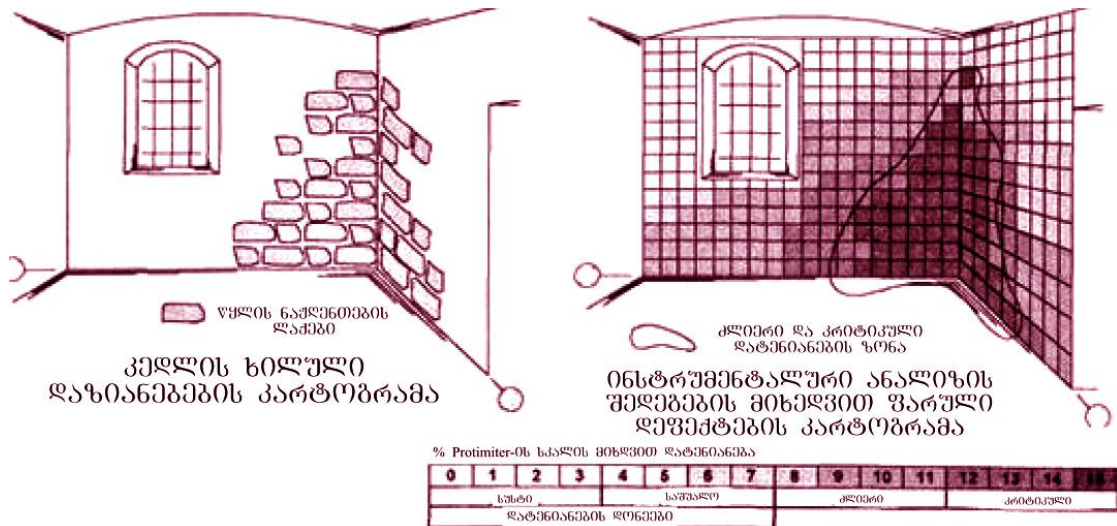
ცხრილი 3.1. მასალების დატენიანებისა და მის მიმართ წინააღმდეგობის გაწვევის უნარის განსაზღვრისათვის ინსტრუმენტალური მეთოდების სისტემა

კონტროლის სისტემა	მიღებული ინფორმაცია
ტენმზომი და მარილმზომი მოწყობილობების კომპლექტი (რეკომენდებულია სისტემა "Protimeter")	კონსტრუქციის დატენიანების ხასიათი და სახეობა, ძეგლის მასალის დატენინება და მარილიანობა
ექსპრეს ინდიკატორის (MERCK KGaA, Germany) ტესტი – მასალაში გახსნილი მარილების შემცველობის ანალიზი	მასალაში იონების რაოდენობრივი შემცველობა. ქლორიდები – Cl^- ; სულფატები – SO_4^{2-} ; ნიტრატები - NO_3^-
„კარსტენის“ მიღები (KARSTEN TUBE)	კონსტრუქციის მასალის ზედაპირის უნარი წინააღმდეგობა გაუწიოს დატენიანებას ძლიერი ქარის დროს დახრილი წვიმისას

ცხრილში 3.1. ჩამოთვლილი მოწყობილობების და ხელსაწყოების კომპლექტი იძლევა ექსპრეს ანალიზის განხორციელების, დატენიანების ბალანსის მონიტორინგის ჩატარების, კონსტრუქციის და მასალის მდგომარეობის შეფასების, ფარული დეფექტების ადგილის დიაგნოსტიკის და მასალების და კონსტრუქციების წყალგაუმტარობის, თბოგამტარობის და სხვა საექსპლუატაციო-ტექნიკური მახასიათებლების თვისებების შენარჩუნების პროგნოზირების საშუალებას ქალაქის არის აგრესიულობის კონკრეტული პირობებისათვის.

ტენმზომის (Protimeter Aquant) გამოყენება განსაკუთრებით მოსახერხებელია კონსტრუქციის დატენიანების კარტოგრამების შედგენისას. ასეთი კარტოგრამების შედგენის ვარიანტი წარმოდგენილია სურ. 3.6-ზე.

ამ კარტოგრამების მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს კონსტრუქციის დატენიანების მიზეზები და დონე და აირჩეს პრობლემური სიტუაციის შესაბამისი პოდროიზოლაციის მეთოდები.



სურ. 3.6. ტენზომომი Protimeter Aquant-ის გამოყენების შედეგად მიღებული სარდაფის სათავსის კედლების დატენიანების კარტოგრამა. 1. კედლების ხილული დაზიანების კარტოგრამა. 2. ინსტრუმენტალური ანალიზის შედეგით მიღებული ფარული დეფექტების კარტოგრამა

ტენიანობის კონტროლისას მარილმზომის გამოყენება (Protimeter Salf Detektor) საშუალებას იძლევა დაზუსტდეს მასალის და კონსტრუქციის დაზიანების სიდიდე და მიზეზი.

მასალაში მარილ-დამაბუნძურებლების შემადგენლობის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ანალიზისათვის ობიექტებზე შეიძლება გამოვიყენოთ MERCK KGaA, Germany-ის ფირმების მიერ შემოთავაზებული ექსპრეს ინდიკატორული ანალიზი. მარილების განსაზღვრისათვის ინდიკატორის ქადალდის (ტესტ-ზოლი) შესაბამისი ფერის შკალები ქლორიდებისათვის – Cl^- ; სულფატებისათვის – SO_4^{2-} ; ნიტრატებისათვის – NO_3^- .

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ წყალიც და მარილიც გროვდება რა კონსტრუქციებში, არა მხოლოდ არღვევენ მასალას, არამედ აუარესებენ მის თბოიზოლაციურ თვისებებს რაც იწვევს სათავსში თბოტენიანი რეჟიმის დარღვევას. კონსტრუქციების ზედაპირების დაცვისათვის იყენებენ სხვადასხვა დამცავ-დეკორატიულ შემადგენლობებს და მასალებს. ამ მიზნისათვის ძველებზე ძირითადად იყენებენ ჰიდროფობიზატორებს – კრემორგანულ შენაერთებს

(სილიკონი), ლაქსაღებავის მასალებს და კომპლექსური მოქმედების შენაერთებს. დაცვის ეფექტურობა და დამცავი თვისებების შენარჩუნების ხანგრძლივობა შეიძლება შეფასდეს ორი ხერხით. მაგალითად, ჰიდროფობური ეფექტის (უნარი უკუაგდოს წყალი) არსებობის სწრაფი შეფასება ხორციელდება ვიზუალური საექსპერტო მეთოდით. მასალის ამ თვისებების კონტროლისათვის ჩვეულებრივ მის ზედაპირზე აწვეთებენ წყალს და ორი წუთის შემდეგ საზღვრავენ შეიწოვა თუ დარჩა ზედაპირზე წვეთის სახით.

მასალის ზედაპირული ფენების ხარისხის კვლევისათვის და შემომზადდავი კონსტრუქციების ატმოსფერული ტენისაგან დაცვის საიმედოობის განსაზღვრისათვის მეტად ეფექტურია კარსტენის მეთოდი (KARSTEN TUBE), რომელიც საშუალებას იძლევა დაფიქსირდეს ნებისმიერი ფოროვანი მასალის ზედაპირული ადსორბციული წყალშთანტქმის სიდიდე, ვიმსჯელოთ შემომსაზღვრელი კონსტრუქციების ზედაპირული ფენების სტრუქტურის დაზიანების შესახებ, რაც გვეხმარება ზედა ფენებში მასალის ფოროვანი სტრუქტურის არაერთგვაროვნების შესახებ ინფორმაციის სწრაფ მიღებაში, ვიმსჯელოთ არათავსებადობის მიზეზების შესახებ, მაგალითად „ძველი“ ქვის „ახლით“ შეცვლისას მასალის არჩევა მსგავსი სტრუქტურული მახასიათებლებით.

ამ მეთოდით მასალის ადსორბციული წყალშთანტქმის განსაზღვრის მეთოდიკა ახდენს „ირიბი“ წვიმის ზემოქმედების იმიტაციას ქარის რეალური დატვირთვის გათვალისწინებით, ფასადის კედლების არახელსაყრელ განთავსებისა და ორიენტაციის დროს.

ხელსაწყო (სურ. 3.7) წარმოადგენს შუშის მილს 10 სმ-იანი შკალით, რომლის დანაყოფის ფასი 1 მლ-ია. რომლის ძირსაც აქვს გაფართოებული ფორმა.



სურ. 3.7. ობიექტზე კარსტენის მილის გამოყენების სქემა

სხვადასხვა მასალების დამცავი თვისებების გამოცდის ასეთ მეთოდს იყენებენ ობიექტებზეც და ლაბორატორიებშიც დაცვის მასალების არჩევისას საკონტროლო ტესტირებისათვის.

მასალის სრუქტურული განსაკუთრებულობების და მათი ცვლილებების კომპლექსური ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზი ხორციელდება სპეციალიზებულ ლაბორატორიებში, რომლებიც აღჭურვილია დიაგნოსტიკური ხელსაწყოებით. გამოსაკვლევი მასალების სახეობებზე და კვლევის ამოცანებზე დამოკიდებულებით განსაზღვრავენ მასალის ქიმიურ შემადგენლობას და ატარებენ სტრუქტურული განსაკუთრებულობების მიკროსკოპულ ანალიზს. მასალის დაზიანების ანალიზის მეთოდების კომპლექსში ჩვეულებრივ ჩართულია რენტგენული დიფრაქტომეტრი და მასკანირებელი ელექტრული მიკროსკოპი მისადგამით ქიმიური ანალიზისათვის. ამ სისტემის შესაძლებლობები მოყვანილია ცხრილში 3.2.

ცხრილი 3.2. ძეგლის მასალის მდგომარეობის და დაზიანების
კომპლექსური ქიმიური ანალიზისათვის სხვადასხვა მეთოდების და
სისტემების მაგალითი

ქიმიური ანალიზის დამოუკიდებელი მეთოდები ურთიერთდამატებითი ინფორმაციით	
გამოყენებული ხელსაწყოები	მიღებული ინფორმაცია
რენტგენის დიფრაქტომეტრი SDX-10 (ფირმა SEOL, იაპონია)	<ul style="list-style-type: none"> • ფაზური შემაღგენლობა • ამორფული ფაზის შემცველობა (მეტასტაბილური შეერთებები და პოლიმერული შემკვრელები)
“Stereoscan 600” (ფირმა Cambridge Instrument, დიდი ბრიტანეთი) – მასკანირებელი ელექტრონული მიკროსკოპი ქიმიური ანალიზატორით და მისადგამით ფოტოფიქსაციისათვის გადაღების ჩვეულებრივ რეჟიმში და ფაზურ კონტრასტის რეჟიმში	<ul style="list-style-type: none"> • ქიმიური შემაღგენლობა (ამონაბეჭდი ანალიტიკური ცხრილის სახით, შეიძლება გამოვიყენოთ მასალაში ნივთიერება-დამაბინძურებლების განსაზღვრისათვის; “სტრატოგრაფიული” შრეებრივი ანალიზისას მეთოდი ეფექტურია ფეროვანი გამის განსაზღვრისათვის და ისტორიული შენობებისათვის LKM არჩევისას) • მეტასტაბილური შეერთებების შემცველობა (შესაძლებელია მასალის კოროზიული მდგრადობის პროგნოზირება და მასალის ხანგამძლეობის რესურსზე მსჯელობა) • მიკროსტრუქტურის ფოტოგრაფირება (ფაზური კონტრასტის რეჟიმში მიღებული ფოტოების მიხედვით განისაზღვრება შემაღგენლობის სირთულე (მრავალკომპონენტურობა), ფაზების სიმკვრივის მიხედვით განმასხვავებლების განაწილების ჰომოგენურობა, პოლიმერული შემკვრელის განაწილების ხასიათი; სკანირების ჩვეულებრივ რეჟიმში მიღებული ფოტოების მიხედვით განისაზღვრება კრისტალების ფორმა, ზომების, სახეობები, მასალაში კრისტალური და ამორფული ფაზების თანაფარდობა, ფორიანობა, მიკრობზარების არსებობა, რაც იძლევა მასალის საექსპლუატაციო ხარისხზე მსჯელობის საშუალებას)

დაზიანების დიაგნოსტიკაში განსაკუთრებული როლი ენიჭება სტრუქტურული და ქიმიური ანალიზის მეთოდებს, რომლებიც პასუხობენ გაზომვების მაღალი ლოკალურობის მოთხოვნებს, რადგანაც

უმრავლეს შემთხვევებში უფრო მეტად საინტერესოა მასალის თვისებები, რომლებიც დაკავშირებულია 0.1 მკმ-ზე ნაკლებ ჰომოგენურობის მასშტაბთან. ასეთი დრმა შედწევა მცირე ნაწილაკების სამყაროში შესაძლებელია მიკროსკოპში ელექტრული სხივის გამოყენებით, რომლის ტალღები ბევრად მოკლეა ხილული შუქის ტალღებზე. თანამედროვე ელექტრონული მიკროსკოპები საშუალებას იძლევა მივიღოთ 300000-ჯერ გადიდებული გამოსახულება, შედეგად, ხელსაწყოს მარკაზე დამოკიდებულებით შეიძლება დავინახოთ 0.3 ± 0.5 ნმ ($1 \text{ ნმ} = 10^{-9} \text{ მ}$) ზომის ნაწილაკები. მასალის სტრუქტურის კვლევისას მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ნიმუშის ანალიზის პირდაპირი მეთოდი და არა მისი “რეპლიკა”. ასეთი მეთოდის დროს გამოსაკვლევი ნიმუშები არ ითხოვენ რაიმენაირ სპეციალურ მომზადებას, ხოლო მათი სტრუქტურა არ მახინჯდება. პირდაპირი მეთოდები იძლევა საშუალებას დავინახოთ მასალის სტრუქტურა და ელექტრონულ მიკროსკოპში შევისწავლოთ მისი განსაკუთრებულობები.

დიაგნოსტიკური მეთოდების ეს სისტემა შეუცვლელია მონიტორინგის კვლევებისას, როდესაც შეენიშნება მასალისათვის არადამახასიათებელი დაზიანებები და ჩნდება დაზიანების მექანიზმში გარკვევის და მათი მიზეზების დაზუსტების აუცილებლობა.

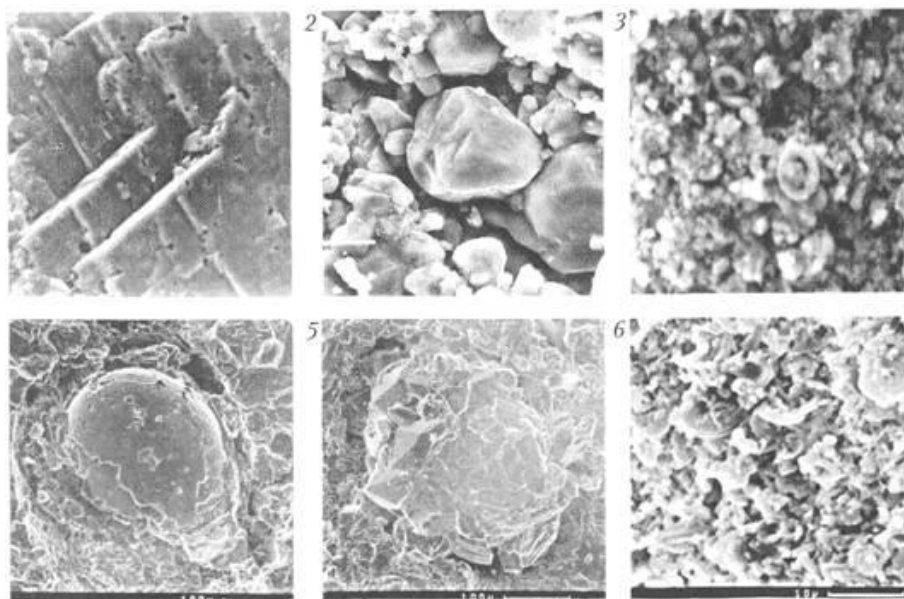
კომპლექსური ქიმიური ანალიზის მეთოდები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს მასალის მდგომარეობა, დაზიანების სახეობა და ხასიათი, დადგინდეს ძეგლის მასალაში მრდვევი პროცესების ბუნება და მიზეზები და გამოკვლეული იქნას დამაზიანებელი პროცესები, რომლებიც ხდება „გარემომცველი არე – მასალის ზედაპირული ფენა (დამცავი მოპირკეთება) – კონსტრუქციული მასალა“ არის საზღვარზე.

ქიმიური მეთოდების კომპლექსში შედის რენტგენოსტრუქტურული ანალიზატორი, ნივთიერებაში რენტგენული სხივების დიფრაქციის შესწავლისათვის და მასალის შემადგენელ კონკრეტულ მინერალებზე მონაცემების მიღებისათვის.

კირქვის და ცარცის სხვადასხვა მასალების ანალიზისას ჩანს, რომ მათ შემადგენლობაში შედის ერთიდაიგივე მინერალი – კალციტი. ამავე დროს ჩვენ ვიცით, რომ ეს მასალები თვისებების მიხედვით განსხვავდებიან, მაშასადამე არსებობს რაღაც სხვა განსხვავება მათ

სტრუქტურაში, რომელსაც მოცემული მეთოდი ვერ აფიქსირებს. ამიტომ მითითებული მეთოდი შეიძლება შეივსოს ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის სხვა მეთოდების გამოყენებით. მასალის მიკროსტრუქტურაში განსხვავებულობის მონაცემების მიღება შესაძლებელია მიკროსკოპული ანალიზის დახმარებით, ან ელექტრონულ მასკანირებელ ხელსაწყოზე ან რიგ შემთხვევებში ჩვეულებრივ მიკროსკოპით, როდესაც მასალის აგებულებაში არსებობს განსხვავებები მაკროსტრუქტურის დონეზე. მიკროსტრუქტურის ყველა ფოტო, წარმოდგენილია ქვემოთ, მიღებულია მასკანირებელი ელექტრონული მიკროსკოპის გამოყენებით, პირდაპირი მეთოდით, ხელსაწყო “Stereoscan 600”-ით (ფირმა Cambridge Instrument, დიდი ბრიტანეთი).

სურ. 3.8-ზე (ფოტო 1-6) განსხვავებულობები მაკროსტრუქტურაში შესამჩნევადაა წარმოდგენილი და დაფიქსირებულია რასტრული ელექტრონული მიკროსკოპის გამოყენებით.



სურ. 3.8. კალციტშემცველი მასალების მიკროსტრუქტურის განსხვავებულობები

ქალაქის გარემოს თანამედროვე პირობებში ხილული დაზიანებების ზონებში მასალის რღვევის მიზეზებს პრაქტიკულად ყოველთვის წარმოადგენს მარილიანი სულფატური კოროზია. დესტრუქტორებს წარმოადგენს წყალში ხსნადი მარილები – ნატრიუმის

სულფატი, კალციუმის სულფატი, ნატრიუმის ქლორიდი და მიკრობიოტიკური კომპონენტები – სოკოები და ბაქტერიები მოქმედების პათოგენური მექანიზმით.

მასკანირებელი ელექტრონული მიკროსკოპი “Stereoscan 600” აღჭურვილია მისადგმელით ანალიზატორით “Camebax” სინჯის ქიმიური შემადგენლობის განსაზღვრისათვის. ქიმიური ანალიზატორის დახმარებით შეიძლება სწრაფად განისაზღვროს ნებისმიერი ელემენტი აბსოლუტური მგრძობელობით $10^{-6} \div 10^{-11}$ და $0.5 \div 5\%$ ფარდობითი სიზუსტისას.

მასალის სტრუქტურის განსაზღვრის ამ ორი მეთოდის კომპლექსური გამოყენება საშუალებას იძლევა მივიღოთ საკმაოდ სრული ინფორმაცია მასალის მინერალური ნაწილის ქიმიურ, ფაზურ შემადგენლობაზე და ვიმსჯელოთ სტრუქტურის და შემადგენლობის ცვლილების მიხედვით მათი თვისებების დინამიკაზე, დამაზიანებელი პროცესების მიზეზების და მათი შეღწევის სიღრმის განსაზღვრით [40].

3.7. არქიტექტურული ძეგლების კონსტრუქციების ტექნიკური მდგომარეობის დიაგნოსტიკა-შეფასება საექსპერტო მეთოდით

3.7.1. შესავალი

მრავალი პარამეტრი, რომელიც შედის საიმედოობის, ხანგამძლეობის, სხვადასხვა სახეობის ცვეთის აღმწერ დამოკიდებულებებში, უმრავლეს შემთხვევებში არ ექვემდებარება ობიექტზე პირდაპირ გაზომვას. ამ შემთხვევებში მდგომარეობის შეფასების მიზნით იწვევენ სპეციალისტს ან სპეციალისტთა ჯგუფს, რომლებსაც დიდი გამოცდილება აქვთ. პარამეტრების განსაზღვრის ასეთი მეთოდის არსი მდგომარეობს სპეციალისტების მიერ პრობლემის ინტელექტუალურ-ლოგიკური ანალიზის ჩატარებაში, მსჯელობის რაოდენობრივი შეფასებით და შედეგების ფორმალური დამუშავებით. დამუშავების შედეგად მიღებული სპეციალისტების განზოგადებული აზრი მიიღება როგორც პრობლემის გადაწყვეტა. შეფასების

წარმოდგენილი მეთოდის სახასიათო განსაკუთრებულობებს, როგორც რთული არაფორმალური პრობლემის გადაწყვეტის სამეცნიერო ინსტრუმენტს წარმოადგენს, პირველ რიგში, ყოველ ეტაპზე მუშაობის ეფექტიანობის უზრუნველყოფი მეცნიერულად დასაბუთებული ორგანიზაცია, და მეორე რიგში, რაოდენობრივი მეთოდების გამოყენება როგორც დიაგნოსტიკა-შეფასების ორგანიზებისას, ასევე სპეციალისტების მოსაზრების და შედეგების ფორმალური ჯგუფური დამუშავების შეფასება. ეს ორი განსაკუთრებულობა წარმოდგენილი შეფასების მეთოდს განასხვავებს ჩვეულებრივი, ცნობილი (შეფასებისაგან) ექსპერტიზისაგან, რომელიც ფართოდ გამოიყენება ადამიანური მოღვაწეობის სხვადასხვა სფეროში.

გადაწყვეტილებების მიღებისას, ჩვენ ჩვეულებრივ ვვარაუდობთ, რომ მათი დასაბუთებისათვის გამოყენებული ინფორმაცია სარწმუნო და საიმედოა. მაგრამ მრავალი სამეცნიერო-ტექნიკური ამოცანისათვის, რომლებიც თავისი ხასიათით წარმოადგენენ ახალს და განუმეორებელს, ეს წინადადება არ რეალიზდება, ან გადაწყვეტილების მიღების პროცესში მისი დამტკიცება ვერ ხერხდება.

ინფორმაციის არ არსებობას და მისი გამოყენების მართებულობას მნიშვნელოვან წილად განაპირობებს არჩეული გადაწყვეტილების ობტიმალურობა. რიცხვითი სტატისტიკური სიდიდეებისგან შედგენილი მონაცემების გარდა ინფორმაცია შეიცავს სხვა, უშუალოდ გაზომვას არადაქვემდებარებულ სიდიდეებს, მაგალითად, ვარაუდები შესაძლო გადაწყვეტებზე და მათ შედეგებზე. პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ძირითადი სირთულეები, რომლებიც თავს იჩენს საქმიანი გადაწყვეტილებების ძიებისა და არჩევისას, განპირობებულია უპირველეს ყოვლისა არსებული ინფორმაციის არასაკმარისი ხარისხით და არასაკმარისი სისრულით.

რთული გადაწყვეტილებების მიღებისას გაჩენილ ინფორმაციასთან დაკავშირებული ძირითადი სირთულეები შეიძლება დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

- საწყისი სტატისტიკური ინფორმაცია ხანდახან არასაკმარისად სარწმუნოა;

- ინფორმაციის ზოგიერთ ნაწილს აქვს ხარისხობრივი ხასიათი და არ ექვემდებარება რიცხობრივ შეფასებას;
- გადაწყვეტილებების მიღების პროცესში ხშირად ჩნდება სიტუაციები, როდესაც პრინციპულად აუცილებელი ინფორმაცია შეიძლება მივიღოთ, თუმცა გადაწყვეტილების მიღების პროცესში ის არ არსებობს, რადგანაც ეს დაკავშირებულია დროის ან საშუალებების დიდ ხარჯთან;
- არსებობს ფაქტორების დიდი ჯგუფი, რომლებმაც შეიძლება გავლენა იქონიონ მომავალში გადაწყვეტილებების რეალიზაციაზე, მაგრამ მათი ზუსტი წინასწარმეტყველება შეუძლებელია;
- გადაწყვეტილებების არჩევისას ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი სირთულე იმაში მდგომარეობს, რომ ნებისმიერი სამეცნიერო-ტექნიკური იდეა შეიცავს რეალიზაციის სხვადასხვა სქემების პოტენციურ შესაძლებლობას, ხოლო ნებისმიერმა მოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს მრავალრიცხოვანი გამოსავალი. გადაწყვეტილების საუკეთესო ვარიანტის არჩევის პრობლემა შეიძლება გაჩნდეს იმიტომაც, რომ ჩვეულებრივ არსებობს შეზღუდვა რესურსებში, ხოლო სახელდობრ ერთი ვარიანტის მიღება ყოველთვის დაკავშირებულია სხვა გადაწყვეტილებების უგულვებელყოფასთან;
- საუკეთესო გადაწყვეტილების არჩევისას ჩვენ ხშირად ვხვდებით განზოგადებული კრიტერიუმის მრავალმნიშვნელოვნებას, რომლის საფუძველზე შეიძლება მოვახდინოთ შესაძლო გამოსავლების შედარება, მაჩვენებლების მრავალმნიშვნელოვნება, მრავალზომიანობა და ხარისხობრივი განსხვავებები წარმოადგენენ სერიოზულ წინააღმდეგობას ყოველი შესაძლო გადაწყვეტილების ფარდობითი სარგებლიანობის, ღირებულების, მნიშვნელოვნების ან ეფექტურობის განზოგადებული შეფასების მიღებისას.

ამასთან დაკავშირებით რთული პრობლემების გადაწყვეტის ერთ-ერთი ძირითადი განსაკუთრებულობა მდგომარეობს იმაში, რომ ანგარიშების გამოყენება აქ ყოველთვის ერწყმის ხელმძღვანელების,

სწავლულების, სპეციალისტების მოსაზრებების გამოყენებას. ეს მოსაზრებები საშუალებას იძლევიან თუნდაც ნაწილობრივ მოხდეს ინფორმაციის არასაკმარისობის კომპენსირება, სრულად გამოვიყენოთ ინდივიდუალური და კოლექტიური გამოცდილება, გათვალისწინებულ იქნას სპეციალისტების ვარაუდები ობიექტის მომავალ მდგომარეობაზე. მეცნიერების და ტექნიკის განვითარების კანონზომიერება მდგომარეობს იმაში, რომ ახალი ცოდნა, სამეცნიერო-ტექნიკური ინფორმაცია გროვდება დროის ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ხშირად ეს დაგროვება მიმდინარეობს დაფარულ ფორმაში მეცნიერების ცნობიერებაში.

გამოცდილება აჩვენებს, რომ ცალკეული სპეციალისტების არასისტემური მსჯელობის გამოყენება მრავალი რთული სამეცნიერო და ტექნიკური პრობლემების გადაწყვეტისათვის აღმოჩნდება არასაკმარისად ეფექტური, ასეთი პრობლემების ძირითად ელემენტებს შორის ურთიერთკავშირის მრავალგვარობის შედეგად და ყოველი მათგანის მოცვის შესაძლებლობით. გადაწყვეტილებების მომზადების ტრადიციული პროცედურების გამოყენებისას ხშირად არ ხერხდება ფაქტორების ფართო დიაპაზონის განხილვა, პრობლემის გადაწყვეტის ალტერნატიული გზების ყველა სპექტრის გათვალისწინება.

ეს ყველაფერი გვაიძულებს მივმართოთ ჯგუფის შექმნას, რომელიც დაკომპლექტებული იქნება სპეციალისტების მიერ, რომლებიც წარმოდგენენ ექსპერტებს მეცნიერების სხვადასხვა სფეროში. ჯგუფური ექსპერტიზის გამოყენება საშუალებას იძლევა განვიხილოთ არა მხოლოდ მრავალი ასპექტი, არამედ გავაერთიანოთ კიდევ სხვადასხვა მიდგომები, რომელთა დახმარებითაც ხელმძღვანელი პოულობს საუკეთესო გადაწყვეტილებას.

ამრიგად წარმოდგენილი *შეფასების მეთოდის არხი* მდგომარეობს სპეციალისტების მიერ პრობლემის ინტუიციურ-ლოგიკური ანალიზის ჩატარებაში, შედეგების ფორმალური დამუშავებით და მსჯელობების რაოდენობრივი შეფასებით. დამუშავების შედეგად მიღებული განხილვადებული აზრი მიიღება, როგორც პრობლემის გადაწყვეტა. ინტუიციის (დაუსაბუთებელი აზრი), ლოგიკური აზროვნების და რიცხობრივი შეფასების კომპლექსური გამოყენება მათი ფორმალური

დამუშავებით საშუალებას იძლევა მივიღოთ პრობლემის ეფექტური გადაწყვეტა.

მართვის პროცესში თავისი როლის შესრულებისას სპეციალისტი ასრულებს ორ ძირითად ფუნქციას: ახდენს ობიექტების ფორმირებას (ალტერნატიული სიტუაცია, მიზანი, გადაწყვეტა და ა.შ.) და ახდენს მათი მახასიათებლების გაზომვას (მოვლენების დადგომის ალბათობა, მიზნების მნიშვნელოვნების კოეფიციენტები, გადაწყვეტების უპირატესობა და ა.შ.). ობიექტების ფორმირება ხორციელდება სპეციალისტის მიერ ლოგიკური აზროვნების და ინტუიციის საფუძველზე. ამასთან დიდ როლს ასრულებს სპეციალისტის ცოდნა და გამოცდილება.

ცუდად ფორმალიზებული პრობლემების ყველა სიმრავლე პირობითად შეიძლება გაიყოს ორ კლასად. *პირველ კლასს* მიეკუთვნება პრობლემები, რომელთა მიმართებაშიც მოიპოვება საკმარისი ინფორმაციული პოტენციალი, რომლებიც საშუალებას იძლევა წარმატებით გადაწყდეს ეს პრობლემები. შეფასებისას პირველი კლასის პრობლემების გადაწყვეტის ძირითადი სირთულეები მდგომარეობს არსებული საინფორმაციო დამუშავების რეალიზაციაში და ემყარება „კარგი“ ამზომის პრინციპის გამოყენებას. მოცემული პრინციპი აღნიშნავს, რომ სრულდება შემდეგი ჰიპოთეზები:

- სპეციალისტი წარმოადგენს რაციონალურად დამუშავებული ინფორმაციის დიდი მოცულობის საცავს და ამიტომაც ის შეიძლება განვიხილოთ როგორც ინფორმაციის ხარისხიანი წყარო;
- სპეციალისტების ჯგუფური აზრი ახლოსაა პრობლემის ჭეშმარიტ გადაწყვეტასთან.

თუ ეს ჰიპოთეზები მართებულია, მაშინ დამუშავების ალგორითმის და დაკითხვის პროცედურის აგებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ მათემატიკური სტატისტიკის და გაზომვების თეორიის შედეგები.

მეორე კლასს მიეკუთვნება პრობლემები, რომელთა მიმართებაშიც ცოდნის ინფორმაციული პოტენციალი არასაკმარისია მითითებული ჰიპოთეზების ჭეშმარიტების სარწმუნოებისთვის. ამ კლასის

პრობლემების გადაწყვეტისას სპეციალისტებს უკვე ვეღარ განვიხილავთ, როგორც „კარგ ამზომებს“. ამიტომ აუცილებელია ძალიან ფრთხილად ჩავატაროთ ექსპერტიზის შედეგების დამუშავება. „გასაშუალოების“ მეთოდების გამოყენებამ, რომლებიც მართებულია „კარგი ამზომებისათვის“, მოცემულ შემთხვევაში შეიძლება მიგვიყვანოს დიდ შეცდომებთან. მაგალითად, ერთი სპეციალისტის აზრი, რომელიც მკვეთრად განსხვავდება დანარჩენი სპეციალისტების აზრისაგან, შეიძლება აღმოჩნდეს სწორი. ამასთან დაკავშირებით მეორე კლასის პრობლემებისათვის ძირითადად უნდა გამოვიყენოთ ხარისხიანი დამუშავება.

შეფასების მეთოდის გამოყენების არეალი საკმაოდ ფართოა. ჩამოვთვალოთ ტიპური ამოცანები, რომლებიც შეიძლება ამ მეთოდით გადაწყდეს:

- შესაძლო მოვლენების ჩამონათვალის შედგენა დროის გარკვეული ინტერვალისათვის;
- მოვლენების ერთობლივი შესრულების უფრო სავარაუდო დროის ინტერვალის განსაზღვრა;
- მიზნების და ამოცანების განსაზღვრა მათი მნიშვნელობის მიხედვით;
- ამოცანის გადაწყვეტის ალტერნატიული ვარიანტების განსაზღვრა მათი უპირატესობის შეფასებით;
- განსაზღვრულ სიტუაციებში გადაწყვეტილებების მიღების ალტერნატიული ვარიანტები მათი უპირატესობის შეფასებით.

ამ ამოცანების გადასაწყვეტად დღეისათვის გამოიყენება შეფასების მეთოდების სხვადასხვა სახეობა. ძირითად სახეობებს მიეკუთვნება: ანკეტირება და ინტერვიუება; გონებრივი შტურმი; დისკუსიები, თათბირი, ოპერატიული თამაში; სცენარები.

ანკეტირება და სცენარები გულისხმობენ სპეციალისტის (ექსპერტის) ინდივიდუალურ მუშაობას. ინტერვიუება შეიძლება განხორციელდეს როგორც ინდივიდუალურად, ასევე (ექსპერტების) ჯგუფთან. ექსპერტიზის დანარჩენი სახეობები გულისხმობენ სპეციალისტების (ექსპერტების) კოლექტიურ მონაწილეობას საქმეში. საქმეში ექსპერტების ინდივიდუალური ან ჯგუფური მონაწილეობისაგან

დამოუკიდებლად მიზანშეწონილია ინფორმაცია მივიღოთ მრავალი სპეციალისტისგან. ეს საშუალებას იძლევა მონაცემების დამუშავების საფუძველზე მივიღოთ უფრო სარწმუნო შედეგები, აგრეთვე მოვლენების, შემთხვევების, ფაქტების, სპეციალისტების მოსაზრებების ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ ახალი ინფორმაცია, რომლებიც მკვეთრად გამოთქმული არ იყო სპეციალისტების მიერ.

საექსპერტო შეფასების მეთოდების გამოყენებისას ჩნდება პრობლემები, მათგან ძირითადია: ექსპერტების არჩევა, ექსპერტების დაკითხვის წარმოება, დაკითხვის შედეგების დამუშავება, ექსპერტიზის პროცედურების ორგანიზაცია.

3.7.2. დიაგნოსტიკის და შეფასების პროცედურების ორგანიზაცია

დიაგნოსტიკის და შეფასების მეთოდის გამოყენებისას სამუშაოების ორგანიზაციის პირველ ეტაპს წარმოადგენს სახელმძღვანელო დოკუმენტის მომზადება და გამოცემა, რომელშიც ფორმულირებულია სამუშაოს მიზანი და მისი შესრულების ძირითადი მდგომარეობა. ამ დოკუმენტში ასახული უნდა იყოს შემდეგი საკითხები: ამოცანა-ექსპერიმენტის დაყენება; ექსპერიმენტის მიზნები; ექსპერიმენტის აუცილებლობის დასაბუთება; სამუშაოს შესრულების ვადები; მართვის ჯგუფის ამოცანა და შემადგენლობა; ჯგუფის მოვალეობები და უფლებები; სამუშაოების მატერიალური და ფინანსური უზრუნველყოფა.

ამ დოკუმენტის მომზადებისათვის, აგრეთვე მთელი სამუშაოს ხელმძღვანელობისათვის ინიშნება ხელმძღვანელი. მას ევალება მართვის ჯგუფის ფორმირება და მათი მუშაოების ორგანიზაციის პასუხისმგებლობა.

შექმნის შემდეგ მართვის ჯგუფი ანხორციელებს საექსპერტო ჯგუფის არჩევის სამუშაოებს შემდეგი თანმიმდევრობით: გადასაწყვეტი პრობლემების განმარტება; პრობლემასთან დაკავშირებული ქმედებების არეალის განსაზღვრა; სპეციალისტების შემადგენლობის ნაწილობრივი

განსაზღვრა ქმედების ყოველი არეალისათვის; სპეციალისტების წინასწარი სიის შედგენა მათი ადგილმდებარეობის გათვალისწინებით; სპეციალისტების ხარისხის შეფასება და ჯგუფში სპეციალისტების სიის დაზუსტება; სპეციალისტების თანხმობის მიღება სამუშაოში მონაწილეობის მიღებაზე; ჯგუფის საბოლოო სიის შედგენა.

ექსპერტების ჯგუფის ფორმირების პროცესის პარალელურად მართვის ჯგუფი ანხორციელებს ექსპერტთა დაკითხვის ორგანიზაციის და მეთოდის შემუშავებას. ამასთან წყდება შემდეგი საკითხები: დაკითხვის ჩატარების ადგილი და დრო; დაკითხვის ტურების რაოდენობა და ამოცანები; დაკითხვის ჩატარების ფორმა; დაკითხვის შედეგების ფიქსაციის და შეკრების მიმდევრობა, აუცილებელი დოკუმენტების შემადგენლობა.

მმართველი ჯგუფის სამუშაოს შემდეგ ეტაპს წარმოადგენს დაკითხვის მონაცემების დამუშავების ორგანიზაციის და მეთოდის განსაზღვრა. ამ ეტაპზე აუცილებელია განისაზღვროს დამუშავების ამოცანები და ვადები, პროცედურები და ალგორითმები და დამუშავების ჩატარების ძალები და საშუალებები.

სპეციალისტების დაკითხვის პროცესში და მათი შედეგების დამუშავებისას მართვის ჯგუფი ანხორციელებს სამუშაოების კომპლექსის შესრულებას შემუშავებული გეგმის შესაბამისად, აუცილებლობის შემთხვევაში ახდენს მათ კორექტირებას შემცველობის, ვადების და რესურსების უზრუნველყოფის მიხედვით.

მართვის ჯგუფისათვის დამამთავრებელ ეტაპს წარმოადგენს სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ამ ეტაპზე წარმოებს შეფასების შედეგების ანალიზი; ანგარიშის შედგენა; შედეგების განხილვა და მოწონება; დასრულებული სამუშაოების დასამტკიცებლად წარდგენა ექსპერტიზის შედეგების გაცნობა ორგანიზაციების და პირებისათვის.

საექსპერტო შეფასების სარწმუნოობა შეიძლება განსაზღვრული იყოს მხოლოდ პრობლემის პრაქტიკული გადაწყვეტის და მისი შედეგების ანალიზის საფუძველზე. ექსპერტების გამოყენება ზუსტადაც განპირობებულია იმით, რომ არ არსებობს ინფორმაციის მიღების სხვა საშუალებები. ამიტომ ექსპერტიზის სარწმუნოობის შეფასება შეიძლება განხორციელდეს, როგორც წესი, მხოლოდ აპოსტერიული (გამოცდის

შემდეგი) მონაცემებით. თუ ექსპერტიზა ხორციელდება სისტემატიურად ექსპერტების ერთიდაიგივე შემადგენლობით, მაშინ ჩნდება სტატიკური მონაცემების დაგროვების შესაძლებლობა ექსპერტების ჯგუფის სამუშაოს სარწმუნოების და სარწმუნოების მდგრადი რიცხვითი შეფასების მიღებით. ეს შეფასება შეიძლება გამოვიყენოთ აპრიორული მონაცემების სახით შემდგომი ექსპერტიზებისათვის ექსპერტების ჯგუფის შეფასების სარწმუნოებისათვის.

ჯგუფური საექსპერტო შეფასების სარწმუნოება დამოკიდებულია ჯგუფში ექსპერტების საერთო რიცხვზე, სხვადასხვა სპეციალისტების წილობრივ შემადგენლობაზე, ექსპერტების მახასიათებლებზე. სარწმუნოების ჩამოთვლილ ფაქტორებზე დამოკიდებულების ხასიათის განსაზღვრა წარმოადგენს ექსპერტების არჩევის პროცედურის კიდევ ერთ პრობლემას.

შერჩევისას რთულ პრობლემას წარმოადგენს ექსპერტის მახასიათებლების სისტემების ფორმირება, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ექსპერტიზის მსვლელობაზე და შედეგებზე. ეს მახასიათებლები უნდა ასახავდეს სპეციალისტების სპეციფიკურ თვისებებს და ექსპერტიზაზე გავლენის მქონე ადამიანებს შორის შესაძლო ურთიერთობებს. ექსპერტიზის მახასიათებლებისადმი მნიშვნელოვან მოთხოვნას წარმოადგენს ამ მახასიათებლების გაზომვადობა. ამასთან, ასევე მნიშვნელოვანია ექსპერტების არჩევის პროცედურის ორგანიზაცია, ე.ი. ექსპერტების არჩევის პროცესში შესასრულებელი სამუშაოების მკაცრი თანმიმდევრობის და მათი რეალიზაციისათვის აუცილებელი რესურსების განსაზღვრა.

ჯგუფში ექსპერტების მაქსიმალური რიცხვი მოწმდება ფინანსური რესურსების შეზღუდვაზე. სარწმუნოობას, ექსპერტების რაოდენობას და ხელფასზე ხარჯებს შორის დამოკიდებულების განსაზღვრის შემდეგ მმართველი ჯგუფი ხელმძღვანელობას წარუდგენს ამ ინფორმაციას და ახდენს გადაწყვეტილებების შესაძლო ალტერნატივების ფორმირებას. ასეთი ალტერნატივები შეიძლება იყოს საექსპერტო შეფასების შედეგების სარწმუნოების შემცირება ექსპერტების ხელფასის ხარჯების შეზღუდვის შესრულების უზრუნველყოფის დონემდე ან ექსპერტიზის სარწმუნოების საწყისი

მოთხოვნების შენარჩუნება და ექსპერტებზე გასაწევი ხარჯების გაზრდა.

ექსპერტების არჩევის შემდეგ ეტაპს წარმოადგენს ექსპერტების წინასწარი სიის შედგენა. მისი შედგენისას წარმოებს ექსპერტების ხარისხის ანალიზი. ექსპერტების ხარისხის გათვალისწინების გარდა, განისაზღვრება მათი ადგილმდებარეობა და ექსპერტიზაში სპეციალისტების მონაწილეობის შესაძლებლობა. ხარისხის შეფასებისას გათვალისწინებული იქნება იმ ადამიანების აზრი, რომლებიც კარგად იცნობენ ექსპერტების კანდიდატებს.

სიის შედგენისა და დამტკიცების შემდეგ ექსპერტებს დაეგზავნებათ უწყება საექსპერტო ჯგუფში მათი ჩართვის შესახებ. თუ საექსპერტო შეფასება წარმოებს ანკეტირების მეთოდით, მაშინ საექსპერტო ჯგუფში ჩართვის შესახებ უწყებებთან ერთად ყველა ექსპერტს დაეგზავნება ანკეტა, მათი შევსების აუცილებელი ინსტრუქციით. ექსპერტებისათვის ექსპერტიზაში მათი ჩართვის შესახებ შეტყობინების გაგზავნით სრულდება ექსპერტების არჩევის სამუშაო.

3.7.3. ინფორმაციის ფორმალიზება და შედარების შკალები

სპეციალისტებისგან მიღებული ინფორმაციის რაციონალური გამოყენება შესაძლებელია მისი ისეთ ფორმაში მოყვანის პირობით, რომელიც მოსახერხებელი იქნება შემდგომი ანალიზისათვის, რაც მიმართულია გადაწყვეტების მომზადებისა და მიღებისაკენ. ინფორმაციის ფორმალიზაციის შესაძლებლობები დამოკიდებულია გამოსაკვლევი ობიექტის სპეციფიკურ განსაკუთრებულობებზე, არსებული მონაცემების საიმედოობაზე და სისრულეზე, გადაწყვეტების მიღების დონეზე.

ექსპერტებისაგან მიღებული ინფორმაციის ფორმალიზება მიმართული უნდა იყოს ისეთი ტექნიკური და სამეურნეო ამოცანების მომზადებაზე, რომლებიც შეიძლება გადაწყდეს მათემატიკურად.

პერსპექტივების ანალიზისას აუცილებელია არა მხოლოდ იმ ინფორმაციის ნაწილის არაპირდაპირი სახით წარმოდგენა, რომელიც

არ ემორჩილება რაოდენობრივ გაზომვას, და არა მხოლოდ გამოვსახოთ ასეთი შეფასების დახმარებით რაოდენობრივად გაზომვადი ინფორმაცია, რომლებზეც გადაწყვეტილების მომზადების მომენტში არ არის საკმარისად საიმედო მონაცემები. უმთავრესია – ამ ინფორმაციის ისე ფორმალიზება, რომ გადაწყვეტილების მიმღებს დაეხმაროს მრავალი ქმედებიდან აირჩეს ერთი ან რამდენიმე, რომლებიც უპირატესი იქნება ზოგიერთი კრიტერიუმიდან გამომდინარე.

თუ ექსპერტის შეუძლია შეადაროს და შეაფასოს ქმედების შესაძლო ვარიანტები, მიანოჭოს მათ განსაზღვრული რიცხვი ე.ი. ის ფლობს უპირატესობის გარკვეულ სისტემას. იმაზე დამოკიდებულებით, თუ რომელი შკალის მიხედვით შეიძლება იყოს დანიშნული ის უპირატესობები, საექსპერტო შეფასებები შეიცავენ ინფორმაციის დიდ ან მცირე მოცულობას და ფლობენ ფორმალიზაციის უნარს.

გამოსაკვლევო ობიექტები ან მოვლენები შეიძლება ამოვიცნოთ ან განვასხვავოთ ნიშნების ან ფაქტორების საფუძველზე. ფაქტორები ესაა სიმრავლე, შედგენილი ორი ელემენტისაგან მაინც, რომელიც ასახავს ზოგიერთი განსახილველი სიდიდის სხვადასხვა დონეს. ზოგიერთი ფაქტორის დონე შეიძლება გამოსახული იქნეს რაოდენობრივად (ლარებში, პროცენტებში, კვადრატულ მეტრებში და სხვა) – ასეთ ფაქტორებს ეწოდებათ რაოდენობრივი. სხვათა დონე არ შეიძლება გამოისახოს რიცხვების საშუალებით, მათ უწოდებენ ხარისხობრივს.

ფაქტორებს პირობითად ყოფენ დისკრეტულად და უწყვეტად. დისკრეტულს წარმოადგენენ ფაქტორები, რომელთაც აქვთ განსაზღვრული, ჩვეულებრივი მცირე დონის რიცხვი. ფაქტორები, რომელთა დონე განიხილება, როგორც უწყვეტი სიმრავლის წარმომქმნელი იწოდება უწყვეტად. მიზნებზე და ანალიზის შესაძლებლობებზე დამოკიდებულებით ერთიდაიგივე ფაქტორები შეიძლება იყვნენ დისკრეტულიც და უწყვეტიც.

განვიხილოთ ძირითადი ლოგიკური აქსიომები, რომლებიც გამოიყენება საექსპერტო მეთოდებში ინფორმაციის ფორმალიზაციის სხვადასხვა შკალების მეშვეობით.

ნომინალური შკალების გამოყენებისას გამოსაკვლევი ობიექტი შეიძლება ამოვიცნოთ და განვასხვავოთ იდენტიფიკაციის სამი აქსიომის საფუძველზე:

1. i ან არის j , ან არ არის j ;
2. თუ i არის j , მაშინ j არის i ;
3. თუ i არის j და j არის k , მაშინ i არის k ;

ფაქტორები ამ შემთხვევაში გამოდიან როგორც ასოციატური მახვენებლები, რომლებიც ფლობენ ინფორმაციას, რომელთა ფორმალიზება შესაძლებელია ორი დონის ბინარული შეფასების სახით: 1 (იდენტური) ან 0 (განსხვავებული).

შემთხვევებში, როდესაც გამოსაკვლევი ობიექტი შედარების შედეგად შეიძლება განვათავსოთ განსაზღვრული მიმდევრობით ამა თუ იმ არსობრივი ფაქტორის (ფაქტორების) გათვალისწინებით, გამოიყენება **მიმდევრობითი შკალები**, რომლებიც საშუალებას იძლევა დავადგინოთ თანაბარდებულება ან დომინირება.

ვივარაუდოთ, რომ აუცილებელია განსაზღვრული მიმდევრობით განვათავსოთ n ობიექტები რომელიმე ფაქტორის (კრიტერიუმის) მიხედვით. ეს მიმდევრობა წარმოვადგინოთ მატრიცის სახით $A(a_{ij})$, სადაც $i, j = 1, 2, \dots, n$.

სიდიდეები a_{ij} ადგენენ ობიექტებს შორის შეფარდებებს და განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$a_{ij} = \begin{cases} +1, & \text{თუ } ij - \text{ზე უპირატესია} \\ -1, & \text{თუ } ji - \text{ზე უპირატესია} \\ 0, & \text{თუ } ij \text{ თანაბარზომიერია} \end{cases}$$

დავადგინოთ მიმდევრობის პირობის დაცვისათვის აუცილებელი ძირითადი აქსიომები. თანაფარდობა $a_{ij} = +1$, i -ზე უპირატესობის აღმნიშვნელი, უნდა იყოს ასიმეტრიული, ანუ თუ $a_{ij} = +1$, მაშინ $a_{ji} = -1$ – ტრანზიტული ანუ თუ $a_{ji} = +1$, $a_{jk} = +1$, მაშინ $a_{ij} = -1$.

თანაფარდობა $a_{ij} = 0$, i და j -ს თანაბარზომიერობის აღმნიშვნელი, იწოდება ეკვივალენტურობის თანაფარდობად. ასეთი შეფარდება უნდა იყოს:

რეფლექსური ანუ $a_{ij} = 0$;

სიმეტრიული ანუ თუ $a_{ij} = 0$, მაშინ $a_{ji} = 0$;

ტრანზიტული ანუ თუ $a_{ij} = 0$ და $a_{jk} = 0$, მაშინ $a_{ik} = 0$.

ამას გარდა, ეს ორი თანაფარდობა უნდა იყოს შეთავსებადი ანუ თუ $a_{ij} = +1$ და $a_{jk} = 0$, მაშინ $a_{ik} = +1$, აგრეთვე თუ $a_{ij} = 0$ და $a_{jk} = +1$, მაშინ $a_{ik} = 0$.

და საბოლოოდ მიმდევრობა უნდა იყოს დაკავშირებული (შეკრული) ანუ ნებისმიერ i და j -სთვის, ან $a_{ij} = +1$, ან $a_{ij} = -1$ ან $a_{ij} = 0$.

მიმდევრობითი შკალების გამოყენება საშუალებას იძლევა განვასხვავოთ ობიექტები იმ შემთხვევებშიც კი, როდესაც ფაქტორები (კრიტერიუმი) არ არის მოცემული ნათლად ანუ როდესაც ჩვენ არ ვიცით შედარების ნიშანი, მაგრამ შეგვიძლია ნაწილობრივ ან მთლიანად მოვაწესრიგოთ ობიექტები უპირატესობის სისტემის საფუძველზე, რომელსაც ფლობს სპეციალისტი (ექსპერტი).

ნებისმიერი სიმრავლე A -ს შეიძლება ვუწოდოთ მოწესრიგებული, თუ მისი ნებისმიერი ორი ელემენტისათვის x და y დადგენილია, ზოგჯერ x უსწრებს y -ს, ზოგჯერ კი y უსწრებს x -ს. ზოგჯერ შეუძლებელია დადგინდეს მკაცრი წინსწრება სიმრავლის ყველა ელემენტისათვის, მაგრამ შესაძლებელია მოვახდინოთ „ჯგუფური“ მოწესრიგება, როდესაც მოწესრიგებული იქნება თანაბარზომიერი ელემენტების ქვესიმრავლეები. შემდგომ შეიძლება დაისახოს ამ ქვესიმრავლეების შედარების და მოწესრიგების ამოცანა.

მიმდევრობითი შკალების გამოყენება საშუალებას იძლევა მოხდეს ექსპერტებისაგან მიღებული შეფასებების გარდაქმნა, რომლებიც შეესაბამებიან ყველა მონოტონურად მზარდ ფუნქციას. მაგალითად, დადებითი შეფასებები შეიძლება ჩანაცვლებული იყოს მათი კვადრატებით, ან ლოგარითმებით, ან სხვა ნებისმიერი მონოტონურად მზარდი ფუნქციით.

ექსპერტებისაგან მიღებული შეფასებების ფორმალიზაციისათვის ხშირად იყენებენ *ინტერვალურ შკალებს*. ამ მიზნებისათვის ასეთი შკალების გამოყენებისას შეიძლება თითქმის ყველა ჩვეულებრივი სტატიკური ზომა. გამონაკლისს წარმოადგენს ის ზომები, რომლებიც

ითვასლისწინებენ შკალის „ჭეშმარიტ“ ნულოვან ცოდნას, რომელიც აქ შეყვანილია პირობითად.

ინტერვალური შკალები ვარაუდობენ ერთი შკალიდან მიღებული შეფასებების ტრანსფორმაციას მეორე შკალის შეფასებებში $x' = ax + b$ დონების დახმარებით.

ინტერვალების შკალაზე მნიშვნელობებს შორის სხვადასხვაობა დგება შეფარდების შკალებზე ზომებით ანუ ჩვეულებრივ ციფრულ შკალაზე, რადგანაც გამოთვლის შედეგებიდან შეიძლება ამოვიღოთ მუდმივი შესაკრები b .

რიგ შემთხვევებში საექსპერტო შეფასებების ფორმალიზაციისას გამოიყენება ადიტურობის თვისება, რომლებიც დამახასიათებელია მხოლოდ შეფარდების შკალებისათვის. ადიტურობის არსებობა გამოისახება შემდეგი აქსიომებით:

1. თუ $j = a$ და $i > 0$, მაშინ $i + j > a$;
2. $i + j = j + i$;
3. თუ $i = a$ და $j = b$, მაშინ $i + j = a + b$;
4. $(i + j) + k = i + (j + k)$.

ჩვეულებრივი სიტუაცია, როდესაც აუცილებელია გადაწყვეტილების მიღება ადიტურობის გათვალისწინებით, მდგომარეობს იმაში, რომ არსებობს რამოდენიმე ხარისხიანი ფაქტორი (ორი მაინც). კონკრეტული ობიექტის მახასიათებელი რამოდენიმე ფაქტორის არსებობისას, არსებობს ობიექტების კავშირის მრავალი რეალური თვისება და ტიპი.

გამოსკვლევით პრობლემის ხასიათზე და მიზანზე დამოკიდებულებით ფაქტორები, რომელთა მიხედვით განირჩევიან (განსხვავდებიან) ობიექტები, შეიძლება რაოდენობრივად იყვნენ შედარებითი, არაშედარებითი, ნაწილობრივ შედარებითი (ანუ არა ნებისმიერი ნებისმიერთან, არამედ მხოლოდ ზოგიერთი მათგანი), მოწესრიგებულნი მათი მნიშვნელოვანობის დონის მიხედვით და ა.შ. სხვადასხვა ფაქტორების არათავსებადობა გამოწვეულია არა მხოლოდ სხვადასხვა ერთეულების გამოყენების აუცილებლობით, არამედ იმითაც, რომ ყოველი ფაქტორი, გამოხატავს რა განსაზღვრულ თვისებას, ერთდროულად წარმოადგენს მოცემულ თვისებასთან

მიღებული გადაწყვეტილებებიდან გამომდინარე ურთიერთობის შეფასებას.

პრაქტიკაში მის ყოველ დონეზე ხშირად ჩნდება სიტუაციები, როდესაც აუცილებელია გადაწყვეტილების მიღება ყველა ფაქტორის გათვალისწინებით. საკითხავია, რომელი ფაქტორები უნდა ჩაითვალოს უფრო მეტად მნიშვნელოვნად. ეს დამოკიდებულია გადაწყვეტილების ობიექტის ხარისხობრივ დამოკიდებულებებზე და მიზნებზე, რომლებსაც უნდა პასუხობდნენ ეს გადაწყვეტილებები.

მაგალითად, გეგმის რამოდენიმე ვარიანტის ან ორგანიზაციულ-ტექნიკური ვარიანტების განხილვისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ დროის, ხარჯების, ტექნიკური და სოციალური შედეგების, ეკონომიკური ეფექტურობის და სხვა ფაქტორები. ჩვეულებრივ ფაქტორების სხვადასხვაობა უნდა მოვიყვანოთ ერთმნიშვნელოვან კომპლექსურ შეფასებასთან, ამასთან უფრო მოსახერხებელ და გავრცელებულ ასეთ შეფასებას წარმოადგენს ფულადი ფაქტორი.

თუმცა, რამდენადაც ნებისმიერი გადაწყვეტილების შედეგები, განსაკუთრებით გადაწყვეტილებები დაკავშირებული ექსპლუატაციის უსაფრთხოებასთან, გადიან ღირებულებითი მანქვენებლების საზღვრებიდან, აუცილებელია განზომილებები, რომლებიც ახასიათებენ მნიშვნელოვნებას, ამა თუ იმ ფაქტორის (ან მათი კომპლექსის) სასარგებლოებას. თუმცა ასეთი განზომილებების საკმარისად დასაბუთებული ფორმალიზებული სისტემის შექმნის საკითხი ჯერ კიდევ შორსაა საბოლოო გადაწყვეტილებისაგან, შესაძლებელია ზოგიერთი საერთო შტრიხის მითითება, რომლებიც უზრუნველყოფენ ამ პროცესის ფორმალიზაციასთან მიდგომას და ამა თუ იმ ლოგიკურ-მათემატიკური აპარატის გამოყენებას.

იმ შემთხვევებში, როდესაც ყველა ფაქტორს ნიშნავენ ზოგიერთი შემუშავებული ნომინალური სკალის მიხედვით (ანუ ამ სკალის მიხედვით ნიშნავენ ზოგიერთ ნიშანს „ა“ და ელემენტების საწყის სიმრავლეს „M“), მაშინ მიზანი მდგომარეობს ელემენტების ქვესისტემის $M_{(a)}$ არჩევანში, რომლებიც ფლობენ ამ ნიშნებს. ასეთ შემთხვევებში წარმოების ელემენტების შედარება, უფრო ზუსტად, მათი თვისებების შედარება, ნიშანი-ელემენტი, ხოლო შედეგი – სიმრავლის გაყოფა,

შეიძლება განვიხილოთ როგორც მოწესრიგებული ორელემენტური სკალის მიხედვით, რომლის მიხედვითაც ყოველ ელემენტს მიენიჭება ბალი, ტოლი ნულის ან ერთის.

შემთხვევებში, როდესაც ფაქტორები დანიშნულია მოწესრიგებული სკალის მიხედვით ან რამოდენიმე მოწესრიგებული სკალის მიხედვით. მიზანი მდგომარეობს საწყისი ელემენტების მოწესრიგებაში, ექსპერტების დახმარებით ფარული მოწესრიგებულობის გამოვლენაში, რომელიც, სავარაუდოდ მიეკუთვნება ამ სიმრავლეს. ამ ამოცანის გადაწყვეტის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს დაშვება ტრანზიტულობაზე. რაც უფრო სრულია მოწესრიგებული ელემენტები, მით უფრო მარტივია ლოგიკურ-მათემატიკური და კომბინატორული მეთოდების გამოყენება ასეთი ამოცანების გადასაწყვეტად.

მომზადებისა და გადაწყვეტილების მიღების ეტაპზე ამა თუ იმ ფაქტორის არსზე და მნიშვნელოვნებაზე დამოკიდებულებით შეიძლება გამოყენებული იქნას სხვადასხვა სკალები. ისეთი ფაქტორები, როგორცაა ხარჯები, მოგება, დრო, შეიძლება შეფასებული იქნას მოწესრიგებული ან ინტერვალური შკალით (ლარებში, დღეებში, პროცენტებში ან პირობით ერთეულებში). გამოსყიდვის ფასის ან შედარების ეფექტურობის ვარიანტების შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას ინტერვალური სკალა; ხარისხობრივი ან სოციალური ფაქტორები შეიძლება შეფასდეს მიმდევრობითი ან ნომინალური სკალით.

3.7.4. მიღებული შედეგების დამუშავება

ექსპერტების ჯგუფების დაკითხვის ჩატარების შემდეგ ხორციელდება შედეგების დამუშავება. დამუშავებისათვის საწყის ინფორმაციას წარმოადგენს რიცხვითი მონაცემები, რომლებიც გამოხატავენ ექსპერტების მოსაზრებებს და ამ მოსაზრებების შემცველობითი დასაბუთება. დამუშავების მიზანს წარმოადგენს გაგრძობილი მონაცემების და ახალი ინფორმაციის მიღება, რომლებიც საექსპერტო შეფასებაში ფარული ფორმით შედის. დამუშავების შედეგების საფუძველზე ფორმირდება პრობლემის გადაწყვეტა.

როგორც რიცხვითი მონაცემების არსებობა, ასევე სპეციალისტების გამონათქვამების შემცველობა საჭიროებს ჯგუფური შეფასების შედეგების დამუშავების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მეთოდების გამოყენების აუცილებლობას. ამ მეთოდების კუთრი წონა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული პრობლემის კლასზე, რომელიც წყდება საექსპერტო შეფასებით.

პირველი კლასის პრობლემების გადაწყვეტისას (არსებობს ცოდნის და ინფორმაციის საკმარისი დონე) ექსპერტები განიხილებიან როგორც კარგები საშუალო ამოცანებში. „კარგები საშუალოში“ ტერმინში იგულისხმება გაზომვის ისეთი შედეგების მიღების შესაძლებლობა, რომლებიც ახლოა ჭეშმარიტებასთან. მრავალი ექსპერტისათვის მათი მოსაზრებები ჯგუფდება ჭეშმარიტი მნიშვნელობების ახლოს. აქედან გამომდინარე პირველი კლასის პრობლემების ჯგუფური საექსპერტო შეფასების შედეგების დამუშავებისათვის წარმატებით გამოიყენება მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდები, რომლებიც ეფუძნებიან გასაშუალებულ მონაცემებს.

მეორე კლასის პრობლემები (რომელთა გადაწყვეტისათვის ჯერ კიდევ არ არის დაგროვილი საკმარისი საინფორმაციო პოტენციალი) უფრო რთულია, და ამასთან დაკავშირებით ექსპერტების მოსაზრება, რომელიც ძლიერ განსხვავდება დანარჩენი ექსპერტების მოსაზრებისაგან, შეიძლება აღმოჩნდეს ჭეშმარიტი. ცხადია, რომ ჯგუფური საექსპერტო შეფასების გასაშუალოებული შედეგების მეთოდების გამოყენებამ მეორე კლასის პრობლემების გადასაჭრელად შეიძლება მიგვიყვანოს დიდ შეცდომებთან. ამიტომ ექსპერტების დაკითხვის შედეგების დამუშავება ამ შემთხვევაში უნდა ემყარებოდეს არა გასაშუალოების პრინციპს, გამოყენების მეთოდებს, არამედ ხარისხობრივი ანალიზის მეთოდებს.

ვითვალისწინებთ რა, რომ პირველი კლასის პრობლემები არის უფრო მეტად გავრცელებული შეფასების პრაქტიკაში, ძირითადი ყურადღება ეთმობა ზუსტად პირველი კლასის პრობლემების ექსპერტიზის შედეგების დამუშავების მეთოდს. შეფასების მიზნებზე და

გაზომვის არჩეულ მეთოდებზე დამოკიდებულებით დაკითხვის შედეგების დამუშავებისას ჩნდება შემდეგი ძირითადი საკითხები:

- ექსპერტის ინდივიდუალური შეფასების საფუძველზე ობიექტების გაგრცობილი შეფასების აგება;
- ყოველი ექსპერტის მიერ ობიექტების წყვილი შეფასების საფუძველზე გაგრცობილი შეფასების აგება;
- ობიექტების ფარდობითი წონის განსაზღვრა;
- ექსპერტების მოსაზრებების შეთანხმებულობის განსაზღვრა;
- დამუშავების შედეგების საიმედოობის შეფასება.

ექსპერტების ინდივიდუალური შეფასების მიხედვით ობიექტების გაგრცობილი შეფასების აგების ამოცანები ჩნდება ჯგუფური საექსპერტო შეფასებისას. მისი გადაწყვეტა დამოკიდებულია ექსპერტების მიერ გაზომვის მეთოდების გამოყენებაზე.

მრავალი ამოცანის გადაწყვეტისას არასაკმარისია ობიექტების მოწესრიგების განხორციელება ერთი მაჩვენებლის ან მაჩვენებლების ზოგიერთი ერთობლიობის მიხედვით. სასურველია გვქონდეს რიცხვითი მნიშვნელობები ყოველი ობიექტისათვის, რომლებიც განსაზღვრავენ მის მნიშვნელოვნებას სხვა ობიექტებთან შედარებით. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, მრავალი ამოცანისათვის აუცილებელია ობიექტების შეფასების ქონა, რომლებიც არა მხოლოდ ანხორციელებენ მათ მოწესრიგებას, არამედ საშუალებას იძლევიან განისაზღვროს ერთი ობიექტის უპირატესობა მეორესთან მიმართებაში. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად შესაძლებელია უშუალოდ გამოვიყენოთ უშუალო შეფასების მეთოდი. თუმცა ეს ამოცანა განსაზღვრული პირობებისას შეიძლება გადაწყვეტილი იქნას ექსპერტების შეფასებების დამუშავებით.

ექსპერტების მოსაზრებების შეთანხმებულობის განსაზღვრა წარმოებს რიცხვითი ზომების გამოთვლის გზით, რომლებიც ახასიათებს ინდივიდუალურ მოსაზრებას მიახლოების ხარისხში. შეთანხმებულობის ზონის მნიშვნელობის ანალიზი საშუალებას იძლევა გამომუშავებული იქნას გადასაწყვეტი ამოცანის შესახებ ცოდნის საერთო დონეზე სწორი მოსაზრებები და გამოვლენილი იქნას ექსპერტების მოსაზრებების ჯგუფურობა. მოსაზრებების ჯგუფურობის მიზეზების ხარისხობრივი ანალიზი საშუალებას იძლევა დადგინდეს

სხვადასხვა შეხედულებების, კონცეფციების არსებობა, გამოვლინდეს სამეცნიერო შკალები, განისაზღვროს პროფესიონალური საქმიანობის ხასიათი და ა.შ. ყველა ეს ფაქტორი საშუალებას იძლევა უფრო ღრმად გავიაზროთ ექსპერტების წარმოდგენილი შედეგები.

შეფასების შედეგების დამუშავებით შეიძლება განისაზღვროს სხვადასხვა ექსპერტების რანჟირებას შორის დამოკიდებულება და ამასთან დადგინდეს ექსპერტების მოსაზრებებს შორის საერთოობა და განსხვავებულობა. მნიშვნელოვან როლს თამაშობს აგრეთვე ობიექტის შედარების სხვადასხვა მაჩვენებლების მიხედვით რანჟირებებს შორის დამოკიდებულების დადგენა. ასეთი დამოკიდებულებების გამოვლენა საშუალებას იძლევა გამოვაჩინოთ შედარების დაკავშირებული მაჩვენებლები და შესაძლებელია განვახორციელოთ მათი ჯგუფდებალობა კავშირის ხარისხის მიხედვით. პრაქტიკისათვის დამოკიდებულების განსაზღვრის ამოცანის მნიშვნელოვნება ცხადია, მაგალითად, თუ შედარების მაჩვენებლები წარმოადგენენ სხვადასხვა მიზანს, მაშინ რანჟირებებს შორის ურთიერთკავშირი, მიზნების მიღწევის მოსაზრებით მოწესრიგების საშუალება, საშუალებას იძლევა დასაბუთებულად გაეცეს პასუხი ერთი მიზნის მიღწევის რა ხარისხი იძლევა საშუალებას მოცემული საშუალებების მიხედვით მიღწეულ იქნეს სხვებიც.

შეფასებები, მიღებული დამუშავების საფუძველზე, წარმოადგენენ შემთხვევით ობიექტებს, ამიტომ დამუშავების პროცედურის ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას წარმოადგენს მათი სანდოობის განსაზღვრა. ამ ამოცანის გადაწყვეტას უნდა დაეთმოს შესაბამისი ყურადღება.

ექსპერტიზის შედეგების დამუშავება არის შრომატევადი პროცესი. მათი საიმედოობის მაჩვენებლების და შეფასების ხელით გამოთვლის ოპერაციების შესრულება დაკავშირებულია დიდ შრომით დანახარჯებთან, მოწესრიგების უბრალო ამოცანების გადაწყვეტის დროსაც კი. ამასთან დაკავშირებით მიზანშეწონილია კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მათი გამოყენებისას ჩნდება მანქანური პროგრამების შემუშავების საჭიროება, რომლებიც მოახდენენ საქსპერტო შეფასების შედეგების დამუშავების ალგორითმების რეალიზებას.

ობიექტების ჯგუფური შეფასება. განვიხილოთ მრავალი ობიექტის საექსპერტო შეფასების შედეგების დამუშავების ალგორითმები. დავუშვათ, რომ m ექსპერტებმა მოახდინეს n ობიექტების შეფასება ℓ მაჩვენებლების მიხედვით. შეფასების შედეგები წარმოდგენილია x_{ij}^h სიდიდის სახით, სადაც: j – ექსპერტის ნომერია; i – ობიექტის ნომერია, h – შედარების მაჩვენებლის (ნიშნის) ნომერია. თუ ობიექტის შეფასება ნაწარმოებია რანჟირების მეთოდით, მაშინ სიდიდეები x_{ij}^h წარმოადგენენ რანგებს. თუ ობიექტების შეფასება შესრულებულია უშუალო შეფასების მეთოდით ან მიმდევრობითი შედარების მეთოდით, მაშინ სიდიდე x_{ij}^h წარმოადგენს რიცხვს რიცხვითი ღერძის ზოგიერთი მონაკვეთიდან ან ბალებს. შეფასების შედეგების დამუშავება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული გაზომვის განხილულ მეთოდებზე.

განვიხილოთ შემთხვევები, როდესაც სიდიდეები x_{ij}^h ($i = 1, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m; h = 1, 2, \dots, \ell$) მიღებულია უშუალო შეფასების მეთოდებით ან მიმდევრობითი შედარების მეთოდებით ანუ X_{ij}^h წარმოადგენს რიცხვებს ან ბალებს. ამ შემთხვევაში ობიექტების ჯგუფური შეფასების მიღებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ შეფასების საშუალო მნიშვნელობა ყოველი ობიექტისათვის:

$$x_i = \sum_{h=1}^{\ell} \sum_{j=1}^m q_h x_{ij}^h k_j \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (3.1)$$

სადაც: q_h – ობიექტების შედარების წონების კოეფიციენტები;

k_j – ექსპერტის კომპეტენტურობის კოეფიციენტები.

ექსპერტების კომპეტენტურობის და მაჩვენებლების წონების კოეფიციენტები წარმოადგენენ ნომინალურ სიდიდეებს:

$$\sum_{h=1}^{\ell} q_h = 1; \sum_{j=1}^m k_j = 1, \quad (3.2)$$

მაჩვენებლების წონების კოეფიციენტები შეიძლება განსაზღვრული იქნას საექსპერტო გზით. თუ q_{hj} – h მაჩვენებლის წონის კოეფიციენტი, რომელიც მოცემულია j ექსპერტის მიერ, მაშინ მაჩვენებლის წონის საშუალო კოეფიციენტი h ყველა ექსპერტის მიხედვით ტოლია:

$$q_h = \sum_{j=1}^m q_{hj} k_j \quad (h = 1, 2, \dots, \ell), \quad (3.3)$$

ჯგუფური საექსპერტო შეფასების მიღება ინდივიდუალური შეფასებების დაჯამების გზით კომპეტენტურობის წონებით და მაჩვენებლების მნიშვნელოვნებით ობიექტების თვისებების ცვლილებისას კარდინალურ შკალებში ემყარება ვარაუდს ფონ ნომან-მორგენშტერნის სასარგებლოების თეორიის აქსიომების შესრულებას, როგორც ინდივიდუალური ისე ჯგუფური შეფასებისა და ჯგუფში ობიექტის გამოურჩევლობის პირობებისათვის, თუ ისინი არ განირჩევიან ყველა ინდივიდუალურ შეფასებაში. რეალურ ამოცანებში ეს პირობები, როგორც წესი, სრულდება, ამიტომ ობიექტების ჯგუფური შეფასების წონებთან აჯამების გზით ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში.

ექსპერტების კომპეტენტურობის კოეფიციენტები შეიძლება გამოითვალოს აპოსტერიორული მონაცემების მიხედვით, ანუ ობიექტების შეფასების შედეგების მიხედვით. ამ გამოთვლის ძირითად იდეას წარმოადგენს ვარაუდი იმის შესახებ, რომ ექსპერტების კომპეტენტურობა უნდა ფასდებოდეს შეთანხმებულობის ხარისხის მიხედვით მათი შეფასება ობიექტების ჯგუფურ შეფასებასთან.

ექსპერტების კომპეტენტურობის კოეფიციენტების გამოთვლის ალგორითმს აქვს რეკურენტული პროცედურის სახე:

$$x_i^t = \sum_{j=1}^m x_{ij} k_j^{t-1} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (3.4)$$

$$\lambda^t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} x_i^t \quad (t = 1, 2, \dots), \quad (3.5)$$

$$k_j^t = \frac{1}{\lambda^t} \sum_{i=1}^n x_{ij} x_i^t; \quad \sum_{j=1}^m k_j^t = 1 \quad (j = 1, 2, \dots, m), \quad (3.6)$$

გამოთვლა იწყება $t = 1$ -დან ფორმულაში (3.4) კომპეტენტურობის კოეფიციენტების საწყისი მონაცემები მიიღება ერთნაირი და $k_j^0 = 1/m$ -ის ტოლი. მაშინ ფორმულის (3.4) მიხედვით პირველი მიახლოების ობიექტების ჯგუფური შეფასებები ტოლია ექსპერტების შეფასების საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობებისა

$$x_i^1 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (3.7)$$

შემდეგ გამოითვლება სიდიდე λ^1 ფორმულის (3.7) მიხედვით:

$$\lambda^1 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} x_i^1, \quad (3.8)$$

და პირველი მიახლოების კომპეტენტურობის კოეფიციენტების მნიშვნელობა ფორმულის (3.6) მიხედვით:

$$k_j^1 = \frac{1}{\lambda^1} \sum_{i=1}^n x_{ij} x_i^1, \quad (3.9)$$

პირველი მიახლოების კომპეტენტურობის კოეფიციენტების გამოყენებით შეიძლება გავიმეოროთ გამოთვლის მთელი პროცესი (3.4), (3.5), (3.6) ფორმულების მიხედვით და მივიღოთ x_i^2 , λ^2 , k_j^2 სიდიდეების მეორე მიახლოება.

ობიექტების შეფასების და კომპეტენტურობის კოეფიციენტის გამოთვლის რეკურენტული პროცედურების გამეორება სვავს კითხვას მისი მსგავსობის შესახებ. ამ საკითხის განხილვისათვის ფორმულიდან (3.4), (3.6) გამოვრიცხოთ ცვლადი k_j^{t-1} და x_j^t და ეს ტოლობა წარმოვადგინოთ ვექტორული ფორმით:

$$x^t = \frac{1}{\lambda^{t-1}} B x^{t-1}; \quad k^t = \frac{1}{\lambda^t} C k^{t-1} (t = 1, 2, \dots), \quad (3.10)$$

სადაც მატრიცები B სიდიდით $n \times n$ და C სიდიდით $m \times m$ ტოლია

$$B = X X', \quad C = X' X, \quad X = \|x_{ij}\|, \quad (3.11)$$

სიდიდე λ^t ტოლობაში (3.10) განისაზღვრება ფორმულის (3.5) მიხედვით.

თუ მატრიცები B და C დადებითია და არა შლადი, მაშინ როგორც ეს გამომდინარეობს პერონ-ფრობენიუსის თეორიიდან, $t \rightarrow \infty$ დროს ვექტორები x^t და k^t ემთხვევა B და C მატრიცის საკუთარ ვექტორებს, რომლებიც შეესაბამებიან ამ მატრიცების საკუთარ მაქსიმალურ რიცხვებს.

$$x = \lim_{t \rightarrow \infty} x^t, \quad k = \lim_{t \rightarrow \infty} k^t, \quad (3.12)$$

x და k ვექტორების ზღვრული მნიშვნელობები შეიძლება გამოვთვალოთ ტოლობიდან

$$\begin{aligned} Bx &= \lambda_B x, & \sum_{i=1}^n x_i &= 1, & |B - \lambda_B E| &= 0 \\ Ck &= \lambda_C k, & \sum_{j=1}^m k_j &= 1, & |C - \lambda_C E| &= 0 \end{aligned} \quad (3.13)$$

სადაც λ_B , λ_C – B და C მატრიცების მაქსიმალური საკუთარი რიცხვები.

B და C მატრიცების დადებითობის პირობა იოლად სრულდება x_{ij} დადებითი ელემენტების არჩევით, ექსპერტების მიერ ობიექტების შეფასების x მატრიციდან.

B და C მატრიცების დაუშლელობის პირობა პრაქტიკულად სრულდება, რამდენადაც, თუ ეს მატრიცები დაშლადია, მაშინ ეს აღნიშნავს, რომ ექსპერტები და ობიექტები იყოფიან დამოუკიდებელ ჯგუფებად. ამასთან ექსპერტების ყოველი ჯგუფი აფასებს მხოლოდ

თავისი ჯგუფის ობიექტებს. ცხადია, რომ ამ შემთხვევაში ჯგუფური შეფასების მიღებას აზრი არ აქვს. ამგვარად B და C მატრიცების დადებითობის და დაუშლელობის პირობა და შესაბამისად (3.4), (3.5), (3.6) პროცედურების თანხვედრის პირობა პრაქტიკულ პირობებში სრულდება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ობიექტების ჯგუფური შეფასების და კომპეტენტურობის კოეფიციენტის ვექტორების პრაქტიკული გამოთვლა უფრო მარტივად სრულდება რეკურენტული ფორმულების (3.4), (3.5), (3.6) მიხედვით. ამ ვექტორების ზღვრული მნიშვნელობების განსაზღვრა (3.13) ტოლობის მიხედვით მოითხოვს კომპიუტერული ტექნოლოგიის გამოყენებას.

3.7.5. სპეციალისტების (ექსპერტების) მოსაზრებების შეფასება

ობიექტების რანჟირებისას ექსპერტები ჩვეულებრივ ვერ თანხმდებიან მოსაზრებებში გადასაწყვეტი პრობლემის მიხედვით. ამასთან დაკავშირებით ჩნდება ექსპერტების თანხმობის ხარისხის რაოდენობრივი შეფასების აუციებლობა. ექსპერტების მოსაზრებების შეთანხმებულობის რაოდენობრივი ზომის მიღება საშუალებას იძლევა უფრო დასაბუთებულად მოხდეს მოსაზრებების შეუთანხმებლობის მიზეზების ინტერპრეტირება.

დღეისათვის ცნობილია ექსპერტების ჯგუფების მოსაზრებების შეთანხმებულობის ორი ზომა: კონკორდაციის დისპერსიული და ენტროპიული კოეფიციენტები.

კონკორდაციის დისპერსიული კოეფიციენტი. განვიხილოთ n ობიექტების რანჟირების შედეგების მატრიცა m ექსპერტებისაგან შემდგარი ჯგუფის მიერ $\|r_{ij}\| (j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n)$, სადაც r_{ij} – j ექსპერტის მიერ i -ურ ობიექტზე მინიჭების რანგია. შევადგინოთ რანგების ჯამი ყოველი სვეტისათვის. შედეგად მივიღებთ ვექტორს კომპონენტებით:

$$r_i = \sum_{j=1}^m r_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (3.14)$$

სიდიდე r_i განვიხილოთ, როგორც შემთხვევითი სიდიდის რეალიზაცია და ვიპოვოთ დისპერსიის შეფასება. როგორც ცნობილია შეცდომების საშუალო კვადრატის მინიმუმის კრიტერიუმის მიხედვით დისპერსიის ოპტიმალური შეფასება განისაზღვრება ფორმულით:

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - r)^2, \quad (3.15)$$

სადაც r – მათემატიკური მოლოდინის შეფასებაა, რომელიც ტოლია

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i, \quad (3.16)$$

კონკორდაციის დისპერსიული კოეფიციენტი განისაზღვრება, როგორც დისპერსიის შეფასების (3.15) შეფარდება ამ შეფასების მაქსიმალურ მნიშვნელობასთან

$$w = \frac{D}{D_{max}}, \quad (3.17)$$

კონკორდაციის კოეფიციენტი იცვლება ნულიდან ერთამდე, რადგანაც $0 \leq D \leq D_{max}$.

გამოვთვალოთ დისპერსიის შეფასების მაქსიმალური მნიშვნელობა დაკავშირებული რანგების არარსებობის შემთხვევისათვის (ყველა ობიექტი განსხვავებულია).

წინასწარ ვაჩვენოთ, რომ მათემატიკური მოლოდინის შეფასება დამოკიდებულია მხოლოდ ობიექტების რიცხვზე და ექსპერტების რაოდენობაზე. (3.16) ჩავსვათ r_i -ს მნიშვნელობა (3.14)-დან, მივიღებთ

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij}, \quad (3.18)$$

ტვიდან განვიხილოთ დაჯამება i -ს მიხედვით ფიქსირებული j -ს დროს. ესაა რანგების ჯამი j -ური ექსპერტისათვის. რამდენადაც ექსპერტი რანჟირებისათვის იყენებს ნატურალურ რიცხვებს 1-დან n -მდე, მაშინ, როგორც ცნობილია ნატურალური რიცხვების ჯამი 1-დან n -მდე ტოლია

$$\sum_{i=1}^n r_{ij} = \frac{n(n+1)}{2}, \quad (3.19)$$

(3.19) ჩავსვათ (3.18)-ში, მივიღებთ

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \cdot \frac{n(n+1)}{2} \sum_{i=1}^m = \frac{(n+1)m}{2}, \quad (3.20)$$

ამგვარად, საშუალო მნიშვნელობა დამოკიდებულია მხოლოდ ექსპერტების რიცხვზე m და ობიექტების რიცხვზე n .

დისპერსიის შეფასების მაქსიმალური მნიშვნელობის გამოთვლისათვის (3.15)-ში ჩავსვათ r_i -ს მნიშვნელობა (3.14)-დან და კვადრატში ავიყვანოთ მრგვალ ფრჩხილებში მოთავსებული ორწევრი, შედეგად მივიღებთ:

$$D = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_{ij} \right)^2 - 2\bar{r} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} + n\bar{r}^2 \right], \quad (3.21)$$

გავითვალისწინოთ, რომ (3.18) გამომდინარეობს

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} = n\bar{r}$$

მივიღებთ

$$D = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_{ij} \right)^2 - n\bar{r}^2 \right], \quad (3.22)$$

დისპერსიის მაქსიმალური მნიშვნელობა მიიღწევა პირველი წევრის უდიდესი მნიშვნელობისას კვადრატულ ფრჩხილებში. ამ წევრის სიდიდე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული რანგების განთავსებაზე – ყოველ სტრიქონში i ნატურალური რიცხვები. დავუშვათ, მაგალითად, ყველა m ექსპერტმა მოგვცა ერთიდაიგივე რანჟირება ყველა n ობიექტისათვის. მაშინ მატრიცის ყოველ სტრიქონში $\|r_{ij}\|$ განთავსებული იქნება ერთიდაიგივე რიცხვები. მაშასადამე, რანგების დაჯამება ყოველი i -ური რიცხვის m -ჯერ გამეორებას:

$$\sum_{j=1}^m r_{ij} = im$$

კვადრატში ავიყვანოთ და i -ს მიხედვით დაჯამებით, მივიღებთ პირველი წევრის მნიშვნელობას (3.22)-ში.

$$\sum_{i=1}^n i^2 m^2 = m^2 \sum_{i=1}^n i^2 = \frac{m^2(n+1)(n+2)n}{6}, \quad (3.23)$$

ახლა ვივარაუდოთ, რომ ექსპერტები იძლევიან არათანმხებელ რანჟირებას, მაგალითად, შემთხვევისათვის $n = m$ ყველა ექსპერტი სხვადასხვა რანგს მიანიჭებს ერთიდაიგივე ობიექტს, მაშინ

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_{ij} \right)^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{m(m+1)}{2} \right)^2 = \frac{m^2(m+1)^2 n}{4}$$

$n = m$ -ის დროს ამ გამოსახულების m^2 -თან შედარებით, ვრწმუნდებით რომ პირველი წევრი კვადრატულ ფრჩხილებში (3.19) ფორმულაში ტოლია მეორე წევრის და შესაბამისად დისპერსიის

შეფასება ნულის ტოლია. ამგვარად ექსპერტების რანჟირების სრული დამთხვევის შემთხვევა შეესაბამება დისპერსიის შეფასების მაქსიმალურ მნიშვნელობას. (3.23)-ის (3.22)-ში ჩასმით და გარდაქმნის შესრულებით, მივიღებთ:

$$D_{max} = \frac{m^2(n^3-n)}{12(n-1)}, \quad (3.24)$$

შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$S = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r})^2, \quad (3.25)$$

გამოვიყენოთ (3.25), ჩავწეროთ დისპერსიის შეფასება (3.15)

შემდეგი სახით:

$$D = \frac{1}{n-1} S, \quad (3.26)$$

(3.24), (3.25), (3.26)-ის (3.16)-ში ჩასმით და $(n-1)$ -ზე გაყოფით, ჩავწეროთ საბოლოო გამოსახულება კონკორდაციის კოეფიციენტისათვის

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)}, \quad (3.27)$$

მოცემული ფორმულა განსაზღვრავს კონკორდაციის კოეფიციენტს დაკავშირებული რანგების არარსებობის შემთხვევისათვის.

თუ რანჟირებაში არსებობს დაკავშირებული რანგები, მაშინ დისპერსიის მაქსიმალური მნიშვნელობა (3.17) ფორმულის მნიშვნელში ხდება მცირე, ვიდრე დაკავშირებული რანგების არარსებობისას. შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ დაკავშირებული რანგების არსებობისას კონკორდაციის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3-n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (3.28)$$

სადაც

$$T_j = \sum_{k=1}^{H_j} (h_k^3 - h_k), \quad (3.29)$$

ფორმულაში (3.27) T_j – დაკავშირებული რანგების მაჩვენებელია i -ურ რანჟირებაში, H_j – ტოლი რანგების ჯგუფების რიცხვია j -ურ რანჟირებაში, h_k – ტოლი რანგების ჯგუფების რიცხვია დაკავშირებული რანგების k ჯგუფში j ექსპერტების რანჟირებისას. თუ

თანხვედრი რანგები არ არის, მაშინ $H_j=0$, $h_k=0$ და, მაშასადამე, $T_j=0$. ამ შემთხვევაში ფორმულა (3.29) ემთხვევა ფორმულას (3.27).

კონკორდაციის კოეფიციენტი 1-ის ტოლია, თუ ექსპერტების ყველა რანჟირება ერთნაირია. კონკორდაციის კოეფიციენტი 0-ის ტოლია, თუ ყველა რანჟირება სხვადასხვაა ანუ სრულად არ არის თანხვედრა.

(3.27) ან (3.28) ფორმულის მიხედვით გამოთვლილი კონკორდაციის კოეფიციენტი არის კოეფიციენტის ჭეშმარიტი მნიშვნელობის შეფასება და შესაბამისად წარმოადგენს შემთხვევით სიდიდეს, რომელსაც აქვს განაწილების განსაზღვრული კანონი.

კონკორდაციის ენტროპიული კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით (შეთანხმების კოეფიციენტი)

$$W = 1 - \frac{H}{H_{max}}, \quad (3.30)$$

სადაც: H – ენტროპიაა, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$H = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} \log P_{ij}, \quad (3.31)$$

H_{max} – ენტროპიის მაქსიმალური მნიშვნელობა. ენტროპიის ფორმულაში P_{ij} – j -ური რანგის სავარაუდოების შეფასება, რომელიც მიენიჭება i -ურ ობიექტს. სავარაუდოების ეს შეფასება გამოითვლება ფარდობის სახით m_{ij} ექსპერტების რაოდენობა, რომლებიც O_i ობიექტებს მიაწერენ j რანგს ექსპერტების საერთო რაოდენობასთან.

$$P_{ij} = \frac{m_{ij}}{m}, \quad (3.32)$$

ენტროპიის მაქსიმალური რაოდენობა მიიღწევა რანგების თანაბარზომიერი გადანაწილებისას ანუ როდესაც $m_{ij} = m/n$, მაშინ

$$P_{ij} = \frac{m}{mn} = \frac{1}{n}, \quad (3.33)$$

ამ შეფარდების (3.31) ფორმულაში ჩასმით, მივიღებთ

$$H_{max} = -\frac{1}{n} \log \frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n = n \log n, \quad (3.34)$$

შეთანხმების კოეფიციენტი იცვლება 0-დან 1-მდე. $W_3 = 0$ -ის დროს ობიექტების განლაგება რანგების მიხედვით შესაძლებელია, რადგან ამ შემთხვევაში $H = H_{max}$. მოცემული შემთხვევა შეიძლება განპირობებული იყოს ან ობიექტების რანჟირების შეუძლებლობით მაჩვენებლების ფორმულირებული ერთობლიობისას, ან ექსპერტების

მოსაზრებების სრული შეუთანხმებლობით. $W_9 = 1$ -ის დროს, რაც მიიღწევა ნულოვანი ენტროპიის ($H = 0$), ყველა ექსპერტი იძლევა ერთნაირ რანჟირებას. ამ შემთხვევაში ყოველი დაფიქსირებული ობიექტისათვის O_i ყველა ექსპერტი მას ანიჭებს ერთიდაიგივე რანგს j , შესაბამისად $P_{ij}=1$, ხოლო $P_{kj} = 0 (k \neq j, k = 1, 2, \dots, n)$, ამიტომ $H = 0$.

კონკორდაციის დისპერსიული და ენტროპიული კოეფიციენტების შედარებითი შეფასება აჩვენებს, რომ ეს კოეფიციენტები იძლევიან ექსპერტების შეთანხმებულობის თითქმის ერთიდაიგივე შეფასებას ახლოსმყოფი რანჟირებისას. თუმცა, თუ მაგალითად ექსპერტების მთელი ჯგუფის მოსაზრებები გაიყო ორ ქვეჯგუფად, ამასთან რანჟირებები ამ ქვეჯგუფებში ურთიერთსაწინააღმდეგოა (პირდაპირი და უკუ), მაშინ კონკორდაციის დისპერსიული კოეფიციენტი იქნება ტოლი, ხოლო ენტროპიული -0.7 . ამგვარად კონკორდაციის ენტროპიული კოეფიციენტი საშუალებას იძლევა დაფიქსირდეს მოსაზრებების გაყოფის ფაქტი ორ ურთიერთსაწინააღმდეგო ჯგუფად. კონკორდაციის ენტროპიული კოეფიციენტისათვის გამოთვლის მოცულობა რამდენადმე მეტია, ვიდრე კონკორდაციის დისპერსიული კოეფიციენტისათვის.

საექსპერტო შეფასებების მეთოდის გამოყენება საშუალებას იძლევა ჩამოყალიბდეს სპეციალისტების მოსაზრებების შეკრების, გავრცობის და ანალიზის პროცედურები მათი იმ ფორმით წარმოდგენით, რომელიც უფრო მოსახერხებელი იქნება დასაბუთებული გადაწყვეტილებების მიღებისათვის. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ საექსპერტო შეფასების მეთოდი არ ცვლის (არ ანაცვლებს) არც ადმინისტრაციულ, არც ტექნიკურ გადაწყვეტებს, ის მხოლოდ საშუალებას იძლევა შევავსოთ ინფორმაცია, რომელიც აუცილებელია ასეთი გადაწყვეტების მომზადებისა და მიღებისათვის. საექსპერტო შეფასებების ფართო გამოყენება სამართლიანია მხოლოდ იქ, სადაც მდგომარეობის ანალიზისათვის შეუძლებელია გამოვიყენოთ უფრო ზუსტი მეთოდები.

საექსპერტო მეთოდები უწყვეტად ვითარდებიან და სრულყოფილდებიან. ამ განვითარების ძირითადი მიმართულებები განისაზღვრებიან რიგი ფაქტორებით, რომელთა რიცხვში შეიძლება მივუთითოთ გამოყენების არეალის გაფართოებისკენ მისწრაფებით,

ავამდლოთ მათემატიკური მეთოდების ელექტრონულ-გამომთვლელი ტექნიკის გამოყენების ხარისხი, აგრეთვე გამოვნახოთ გამოვლენილი ნაკლოვანებების აღმოფხვრის გზები. თუმცა უკვე დღეს საექსპერტო შეფასებები სხვა მათემატიკურ-სტატისტიკურ მეთოდებთან და კომპიუტერულ ტექნოლოგიებთან ერთად წარმოადგენენ ექსპერტიზის ჩატარების პროცედურების სრულყოფის და ყველა დონეზე დიაგნოსტიკის ამოცანების გადაწყვეტის მნიშვნელოვან ინსტრუმენტს [41].

თავი 4. ისტორიული ძეგლების საძირკვლების მდგომარეობის გამოკვლევის მეთოდები

4.1. შესავალი

დაზიანებული ყორე ქვებისა და ხსნარების, აგრეთვე მათი რაოდენობრივი შეფასების ზუსტი დიაგნოსტიკა – ეს არის წინაპირობა ყორე საძირკვლების მასალების რღვევის მიზეზების განსაზღვრისათვის და მათი მდგომარეობის მახასიათებლების დადგენისათვის, რაც აუცილებელია ისტორიული შენობების გაძლიერების გზების და ახალი ტექნოლოგიის არჩევისას. თანამედროვე კვლევებმა და ახალმა ტექნოლოგიებმა წარმოქმნა ყორე საძირკვლების მდგომარეობის და მათი დაცვის შეფასების ახალი მეთოდები.

დღეისათვის ყორე საძირკვლების მდგომარეობის შეფასებისათვის ინფორმატიულობა იზრდება სხვადასხვა მეთოდების ერთდროული გამოყენებით. ყორე საძირკვლების მდგომარეობის გამოკვლევის კომპლექსური მეთოდი წარმოებს მრავალი მკვლევარის მიერ [42, 43, 44 45, 24]. ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია კვლევის მეთოდი, რომელიც საშუალებას მოგვცემს ხარისხიანად შევაფასოთ მთელი შენობის ყორე საძირკვლის ტანის და მათი ცალკეული ნაწილების მდგომარეობა, მასალის რღვევის ფორმების ინტენსიურობა და გადანაწილება როგორც მის ზედაპირზე, ისე სიღრმის მიხედვით. ეს მეთოდი იძლევა უფრო ზუსტ მონაცემებს ყორე წყობის შესახებ და საშუალებას გვაძლევს უფრო ეფექტურად და რაციონალურად მივუდგეთ საძირკვლის გაძლიერების პროექტის შემუშავების საკითხის გადაწყვეტას.

ყორე საძირკვლების კვლევის წარმოდგენილი კომპლექსური მეთოდი აერთიანებს: ტრადიციულ მეთოდებთან მიმართებაში კვლევის გეოფიზიკურ მეთოდებს იძულებითი რხევის სეისმოაკუსტიკური ველების საფუძველზე; საძირკვლის ტანში საკონტროლო შპურების გაბურღვას ტელეკამერის საშუალებით საძირკვლის შიგა

მდგომარეობის ვიზუალური შეფასებით; საძირკვლის სიცარიელების შეფასება შპურების სივრცეში ხსნარის ჩაწნეხვით.

ისტორიული შენობების საძირკვლების ხანგრძლივობის და ცვეთის ინტენსივობის საკითხი არ არის საკმარისად შესწავლილი და მოითხოვს ცალკე გამოკვლევას.

მშენებლობისას ქვის მასალებად გამოიყენება მომრგვალებული მთის ქანები (მაგმატიკური და მეტამორფოზული ქანების კაჭარი), მოგვიანებით პერიოდში დაუმრგვალებელი მთის ქანების ნატეხები (ფილოვანი ქვა კირისაგან, დოლომიტისაგან, ქვიშაქვებისაგან), ზოგჯერ მთელ საძირკვლებს აკეთებდნენ აგურისას – გადამწვარი აგურისგან.

დიდი გავრცელება ჰპოვა ყორე საძირკვლებმა და ზედნაშენმა, რომელშიც სამშენებლო მასალად უმეტესწილად გამოიყენებულა ფილოვანი კირქვა. საძირკველი კეთდებოდა, როგორც წესი, ტრანშეებად, რომლებიც ითხრებოდა გამაგრების გარეშე ვერტიკალური კედლებით. სარდაფების მოწყობის საჭიროების შემთხვევაში, ქვაბული ითხრებოდა მეორე რიგში. ამასთან მზა საძირკვლები თამაშობდნენ საყრდენი კედლების როლს. წყობა წარმოებდა ძირითადად კიროვან ხსნარზე გულდასმით დაღორღვით, ანუ ქვებს შორის სიცარიელებში სვავდნენ მცირე სიდიდის ქვებს. ძირითადად გამოიყენებოდა წყობა ან „ჩახსმის ქვეშ“, სადაც ყორე ბალიში შრეებრივად იფარებოდა ხსნარით, ან „ნიხბის ქვეშ“ რომელშიც მსხვილნატეხოვანი მასალა იწყობოდა აგურის წყობის ანალოგიურად.

ისტორიული ნაგებობების დიდი უმრავლესობა აშენებულია ლენტურ ყორე საძირკვლებზე მზიდი, თვითმზიდი გარე და შიგა კედლების ქვეშ, ამასთან შიგა კედლების საძირკვლები ხშირად ეწყობოდა შედარებით მცირე სიღრმეზე – გათბობის გათვალისწინებით [46]. წყლით გამორეცხვისგან საძირკვლების დაცვისათვის, ხანდახან, ყოველი ლენტის ორივე მხარეს არჭობდნენ მოკლე შპუნტს.

საძირკვლების ძირის ზომები განისაზღვრებოდა ემპირიული წესებით, მოგვიანებით კი – ანგარიშის შესაბამისად გრუნტზე დასაშვები დაწოლის შედეგად. საძირკვლების ჩაწყობის სიღრმე ინიშნებოდა ჩაყინვის მიხედვით, ყველაზე ხშირად ის შეადგენდა 1.5-დან 2.5 მ-ს. საძირკვლები ჩადრმავდებოდა „მატერიკამდე“ (ქვიშა,

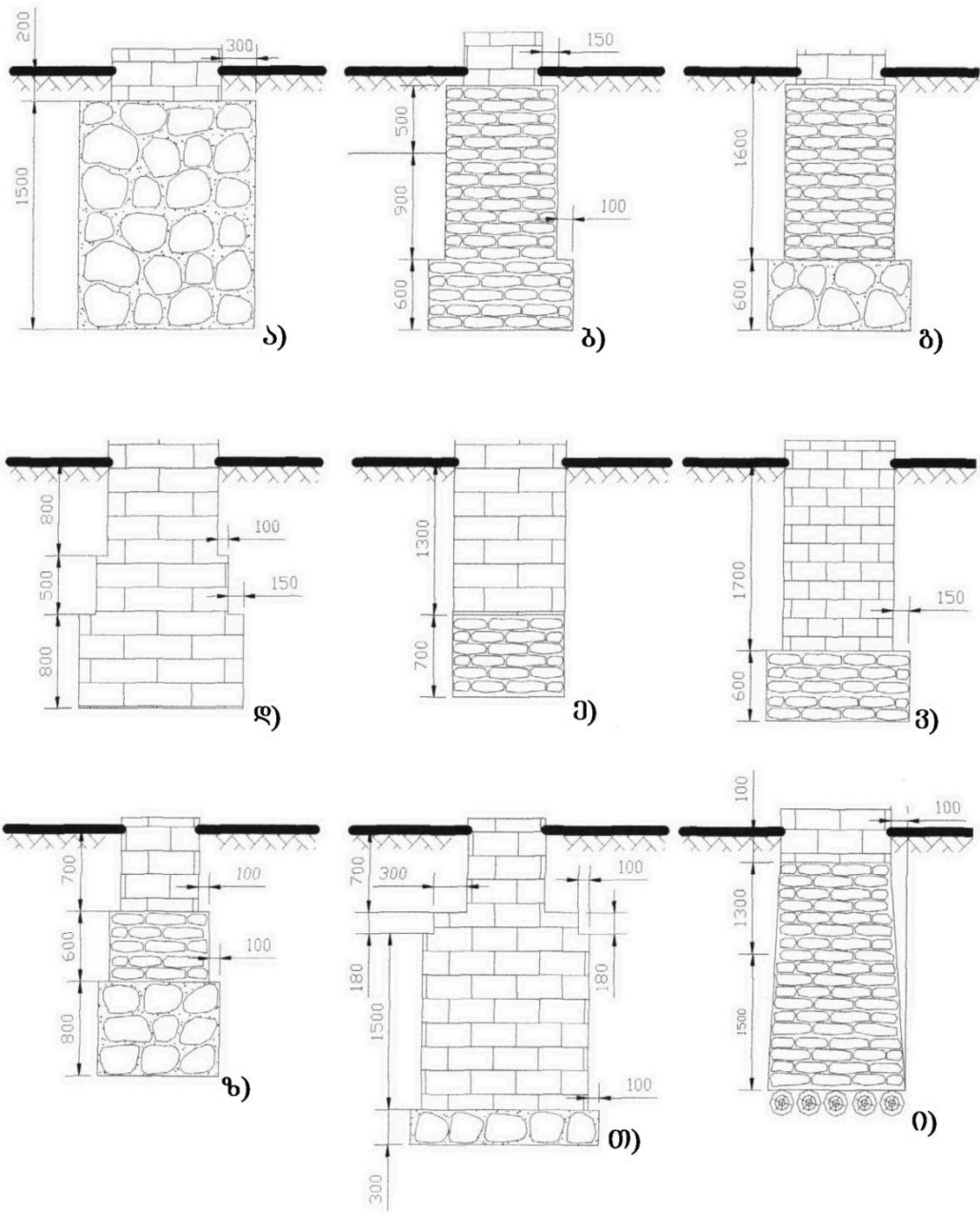
ქვიშნარები, ლენტური თიხის), ნაყარი გრუნტების და ტორფის გაჭრით. ამასთან გამომდინარეობდნენ იქიდან, რომ ყველა ტიპის გრუნტები, დაცულნი ყინვითი რღვევისაგან, შეიძლება იყოს გამოყენებული ისეთი შენობების აგებისათვის, რომლებისგანაც გრუნტზე გადაეცემა 0.1-დან 0.3 მპა დატვირთვა [46, 47].

საძირკვლის ჭრას ახდენენ საპროექტო ნიშნულის დონეზე. ჭრის ადგილზე ასრულებდნენ პიდროიზოლაციას კირის, დაფქული აგურის და რკინის ნახერხზე დამზადებული ხსნარით, რომლითაც ფარავდნენ ყორე წყობის ზედაპირს 3-4 სმ-ზე. ხანდახან პიდროიზოლაციის სახით გამოიყენებოდა: ტყვია, გადამწვარი აგური, კირქვის დაფქული ფილები, კირქვა-თიხოვანი და თიხოვანი ხსნარები.

ყორე წყობის ზემოდან, როგორც წესი, ეწყობოდა გასათანაბრებელი ფენა, რომელზეც შემდეგ ეწყობოდა თეთრი ქვის ან აგურის წყობა.

დღევანდელი მდგომარეობით ისტორიული ნაგებობების საძირკვლების ყორე წყობას აქვს მომატებული სიცარიელები (წყობის სიცარიელემ შეიძლება მიაღწიოს 30%). ერთი მიზეზი შეიძლება იყოს სამშენებლო სამუშაოების უხარისხო შესრულება. ყორე წყობის დროს ძნელი მისაღწევია ყველა სიცარიელის შევსება და ნაკერების გულდასმით შესრულება, როგორც აგურის წყობისას, რადგანც ქვებს არ აქვთ ერთნაირი ფორმები და ზომები. ჩვეულებრივ ყორე წყობის ზედა რიგებს ასრულებდნენ ქვების გულდასმით ამორჩევით. ყორე წყობას აკეთებდნენ ნებისმიერი ფორმის და ზომის ქვების ჩაყრით, ზედაპირის ხსნარით გათანაბრებით, მხოლოდ მის ჩაღრმავებულ ადგილებში დამატებით, ხშირად ყორე წყობის ნაკერებს შორის ვერ მიიღწევა საკმარისი კავშირი, ქვის და კირის ფენის უხარისხო ჩალაგების გამო.

ყორე წყობის საძირკვლების სიცარიელებში და ბზარებში ზედაპირული წყლების გრავიტაციული ფილტრაციის შედეგად ხდება მათი გარემომცველი გრუნტით შევსება (გაფუებული, ტექნოგენური ნარჩენები), რომელთა გაყინვის შედეგად ჩნდებიან კრიოგენული ძაბვები საძირკვლის ყორეწყობაში დეფექტების შემდგომი განვითარებით.



პირობითი აღნიშვნები



ნახ. 4.1. ისტორიული შენობების საძირკვლები

- ა) კაჭარისაგან; ბ) ყორე; გ) ყორე კაჭართან ერთად; დ) აგურის; ე,ვ) აგურის ყორესთან ერთად; ზ) აგურის, ყორე და კაჭარისაგან; თ) აგურის კაჭართან ერთად; ი) ყორე ხის შპალებზე

ინდივიდუალური კონსტრუქციული თავისებურებების მქონე (მასალების, კონსტრუქციების და ზომების მიხედვით) შენობის ყორე საძირკვლები კლასიფიცირდებიან სამი მახასიათებლით: განივკვეთის ფორმით; მასალების მიხედვით; ხის ელემენტების არსებობის მიხედვით (ნახ. 4.1) [48, 49, 47, 50÷57].

განივკვეთის სახის თანახმად გამოიყო ხუთი ტიპი: მართკუთხა, საფეხუროვანი, ტრაპეციული, კომბინირებული, მთლიანი ფილა. ყველა სახის საძირკვლებს ქონდათ 10 სმ-მდე სიგანის გამონაშვერი ჭრის ღონეზე და რამდენიმე საფეხური 10-20 სმ სიგანით სიმაღლის მიხედვით (ტრაპეციული და ფილოვანი საძირკვლების საფეხურები (გამონაშვერები) არ ქონდათ).

მასალების მიხედვით გამოყოფილია საძირკვლები: ყორეწყობის, აგურის, კომბინირებული (ლოდები-აგური-ქვა). კაჭარი (მთელი ან დამსხვრეული) გვხვდება მხოლოდ წყობის ქვედა რიგებში. ზოგიერთ შემთხვევაში გვხვდება თლილი გრანიტის და კირქვის ფილები. ხე გვხვდება საძირკვლის ქვედა ნაწილში როსტვერკების, ხიმინჯების სახით. საძირკვლის წყობაში ლითონის ელემენტები გვხვდება იშვიათად.

საძირკვლის ძირის სიგანე მხოლოდ უმნიშვნელოდ აჭარბებს კედლის სიგანეს, უმრავლეს შემთხვევებში ის შეადგენს მხოლოდ 1.0-1.5 მ-ს. საძირკვლის ძირზე ფაქტიური დაწოლა ხანდახან 2-3-ჯერ აღემატება გრუნტის წინააღობის საანგარიშო სიდიდეს, რომელიც გამოთვლილია თანამედროვე ნორმებით.

შურფებით საძირკვლის გახსნამ (საჭირო ინფორმაციის მიღების ყველაზე მარტივი საშუალება) აჩვენა, რომ ისტორიული შენობების სხვადასხვა საძირკვლის (გარდა ხიმინჯოვანისა) ადგილსა და დროს შორის კანონზომიერება, როგორც ჩანს, არ არსებობს.

ყორე საძირკვლების განსაკუთრებულობების ცოდნა საჭიროა მათი განთავსების არეში წარმოქმნილი დესტრუქციული პროცესების მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის გასაგებად, ასევე მათი დეფორმაციის შეფასებისას საანგარიშო მოდელების და სქემების დასაბუთებისათვის.

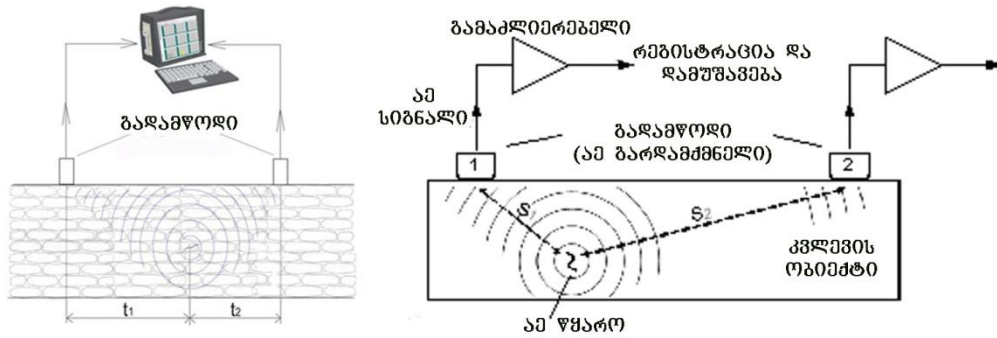
4.2. კვლევების გეოფიზიკური მეთოდი

როგორც ცნობილია, აკუსტიკური მახასიათებლების საფუძველზე ტრადიციული გეოფიზიკური მეთოდებით გამოსაკვლევი კონსტრუქციების შეფასება წარმოებს ერთი დრეკადი მახასიათებლის მიხედვით – ულტრაბგერის გრძივი ტალღების გასვლის სიჩქარის მიხედვით [58]. თუმცა სხვადასხვაგვაროვანი მასალების კვლევისას, როგორცაა ყორე საძირკველი, აუცილებელია არა ერთი, არამედ რამოდენიმე აკუსტიკური მახასიათებლის მოზიდვა, რომლებიც ახდენენ მასალის მდგომარეობის კორელაციას, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ მრავალფაქტორიანი კორელაციური მაკავშირებლების გამოყენება.

ასეთი გეოფიზიკური მეთოდები საშუალებას იძლევა შევაფასოთ ყორე საძირკვლის ტანის მთლიანობა სხვადასხვა ნიშნების ერთობლიობის მიხედვით (რამოდენიმე აკუსტიკური მახასიათებელი): ბგერის სიჩქარე, სიგნალის ენერგია და სპექტრის ინტერფერენცია.

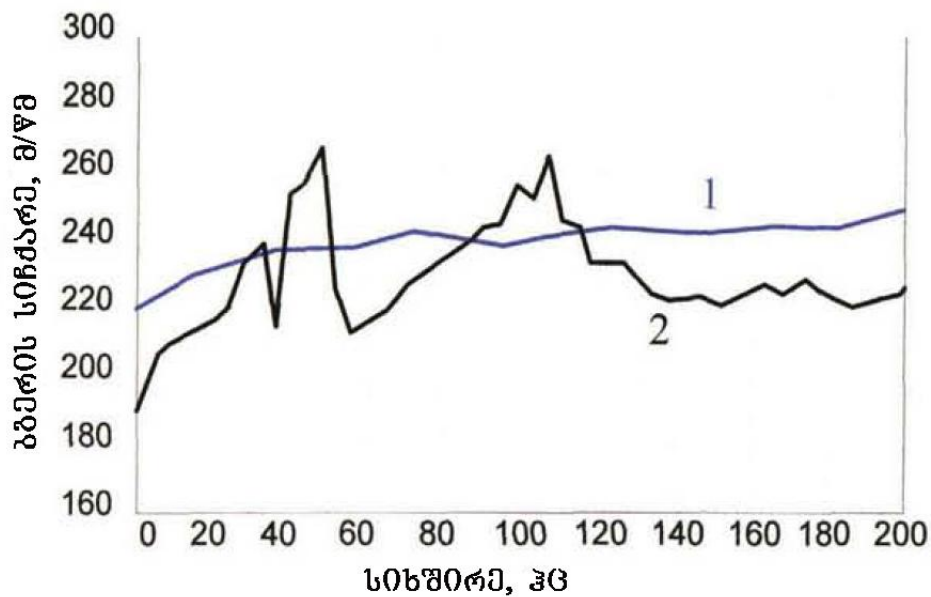
გასაზომი ჩაქუნის დარტყმით შექმნილი იძულებითი რხევები, ზედაპირული და რადიალური (რელეია-ლიავა) ტალღების სახით, სეისმოაკუსტიკური ველის გამოყენებით საძირკვლის ტანში კვლევის წარმოებისას, რეგისტრირდება პიეზოგადამცემებით და მაგნიტური ჩანაწერით (სურ. 4.2). სეისმოველის დარეგისტრირებული გამოსხაურებები მექანიკური ზემოქმედებისას შეიცავენ საძირკვლის ყორე წყობის ფორმისცვლილების (ფარული დეფექტების უბნები) და ფარდობითი მთლიანობის შესახებ ინფორმაციას.

ყორე წყობის საძირკვლებში ფარული დეფექტების უბნები ფასდება ბგერის სიჩქარის (ზედაპირული რელეიას ტალღების გავრცელება) ცვლილების მიხედვით. ადგილებში, სადაც არის დეფექტები, სეისმოაკუსტიკური ენერგია მნიშვნელოვან წილად ქრება, ხდება სიგნალის შეკავება რელაქსაციის მოვლენის განვითარებასთან დაკავშირებით, ბგერის სიჩქარე მცირდება, სიჩქარის დისპერსია გადაიხრება წრფივი დამოკიდებულებისგან და სპექტრის სიხშირე ფართოვდება. ერთგვაროვან მასალებში ეს მახასიათებლები ფლობენ განსაზღვრულ კანონზომიერებას.



ნახ. 4.2. ყორე საძირკველის ერთიანობის სეისმოაქტიური კვლევის ჩატარების სქემა

1. – აე გარღამჭმნელი (მიმღები 1); 2. – აე გარღამჭმნელი (მიმღები 2);
 S_1 – დაცილება აე-დან მიმღები 1-მდე; S_2 – დაცილება აე-დან მიმღები 2-მდე



ნახ. 4.3. გეოფიზიკური კვლევების შედეგების დამუშავების მაგალითი ბგერის სიძაძრის დისპერსიის მიხედვით საძირკველის ორ უბანზე
 1 – შეესაბამება საძირკველის უბანს დეფექტების მცირე რაოდენობით;
 2 – საძირკველის უბანი დეფექტების მომეტებული რაოდენობით

თუ ყორე წყობა დეფექტების გარეშეა და საძირკველს არ აქვს დეფორმაცია, მაშინ სიგნალების გავრცელება ხდება ფსევდორელეევიური ინტერფერენციული ტალღების ანალოგიურად

ბგერის ნორმალური დისპერსიის დროს. ფარული დეფექტებით ან ცალკეული სიცარიელებით უბნებში, შეინიშნება „პიკები“ ბგერის სიხქარეში (გადახრა წრფივი დამოკიდებულებისგან) სიხშირეების გარკვეულ უბნებში. ამრიგად, დეფორმირებული საძირკვლის და მასში შესაძლო ფარული დეფექტების ნიშანს წარმოადგენს ფაზური სიხქარის „პიკები“ (ნახ. 4.3) და სიგნალის გავრცელების ინტერფერენციული სურათის ცვლილება.

ხაზი უნდა გაესვას, იმას, რომ ქალაქის პირობებში გეოფიზიკური კვლევების სარწმუნოებაზე გავლენას ახდენს სხვადასხვა ხარვეზები (მილგაყვანილობა, ელექტროფიცირებული ტრანსპორტი, ვიბრაციული და დინამიკური ხმაური და ა.შ.), რომლებიც ართულებენ გაზომვების შედეგების გაშიფვრას, და კერძო შემთხვევებში იწვევენ არაერთმნიშვნელოვანი დასკვნების მიღებას.

ამიტომ საძირკვლების ყორე წყობის შესახებ ინფორმაცია, დაფუძნებული გეოფიზიკური მეთოდების შედეგებზე არის წინასწარი და საჭიროებს დაზუსტებას კვლევის პირდაპირი მეთოდებით – შპურების გაბურღვით უფრო მეტად პრობლემურ ადგილებში.

4.3. საძირკვლის დიაგნოსტიკა გაბურღვის მეთოდით

საძირკვლის ტანში შპურების გაბურღვა ხორციელდება დანადგარით DeWALT SDS-Max კოლონური ხერხით, საბურღი კომპლექტით დიამეტრით 76 მმ (სურ. 4.4), რაც საშუალებას იძლევა გავზარდოთ ჩასატარებელი გამოკვლევის ხარისხი, მივიღოთ უფრო დეტალური ინფორმაცია საძირკვლების ყორე წყობის მდგომარეობის შესახებ საძირკვლის თავიდან ძირამდე და ავიღოთ საძირკვლის შემადგენელი მასალების ნიმუშები. შპურების რაოდენობის გაზრდით იზრდება საძირკვლის ყორე წყობის მდგომარეობის შესახებ მიღებული ინფორმაციის სიზუსტე.

შპურების ბურღვისას ისტორიული შენობების საძირკვლის ტანში ხშირად აღმოჩნდება დეფექტები ბზარების, კავერნების, ყორე ქვის ნამსხვრევების სახით და ა.შ. [59, 60, 61, 62]. ეს საკმაოდ კარგად ჩანს

საბურღი მოწყობილობის შტანგის გასვლის სიჩქარით, ბურღვისას კერნის ამოღებით, კირქვის და ხსნარის სიმტკიცით. ეს მონაცემები საშუალებას გვაძლევს დავაზუსტოთ წინასწარმიღებული ინფორმაცია, რომლებიც მიღებულია გეოფიზიკური კვლევებით.

სადირკვლის ყორე წყობის მდგომარეობის შეფასების მისაღებად ერთ-ერთ ხერხს წარმოადგენს შპურების გაბურღვა. ამასთან ბრუნვის სიჩქარე და დაწნევა ბურღვისას უნდა იყოს მუდმივი, ამიტომ საბურღი მოწყობილობის შტანგის გასვლის სიჩქარე დამოკიდებული იქნება მხოლოდ ყორე წყობის მდგომარეობაზე. საბურღი მოწყობილობის შტანგის გასვლის სიჩქარის მკვეთრი ზრდა მიუთითებს ყორე წყობაში დეფექტების არსებობაზე. აგებენ საბურღი მოწყობილობის შტანგის გასვლის სიჩქარის გრაფიკს ბურღვის შედეგების მიხედვით, რაც საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ ყორე წყობის მდგომარეობის ხილული დემონსტრირება სიღრმის მიხედვით.



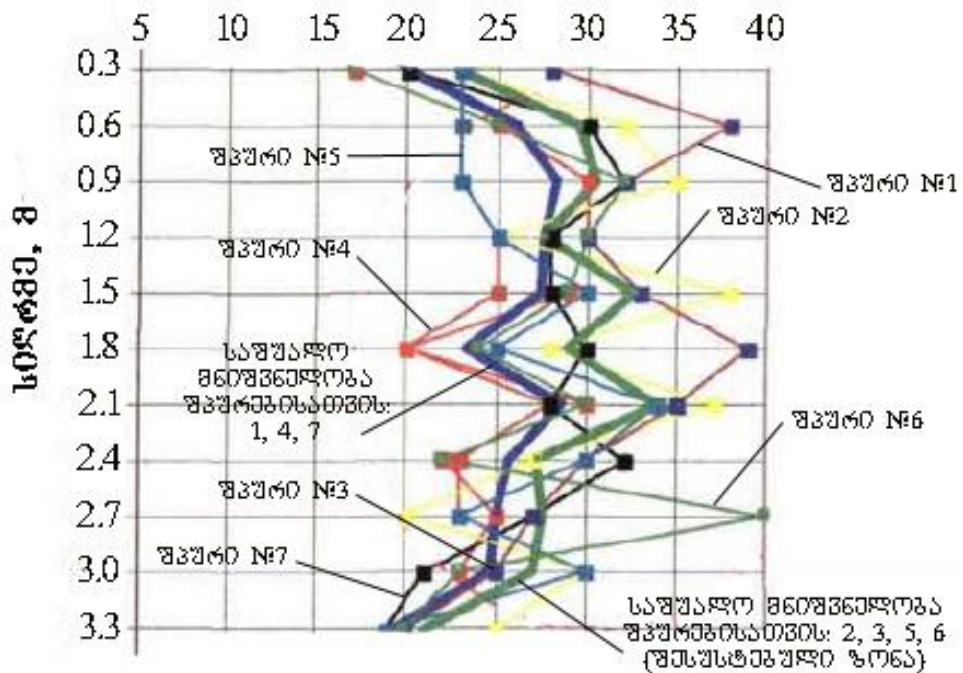
სურ. 4.4. შპურების გაბურღვა:

- ა) საბურღი დანადგარი; ბ) საბურღი თავაკი, გ) შპური (ნაბურღი); დ) კერნები

ნახ. 4.5-ზე მოყვანილია საბურღი მოწყობილობების საშუალო მნიშვნელობების გრაფიკები შედარებით უკეთეს და შესუსტებულ ზონებში შესრულებული შპურებისათვის (ზონები გამოვლენილია გეოფიზიკური კვლევებით მიღებული შედეგების მიხედვით). სიჩქარის

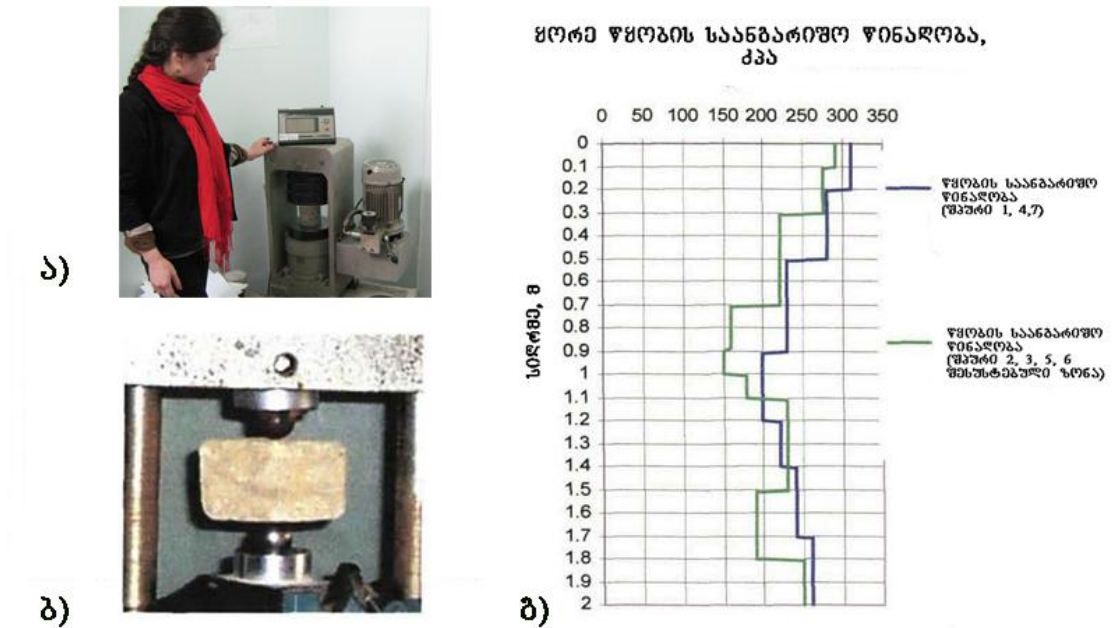
საშუალო მნიშვნელობამ შედარებით კარგ ზონებში (შპურები №1, №4, №7) შეადგინა 2.33 სმ/წთ (მაქსიმალური მნიშვნელობა – 2.7 სმ/წთ, მინიმალური 2.0 სმ/წთ), ხოლო შესუსტებულ ზონებში (შპურები №2, №3, №5, №6) საშუალო მნიშვნელობა – 2.62 სმ/წთ (მაქსიმალური მნიშვნელობა – 3.4 სმ/წთ, მინიმალური 1.8 სმ/წთ).

საბურღი მოწყობილობის ბასვლის სიჩქარე, სმ/წთ



ნახ. 4.5. საბურღი მოწყობილობის გასვლის სიჩქარის გრაფიკი

სადირკვლის ყორე წყობის მასალის ნიმუშებს (კირქვა და ხსნარი), რომლებიც აღებულია შპურების გაბურღვისას, ცდიან ერთდერძა კუმშვაზე წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში. კირქვის აღებულ ნიმუშებს ყოველთვის არ აქვთ საკმარისი ზომები ერთდერძა კუმშვაზე გამოცდების ჩატარებისათვის. როგორც სურ. 4.6,ა-ზე ჩანს, სადაც წარმოდგენილია ერთი შპურიდან აღებული კერნი, მათი სახე მკვეთრად განსხვავდება სადირკვლის ყორე წყობის მდგომარეობაზე დამოკიდებულებით.



სურ. 4.6. ა, ბ კირქვის გამოცდა დამსხვრევაზე სფერული ინდენტორებით, გ) ყორე წყობის საანგარიშო წინაღობის გრაფიკი

როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს, ნიმუშების აღება ერთდერძა კუმშვაზე გამოცდის ჩატარებისთვის საჭირო ზომებით პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამასთან დაკავშირებით ჩნდება კირქვის სიმტკიცის განსაზღვრის აუცილებლობა ერთდერძა კუმშვაზე არაპირდაპირი მეთოდით. ასეთ მეთოდს წარმოადგენს თავისუფალი ფორმის ნიმუშების დამსხვრევა სფერული ინდენტორებით [63, 64, 65]. დამსხვრევის მეთოდი საშუალებას იძლევა გამოცდა ჩატარდეს თავისუფალი ფორმის ნიმუშებზე, მათ შორის არასწორზეც (სურ. 4.6,ა).

დამსხვრევაზე სიმტკიცესა და ერთდერძა კუმშვაზე ზღვრულ სიმტკიცეს შორის კორელაციური დამოკიდებულების გამოვლენისათვის შესრულებული იქნა კირქვის ნიმუშების გამოცდა ერთდროულად ერთდერძა კუმშვაზე და სფერული ინდენტორებით დამსხვრევაზე. ცდები ტარდებოდა ერთგვაროვან კირქვებზე, რომლებიც აღებულია ისტორიული შენობის (მისამართი) დაშლისას.

ჩატარებული გამოცდების შედეგად მიღებული იქნა კორელაციური დამოკიდებულება დაახლოებით 8.0-ის ტოლი კოეფიციენტით კირქვისათვის, რომლებიც გამოყენებულია ქ. თბილისის ისტორიული შენობების ყორე საძირკვლებში (ცხრილი 4.1).

ამრიგად, მიღებული დამოკიდებულება საშუალებას იძლევა განისაზღვროს კირქვის ზღვრული სიმტკიცე ერთდერძა კუმშვაზე შედარებით მარტივი მეთოდით და ნიმუშის ფორმისგან დამოუკიდებლად.

ხსნარის სიმტკიცეს განსაზღვრავენ ГОСТ 5802-86-ის შესაბამისად ნიმუშ-კუბიკების, წიბო 20-35 მმ, გაჭყლევების გზით, რომლებიც დამზადებულია ხსნარის ფირფიტებისაგან და შეერთებულია თხელი თაბაშიროვანი ხსნარით კუბიკებად (2-3 ფირფიტა) [66].

ნახ. 4.6,ბ-ზე წარმოდგენილია კირქვის ნიმუშების სიმტკიცის მონაცემები, რომლებიც აღებულია ისტორიული შენობის საძირკვლის გაბურღვისას. კირქვის სიმტკიცემ შეადგინა 17-36 მპა 6. ხსნარის სიმტკიცემ შეადგინა 0.1-0.4 მპა. ხსნარის და კირქვის სიმტკიცის შედეგების მიხედვით ყორე წყობის წინააღობა კუმშვაზე შეადგენს 150-320 კპა (ნახ. 4.6, ბ).

ცხრილი 4.1.

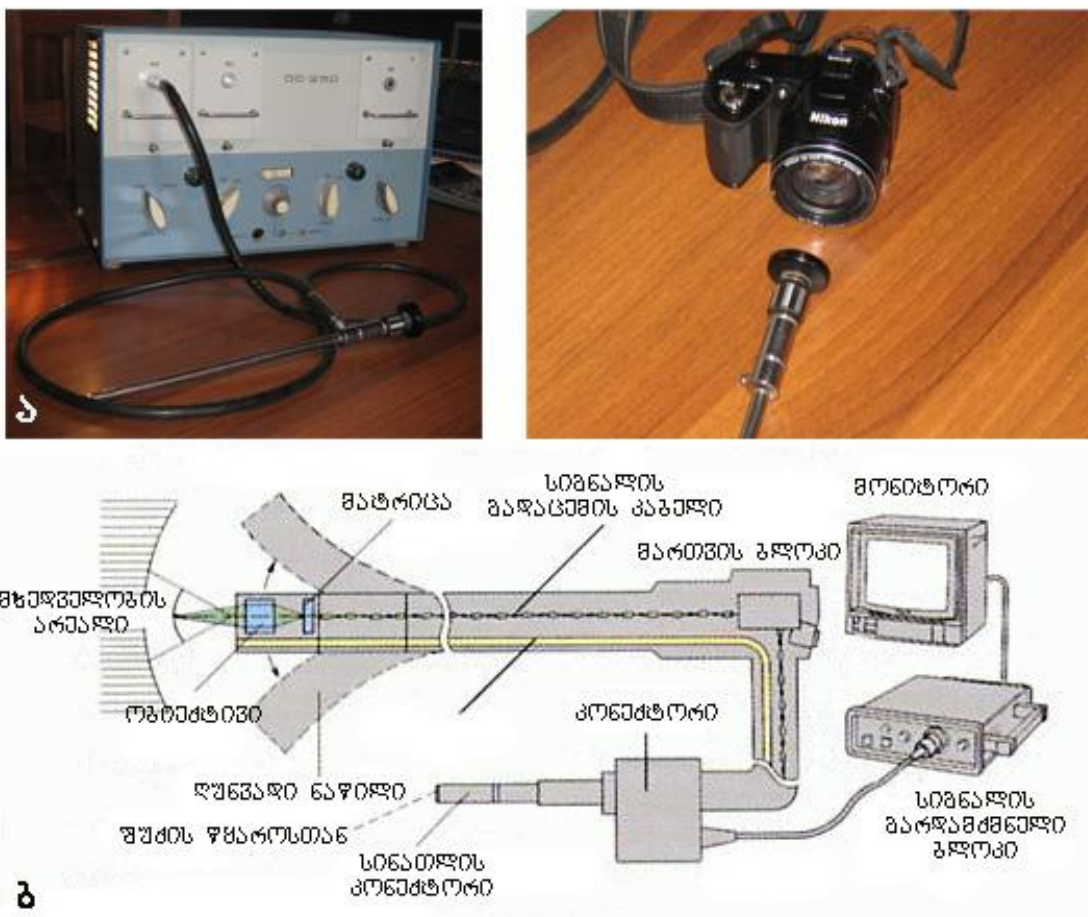
კირქვის სიმტკიცის ერთდერძა კუმშვასა და დამსხვრევას შორის კორელაციური დამოკიდებულება

№	კირქვის სიმტკიცე ერთდერძა კუმშვაზე R_p , მპა	კირქვის სიმტკიცე დამსხვრევაზე R_{σ} , მპა	კორელაციური დამოკიდებულების კოეფიციენტი	საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა R_p , მპა	საშუალო არითმეტიკული გადახრა S , მპა	ვარიაციის კოეფიციენტი V , %
1	36.7	4.7	7.8	8.1	0.193	2.4
2	37.0	4.5	8.2			
3	34.4	4.4	7.8			

4.4. ბოჭკოვან-ოპტიკური ენდოსკოპის გამოყენებით საძირკვლების დიაგნოსტიკის მეთოდი

საძირკვლის ყორე წყობის შიგა მდგომარეობის შეფასებისათვის ჩვენს მიერ დამუშავებულია ბოჭკოვან-ოპტიკური ენდოსკოპით

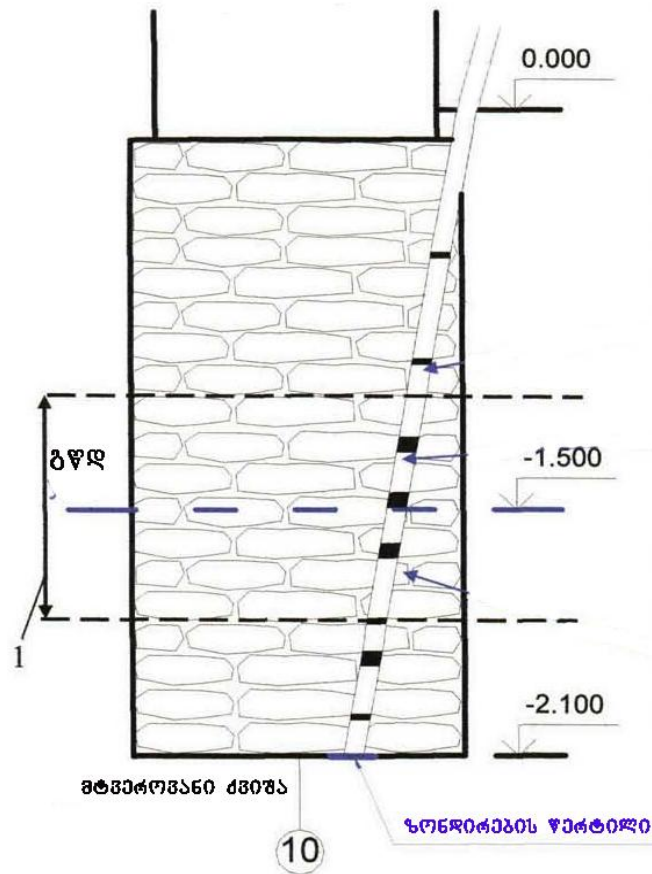
დიაგნოსტიკის მეთოდი, რომელიც იძლევა სურათის გადაღების საშუალებას შპურის შიგა არეში მისი მთელი სიღრმის მიხედვით). ვიდეოს გადაღება და ჩაწერა ხორციელდება პორტატული კომპიუტერის და ვიდეოჩაწერი პლატის გამოყენებით, სურ. 4.7-ზე მოცემულია ა) - სქემა, ბ) საერთო ხედი. ვიდეოჩაწერა იძლევა საშუალებას მივიღოთ ქვების, ხსნარის, წყობის შიგა ნაკერების მდგომარეობის ხილული სურათი, და მოვახდინოთ ხარისხიანი შეფასების გაკეთება სიცარიელების შესახებ, რისი მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს საძირკვლის წყობის გამოქარვის ხარისხი ГОСТ 25100-95-ის შესაბამისად.



სურ. 4.7. მინი-ტელეკამერა ვიდეო-აპარატურით

ყორე საძირკვლის შიგა მდგომარეობის ბოჭკოვან-ოპტიკური ენდოსკოპით გამოკვლევაში აჩვენა, რომ წყობაში არის მრავალრიცხოვანი სიცარიელები, წარმოქმნილი დესტრუქციული პროცესების შედეგად.

უფრო დამახასიათებელი შპურის ვიდეოგადაღების შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 4.8-ზე, სადაც მოყვანილია საძირკვლის ტანში სიცარიელების ფრაგმენტები სიღრმის მიხედვით. არის ადგილები სადაც პრაქტიკულად სრულად არ არსებობს დამაკავშირებელი მასალა და ყორე ქვა დატვირთვას გადასცემს ცალკეულ წერტილებში, რაც ქმნის მისი რღვევის პირობას.



ნახ. 4.8. №6 შპურის სქემა საძირკვლის ტანში უფრო დამახასიათებელი სიცარიელების ვიდეოგადაღების ფრაგმენტებით (ცარიელობა $n=12\%$, გამოქარვის კოეფიციენტი $K=0.88$): 1 – გრუნტის წყლების დონის (გვდ) ცვლადი მდგომარეობის ზონა

ვიდეოგადაღების შედეგები საშუალებას იძლევა ჩატარდეს ნაბურღში სიცარიელე ანალიზი. სიცარიელე განისაზღვრება გამოსახულებიდან:

$$n = \frac{V_b}{V_g} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

სადაც, n – სიცარიელები, %; V_L – შპურის არეალში სიცარიელების მოცულობა, სმ³; V_{θ} – შპურის არეალის მოცულობა, სმ³.

გამოსაკვლევი შპურების სიცარიელის შეფასება (4.1) ფორმულის მიხედვით მიღებული ვიდეოგადაღების შედეგების მიხედვით. სიცარიელე უფრო დიდი რაოდენობა შეინიშნება შესუსტებულ ზონებში, გამოვლენილი გეოფიზიკური კვლევებით.

სიცარიელები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს გამოქარვის კოეფიციენტი K ფორმულის მიხედვით:

$$K = 1 - \frac{n}{100\%}, \quad (4.2)$$

და შეფასდეს საძირკვლის ყორე წყობის რღვევის ხარისხი (ცხრილი 4.2).

ცხრილი 4.2.

საძირკვლის ყორე წყობის გამოქარვის ხარისხი

გამოქარვის ხარისხი	გამოქარვის კოეფიციენტი, K	დეფორმაცია ყორე წყობაში
არაგამოქარული	1.0	არ არსებობს დეფექტები და დაზიანებები
სუსტად გამოქარული	1.0-0.9	არის დაზიანებები, სიცარიელები (10%-მდე), ბზარები ყორეში გახსნილობით 1 მმ-მდე, ნაკერებში – 3 მმ-მდე
გამოქარული	0.9-0.8	არის დაზიანებები, სიცარიელები (20%-მდე), ბზარები ყორეში გახსნილობით 3 მმ-მდე, ხსნარის რღვევა
ძლიერ გამოქარული	<0.8	მდგომარეობა ავარიულია, არის მნიშვნელოვანი სიცარიელები (20%-ზე მეტი), ბზარები ყორეში გახსნილობით 10 მმ-მდე, ხსნარის აღარ არსებობს

**თავი 5. ძეგლების მდგომარეობის მონიტორინგის კვლევების
ორგანიზებული სტრუქტურის შექმნა და გამოკვლევის
მაგალითები**

**5.1. ხარისხის მართვის ინფორმაციული სისტემა ძეგლების
შენარჩუნების საერთო და კერძო საკითხების მიხედვით**

მონიტორინგის პროცესის სტრუქტურული ორგანიზაციის საერთო სქემა უნდა შეიცავდეს შემდეგ პოზიციებს: მონიტორინგის მიზნების და ამოცანების განსაზღვრა; მონიტორინგის ტიპის განსაზღვრა; კვლევის მეთოდების სისტემის არჩევა; მონაცემთა დამუშავების, დაგროვების და რეგისტრაციის სტრუქტურის შექმნა ან არჩევა; შედეგების ანალიზი და დამუშავება; ძეგლის მდგომარეობის კომპლექსური ეკოლოგიური შეფასება; მრღვევი პროცესების საექსპერტო შეფასება; ძეგლის დაცვის სტრატეგია.

ამ პოზიციების შემადგენლობა შეიძლება გაკორექტირდეს და შეივსოს სპეციფიკური ღონისძიებებით, რომლებშიც გათვალისწინებული იქნება:

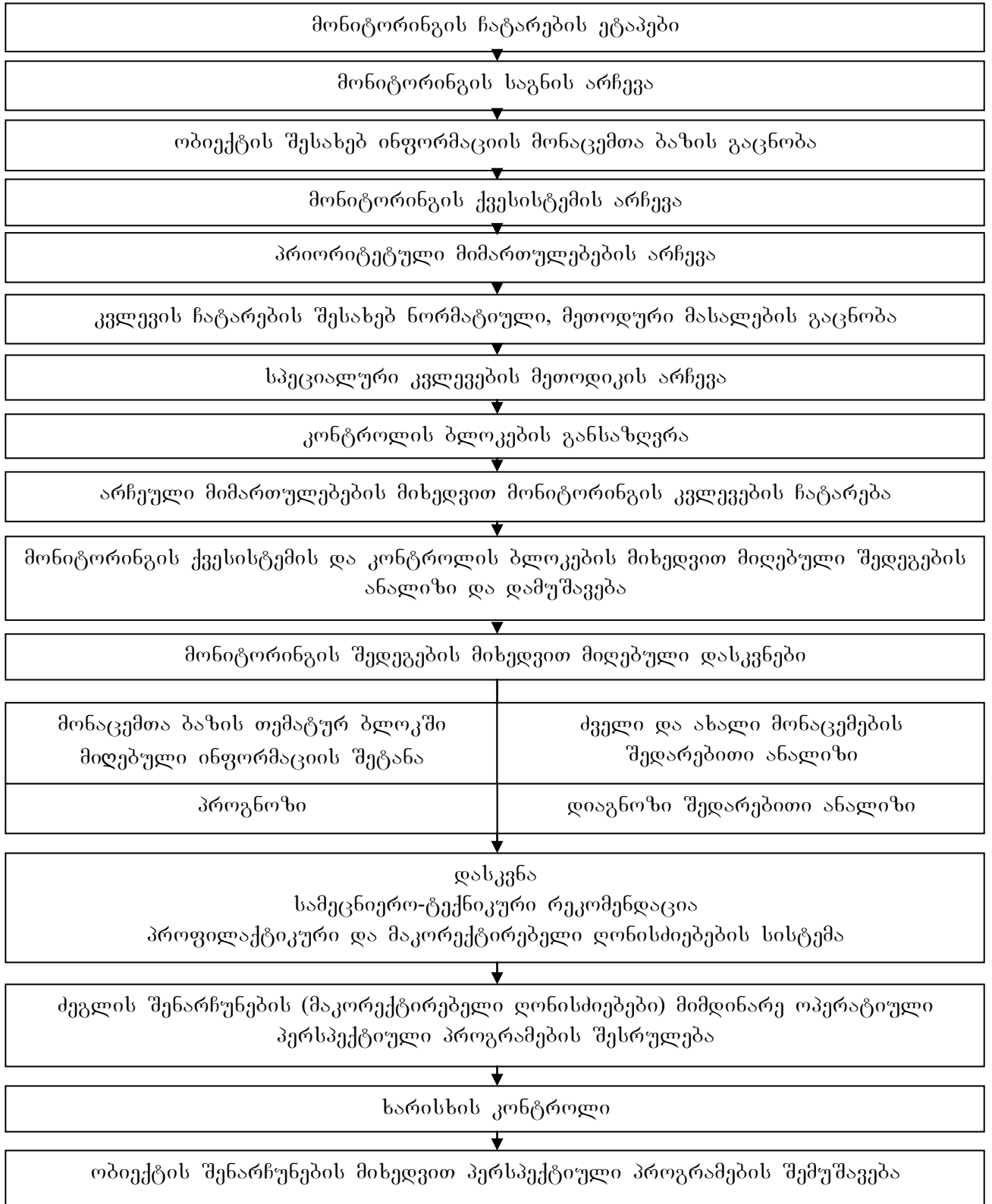
- ძეგლის პოზიცია უძრავი კულტურული მემკვიდრეობის რეესტრების სისტემაში;
- ინფორმაცია რეკონსტრუქციის ობიექტების და ახალი მშენებლობების შესახებ ძეგლის ახლოს ისტორიულ ტერიტორიაზე;
- თანამედროვე მიწათსარგებლობის საზღვრების გეგმები და ა.შ.

მონიტორინგის ჩატარების ძირითადი ეტაპები (მონიტორინგის ალგორითმი) წარმოდგენილია ნახ. 5.1-ზე

მონიტორინგის სისტემის ორგანიზაციის მოდელის მსგავსი ტიპი საშუალებას იძლევა:

- განვახორციელოთ ძეგლის მასალაზე გარემომცველი არის ზემოქმედების პროცესებზე სწრაფი, ეფექტური კონტროლი;
- შევაფასოთ ობიექტის ქალაქის არესთან ურთიერთქმედება;

- შევაფასოთ ობიექტის ფუნქციონალური მთლიანობის და მდგომარეობის მაჩვენებლები;



ნახ. 5.1 მონიტორინგის ალგორითმი

- გამოვაგლინოთ კონსტრუქციულ მასალებში დესტრუქციული პროცესების დაზიანების, რღვევის და განვითარების დინამიკის პირდაპირი და ირიბი მიზეზები;
- შევქმნათ ობიექტზე გარემომცველი არის ზემოქმედების შერბილების ზომების განსაზღვრისათვის საჭირო წინაპირობები;
- განვსაზღვროთ პროფილაქტიკური და მაკორექტირებელი ღონისძიებების დამუშავებასთან ერთად პრინციპულად ახალი და ეკოლოგიურად დასაბუთებული მიდგომები;
- შევიმუშაოთ ძეგლის „მოვლის“ სისტემა პრაქტიკაში არსებული მისი „ექსპლუატაციის“ სისტემის ნაცვლად.

ჩამოთვლილი მმართველი ღონისძიებების განსახორციელებლად არქიტექტურის ძეგლის დაცვის მიხედვით მონიტორინგის სისტემით გადაწყვეტილი ამოცანების მონაწილეობით, დაზიანებების მონიტორინგის ერთიანი პროგრამა უნდა შეიცავდეს ქვემოთ მოყვანილ პრინციპულ პოზიციებს.

1. გარემომცველი არის მდგომარეობის შეფასება მეტეოროლოგიური პირობების და კლიმატური მახასიათებლების ცვლილების გათვალისწინებით.

2. ძეგლის მდგომარეობის საშიშროების მცირევადიანი და ხანგრძლივი პროგნოზირება. ძეგლის დაზიანებების, დაზიანების გათვალისწინება მათ კონსტრუქციებზე ტენის და ტემპერატურის ცვლილების ციკლური ზემოქმედებისას შიგა დამაზიანებლების და მასალაში მეტასტაბილური სტრუქტურების არსებობისას. შემადგენლობის ქიმიური და ფაზური ანალიზი მასალის ხანგამძლეობის რესურსის და დაზიანების ხასიათის, ღონის, სახეობის შეფასებისათვის.

3. რეკომენდაციების შემუშავება მასალის მდგომარეობის (ხარისხის) გაუმჯობესებისათვის დროის სხვადასხვა პერიოდში ძეგლის დაცვის სისტემაში მმართველი ზემოქმედების რეჟიმის და გრაფიკის ფარგლებში.

4. ძეგლის შენარჩუნებისათვის ჩატარებული ღონისძიებების ეფექტურობის შეფასება მისი ექსპლუატაციის ციკლის მიხედვით.

მონიტორინგის ორგანიზაციისას უნდა გაითვალისწინოთ შემდეგი პრობლემები, რომლებსაც შეიძლება შეეჯახონ რეგიონალური და საქალაქო სამსახურები:

- ძეგლების შენარჩუნების უზრუნველყოფაში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება ძეგლების დაცვის სახელმწიფო ორგანოებს, რომლებიც თავისი კომპეტენციის საზღვრებში ანხორციელებენ სახელმწიფო კონტროლს, თუმცა ხშირად არ განაგებენ ახალ ტექნიკას და კვალიფიციურ სპეციალისტებს (განსაკუთრებით რეგიონებში).

- დღეისათვის არ არის სრული ცნობები (საანგარიშო ფორმაში) ქვეყანაში შენარჩუნებული ძეგლების რაოდენობის და დანიშნულების შესახებ, რადგანაც თავის დროზე დაწყებული მათი პასპორტიზაცია არ იქნა მიყვანილი ბოლომდე.

- ძეგლების ზოგიერთი სახეობისათვის არ არსებობს დაცვისა და განსაზღვრის საგნის ზუსტი ფორმულირება;

- არ არის გათვალისწინებული არქიტექტურის ძეგლებისათვის სარესტავრაციო და სარემონტო ღონისძიებების გამოყენებული ტექნოლოგიები.

ამ პრობლემების გადაწყვეტისათვის აუცილებელია „ხარსიხის მართვის“ დანერგვა, რაც გათვალისწინებულია ICO-9000 და ICO-14000 სერიის სტანდარტებში.

საერთო ღონის მონიტორინგის სტრუქტურა უნდა იყოს წარმოდგენილი შემდეგი ბლოკებისაგან:

- კონტროლი (რეჟიმული დაკვირვება – დაკვირვების რეგულარული სისტემა, რომელიც ასახავს ძეგლში მომხდარ ნებისმიერ ცვლილებას);

- მართვა (ძეგლის მდგომარეობის, არქიტექტურის ძეგლების მასალებში და კონსტრუქციებში მრღვევი პროცესების, დამცავი ღონისძიებების არჩევის დიაგნოსტიკის ეკოლოგიური შეფასების ავტომატიზებული საინფორმაციო სისტემა – სისტემური ანალიზი);

- საარქივო ბლოკი.

საარქივო ბლოკი თავიდანვე უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას შემდეგი თემატური განყოფილებების მიხედვით:

1. ისტორიულ-ბიბლიოგრაფიული, ისტორიული საარქივო მონაცემები;
2. პირველადი სააღრიცხვო დოკუმენტაცია (მუდმივი ინფორმაცია, რომელიც ექვემდებარება შევსებას ახალი საარქივო წყაროების აღმოჩენისას, ძეგლზე აღმოჩენილი ახალი ცნობების მიღებისას და რესტავრაციის ჩატარების შემდეგ);
3. დაცვის დოკუმენტები (ცვალებადი ინფორმაცია).

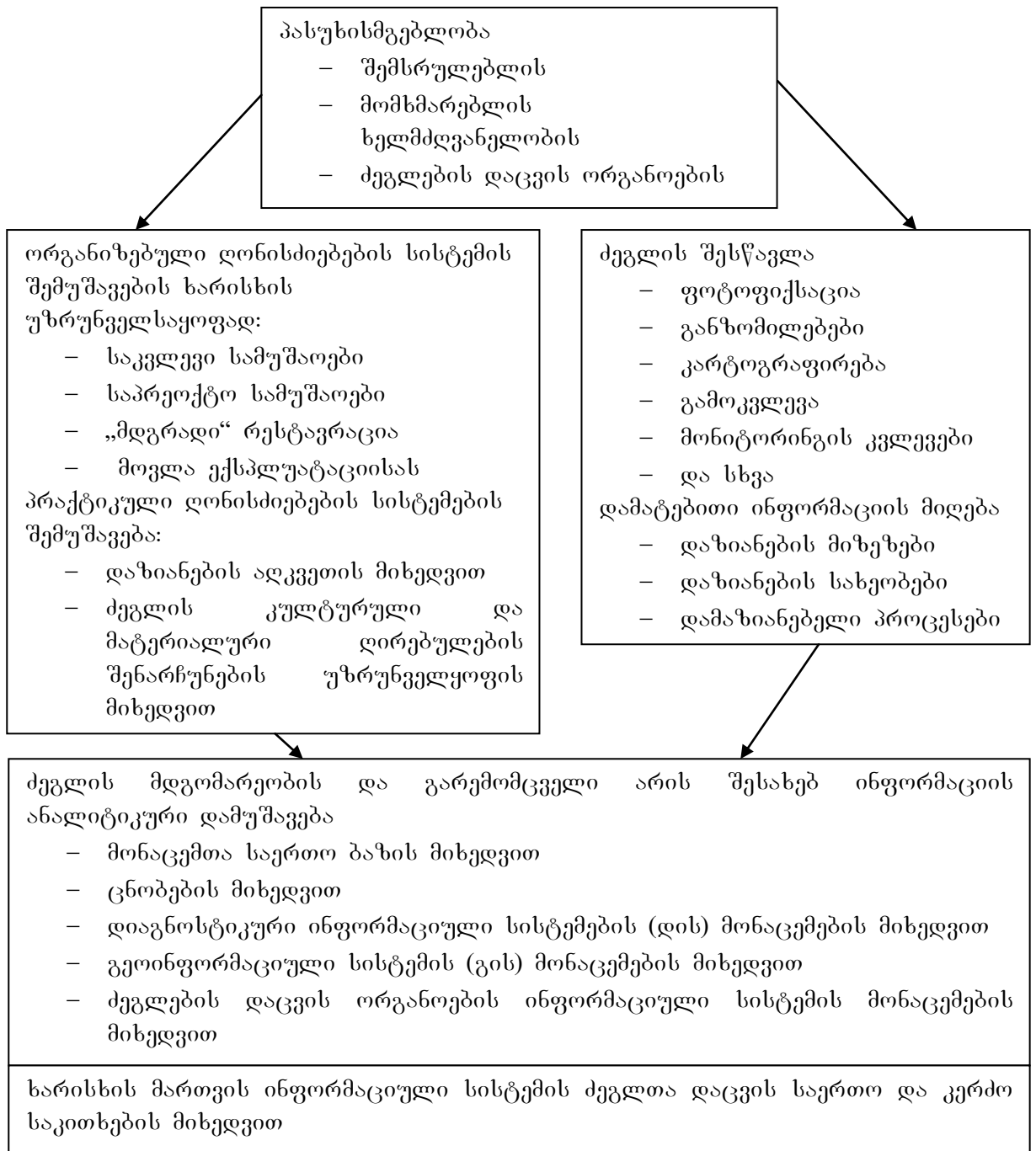
მონიტორინგის საერთო სისტემის განვითარების და დანერგვის პირველ ეტაპზე შეიძლება მოხდეს მისი საბაზო ვარიანტების ორგანიზება და განხორციელება, საარქივო ბლოკის გამოყენებით, რომელიც შეიცავს სამ მითითებულ თემატურ განყოფილებას.

ძეგლების აღრიცხვის რეალიზაციის პროგრამა შეიძლება შესრულდეს ორი გზით:

- ძველი ტრადიციული ფორმით „პასპორტი“ და ა.შ.

- ახალი ფორმით, რომელშიც შეთავსებულია აღრიცხვის ფორმალური მოთხოვნები და ამავედროულად ძეგლის შენარჩუნებისათვის აუცილებელი ცნობები. მონიტორინგის სისტემიდან მიღებული მონაცემების მიხედვით მის ეკოლოგიურ ფაქტორებზე ზემოქმედების, მდგომარეობის და დაზიანების და ამ ზემოქმედებების შედეგების და სხვა მონაცემების აღრიცხვა.

დღეისათვის სახელმწიფო კონტროლის საფუძველს შეადგენს პირველადი სააღრიცხვო დოკუმენტაცია. ძეგლების დაცვის სახელმწიფო ორგანოებში არსებული საარქივო მონაცემები, არ იძლევიან სრულ სურათს ძეგლებში მიმდინარე ცვლილებებზე. ერთის მხრივ დაცვის დოკუმენტები (დაცვის ვალდებულებები და ტექდათვალიერების აქტები) განსაზღვრავენ ისტორიის და კულტურის ძეგლების გამოყენების და შემცველობის რეჟიმს, გვეხმარებიან მათზე სახელმწიფო კონტროლის განხორციელებაში აღრიცხვის, დაცვის, გამოყენების და რესტავრაციის წესების დაცვით. მაგრამ მეორეს მხრივ, ეს იურიდიული ფორმა „მკვდარია“, არ შეიცავს ინფორმაციას ძეგლის „სიცოცხლის“ შესახებ, ძეგლს განიხილავს იზოლირებულად, როგორც ცალკეულ ობიექტს, ყურადღებაში არ იღებს მის ურთიერთქმედებას გარემომცველ არესთან.



ნახ. 5.2. დაზიანებისაგან ქვეყნის დაცვის ხარისხის მართვის ორგანიზაციული სტრუქტურის ციკლი

საპროექტო დოკუმენტაციის საარქივო ბაზა, პირველადი სააღრიცხვო ბაზა ასევე მოითხოვს ცოდნის სისტემატიზაციას მემკვიდრეობის ობიექტების შესახებ უფრო სრულყოფილ ფორმაში არსებული ნორმატიული და საკანონმდებლო დოკუმენტები ქვეყნის არქიტექტურული და საინჟინრო-ტექნიკური მდგომარეობის

ექსპლუატაციასთან და კონტროლთან დაკავშირებულ განყოფილებებში მოითხოვენ ძეგლის მდგომარეობის გამოკვლევის ჩატარებას „წელიწადში არა ნაკლებ ერთხელ“, თუმცა პრაქტიკაში არის ფაქტები, როდესაც ძეგლის რესტავრაციის ჩატარებისთანავე იგი განიცდიდა ისეთივე რღვევებს, როგორც არსებობდა სარესტავრაციო სამუშაოების ჩატარებამდე. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ გარემომცველი არის და ჰიდროგეოლოგიის გავლენასთან დაკავშირებული ყველა ნეგატიური პროცესი არ იყო აღრიცხული, რომ ეს პროცესები აგრძელებდნენ მოქმედებას მუდმივმოქმედი ძალით, ხოლო შემდგომი ტექნიკური გამოკვლევის ჩატარების დრო დოკუმენტების მიხედვით ჯერ არ იყო. ძეგლი ნელ-ნელა, მაგრამ ნამდვილად ირღვეოდა.

მეორე გზა მოითხოვს მონიტორინგის პროცედურის დანერგვას, სხვადასხვა ტიპის საინფორმაციო სისტემების შემუშავებას, მაგალითად, დაზიანების ეკოლოგიური შეფასების საინფორმაციო სისტემები (დეშსს), საძიებო-საინფორმაციო ბლოკები, ძეგლზე მოქმედი დატვირთვების სახეობების, დაზიანების მდგომარეობის და სახეობის მიხედვით დიაგნოსტიკური ინფორმაციული სისტემა (დის), მრღვევი პროცესების შეფასების საექსპერტო სისტემები (მპშსს) და ა.შ. ასეთი სისტემების შემუშავება საშუალებას იძლევა ჩამოყალიბდეს შესაბამისი სახეობების დოკუმენტაცია ერთიან კომპლექტში კულტურული მემკვიდრეობის ყოველ ობიექტზე. უზრუნველყოფს მის საარქივო შენახვას, მიზნობრივ გამოყენებას და სამუშაოების ავტომატიზირებული სისტემების მართვაზე გადასვლას არქიტექტურის ძეგლის შენახვის უზრუნველყოფის მიხედვით.

დღეისათვის მონიტორინგის პრაქტიკული მნიშვნელობა მდგომარეობს ძეგლების დაცვის სისტემაში ეკოლოგიური პრობლემების წარმატებით გადაწყვეტაში და, კერძოდ, რესტავრაციის ხარისხის შემცირების ეკოლოგიური მიზეზების განსაზღვრაში. მონიტორინგი ეკოსისტემის საზღვრებში საშუალებას იძლევა მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის შეფასებით უფრო სრულად იქნას გამოვლენილი დაზიანების მიზეზები და უფრო ეფექტურად აღკვეთოს ისინი.

თუ გაგრძობილად ვისაუბრებთ, მონიტორინგის სისტემის აქტუალობა და მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ მისი

არსებობისას შესაძლებელია ოპერატიულად მივიღოთ ინფორმაცია ძირითად საკითხებზე: ძეგლის დაცვის მდგომარეობა; მისი ტექნიკური დაცვა; ძეგლის დაცვისათვის აუცილებელია ოპერატიული სამუშაოების განსაღწერა; ძეგლის დაცვისათვის მოქმედების პრიორიტეტული მიმართულებების დაგეგმვისას საჭირო ფაქტორების განსაზღვრა.

ინფორმაციით სარგებლობის ორგანიზება შესაძლებელია, მაგალითად ძეგლის მდგომარეობის ხარისხის მართვის ორგანიზაციული სტრუქტურის ციკლის მოდელის მიხედვით.

მართვის მოდელის მსგავსი სისტემების შექმნა საშუალებას მოგვცემს განვახორციელოთ პროდუქციის ხარისხის მართვის სისტემის ფარგლებში დაცვითი ქმედებების განხორციელება, ICO-9000 სერიის სტანდარტების სისტემების მეთოდოლოგიის გამოყენებით - „ხარისხის რეგულირება – ხარისხის სისტემა – ხარისხის უზრუნველყოფა“, როგორც ძეგლის მონიტორინგის დროს ხარისხის მოცემული მოთხოვნების დაკმაყოფილებისათვის აუცილებელი პროცესების, მეთოდების, სტრუქტურების ორგანიზაციული მახასიათებლების და თვისებების ერთობლიობა. ასეთი მოდულების ფარგლებში შეიძლება შემუშავდეს ხარისხის მართვის (მენეჯმენტის) სისტემების სხვადასხვა ელემენტები. ასეთ ელემენტებს მათი შემუშავების შემდეგ შეიძლება მივაკუთვნოთ მონიტორინგის, დიაგნოსტიკის და მათი ქვესისტემების პროცედურები – ინფორმაციის სხვადასხვა ბლოკები, მათი დახმარებით მიღებული საძიებო-ინფორმაციული ბლოკები, საარქივო ბლოკები და ა.შ.

5.2. ინფორმაციის მონაცემთა ბაზების ფორმირება მასალების დაზიანების და ძეგლების მდგომარეობის შეფასებისათვის

ძეგლის მასალის მდგომარეობის მონიტორინგის კვლევების შედეგების სისტემატიზაცია და შენახვა შესაძლებელია ორ ვარიანტად – მონაცემთა ბაზის სახით (დაკვირვების ყველა ობიექტიდან მიღებული მონაცემები ერთიანდება ინფორმაციულ ბლოკში) და ინფორმაციული

რეგისტრაციული ბარათების სახით, რომლებსაც შეიძლება ეწოდოს მასალათმცოდნეობა.

„მასალათმცოდნეობის ინფორმაციულ ბარათებში (მიბ)“ მონიტორინგის ინფორმაციის სისტემატიზაციის ძირითადი მიზანი – ფაქტიური მასალების შეგროვება ძეგლის მდგომარეობის და დაზიანების შესახებ მონაცემების ცენტრალიზებული დაგროვებისა და გამოყენებისათვის და ძეგლის კულტურული მნიშვნელობის შენარჩუნების უზრუნველსაყოფად. მონაცემები შეიძლება გამოყენებული იქნას პროფილაქტიკური ღონისძიებების სისტემის კონკრეტიზაციის დროს კონკრეტული ძეგლისათვის და მეთოდების, ხერხების, ძეგლის სანაცის ტექნოლოგიის, რღვევისგან და დაზიანებისგან უნიკალური შენობების და ნაგებობების დაცვის განვითარების და სრულყოფის ეფექტურობის ამაღლებისათვის და ამ მიზნებისათვის მასალების რაციონალური არჩევისათვის.

მასალათმცოდნეობის ინფორმაციული ბარათები უნდა ასახავდნენ ძეგლის მასალის მდგომარეობას და იძლეოდნენ ინფორმაციის სწრაფი მიღების შესაძლებლობას მონიტორინგის კვლევების შედეგების და მრღვევი პროცესების დიაგნოსტიკის მონაცემების შესახებ, ძეგლის მასალის მდგრადობის პროგნოზირებით გარემომცველი არის კონკრეტული პირობებისათვის.

რეგისტრაციული ბარათი უნდა ასახავდეს არქიტექტურის ძეგლის მასალის სტრუქტურის და თვისებების მონაცემებს და შეიცავდეს ინფორმაციას იმის შესახებ, თუ როგორ იღებს იგი დატვირთვებს გარემომცველი არიდან. ბარათში შედის ძეგლის არსებობის ისტორიის მანძილზე მასალის ქიმიური შემადგენლობის ცვლილებები და დროის მოცემულ მომენტში ინფორმაცია კონსტრუქციის და ცალკეული მასალების მახასიათებლების შესახებ, აგრეთვე მათი ხანგამძლეობის ნარჩენი რესურსის შესახებ.

ამ მონაცემების დამუშავება საშუალებას იძლევა შეფასდეს დამაბინძურებლების სახეობა, მასალის დესტრუქციის დონე და მოხდეს წინააღმდეგობის პროგნოზირება, ანუ უნარი მიიღოს, აიტანოს მრღვევი პროცესი გარემომცველი არის მხრიდან სიცოცხლის შემდეგ პერიოდში

და წინააღმდეგობა გაუწიოს რღვევებს, რომლებიც შეიძლება გაჩნდნენ უხილავი დაზიანებების დაგროვებისას.

ბარათში შეაქვთ, ძირითადად, მიკროსტრუქტურული დაზიანებების კომპლექსური კვლევების შედეგები, რომლებიც განსაზღვრავენ კონსტრუქციული და მოსაპირკეთებელი მასალების რღვევას.

მიღებული მონაცემების სისტემატიზაციის სქემის ვარიანტები ბარათის თემატური განყოფილების მიხედვით წარმოდგენილია ცხრილში 5.1 ოთხი განყოფილების სახით ან, მონაცემთა ინფორმაციული ბაზის ფორმირების შემთხვევაში ძეგლის მასალების დაზიანების მიხედვით ბლოკების სახით.

ბლოკები გახსნილი უნდა იყვნენ მათში კვლევის შედეგების და ახალი ინფორმაციის შესატანად.

ბლოკში 1 გროვდება ინფორმაცია ისტორიული ქვის წყობის მასალების ბუნებრივი და ტექნოლოგიური განსაკუთრებულობების, აგრეთვე დეკორატიული ელემენტების შესახებ, რომლებიც შენარჩუნებული იქნა ძეგლზე. ჩამოთვლილია ისტორიული ნაგებობების მასალების კვლევის სახეობა დროის მოცემული პერიოდისათვის.

ცხრილი 5.1. ინფორმაციის ბლოკები მასალის დაზიანების „საკვანძო ინდიკატორების“ და ძეგლის მდგომარეობის მიხედვით

ბლოკის №	ინფორმაციული ბლოკის შემცველობა / ძეგლის მდგომარეობის საკვანძო ინდიკატორები“
ბლოკი 1	არქიტექტურის ძეგლების კონსტრუქციების და მოპირკეთების მასალების ისტორიული სახეობების და მათი მდგომარეობის შესახებ საწყისი ინფორმაცია
ბლოკი 2	მასალის შემადგენლობის და მიკროსტრუქტურის განსაკუთრებულობები, ფაზურ-ქიმიური შემადგენლობა და მაკროსტრუქტურის ხასიათი
ბლოკი 3	დამაზიანებელი პროცესების მექანიზმი და სახეობა დაზიანებების დონე და სახეობა და ხანგამძლეობის რესურსი
ბლოკი 4	მასალის მდგომარეობა და მისი წინააღმდეგობის უნარი გარე ზემოქმედებების მიმართ. ტენიანობა, დაზიანების სახეობები და ხასიათები

ბლოკი 2 და 3 შეიძლება წარმოდგენილი იყოს სტრუქტურის მაჩვენებლებით (მიკროსტრუქტურის ფოტო), ქიმიური და ფაზური შემადგენლობების სისტემით გამოსაკვლევი მასალის დაუზიანებელი და დაზიანებული უბნებისათვის. აქ შეაქვთ ამ მაჩვენებლების ცვლილების მიზეზების ანალიზის შედეგები ასეთი ცვლილებებისათვის ტიპური დაზიანების პროცესების სახეობის ჩამონათვალის სახით – ფიზიკური, ქიმიური, ბიოლოგიური კოროზია ან შერეული ტიპის პროცესები. გროვდება ინფორმაცია მეტამორფოზის ხასიათის შესახებ (შემკვრელის, ამორფიზაციის, გადაკრისტალიზაციის, დალაქვის და სხვათა კარგვის დონე).

ბლოკში 4 მოცემულია მასალის მდგომარეობის მახასიათებლები შემდეგი პარამეტრების მიხედვით: დატენიანების დონე, მარილიანობის დონე, მარილ-დამაბინძურებლების სახეობა, ბიოდაზიანების ხასიათი და დონე.

ინფორმაციის სისტემატიზაციის წარმოდგენილი ვარიანტი ჩამოთვლილი მიმართულებების მიხედვით საშუალებას იძლევა დაგროვდეს მონაცემები მასალის მდგომარეობის შესახებ კონკრეტული ძეგლისათვის. ეს მონაცემები შეიძლება გამოვიყენოთ „ძეგლის სიცოცხლის ციკლის“ ყველა სტადიაზე. მისი ექსპლუატაციის დროს ეს მონაცემები საჭიროა დაზიანებების პროფილაქტიკური და ძეგლის მოვლის ღონისძიებების შემუშავებისათვის და სხვა.

მსგავსი ინფორმაციის არსებობა საშუალებას იძლევა ოპერატიულად შემუშავდეს და განხორციელდეს რღვევისგან ძეგლის დაცვის ღონისძიებები და მიუუახლოვდეთ ძეგლის შენარჩუნების ინფორმაციული ტექნოლოგიის შემუშავებას.

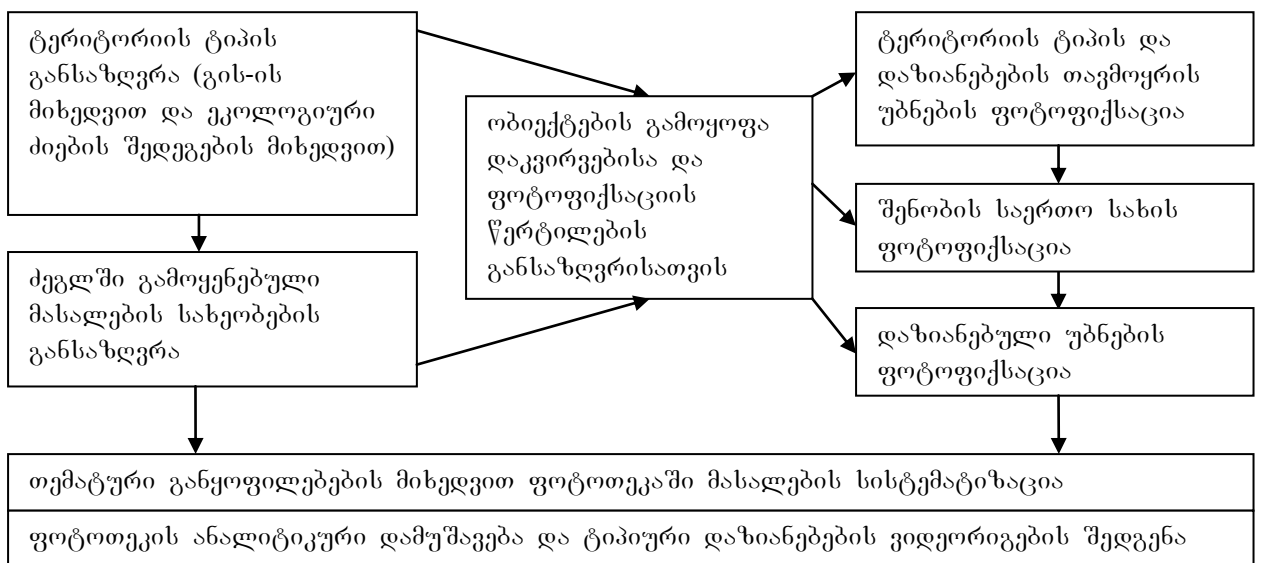
5.3. ძეგლის მასალის დამაზიანებელი პროცესების და დაზიანებების შეფასების ინფორმაციული სისტემების შემუშავება

დაზიანების შეფასების ინფორმაციული სისტემა – ესაა მონიტორინგის სისტემის ერთ-ერთი სტრუქტურული ელემენტი,

რომელიც ემყარება კვლევის ამ სამეცნიერო მეთოდის დახმარებით მიღებულ შედეგებს. მოცემულ შემთხვევაში შესაქმნელი ინფორმაციული სისტემის ამოცანები კონკრეტიზებულია ანალიზის მიზნის თანახმად – „დაზიანების, დამაზიანებელი პროცესების და ძეგლის მდგომარეობის შეფასება“ და შეთანხმებული უნდა იყვნენ მონიტორინგის ამოცანებთან და დიაგნოსტიკური ციკლის სტრუქტურასთან. შესაქმნელ სისტემაში დაზიანების შეფასებასა და, კერძოდ, მონაცემთა ბაზის დამუშავებისათვის შესაძლებელია, მაგალითად, გამოყენებული იქნას მოსახერხებელი ინტერფეისი „გადაწყვეტების ცხრილის“ საფუძველზე.

ინფორმაციული სისტემის შექმნა შეიძლება დაიწყოს ძეგლის დაზიანებაზე ვიზუალური დაკვირვების მონაცემთა ბაზის ფორმირებით, რომლებიც მიღებულია ფოტოფიქსაციის მეთოდით. შემდგომ ამ მონაცემების სისტემატიზირებით დაზიანების სახეობების მიხედვით, შეიძლება შევუდგეთ, მაგალითად, დამახასიათებელი ხილული დაზიანებების ატლასის შემუშავებას.

„ფოტომონიტორინგის“ კვლევების ორგანიზაცია შეიძლება წარმოდგენილი იქნას, მაგალითად ფოტოთეკის ფორმირებისათვის და მათი სისტემატიზაციისათვის მასალის სახეობის მიხედვით. შესაძლო სქემის ვარიანტი მოცემულია ნახ. 5.3-ზე.



ნახ. 5.3. მასალის ტიპური დაზიანებების ფოტოთეკის დონისძიებების თანამედროვე სქემა

ზემოთ მოცემული მეთოდების მიხედვით, დაკვირვებათა შედეგების ანალიტიკური დამუშავების წარმოდგენილი სქემა (სურ. 3.9), საშუალებას იძლევა ერთტიპიური დაზიანებების გაჩენის რისკის ზონების განსაზღვრით, გამოვავლინოთ დამახასიათებელი დაზიანებები ისტორიული მასალების სახეობების მიხედვით და მივიღოთ პირველი ინფორმაცია შესაძლო დამაზიანებელი პროცესების შესახებ.

პირველად ამოცანებს ინფორმაციული სისტემის დამუშავებისას, მრღვევი პროცესების საექსპერტო მეთოდებით შეფასებისათვის წარმოადგენს:

- სხვადასხვა წარმოშობის ისტორიული მასალების დაზიანების შესახებ სპეციალური ცოდნის შეფასება;
- რღვევის მიზეზების შეფასება;
- ძეგლის მასალებში მრღვევი პროცესების აღკვეთისათვის გამოყენებული მასალების და საშუალებების შესაბამისობის შეფასება.

პირველი ამოცანის გადაწყვეტისათვის შემოთავაზებულია შეიქმნას სისტემატიზებული დაკითხვის ფურცელი რესტავრატორების, არქიტექტორების, მშენებლების და სხვა სპეციალისტებისათვის, რომლებიც პასუხს აგებენ არქიტექტურის ძეგლის შენარჩუნებაზე, რომელშიც უნდა შეიტანონ შემდეგი მონაცემები:

- ძეგლის განთავსების ადგილმდებარეობა და მისი აღწერა;
- ადრე ჩატარებულ (მოცემულია საარქივო მასალები ან სხვა ლიტერატურული წყაროები) და/ან დღევანდელ დღეს მიმდინარე კვლევები;
- მასალის კვლევის ჩატარების ადგილი, მისი მეთოდოლოგია, კვლევის შედეგები;
- მასალების და საშუალებების ეფექტურობა და სახეობა (დასახლება, შემადგენლობის მოქმედი საფუძვლები და ა.შ.) რესტავრაციის, სანაცის და დაზიანებისგან დაცვისათვის (განყენებული შედეგების ჩათვლით), აგრეთვე ამ მასალების ლაბორატორიული ტესტირების შედეგები.

ამ უკანასკნელში დაკითხვისას მიღებული და მონიტორინგის კვლევისას შევსებული მონაცემები შეიძლება შევიტანოთ „მასალის დაზიანებათა ატლასში“.

ატლასი უნდა შეიცავდეს:

- უნიფიცირებულ ტერმინოლოგიას და დაზიანებების გაჩენის ტიპების და მიზეზების უნიფიცირებულ აღწერას;
- განსაზღვრული სქემის მიხედვით დაჯგუფებულ ინფორმაციასთან დაზიანების ტიპების, მიზეზების და თვით რღვევის ფიზიკური პროცესის (ამ პროცესების მრავალფეროვნებასთან დაკავშირებით) სხვადასხვაობის შესაბამისად. ინფორმაციის დაჯგუფებისას საბაზო ნიშანი უნდა იყოს მასალის სახეობა და მასზე გარემომცველი არის ზემოქმედების სხვადასხვაობა.

დღეისათვის დაზიანების იდენტიფიკაციის უმარტივეს სახეობას და ხერხს წარმოადგენს ვიზუალური ანალიზი – დაზიანებათა ატლასი მოთხოვნილი იქნება პირველ რიგში ამ მიზნებისათვის ე.ი. დაზიანების სახეობის განსაზღვრისათვის.

იმისათვის, რომ გავიგოთ დაზიანების და რღვევის მიზეზები ატლასში განთავსებული ინფორმაცია არასაკმარისია, იგი უნდა შეივსოს მონაცემებით, რომლებიც მიღებულია მონიტორინგის კვლევების დიაგნოსტიკური ციკლის მეთოდების სისტემის გამოყენებით.

დაზიანების მონიტორინგის შედეგების სისტემატიზაციისათვის „ტერიტორიის და ძეგლის მდგომარეობის საექსპერტო ეკოლოგიური და ტექნიკური შეფასებისათვის ცნობათა მონაცემების ბაზის“ შექმნასთან ერთად, საჭირო გახდა დაზიანების ერთიანი საინფორმაციო ანალიტიკური სისტემის შექმნა, რომელიც გააერთიანებს ყველა დაგროვებულ ბლოკს (სარეგისტრაციო ბარათები და ა.შ.) და დიაგნოსტიკური სისტემის ანალიზურ ბლოკებს. ამ საინფორმაციო სისტემის მონაცემთა ბაზაში აგრეთვე უნდა შევიდეს ინფორმაცია დაზიანების დიაგნოსტიკის შედეგების დასაზუსტებლად აუცილებელი კვლევის მეთოდების შესახებ, რომლებიც იძლევა დაზიანების სახეობის და მიზეზების ცნობების დასაბუთებულობის ამადლების საშუალებას. სისტემის საზღვრებში ორგანიზებული უნდა იყოს ყველა უფრო მეტად

მნიშვნელოვანი სამეცნიერო ცოდნის შეკრება და სისტემატიზაცია, დღემდე შესრულებული სამუშაოების სისტემატიზაცია საკვლევი კონსტრუქტორული და სარესტავრაციო პროექტების საზღვრებში.

თემატური განყოფილებების (გარემომცველი არის მდგომარეობა, ძეგლის მდგომარეობა და ა.შ.) მრავალჯერადი შესწავლით მიღებული ყველა სახეობის ინფორმაციის სისტემატიზაცია დასკვნების ერთიანი სისტემის შექმნისათვის შეიძლება წარმოდგენილი იქნას ორი სისტემური ბლოკით: დაგროვებითი და ანალიზური.

ნებისმიერ განხილულ ფორმაში წარმოდგენილი განხილული ინფორმაციის ვარიანტების გამოყენებით „მრღვევი პროცესების შეფასების საექსპერტო სისტემის“ (მპშსს) შემუშავებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ეკოლოგიურ სამეცნიერო კვლევის პრინციპებზე აგებული მეთოდოლოგია. პირველ ეტაპზე აღნიშნული უნდა იყოს დაზიანების პრობლემები, შემუშავებული იქნას მათი დიაგნოსტიკის სისტემა. შემდეგ აუცილებელია განისაზღვროს მონაცემთა შეტანის და გამოტანის მიმდევრობა, დაზიანების სახეობა, გაჟონვის ხერხები და მიზეზები, აღიწეროს დაზიანების და რღვევის მექანიზმები, დადგინდეს ურთიერთკავშირი მათ მიზეზებთან და საბოლოოდ არჩეული იქნას მოდელი, რომელიც აღწერს დაზიანებას. ამ მიზნისათვის ყველაზე უფრო შესაფერისია, მაგალითად, თერმოდინამიკური მოდელი, რომელიც დაზიანებას აღწერს, როგორც შიგა ძაბვების შედეგს. ის საშუალებას იძლევა დადგინდეს დაზიანების სახეობის კავშირი მის გამომწვევ მიზეზებთან.

მპშსს-ს შემუშავებას აქვს სამეცნიერო მნიშვნელობა ისტორიული ღირებულების მქონე კონსტრუქციებში მასალის რღვევის საინჟინრო შეფასებისათვის, რაც საშუალებას იძლევა, ზოგიერთ შემთხვევაში, განისაზღვროს პრობლემების აღწერა მართლაც მნიშვნელოვანი (მიზანმიმართული) პარამეტრებით, უმნიშვნელოების მხედველობაში არ მიღებით, ამასთან უზრუნველყოთ რეალობასთან კავშირი და ავამაღლოთ დაზიანების დიაგნოსტიკის სიზუსტე. შეიძლება ითქვას, რომ ეს მეთოდი წარმოადგენს ყველასათვის ხელმისაწვდომ სამეცნიერო მეთოდოლოგიას, რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ პრაქტიკული შედეგები, და მათ საფუძველზე დავამუშავოთ ძეგლის მოვლისათვის

აუცილებელი ღონისძიებები. ისტორიული აგურის წყობის გამოკვლევით დაკავებული სპეციალისტების გამგებლობაში არიან, წარმოდგენილია ასეთი პრინციპების მიხედვით შემუშავებული საექსპერტო სისტემა, რომელიც შეიცავს დაზიანებათა ატლასს.

ასეთი სისტემის დანერგვით შეიძლება დადგენილი იქნას მიღებული ცოდნის ინტეგრაციის ახალი მიმართულებები მონიტორინგის შემუშავებულ სისტემაში.

5.4. ქ. თბილისში, ძმები ზუბალაშვილების ქ. №23-ში მდებარე შენობის ტექნიკური მდგომარეობის გამოკვლევა

შემოწმებული იქნა ქ. თბილისში ძმები ზუბალაშვილების ქ. №23-ში მდებარე შენობის ტექნიკური მდგომარეობა (სურ. 5.4). შენობა მდებარეობს ძმები ზუბალაშვილების და ბესიკის ქუჩების გადაკვეთაზე. ფასადის მარჯვენა მხარე მდებარეობს ბესიკის ქუჩაზე (სურ. 5.5). შენობა აშენებულია XIX საუკუნის მეორე ნახევარში და წარმოადგენს კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლს.

აღნიშნული შენობა ორსართულიანია და განლაგებულია დახრილ რელიეფზე. გეგმაში იგი სწორკუთხედის ფორმისაა, ზომებით 10.7×18 მ. შენობის საძირკველი განხორციელებულია ყორე ქვის წყობით, სისქით 100 სმ, კედლები კი ამოყვანილია აგურის წყობით, სისქით 70 სმ.



სურ. 5.4.



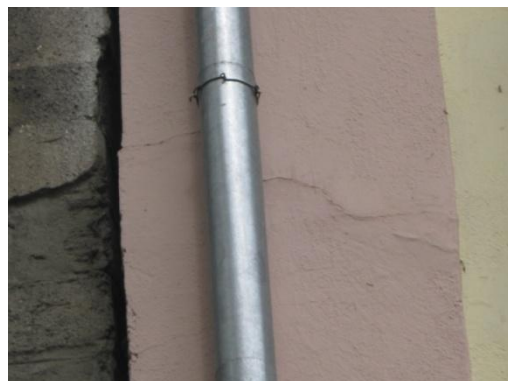
სურ. 5.5.

სართულშუა გადახურვა განხორციელებულია ხის კოჭებზე ხის იატაკით. სახურავი ოთხქანობიანია და მოწყობილია ხის ნივნივებზე. კიბის უჯრედი შესრულებულია ლითონის კოსოურებზე მოზაიკური ბეტონის საფეხურებით.

შენობას რამოდენიმე თვის წინ ჩაუტარდა სარემონტო სამუშაოები, რომლის შემდგომაც შენობას გაუჩნდა ბზარები მზიდ კედლებში და კონსტრუქციებში (სურ. 5.6, 5.7).



სურ. 5.6.



სურ. 5.7.

ბზარის ზრდის დინამიკის შესასწავლად დაყენებული იქნა ბზარების ზრდის სიდიდის მაჩვენებელი სენსორი, რომელზეც მიმდინარეობდა დაკვირვება და პერიოდულად ანათვლების აღება (სურ. 5.8, 5.9).



სურ. 5.8.



სურ. 5.9.

შენობის უკანა მხარეს განხორციელებულია მიშენება სველი წერტილებისათვის, რომელიც შესრულებულია სამშენებლო ბლოკებით.



სურ. 5.10.

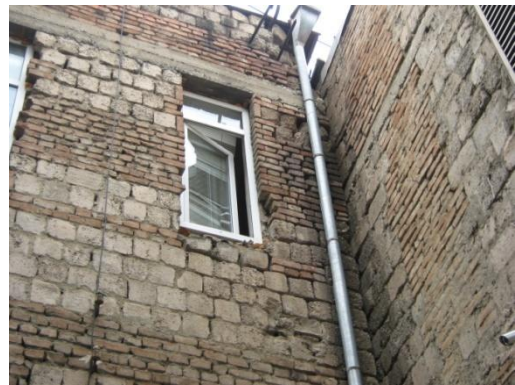


სურ. 5.11.

შენობის უკანა კედლის (სურ. 5.10) დათვალიერებამ გვიჩვენა რომ კედელი აღდგენილია რამოდენიმე ათეული წლის წინათ, მას გააჩნია სამშენებლო ბლოკის და რკინაბეტონის ჩანართები (სურ. 5.11, 5.12).



სურ. 5.12.



სურ. 5.13.

შენობის მარცხენა ყრუ კედლის ზედა ნაწილი გადახრილია (სურ. 5.13). უკანა კედლის ზედა ნაწილში ჩანს აგურის წყობის და სამშენებლო ბლოკის განშრევალობა (სურ. 5.14).

გამოკვლევის მიზანს წარმოადგენდა შენობის საძირკვლების ქვეშ გრუნტების საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შესწავლა.



სურ. 5.14.



სურ. 5.15.

ამ მიზნით შენობის გარე პერიმეტრზე გაყვანილი იქნა ერთი შურფი (სურ. 5.15, 5.16, 5.17). გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების შესასწავლად შურფიდან აღებული იქნა დაურღვეველი სტრუქტურის 3 ნიმუში.

მორფოლოგიურად მშენებლობისათვის გამოყოფილი უბანი წარმოადგენს მდინარე მტკვრის მარჯვენა ნაპირის ძველ ჭალისხედა ტერასის ნაწილს.



სურ. 5.16.



სურ. 5.17.

ჩატარებული საველე სამუშაოების მონაცემების საფუძველზე, უბნის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობას იღებენ მეოთხეული ასაკის ალუვიურ-დელუვიური და ტექნოგენური გრუნტები.

როგორც შურფის გეოლოგიური ჭრილიდან ჩანს, სამშენებლო მოედანზე მიწის ზედაპირიდან 1.3 მეტრამდე გავრცელებულია ნაყარი გრუნტი – თიხნარები, მასში ჩართული ტექნოგენური მასით. ნაყარი გრუნტის ქვეშ განლაგებულია თიხნარის ფენა, რომლის სისქე დადგენილი იქნა აქტიური ზონის გავრცელების სიდიდის შესაბამისად და მიღებული იქნა 3.0 მეტრი. თიხნარი შეიცავს მცირე რაოდენობით კენჭნარის ჩანართებს (10%-მდე).

ზემოთ აღნიშნულის საფუძველზე, გამოყოფილ უბანზე, გამოვყოფთ ერთ საინჟინრო-გეოლოგიურ ელემენტს (ფენა №2)-თიხნარს.

საძირკვლის ფუძე-გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების დადგენის მიზნით აღებულ იქნა გრუნტის ნიმუშები საძირკვლის ძირიდან 0.5 მეტრ სიღრმეზე.

გამოკვლევით დადგინდა, რომ საძირკვლის ფუძეში გრუნტი წარმოდგენილია თიხნარებით. მათი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები შემდეგია:

კუთრი წონა $\gamma=18.6$ კნ/მ³; ნაწილაკების კუთრი წონა $\gamma_s=27.1$ კნ/მ³; ბუნებრივი ტენიანობა $W=26\%$; ფორიანობის კოეფიციენტი $e=0.83$; ტენიანობის ხარისხი $S_r=0.81$, დენადობის მაჩვენებელი $I_L=0.68$. ამ მახასიათებლებით გრუნტი არის წყლით გაჯღენილი და რბილპლასტიკურ მდგომარეობაში.

სამშენებლო ნორმების შესაბამისად (СНИП 2.02.01-83) თიხნარის მექანიკური მახასიათებლები შემდეგია:

შეჭიდულების ძალა $C^{\sigma}=22$ კპა (0.22 კგ/სმ²);

შიგა ხახუნის კუთხე $\varphi^{\sigma}=18^{\circ}$;

დეფორმაციის მოდული $E^{\sigma}=14$ მპა (140 კგ/სმ²).

ფუძე-გრუნტის პირობითი საანგარიშო წინააღობაა $R_0=160$ კპა (1.6 კგ/სმ²).

უკანა კედლის ზედა ნაწილში განხორციელებულია რკინაბეტონის სარტყელი, რომელიც შუაში გაწყვეტილია და არანაირ როლს არ ასრულებს შენობის მდგრადობის თვალსაზრისით (სურ. 5.10, 5.11).

წინა ფასადის მხრიდან შენობას მარცხენა კიდეში მოწყობილი აქვს სახურავის წყლის ღარი, რომელიც ახლოს არის მეზობელი სახლის სარდაფის ფანჯარასთან, იქიდან შესაძლებელია წვიმის წყლის ჩადინება ჯერ სარდაფში, შემდეგ კი საძირკველში. აუცილებელია წყლის მოცილება, რათა თავიდან იქნას აცილებული სარდაფში წყლის ჩადინება. შენობის უკანა ფასადზე, სადაც შურფი იყო გაჭრილი, ყორე ქვის საძირკველის თავზე აგურის კედელი ჩამოშლილია, რაც გამოწვეულია სახურავიდან საძირკველში წყლის ჩადინებით. ზემოთ თქმული მიზეზების გამო დაიწყო საძირკველმა ჯდომა და მზიდ კედელზე ბზარების განვითარება (სურ. 5.12, 5.13).

კომპლექსური ტერიტორიული სქემის (კტს) მიხედვით (იხ. თ. 3, პ. 3.6, ნახ. 3.4) ტერიტორია დატვირთვების მიხედვით მიეკუთვნება საშუალო კატეგორიას.

გამოკვლევის შედეგად დადგინდა:

1. კტს-ის მიხედვით ტერიტორია მიეკუთვნება დატვირთვის საშუალო კატეგორიას;

2. შენობას მზიდ კედლებზე გააჩნია ბზარები (იხ. კვლევით ნაწილში ფოტოები);
3. შენობის უკანა მხარეს შურფის გათხრის შედეგად გამოჩნდა, რომ შენობას აქვს ლენტური ყორე ქვის საძირკველი, რომლის თავზე აგურის კედელი ჩამოშლილია, რაც გამოწვეულია სახურავიდან საძირკველში წყლის ჩადინებით. აღნიშნული მიზეზების გამო დაიწყო საძირკველმა ჯდომა და მზიდ კედელზე ბზარების განვითარება;
4. წინა ფასადის მხრიდან შენობას მარცხენა კედელში მოწყობილი აქვს სახურავის წყლის ჟოღობი, რომელიც ახლოს არის მეზობელი სახლის სარდაფის ფანჯარასთან, იქიდან შესაძლებელია წვიმის წყლის ჩადინება ჯერ სარდაფში შემდეგ კი საძირკველში. აუცილებელია წყლის მოცილება, რათა თავიდან იქნას აცილებული სარდაფში წყლის ჩადინება;
5. ჩვენს მიერ შენობის შიგნით მზიდ კედელზე დაყენებული იქნა ინდიკატორი (მენსურა) ბზარების გახსნის სიდიდის გასაგებად დროში. რამაც 15 დღის დაკვირვების პერიოდში გვიჩვენა, რომ ბზარების მატებას ადგილი არ აქვს, საძირკველის ჯდომის პროცესი ჯერ-ჯერობით შეჩერებულია, მაგრამ აუცილებელია ხანგრძლივი დაკვირვება.

რეკომენდაციები

შენობის ამჟამინდელი მდგომარეობა საგანგაშო არ არის. კედლებზე აღინიშნება ძალოვანი ბზარები. საჭიროა გაგრძელდეს ხანგრძლივი ინსტრუმენტალური დაკვირვება ბზარების განვითარებაზე.

კონსტრუქციული თვალსაზრისით საჭიროა ჩატარდეს სამუშაოები საძირკველში წყლის მოხვედრის თავიდან ასაცილებლად. მოწესრიგდეს წყალგაყვანილობისა და საწვიმარი წყლის გადაწყვანი სისტემები.

შენობის უკანა ფასადზე კედლის დაზიანებული ადგილები შეიღესოს ცემენტქვიშის ხსნარით კედლის წყობის გასამაგრებლად.

იმ შემთხვევაში, თუ დაფიქსირდა ინსტრუმენტალური მონაცემებით ბზარების ზრდის ტენდენცია, მაშინ აუცილებელი იქნება შენობის გამაგრების ღონისძიებების შემუშავება შესაბამისი გაძლიერების პროექტის შედგენით.

5.5. პეტრა-ციხის მდგომარეობის გამოკვლევა

პეტრა-ციხე არქეოლოგიურ-არქიტექტურული მუზეუმ-ნაკრძალია დასავლეთ საქათველოში. იგი მდებარეობს ქობულეთის რაიონში სოფელ ციხისძირის ტერიტორიაზე შავი ზღვის სანაპიროზე. იგი მოიცავს 7 პექტარ ფართს (ვრცლად I თავში) (სურ. 5.18).



სურ. 5.18 პეტრა-ციხე საერთო ხედი

1. ეკომონიტორინგი გისით

ისტორიული ძეგლის განლაგების ტერიტორიის ეკოლოგიური მდგომარეობის დასადგენად გამოვიყენეთ გეოგრაფიულ-ინფორმაციული სისტემა ე.წ. გის-ი. სხვადასხვა ზემოქმედებების განსაზღვრის შედეგად მიღებული დატვირთვების შესაბამისად შედგა კომპლექსური ტერიტორიული სქემები.

თავდაპირველად შედგა თითოეული ზემოქმედების შრეობრივი რუკები, ესენია – ქარის დატვირთვა, ტენის ზემოქმედება, გრუნტის მდგომარეობა, დაბინძურებული გრუნტის წყალი, რელიეფის მდგომარეობა, ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედება, სხვადასხვა დამაბინძურებელი მინერალების ზემოქმედება, მცენარეული საფარით დაზიანების დონე, აგრეთვე, იმის გამო, რომ იგი განთავსებული

ცენტრალური საავტომობილო გზის პირზე მტკრის და გამონაბოლქვით დაბინძურების მაღალი დონეც შეინიშნება.

აღნიშნული რუკების ერთმანეთზე ზედღების შედეგად მივიღეთ სურათი (იხ. ნახ. 3.3), რომლის მიხედვითაც განისაზღვრა მასზე მოქმედი ზემოქმედებების გამოწვეული მაქსიმალური დატვირთვების წერტილები. დადგენილ იქნა რომ პეტრა-ციხის განთავსების ტერიტორია დარაიონების მიხედვით განეკუთვნება ძლიერი დატვირთვების კატეგორიას.

2. ტენიანობის დადგენა

როგორც ზემოთ იქნა აღნიშნული ძეგლი განლაგებულია შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროზე მდებარე კლდოვან ფერდზე, შესაბამისად მასზე მოქმედი ტენის რაოდენობა რომ დიდია ინსტრუმენტალური გამოკვლევის გარეშეც შეიძლება ითქვას.

აღვილზე ჩატარებული ვიზუალური და ინსტრუმენტალური გამოკვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ძეგლის კონსტრუქციების მასალებზე მოქმედი ტენის დიდი რაოდენობის შედეგად მასზე წარმოქმნილია სხვადასხვა დაზიანებები, რაც გამოიხატება მასზე მცენარეული საფარის გავრცელებით (სურ. 5.19), შემაკავშირებელი



სურ. 5.19.



სურ. 5.20.

ხსნარის გამოქარვით, რისი მიზეზია დატენიანება-გამოშრობის მრავალსაუკუნოვანი ციკლი. ადგილ-ადგილ შეინიშნება მუდმივი ტენი ყორე ქვებზე. საძირკვლების კედლებთან შეერთების ადგილებში, მიწის პირზე, ქვების ფერი შეცვლილია – გაშავებულია ტენის მუდმივი ზემოქმედების შედეგად (სურ. 5.20).

3. ბზარები კედლებზე

ძეგლის კედლების გარკვეული ნაწილია შემორჩენილი და ჩვენი დაკვირვების შედეგად გამოირკვა, რომ ისინიც საკმაოდ მძიმე მდგომარეობაშია. მრავალ ადგილზე შეინიშნება ბზარები, რომლებიც ძირითადად მის დასავლეთ კედელზეა წარმოქმნილი. ბზარები არის როგორც გამჭოლი ისე ზედაპირული (სურ. 5.21, 5.22). ასევე შეინიშნება სხვადასხვა დაზიანებებიც, კედლებზე გავრცელებულია სხვადასხვა სახის მცენარეები.



სურ. 5.21.



სურ. 5.22.

5.6. ყორე საძირკვლებზე გავლენის მქონე ძირითადი ფაქტორები

ისტორიული შენობების (პეტრა-ციხე, ქ. თბილისის რამოდენიმე შენობა) საძირკვლის მდგომარეობის კვლევაში პირდაპირი მონაწილობისას ავტორის მიერ დაგროვებული იქნა ყორე საძირკვლების მდგომარეობის შესახებ ინფორმაცია. ეს ინფორმაცია მიღებულ იქნა რიგი ისტორიული შენობების გამოკვლევის კომპლექსური მეთოდის გამოყენებისას.

გაცვეთილ მდგომარეობაში საძირკვლის ყორე წყობას აქვს მაღალი სიცარიელები). ერთ-ერთი მიზეზი შეიძლება იყოს სამშენებლო სამუშაოების უხარისხო შესრულება (სურ. 5.23) [67]. მეორე მიზეზი – ყორე საძირკვლებში დესტრუქციული პროცესების გაჩენა და განვითარება.

როგორც ყორე წყობის წარმოდგენილი ჩაწყობის ფრაგმენტებიდან ჩანს, ყორე საძირკვლის ტანში არის მნიშვნელოვანი დეფექტები წყობაში შესუსტებული ზონების არსებობა იწვევს საძირკვლებში არაერთგვაროვნების განვითარებას, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი ქვები წარმოქმნიან დამატებითი ჯდომების განვითარების პირობებს, აგრეთვე დინამიკური ზემოქმედების მიმართ მომატებული მგრძობიანობის ახალ სტრუქტურებს.



სურ. 5.23. ისტორიული შენობის საძირკვლის ყორე წყობის დაშლისას ყორე წყობის ჩაწყობაში დეფექტების ფრაგმენტები

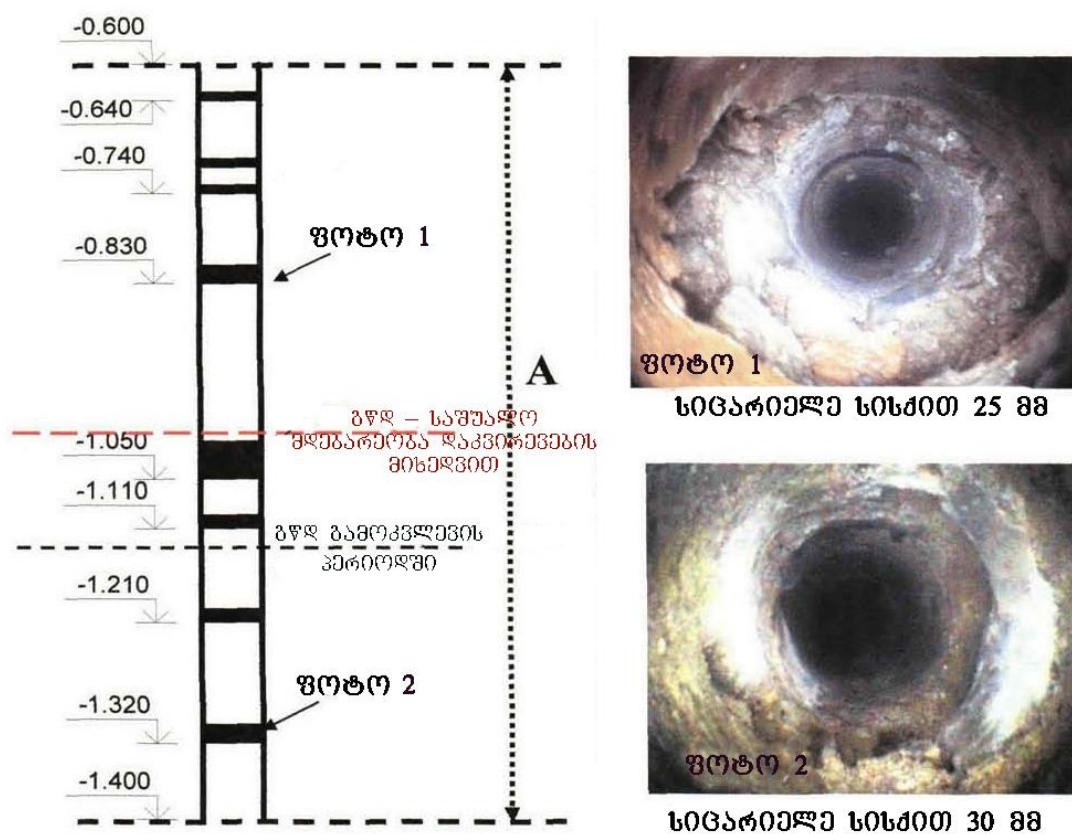
ისტორიული შენობების ყორე საძირკვლების მდგომარეობის დეტალური შესწავლისას გამოკვლევის კომპლექსური მეთოდის გამოყენებით (თავი 4), გამოვლენილი იქნა საძირკვლის ტანში სიღრმის მიხედვით დესტრუქციული პროცესების გადანაწილების ინტენსიურობის მკვეთრი ზონალურობა. დადგენილი იქნა, რომ გრუნტის წყლების დონის საზღვრებში განლაგებულ ყორე წყობას აქვს უფრო მეტი დეფექტები [68, 59, 69÷73].

ეს ზონალურობა კარგად შეინიშნება საძირკვლის ტანში შპურების გაბურღვისას, რომლებიც იძლევა ინფორმაციას წყობის შიგნით მდგომარეობის შესახებ სიღრმის მიხედვით (იხ. თავი 4).

კერნების სახე მკვეთრად განსხვავდება სიღრმის მიხედვით მისი ადების ადგილზე დამოკიდებულებით, გრუნტის წყლების ცვლადი დონის ზონაში აღებული კერნები უფრო დაფხვნილია.

ნახ. 5.24-ზე მოყვანილია კირქვის სიმტკიცის საშუალო მნიშვნელობების გრაფიკები (ნიმუშების ერთდერძა კუმშვაზე გამოცდა

სფერული ინდენტორებით დატესვისას) საძირკვლების სიღრმის მიხედვით და საბურღი მოწყობილობის შტანგის გასვლის სიჩქარის მიხედვით. გრაფიკების ანალიზიდან კარგად ჩანს წყობის შემადგენლობის ზონალურობა, ამასთან კირქვის სიმტკიცის უფრო დაბალი მაჩვენებლები და საბურღი მოწყობილობის შტანგის გასვლის სიჩქარის ზრდა შეინიშნება სიღრმეზე 0.6-1.4 მ დასაგეგმარებელი ზედაპირიდან, რაც შეესაბამება გრუნტის წყლების ცვლადი დონის უბანს. ისტორიული შენობის ყოველ საძირკველში საბურღი მოწყობილობის ბურღვის საშუალო სიჩქარე ტოლია 2.0-2.5 სმ/წთ, ამასთან ზონა II-ში სიჩქარე შეადგენს 3.0-3.2 სმ/წთ.



ნახ. 5.24. შპურის სქემა გრუნტის წყლების ცვლადი დონის ზონაში (ზონა II) და სიცარიელების ფრაგმენტები

შპურების კედლების ტელეგადაღება, შესრულებული მინიტელეგამერებით, დაადასტურა წყობაში გრუნტის წყლების ცვლადი დონის სიღრმეზე სიცარიელების არსებობა, რომლებიც წარმოიქმნა

დესტრუქციული პროცესების შედეგად. შეიძლება ვივარაუდოთ რომ, შესუსტებული ზონის გაჩენის ძირითადი მიზეზი არის გრუნტის წყლების ზემოქმედება ყორე საძირკვლის ტანზე. ცნობილია, რომ კირქვა შეიძლება დაიშალოს წყლის ზემოქმედების ქვეშ და მით უმეტეს დონის პერიოდული ცვლილების დროს.

1. ძირითადი დასკვნები

1. განხილულია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების კონსტრუქციების კონტროლის თეორიული და მეთოდური ასპექტები, ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდოლოგია, მისი დონე საერთო სტრუქტურა, კვლევის მეთოდები და ინფორმაციული რესურსების შეფასების მიდგომები;
2. დადგენილია, რომ ტექნიკური მონიტორინგი კულტურული მემკვიდრეობის ეკოლოგიური შეფასების მეთოდოლოგიასთან ერთად საშუალებას იძლევა მაქსიმალურად იქნას შენარჩუნებული ძეგლის კულტურული ღირებულება; გარემომცველი არის ეკოლოგიური ფაქტორების შეფასება და ამ ფაქტორების ზემოქმედების ქვეშ მასალებში მიმდინარე ცვლილებებზე დაკვირვება, რაც საშუალებას იძლევა შევისწავლოთ დამაზიანებელი პროცესები და მათი განვითარების კინეტიკა;
3. გაანალიზებულია და შესწავლილია დაზიანების ზონაში დესტრუქციული პროცესები – რისკის ზონა, ტენის, კოროზიის, ბიოლოგიური და სხვა უარყოფითი ფაქტორების გავლენა ისტორიულ-კულტურულ ძეგლებზე;
4. დამუშავებულია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების კონსტრუქციის მდგომარეობის ტექნიკური დიაგნოსტიკის მეთოდები, გეოგრაფიულ-ინფორმაციული სისტემა; ასევე ძეგლის მასალების მდგომარეობის დაზიანების მონიტორინგის და მრღვევი პროცესების შეფასების სისტემა; რეკონსტრუქციის კონკრეტულ ეტაპზე მიღებული გის-ტექნოლოგიები, შემდგომში შეიძლება გამოყენებული იყოს გადაწყვეტილებების მიღების მოდელირებისათვის;
5. დამუშავებულია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების კონსტრუქციების ტექნიკური მდგომარეობის დიაგნოსტიკა ე.წ. „საექსპერტო მეთოდით“, რომელიც ითვალისწინებს ექსპერტების (სპეციალისტების) ინტუიციის (დაუსაბუთებელი აზრი), ლოგიკური აზროვნების და რიცხობრივი შეფასების კომპლექსური გამოყენებით და მათი ფორმალური დამუშავებით მივიღოთ პრობლემის ეფექტური გადაწყვეტა;

6. დამუშავებულია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების საძირკვლების დიაგნოსტიკის გეოფიზიკური, გაბურღვის და ბოჭკოვან-ოპტიკური ენდოსკოპირების მეთოდები, მათი კომპლექსური გამოყენებით მიიღწევა საძირკვლების ზუსტი და თითქმის უშეცდომო შესწავლა-დიაგნოსტიკა;
7. შექმნილია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების მდგომარეობის მონიტორინგის ორგანიზებული სტრუქტურის სქემა და ალგორითმი, რომელიც შეიცავს ძირითად პოზიციებს: მონიტორინგის მიზნების, ამოცანების და ტიპის დადგენა; კვლევის მეთოდების სისტემის არჩევა, მონაცემთა დამუშავების, დაგროვების და რეგისტრაციის სტრუქტურის შექმნა; შედეგების ანალიზი და დამუშავება; ძეგლის დაცვის სტრატეგიის დასახვა;
8. დისერტაციაში დამუშავებული მონიტორინგის და დიაგნოსტიკის მეთოდოლოგიის გამოყენებით შესწავლილია რეალური ისტორიულ-კულტურული ძეგლები, რომლებიც მდებარეობენ: ქ. თბილისში, აჭარაში სოფელ ციხისძირში და წარმოდგენილია მაგალითების სახით, რითაც დადასტურდა აღნიშნული მეთოდოლოგიის სრულყოფილება.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. „საქართველოს ისტორიის და კულტურის ძეგლთა აღწერილობა“
წიგნი მე-5, თბილისი 1990 წ;
2. <http://heritagesites.ge/?lang=geo&page=348>
3. <http://ka.wikipedia.org/wiki/ბებრისციხე>
4. <http://www.istoria.ge/dzeglebi/bebris%20cixe.htm>.
5. http://ka.wikipedia.org/wiki/ბაგრატის_ტაძარი.
6. <http://saunje.ge/index.php?id=231&lang=ka>.
7. <http://www.ambioni.ge/ardgenili-bagratis-tazari-semodgomaze-gaixsneba>.
8. <http://gigol.net/?p=14>
9. <http://ka.wikipedia.org/wiki/დავითგარეჯა>
10. <http://www.saunje.ge/index.php?id=896>
11. <http://heritagesites.ge/?lang=geo&page=272>
12. [http://ka.wikipedia.org/wiki/პეტრა_\(საქართველო\)](http://ka.wikipedia.org/wiki/პეტრა_(საქართველო))
13. http://ka.wikipedia.org/wiki/პეტრეს_ციხე
14. მოსულიშვილი „ქართული ძეგლების სტრუქტურა“;
15. საქართველოს ატლასი. სსრკ სახელმწიფო გეოლოგიური კომიტეტის გეოდეზიისა და კარტოგრაფიის მთავარი სამმართველო, თბილისი-მოსკოვი, 1964 წ;
16. Фадеев, А. Б. Защита заглубленных и подземных сооружений Петербурга от Подземных вод: конспект лекций для студентов специальности 290300 - промышленное и гражданское строительство/ А. Б. Фадеев, В. К. Иноземцев, В. А. Лукин и др. -СПб.: СПбГАСУ, 2000. -25с.
17. Кононов, В. М. Основы геологии и гидрогеологии/ В. М. Кононов, А. М. Крысенко, В. М. Швец. -М., 1985. -272с.
18. Сергеев, Е. М. Теоретические основы инженерной геологии. Физико-химические основы/ Е. М. Сергеев. -М.: Недра, 1985. -288с.
19. Черноусов, С. И. Основы инженерной геологии для транспортных строителей: учеб. пособие/ С. И. Черноусов. -Новосибирск: Изд-во СГУПСа, 2007. -214с.
20. Николаев, А. И. Защита подземных конструкций зданий от воздействия ваги/ А. И. Николаев -Л., М., 1955. -174с.

21. Дал матов, Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты/ Б. И. Далматов. -Л.: Стройиздат, 1988, - 415 с.
22. Демкин, И. А. Изменение несущей способности фундаментов и грунтов оснований памятников русской архитектуры в результате комплекса процессов, протекающих в сфере взаимодействия геологической среды с сооружением/ И. А.Демкин //Тезисы докладов IV Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле» Т.4. -М.: МГГА, 1999.
23. Сергеев Е.М., Кофф ГЛ. Рациональное использование и охрана окружающей среды городов. — М.: Академия наук СССР, Институт Литосферы, изд. «Наука», 1989 (карты).
24. Морарескул, Н. Н. Обследование фундаментов эксплуатируемых зданий: методические указания/ Н. Н. Морарескул. -Л.: ЛИИЖТ, 1990. -36с.
25. Подъяпольский, С. С. Реставрация памятников архитектуры/ С. С. Подъяпольский и др. -М.: Стройиздат, 1988.
26. Булах, А. Г. Экспертиза камня в памятниках архитектуры: Основы, методы, примеры/ А. Г. Булах, Д. Ю. Власов, А. А. Золотарев и др. -СПб: Наука, 2005.-198с.
27. Инчик, В. В. Высолы и солевая коррозия кирпичных стен/ В. В. Ин- чик. - СПб.: СПбГАСУ, 1998. -324с.
28. Сидорчук, В. Ф. Методика прогноза суффозионных деформаций грунтов в основании при подтоплении и фильтрации агрессивных вод/ В. Ф. Сидорчук, Б. Ж. Унайбаев// Новейшие методы исследования строительных свойств грунтов, прогрессивные способы возведения фундаментов и устройства оснований: Ускорение сб. науч. тр. Т. 1.-М., 1987. -С.61-62.
29. G. Heise, H. P. Schleussner. Ingenieurgeologische Untersuchungen zur schonenden Erkundung von baugrundbedingten Schäden an historischen Bauwerken/ G. Heise, H. P. Schleussner// Geotechnik in der Denkmalpflege. -Berlin, 1994.
30. Бойко, М. Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий/ М. Д. Бойко. - Л.: Стройиздат, 1975. -333с.
31. ГОСТ 20522-82 Грунты. Метод статистической обработки результатов. - М., 1982.
32. ГОСТ Р ИСО-14001-98 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению».

33. ИСО-8402: 1994 — «Управление качеством и обеспечение качества — Словарь».
34. მ. ვარდიაშვილი „მონიტორინგის ადგილი ისტორიული ძეგლების მდგომარეობის კვლევისა და დაცვის სისტემაში“ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №1(20), თბილისი, 2011.
35. Байер В.Е. Архитектурное материаловедение: Учебник. - М.: Стройиздат 1989.
36. Методика определения физического износа гражданских зданий. — М.: МКХ, РСФСР, 1979.
37. Диамант Р. Предотвращение загрязнения окружающей среды. — М.: Стройиздат, 1979.
38. Никитина А.Г., Степанова С.А. Экология, охрана природы, экологическая безопасность. — М.: Изд-во «НОВЬ», 2001.
39. მ. ვარდიაშვილი „ისტორიულ-კულტურული ძეგლების მდგომარეობის ტექნიკური და ეკოლოგიური დიაგნოსტიკების მეთოდები“ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(21), თბილისი, 2011.
40. კ. ბაბილოძე, მ. ვარდიაშვილი „არქიტექტურულ ძეგლებში გამოყენებული სამშენებლო მასალების სტრუქტურის შესწავლის მეთოდები დამაზიანებელი პროცესების განსაზღვრის მიზნით“ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(22), თბილისი, 2011.
41. Основы диагностики строительных конструкций...
42. Алексеев, Г. В. Особенности деформирования бутовых фундаментов и оснований памятников архитектуры: дис. ...канд. техн. наук/ Г. В. Алексеев; Москов. гос. архитектур.-строит. ун-т. -М., 2003. -130с.
43. Алексеев, С. И. Геофизические методы исследования состояния сплошности бутовых фундаментов/ С. И. Алексеев, С. С. Колмогорова, В. Ю. Гарин// Основания и фундаменты: теория и практика: межвуз. тематич. сб. тр. -СПб: СПбГАСУ, 2004. -С. 53-59.
44. Давидсон, М. Г. Деформации зданий и меры их предупреждения/ М. Г. Давидсон, Б. И. Далматов. -М.: Госстройиздат, 1958.

45. Исследование основания и фундаментов здания в осях 6... 10, расположенного по адресу: Санкт-Петербург, ул. Можайская, д.38: отчет НИР (заключ.)/ ПГУПС; рук. С. И. Алексеев. -СПб., 2003. -83 с.
46. Пашкин, Е. М. Диагностика деформации памятников архитектуры / Е. М. Пашкин, Г. Б. Бессонов. -М.: Стройиздат, 1984.
47. Пашкин, Е. М. Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры/ Е. М. Пашкин. -М.: Высш. шк., 1998. -255с.
48. Кувшинников, В. М. Парагенез процессов, связанных с деструкцией древесины в основаниях памятников русской архитектуры/ В. М. Кувшинников, В. В. Пономарев, О. В. Телин и др.// Тезисы докладов III Международной конференции «Новые идеи в науках о земле». -М., 1997.
49. Кутуков, В. Н. Реконструкция зданий/ В. Н. Кутуков. -М.: Высшая школа, 1981. -263с.
50. Пашкин, Е. М. Природа формирования дефицита несущей способности и специфика инженерной защиты памятников архитектуры / Е. М.Пашкин, В. М. Кувшинников, А. А. Никифоров и др.// Геоэкология, № 6, с. 3, 1996.
51. Раппапорт, П. А. Строительное искусство Древней Руси X-XIII вв/ П. А. Раппапорт. -СПб.: Наука, 1994.
52. რ. იმედაძე, ლ. იმედაძე, მ. ვარდიანი „ეკონომიური კვალიფიკაციის ფორმის საძირკვლების, რკინაბეტონის ფილების და საყრდენი კედლების დაპროექტება“, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №7(19), თბილისი, 2010.
53. ი. ღარიბაშვილი „საქართველოს ტერიტორიაზე განლაგებული ისტორიული ძეგლების დაცვა ბუნებრივი ფაქტორების ზემოქმედებისაგან ჰიდროფობიზაციის მეთოდით“, სადისერტაციო ნაშრომი, 2006.
54. Коновалов, П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий/ П. А. Коновалов. -М., 2000. -317с.
55. Морарескул, Н. Н. Основания и фундаменты в торфяных грунтах/ Н. Н. Морарескул.-Л.: Стройиздат, 1979.-80с.
56. Обследование оснований, фундаментов и оснований несущих конструкций зданий по адресу: СПб, Марата 67/17, Марата 73, Правды 16, Правды 18, Социалистическая 15, Социалистическая 13, Социалистическая 11, Со-

- циалистическая 9а, Социалистическая 9 на предмет их классификации на возможно допустимые осадки при разборке зданий и последующем строительстве корпусов по адресу: ул. Марата 69/67: отчет НИР (заключ.)/ ПГУПС; рук. С. И. Алексеев. -СПб., 2005. -235 с.
57. Обследование фундаментов и природного грунтового основания корпуса здания гостиницы «Октябрьская» : отчет НИР (заключ.)/ ПГУПС; рук. С. И. Алексеев. -СПб., 2004. -35 с.
58. Почтовик, Г. Я. Исследования корреляции скоростей поперечных и продольных волн ультразвука с прочностью бетона на сжатие и растяжение/ Г. Я. Почтовик, И. Э. Школьник, Л. И. Мильштейн и др.// Неразрушающие методы испытания материалов: МИСИ, сб.тр. № 82. -М., 1971. -С.7-18.
59. Алексеев, С. И. Геотехническое обоснование мансардных надстроек и углублений подвалов существующих зданий/ С. И. Алексеев. -СПб., 2005. - 57с.
60. Колмогоров, С. Г. Особенности обследования фундаментов старинных зданий/ С. Г. Колмогоров, С. С. Колмогорова, А. А. Самойлов// Актуальные проблемы проектирования и устройства оснований и фундаментов зданий и сооружений: сб. ст. международной научно-практической конференции. - Пермь, 2004. -С. 136-138.
61. Колмогоров, С.Г. Геотехнические аспекты реконструкции жилого дома социального назначения по адресу: СПб, ул. Можайская, д. 38/ С.Г. Колмогоров. -СПб., 2004.
62. Колмогорова, С.С. Оценка характеристик бутовой кладки фундамента/ С.С. Колмогорова // Актуальные проблемы современного строительства: 59-я международная научно-техническая конференция молодых ученых - СПб: СПбГАСУ, 2006. -С.6-9.
63. ГОСТ 24941-81 Породы горные.-М., 1981.
64. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация.-М., 1995.
65. ГОСТ 7025-91 Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. - Введ. 12-02-91.-М., 1991.
66. ГОСТ 5802-86 Растворы строительные. Методы испытаний. -М., 1986.
67. Энгель, К. Ј1. Заметки о том, как строят в Петербурге и о качестве строительных материалов: пер. с нем./ Карл Людвиг Энгель; Институт Рос-

- сии и Восточной Европы Музейное ведомство Финляндии Санкт-Петербургский институт истории РАН. -СПб., 2003.
68. Алексеев, С. И. Влияние агрессивных грунтовых вод на развитие деформации бутовой кладки фундамента/ С. И. Алексеев, С. С. Колмогорова// Проблемы механики грунтов и фундаментостроения в сложных грунтовых условиях: сб. ст. -Уфа, 2006. -С. 113 - 118.
69. ლ. ბალავაძე, მ. მოსვეიშვილი, ი ჭარაქაშვილი., მ. ვარდიაშვილი „არამრღვევი კონტროლის მეთოდების როლი და ადგილი რთული კონსტრუქციების საიმედოობის უზრუნველსაყოფად“ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3, თბილისი, 2006.
70. რ. იმედაძე, ა. კაცაძე, მ. ვარდიაშვილი „ბეტონის ზედაპირების დაცვის თანამედროვე საშუალებების გამოყენება“ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(21), თბილისი, 2011.
71. მ. მანჯავიძე, მ. წიქარიშვილი, ა. წაქაძე, თ. მალრაძე, მ. ვარდიაშვილი „ბაგირის ტესტირება და მონიტორინგი ბოჭკოვან-ოპტიკური სენსორებით“ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(14), თბილისი, 2009.
72. მ. წიქარიშვილი, ა. წაქაძე, თ. მალრაძე, გ. ერაგია, მ. ვარდიაშვილი „დაზიანებული (ბზარებიანი) შენობა-ნაგებობების უსაფრთხოება, ბზარმედგობის და მარაგის დადგენა“ საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის მოხსენებათა კრებული, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(17), თბილისი, 2010.
73. M. Tsikarishvili, Y. Melashvili, G. Lagundaridze, L. Zambakhidze, M. Vardiashvili “Application of Optical-Fiber Sensors for Structures Efficiency Monitoring” First international conference on seismic safety problems of Caucasus region population, cities and settlements, 2008.