

მიხეილ ნოდის გეოფიზიკის ინსტიტუტი

*ხელნაწერის უფლებით*

**მამუკა ჯახუტაშვილი**

**ძიების გეოფიზიკური მეთოდების ეფექტურობა  
საქართველოს არქეოლოგიური ძეგლების გამოვლენაში**

**დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა**

გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა კანდიდატის  
სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად

სამეცნიერო ხელმძღვანელები: **† ლევან ჭანტურიშვილი,**  
ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი,  
პროფესორი;

**რამაზ ღამბაშიძე,**  
გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა  
დოქტორი, პროფესორი.

თბილისი

2006

შ ი ნ ა ა რ ს ი

შესავალი ----- 4

თავი 1. არქეოლოგია და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი ----- 10

თავი 2. ძიების გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების ისტორია,  
აუცილებლობა და ეფექტურობა არქეოლოგიური ძეგლების შესწავლისას --- 14

2. 1. საველე არქეოლოგიური კვლევის მეთოდები და ობიექტები ----- 14

2. 2. არქეოლოგიური ობიექტების ძებნის გეოფიზიკური კრიტერიუმები ----- 15

2. 2. 1. არქეოლოგიური გეოფიზიკა (არქეოგეოფიზიკა) ----- 15

2. 2. 2. ძიების გეოფიზიკური მეთოდების ფიზიკურ-გეოლოგიური საფუძვლები  
და მათი დახასიათება არქეოლოგიური ობიექტებისადმი მიმართებაში ----- 17

2. 3. არქეოგეოფიზიკური კვლევების განვითარების ეტაპები ----- 28

2. 3. 1. არქეოგეოფიზიკური კვლევების საწყისი პერიოდის მიმოხილვა  
მსოფლიოში ----- 28

2. 3. 2. არქეოგეოფიზიკური სამუშაოები საქართველოში ----- 30

2. 4. თანამედროვე გეოფიზიკური მიმართულებების განვითარების  
პერსპექტივები არქეოლოგიაში ----- 48

თავი 3. საქართველოს მეოთხეულის ნალექების დახასიათება მათში არქეოლოგიური  
ძეგლების შემცველობის თვალსაზრისით ----- 51

თავი 4. ძველი დასახლებებისათვის ხელშემწყობი ბუნებრივი და  
ისტორიული ფაქტორები არაგვის ქვემო წელის ტერიტორიაზე ----- 59

4. 1. არაგვის ქვემო წელის აუზის მიმდებარე ტერიტორიის გეოლოგია და  
არქეოლოგიური ძეგლების აღწერა ----- 60

4. 1. 1. ისტორიულ-არქეოლოგიური ძეგლები არაგვის ქვემო წელის აუზის მიმდებარე  
ტერიტორიაზე ----- 60

4. 1. 2. მცხეთის რაიონის გეოლოგია და არაგვის ქვემო წელის აუზის  
ტერასები ----- 63

4. 2. არქეოლოგიურად პერსპექტიული ტერიტორიების  
გამოცალკეება გეოფიზიკური კვლევებისათვის ----- 73

თავი 5. გეოფიზიკური კვლევები მცხეთისა და დმანისის რაიონში ----- 74

5. 1. არქეოგეოფიზიკური სამუშაოები აკროპოლის არმაზციხე-ბაგინეთის უბანზე -----	74
5. 1. 1. ტერიტორიის გეოგრაფიულ-გეოლოგიური და არქეოლოგიური დახასიათება -----	74
5. 1. 2. ჩატარებული გეოფიზიკური კვლევები და მიღებული ანომალიების სადაზვერვო თხრილებით შემოწმების შედეგები -----	75
5. 2. ბაზალტური ლავების აგეგმვა დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორიაზე და მაშავერას ხეობის პალეორელიეფის რეკონსტრუქცია დმანისის რაიონში გეოფიზიკური მონაცემების მიხედვით -----	92
5. 2. 1. ტერიტორიის გეოგრაფიული, გეოლოგიური და არქეოლოგიური დახასიათება -----	92
5. 2. 2. დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორიაზე ბაზალტური ლავების კარტირება -----	93
5. 2. 3. მომავალი კვლევების დაგეგმვის მიზნით ჩატარებული ლაბორატორიული დაკვირვებები -----	98
5. 2. 4. მაშავერას ხეობის პალეორელიეფის რეკონსტრუქცია -----	104
რეკომენდაციები და დასკვნები -----	107
ლიტერატურა -----	110

## შესავალი

### თემის აქტუალობა

არქეოლოგიის ამოცანების გადასაწყვეტად, როგორც საველე, ასევე ლაბორატორიული სამუშაოებისას ფართოდ გამოიყენება საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა მიღწევები, მაგრამ არქეოლოგიური ძიების არსებობის მანძილზე არ გადადგმულა ნაბიჯი მისი თანამედროვე ტექნიკით აღჭურვისათვის, მხოლოდ უკანასკნელი წლებში შემოვიდა არქეოლოგიაში გეოფიზიკა, ქიმია, ელექტროტექნიკა და სხვ. რომელთა გამოყენება უფრო ინტენსიური და სრულყოფილი ხდება.

დღეს წარმატებით ვითარდება საძიებო გეოფიზიკის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულება – არქეოგეოფიზიკა (არქეოლოგიური გეოფიზიკა), რომელიც ძიების გეოფიზიკური მეთოდებით სწავლობს დაფარული მატერიალურ-კულტურული მემკვიდრობის ძეგლებს.

ძიების, როგორც არქეოლოგიური, ისე გეოფიზიკური მეთოდები ემსახურება მიწის სიღრმეში არსებულ ობიექტების გამოვლენას. საძიებო გეოფიზიკა ზოგადად იკვლევს დიდ სიღრმეებზე არსებულ სასარგებლო ნამარხებს, არქეოლოგიური ძიება კი მიმართულია მცირე სიღრმეზე განლაგებული, წარსული საუკუნეების ძეგლების აღმოჩენისაკენ. მიუხედავად ამისა, საკვლევო ობიექტების განლაგებაში არსებულმა პრინციპულმა მსგავსებამ წარმოშვა არქეოლოგიაში გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების იდეა.

გამოყენებითი გეოფიზიკა მეცნიერების შედარებით ახალი დარგია. ქანების თვისებების გამოკვლევების დროს ფიზიკური მეთოდების შემოტანის პირველი სერიოზული ცდები განეკუთვნება XX საუკუნის დასაწყისს, ხოლო არქეოლოგიური ძიების დაბადების თარიღად თუ მივიჩნევთ 1870 წელს – შლიმანის მიერ ტროას გათხრების დასაწყისს, მაშინ ძიების ორივე სახე (არქეოლოგიური და გეოფიზიკური), რომელთაც ბევრი საერთო აქვთ, თითქმის თანადროული აღმოჩნდება.

გეოფიზიკური და სხვა თანამედროვე მეთოდების გამოყენება არქეოგეოფიზიკური კვლევებისას შესაძლებლობას იძლევა, რომ მიღებულ იქნას დამატებითი ინფორმაცია არქეოლოგიური ძეგლის შესახებ. გეოფიზიკური მეთოდების

გარეშე არქეოლოგიურ ძიებას ფართო მასშტაბიანი გათხრები სჭირდება, რაც ხანგრძლივ საველე სამუშაოებს გულისხმობს დიდი ფინანსური დანახარჯებით.

გეოფიზიკური მეთოდებით არქეოლოგიური ძეგლების ძიებისას, ძირითადად შესაძლებელია შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:

- არქეოლოგიური ძეგლების გეგმარებისა და საზღვრების რეკონსტრუქცია;
- არქეოლოგიური ობიექტების სივრცული განაწილების (განლაგების) თავისებურებების დადგენა;
- ლოკალიზირებულ ტერიტორიებზე არქეოლოგიური ობიექტების ძიება.

უმრავლესობა არქეოლოგიური ძეგლებისა დაფარულია ნიადაგის ფენით და გარკვეულწილად ერწყმის გარემომცველ ლანდშაფტს. არქეოლოგიურ ძიებაში გამოყენებული თანამედროვე მეთოდებით შესაძლებელია ძეგლების დიდი სიზუსტით აღმოჩენა. ერთ-ერთი მეთოდია აეროფოტოგადაღება, რომელიც გასული საუკუნის 10-იანი წლების ბოლოდან სისტემატურად გამოიყენება არქეოლოგიურ ძიებაში და რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია სრულად იქნას მოცული არქეოლოგიური ძეგლების კომპლექსები. ანალიტიკური მეთოდების გამოყენებით ციფრული ფოტოების დამუშავებისას, შესაძლებელია აგებულ იქნას ძეგლების გავრცელების დიდი სიზუსტის რუკები. რთული აგებულების არქეოლოგიური ძეგლების მნიშვნელოვანი ფართობების აეროფოტოგადაღება და სხვადასხვა სპექტრში კოსმოსური გადაღებები, იძლევა ახალ ინფორმაციას მათი გეგმარებისას, მაგრამ ამ აგეგმვის მაღალი ფასი არ იძლევა საშუალებას, რომ გადაღებები განხორციელებულ იქნას აბსოლუტურად ყველა არქეოლოგიური ძეგლის ტერიტორიაზე. ამის გარდა, არქეოლოგიურად საინტერესო ტერიტორიებზე ინტენსიური სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები, ეროზიული პროცესები და სხვ. გარკვეულ წილად ამახინჯებს რელიეფის ზედაპირს, რომელიც დაკავშირებულია დამარხულ არქეოლოგიურ ობიექტებთან, ამიტომ აეროფოტოგადაღებით შეიძლება იქნას მიღებული არა სრული ინფორმაცია.

არქეოლოგიას შეუძლია შეიარაღდეს გეოფიზიკური ხელსაწყოებით და მეთოდებით, რომლებიც მიწისქვეშ მოქცეული ძეგლების გეგმაზომიერი ძებნა-ძიების საშუალებას იძლევა.

თუ თავდაპირველად არქეოლოგიური ძეგლების ძიებისას გეოფიზიკური კვლევები ტარდებოდა აპარატურით, რომლითაც ხორციელდებოდა გეოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტა, დღეს გეოფიზიკას გააჩნია მაღალმგრძნობიარე პორტატული აპარატურა, მძლავრი სამეცნიერო-ტექნიკური, ექსპერიმენტული ბაზა და მაღალკვალიფიციური კადრები, თუმცა არქეოლოგია ტრადიციულად ყველაზე ნაკლებადაა დაფინანსებული კვლევით დისციპლინებს შორის.

არქეოლოგიური ობიექტის მთელ ტერიტორიაზე ჩატარებული გეოფიზიკური კვლევების შედეგების შერწყმა მცირე უბანებზე საკონტროლო თხრილებით შესწავლის შედეგებთან, საშუალებას იძლევა კულტურული ფენის დაკონსერვებისა მომავალში გამიზნული კომპლექსური და დეტალური კვლევების გასაგრძელებლად. გეოფიზიკური მეთოდების საშუალებით შესაძლებელია აგრეთვე მატერიალურ-კულტურული, ნაწილობრივ დაზიანებულ-დანგრეული ნაგებობების საძირკვლებისა და კედლების მდგომარეობის დადგენა. გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენება განსაკუთრებით აუცილებელია ახალი მშენებლობების დაწყებისას, როდესაც გამორიცხული არ არის უნიკალური არქეოლოგიური ძეგლების დაზიანება და განადგურება სამშენებლო ქმედებისას.

### კვლევის მიზანი და ძირითადი ამოცანები

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანია არქეოგეოფიზიკური სამუშაოების დაგეგმვისათვის არქეოლოგიურად პერსპექტიული ტერიტორიების (უბნების) გამოყოფა და მიზანმიმართული გეოფიზიკური კვლევების განხორციელება დაფარული მატერიალურ-კულტურული ობიექტების გამოვლენისათვის მცირე ფინანსური დანახარჯებით მოკლე დროში, თვით საძიებელი ობიექტებისა და მიწის ზედაპირის დაზიანების გარეშე.

ამ მიზნით განხორციელებული იქნა შემდეგი კვლევა-ძიებითი სამუშაოები:

- საქართველოში გამოვლენილი (ცნობილი) არქეოლოგიური ძეგლების კლასიფიკაცია გეოფიზიკური ანომალიების სტრუქტურის შესაბამისად.
- საქართველოს ანთროპოგენის გეოლოგიის დეტალური განხილვა, რადგან არქეოლოგიური ძეგლები თავისი ხანმოკლე ისტორიის გამო, გეოლოგიურთან

შედარებით, ძირითადად მიწის ზედაპირთან ახლოს მდებარეობენ და ამიტომ განთავსებულნი არიან უპირატესად ანთროპოგენულ ნალექებში.

- არაგვის ქვემო წელის აუზის მიმდებარე ტერიტორიის მაგალითზე პირველი რიგის გეოფიზიკური სამუშაოების ჩასატარებელი, არქეოლოგიურად პერსპექტიული უბნების შერჩევის მეთოდები, რომელთაც საფუძვლად უდევს გეოლოგიური, გეოგრაფიული, ეკონომიკური და სხვ. კრიტერიუმების კომპლექსი.
- გეოფიზიკური სამუშაოების განხორციელების შედეგად არქეოლოგიურად საინტერესო უბნების გამოყოფა და მიწისქვეშ მდებარე ობიექტების სქემატური სურათის დადგენა არმაზციხე-ბაგინეთის უბანზე.
- ბაზალტური ლავების ზედაპირის აგეგმვა ელექტროდიებით, რაც მომავალში მოგვცემს ჰომინიდებისა და ცხოველთა ძვლოვანი მასალის განლაგების სავარაუდო მაქსიმალურ სიღრმეებს დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორიაზე.
- პალეორელიეფის რეკონსტრუქციის ჩატარება გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებით მდ. მამავერას ხეობაში, დმანისის ნაქალაქარის მიმდებარე ტერიტორიაზე.

### კვლევის ობიექტი

საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული მატერიალურ-კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლები დისერტაციის კვლევის ობიექტებია.

დაფარული არქეოლოგიური ძეგლების გამოვლენის მიზნით გეოფიზიკური სამუშაოები ჩატარებულ იქნა დიდი მცხეთის არქეოლოგიურად «მდიდარ», არმაზციხე-ბაგინეთის უბანზე. აქ არქეოლოგიური გათხრები მიმდინარეობს 1938 წლიდან, ხოლო გეოფიზიკური სამუშაოები ჩატარდა პირველად.

დმანისის ნაქალაქარი დღევანდელ დღეს მსოფლიოს ყურადღების ცენტრშია, რაც გამოწვეულია იმით, რომ აქ აღმოჩნდა ევრაზიაში ყველაზე უძველესი ადამიანის (ჰომინიდის) ნაშთები, რომელიც დმანისის შუა საუკუნეების ნაქალაქარის ფარგლებში დანალექ ფენშია ნაპოვნი.

არმაზციხე-ბაგინეთისა და დმანისის უბანებზე გეოფიზიკური კვლევების შედეგებმა კიდევ ერთხელ დადასტურდა, თუ რამდენად ეფექტურია და, შესაბამისად, აუცილებელი არქეოლოგიაში გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენება.

## მეცნიერული სიახლე

არქეოგეოფიზიკური კვლევების მეთოდოლოგიისა და, შესაბამისად, მიღებული მასალის ინტერპრეტაციის მეშვეობით:

- შეჯერებულია და ეტაპებადაა დაყოფილი 1964 წლიდან საქართველოში ჩატარებული არქეოგეოფიზიკური სამუშაოები. დეტალურადაა განხილული სხვადასხვა უბანზე გეოფიზიკური მეთოდებით (მაგნიტომიება, ელექტრომიება, სეისმომიება, რადიომეტრია, გრავიმიება) განხორციელებული კვლევები და მიღებულია შესაბამისი დასკვნები.

- არაგვის ქვემო წელის აუზში, არქეოლოგიური ობიექტების გამოვლენის მიზნით, შემდგომში გეოფიზიკური კვლევების ჩასატარებლად შემუშავებულია კრიტერიუმების კომპლექსი, რომელიც ეფუძნება გეოლოგიურ, გეოგრაფიულ, ეკონომიკურ, სამეურნეო და სხვ. პირობებს და რომლის საფუძველზეც რეკომენდირებულია რამდენიმე საძებნი უბანი.

- არმაზციხე-ბაგინეთის უბანზე ელექტრომიებითი სამუშაოების დაგეგმვა და ჩატარება მოხდა მეთოდური საკითხების ჩამოყალიბების შემდეგ. გამოყოფილ იქნა სხვადასხვა ზომის რვა არქეოლოგიური უბანი საერთო ფართობით 1750 მ<sup>2</sup>. ოთხი საკონტროლო თხრილით დადასტურებული იქნა ანომალიების არქეოლოგიური ბუნება (პროგნოზირება გამართლდა 100%-ით).

- დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორიაზე ელექტრომიებით გართულებულია პატარა ჩაღრმავებების დაფიქსირება (გამოვლენა) ბაზალტების ზედაპირზე, სადაც გაცილებით მოსალოდნელია ძვლოვანი მასალის არსებობა. ამ მიზნით, მომავალში გეორადართ განსახორციელებელი კვლევების ჩასატარებლად, ლაბორატორიული დაკვირვებების შედეგად განსაზღვრულ იქნა არქეოლოგიურ თხრილში არსებულ სტრატეგრაფიულ ჭრილში ყველა ფენიდან (შრიდან) აღებული ნიმუშის (თიხამიწა ღია ყავისფერი; კარბონატული შრე; თიხები მოყავისფრო; ვულკანური ფერფლი; ბაზალტები) ელექტრომაგნიტური პარამეტრები, რის შედეგადაც დადგენილ (განსაზღვრულ) იქნა, რომ სასურველია კვლევების განხორციელება 1,1 მ<sup>3</sup> სიხშირის გეორადართ.



- მაშავერას ხეობაში (მდინარისა და დმანისი – ვარდისუბანის საავტომობილო გზას შორის) მიზანმიმართულად ჩატარებული გეოფიზიკური სამუშაოებით დადგენილ იქნა მაშავერას პალეოკალაპოტის არსებობა, რომელიც დღევანდელთან შედარებით 200 მ-ზე ჩრდილოეთით მდებარეობს.

### ნაშრომის თეორიული და პრაქტიკული ღირებულება

ნაშრომის თეორიულ ღირებულებას განსაზღვრავს არქეოგეოფიზიკური კვლევების მეთოდოლოგიის სრულყოფა, რაც ემყარება ფიზიკური და გეოლოგიური მონაცემების კორელაციურ ანალიზს.

ამავდროულად, მნიშვნელოვან პრაქტიკულ ღირებულებად უნდა ჩაითვალოს საველე დაკვირვებების შედეგად ეფექტური და მაღალი სიზუსტით გამოვლენილი მრავალი არქეოლოგიური ობიექტი, რომელთა შემდგომში არქეოლოგიურად შესწავლამ შესაძლოა საქართველოს ისტორიას მრავალი საინტერესო ფურცელი შესძინოს.

### ნაშრომის აპრობაცია

კვლევებით მიღებული ცალკეული შედეგები მოხსენებული იყო. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის კონფერენციებზე (თბილისი, 12-13 X, 1986 წ; 24-25 XI, 1988 წ; 22-23 XI, 1990 წ; 23-24 IX, 1993 წ; 7-8 XI, 1996 წ.), საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მცხეთის არქეოლოგიის ინსტიტუტის IV სამეცნიერო სესიაზე (მცხეთა, 23 აპრილი, 2000 წ.), ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიების გეოფიზიკური მეთოდების კათედრისა და გეოფიზიკური მეთოდებით არქეოლოგიური ძეგლების შემსწავლელი ს/კ ლაბორატორიის გაერთიანებულ სამეცნიერო სესიაზე (თბილისი, 8 VI, 2004 წ. 9 XII, 2005 წ; 25 IV, 2006 წ.), ო. ლორთქიფანიძის სახელობის არქეოლოგიური კვლევის ცენტრის სესიაზე (26-30 აპრილი, 2005 წ.).

## პუბლიკაციები

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია 12 სამეცნიერო სტატიის სახით, მათ შორის სამი სწავლულ ექსპერტთა საბჭოს მიერ რეკომენდირებულ რეცენზირებად და რეფერირებად გამოცემებში. ორი ნაშრომი გადაცემულია დასაბეჭდად.

### დისერტაციის სტრუქტურა და მოცულობა

სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, ხუთი თავის, დასკვნების და გამოყენებული ლიტერატურისაგან, რომელიც მოიცავს 105 დასახელების შრომას ქართულ, რუსულ, ჩეხურ და ინგლისურ ენებზე. ნაშრომის საერთო მოცულობა შეადგენს 120 ნაბეჭდ გვერდს, ახლავს ხუთი ცხრილი, 30 ნახაზი და რვა სურათი.

## თავი 1

### არქეოლოგია და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები

დედამიწის წიაღი არის ამოუწურავი საცავი, რომელშიც დაცულია ადამიანის რამდენიმე ათეული საუკუნის მოღვაწეობის კვალი. მის შესასწავლად აუცილებელია არქეოლოგიური ძეგლის აღმოჩენა, რაც თავის მხრივ ადვილი არ არის და ისტორიული წყაროების გარდა, მოითხოვს სხვა მომიჯნავე მეცნიერებების მონაცემების გამოყენებას.

არქეოლოგია შეისწავლის საზოგადოების ისტორიის მატერიალური კულტურის ნაშთებს. არქეოლოგიური კვლევის ძირითადი ობიექტებია მიწის ქვეშ დაუნჯებული მატერიალური ძეგლები. ამავდროულად საკმაოდ ყურადსაღები ფაქტორია, რომ ხდება ამ ძეგლების ფიზიკა-მათემატიკური მეთოდებით აღმოჩენა და შესწავლა.

არქეოლოგია იმ მეცნიერებათა რიგს განეკუთვნება, რომელიც უშუალოდ ძეგლების შესწავლასთან ერთად, განიხილავს სხვადასხვა ეპოქის ადამიანების ცხოვრებისა და მოღვაწეობის გარემოს, ეს კი თავის მხრივ, გულისხმობს საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების ჩართვას ამ კვლევებში.

გამოვლენა, გამოკვლევა, ატრიბუცია და ამ მემკვიდრეობის ელემენტების დაცვა მეცნიერული ცოდნის თანამედროვე დონეზე არ შეიძლება იყოს დაფუძნებული

მხოლოდ ტრადიციულ მეთოდებზე. იგი მოითხოვს სხვადასხვა მეცნიერული დისციპლინების ეფექტურ ურთიერთობას.

არქეოლოგიაში საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა მიღწევების ფართოდ გამოყენება თანამედროვე მეცნიერების განვითარების ლოგიკიდან გამომდინარეობს და მისი პროგრესის ერთ-ერთი არსებითი პირობაა.

აღსანიშნავია, რომ საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა მიღწევების გამოყენება ანვითარებს და ამდიდრებს არქეოლოგიურ კვლევებს. მათი დახვეწა და გამოყენების არეალის გაფართოება შეუძლიათ მხოლოდ თავად არქეოლოგებს ამა თუ იმ მეცნიერების დარგის სპეციალისტებთან მჭიდრო თანამშრომლობით. არქეოლოგია, რომელიც კვლევებისათვის იყენებს საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების მონაცემებს, თავის მხრივ ხელს უწყობს მათ განვითარებას.

არქეოლოგიური ძეგლების მისაკვლევად და გამოსავლენად, მოპოვებული მასალის შესასწავლად, არქეოლოგები სარგებლობენ საბუნებისმეტყველო და ტექნიკურ მეცნიერებათა 40-ზე მეტი მეთოდით.

არქეოლოგების მჭიდრო თანამშრომლობა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა წარმომადგენლებთან უზრუნველყოფს ახალ, ფართო შესაძლებლობებს არქეოლოგიური კვლევა-ძიების გაშლისათვის.

არქეოლოგიასა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებს შორის ეს დამოკიდებულება გაპირობებულია, უპირველეს ყოვლისა, თვით არქეოლოგიური ძეგლების ხასიათით. არქეოლოგიაში შემეცნების ძირითად წყაროს ისტორიული ძეგლი ან საგანი წარმოადგენს, რომელიც მოკლებულია სიტყვიერი ინფორმაციის გადმოცემის უნარს.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა მეთოდებისა და ხელსაწყოების გამოყენება არქეოლოგის წინაშე სახავს ახალ პერსპექტივებს ძველი საზოგადოების საწარმოო ძალების, მეურნეობის და ეკონომიკის შესწავლაში. სავლე და ლაბორატორიულ სამუშაოებში ამ მეთოდების ფართო დანერგვა ერთ-ერთი მთავარი მიმართულებაა არქეოლოგიური გამოკვლევებისა და თანამედროვე არქეოლოგიური მეთოდის ეფექტიანობის შემდგომი ამაღლების საქმეში. ახალი მეთოდები აიძულებს ალაპარაკოს «ქვები, რომელთაც დუმილის უნარი შესწევთ».

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა კვლევის მეთოდები თანამიმდევრულად ინერგება არქეოლოგიური ძიებისას, რაც საგრძნობლად აჩქარებს ძეგლის დაზვერვას, შემდგომ შესწავლას და აზუსტებს მოპოვებული მასალის ინტერპრეტაციას.

ისტორიული წყაროები, რომელთა შესწავლასაც არქეოლოგები ახორციელებენ, განსაკუთრებულ კვლევის მეთოდებს მოითხოვს. მატერიალური კულტურის ძეგლები – ნაგებობები და არტეფაქტები, რითაც ადამიანი სარგებლობდა წარსულში, დამზადებულია მრავალგვარი მასალისაგან და განეკუთვნება სხვადასხვა ისტორიულ პერიოდს. კლასიფიკაცია ნივთების ასაკის, ფორმისა და დანიშნულების მიხედვით, დამზადების ტექნოლოგიით, შესაძლებელს ხდის გაანალიზდეს ამა თუ იმ კულტურის მატარებელი საზოგადოების სოციალური ყოფის ისტორია.

არქეოლოგია მჭიდროდაა დაკავშირებული ისეთ დარგებთან, როგორცაა ფიზიკა, ბიოლოგია, ქიმია, გეოლოგია და გეოფიზიკა. მათი ერთი ნაწილი გამოიყენება ძეგლის დაძიება-გამოვლენისათვის, მეორე კი – მოპოვებული მასალის კომპლექსური შესწავლისათვის (წარმომავლობა, ასაკი, შედგენილობა და სხვ.) [54, 55, 56, 57, 64, 90].

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ინტეგრაცია არქეოლოგიასთან ხორციელდება ხუთი ძირითადი ტრადიციული მიმართულებით:

1. საველე არქეოლოგიის პრობლემები – ძებნა, ძიება და, შესაბამისად, არქეოლოგიური ძეგლების ველზე ფიქსაცია. ამ მიმართულებით ფართოდ გამოიყენება ძიების გეოფიზიკური მეთოდები და აეროფოტოგადაღება.

2. ძველი საწარმოო საშუალებების, კულტურათა სამეურნეო სტრუქტურის ჩამოყალიბებისა განვითარების ისტორიული საფეხურების დადგენა. აქ დიდი წარმატებით გამოიყენება მეტალოგრაფია, პეტროგრაფია, სპექტროსკოპია, რენტგენოსკოპია, რადიოგრაფიული, ქიმიურ-ტექნოლოგიური, იზოტოპური, პალეობოტანიკური და სხვ. გამოკვლევები.

3. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა მიღწევებმა ფართო გამოყენება ჰპოვეს არქეოლოგიურ ძეგლთა დათარიღებაში, რომლის მეთოდების დამუშავება ერთ-ერთ რთულ პრობლემას წარმოადგენს [30, 31, 32]. არქეოლოგიაში ცნობილია ძეგლთა ფარდობითი (შედარებითი) და აბსოლუტური დათარიღების მეთოდები [90]. აბსოლუტური დათარიღებისათვის ხორციელდება დენდროქრონოლოგიური,

რადიოკარბონული, თერმოლუმინესცენციური, არქეომაგნიტური კვლევა-ძიება. პირველ ცხრილში ნაჩვენებია აბსოლუტური დათარიღების მეთოდებისათვის განკუთვნილი არქეოლოგიური მასალის ნუსხა.

ცხრილი 1

	მეთოდები	საგნები	პერიოდი
1	დენდროქრონოლოგიური	ხე	0 - 7000 წელი
2	რადიოკარბონული (C <sup>14</sup> )	ორგანული ნარჩენები (ხე, ძვალი, ნიჟარები)	0 - 40000 წელი
3	ურანისა და თორიუმის თანაფარდობა	სტალაგმიტები, ძვალი, ნიჟარები	10000 - 25000 წ.
4	თერმოლუმინესცენციური	კერამიკა, გამომწვარი ქანი (ქვიშაქვა, გრანიტი, სტალაგმიტები)	0-დან რამდენიმე ასეული ათასი წ.
5	ელექტრონული	სტალაგმიტები, ძვალი	1000-დან რამდენიმე მილიონ წლამდე
6	ურანის დაშლის კვალი	ვულკანური ქვიშა _ ობსიდიანი, ურანით მდიდარი მინერალები	0-დან რამდენიმე ათასი წელი
7	კალიუმ-არგონული	ვულკანური ლავა	1000 - 1 მლდ. წ.
8	ამონომყავური	ძვალი	დამუშავების პროცესშია

ფარდობითი (შედარებითი) დათარიღების მეთოდებია: სტრატиграფია, ტიპოლოგია, ჯვარედინი დათარიღება (ანალოგების საფუძველზე) და სხვ., რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია ამა თუ იმ ისტორიულ მოვლენათა შორის არსებული კავშირების განსაზღვრა.

4. ადამიანის და ბიოსფეროს ურთიერთობის გარკვევისას ხორციელდება ძველი ლანდშაფტისა და მასზე ადამიანის ზემოქმედების პრობლემის კვლევა. ამ მიმართულებით ფართოდ გამოიყენება პალეობოტანიკის, პალეოგეოგრაფიის მეთოდები, ხოლო პალეორელიეფის რეკონსტრუქციისათვის დიდად ეფექტურია გეოფიზიკური მეთოდები.

5. მათემატიკური სტატისტიკის საშუალებები და მეთოდები მნიშვნელოვანია არქეოლოგიური სამეცნიერო კვლევის ყველა ეტაპზე. პირველ რიგში არქეოლოგიური კომპლექსების აღმოჩენა-შესწავლისა და მეცნიერულად გამიზნული კვლევების წარმართვისათვის.

ჰუმანიტარული და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების შერწყმის ბაზაზე მნიშვნელოვანი შედეგებია მიღწეული უძველესი კულტურების კვლევის საქმეში. არქეოლოგიური და ფიზიკური მეცნიერების ზღვარზე შესრულებულ ნამუშევართა

შორის წარმოვიდგენთ ჩვენს ნაშრომსაც, რომელიც ეხება არქეოლოგიაში გეოფიზიკური მეთოდების დანერგვა-გამოყენების პრობლემას.

## თავი 2

### ძიების გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების ისტორია, აუცილებლობა და ეფექტურობა არქეოლოგიური ძეგლების შესწავლისას

#### 2. 1. საველე არქეოლოგიური კვლევის მეთოდები და ობიექტები

არქეოლოგიური ძიება მიმართულია არქეოლოგიური ძეგლის ყოველმხრივი შესწავლისაკენ. ამისათვის საველე პირობებში აუცილებელია სამი ძირითადი ამოცანის გადაწყვეტა, ამისათვის საჭიროა:

- ნაგებობის შემორჩენილი ნაშთებისა და მთლიანად ძეგლის დეტალური გეგმის აგება.
- კულტურული ფენის დეტალური სტრატეგრაფიული ჭრილის აგება.
- კულტურულ ფენში გაბნეული ყველა ნივთის მდებარეობის ფიქსაცია.

არქეოლოგიური ძიება ხორციელდება რამდენიმე ეტაპად. პირველ ეტაპზე ხდება არქეოლოგიური ძეგლის ძებნა, ანუ არქეოლოგიური ძიება. მეორე ეტაპზე აუცილებელია ძეგლის ყოველმხრივი შესწავლა გათხრებით. მესამე ეტაპზე ხორციელდება ძეგლის ისტორიული რეკონსტრუქცია, რაც შესაძლებელია ძეგლის სრულყოფილი გათხრის შემდეგ, შესაბამისი ნივთობრივი (საგნობრივი) მასალის მოპოვების შედეგად.

თანამედროვე გეოფიზიკა არქეოლოგიური ძიების სამივე ეტაპზე ეფექტურია, თუმცა, გეოფიზიკური მეთოდებით ძეგლის შესწავლა ძირითადად ხორციელდება გათხრებამდე.

არქეოლოგი ცდილობს აღადგინოს ადრეული ცივილიზაციის სოციალური და ეკონომიური ასპექტები იმ მატერიალური კულტურის საგნებით, რომლებიც მის მიერაა მოპოვებული.

საბუნებისმეტყველო-მეცნიერული კვლევითი მეთოდების გამოყენება საველე არქეოლოგიაში შესაძლებლობას იძლევა გადაწყდეს მნიშვნელოვანი თეორიული და

პრაქტიკული ამოცანები, როგორცაა ველზე არქეოლოგიური ძეგლების ძებნა, ძიება და შესწავლა.

არა თუ ათასწლეულების, არამედ რამდენიმე საუკუნის ძეგლებიც «საიმედოდაა» ჩამალული მიწაში, მათი მიზანდასახული კვლევა დიდ ძალისხმევასა და ხარჯებთანაა დაკავშირებული. კიდევ უფრო რთულია უძველესი კულტურის ძეგლების ძებნა-ძიება იქ, სადაც საუკუნეების მანძილზე ფენობრივად ხდებოდა ახალი შენობებისა და მთელი ქალაქების დაშენებაც კი. საქართველოში ამგვარი ძეგლი იმდენად მრავალრიცხოვანია, რომ თუ არა ახალი მეთოდები, მკვლევარები მუდმივ სიძნელეთა წინაშე იქნებიან. ცნობილია ერთფენიანი და მრავალფენიანი არქეოლოგიური ძეგლები.

კაცობრიობის განვითარების პროცესები და კანონები მატერიალიზირებულია არქეოლოგიურ ძეგლებში. ნებისმიერ არქეოლოგიურ აღმოჩენაში გასაგნებულია ადამიანის შრომა, აზრი და შემოქმედება. ეს იმ ხალხის ცხოვრების ისტორიის მონაკვეთია, რომელის შრომითაც არის შექმნილი ესა თუ ის ძეგლი და მასში დაცული ნივთი.

## **2. 2. არქეოლოგიური ობიექტების ძებნის გეოფიზიკური კრიტერიუმები**

### *2. 2. 1. არქეოლოგიური გეოფიზიკა (არქეოგეოფიზიკა)*

საბუნებისმეტყველო მეცნიერების წარმომადგენლებთან მჭიდრო თანამშრომლობის აუცილებლობას ერთ-ერთმა პირველებმა, არქეოლოგებმა აუღეს ალლო, რომლებიც დაინტერესებულნი იყვნენ და არიან დაზიანების გარეშე, მიწით დაფარული არქეოლოგიური ძეგლების ძიებისას გამოყენებულიყო თანამედროვე კვლევის მეთოდები, რომლთა მეშვეობით შესაძლებელი იქნებოდა მიწის ჭრილის ზედა ნაწილში არსებული ძველი და თანამედროვე ნაგებობების გამოვლენა. სწორედ ასეთი მიდგომის საფუძველზე ჩამოყალიბდა მეცნიერების ახალი დარგი – არქეოლოგიური გეოფიზიკა ანუ არქეოგეოფიზიკა, რომელიც შეისწავლის ისტორიულ, მატერიალურ-კულტურული მემკვიდრეობის ამსახველ ძეგლებს, რომლებიც მეტყველებს ადამიანის მოღვაწეობაზე წარსულში, მაგრამ დღეს დაფარულია [73].

სამეცნიერო ლიტერატურაში იმ სფეროს განსაზღვრისათვის, რომელიც დაკავშირებულია ობიექტის სხვადასხვა ფიზიკური თვისებების გარკვევასთან,

მაღალი სიზუსტის გეოფიზიკური კვლევებით არქეოლოგიური ძეგლების კარტირებისას, გამოყენებულია ტერმინების საკმაოდ ფართო სპექტრი [105].

ტერმინი არქეოფიზიკა (archaeophysics), არის ერთ-ერთი პირველი, განზოგადოებული შინაარსის ცნება და, ფიზიკური პარამეტრების დადგენის გარდა, მოიცავს დათარიღების არქეომანტიურ, იზოტოპურ და არქეოლოგიური მონაპოვრების ნამდვილობის დადგენის მეთოდებსაც. არქეოფიზიკის ანალოგად გვევლინება არქეომეტრია (archaeometry) – ცოდნის ის სფერო, რომელიც განიხილება როგორც არქეოლოგიასა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების «შემაკავშირებელი რგოლი». გარკვეული გაგებით ეს ფენომენი ვარაუდობს არქეოლოგიებსა და სხვა მეცნიერებს შორის მჭიდრო თანამშრომლობის შესაძლებლობას, რაც ეყრდნობა თანამედროვე ხელსაწყოების და მეთოდების გამოყენებას ტექნოლოგიური, კულტურული და ისტორიული ინფორმაციის მოსაპოვებლად არქეოლოგიური ობიექტებიდან და წყაროებიდან. არქეომეტრიული გამოკვლევები მოიცავს პრობლემების ფართო სპექტრს – სავსე არქეოლოგიური კვლევებით დაწყებული, სამუზეუმო ექსპონატებისა და ისტორიული ძეგლების კონსერვაციით დამთავრებული, რაც ისახავს ისეთი ამოცანების ამოხსნას, როგორცაა პალეოტექტონიკა, არქეოლოგიური ძიება და დათარიღების თანამედროვე მეთოდებით ძვლოვანი ნარჩენების ქიმიური ანალიზი. მითითებული ცნებები საკმაოდ ზოგადად განსაზღვრავს საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების როლს არქეოლოგიურ კვლევებში. არქეოლოგიაში, კონკრეტულად გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების სფეროს აღმნიშვნელი არქეოგეოფიზიკა (archaeogeophysics), მნიშვნელობით ახლოსაა განსაზღვრება – არქეოლოგიურ გამოკვლევებთან (archaeological prospection) და დისტანციურ ზონდირებასთან (remote sensing). პირველი ტერმინი მეტწილად გავრცელებულია ევროპულ მეცნიერთა შორის, ხოლო მეორე კი, უფრო – აშშ-ში. ეს ტერმინები გარკვეულწილად წარმოადგენს – არქეოლოგიური გეოფიზიკის ანალოგს, რომელიც გულისხმობს არდამანგრეველი დაზვერვის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებას დაფარული არქეოლოგიური ძეგლების ძიებისას [72]. ტერმინი დისტანციური ზონდირება ნასესხებია დისტანციურ გამოკვლევათა სფეროდან, რაც თავიდან გულისხმობდა სხვადასხვა სახის საფრენი აპარატების გამოყენებას,



დედამიწის ზედაპირის ფოტოგადაღებას, მიღებული სურათების ანალიზს, დამუშავებას და ახსნას (დეშიფრირება). ამასთან არქეოლოგიური ძეგლების ძიებისას მაღალმგრძობიარე გეოფიზიკური კვლევებს შორის გამოიყოფა «უკონტაქტო» და «არდაზიანებელი» კომპონენტი – დისტანციური ზონდირება. ანალოგიურია ტერმინი არდაზიანებითი არქეოლოგია (nondestructive archaeology), რაც გულისხმობს გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებით არქეოლოგიური ობიექტის სამგანზომილებიანი სურათის მიღებას მისი დაზიანების გარეშე [48]. ეს იდეა კომპიუტერული ტომოგრაფიის ანალოგიურია და შეიძლება მისი წარმატებით გამოყენება მატერიალურ-კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის მიზნით. გარდა ამისა, არსებობს ტერმინი მაშველი (გადარჩენითი) არქეოლოგია (rescue archaeology), რაც გულისხმობს გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებას სასწრაფო არქეოლოგიური გათხრებისას მიმდინარე სამოქალაქო მშენებლობის ზონაში.

ამრიგად, არსებული ტერმინების დადგენისას გამოიყენება რამდენიმე მათგანი. მათი ფორმირებისას, გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების სფეროს განსაზღვრისათვის, ყველა შემთხვევაში გამოიყენება – არქეოლოგია. მაშველი (გადარჩენითი) არქეოლოგია და არქეოლოგიური გამოკვლევები ხაზს უსვამს საკითხისადმი ისეთ მიდგომას, როგორცაა გეოფიზიკის როლი არქეოლოგიაში («სამაშველო» გათხრები და, შესაბამისად, არქეოლოგიური დაზვერვა). არდაზიანებით არქეოლოგიასა და დისტანციურ ზონდირებაში აქცენტი გაკეთებულია საძებნი არქეოლოგიური ობიექტის დაზიანების გარეშე შესწავლაზე. ყველა ჩამოთვლილ შემთხვევაში გამოყოფილია არაპირდაპირი, კერძო ნიშნები და წარმოჩენილია ძირითადი, თვით საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების მეთოდების ფიზიკური საფუძველი და პრინციპები. ამრიგად, არქეოლოგიაში გეოფიზიკური როლის განსაზღვრისათვის ადეკვატურია ტერმინი «არქეოგეოფიზიკა». ანალოგიურად ჩამოყალიბდა და შემოტანილ იქნა სამეცნიერო ტერმინოლოგიაში ზოგიერთი სადისციპლინათაშორისო ცნება არქეოზოოლოგია, არქეომაგნიტური დათარიღება და სხვ, რომლებიც დაფუძნებულია საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ელემენტების გამოყენებაზე არქეოლოგიური ობიექტების შესწავლისას.

## 2. 2. 2. ძიების გეოფიზიკური მეთოდების ფიზიკურ-გეოლოგიური საფუძვლები და მათი დახასიათება არქეოლოგიურ ობიექტებთან მიმართებაში

თანამედროვე არქეოლოგიაში ზედაპირულ ძებნასთან კომპლექსში ფართოდ გამოიყენება გეოფიზიკური ძიება [12].

მეთოდების სრულყოფის მიზნით ჩატარებულია როგორც თეორიული და ლაბორატორიული, ისე პრაქტიკული მიმართულების მნიშვნელოვანი გამოკვლევები. მიწის ქვეშ «ხედვის» პრობლემა წარმოადგენს მთავარ პრობლემას არქეოლოგებისათვის [64]. გასული საუკუნის ბოლო ათეული წლების განმავლობაში ჩატარებული კვლევების შედეგად დამუშავდა მიწისქვეშა ობიექტების ძიებისათვის მრავალი გეოფიზიკური და მასთან ახლოს მდგომი დისტანციური კვლევის მეთოდები, როგორებიცაა: მაგნიტომიება, ელექტრომიება, გრავიმიება, სეისმომიება, რადიომეტრია, გეორადარი, აეროფოტოგადაღება და სხვ. ყოველივე ეს არა მხოლოდ ზრდის არქეოლოგიური გათხრების ეფექტურობას, არამედ მინიმუმამდე ამცირებს მძიმე მიწის სამუშაოების მოცულობის წილს. დაკვირვებები ტარდება როგორც მიწის, წყლის ზედაპირსა და სამთო გამონამუშევრებში, ისე ჰაერში (აერო- და კოსმოსური გამოკვლევები).

გეოფიზიკა მნიშვნელოვან, ზოგჯერ კი გადამწყვეტ როლს ასრულებს ჩვენი ცივილიზაციის, კულტურის განვითარების შესწავლისას და გამოიყენება, როგორც ინსტრუმენტი კულტურის ისტორიის დაზუსტებისას და რეკონსტრუქციისათვის [34].

მთავარი და, მართლაც, გადამწყვეტი პირობა, რის გამოც გეოფიზიკური მეთოდები პოულობს აღიარებას და გამოიყენება არქეოლოგიური ძეგლების ძიებისას, არის ის, რომ ჩნდება საშუალება სხვადასხვა ტიპის დამარხული ნაგებობების კომპლექსების გამოავლენისა ნიადაგის ზედაპირის და თვით საძიებელი ობიექტების დაზიანების გარეშე. ძიების გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებით, მოკლე დროში და მცირე დანახარჯებით, შესაძლებელი ხდება შედარებით ვრცელი ტერიტორიის შესწავლა (აგეგმვა). გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების წინაპირობა არის საძიებელი ობიექტისა და მისი შემცველი გარემოს ფიზიკური თვისებების კონტრასტულობა.

შემოთავაზებული მეთოდების მეორე, არსებითი უპირატესობა არის საფარის სიღრმეული შესწავლა. გეოფიზიკური მეთოდებით არქეოლოგიური ამოცანების

გადაწყვეტისას საკვლევი სიღრმე მკვლევარს, პრაქტიკულად, არ ზღუდავს. რიგ შემთხვევაში არქეოლოგი თავად განსაზღვრავს ამ მაჩვენებელს, რაც განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ღებულობს შრეებრივი მეთოდით ძეგლების შესწავლისას. გროგორც ავლნიშნეთ, გეოფიზიკური მეთოდების საშუალებით შესაძლებელია მნიშვნელოვანი ფართობის ხარისხიანად გამოკვლევა შემჭიდროვებულ ვადებში.

შედარებით ადვილი მისაგნებია ის ძეგლები, რომლებსაც გააჩნიათ მიწისზედა ნაგებობები – ეს არის ძველი ნასახლარები გარშემორტყმული მიწაყრილებითა და თხრილებით, ან ყორღანის ტიპის სამარხები. ამ შემთხვევაში გეოფიზიკური მეთოდებით შესაძლებელია ძეგლის მიწისქვეშ იმ დამარხული ნაწილის შემოფარგვლა, რომელიც არქეოლოგიური კვლევის მასშტაბის განმსაზღვრელია საკვლევი ფართობის დასადგენად. უფრო რთულია მიწისქვეშ დამარხული ძეგლების მიკვლევა. არქეოლოგების მიერ შემუშავებულია მრავალი მეთოდი, რომელებიც ეხმარება მათ მსგავსი ობიექტების აღმოჩენაში. ასე მაგალითად, თუ XX საუკუნის დასაწყისში ძეგლის აღმოჩენა უმეტესად დამოკიდებული იყო შემთხვევითობაზე, ან მეცნიერის ინტუიციაზე, თანამედროვე გამოცდილმა არქეოლოგმა იცის სად რა უნდა ეძებოს. მათთვის ცნობილია რომელ ისტორიულ ეპოქაში სად ამჯობინებდა ადამიანი დასახლებას – ჭალებში თუ კონცხებზე, სად მიიჩნევდნენ სხვადასხვა პერიოდის მოსახლეობა სავალდებულოდ მიცვალებულთა დაკრძალვას და ა.შ.

არქეოლოგიურ გეოფიზიკას აქვს ორი უპირატესობა. ჩვეულებრივ ეს კვლევები საკმაოდ დეტალურია, მაგრამ გადაადგილება შესასწავლ (ასაგეგმ) ტერიტორიაზე სწრაფად ხდება და ტრანსპორტის დახმარებას არ საჭიროებს, ხოლო გეოფიზიკური ანომალიების შემოწმება მათი ზედაპირთან სიახლოვის გამო, შესაძლებელია მცირე დანახარჯით. გეოფიზიკის გარეშე არქეოლოგიური გათხრები ზომაზე მეტად შრომატევადი და დიდ ხარჯებთან იქნებოდა დაკავშირებული, ეს ნიშნავს «ნემსი ვეძებოთ თივის ზვინში». ამის გამო არქეოლოგები უადრესად დაინტერესებული არიან გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებით, რათა ერთიანი გათხრები შერჩევითით შეცვალონ.

გეოფიზიკური მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია გეოლოგიურ-არქეოლოგიური გამოკვლევების განხორციელება, რამდენადაც ამ მონაცემებში არის

ინფორმაცია არა მხოლოდ კულტურულ ფენაზე, არამედ გეოლოგიური ჭრილის ზედა ნაწილზეც. ეს ამარტივებს ძველ ნაგებობებსა და შესასწავლ ტერიტორიებს შორის კავშირის გამოვლენას.

გეოფიზიკური მეთოდები იძლევა საშუალებას, მინიმუმამდე იყოს დაყვანილი საკონტროლო (სადაზვერვო) თხრილების რაოდენობა და მკვლევარს წინასწარ წარმოდგენა შეექმნას საძიებელი ობიექტის შესახებ. ამის გარდა, მათი მეშვეობით შესაძლებელია დადგინდეს მიწის ზედაპირის ქვეშ არსებული გარკვეული ტიპის ანომალიის გამომწვევი სხეულების ადგილმდებარეობა, თუმცა არ შეიძლება ამ მეთოდების გადაჭარბებულად შეფასება, რადგან მართალია არქეოლოგს არ ეძლევა საშუალება, რომ თავი დააღწიოს ბარის ხმარებას, სამაგიეროდ, შესაძლებელია მისი მიყვანა იმ ადგილზე, სადაც ყველაზე ხელსაყრელია მისი (ბარის) გამოყენება [90].

აღსანიშნავია, რომ გეოფიზიკური კვლევები ძალზე ეფექტურია არქეოლოგიური ძეგლების ექსტრემალური ძიებისას, მშენებარე უბნებზე, როდესაც სამშენებლო სამუშაოების შედეგად შესაძლებელი ან მოსალოდნელი ხდება არქეოლოგიური ძეგლის განადგურება, ხოლო კვლევის ხანგრძლივობა, როგორც წესი, მცირეა. ძიების გეოფიზიკური მეთოდები, არქეოლოგიურისაგან განსხვავებით, არადამანგრეველია, რაც იძლევა საშუალებას შედგენილი იქნას არქეოლოგიური ძეგლების კადასტრი და დასაცავი ისტორიულ-არქეოლოგიური ზონების რუკები.

ჩატარებული კვლევების ისტორია გვიჩვენებს, რომ თავიდან გეოფიზიკური გაზომვები ძირითადად ტარდებოდა საველე არქეოლოგიის ამოცანების გადასაწყვეტად (არქეოლოგიური ძეგლების ძიება, მათი საზღვრების დადგენა, სტრუქტურის და გეგმარების აღდგენა) [39, 81, 82, 83, 84, 85, 88]. გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენება საჭიროა ძეგლის ტერიტორიაზე გათხრების ადგილის მიზანდასახული შერჩევისათვის. როგორც ავლნიშნეთ, ასეთი ამოცანის გადაწყვეტა დაკავშირებულია გათხრების სწორი დაგეგმვის აუცილებლობასთან, ფინანსურ, დროით და შრომით დანახარჯებთან. ამ შემთხვევაში, გათხრებისას გეოფიზიკა შეიძლება განვიხილოთ როგორც ერთ-ერთი შემადგენელი საბუნებისმეტყველო მეცნიერების სფეროდან. ამ დროს ძირითადი მოთხოვნებია გაზომვათა ოპერატიულობა და ინტერპრეტაციის კორექტულობა,

გაზომვების, არქეოლოგიური ამოცანის მეთოდის გამოყენება, მათი შესაბამისობა ძიების ფიზიკურ და გეომეტრიულ პარამეტრებთან, შედეგების მაქსიმალური სიზუსტე.

დამუშავების ეტაპობრივი სქემა სავსე არქეოლოგიური კვლევების ოპტიმიზაციაზე ორიენტირებული არქეოგეოფიზიკური კვლევების მეთოდის ერთ-ერთი ვარიანტია. ამ სქემის მიხედვით ხდება გეოფიზიკური კვლევების ჩართვა არქეოლოგიურ სამუშაოთა დადგენილ თანმიმდევრობაში. არქეოლოგიური კვლევების შესაბამისი სტადიების დეტალიზაცია – დაწყებული არქეოლოგიური დაზვერვისა და ახალი ძეგლების ძიების რეგიონალური კვლევებით და დამთავრებული კულტურული ფენის ფართობული შესწავლით შრეებრივად დაზიანების გარეშე. შემდგომი ეტაპი – დეტალური გამოკვლევები, ითვალისწინებს განაშენიანების სტრუქტურის და ძირითადი დაგეგმარების ელემენტების ადგილმდებარეობის განსაზღვრას. ასევე ივარაუდება გათხრებისათვის განკუთვნილ ფართზე დეტალიზებული გაზომვების ეტაპი, რომლის მიზანია ობიექტების სტრუქტურის გეომეტრიული პარამეტრების დაზუსტება, გათხრებისათვის საბოლოო ტერიტორიის შერჩევა. დასკვნით ეტაპზე ივარაუდება გათხრების პროცესში შრეობრივი გეოფიზიკური ზონდირება. მრავალეტაპიანი პროცედურა, ითვალისწინებს მატერიალურ-კულტურული მემკვიდრეობის დაფარული ძეგლების გამოვლენისა და გამოკვლევის პროცედურას, რაც დაფუძნებულია გეოფიზიკურად შესასწავლი ობიექტის ტერიტორიის ზუსტი ლოკალიზაციასა, მისი პარამეტრებისა და ტიპის განსაზღვრაზე.

მასალის ამგვარი დამუშავების მიზანია საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების მეთოდების რაციონალური გამოყენება, რაც არქეოლოგიური ძეგლების სტიქიური ძიებიდან სისტემატურ გამოკვლევებზე გადასვლის საშუალებას იძლევა. შემოთავაზებული მეთოდის ჩარჩოებში თვით გეოფიზიკური ძიება სხვადასხვა ობიექტების შესახებ წყაროების (ისტორიული გეოგრაფია, კარტოგრაფია, თვითმხილველთა გამოკითხვა და სხვ.) შეკრებისა და ანალიზის შემდგომი ეტაპია.

მე-2 ცხრილში შედარებულია არქეოლოგიური და გეოფიზიკური ძიებათა თავისებურებანი.

გეოფიზიკური მეთოდებით არქეოლოგიური ობიექტების შესწავლას საფუძვლად უდევს შესასწავლი გარემოს ფიზიკური ველების კვლევა. ყოველი გეოფიზიკური

მეთოდი, თავის გამოყენების სფეროს მიხედვით, წარმოადგენს ფიზიკური ველების პარამეტრების გაზომვისა და გარემოს შესწავლის სხვადასხვა ხერხების ერთობლიობას. ამჟამად ცნობილი გეოფიზიკური ძიების მეთოდები – ელექტრული, მაგნიტური, გრავიტაციული, სეისმური (სეისმოაკუსტიკური), ბირთვული და გეოთერმული, მათი ფიზიკური საფუძვლები და არქეოგეოფიზიკაში გამოყენების თავისებურებები დეტალურადაა აღწერილი სპეციალურ ლიტერატურაში [71, 104], ამასთან მეთოდების ეფექტურობა დამოკიდებულია მრავალ პირობაზე, რომლებიც თავის მხრივ განისაზღვრება შესასწავლი ობიექტის ადგილმდებარეობით, არსებული ხელისშემშლელი ფაქტორებით და სხვ.

არქეოგეოფიზიკის ჩამოყალიბების პერიოდში სავსე კვლევები ტარდებოდა ელექტროძიების, მაგნიტოძიებისა და სეისმოძიების მეთოდებით [52, 74, 75]. მათგან ყველაზე წარმატებული პირველი ორი აღმოჩნდა. ამიტომ, ცალკე გრავიმეტრული, სეისმოაკუსტიკური, ბირთვული და გეოთერმული მეთოდები არქეოლოგიური ძეგლების ძიებისას იშვიათად გამოიყენება, ან მხოლოდ კომპლექსში ელექტროძიებასა და მაგნიტოძიებასთან ერთად. ეს გარემოება გამოწვეულია აპარატურის სიძვირით, კვლევების მეთოდიკის სირთულით და იმით, რომ აპარატურა რეაგირებს მხოლოდ გარკვეული სახის ობიექტებზე.

სიღრმეში ამ თუ იმ ტიპის არქეოლოგიური ობიექტების განსაზღვრისათვის [86, 100], სხვადასხვა გეოლოგიურ და ბუნებრივ პირობებში ობიექტების გამოსაკვლევად გამოყენებული მეთოდების ეფექტურობის შესაფასებლად, ასევე საექსპლოატაციო მახასიათებლების და ხელსაწყოების (აპარატურის) ღირებულების განსაზღვრისათვის ძირითადი გეოფიზიკური მეთოდების შესაძლებლობათა შედარებამ გვიჩვენა, რომ ყველაზე სწრაფმოქმედი და უნივერსალურია მაგნიტოძიება, შემდეგ ელექტრო- და სეისმოძიება. მაგნიტოძიების და ელექტროძიების ეფექტურობა პირველ რიგში განისაზღვრება იმით, რომ არქეოლოგიური ობიექტები კონტრასტს ქმნის გარემომცველ გარემოსთან. ეს დასტურდება არქეოლოგიური ძეგლებისა და იმ კულტურული ფენის ფიზიკური თვისებების (ხვედრითი წინააღობა, მაგნიტური ამთვისებლობა, სიმკვრივე, დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარე, პოლარიზება და სხვ.) გამოკვლევებით ლაბორატორიულ და სავსე პირობებში, რაშიც განლაგებულია ძეგლი [71]. გარდა

ამისა ელექტრული და მაგნიტური ძიება არ საჭიროებს ძალზე ძვირადღირებული მოწყობილობების გამოყენებას.

ცხრილი 2.

არქეოლოგიური გათხრები	გეოფიზიკური ძიება
ნიადაგის საფარის თანმხლები დაზიანება	არ ახლავს ნიადაგის საფარში არც შეჭრა და არც მისი დაზიანება
ფართის შესწავლის ფარდობითი სიძვირე	ფართის შესწავლის ფარდობითი სიიაფე
ფაქტობრივი მასალა (მონაცემები) დღიურ ზედაპირზე ხშირად წარმოდგენილი რამდენიმე მცირე ზომის «ფანჯრის» სახით	შესაძლებელია მთელი ტერიტორიის შესწავლა
გამწვანებულია დიდი ფართის ნამოსახლარის ან ნაგებობის დახასიათება	შესაძლებელია დიდი ფართის ნამოსახლარის შემოკონტურება
მრავალფენიანი ან მრავალკომპონენტური ტერიტორიებისათვის სრული მონაცემების შეგროვებას შესაძლოა წლები დასჭირდეს	მრავალფენიანი ან მრავალკომპონენტური ტერიტორიებისათვის სრული მონაცემების შეგროვება შეიძლება საათების ან დღეების განმავლობაში
ჰორიზონტებისა ან ნამოსახლარების ტიპობრივად გამოცნობა მხოლოდ ფერით ან ტექსტურით	ჰორიზონტებისა ან ნამოსახლარების გამოცნობა შეუძლებელია განხვავებით სტრუქტურაში, ტენიანობაში, მინერალოგიურ შედგენილობაში, დამაგნიტებულობაში, მაგნიტურ ამთვისებლობაში, ელექტრულ გამტარებლობაში, დიელექტრიკული თვისებებში ან სიმკვრივეში
ძებნა ან ძიება ხშირად ემსგავსება «ნემსის ძებნას თივის ზვინში»	გეოფიზიკური მეთოდებით ტერიტორიის შესწავლა სწრაფად და მაღალი სიზუსტით ხორციელდება
წყალდიდობით მრავალჯერ დაფარული ტერიტორიის კვლევის სირთულე	გეოფიზიკა თანაბრად ეფექტურია, როგორც წყალქვეშა, ისე მიწისქვეშა კვლევებისას
არტეფაქტებისა და ნამოსახლარების იდენტიფიცირების კარგი შესაძლებლობა	ზოგადად შეუძლებელია არტეფაქტებისა და ნამოსახლარების იდენტიფიცირება მხოლოდ გეოფიზიკაზე დაყრდნობით
მცირე ზომის არტეფაქტების დაფიქსირება და აღმოჩენა	ღრმად განლაგებული მცირე ზომის არტეფაქტების დაფიქსირების ნაკლები ალბათობა

მაგნიტოძიება დაფუძნებულია დედამიწის მაგნიტური ველის გაზომვასა და მისი ანომალური მნიშვნელობის გამოვლენაზე, რომელიც განისაზღვრება ნიადაგის და გრუნტის ზედა ფენების ბუნებრივი სტრუქტურების ცვლით, რაც მათში არქეოლოგიის ობიექტების არსებობით არის გამოკვეთილი. არქეოლოგიური ობიექტები ხშირად ხასიათდება მაგნიტური თვისებებით, რომლებიც განსხვავდება გარემოს მაგნიტური თვისებებისაგან. მაგნიტოძიება ცალსახად აფიქსირებს იმ ობიექტების ადგილმდებარეობას, რომლებმაც განიცადა თერმული ზემოქმედება ძველ დროში. ეს დასტურდება კომპლექსური კვლევების შედეგებით. უნდა აღინიშნოს, რომ ძიების მაგნიტური მეთოდი ასევე ეფექტურია პრაქტიკულად არამაგნიტური სხეულების ძიების დროსაც, მხოლოდ იმ პირობით, თუ ამ სხეულებს გარს არტყია მაგნიტური ქანები, რომლებიც პრაქტიკულად ერთგვაროვან ველს ქმნის. ამ შემთხვევაში

ერთგვაროვან ფონზე დაიკვირვება მაგნიტური ველის შემცირება, რომელიც არამაგნიტური სხეულით არის გამოწვეული.

მაგნიტური ძიებით შესაძლებელია ძველი ღუმელების, ქურების ნარჩენების ლოკალიზება [6, 43, 49,]. გარდა ამისა, ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა კულტურულ შრეებში გამოვლენილ იქნეს გამომწვარი თიხის ობიექტების განლაგება, რომლებიც გაცივებისას იძენს გაზრდილ მაგნიტურ ამთვისებლობას და ნარჩენ დამაგნიტებას (კერამიკის ნარჩენები, ჭურჭელი, კრამიტები და სხვ.), აგრეთვე სამჭედლო წარმოების კვალი, რკინის ნარჩენები (ხენჯი), წიდის ნაშალი, კერები, ნაცრის კვალი. მაგნიტური გამოკვლევების მეშვეობით საკმაოდ დამაჯერებლად ფიქსირდება «გადაბრუნებული» მიწა, გაჩენილი ძირითად ქანში, გრუნტის ბუნებრივი სტრუქტურის დარღვევის ხარჯზე ანთროპოგენური საქმიანობის შედეგად. არქეოლოგიის თვალსაზრისით, ასეთ ობიექტებად შეიძლება ჩაითვალოს კატაკომბური სამარხები, თხრილები, ქვაბულები, ამოვსებული შახტები. მაგნიტური ძიებით, მაგრამ ნაკლები დამაჯერობლით, ასევე ფიქსირდება ისეთი არქეოლოგიური ობიექტები, როგორებიცაა კედლები, გზები, თხრილები, ხის კონსტრუქციები, არხები, შახტები, ქვის გარეშე ნაგები შენობების განლაგების ადგილები [63, 100].

უნდა აღინიშნოს, რომ არქეოლოგიური ძეგლების მიერ გამოწვეული ანომალიების ინტენსივობა რამდენიმე ასეულ ნანოტესლას არ აღემატება. ამის გამო არქეოლოგიური ობიექტების მიერ გამოწვეული მაგნიტური ანომალიების გამოსავლენად, როგორც წესი, მაღალი სიზუსტის აგეგმვის ჩატარებაა საჭირო, ხოლო ამ ანომალიების ინტერპრეტაცია საკმაოდ რთულ ამოცანას წარმოადგენს.

მაგნიტური ველის გაზომილი მნიშვნელობები აისახება იზოდინამების ან მრუდების (გრაფიკების) სახით. აღსანიშნავია, რომ მაგნიტური ველის გრაფიკულად გამოსახვის თითოეულ ამ მეთოდს აქვს თავისი, როგორც დადებითი ასევე უარყოფითი მხარეები.

იზოდინამების მეთოდი უზრუნველყოფს დიდი და მცირე ინტენსივობის ანომალიათა გამოსახვას, მაგრამ თვით იზოდინამების აგებისას აუცილებელი ხდება ველის ე. წ. გაგლუვება, რის გამოც შეიძლება დაიკარგოს მაგნიტური ველის ისეთი დეტალები, რომლებიც მცირე ინტენსივობის სხეულებზე არის დამოკიდებული.



მითუმეტეს, როგორც ავლნიშნეთ, არქეოლოგიური ობიექტები მცირე ინტენსივობით ხასიათდება.

მარშრუტზე გაზომილი ველის გამოსახვა მრუდების (გრაფიკების) სახით უფრო პასუხობს ველის ნამდვილ ხასიათს. ამასთან, თუ ორდინატების მასშტაბი სწორადაა შერჩეული, გრაფიკული აგების სიზუსტე გაზომვებსა და გამოთვლის სიზუსტესთან პირდაპირ შესაბამისობაშია, თუმცა ამ ხერხს უარყოფითი მხარეც გააჩნია, ეს არის, კერძოდ, დაძაბულობის დიდი მნიშვნელობის მქონე ველის გამოსახვის სიძნელე, რაც გამოიხატება მრუდების გადაკვეთით.

ამგვარად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციისას დასაშვებია გამოყენებული იქნას ორივე მეთოდი ცალ-ცალკე, მაგრამ უფრო ეფექტურია მათი შეწყვილება, რადგან იზოდინამების რუკა საშუალებას გვაძლევს წარმოვიდგინოთ ანომალიების განაწილების სურათი აგეგმილ ტერიტორიაზე, ხოლო გრაფიკების რუკა კი მაგნიტური ველის ხასიათზე მიგვითითებს.

ელექტროძიება დაფუძნებულია გარემოსა და მასში მოხვედრილი არქეოლოგიური ობიექტების ელექტრული თვისებების შესწავლაზე. გრუნტის შესწავლის მიზნით ელექტრომეტრიული მეთოდების პრაქტიკული გამოყენება გაპირობებულია გარემომცველ გარემოსა და მათში მოხვედრილი ობიექტების ხვედრითი ელექტროწინააღობის განსხვავებით. ელექტრომეტრიული მეთოდებით გრუნტის ზონდირებისას ხშირად გამოიყენება მუდმივი დენის და დაბალსიხშირული ელექტრომაგნიტური ველის მეთოდები. ეს მეთოდები პრაქტიკულად ყველა კატეგორიის არქეოლოგიური ძეგლის კვლევების საშუალებას იძლევა. ასევე უზრუნველყოფს მათ ტერიტორიაზე სხვადასხვა სტრუქტურისა და შემადგენლობის ობიექტთა გამოვლენას. ელექტროძიების წარმატებული გამოყენების მაგალითებია უძველესი ღუმელები და კერები [103], ბრინჯაოდან რკინაზე გარდამავალი პერიოდის დიდი ქალაქების შენობების საძირკვლები, ანტიკური ხანის და შუასაუკუნეების დიდი ქალაქების თავდაცვითი სტრუქტურები, ნაგებობათა ნაშთები [69], ასევე მიწისქვეშა სიცარიელების, განათხარი და დატკეპნილი მიწისა და ნიადაგის ფენების დარღვევების შესწავლა. არსებითი სიძნელეები წარმოიქმნება დამარხული ხის ობიექტების და გრუნტში ამოუშენებელი სამარხების ძიებისას.

ელექტროძიება იყოფა ორ ნაწილად. პირველი – ელექტროძიება მუდმივი დენით, რაც დაკავშირებულია გარემოში მუდმივი დენის გავლისას კუთრი წინაღობის შესწავლასთან. მეორე კი – დაფუძნებულია გარემოში ცვლადი დენის განაწილებასა და მასთან დაკავშირებული ელექტრომაგნიტური ველის შესწავლაზე [75].

ელექტროძიების საშუალებით ნიადაგის ზედა ფენებში წინაღობათა განსხვავების შემთხვევაში შესაძლებელია ფენების ერთმანეთისაგან გამოყოფა. მოჩვენებითი წინაღობათა რუკაზე გამოიხაზება მიწის ქვეშ არსებული ძეგლის კონტურები. ამგვარად, არქეოლოგებს აქვთ საშუალება არა მხოლოდ მიაკვლიონ ანუ «მიწის ქვეშ დაინახონ,» მათთვის საინტერესო ობიექტები, არამედ შეადგინონ ძეგლის სავარაუდო გეგმა გათხრების ჩატარებამდე.

კულტურული ფენის შესწავლისათვის ელექტრომაგნიტური მეთოდით ძიება, უდიდესი მეთოდური მიღწევაა, რომელშიც შეჯერებულია მაგნიტოძიებისა და ელექტროძიების შესაძლებლობები და პრაქტიკულად არ არის მგრძობიარე შესასწავლი ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულების მიმართ [41]. თავის მხრივ, ელექტროძიება და მაგნიტოძიება ინარჩუნებს თავიანთ პოზიციებს არქეოლოგიურ გეოფიზიკაში. გეორადარის მეთოდი (ground penetrating radar ანუ GPR) ფართოდ ინერგება არქეოგეოფიზიკურ კვლევებში.

გეორადარში გამოყენებულია მაღალსიხშირული ელექტრომაგნიტური ტალღებით ზონდირების მეთოდიკა, რომელიც ეყრდნობა ზედაპირული ფენების დიელექტრიკულ თვისებებში არსებულ კონტრასტს. მეთოდის იდეა ძალზე მარტივია: მკვებავი ანტენით გამოსხივებული ელექტრომაგნიტური ტალღები აირეკლება მიწისქვეშა ობიექტიდან და დაიკვირვება ზედაპირზე მიმდები ანტენის მეშვეობით. მიღებული მონაცემების ვიზუალიზაცია ხორციელდება დამოკიდებულების აგებით არეკვლილი ტალღის შემოსვლის დროსა და მანძილს შორის, რაც ანალოგიურია სეისმური ჰოდოგრაფების მეთოდისა. გეორადარის მეთოდში გამოსაყენებული ტალღის სიხშირე შეირჩევა ამოცანის შესაბამისად [26]. ხაზგასასმელია, რომ თანამედროვე არქეოლოგიურ გეოფიზიკაში სავლელე მონაცემების ინტერპრეტაცია შეუძლებელია კომპიუტერული ტექნიკის გარეშე.

სეისმური ძიება ანუ სეისმოდებეა ემყარება დრეკადი რხევების ველის შესწავლას, როგორც დედამიწის ქერქის, ასევე წიაღისეული საბადოების ძიების მიზნით. ამავე დროს სეისმოდებების გამოყენება არქეოლოგიაში უფრო და უფრო პოპულარული ხდება. ამას მოწმობს მთელი რიგი კვლევებისა, რომელიც ბოლო წლებში ტარდება, როგორც ჩვენში, ისე საზღვარგარეთ [27, 75].

დრეკადი რხევების ველი – წარმოადგენს დრეკად ტალღებს, რომლებიც აფეთქების ან დარტყმის შედეგად წარმოიქმნა და რომლებიც ქანებში ვრცელდება. დრეკადი ტალღები შეიძლება აირეკლოს, ან გარდატყდეს სხვადასხვა ზედაპირებიდან და ნაწილობრივ, დედამიწის ზედაპირზე დაბრუნდეს, სადაც სპეციალური აპარატურის საშუალებით რეგისტრირდება. თუ გავზომავთ ტალღების გავრცელების დროს წყაროდან რეგისტრაციის წერტილამდე, მათ ამპლიტუდას, სიხშირეს და სხვ. პარამეტრებს, მივიღებთ ინფორმაციას ამ ზედაპირებისა და მათი დახრის კუთხეების შესახებ. სეისმოდებეა ფართოდ გამოიყენება, როგორც სხვადასხვა საბადოების ძიებისას, ასევე საინჟინრო-გეოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტის დროს. რადგანაც არქეოლოგიური კვლევა მცირე სიღრმეებს მოიცავს, ამიტომ ამ დროს წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ საინჟინრო გეოფიზიკაში დამუშავებული მეთოდისა, თუმცა მასში გარკვეული კორექტივების შეტანით. ასეთი კვლევების დროს, როგორც წესი, ვსარგებლობთ მხოლოდ არეკვლილი ტალღების მეთოდით.

მცირე სიღრმეებზე სეისმო-გეოლოგიური ჭრილის შესადგენად ძირითად გამოყენებას პოულობს მეწინავე (გარდატეხილი) ტალღების მეთოდი, რომელიც ემყარება კინემატიკური მონაცემების ინტერპრეტაციის შედეგებს.

სეისმური მასალის კორექტული დამუშავებისათვის აუცილებელია მეწინავე ტალღების ორი, შექცევადი წერტილით დაკავშირებული შემხვედრი ჰოდოგრაფი.

გამყოფი საზღვრების აგება ხდება უპირატესად საშუალო არითმეტიკული ( $t_0$ -ის) მეთოდით.

სეისმური ჭრილის აგება კომპიუტერის გამოყენებით ხდება. შედეგის ვარგისიანობას განსაზღვრავს სავსე პირობებში მიღებული სეისმოგრამების ხარისხის და ტალღების იდენტიფიკაციის სისწორე.

საველე სამუშაოებისას წინასწარ შეირჩევა: პროფილის მიმართულება, პროფილთა ბადის სიმჭიდროვე, გეოფონებს შორის მანძილი და ტალღების წყაროთა შორის ინტერვალი. დაკვირვება ტარდება უწყვეტი პროფილირების სისტემით.

აღწერილი მეთოდების უნივერსალურობა გარკვეულად პირობითია. გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების ეფექტურობა არქეოლოგიური ობიექტების ძიებისას ბევრადაა დამოკიდებული გარემოს თავისებურებებზე, როგორცაა გეოლოგიური, ფიზიკური, ტექნოგენური და ანთროპოგენური წარმოშობის ხელისშემშლელი ფაქტორები, რომლებიც ამახინჯებს გაზომვის შედეგებს. ტექნოგენურ ფაქტორებს, რომლებიც ხელს უშლის ელექტრო- და მაგნიტურ ძიებას მიეკუთვნება ელექტროგადამცემი ხაზების, დიდი სამრეწველო საწარმოებისა და თანამედროვე ნაგებობების ზემოქმედება. ანთროპოგენური ფაქტორებია – სამშენებლო და საყოფაცხოვრებო ნაგავი კულტურული ფენის ზედა ნაწილში, თხრილები, არხები, თანამედროვე ნაგებობების საძირკვლების ნაშთები.

გეოლოგიური და ფიზიკური წარმოშობის ხელისშემშლელ ფაქტორებად მაგნიტომიებისათვის გვევლინება დედაქანის სახურავის სიღრმის ცვლილება, რელიეფის და მიკრორელიეფის სირთულე ძეგლის ტერიტორიაზე, ნიადაგის დამაგნიტების არაერთგვაროვნობა, გეომაგნიტური ველის ვარიაციები, ქალაქების ტერიტორიაზე მაგნიტური ველის მნიშვნელოვანი ცვლილებები. ანთროპოგენური და ტექნოგენური ხელისშემშლელი ფაქტორებია: დამარხული ხეხეები, თანამედროვე თემშარებისა და ნახნავეების კიდეები, მეტალური ნაკეთობები, სამშენებლო ნარჩენები, წყალსადენების, კოლექტორის სახურავებისა და რკინის ღობეების, მუდმივ დენზე მომუშავე მექანიზმების ხაზოვანი (ზოლოვანი) ხასიათის გავლენა. ამრიგად, მაგნიტომეტრიული კვლევების ჩატარება ქალაქების, საწარმოთა, რკინიგზისა და გრუნტის გზების, ელექტროგადამცემი ხაზების მახლობლად მეტად გართულებულია. ანთროპოგენური ზემოქმედებით დაზიანებულ ტერიტორიებზე მაგნიტომეტრიული კვლევის დაწყების წინ საკვლევი უბანი უნდა გასუფთავდეს ლითონის ჯართისაგან მეტალოდეტექტორის მეშვეობით, ვინაიდან თანამედროვე საგნების დამაგნიტებამ შეიძლება მნიშვნელოვნად გადააჭარბოს არქეოლოგიური ობიექტებიდან მომდინარე სიგნალებს. ანომალიის ფორმაზე ზეგავლენას ახდენს ობიექტის ორიენტაცია განედური

და მერიდიანული მიმართულებით და კულტურულ ფენში ლოკალური მაგნიტური არაერთგვაროვნება. მაგნიტოძიების არსებითი ნაკლია ის, რომ იგი იძლევა მხოლოდ არაპირდაპირ ინფორმაციას სიღრმეში განლაგებული არქეოლოგიური ობიექტების არაერთგვაროვანი დამაგნიტების გამო.

ჩამოთვლილი ფაქტორები ნაკლებ გავლენას ახდენს ელექტროძიების შედეგებზე, ამვე დროს მიღებული დასკვნების სიზუსტე მნიშვნელოვანწილად არის დამოკიდებული ამინდის არასტაბილურობასა (ყინვები, კოკისპირული წვიმები და სხვ.) და ნიადაგის ტენიანობაზე (გრუნტის წყლის მაღალი დონე) [40, 69, 86,95], ზედაპირის რელიეფის ლოკალურ ცვლილებასა (თხრილების მოწყობა, განათხრების მახლობლობა) და საგები შრის არაერთგვაროვნებაზე [87, 97]. ელექტრომეტრიული გაზომვების შედეგებზე უარყოფითად მოქმედებს მცირე ზომის ობიექტები (კერამიკის ფრაგმენტები, ძვლები, წვრილი ქვები, ცალკეული ნივთები და სხვ.), რომლებიც განთავსებულია ელექტროდების უშუალო სიახლოვეს. ასეთი სახის ობიექტები იწვევენ ლოკალურ ანომალიებს. გარდა ამისა, მაგნიტურ ძიებასთან შედარებით, ელექტროძიება მეტ დროს მოითხოვს და ამასთანავე, ელექტროსაძიებო აპარატურაც ნაკლებად მობილურია.

მე-3 ცხრილში ნაჩვენებია არქეოლოგიური ობიექტების ძიებაში გამოყენებული გეოფიზიკური მეთოდების ეფექტურობა.

## **2. 3. არქეოგეოფიზიკური კვლევების განვითარების ეტაპები**

### *2. 3. 1. არქეოგეოფიზიკური კვლევების საწყისი პერიოდის მიმოხილვა მსოფლიოში*

პირველები, რომლებმაც სცადეს, ეჩვენებინათ გეოფიზიკური მეთოდების ეფექტურობა არქეოლოგიური ძეგლების შესწავლისას, იყვნენ გეოფიზიკოსები ე. რუმინანცევი და ნ. კნიუპერი [73, 75,]. მათ 1936 წელს საბჭოთა კავშირის სახელმწიფო ერმიტაჟის თანამშრომლებთან ერთად მოახდინეს ჩანაფიქრის დემონსტრირება. სამწუხაროდ, ამ იდეამ შემდგომი განვითარება ვერ ჰპოვა და ყოფილ საბჭოთა კავშირში არქეოლოგებმა მხოლოდ ს. კლიაშტორნის პუბლიკაციიდან შეიტყვეს არქეოლოგიური გეოფიზიკის ეფექტურობის შესახებ [52].

საველე არქეოლოგიაში გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების პრიორიტეტი ეკუთვნის ინგლისელ მკვლევარებს, რომელთაც 1946 წელს პირველად გამოიყენეს

ელექტროძიება, კერძოდ – წინააღმდეგობის მეთოდი, არქეოლოგიური ძეგლების აღმოსაჩენად. რის შედეგადაც დორჩესტერის საგრაფოში მინიმალური დანახარჯებითა და ხანმოკლე დროში გამოვლინდა ნეოლითური პერიოდის 10 დასახლება [94]. ინგლისში კვლევები სხვა მეთოდების, კერძოდ მაგნიტოძიების, დასაწერგადაც გრძელდებოდა, რომლის მეშვეობითაც ინგლისელმა არქეოლოგებმა მნიშვნელოვან წარმატებას მიაღწიეს.

ამ მაგალითს მიბაძეს იტალიელმა გეოფიზიკოსებმა. 1954 წელს მილანში დაარსდა ინსტიტუტი «მეცნიერება და ტექნიკა არქეოლოგიის სამსახურში», რამაც უფრო სისტემატური და, რაც მთავარია, ფართო გასაქანი მისცა გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებას არქეოლოგიაში [75, 105]. ჩატარდა საველე პირობებში ელექტროძიების, მაგნიტოძიების და სეისმოძიების მეთოდების გამოყენების ექსპერიმენტები. შედეგებმაც არ დააყოვნა და 50-იანი წლების მეორე ნახევარში კ.

	გეოფიზიკური მეთოდები	დასახლებები	ნეკროპოლები	თავდაცვითი ნაგებობები	აგრარული ნაგებობები	კომუნიკაციები	
1	მაგნიტომიკა	ღუმელები, კერამიკა, ნახანძრავები, მეტალის საგნები და წიდეები, კედლების ნარჩენები, ორმოები, კულტურული ფენის სიმძლავრის ცვალებადობა.	აკლდამები მაგმურ ქანებში, დანალექ ქანებში არსებული სამარხები, სამარხებში არსებული მეტალის და კერამიკის ნივთები	კედლები, თხრილები, კოშკები, საბრძოლო იარაღი		წვალგაყვანილობა თიხის მილებით	
2	ელექტრომიკა	მუდმივი დენით	ნაგებობების კედლების ნარჩენები, ქვების გროვები, ცისტერნები, კულტურული ფენის სიმძლავრე და შესაბამისი სტატიგრაფიული ჭრილის დადგენა, ძირითადი ქანების სახურავის დადგენა	აკლდამები, ქვა-ყუთის სამარხები, გეოლოგიური გარემო	კედლები, თხრილები, კოშკურები, ნაგებობების მიმდებარე ტერიტორიების გეომორფოლოგია	არხები, საპლან-ტაჟე კედლები, გეოლოგიური პირობები	გზები, წვალგაყვანილობა, ტრანშეები
		ცვლადი დენით	ნაგებობების კედლების და მისი ნარჩენების დადგენა	მეტალის ცალკეული საგნები მიწის სამარხებში	კედლები, თხრილები, კოშკები	არხები, საპლან-ტაჟე კედლები, გეოლოგიური გარემო	წვალგაყვანილობა, ტრანშეები
3	მიკროსესიმომიკა	ძირითადი ქანების სახურავის დადგენა, საძირკვლის ნარჩენები, გვირაბები და შახტები	აკლდამები, გეოლოგიური ჭრილები, ძირითადი ქანების სახურავის დადგენა	ძირითადი ქანების სახურავის დადგენა, ფხვიერი ნალექების სტრატეგრაფია	ძირითადი ქანების დადგენა		
4	მიკროგრაფიომიკა		დიდი ზომის სივარდილები, დატკეპნილი მიწა, სამარხების ქვის კონსტრუქციები				
5	გეორადარი	ზედაპირთან ახლოს ნებისმიერი საგნის დაფიქსირება, ფიზიკური პარამეტრების ცვალებადობის საფუძველზე					
6	სონარი	წვალქვეშ მცირე სიღრმეებზე სიმკვრივის ცვალებადობა და ზედაპირის უსწორმასწორობა					

ლერიჩმა არქეოლოგ ე. კარაბელისთან ერთად შეისწავლა ეტრუსკული სამარხები ჩერვეტერის ახლოს და პიცენიის აკლდამები ფაზრიანოსთან [101].

ამრიგად, თავდაპირველად, ძირითადი კვლევები გეოფიზიკური მეთოდებით არქეოლოგიური ძეგლების შესწავლის მიზნით, ტარდებოდა ინგლისში, იტალიაში, საფრანგეთსა და დასავლეთ გერმანიაში, ცალკეული ექსპერიმენტები ამ თვალსაზრისით ხორციელდებოდა ყოფილ საბჭოთა კავშირში, პოლონეთში, ჩეხოსლავაკიასა და ბულგარეთში.

აღნიშნულ კვლევებში ძირითადი გეოფიზიკური მეთოდი, რომელიც გამოიყენებოდა არქეოლოგიური ძიებისას – არის ელექტრომეტრია. მიუხედავად ამისა, არქეოგეოფიზიკის ჩამოყალიბების ეტაპზე ათვისებულ იქნა სხვა გეოფიზიკური მეთოდებიც – მაგნიტომიება და სეისმომიება. როგორც აღვნიშნეთ მაგნიტომიება არქეოლოგიურ აგეგმვისათვის პირველად გამოყენებული იქნა გასული საუკუნის 50-იანი წლების ბოლოს ინგლისში, რითაც დამტკიცებული იქნა მაგნიტომეტრიის გამოყენების შესაძლებლობა არქეოლოგიური ობიექტების ძებნაში [90, 96]. გასული საუკუნის 60-იან წლებში მაგნიტომიება უკვე აქტიურად გამოიყენებოდა სხვადასხვა არქეოლოგიურ კვლევებში სხვადასხვა ქვეყნებში. ერთ-ერთი პირველი ცდები სეისმომიების გამოყენების შესრულდა 1950-იან წლებში (წმ. პეტრეს ბაზილიკის არქეოლოგიური კვლევა) [102]. არქეოლოგიაში გეოფიზიკური მეთოდების წარმატებით გამოყენებამ ბიძგი მისცა ამ მიმართულების ფართოდ განვითარებას საზღვარგარეთ [99].

გეოფიზიკური კვლევების არქეოლოგიური ინტერპრეტაციის მეთოდიკა მუშავდებოდა თეორიული და ნატურალური მოდელების გაზომვებით და ანომალიების ეტალონების შექმნით, რაც გამოწვეული იყო სხვადასხვა ტიპის არქეოლოგიური ობიექტების არსებობით [43, 58]. გარდა ამისა, სტატისტიკური მონაცემების დაგროვების ხარჯზე ან გაზომვების შედეგების მიხედვით ცნობილ ობიექტზე, შეიქმნა ეტალონების ნაკრები, რამაც შესაძლებელი გახადა მონაცემთა პირველადი ინტერპრეტაციის ჩატარება და გეოფიზიკური ანომალიების თანხვედნა გარკვეული ტიპის არქეოლოგიურ ობიექტებზე [85].

### *2. 3. 2 არქეოგეოფიზიკური სამუშაოები საქართველოში*

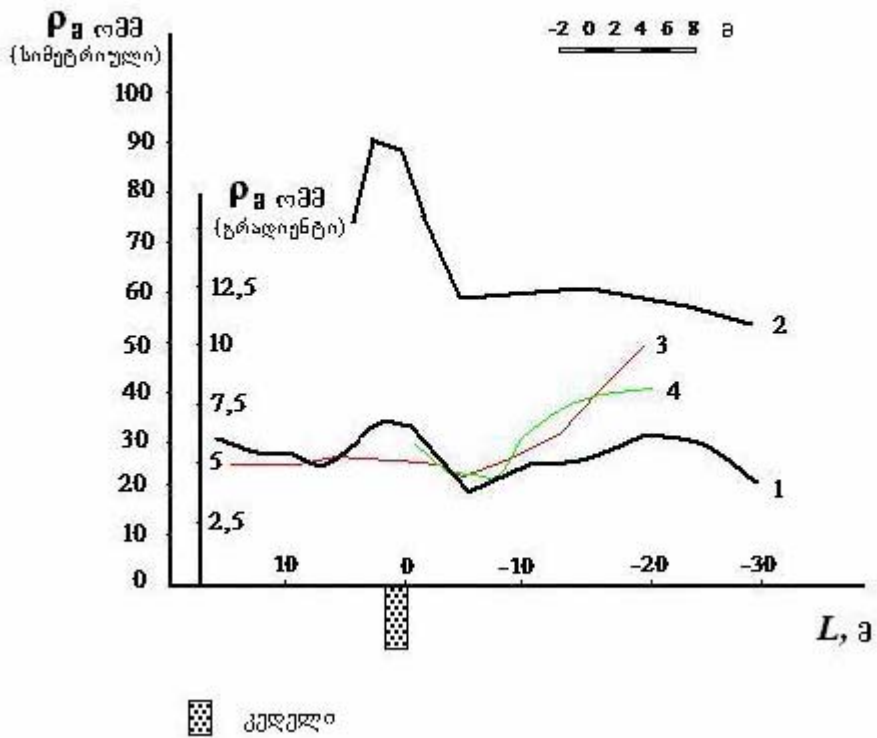


საქართველოში, პირველი არქეოგეოფიზიკური გამოკვლევები 1964 წელს შავი ზღვის სანაპიროზე, პიტიუნტის (ბიჭვინთის) ნაქალაქარის ტერიტორიის ერთ-ერთ უბანზე იქნა ჩატარებული.

ჩვ. წ. II-VI საუკუნეებში ამ ტერიტორიაზე არსებობდა ანტიკური ქალაქი პიტიუნტი. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის, არქეოლოგიის და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტის ინიციატივით (ხელმძღვანელი ა. ავაქიძე), არქეოლოგიური გათხრების ერთ-ერთ უბანზე საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის თანამშრომლების მონაწილეობით ჩატარებულ იქნა პირველი საცდელი გეოფიზიკური კვლევები. კერძოდ, ელექტროძიება სხვადასხვა მოდიფიკაციით: სიმეტრიული, შუა გრადიენტისა და კომბინირებული დანადგარებით.

გეოფიზიკური სამუშაოებისათვის ხელსაყრელი პირობები, როგორცაა: ტერიტორიაზე მოხეტიალე დენების არ არსებობა რკინიგზის სიახლოვის მიუხედავად, ძირითადად, მოსწორებული, სუსტად ბორცვიანი რელიეფი, საძიებელი ობიექტების ჩაწოლის მცირე სიღრმე (0,5-2,0 მ-მდე), მაღალმიანი არქეოლოგიური კედლები წარმოდგენილი კირქვის ლოდებით და მიკროკონგლომერატებით, აგრეთვე მეოთხეული საფარის ქვიშა-თიხიანი შედგენილობა, იყო წინაპირობა იმისა, რომ ბიჭვინთის ნაქალაქარის ტერიტორია შერჩეული ყოფილიყო საცდელი გეოფიზიკური სამუშაოების ეფექტურობის დასადგენად დამარხული არქეოლოგიური ძეგლების გამოსავლენად და, ნაწილობრივ, გამოვლენილი მატერიალურ-კულტურული ძეგლების გავრცელების გადევნებისათვის.

1964 წელს, საცდელი გეოფიზიკური სამუშაოები ჩატარებულ იქნა წინააღმდეგობის მეთოდით, კერძოდ, ელექტროპროფილირების რამდენიმე მოდიფიკაციით: სიმეტრიული –  $AB=20$  მ და  $40$  მ,  $MN=5$  მ და  $10$  მ, შუა გრადიენტის –  $AB=100$  მ,  $MN=10$  მ და  $4,7$  მ და კომბინირებული  $AO=BO=10$  მ,  $OC=500$  მ,  $MN=2,5$  მ.  $\rho_a$ -ის მრუდებზე (ნახ. 1) გამოხატული ანომალიის მაქსიმალური მნიშვნელობა შეესაბამება ციხე-სიმაგრის ძირითადი კედლის, გალავნის არსებობას [78].



ნახ. 1. სიმეტრიული და შუა გრადიენტის მეთოდებით განხორციელებული ელექტროპროფილირების მრუდები. 1 - AB=40 მ, MN=5 მ, (სიმეტრიული); 2 - AB=20 მ, MN=5 მ, (სიმეტრიული); 3 - AB=100 მ, MN=10 მ, (შუა გრადიენტი); 4 - AB=100 მ, MN=4,7 მ, (შუა გრადიენტი).

კომბინირებული ელექტროპროფილირების სხვადასხვა მოდიფიკაციებით ჩატარებული დაკვირვებებით, არქეოლოგების მიერ შეუსწავლელ ტერიტორიაზე გამოვლენილია რვა ანომალური უბანი, რომელთა კავშირი მიწისქვეშა კედლებთან დადასტურებულ იქნა საკონტროლო თხრილებით (სურ. 1) [79].

ელექტროდიების მეთოდებით წარმატებული კვლევების შედეგები დიდი სტიმული იყო შემდგომში არქეოგეოფიზიკური სამუშაოების ჩასატარებლად და 1966 წელს ამავე ტერიტორიაზე განხორციელებულ იქნა კომპლექსური გეოფიზიკური სამუშაოები. ელექტროდიებასთან ერთად, გამოყენებულ იქნა გრავიმეტრია, მაგნიტომეტრია და რადიომეტრია.

ძველი ნაქალაქარის ტერიტორიაზე გამოკვლევები ჩატარებულ იქნა პირობითად დაყოფილ ოთხ უბანზე (ა, ბ, გ, დ). არქეოლოგების მიერ დეტალურად შესწავლილი «ა» უბანი გამოყენებული იყო პოლიგონად გეოფიზიკური კვლევებისათვის, სადაც

ჩატარებულ იქნა პარამეტრული გაზომვები როგორც ძეგლის ნარჩენების, ისე შემცველი გარემოს ფიზიკური პარამეტრების განსაზღვრისათვის.



სურ. 1. ბიჭვინთის ნაქალაქარზე გათხრების შედეგად გამოვლენილი კედლები (გ. ტაბალუას მონაცემებით).

ელექტროძიება ელექტროპროფილირების რამდენიმე მოდიფიკაციით იქნა ჩატარებული:

- სიმეტრიული ( $AB=6; 10; 15$  და  $20$ მ,  $MN=1,6$  და  $2$ მ), ბიჯი -  $1$  და  $2$ მ;
- შუა გრადიენტის ( $AB=30$  და  $60$ მ,  $MN=2$ მ), ბიჯი -  $2$  მ;
- კომბინირებული ( $AO=2$  და  $5$ მ,  $AMNB \rightarrow \infty$ ,  $BO=5$ მ,  $MN=2$ მ,  $MNBA \rightarrow \infty$ ), ტრაპეციოდალური ( $AB=10$ მ,  $MN=2$ მ, პროფილებს შორის მანძილი  $3$  მ);
- ბუნებრივი ელექტრული ველის მეთოდი პოტენციალის გზახერხით.

გამიშვლებულ ნაგებობათა კომპლექსზე ბუნებრივი ელექტრული ველის მეთოდით ჩატარებული სამუშაოების მონაცემების ანალიზის შედეგად დაადგინეს, რომ მკვრივ, კარგად დაცულ კედელს ეთანადება ძირითადად უარყოფითი ნიშნის

პოტენციალი, ხოლო გამოფიტული, ფხვიერი მასალით აგებულ კედლებს, კერამიკულ ნაკეთობებს და ორგანულ ნარჩენებს (ნახშირი, ნაცარი) – დადებითი პოტენციალი [25].

«გ» უბანზე დაიკვირვება ანომალური ბუნებრივი ელექტრული ველი. საძიებო კრიტერიუმად მიიღებულია ლოკალური ბუნებრივი ველის საერთო ანომალური ხასიათი და არა ცალკეული ნიშანცვლადი პოტენციალი.

შესწავლილ უბნებისათვის დამახასიათებელია შემდეგი სიდიდის ელექტრული წინააღმდეგობის სიდიდეები: მეოთხეული ნალექების 30-50 ომმ, დაჭაობებულ ადგილებში 1-5 ომმ, ხოლო დამარხული ძეგლების ნარჩენების (სხვადასხვა შედგენილობის და მდგომარეობის კედლები, კერამიკული ნაკეთობები და სხვ.) კი – 200-1400 ომმ [25].

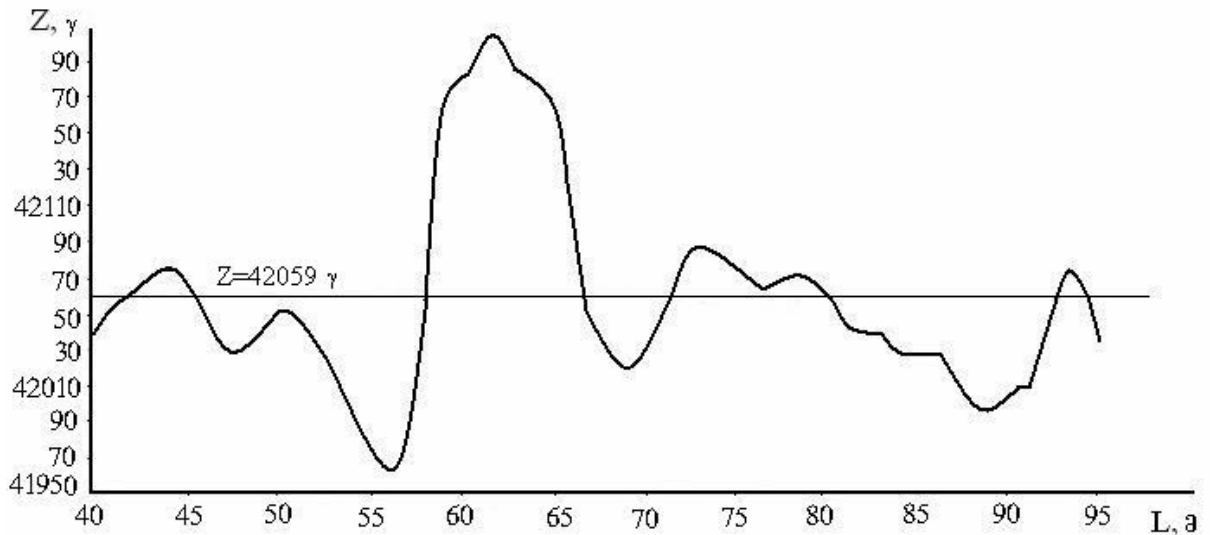
«ა» უბანზე ჩატარებული მაგნიტური ძიების შედეგებით მკვლევარებმა დაადგინეს, რომ დადებითი ნიშნის ანომალია შეესაბამება კერამიკის, აგურისა და კრამიტის ნაშთებს, ხოლო უარყოფითი ნიშნის პიკები კი – მიკროგონგლომერატისა და კირქვისაგან აგებული კედლებითაა გამოწვეული. «ბ», «გ» და «დ» უბნებზე მაგნიტომიების შედეგად Z-ის რუკებზე პიკების გამომწვევი მიზეზების გამოსავლენად ჩატარებულმა გათხრებმა გამოავლინეს იგივე სურათი, რაც დაფიქსირებული იყო «ა» უბანზე.

ავტორები განსაკუთრებული ხაზგასმით აღნიშნავენ «გ» უბანზე ჩატარებული მაგნიტური ძიების შედეგებს, სადაც Z-ის აბსოლუტური მნიშვნელობა  $-1700$ -დან  $+500$  გამის ( $\gamma$ ) ფარგლებში იცვლება (ნახ. 2). ანომალური უბნის ნაწილის  $1,2$  მ სიღრმემდე გათხრის შედეგად, გამოვლენილია სამეურნეო ნაწარმის ნამსხვრევების დიდი რაოდენობა,  $15$  სმ სისქის ნაცრის ფენა (შრე) და გამოსაწვავი ღუმლის ნატეხები.

ვარიომეტრებით ჩატარებული საცდელი გრავიმეტრიული გაზომვის შედეგებით დაადგინეს, რომ კედლის გავლენა მკაფიოდ გამოისახება სიმძიმის ძალის ჰორიზონტალური გრადიენტის მნიშვნელოვანი ანომალიის სახით.

«ბ» უბანზე სიმძიმის ძალის ჰორიზონტალური გრადიენტის ინტენსიური ანომალიების არსებობის გამო, შემაშფოთებელი მასების არსებობა ეჭვს არ იწვევდა მკვლევარებში, რაც დადასტურდა კიდევ არქეოლოგიური ძეგლის, კერძოდ, კედლის არსებობით საკონტროლო თხრილში.

რადიომეტრიული გაზომვებით «ბ» უბნის რამდენიმე პროფილზე გამოყოფილ იქნა რადონის კონცენტრაციისა და გამა ( $\gamma$ ) გამოსხივების შეღწევადობის უნარიანობის ცვლილების ანომალური უბნები, რომელთაც მიაკუთვნებენ შემაშფოთებელ სხეულს. მიღებული შედეგები კარგ თანხვედენაშია გრავიმეტრიულ მონაცემებთან [25].



ნახ. 2. მაგნიტური პროფილი უბან «გ»-ზე.

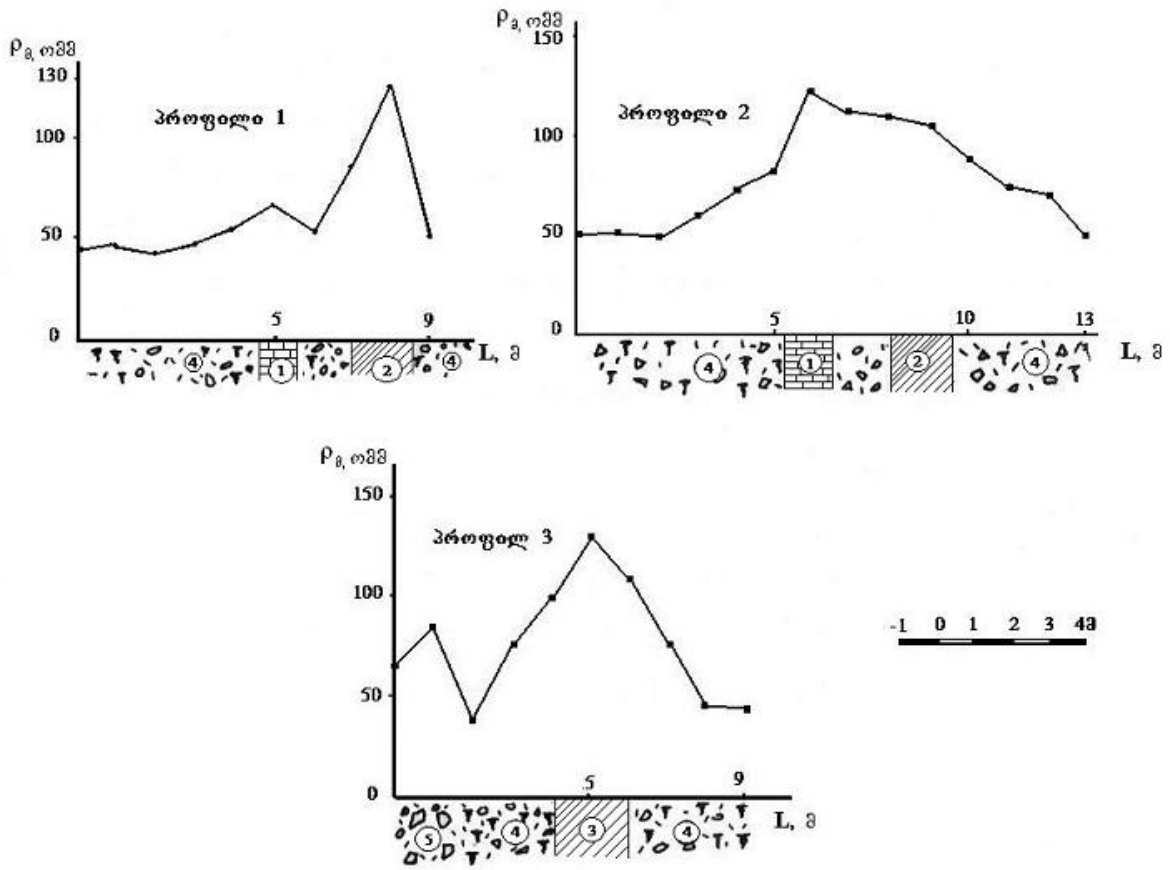
იგივე ტერიტორიაზე 1971-72 წლებში გალავნის გარეთ, ქალაქის სასაფლაოსა და დამატებითი დაცვითი ნაგებობათა გამოვლენის მიზნით, ჩატარებულ იქნა შემდეგი გეოფიზიკური კვლევები: ელექტრომეტრიული, მაგნიტომეტრიული და რადიომეტრიული, რის შედეგადაც შესწავლილ ფართზე, რაიმე არქეოლოგიური ძეგლის კვალი არ გამოვლინდა.

საინტერესო შედეგებია მიღებული აგრეთვე 1970 წელს დაბა ვანის ტერიტორიაზე ახვლედიანების გორაზე ჩატარებული გეოფიზიკური სამუშაოების შემდეგ [24]. გეოფიზიკოსების წინაშე დასმული იყო კონკრეტული ამოცანა, რომელიც ნაწილობრივ გამოვლენილი კედლის გავრცელების მიმართულების დადგენაში მდგომარეობდა. ცნობილი იყო აგრეთვე, რომ ამ კედელს მიუყვებოდა ქვისავე ჩალითა. ელექტროსადიებო სამუშაოები ჩატარებული იყო შუა გრადიენტის მეთოდით (ნახ. 3)-ზე [79].

I პროფილი (AB=17 მ, MN=1 მ) ე. წ. პარამეტრული მონაცემების დასაზუსტებლად გატარებულ იქნა არქეოლოგიურად გაშიშვლებულ უბანზე, სადაც პირველი

ანომალური უბანი (70 ომმ) შეესაბამება კედელს, ხოლო მეორე (130 ომმ) კი – ქვის ჩალითას.

II პროფილზე (AB=25 მ, MN=1 მ), რომელიც შეუსწავლელ უბანზეა გატარებული, 50 ომმ-ის ფონზე გამოსახული ამაღლება, რომელიც 120 ომმ-ის რიგისაა, ავტორების ვარაუდით, გამოწვეული უნდა იყოს კედლისა და მისი ჩალითის არსებობით.



ნახ. 3. ელექტროპროფილების გრაფიკები. 1-მიწისქვეშა კედელი; 2-მიწისქვეშა ქვის ჩალითა; 3-სავარაუდო მიწისქვეშა ნაგებობები; 4-თიხამიწა ქვების ჩანართებით; 5-ქვების დაგროვებები.

პროფილი III (AB=30 მ, MN=1 მ), რომელიც ამავე ტერიტორიაზეა გატარებული და გარკვეული კუთხით კვეთს II პროფილს, ორი მკვეთრი ამაღლებაა გამოყოფილი. პირველი, დასაწყისში (90 ომმ), ავტორების ვარაუდით გამოწვეული უნდა იყოს ქვის გროვების არსებობით, ხოლო მეორე (130 ომმ) საკმაოდ დიდი გავრცელებისაა და მათივე ვარაუდით განპირობებული უნდა იყოს კედლისა და ქვის ჩალითის ჯამური გავლენით [79].

ამის გარდა, საწყის ეტაპზე კვლევები ჩატარდა ქ. თბილისში (დიდმის ტერიტორია, სამხედრო გზის გასწვრივ) და სოფ. კოდაში, სადაც გამოვლენილი ანომალური უბნები შემოწმებული არ ყოფილა გათხრებით [24].

1970-იანი წლების მეორე ნახევრიდან საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის არქეოლოგიური კვლევის ცენტრთან მჭიდრო თანამშრომლობით, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ძიების გეოფიზიკური მეთოდების კათედრის თანამშრომლების მიერ ტარდება მრავალი არქეოგეოფიზიკური სამუშაო საქართველოს ტერიტორიის მთელ რიგ უბნებზე.

რამდენიმე წლის განმავლობაში ჩატარებულია შრომატევადი გეოფიზიკური კვლევები საქართველოს სავაჭრო-სანავსადგურო ქალაქ ფაზისის ლოკალიზაციის მიზნით [6, 7].

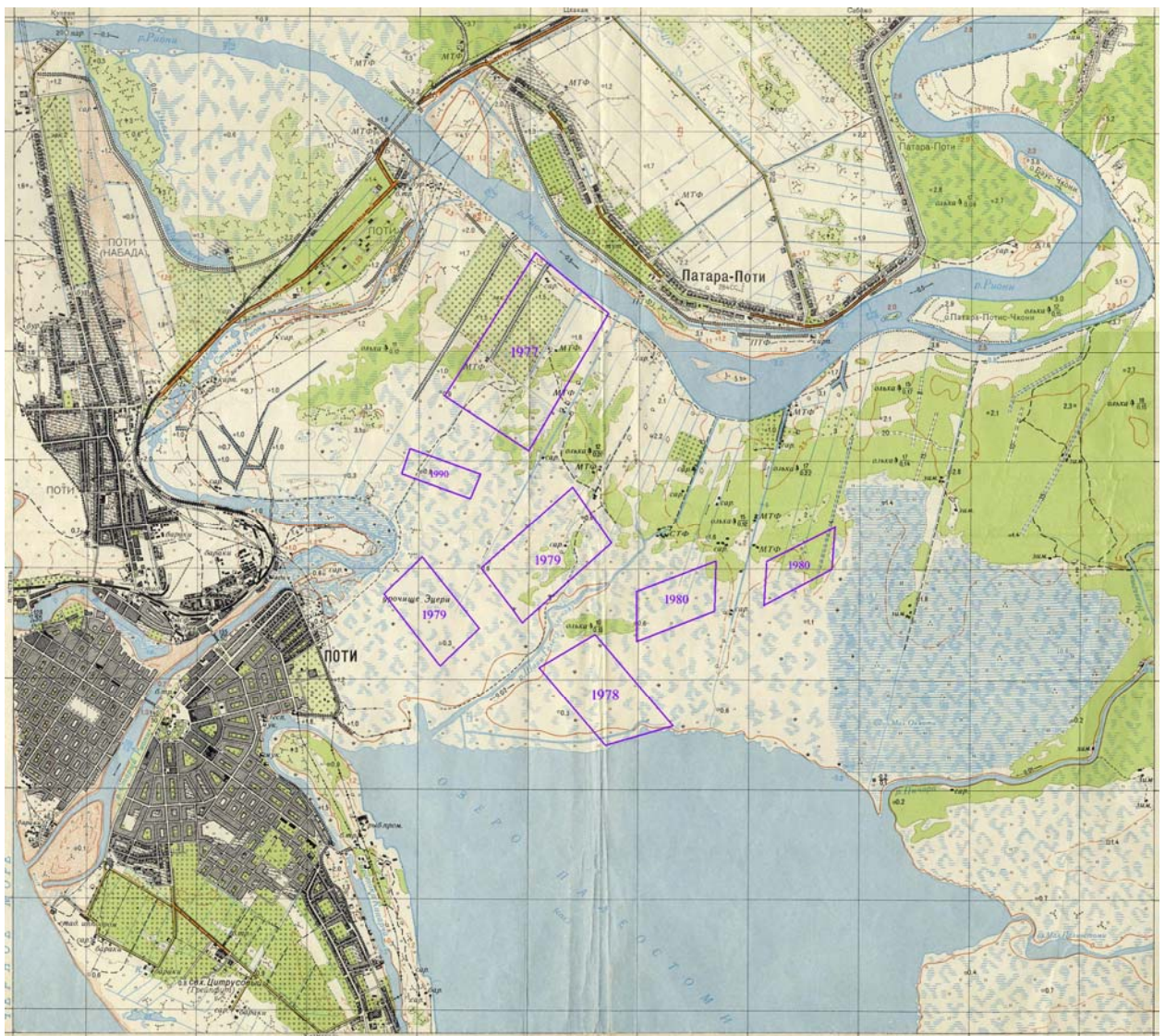
ფაზისი კოლხეთის ერთ-ერთი უძველესი ქალაქია, რომელმაც განვლო თავისი აღორძინების ხანა და შემდგომ დაკარგა რა ადრინდელი მნიშვნელობა, დროთა განმავლობაში მთლიანად შეწყვიტა არსებობა. მან, როგორც უმნიშვნელოვანესმა სოციალურ-ეკონომიკურმა, კულტურულმა და პოლიტიკურმა ცენტრმა დიდი როლი ითამაშა ანტიკური ხანის საქართველოს ისტორიაში. ქალაქმა ფაზისმა იარსება ათეული საუკუნეზე მეტ ხანს და წარმოადგენს ძველი საქართველოს ურბანისტული ცივილიზაციის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს კერას, ამიტომ მისი ლოკალიზაცია ისტორიოგრაფიის ძირითადი ამოცანების რიცხვს მიეკუთვნება.

ისტორიული წყაროებიდან ცნობილია, რომ მდ. ფაზისის შესართავთან მდებარეობდა, მისი მოსახლე ქალაქი, კოლხეთის ემპირიონი, გარშემორყმული მდინარით, ზღვითა და ტბით [4].

ისტორიული წყაროებისა და გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიურ მონაცემებზე დაყრდნობით ქ. ფაზისის სავარაუდო არეალია რიონის ველზე ზღვის ნაპირიდან 3-6 კმ-ზე აღმოსავლეთით – ფოთის, პატარა ფოთისა და ჭალადიდის სახანებში. ქალაქის ნაშთების დალექვა კი სავარაუდოდ 2-4 მეტრის სიღრმეზეა მოსალოდნელი.

ნახ. 4-ზე ნაჩვენებია ტერიტორიები, სადაც ამ რაიონში სხვადასხვა წლებში გეოფიზიკური სამუშაოებია განხორციელებული.

პირველი გეოფიზიკური სამუშაოები ჩატარებულ იქნა 1976 წელს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სასარგებლო ნამარხთა ძებნა-ძიების გეოფიზიკური მეთოდების კათედრის თანამშრომლების მიერ. იგი თავისუფლად შეგვიძლია მივაკუთნოთ ექსპერიმენტალურ ეტაპს. ძიების კომპლექსი განხორციელებულ იქნა შემდეგი გეოფიზიკური მეთოდებით: ელექტროძიება, სეისმოძიება და გრავიძიება. მათგან ყველაზე ეფექტური აღმოჩნდა ელექტროძიება, ხოლო რაც შეეხება სეისმოძიებასა და გრავიძიებას – ისინი არაეფექტურად იქნა მიჩნეული. მომდევნო წლებში კვლევები ტარდებოდა ელექტროძიებისა და მაგნიტოძიების მეთოდების გამოყენებით.



ნახ. 4. გეოფიზიკურად შესწავლილი ტერიტორიები.



პირველად ჩატარებულ ელექტრომიებით სავსე დაკვირვებებს წინ უსწრებდა მოსამზადებელი ლაბორატორიული სამუშაოები, რომლის დროსაც უპირველეს ყოვლის ყურადღება გამახვილდა ციხე-ქალაქის არქიტექტურაზე. დასადგენი იყო ვინ ააშენა ციხე-ქალაქი ფაზისი? რომაელებმა თუ ბერძნებმა. ამ მიზნით, არიანეს მინიშნებით, ქალაქის გალავანი აშენებულია რომაელების მიერ. ბერძნებისაგან განსხვავებით, რომლებიც აგებდნენ წრიული ფორმის გალავანს, რომელი ქალაქებისათვის დამახასიათებელია მართკუთხა გალავანი, რაც მკვლევარებისათვის გასათვალისწინებელი უნდა ყოფილიყო, რადგან პროფილირების დროს შესაძლებელია ადგილი ჰქონოდა დამარხული კედლებისა და მისი კუთხეების გადაკვეთას სხვადასხვა მიმართულებით (ორიენტაციით). აგრეთვე აუცილებლად იყო გასათვალისწინებელი, თუ სავარაუდოდ რა ზომებისა და შესაბამისად, რა მასალისგანაა ნაგები ფაზისის გალავანი და აგრეთვე გრუნტში საძირკვლის სავარაუდო სიღრმე. ისევ არიანეს მონაცემებით გალავანი გამომწვარი აგურისგან უნდა ყოფილიყო აგებული, რომელზეც სამხედრო მანქანები იდგნენ (სავარაუდოდ ლოდსატყორცნები), რის საფუძველზე სავარაუდოდ, კედლის სიგანე 3 მეტრი მაინც უნდა ყოფილიყო, ხოლო სიმაღლე დაახლოებით 10 მ-მდე. საინჟინრო-არქიტექტურული პირობების გათვალისწინებით, აგურის კედელი, რომლის სიმაღლაც 10 მ-ია, სიგანე 3 მ, თიხიან გრუნტში უნდა ეყრდნობოდეს 4 მ სიღრმის საძირკველს. ფაზისის ნანგრევების სავარაუდო სიღრმე დღიური ზედაპირიდან 2-3 მ არ უნდა არემატებოდეს [28].

ყოველივე ამის საფუძველზე განხორციელდა მოსამზადებელი სამუშაოები, რის შემდეგაც დადგინდა მკვებავი ელექტროდების ოპტიმალური გაშლა, ამასთან, წინასწარ იყო ცნობილი, თუ რა ფორმის მრუდები იქნებოდა მიღებული კედლების სხვადასხვა კუთხით გადაკვეთის შემთხვევაში.

ნიშანდობლივია, რომ ერთ-ერთი ელექტრული ანოდალია შემოწმებული იქნა 40 სმ დიამეტრის ჭაბურღილით 4 მ-ის სიღრმემდე. ანოდალის გამომწვევი აღმოჩნდა 0,2-0,7 მ სიღრმეზე კულტურული ფენის (სიმძლავრე  $\approx 40-50$  სმ), შემცველი არქეოლოგიური მასალა: კრამიტის, აგურის და კერამიკის ჭურჭლის ნატეხები.

ელექტრომიების განხორციელებისას, არქეოლოგიურად შესწავლილ უბანზე, რომელიც შეიცავდა აგურისა და კერამიკის ნარჩენებს, ჩატარებულ იქნა პარამეტრული

გაზომვები, რის შედეგადაც გაირკვა, რომ მოჩვენებითი წინააღმდეგობის მიხედვით არქეოლოგიური ობიექტები შემცველი წარმონაქმნებისაგან მკვეთრად განსხვავდება.

1977 წელს ელექტრომეტრიული გამოკვლევები ჩატარდა შლუმბერჟის დანადგარით –  $AB=15$  მ,  $MN=5$  მ, ბიჯი – 2 მ. ჩატარებულ იქნა აგრეთვე ვერტიკალური ელექტრული ზონდირება (ვეზ)  $AB$  მაქსიმალური გაშლა 80 მ, რის საფუძველზეც აგებულია სამ ფენიანი ჭრილები. პირველი ფენი – თიხები; მეორე ფენი – პლასტიკური თიხები; მესამე კი – ტორფი. გამოვლენილ ანომალურ უბნებზე განხორციელებული იქნა დეტალური აგებმა  $AB$ -ს მცირე გაშლებით (10 მ, 5 მ და 3 მ), ბიჯი – 1 მ.

როგორც მოღებული შედეგებიდან ჩანს, ანომალური მრუდის ფორმა იცვლება დანადგარის გაშლის ზომების ცვლილებით. კერძოდ, თუ დიდი გაშლების ( $AB=15$  მ) შემთხვევაში ანომალურ მრუდს აქვს უნაგირის ფორმა, მცირე გაშლების შემთხვევაში ანომალის ეს ფორმა იცვლება და სწორკუთხოვანი ხდება [27]. მკვლევარებს ასეთი სურათი მიღებული ჰქონდათ ლაბორატორიულ პირობებში, წყალშემცველ გრუნტში ჩადირული კედლის მოდელზე, რაც გახდა საფუძველი იმისა, რომ ევარაუდათ დამარხული კედლების ანუ არქეოლოგიური ობიექტის არსებობა.

გათხრებით დადგინდა, რომ ეს დაშვება – კედლების არსებობა – მცდარია. ანომალის გამომწვევი მიზეზი ყოფილა არქეოლოგიური მასალა არა დაშლილი კედლების სახით, არამედ მცირე სიღრმეზე მიჯრით მოფენილი ძველი კრამიტის, აგურის და საყოფაცხოვრებო ჭურჭლის ნატეხების ფენები.

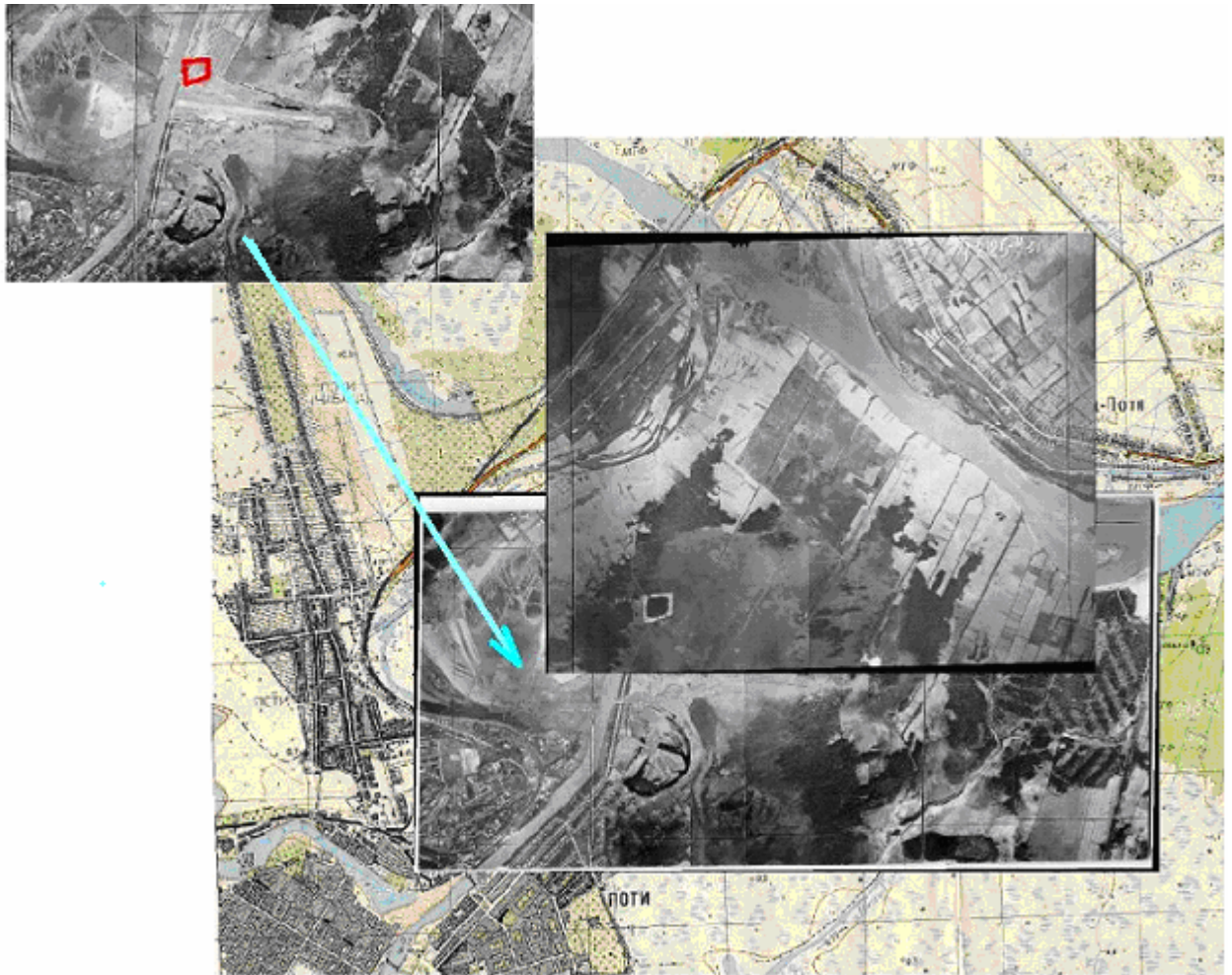
მოგვიანებით 1979 წელს ჩატარებული ელექტრომიებითი სამუშაოების შედეგად მიღებული  $\rho_a$ -ის მრუდებიდან მკაფიოდ ჩანს, რომ პროფილებზე, რომელებიც გატარებულია პალიასტომის ტბიდან აეროდრომის მიმართულებით, გამოიყოფა ანომალური უბნები. აქ  $\rho_a$ -ის მაქსიმალური სიდიდე 180-220 ომმ-ია, მინიმალური კი – 20-25 ომმ-ია ფარგლებშია, ხოლო მდ. შავი ღელის მარჯვენა და მარცხენა სანაპიროზე გატარებულ პროფილებზე კუთრი წინააღმდეგობა იცვლება 10-30 ომმ-ის ფარგლებში. ერთ-ერთ ელექტრომეტრულ პროფილზე განხორციელებულ იქნა მაგნიტური აგებმა, გაირკვა რომ წყნარი მაგნიტური ველი დაიკვირვება.

არქეოლოგიური თვალსაზრისით უპერსპექტივო აღმოჩნდა 1980 წელს ჩატარებული ელექტრომეტრიული სამუშაოები, რადგანაც მკვლევარების აზრით

გამოვლენილი ანომალური ზონა თავისი გაზარიტების გამო ნაკლებადაა მოსალოდნელი, რომ კავშირში იყოს არქეოლოგიურ ობიექტთან.

პალიასტომის ტბასა და მდ. კაპარჭინას შორის არსებულ ტერიტორიაზე, გეოფიზიკური კვლევები განხორციელებულია ელექტროძიებისა და მაგნიტოძიების მეთოდებით. აქ გარკვეულ უბნებზე დიდი რაოდენობით აღინიშნება ე. წ. მაგნიტური ქვიშის არსებობა, რომელიც მნიშვნელოვანი ნარჩენი დამაგნიტებულობითა და მაგნიტური ამთვისებლობით ხასიათდება. ქვიშის დამაგნიტებულობით გამოწვეული  $\Delta T$ -ს ცვლილებების ამპლიტუდა, პროფილებზე იმდენად დიდია, რომ მოსალოდნელი არქეოლოგიური ძეგლის მიერ შექმნილი მაგნიტური ველის გამოყოფა პრაქტიკულად შეუძლებელია, ხოლო იმ ნაწილში, სადაც ქვიშების გამოსავლები ზედაპირზე არ ჩანს,  $\Delta T$  იზოდინამების რუკაზე მისი მნიშვნელობები შედარებით წყნარია. აქ ფიქსირდება ორი ანომალური უბანი, რომელიც გამოიყოფა ასევე ელექტროძიებით. ანომალიის გამომწვევი სხეულის სიღრმე 2 მეტრს არ აღემატება.

ფაზისის ძიების შესახებ არსებული არქეოგეოფიზიკური და სხვადასხვა მასალების გაცნობის საფუძველზე გეოფიზიკური კვლევებით პერსპექტიული ტერიტორიის გამოყოფის მიზნით, ჩატარებულ იქნა ტოპოგრაფიული რუკებისა და სხვადასხვა პერიოდში (დროს) გადაღებული აეროფოტო მასალების შეჯერება, რის შედეგადაც აგათიას მიერ მითითებული ციხის ნანგრევების ძიება დღევანდელ დღეს უნდა ჩატარდეს (განხორციელდეს) ფოთის ჩრდილოეთით, აეროპორტის ასაფრენი ბილიკისა და რიონის დღევანდელი კალაპოტის მიდამოებში (ნახ. 5).



ნახ. 5. ფაზისის ციხის ადგილმდებარეობა.

ასევე, საინტერესო კვლევებია ჩატარებული ელექტრომეტრიული მეთოდების გამოყენებით გორის ციხის შიგა და მიმდებარე ტერიტორიაზე [1].

ისტორიული წყაროებიდან ცნობილია, რომ გორის ციხე ძვ. წ. IV-III საუკუნეებშია აგებული, მდინარეების მტკვრისა და ლიახვის ტაფობზე აღმართულ ბორცვზე.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ციხის როგორც შიგა, ისე მის მიმდებარე ტერიტორიაზე არქეოლოგიური ობიექტების გამოვლენა და შესაბამისი საზღვრების დადგენა-შემოკონტურება. მკვლევარებს განსაკუთრებული ყურადღება აქვთ გამახვილებული ტერიტორიის გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიურ აგებულებაზე. ნაშრომში მოცემულია სამუშაოების ნუსხა, რომელიც ელექტრომეტრიული მეთოდის მრავალი მოდიფიკაციით განხორციელდა, კერძოდ:

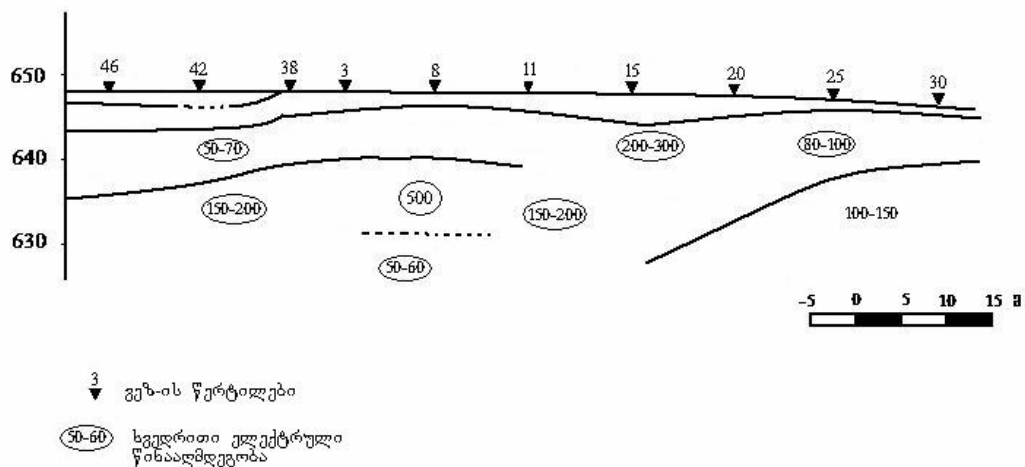
1. ვერტიკალური ელექტრული ზონდირება;

2. პარამეტრული ვერტიკალური ელექტრული ზონდირება;
3. წრიული ვერტიკალური ელექტრული ზონდირება ოთხი აზიმუტით;
4. სიმეტრიული ელექტრული პროფილირება სამი გაშლით;
5. ელექტრული პროფილირება საშუალოდო გრადიენტის მეთოდით.

კვლევები, განხორციელებული სამუშაოების საფუძველზე, თავისუფლად შეგვიძლია მივაკუთნოთ ექსპერიმენტალურ პერიოდს.

პარამეტრული გაზომვების შედეგად განსაზღვრული იქნა სტრატეგრაფიულ ჭრილში არსებული ფენების ხვედრითი ელექტრული წინააღმდეგობის მნიშვნელობები, რის შედეგადაც დადგინდა იქნა, რომ კულტურული ფენი, რომელიც შეიცავს კერამიკის ნარჩენებს, წინააღმდეგობის მნიშვნელობით თითქმის არ განსხვავდება თიხის კომპონენტებით გამდიდრებული ქვიშაქვების წინააღმდეგობისაგან. პირველის  $\rho_a=60-80$  ომმ-ია, ხოლო მეორესი კი  $80-100$  ომმ.

გეოელექტრული ჭრილზე I - I' (ნახ. 6) ზედაპირიდან 4 მ სიღრმეზე გამოყოფილი მაღალომიანი გარემო ( $\rho_a=500$  ომმ,  $h=8$  მ), მკვლევართა აზრით



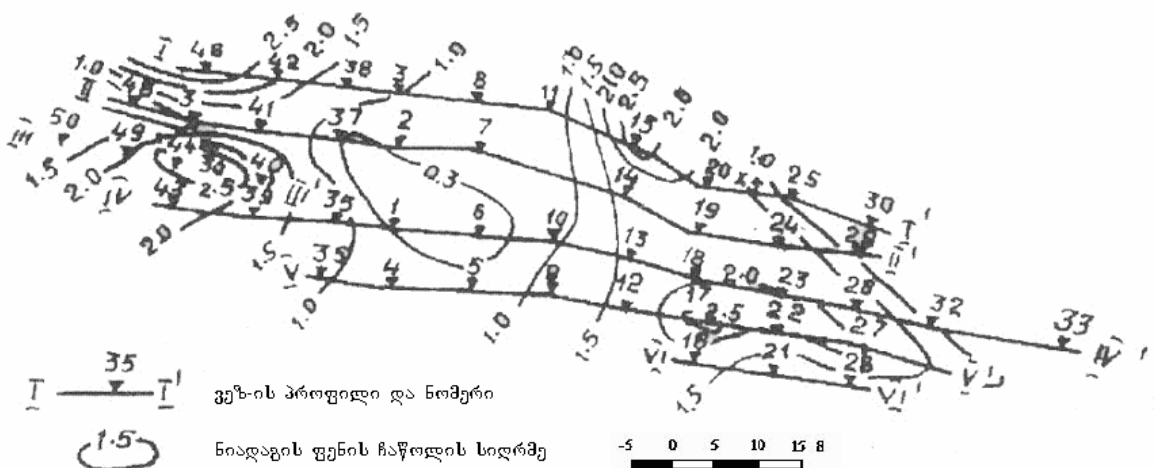
ნახ. 6. გეოელექტრული ჭრილი I-I' გორის ციხის შიგა ტერიტორიაზე.

სიცარიელეს უნდა შეესაბამებოდეს. ეს პარამეტრი აგრეთვე დაფიქსირებული იქნა სიმეტრიული პროფილირებითაც, რომელიც ჩატარებულია სამი გაშლით  $AB=4; 10$  და  $40$  მ. მაქსიმალურ გაშლაზე მკაფიოდ ფიქსირდება ანომალური ზონა, ხოლო პატარა გაშლებზე  $AB=4$  მ. ასევე დაფიქსირებულია ეს უბანი საშუალოდო გრადიენტის მეთოდითაც ( $AB=10$  მ;  $MN=1$  მ) [1]. ამის გარდა მრავალი ანომალური უბანია

გამოვლენილი როგორც სიმეტრიული პროფილირებით, ასევე საშუალოდ გრადიენტის მეთოდითაც.

საინტერესოა განსაზღვრული მკვლევარების მიერ არქეოლოგიური ძეგლების (კულტურული ფენის) სავარაუდო გავრცელების არეალი. აგებულია ნიადაგების ფენის იზოსილრმეების რუკა, საიდანაც თვალნათლივ ჩანს, რომ გორის ციხის შიგა ტერიტორიის ცენტრალურ ნაწილში ნიადაგის საფარის სიმძლავრე 0,3 მ-ია, ხოლო ჩრდილო-დასვლეთით და სამხრეთ-აღმოსავლეთით მაქსიმალური სიმძლავრე 2,5-3,0 მ-ია (ნახ. 7). დიდი სიმძლავრის ნაყარ ფენში სავარაუდოა კულტურული ფენების არსებობა, რაც დასტურდება კიდევ ჩატარებული სამუშაოების შედეგად. ცენტრალურ ნაწილში ანომალური უბნები თითქმის არ ფიქსირდება.

იგივე მეთოდების გამოყენებითაა ჩატარებული კვლევები გორის ციხის მიმდებარე ტერიტორიაზე.



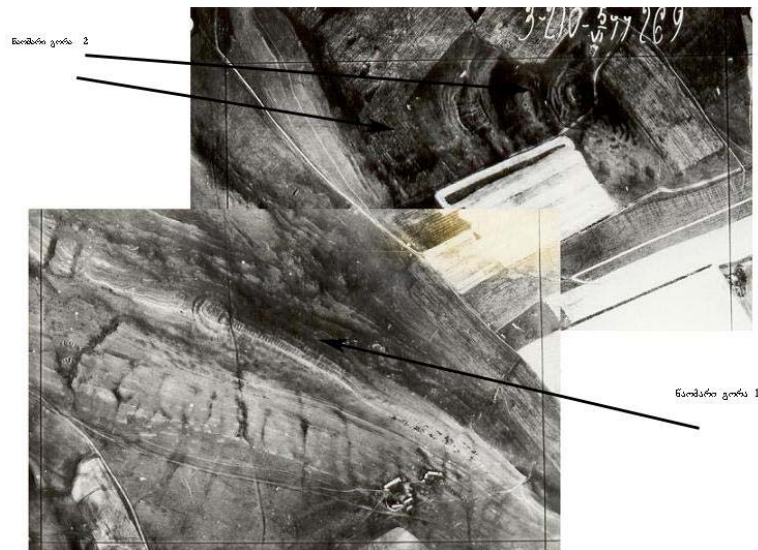
ნახ. 7. ნიადაგის ფენის იზოსილრმეების რუკა გორის ციხის შიგა ტერიტორიაზე.

ვეზ-ის მონაცემების საფუძველზე აგებული გეოელექტრული ჭრილებით დადგენილი იქნა, რომ ციხის მიმდებარე ტერიტორიის სამხრეთ ნაწილში ნიადაგის საფარი თიხებს ადევს თავზე, ხოლო ჩრდილოეთით კი – მიკროკონგლომერატებს. სავარაუდოდ, სამხრეთ ნაწილში უფრო არის მოსალოდნელი არქეოლოგიური ძეგლების არსებობა.

მიმდებარე ტერიტორიაზეც გამოვლენილია  $\rho_a$ -ს მნიშვნელოვნად მომეტებული, მკვეთრად გაზრდილი უბნები. ერთ-ერთი ანომალური უბნის შემოწმების შედეგად გამოვლენილ იქნა ძველი ნაგებობის (კედლის) ნარჩენები.

ასევე კარგ შესაბამისობაშია ციხის შიგა ტერიტორიაზე გამოვლენილი მაღალომიანი გარემოს სავარაუდო გავრცელება ციხის გარეთა ტერიტორიაზე.

1984-86 წლებში თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი ძიების გეოფიზიკური მეთოდების კათედრის თანამშრომლების მიერ ჩატარებულ იქნა არქეოგეოფიზიკური კვლევები გარდაბნის რაიონში, უდაბნოს ტერიტორიის სამ მოედანზე, რომელთაგანაც ერთი არქეოლოგიურად ნაწილობრივია შესწავლილი, ხოლო ორზე არქეოლოგიური გათხრები არ ჩატარებულა. ამ უბნების შესწავლას ძიების გეოფიზიკური მეთოდებით საფუძვლად დაედო აეროფოტო მასალების დეშიფრირების შედეგები (სურ. 2). სურათიდან ჩანს, რომ პირველი და მეორე მოედანი განლაგებულია ორ მეზობელ ბორცვზე, რომლებიც «ნაომარი გორა 1» და «ნაომარი გორა 2»-ის სახელწოდებით იყო ცნობილი. 2000 წელს «ნაომარი გორა 1»-ზე («უდაბნო 1») ტროას პროექტის ფარგლებში გერმანელი გეოფიზიკოსების მიერ იქნა ჩატარებული მაგნიტური კვლევები [98].



სურ. 2. ნაომარი გორა-1 და ნაომარი გორა-2 (აეროფოტო).

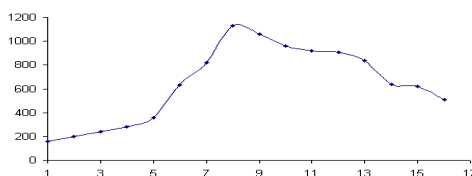
ქართველი გეოფიზიკოსების მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგები შეგვიძლია შემდეგი სახით ჩამოვაცალიბოთ.

პირველ მოედანზე ჩატარებული მაგნიტომიებისა და ელექტრომიების სამუშაოების შედეგად აგებულია  $\Delta T$  იზოდინამებისა და  $\rho_a$  იზომების რუკები. მაგნიტურ რუკაზე გამოყოფილია ექვსი, ხოლო ელექტრულზე კი ხუთი ანომალური უბანი.  $\Delta T$ -ს ინტენსივობა ანომალიების შესაბამისად იცვლება 15-30 ნტლ-ს ფარგლებში.

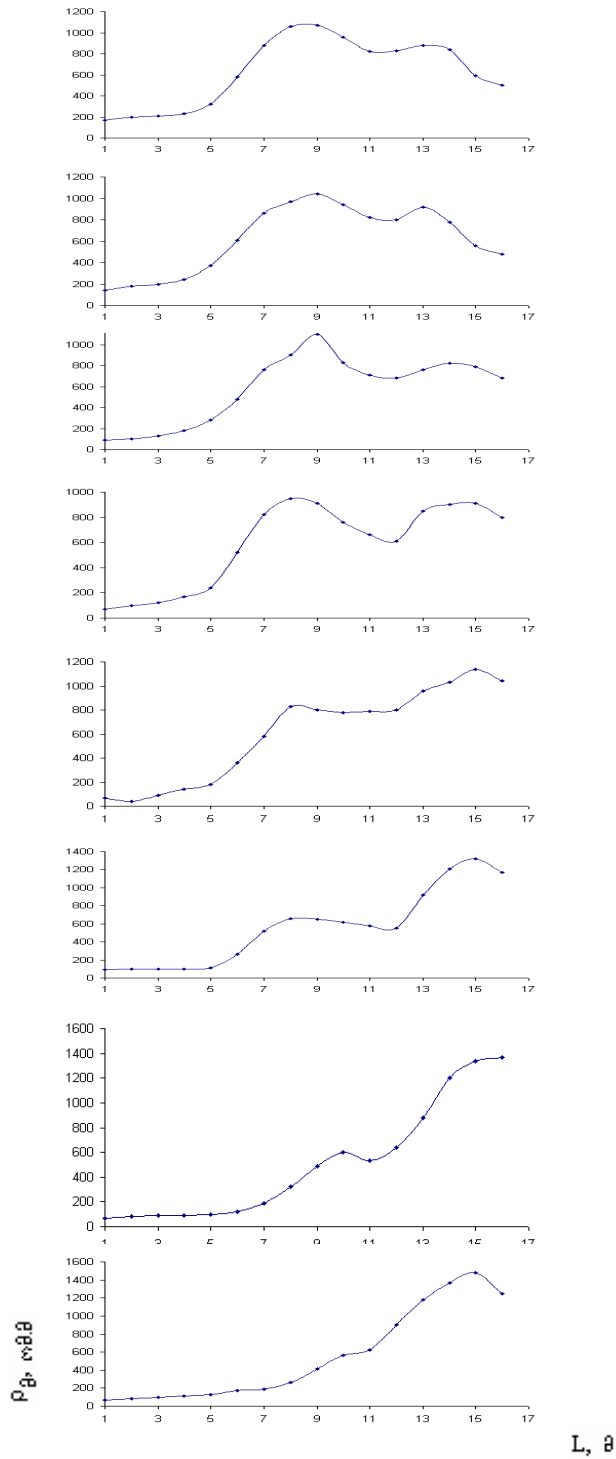
ანომალიის გამომწვევი სხეულების ჩაწოლის სიღრმე მერყეობს 0,4-0,8 მეტრის ფარგლებში. ელექტრული ანომალიების მნიშვნელობები 300-დან 600 ომ.მ-მდეა. ელექტრული და მაგნიტური ანომალიები მხოლოდ ერთ ანომალურ უბანზე ემთხვევა ერთმანეთს [7, 10, 22].

მეორე უბანზე ჩატარებულმა კვლევებმა, ძირითადად მაგნიტურმა ძიებამ, აქაც ექვსი ანომალური უბანი შემოფარგლა.  $\Delta T$ -ს ინტენსივობა 10-45 ნტლ-აა, ხოლო ანომალიის გამომწვევი სხეულების ჩაწოლის სიღრმე 0,7 მ-დან 1,5 მ-მდეა. ელექტროძიება შუა გრადიენტის მეთოდით ( $AB=100$  მ,  $MN=5$  მ) ჩატარებულ იქნა ერთ-ერთ მაგნიტურ ანომალურ უბანზე. გრაფიკებიდან ჩანს რომ  $\rho_a$ -ის მაქსიმალური მნიშვნელობა, აღწევს 1500 ომ.მ-ს (ნახ. 8). საკონტოლო თხრილით შემოწმებულ იქნა ანომალური ზონა, სადაც დადასტურდა მასიური ქვებისაგან მშრალად ნაგები მერიდიანული გავრცელების კედლის არსებობა [15].

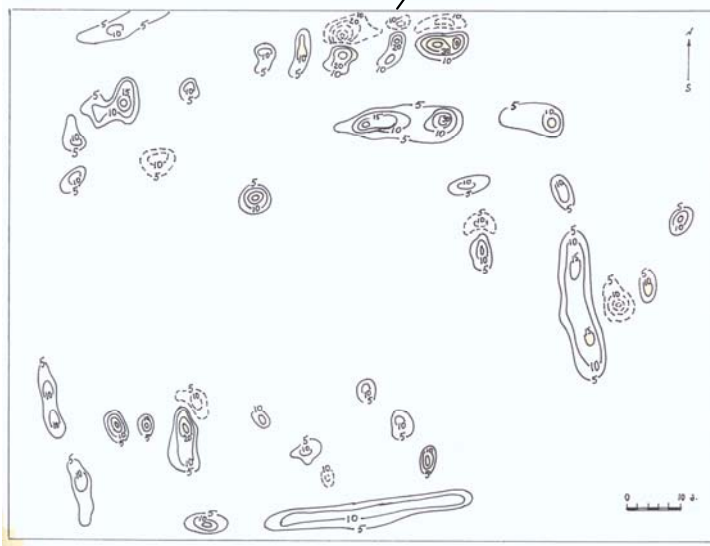
მესამე უბანზე ჩატარებულია მხოლოდ მაგნიტოძიება. აეროფოტოზე კარგად ჩანს წრიული ფორმის ზოლი, რომელიც შესაძლებელია იყოს გალავნის ნარჩენების კვალი, რასაც მაგნიტური ძიების შედეგები ზუსტად აკონტურებს (ნახ. 9). რამდენიმე ანომალური უბანია გამოვლენილი გალავნის შიგნითაც. ანომალიები როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი ეპიცენტრებით, საერთო ჯამში 30-მდეა და ინტენსიურობით ხასიათდებიან. ანომალიის გამომწვევი სხეულების ჩაწოლის სიღრმე 0,7-1,8 მ-ის ფარგლებშია და ავტორების აზრით, გამოწვეული უნდა იყოს ნახანძრალი ჩაქცეული კედლების მიერ [16].







ნახ. 8. ნაომარი გორა 2-ზე ჩატარებული შუა გრადიენტის მეთოდით განხორციელებული  $\rho$ -ის გრაფიკები



ნახ. 9. ნაომარი გორა 3-ზე განხორციელებული მაგნირიტომიების შედეგები.  $\Delta T$  იზოდინამების რუკა. აეროფოტოზე კარგად ჩანს წრიული გავრცელების ზოლი.

1991 წელს აკად. ა. აფაქიძის და პროფ. ლ. ჭანტურიშვილის ინიციატივით უნივერსიტეტში დაფუძნდა გეოფიზიკური მეთოდებით არქეოლოგიური ძეგლების შემსწავლელი სამეცნიერო კვლევითი ლაბორატორია (ხელმძღვანელი დოც. გ. ქუთელია). ლაბორატორიის თანამშრომლების მიერ ჩატარებული სამუშაოები: დასავლეთ საქართველოში – ფაზისი, კეთილარი, ერგეტა, ქ. ქუთაისი (ზაგრატის ტაძრის მიმდებარე ტერიტორია). აღმოსავლეთ საქართველოში – კასპის, ქარელის რაიონები, ჭაჭუნას ველი (დედოფლის წყაროს რაიონი), ნაომარი გორა, ალავერდის, ნინოწმინდისა და სვეტიცხოვლის ტაძრების მიმდებარე ტერიტორიები, მცხეთა, კორინთა და სხვ. სამხრეთ საქართველოში – აწყური, დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორია, სოფ. განთიადი

და სხვ. აგრეთვე «BTC» მილსადენის დერეფანში – დაბა ვალესთან «ჰორატის» უბანზე (KP – 240), სოფ. კლდის მახლობლად (KP – 225) და სოფ. ტყემლარას მახლობლად (KP – 212).

## **2. 4. თანამედროვე გეოფიზიკური მიმართულებების განვითარების პერსპექტივები არქეოლოგიაში**

გეოფიზიკური კვლევები შეიძლება აყვანილ იქნას ახალ დონეზე, თუ შესაძლებელი იქნება პარამეტრული გათხრებით დამატებითი ინფორმაციის მიღება, რაც არქეოლოგიური ძეგლის (ობიექტის) გარემომცველი ქანების გეოლოგიურ და პალეომორფოლოგიურ აგებულებას გულისხმობს. ეს მონაცემები წარმოადგენს ქმნის ნაგებობებისა და გარემომცველი გარემოს ურთიერთკავშირზე, რაც საშუალებას იძლევა, ჩატარდეს გეოფიზიკური მონაცემების ზუსტი რაოდენობრივი ინტერპრეტაცია. არქეოლოგისათვის ახალი, ხოლო გეოლოგიაში კი – ტრადიციული გეოფიზიკური მეთოდების როლი, თუმცა ახალ გარემოებასთან მისადაგებული, უნდა გახდეს მომავალი კვლევებისას განუყოფელი ნაწილი.

არქეოლოგიური ობიექტის მთელ ტერიტორიაზე ჩატარებული გეოფიზიკური კვლევების შედეგების შერწყმა მის მცირე უბანზე საკონტროლო თხრილით შესწავლის შედეგებთან, საშუალებას იძლევა კულტურული შრის (ფენის) დაკონსერვებისა, მომავალში კომპლექსური და დეტალური კვლევების გასაგრძელებლად.

გეოფიზიკური დაკვირვებათა მასალები შეიძლება შეტანილ იქნას გეოინფორმაციულ სისტემებში, როგორც მატერიალური კულტურის დაფარული ძეგლების (ობიექტების) შესახებ ინფორმაციის ძირითადი და მნიშვნელოვანი წყარო.

გეოფიზიკური მეთოდებით შესაძლებელია მრავალმხრივი ინფორმაციის მიღება კულტურული ფენების შესახებ: ამ მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია მსჯელობა ობიექტის შედგენილობასა და ზომებზე, მის მდებარეობაზე ჭრილში, რაც ხელს უწყობს სხვადასხვა არქეოლოგიური ობიექტის კარტირებას. ა გეოფიზიკური დაკვირვებების (მონაცემების) ტოპოგრაფიული მიბმა შესაძლებელია განხორციელებულ იქნას არქეოლოგისათვის დამაკმაყოფილებელი სიზუსტით.

შედარებითი (კორელაციური) ანალიზი გვიჩვენებს, რომ არქეოლოგიაში გეოფიზიკური კვლევების ჩასატარებლად უნივერსალური მეთოდი არ არსებობს.

ზემოთ მოყვანილი სხვადასხვა გეოფიზიკური მეთოდის ეფექტურობა უნდა განვიხილოთ, როგორც კონკრეტული არქეოლოგიური ძეგლის შესწავლის მიზნით გარკვეული მეთოდის გამოყენება. შესაბამისად, გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების ეფექტურობა, მეტწილად, განისაზღვრება სასურველისა და ფაქტობრივის ოპტიმალური ბალანსის დაცვით.

გაზომვათა კომპლექსური მეთოდიკის შემუშავება, არქეოლოგიური მონაცემების მათემატიკური დამუშავებისა და ინტერპრეტაციის მეთოდები უნდა ეფუძნებოდეს მათემატიკური მოდელირების პროცედურას და შემდგომ, მათ ექსპერიმენტულ შემოწმებას კვლევის უბანზე, ბუნებრივ პირობებში გამოცდის დროს.

არქეოლოგიური ძეგლის მოდელის შემუშავების საწყისი მონაცემებია იმ ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულება, რომელზედაც ძეგლია განლაგებული, აგრეთვე, გარემოს ზედაპირის რელიეფისა და კულტურული ფენის ფიზიკური და გეომეტრიული მახასიათებლები. გამზომი დანადგარების პარამეტრების ვარიაცია საშუალებას გვაძლევს მოდელირებისათვის შევიმუშაოთ კვლევის ისეთი მეთოდიკა, რომელიც იქნება გარკვეულ გარემოში არსებული კონკრეტული არქეოლოგიური ობიექტისადმი მაღალმგრძნობიარე, ანუ გაცილებით ეფექტური. ასეთი მიდგომის გამოყენება საშუალებას იძლევა მოდელის ბაზაზე შეიქმნას ალგორითმი და გაზომვების ტექნოლოგია, რომლებიც ორიენტირებული იქნება სხვადასხვა სახის საკვლევ ამოცანაზე – არქეოლოგიური ძეგლების კარტირებაზე, გაზომვის დაჩქარებული მეთოდების გამოყენებასა და აღმოჩენილი არქეოლოგიური ობიექტების დეტალური შესწავლაზე. პირველი ეტაპის ამოცანაა არქეოლოგიური ობიექტების ტერიტორიული ლოკალიზება. გეოფიზიკური გამოკვლევების შედეგებით განისაზღვრება ძეგლის გეგმარება. დეტალიზებული გამოკვლევების ამოცანაა ცალკეული არქეოლოგიური ობიექტების სივრცითი მახასიათებლების აღდგენა და მათი საზღვრების დაზუსტება.

სივრცითი მოდელების ბაზაზე გაზომვების მეთოდიკის წინასწარი დამუშავება უზრუნველყოფს მათემატიკური დამუშავების მეთოდების საიმედოებასა და არქეოგეოფიზიკური მონაცემების უტყუარობას ობიექტის ტერიტორიის საზღვრების დადგენას. მეთოდიკის ადაპტაცია ხდება მოდელისა და ალგორითმების კორექტირების ხარჯზე სავსე პირობებში გამოცდების შემდეგ. ამგვარად კომპლექსური მეთოდიკის

დამუშავებისას ხდება მისაღები გეოფიზიკური მეთოდების შეფასება, თითოეულ უბანზე ხელისშემშლელი ფაქტორების არსებობის მიუხედავად.

მაშასადამე, არქეოგეოფიზიკური გაზომვების მოდელირება თანამედროვე ეტაპზე ახალ მეთოდურ მიმართულებად გვევლინება, რაც უზრუნველყოფს არქეოლოგიისა და გეოფიზიკის მეთოდოლოგიური პრობლემების ურთიერთშერწყმას. ამ მიმართულების განვითარება გულისხმობს რიგი ურთიერთდაკავშირებული ამოცანის გადაწყვეტას არქეოლოგიისა და მეცნიერ \_ ბუნებისმეტყველების მიერ.

მოდელირების ტექნოლოგიის შესაქმნელად და გეოფიზიკური ველების ინტერპრეტაციისათვის ამა თუ იმ სპეციალური ობიექტებისათვის საჭიროა ახალი ორიგინალური ფიზიკა-მათემატიკური საინტერპრეტაციო მოდელების შემუშავება.

### თავი 3

#### საქართველოს მეოთხეული ნალექების დახასიათება მათში არქეოლოგიური ძეგლების შემცველობის თვალსაზრისით

კონკრეტულ ისტორიულ ეპოქაში ადამიანთა მიერ აგებული არქეოლოგიური ძეგლები, ძირითადად წარმოდგენილია მეოთხეულ ნალექებში. გეოლოგიური თვალსაზრისით, არქეოლოგიური ძეგლები (კულტურული ფენი) შეიძლება განხილულ იქნას, როგორც გეოლოგიური ჭრილის ზედა ნაწილის დარღვევა, არაერთგვაროვნება. უმეტესობა ძეგლებისა წარმოადგენს ფხვიერ ნალექებში სპეციფიკური შედგენილობისა და აგებულების ლოკალურ წარმონაქმნებს. არქეოლოგიური შრეები მოიცავს ხელოვნური და ბუნებრივი წარმოშობის ობიექტებს. დარღვევები, რომელიც დაკავშირებულია ძველი ადამიანის ნამოღვაწართან, ხშირად ძირითად ქანებსაც მოიცავს, კვალდაკვალ არის განლაგებული ქანების ზედაპირზე სხვადასხვა ზომის ამოკვეთილი (გამოჭრილი) ჩაღრმავებებითა და ღრმულების სახით.

საქართველოს რთული ორთოგრაფია, მეოთხეული ნალექების მკვეთრი ლატერალური ცვალებადობა, კლიმატური და ჰიდროგეოლოგიური თავისებურებები ერთი მხრივ და არქეოლოგიური ობიექტების ნივთიერი შედგენილობა, ცემენტი და აგრეგატული მდგომარეობა მეორე მხრივ, განსაზღვრავს გეოფიზიკური მეთოდების ეფექტური გამოყენების შესაძლებლობას ძიებაში. აღნიშნული ფაქტორების გავლენას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება არა მარტო სხვადასხვა რეგიონებში, არამედ ერთი არქეოლოგიური ობიექტის ფარგლებშიც კი.

მეოთხეული პერიოდი (ანთროპოგენი) მოიცავს დროს, რომელიც პლიოცენის ბოლოდან გრძელდება დღემდე. საქართველოს ტერიტორია რთული, მაგრამ საინტერესო ობიექტია ანთროპოგენის პალეოგეოგრაფიისათვის [13].

აბსოლუტური ჟამთაღრიცხვით, ეს შეესაბამება დაახლოებით 1,8 მლნ. წელს, რომლის განმავლობაში თავი იჩინა მრავალმა ძლიერმა ფიზიკურ-გეოგრაფიულმა ცვლილებამ.

მე-4 ცხრილში მოცემულია მეოთხეული პერიოდის დანაწილება. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ანთროპოგენი იყოფა ეოპლეისტოცენად, პლეისტოცენად და ჰოლოცენად. მეორე ნაწილი თავის მხრივ აერთიანებს ქვედა, შუა და ზედა

პლეისტოცენს. პერიოდს აგვირგვინებს ჰოლოცენი (თანამედროვე ხანა გეოლოგიური თვალსაზრისით).

ცხრილი 4.

პერიოდი	ეპოქა	აბსოლუტური ასაკი, ათ. წ.	არქეოლოგიური ხანა		პალეომაგნიტური სკალა	
მეოთხეული (ანთროპოცენი)	ჰოლოცენი Q <sub>IV</sub>		10 – 11	ნეოლითი, ბრინჯაო და უფრო ახალგაზრდა	აზილური	ბრიუნესის ეპოქა
	პლეისტოცენი	ზედა Q <sub>III</sub>		ზედა	მაგდა- ლინური	
		შუა Q <sub>II</sub>		შუა	მუსტიე	
		ქვედა Q <sub>I</sub>		ქვედა	აშელი	
	ეოპლეისტოცენი (აპშერონი)	1670				შელი
		1800				

საქართველოში მეოთხეული ნალექები წარმოდგენილია

1. ზღვიური ტერასების,
2. მდინარეული ტერასების,
3. მყინვარული ტროგების,
4. ტბიური დეპრესიების ტიპებით

ზღვიური ნალექები განვითარებულია შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროს გასწვრივ გამოკვეთილ კოლხეთის დაბლობის ტერასებზე, სადაც იგი განლაგებულია ალუვიურ და ჭაობის ნალექების ქვეშ. ალუვიონს წარმადგენს, როგორც მდინარის ტერასების, ისე ალუვიური ვაკეების, ყველა სხვა ფაციესზე მეტად განვითარებულის მორიგეობა. მყინვარული ნალექები გვხვდება, კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში და

მცირე კავკასიონის ზეგანზე. ტბიური ნალექები ხშირია სამხრეთ საქართველოსა და ქ. თბილისის მიდამოებში [38].

შავი ზღვის ტერასებზე, მეოთხეულ ნალექებში აშელური და მუსტიერული კულტურის ნაშთებია გამოვლენილი. უფრო ახალი ტერასები არქეოლოგების მიერ გვიანპალეოლითურად არის დათარიღებული, ხოლო ყველაზე დაბალი 4-6 მ სიმაღლის ტერასა კი – არქეოლოგიური მონაცემებით ბრინჯაოს ხანას ან რკინის ხანის დასაწყის უნდა ეკუთვნოდეს.

საქართველოში, მეოთხეული ნალექების შესწავლა დაიწყო გასული საუკუნის დამდეგიდან. მნიშვნელოვანი სამუშაოები მეოთხეულის შესწავლის მიზნით აქვთ ჩატარებული რიგ მკვლევარებს რეინჰარდი [66], ალ. ჯანელიძე [45], ვ. რენგარტენი [57], პ. გამყრელიძე [37], ლ. მარუაშვილ [61], დ. წერეთელი [77], ა. ლალიევი [59], ლ. კოლოშვილი [53], ვ. ალფაიძე [29], ჭ. ჯანელიძე [46], გ. მაისურაძე [60] და სხვ.

საქართველოს ანთროპოგენის შესწავლისათვის ფართოდაა გამოყენებული არქეოლოგიური, პალეონტოლოგიური, აბსოლუტურ-ქრონოლოგიური და აგრეთვე გეოფიზიკური კვლევის მეთოდები.

ნიადაგების განაწილებაში მკაფიოდ აისახება ვერტიკალური ზონალობა, რაც განსხვავებულადაა გამოხატული დასავლეთ, აღმოსავლეთ და სამხრეთ საქართველოს ფარგლებში [18, 20].

დასავლეთ საქართველოს დაბლობზე და ბორცვიან-მთისწინა ნაწილში გავრცელებულია ტენიანი სუბტროპიკული ნიადაგები, როგორცაა: ერწიან-ჭაობიანი, ერწიანი, წითელმიწა და ყვითელმიწა, რომლებშიც ჩანს ლატერალიზაციის პროცესები.

აღმოსავლეთ საქართველოში, ვაკეებსა და მთისწინეთში ასევე გავრცელებულია ტენიანი სუბტროპიკული ნიადაგები – ყავისფერი, შავმიწა, წაბლისფერი და მურა. ეს უკანასკნელი გვხვდება სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოში, ელდარის ველზე, ტარიბანას და ჩათმას ვაკეზე, ივრისა და მისი შენაკადების ვაკეებზე. შავმიწა ნიადაგები გავრცელებულია შირაქის, გარეჯის, სამგორის ვაკეებზე. ისინი შეიცავს 3-7%-ის ოდენობით. წაბლისფერი ნიადაგები წარმოდგენილია ქვემო ქართლის დაბლობზე – გარდაბნის, მარნეულის, ფონიჭალის ველებზე, აგრეთვე ტარიბანის ვაკეზე, ივრის ზეგანზე. აქ ნიადაგები ჰუმუსით ღარიბია. ყავისფერი ნიადაგები აღმოსავლეთ



საქართველოში გავრცელებულია მთისწინა და დაბალმთიან რაიონებში, ფარავს მნიშვნელოვან ტერიტორიას შიდა ქართლის და შიდა კახეთის ვაკეებზე, სადაც გრუნტის წყლების სიღრმე 1-5 მეტრია.

აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს მთიან მხარეში გავრცელებულია ტყის წაბლისფერი ნიადაგები. დასავლეთ საქართველოში ისინი განლაგებულია ზღვის დონის 500-800 მ-დან 2000-21000 მ-მდე, ხოლო აღმოსავლეთში 900-1200 მ-დან 1900-2100 მ-მდე.

დასავლეთ საქართველოში ტყის წაბლისფერი ნიადაგები ნეშომპალიან-კარბონატული ტიპისაა.

აღმოსავლეთ საქართველოში იგივე ნიადაგები უმეტესწილად გავრცელებულია სამაჩაბლოში და გომბორის ქედის ჩრდილოეთ კალთაზე. ისინი ყალიბდება, კალიუმის კარბონატების შემცველ ქანებზე (კირქვები, მერგელები, კირქვიანი ქვიშაქვები და თიხები).

მთის მდელის სარტყელის ნიადაგები დასავლეთ საქართველოში ძირითადად ზღვის დონიდან 1800-2300 მ-ის ფარგლებშია გავრცელებული. აღმოსავლეთ საქართველოში კი ზღვის დონიდან 2000-2200 მ-დან 3500-3700 მ-მდე. შეზღუდული ფართობი უკავია ამ ზონას სამხრეთ საქართველოში (მცირე კავკასიონზე) 2700-2800 მ ფარგლებში.

მაღალმთიანი ზონის ნიადაგები წარმოდგენილია მარტივი ჩამონაყართ და ზოგჯერ დაფარულია მუდმივი თოვლით.

ეოპლეისტოცენს საქართველოში მიეკუთვნება გურიული და აფშერონული ზღვიური მასალები და მათი კონტინენტური ანალოგები, რიონის და მტკვრის აუზები.

კოლხეთში გურიული ნალექები ფართოდაა გავრცელებული გურიაში, სადაც დაკავშირებულია ნატანების აუზსა და გურიის ქედის ჩრდილოეთ კალთასთან. გურიული ნალექები გამოიყოფა კუიალნიკურიდან, ქვიშიანი თიხების გარდამავალი შრეებით.

გურიის სამხრეთ ნაწილში გურიული ნალექები თავზე ადევს მტკნარი წყლის ფაუნის ქვიშებს. სოფ. გოგორეთთან, მერიასა და ხვარბეთთან ჩანს დრეისენიანი და მერიის შრეების თანდათანობითი გადასვლა გურიულ თიხებსა და ალევრიტებში.

ჭრილის ეს ნაწილი დამაგნიტებულია პირდაპირ და შეესაბამება, მატუიამას პალეომაგნიტურ ეპოქის ოლდუვას ეპიზოდს. შესაბამისი ფენების ჯამური სიმძლავრე 50-70 მ-ია. ზევით წარმოდგენილია ქვიშები, თიხები ფაუნასთან ერთად. საკუთრივ, გურიული ნაწილის სიმძლავრე ჭრილში 100 მ-ზე მეტია, დამაგნიტებულობა უპირატესად შებრუნებულია.

გურიულ ნალექებზე რიონის დეპრესიის სამხრეთ მხარეს განლაგებულია ნატანების, შემდეგ წვერმაღალის შრეები [50], რომლებიც შეიცავს გურიულთან ერთად ჩაუდური მოლუსკების ფაუნას [51]. ისინი აგებულია თიხებით, ალევრიტებით, თიხოვანი ქვიშებით და კონგლომერატებით, რომელთა ჯამური სიმძლავრე 40 მ-მდეა. ზევით მათ აგრძელებს 10 მ-მდე სიმძლავრის ე. წ. შავას ფენი – თიხები, კონგლომერატები, დრეისენები და ქვიშები მიკრომელანიებიანი ან მუნჯი.

გურიის ჩაუდური მიეკუთვნება ეოპლეისტოცენს. პალეომაგნიტური გაზომვების საფუძველზე შეგვიძლია ვივარაუდოთ მის ასაკზე. ნატანების შრეები დამაგნიტებულია შებრუნებულად. წვერმაღალის – ქვედა ნაწილში პირდაპირ (ხარამილოს ეპიზოდი), ზედა ნაწილში კი – შებრუნებულად. ასევეა დამაგნიტებული შავას შრეების ქვედა ნაწილები. შავას თიხები და ქვიშები, რომლებიც მდებარეობს ზევით, პირდაპირ არის დამაგნიტებული და სავარაუდოდ ბრიუნესის ეპოქას განეკუთვნება.

ჩაუდური ნალექების სტრატეგრაფიულ ჭრილში შებრუნებულად დამაგნიტებული შრეები არ გვხვდება, ზედა ნიჟარებიანი შრე არ არის მაგნიტური.

კოლხეთის დაბლობის ცენტრალურ ნაწილში ეოპლეისტოცენი წარმოდგენილია გურიული ნალექებით, რომელთა სიმძლავრე ჭაბურღილების მონაცემებით 60-125 მ-ია. აგებულია თიხებით, ალავ ქვიშაქვებისა, წვრილმარცვლოვანი ქვიშებისა და გაფხვიერებული კონგლომერატების შრეებით.

რიონის დეპრესიის კიდეებთან ზღვიური გურიულ-ჩაუდური შრე ირევა ალუვიურ მაღალ ტერასებზე (რიონი, ენგური, კოდორი). როგორც წესი ორი ტერასაა, რომელთა სიმაღლეები დეპრესიის და აფხაზეთ-სვანეთის ნეოტექტონიკურ საფეხურის მიჯნაზე თანაბარია, შესაბამისად 240-250 და 180-200 მ. ალუვიონი ლოდნარ-რიყნარია. მისი სიმძლავრე მერყეობს ქვედა უფრო ახალგაზრდა ტერასებისათვის 30-40 მ-ის

ფარგლებში. ტერასების ალუვიონი გადაფარულია მძლავრი ლატერიტური ელუვიონით.

ყაზბეგის ვულკანურ რეგიონში, ვულკანიტები, რომლებიც მიეკუთვნება ეოპლეისტოცენს, გაცილებით ცუდად არიან შემონახული. ჭარბობს ექსპლუზური ხასიათის წარმონაქმნები. ანალოგიური გენეზისის ეოპლეისტოცენური პიროკლასტიკური მასალის გამოყოფა ზედა პლიოცენური ასაკის შრებისაგან გართულებულია. ეოპლეისტოცენური (ჩეგემური) მორენები დაფიქსირებულია სამხრეთ-აღმოსავლეთ ყაზბეგის მთის კალთებზე.

მცირე კავკასიონის ზოლში ეოპლეისტოცენი ნაწილობრივ წარმოდგენილია ვულკანიტებით. ვულკანოგენური წარმონაქმნები გვხვდება ახალქალაქის ზეგანზე მტკვრის ველზე, რომელიც განლაგებულია ახალქალაქის მთიანეთსა და ახალციხის ქვაბულში, ეოპლეისტოცენს მიეკუთვნება ალუვიური ტერასები, რომელთა სიმაღლეც 450-500, 300-350 მ-ია [37, 77].

ქვედა პლეისტოცენი გურიის ზონაში იწყება პირდაპირ დამაგნიტებული შავას ალევრიტული თიხებით, რომლებიც აგრძელებს შებრუნებულად დამაგნიტებულ წვერმაღალას შრეს. ამ ნალექების კონტაქტზე განსაზღვრულია ასაკი  $600 \pm 80$  ათასი წელი, რაც მატუიამა-ბრიუნესის პალეომაგნიტური ეპოქის ინვერსიას შეესაბამება.

ნატანების აუზში, არსებულ ჭაბურღილებში სხვადასხვა სიღრმეზე გამოვლენილია ჩაუდური ნალექები. მათი სიმძლავრე იცვლება რამდენიმე სანტიმეტრიდან რამდენიმე ასეულ მეტრამდე. რიონის დაბლობის დეპრესიის ცენტრალურ ნაწილში ჩაუდური ნალექების სიმძლავრე 45-125 მ-ია. ლითოლოგიურად წარმოდგენილია ქვიშიანი თიხებით და ქვიშაქვებით, უხეშმარცვლოვანი ქვიშებისა და მიკროკონგლომერატების შუა შრეებით.

კელასურის, სოხუმის, გუდაუთის რაიონებში ჩაუდური ზღვიური ტერასა ჩანს 100-120 მ-ის სიმაღლეზე. აქ წარმოდგენილია ალევრიტული ქვიშიანი თიხებით და რიყნარით, რომლებიც გადაფარულია წითელი ფერის თიხების მძლავრი ფენით.

დასავლეთ კავკასიონის სამხრეთი ფერდის მდინარეების ველებზე ქვედა პლეისტოცენური ტერასები მთისწინა გამოსავლებზე ერწყმის ზღვის ტერასებს. მორფოლოგიურად მკაფიოდ ჩანს 120-130 და 80-100 მ-ის ტერასები ბზიფის, ენგურის,

კოდორის და სხვ. ქვემო წელის აუზში, რომელიც აგებულია ლოდნარ-რიყნარით ქვიშიანი შემავსებლებით. გვხვდება აგრეთვე უფრო მაღალი ქვედა პლეისტოცენური ტერასები (300-350 მ და 200-250 მ) რიონის, კოდორის, ენგურის, მზიმთას შუა და ზედა წელის აუზებში. ამ ტერასებზე ლოდნარ-რიყნარ ფლუვიოგლიაციალურ ნალექებთან ერთად აღინიშნება დიდი ზომის გრანიტული შედგენილობის მეოთხეული გენეზისის ლოდნარი და ლოდნარ-თიხნარი.

აღმოსავლეთ საქართველოში სანაპირო-ზღვიური ნალექები, რომელიც განეკუთვნება ბაქოურ ასაკს განვითარებულია ალგეთის და ხრამის შესართავებთან, ხოლო მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე მათ უკავიათ ვრცელი ფართობები მარნეული-გარდაბნის დაბლობზე, სადაც წარმოდგენილია თიხებით, ქვიშებით 40 მ სიგრძის გამომვლებებზე.

არაგვის და ლიახვის აუზებში (ხეობებში) ქვედა პლეისტოცენს განეკუთვნება გაცილებით მაღალი ტერასები.

მცირე კავკასიონზე ფართოდაა გავრცელებული ქვედა პლეისტოცენური – ალუვიური, ვულკანოგენური და ტბიური ნალექები.

შუა პლეისტოცენი შავი ზღვის აუზში – ესაა ძველევქსინური და უზუნლარული ზღვიური, ძირითადად თიხოვანი ნალექები და ტერასები. გურიის ზონაში მათ მიეკუთვნება 60-65 და 40-50 მ სიმაღლის ტერასები.

რიონის დებრესიაში ძველევქსინური ნალექები გახსნილია ჭაბურღილებით 150-157 მ სიღრმეებზე. მათი სიმძლავრე 80-90-დან 120 მ-მდეა [77]. აფხაზეთის მთისწინა ზოლში ასევე გავრცელებულია ძველევქსინური და უზუნლარული ნალექები.

შუა პლეისტოცენი შავი ზღვისპირეთში მთავრდება რეგრესიული ფაზით, აქ წარმოდგენილი ალუვიური ნალექებით. რიონის, ცხენისწყლის, ენგურის და სხვ. ველებზე შუა პლეისტოცენს ეკუთვნის ტერასები, რომელთა საშუალო სიმაღლე 150-200-დან 60-100 მ-მდეა. ისინი განვითარებულია, როგორც მთისწინა ზოლში, ისე მდინარეების შუა წელის ხეობებში და აგებულია ლოდნარ-რიყნარი მასალით. ზედა ნაწილში აღმოჩენილია ორმაგი გამყინვარების კვალი. შუა პლეისტოცენში მორენები გვხვდება ორ სიმაღლეზე – 350-400 მ და 200-250 მ რიონის, ენგურის, კოდორის ველებზე.

ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე (ალაზნი, არაგვი, ლიახვი და სხვ.) – ფლუვიოგლიაციალური ლოდნარ-რიყნარი ნალექები საშუალო დონის ტერასებზე განვითარებული.

ჯავახეთის მთიანეთში შუა პლეისტოცენს მიეკუთვნება მტკვრის დოლერიტული ლავური ნაკადები, ანდეზიტ-ბაზალტური ლავები ზურტაკეტის, ოროზმანის და სხვ. ჭრილებში.

ზედა პლეისტოცენი შავი ზღვის სანაპიროზე წარმოდგენილია კარაგანული ზღვიური ნალექებიანი ტერასებით, რომელთა სიმაღლე 30 მ-დან 18 მ-მდე იცვლება სხვადასხვა უბანზე ნეოტექტონიკური მდგომარეობების გამო. უფრო ქვევით 8-16 მ-ის სიმაღლეზე დაიკვირვება შავი ზღვის გვიანკარაგანდული ტერასა. ზღვიური კარაგანი რიონის დეპრესიაში დაფარულია ლავუნურ-დელტური დანალექებით.

კავკასიონის სამხრეთ ფერდის მდინარეების (კოდორი, ენგური, ფსოუ და სხვ.) ველზე გამოიყოფა სამი დონე ზედა პლეისტოცენური ალუვიური ტერასებისა, შესაბამისად საშუალოდ 40-60, 20-30 და 7-10 მ სიმაღლეზე.

ყაზბეგის რაიონში ზედა პლეისტოცენური ვულკანიტები წარმოდგენილია პირდაპირ დამაგნიტებული ანდეზიტ-ბაზალტებით და გუდაურ-მლეთის ნაკადის ანდეზიტური ლავებით, აგრეთვე ჩხერის და ღვილეთის ნაკადებით. მტკვრის აუზში, თბილისი-რუსთავის რაიონში, გამოიყოფა ოთხი ზედა პლეისტოცენური ტერასა, რომელთა შესაბამისი სიმაღლეებია – 60-70 მ, 40-50 მ, 25-30 მ და 10-15 მ. მტკვრის ზედა დინების აუზშიც (ახალციხის დეპრესია) გამოიყოფა ოთხი ტერასა: 70-80 მ, 50-55 მ, 30-40 მ და 15-20 მ. ალუვიური ნალექების სიმძლავრე არ არის დიდი და შესაბამისად გადაფარულია თიხნარ-რიყნარით.

საქართველოში გახსნილი და შესწავლილია 400-ზე მეტი პალეოლითის პერიოდის ძეგლი, რომლებიც ძირითადად ექვს რაიონშია განლაგებული ეს რაიონებია:

1. საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო;
2. რიონისა და ყვირილის აუზები;
3. მტკვრის სანაპირო შიდა ქართლის საზღვრებში;
4. მტკვრის დაბლობზე ისტორიული ქვემო ქართლის საზღვრებში;
5. ჯავახეთის მთიანეთი;

6. იორისა და ალაზნის შუამდინარეთი.

დასახელებული ოლქები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებით.

#### თავი 4

### ძველი დასახლებებისათვის ხელშემწყობი ბუნებრივი და ისტორიული ფაქტორები

#### არაგვის ქვემო წელის ტერიტორიაზე

დაფარული არქეოლოგიური ობიექტების გამოსავლენად, მკვლევარები არქეოლოგიურ პრაქტიკაში უკვე კარგად ცნობილი და ათვისებული მეთოდების საშუალებით ცდილობენ, განსაზღვრონ ის საინტერესო უბნები, სადაც მოსალოდნელია არქეოლოგიური ძეგლების არსებობა. ამ გარემოებას გარკვეული სირთულეები ახლავს, რაც ძირითადად საკვლევი არეების მასშტაბურობით და არაერთგვაროვნებით არის გაპირობებული.

მიწისქვეშა მატრიალურ-კულტურული ობიექტების გამოვლენის რთული პროცესი მკვლევართაგან ითხოვს სულ უფრო მეტ ძალისხმევას ახალი ეფექტური მეთოდების გამოყენებით. ამ მხრივ საკმარისია დავასახელოთ გეოფიზიკური კვლევები. შრომის რაციონალიზაციის მიზნით დღის წესრიგში დგება მათი დანაწილების საკითხი, ძეგნით და ძიების ეტაპებად, როგორც ეს მიღებულია სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების გამოვლენისას. ძეგნითი ეტაპის უშუალო მიზანია არქეოლოგიური რეგიონების ვრცელ ფართობებზე მეოთხეულით დაფარული, კონკრეტული ობიექტების გამოვლენა და შემოკონტურება, რასაც მომდევნო ძიებით ეტაპზე მათი მრავალმხრივი შესწავლა უნდა მოყვეს. ამრიგად, დღის წესრიგში სრულყოფილი არქეოლოგიური კვლევების ჩასატარებლად, ვრცელ ფართობებზე არქეოლოგიური ძეგნის (თეორიული მხარე – წინმსწრები ეტაპი) და არქეოლოგიური ძიების (პრაქტიკული მხარე – დამაგვირგვინებელი ეტაპი) მეთოდების თანმიმდევრობითი გამოყენება დგება. ისტორიულ-არქეოლოგიური თვალსაზრისით მეტად საინტერესო ტერიტორიაზე, მცხეთის მიდამოებში – არაგვის ქვემო წელის ხეობაში განხორციელებული იქნა კვლევები, კერძოდ შემუშავებულ იქნა ძეგნის ხუთი კრიტერიუმი, რომელიც ეფუძნება გეოლოგიურ, გეოგრაფიულ, ეკონომიკურ,

სამეურნეო და სხვ. პირობებს და ჩვენ წინაპართა განსახლებისა და შრომითი საქმიანობის ძირითადი მიმართულებების მიმანიშნებელია. ეს კრიტერიუმებია: 1. მორფოლოგიურ-რელიეფური – მტკვრისა და არაგვის ეროზიული მოქმედების შედეგად წარმოქმნილი ტერასების ხასიათი, 2. ჰიდროგეოლოგიური – ზედაპირული და სიღრმული წყლების არსებობის, 3. ნიადაგის საფარის აგებულების ხასიათის, 4. მცენარეული საფარის თავისებურებების დადგენის, 5. სახმელეთო და სამდინარო გზების არსებობის, საკულტო და თავდაცვითი ნაგებობების მშენებლობისათვის ხელსაყრელი პირობების გარკვევის. ამას ემატება ძველი ტრადიციული წესი არქეოლოგიური ობიექტების (ძეგლების) გამოვლენისა, რაც დაკავშირებულია არქეოლოგიური მასალის კონკრეტულ პუნქტში შემთხვევით პოვნასთან სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ჩატარებისა, ან ეროზიული პროცესების გააქტივებისას.

4. 1. არაგვის ქვემო წელის აუზის მიმდებარე ტერიტორიის გეოლოგია და არქეოლოგიური ძეგლების აღწერა

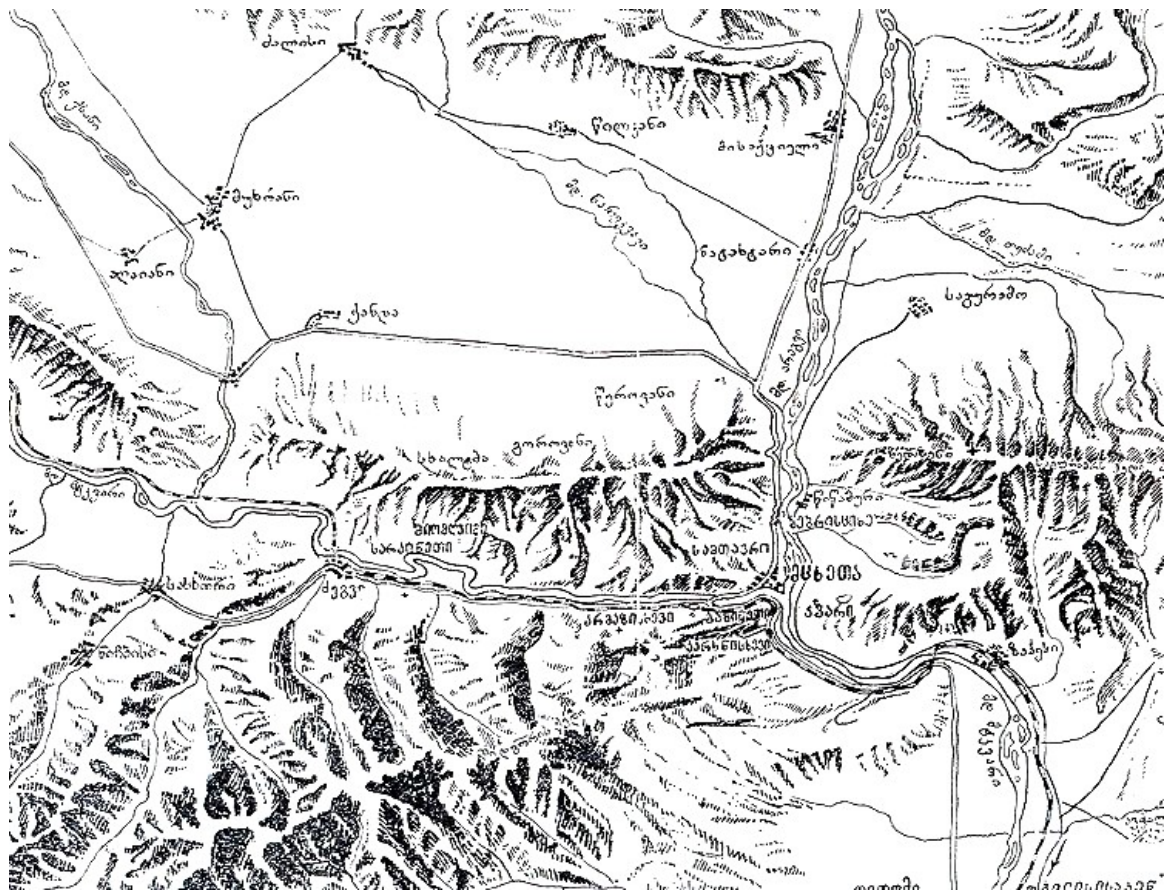
*4. 1. 1. ისტორიულ-არქეოლოგიური ძეგლები არაგვის ქვემო წელის აუზის მიმდებარე ტერიტორიაზე*

დედაქალაქობის პერიოდის მცხეთა და მისი უბნები, დიდ ფართზეა (55-60 კმ) გაშლილი, მტკვრისა და არაგვის შესაყართან. მისი საზღვრებია: აღმოსავლეთით – რკინიგზის სადგური ზაჰესი, დასავლეთით – ძეგვისა და ხეკორძულას ხევები და ნასტაგისი, ჩრდილოეთით – მუხრანის ველი, ხოლო სამხრეთით – საწკეპლა-დიდგორის ქედი (ნახ. 10). ამ ტერიტორიაზე მრავლადაა შემონახული ქართული მატერიალური კულტურის სხვადასხვა დროისა და ხასიათის მიწისზედა და მიწისქვეშა ძეგლი [3, 14].

საქართველოს ძველი დედაქალაქის მცხეთისა და მისი მიდამოების მიწისქვეშა ძეგლებმა არქეოლოგების ყურადღება უკვე XIX საუკუნის 70-იანი წლებიდან მიიპყრეს, კერძოდ, 1867 წელს საქართველოს სამხედრო გზის ტრასის გასწვრივ მიწის სამუშაოების დროს, ნასოფლარ მუხათგვერდის ქვემოთ, მტკვრის ვიწრობებში აღმოჩნდა ახალი წელთაღრიცხვის 75 წლის ბერძნულწარწერიანი სტელა, ხოლო მომდევნო წლებში კი – სამთავროს ველზე და ბებრისციხის მახლობლად გამოჩნდა ძველი სამარხები. 1890 წელს მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე არმაზციხე-ბაგინეთზე ე. თაყაიშვილის ზედამხედველობით ჩატარებულ იქნა საცდელი გათხრები. მანვე 1902 წელს შეისწავლა

ნავთობსადენის (ბაქო – ბათუმის) მიმდებარე ტერიტორიაზე არსებული ობიექტები [14].

ისტორიული დიდი მცხეთის ტერიტორიაზე არქეოლოგიური გათხრების გეგმაზომიერად წარმართვა შესაძლებელი გახდა მხოლოდ 1937 წლიდან. 1938 წელს საველე-არქეოლოგიურ სამუშაოებს შეუდგა მცხეთის არქეოლოგიური ექსპედიცია ივ. ჯავახიშვილის ხელმძღვანელობით. მოპოვებული მასალის უმთავრესი და უმნიშვნელოვანესი ნაწილი მცხეთის ისტორიის პირველ ორ მონაკვეთს – დედაქალაქობის წინა და დედაქალაქობის ხანებს მიეკუთვნება [2, 3, 14].

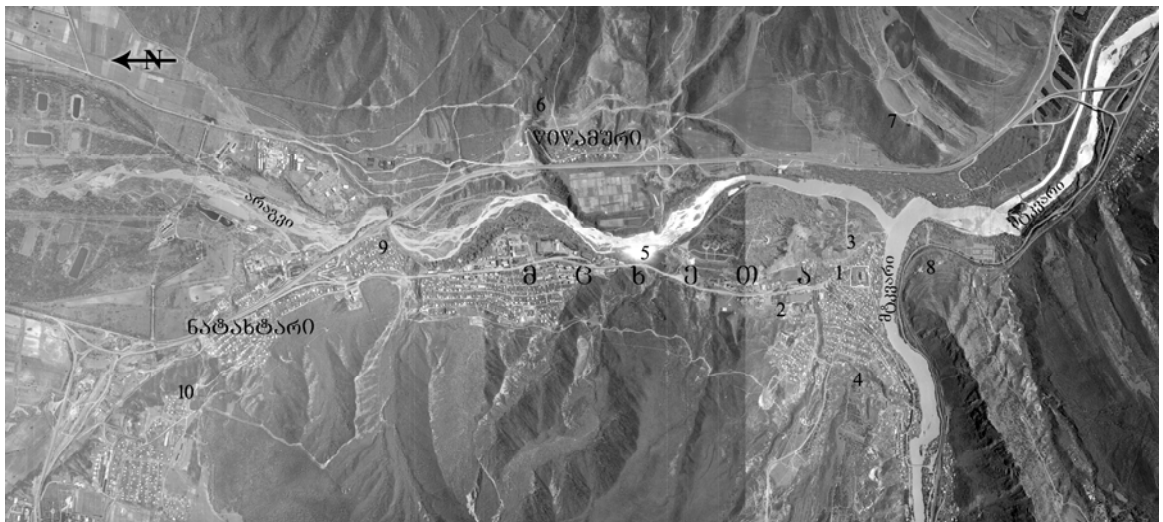


ნახ. 10. დიდი მცხეთის ტერიტორია (ნ. ლამბაშიძის მიხედვით).

აღსანიშნავია, რომ თითქმის ყველგან, სადაც დედაქალაქობის წინა ხანის ძეგლებია აღმოჩენილი, მოიპოვება აგრეთვე დედაქალაქობის ხანის მასალებიც, თუმცა ცნობილია ადგილები, სადაც ასეთი შეწყვილება არ ჩანს. ეს ბუნებრივიცაა, რადგან, როგორც ავღნიშნეთ, დედაქალაქობის ხანაში მცხეთა და მისი მიდამოები მჭიდროდ იყო დასახლებული.



დიდი მცხეთის ფარგლებში მრავალი არქეოლოგიური და ისტორიული ძეგლია წარმოდგენილი, მათ შორის ცნობილი სვეტიცხოვლის ტაძარი, რომელიც მტკვრისა და არაგვის შესაყართან, მცხეთის შუაგულშია აღმართული (სურ. 3). მის ჩრდილო-დასავლეთით მდებარეობს სამთავროს ტაძარი. ქართული მონუმენტური ხუროთმოძღვრების ეს ორი შესანიშნავი ძეგლი XI საუკუნის პირველ ნახევარს განეკუთვნება. სვეტიცხოვლის აღმოსავლეთით, არაგვის მარჯვენა მხარეს, ანტიოქიის მცირე საყდარი მდებარეობს, ხოლო მის დასავლეთით – ადრეშუასაუკუნეების გეტსიმანიის პატარა, ერთნავიანი საყდარი. ძველი მცხეთის ჩრდილოეთით, აღმართულია შუა საუკუნეების ციხე-სიმაგრე – თანამედროვე ბებრისციხე, რომლის ქვეშაც ძვ. წ. I საუკუნის გალავნის ნაშთებია აღმოჩენილი. ეს ნაგებობა ჩრდილოეთიდან იცავდა დედაქალაქს [8]. სამთავროს ტაძრიდან ბებრისციხემდე (სამთავროს ველი), მიკვლეულია სამაროვანი, რომელიც ძვ. წ. II ათასწლეულის შუა ხანებიდან ახ. წ. VIII-IX საუკუნეებამდე პერიოდს ეკუთვნის. მცხეთის თანამედროვე და ძველ უბნებში ხშირია როგორც სამარხები, ისე სხვა დანიშნულების ნაგებობათა ნაშთები, რაც იძლევა იმის დაშვების საფუძველს, რომ მტკვრისა და არაგვის ხერთვისში ახ. წ. III-IV სს. მჭიდროდ დასახლებული ქალაქი არსებობდა [17].



სურ. 3. არქეოლოგიური ძეგლები არაგვის ქვემო წელის აუზში (აეროფოტო, მასშტაბი 1:8000). 1 – სვეტიცხოველი, 2 – სამთავროს ტაძარი, 3 – ანტიოქიის ეკლესია, 4 – გეტსიმანიის ეკლესია, 5 – ბებრისციხე, 6 – ციხე-ქალაქი წიწამური-სისამურა, 7 – ჯვრის ტაძარი, 8 – არმაზციხე-ბაგინეთი, 9 – ღართისკარი, 10 – ნარეკვაძე.

არაგვის მარცხენა მხარეს სოფ. წიწამურის თავზე, მაღალ სერზე, ანტიკური ხანის ციხე-ქალაქის სისამურას ნაშთებია შემორჩენილი. სოფლის ქვემოთ, არაგვის მარცხენა ნაპირის გასწვრივ დადგენილია ძვ. წ. I ათასწლეულის და ახ. წ. I ათასწლეულის სამაროვნები და ნამოსახლართა ნაშთები. მცხეთიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით, ზედაზნის მთაზე ეკლესია და ციხის ნანგრევებია, ხოლო უფრო აღმოსავლეთით ქედზე დგას VI საუკუნის ქართული ხუროთმოძღვრების შესანიშნავი ძეგლი ჯვრის ტაძარი.

მტკვრისა და არაგვის შესაყართან, მტკვრის მარჯვენა მხარეს მდებარეობს მთა, რომელიც არმაზციხე-ბაგინეთის სახელითაა ცნობილი. მის ჩრდილო-აღმოსავლეთ კალთაზე საკმაოდ ფართო და გრძელი ტერასებია «ანთროპოლოგიური» კვალით. იქ დადგენილია საფორტიფიკაციო, სასახლის ტიპის, საკულტო (ტაძარი), სამეურნეო (მარანი), კომუნალური (აბანო, წყასადენი და სხვ.) და სამარხი ნაგებობანი, რომლებიც ძვ. წ. ბოლო საუკუნეებსა და ახ. წ. პირველ საუკუნეებს მიეკუთვნება.

ასეთია მოკლე ჩამონათვალი იმ ცნობილი ძეგლებისა, რომლებიც დადგენილია არაგვის ქვემო წელის ხეობაში და რომლებიც შემდგომში დეტალურ შესწავლას მოითხოვს.

#### *4. 1. 2. მცხეთის მიდამოების გეოლოგია და არაგვის ქვემო წელის აუზის ტერასები*

ხსენებული რაიონი განლაგებულია აჭარა – თრიალეთის ნაოჭა სისტემის (ზონის) აღმოსავლეთ ნაწილში, ძირითადად პალეოგენური წარმონაქმნების გავრცელების ზონში.

აქ პალეოცენი და ქვედა ეოცენი წარმოდგენილია ერთიანი დანალექი კომპლექსით, რომელიც ცნობილია ფლიშის სახელწოდებით. ეს წარმონაქმნები ფართოდაა გავრცელებული თრიალეთის ქედის ჩრდილო ფერდზე, ხეკორძულას ხეობიდან ძეგვი – არმაზის მიდამოებამდე. მის აგებულებაში მონაწილეობს თიხები, მერგელები, წვრილ- და საშუალომარცვლოვანი ქვიშაქვები. ჭრილების სულ ზედა ნაწილში თეთრი კირქვები და ფერადი ქვიშიან-თიხიანი წარმონაქმნებია გავრცელებული. ფლიშური ნალექების საერთო სიმძლავრე 1000-1200 მეტრია [33, 36].

შუა ეოცენი წარმოდგენილია ვულკანოგენურ-დანალექი კომპლექსით, რომლის სიმძლავრე 700 – 800 მეტრია [37] იგი იყოფა სამ ნაწილად:

1. ქვედა შრეებრივი ფერადი ტუფოგენური წყება;

2. ტუფბრექიული წყება;
3. ზედა შრეებრივი ტუფოგენური წყება.

პირველი სტრატონი მცხეთის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთაში, კერძოდ ხეკორძულას ხეობაში, წარმოდგენილია მსხვილმარცვლოვანი და სქელშრეებრივი ტუფოგენური ქვიშაქვებით, რომლებშიც გამოერევა ფერადი (მწვანე, წითელი, ვარდისფერი, ლალისფერი) თიხები, არგილიტებისა და ტუფიტების შუაშრეებით.

ტუფობრექიული წყება აგებულია მსხვილი (1 მ-მდე დიამეტრის) მომრგვალებული ლოდებით, რომლებიც წარმოდგენილია ავგიტიანი და რქატყუარიანი პორფირიტებით, ანდეზიტებით და მათი ტუფოგენებით, რომელშიც იშვიათად მერგელები და ტუფოგენური ქვიშაქვები გამოერევა.

ზედა შრეებრივი ტუფოგენური წყება ძირითადად ტუფების, უხეშმარცვლოვანი ტუფოგენური ქვიშაქვების და იშვიათად ტუფბრექიების მორიგეობით არის წარმოდგენილი.

მცხეთასთან, მტკვრის ორივე მხარეზე, ძველ და ახალ ხიდებს შუა ქვედა შრეებრივ ტუფოგენურ წყებაში ნაპოვნი ნუმილიტები შუაეოცენურ ასაკზე მიგვითითებს.

მცხეთის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთაში (არმაზის ქედი) ქვედა შრეებრივ ტუფოგენურ წყებას აღმავალ ჭრილში მოჰყვება 60-80 მ სიმძლავრის მასიურშრეებრივი ტუფბრექიების წყება. მტკვრის ხეობის მარცხენა მხარეზე ორივე ზემოთ აღწერილი წყება ტექტონიკურად ეხება ზედა სარმატის ქვიშა- თიხიან ნაცხორის წყებას.

სტრატოგრაფიული მდებარეობით ძეგვი-მცხეთის რაიონის მთელი ვულკანოგენური სერია სავსებით შეესიტყვება ასკობრივად აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის დანარჩენი რაიონების სინქრონულ ნალექებს. განსხვავება მხოლოდ იმაშია, რომ ზედა შრეებრივი ტუფოგენური წყება აქ არ არის სრული.

ზედა ეოცენი გავრცელებულია მცხეთის ანტიკლინის სამხრეთ ფრთაში, კარსნის ხევის ორივე მხარეზე. აქ ქვედა ნაწილში ლითოლოგიური ნიშნის მიხედვით გამოიყოფა თბილისის მიდამოების ნავთლულის წყების მსგავსი შრენარი (100 მ), რომელიც წარმოდგენილია თხელშრეებრივი მოყვითალო-ნაცრისფერი ქვიშებისა და თიხების

მორიგეობით. ზედა ნაწილში კი განვითარებული სამუხალ-შრეებრივი ქვიშაქვები და თიხები, რომლებიც თბილისის ნუმულიტებიანი წყების ანალოგიურია.

ოლოგოცენი და უფრო ახალგაზრდა ნალექები ძირითადად მტკვრის მარცხენა მხარეზე, მცხეთის ფარგლებშია გავრცელებული. მხოლოდ ძეგვის მიდამოებში, გამიშვლებულია ოლიგოცენის თაბაშირიანი თხელშრეებრივი ქვიშაქვები და მოყავისფრო – ჟანგისფერი თიხები, რომლებიც შუა ეოცენის ტუფბრექციებზეა უთანხმოდ განლაგებული.

მცხეთა-საბადურის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთის ეოცენსა და ოლიგოცენზე უშუალოდაა განლაგებული შუა და ზედა მიოცენის სხვადასხვა ჰორიზონტი. ნაოჭის სამხრეთული ფრთის აგებულებაში მონაწილეობენ შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექი ქანები.

ძალზე რთულია მცხეთა-საბადურის ანტიკლინის მორფოლოგიაც. იგი ძირითადად წარმოადგენს ხაზობრივ ასიმეტრიულ ნაოჭს, რომლის ჩრდილო ფრთა ციცაბოა და გადაბრუნებულია ჩრდილოეთისაკენ, ხოლო სამხრეთული ფრთა უფრო დამრეცია. ამასთან, ჩრდილო ფრთა ზოგან გართულებულია დამატებითი (მეორადი) ნაოჭით, გაწყვეტილია და მცხეთა-ძეგვის მონაკვეთზე შესხლეტილი ან შეცოცებულია საქართველოს ბელტის ნეოგენურზე [33, 36].

მცხეთა-ძეგვის რაიონი (მტკვრის მარჯვენა მხარე) ტექტონიკური თვალსაზრისით მიეკუთვნება აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ჩრდილო ზონას, რომელიც შავი ზღვის სანაპიროდან მცხეთამდე ვრცელდება. აღნიშნულ ზონაში განვითარებულია ხაზობრივი ნაოჭები, რომელთაგან ყველაზე დიდ სტრუქტურას წარმოადგენს მცხეთა-საბადურის ანტიკლინი.

ნაოჭა სისტემა ხასიათდება რთული აგებულებით, რის გამოც აუცილებელი ხდება მისი დეტალურად განხილვა. აღმოსავლური ნაწილი, რომელიც წარმოდგენილია სადგურ მცხეთიდან სოფ. ზენადრისამდე, მკვეთრად განსხვავდება დანარჩენი ნაწილებისაგან. აქ ყველაზე აზევებულ უბანებზე შიშვლდება ცარცული სისტემის ვულკანოგენური და კარბონატული ნალექები, რომლებიც სტრუქტურის დამირულ ნაწილში პალეოცენისა და ქვედა ეოცენის ფლიშური ნალექებით იფარება. მათზე კი განლაგებულია შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექი წარმონაქმნები. უფრო

დასავლეთით, სოფ. ზენადრისა და წითელქალაქს შუა, ცარცულ ვულკანოგენურ წარმონაქმნებზე კუთხური და აზიმუტური უთანხმოებით განლაგებულია შუა ეოცენური ვულკანოგენური კომპლექსი. სოფ. ურიულის რაიონში, ნაოჭის ჩრდილო ფრთაში, წარმოდგენილია ნუმულიტებიანი კირქვები, ხოლო სოფლებთან: ხოვლე, ფაში და წითელქალაქი შიშვლდება ზედა ცარცული და შუა ეოცენური ნალექები, რომელთაც ტრანსგრესიულად და კუთხური უთანხმოებით ფარავს ოლიგოცენური ნალექები.

მცხეთა-საბადურის ანტიკლინის სამხრეთი ფრთა მცხეთასთან აგებულია შუაეოცენური ვულკანოგენური ქანებით, რომლებიც დაქანებულია სამხრეთისაკენ (20-30)°-იანი კუთხით. ისინი აქ ქმნის ციცაბო ფერდებიან კლდოვან რელიეფს.

ზენადრისის დასავლეთით მცხეთა-საბადურის ანტიკლინის ღერძი თანდათან იძირება და ვრცელდება ხეობისაკენ, რომელიც ჩვენი საკვლევი რაიონის გარეთ მდებარეობს. ნაოჭის ღერძი ასევე იძირება მცხეთის აღმოსავლეთით. აქ მტკვრის ხეობის მარცხენა მხარეზე, სტრუქტურა გამოხატულია ზედა ეოცენის ქვიშიან-თიხიან წარმონაქმნებში. ამ მონაკვეთზე ნაოჭი შედარებით სუსტადაა გადახრილი ჩრდილოეთისაკენ და აგებულია უმთავრესად ზედა ეოცენ-ოლიგოცენის ასკის ნალექებით.

მცხეთა-საბადურის ანტიკლინის ბუნება პირველად გაშიფრული იქნა ე. ფურნიეს მიერ, ხოლო შემდეგ ალ. ჯანელიძისა და ვ. რენგარტენის შრომებით, რომლებიც მცხეთის ანტიკლინის ჩრდილოეთისაკენ გადაბრუნებას უკავშირებენ ანტიკავკასიონის ნაოჭა სისტემის შეცოცებას საქართველოს ბელტზე. უფრო გვიან ნაოჭი დეტალურად აღწერეს პ. გამყრელიძემ [36] და მ. ვარენცოვმა [33.], რომლებმაც აღნიშნეს ნაოჭის სხვადასხვა ნაწილების მორფოლოგიურ თავისებურებანი.

მცხეთა-საბადურის ანტიკლინის აგებულებას დიდი მნიშვნელობა აქვს მთლიანად აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის გეოლოგიური ისტორიის, ორიგენეტული ფაზისების გამოვლენისა და ტრანსგრესია-რეგრესიების დადგენისათვის.

არგვის მარცხენა სანაპიროზე გამოიყოფა ოთხი ტერასა. პირველი ჭალის ტერასა იწყება მდინარის დონიდან (მტკვრის შესართავთან 445 მ-ის სიმაღლიდან). მდინარის გასწვრივ პირველ შენაკადამდე ვრცელდება დაახლოებით 1,5 კმ-ის მანძილზე. დღევანდელ დღეს ამ მონაკვეთზე ნაწილობრივ შემორჩენილია ქარსაცავი ხელოვნური ნარგავები. ამ მონაკვეთზე ტერასის საშუალო სიგანე 80-100 მ-ს აღწევს. მდინარის ზემო

წელის მიმართულებით ტერასა გრძელდება პლაჟის სახით, დაახლოებით 3 კმ-მდე, რომელიც მცენარეული საფარის გარეშეა დარჩენილი. ნარეკვავის შესართავის მოპირდაპირე მხარეზე პირველი ტერასა ვიწრო ზოლად მიუყვება მდინარეს 465 მ-დან 500 მ-მდე და წარმოდგენილია კვლავინდებურად მცენარეული საფარს მოკლებული პლაჟით.

ასევე კარგადაა გამოხატული პირველი ტერასა არაგვის მარცხენა ნაპირზეც სოფ. საგურამოს ქვემოთ, სადაც მიოპლიოცენური ნალექები ჰორიზონტულად იფარება 2-3 მ-ის სიმძლავრის ალუვიური რიყნარით.

მეორე ტერასა იწყება ჰიპსომეტრიულად 450 მ-ის სიმალიდან არაგვის მტკვართან შესართავის მიდამოებში და დაახლოებით ერთი კილომეტრის მანძილზე 460-465 მ-ის სიმაღლეზე, განი 60-80 მ-ია. პირველ და მეორე შენაკადებს შორის ტერასა 470 მ-ის სიმაღლემდეა და გრძელდება დაახლოებით 400 მ-ის მანძილზე. მეორე შენაკადის მოპირდაპირე სანაპიროდან ჩრდილოეთის მიმართულებით მეორე ტერასის ზედა საზღვარი გამოხატულია თხემური ზედაპირით და გაუყვება მდინარის სანაპიროს არ მისული მესამე შენაკადამდე და ვრცელდება დაახლოებით 1 კმ-ის მანძილზე, იგი დაფარულია ხელოვნური ნარგავებით და ბუჩქნარით. მეორე ტერასა მესამე შენაკადამდე აღარ გრძელდება 200 მ-ის მანძილზე, ხოლო შემდგომ იწყება 490 მ-ის სიმალიდან და ვრცელდება 500 მ-მდე. ეს მონაკვეთი დახრილია (15-20)<sup>o</sup>-იანი კუთხით, აქ წარმოდგენილია ძირითადად, ბუჩქოვანი მცენარეული საფარი. შემდგომ მდინარის ზემო წელის მიმართულებით. ეს ტერასა საკმაოდ განიერია და დასაწყისში 500 მ-დან ზემოთ 2 კმ-მდე ვრცელდება. ამ ტერიტორიაზე გვხვდება თანამედროვე დასახლებაც, აქ გაყვანილია გზები, აქვეა ნატახტარის ხელოვნური წყალსაცავების სისტემით. ჰიპსომეტრიულად ტერასის მაქსიმალური სიმაღლე საშუალოდ 470 მ-დან 515 მ-მდეა. მეორე ტერასის ტერიტორია ძირითადად დაფარულია ნაჩეხი ტყეებით, ხელოვნური ქარსცავი ზოლებით და ფრაგმენტალურად მდელს ბალახეული საფარით.

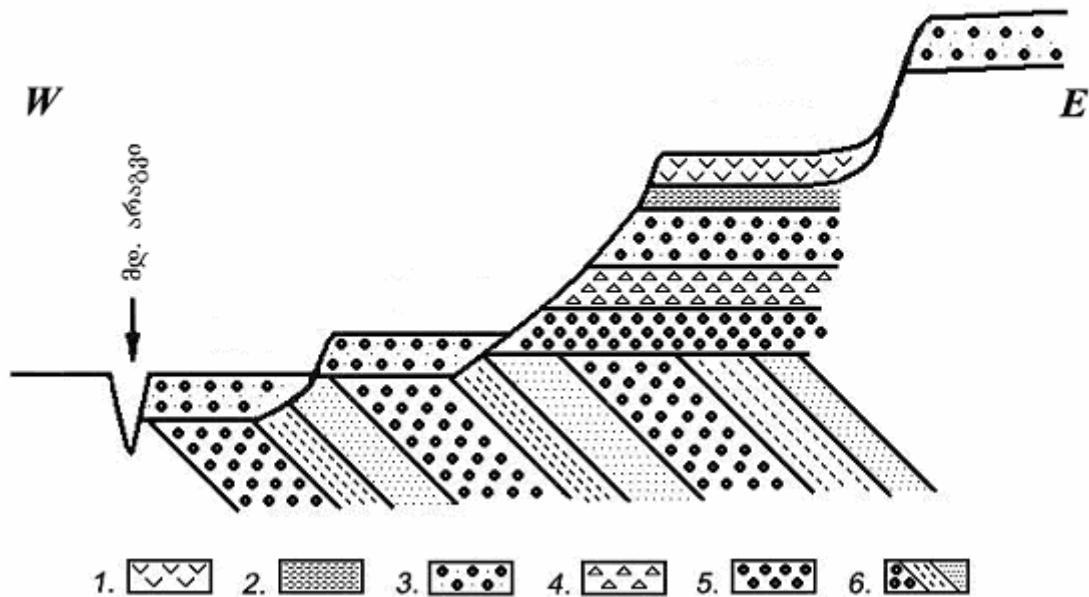
მეორე ტერასა სოფ. ბულაჩაურთან 10-12 მ სიმაღლისაა და დაფარულია კენჭნარით. უფრო მაღალი ტერასები დაიკვირვება სოფ. საგურამოსთან.

მესამე ტერასა იწყება 455 მ-ის სიმალიდან 465 მ-მდე. ვრცელდება პირველ შენაკადამდე. მისი დახრილობა (4-10)<sup>o</sup>-ია. იგი განფენილია დაახლოებით პირველ

შენაკადამდე 1,2 კმ-ის მანძილზე და წარმოდგენილია ძირითადად ხელოვნური ქარსაცავი ზოლებით და უტყეო ტერიტორიით. პირველ და მეორე შენაკადებს შორის ტერასა ვრცელდება 400-500 მ-ის მანძილზე. აქ გადის საავტომობილო მაგისტრალი. ამ მონაკვეთზე ტერასა 470 მ-დან 475 მ-მდე ვრცელდება, მისი სიგანე დაახლოებით 200 მ-ია, ხოლო ზედაპირის დახრილობა (4-10)°-ია, შემდგომ მესამე ტერასა ვრცელდება წიწამურის მიდამოებში 475 მ-დან 500 მ-მდე. ეს მონაკვეთი საკმაოდ განიერია რაც შეადგენს დაახლოებით 500-600 მ-ს. დაფარულია ძირითადად ხელოვნური ნარგავებით და ბუჩქნარით. მესამე შენაკადის ზემოთ ეს ტერასა გაიდევნება დაახლოებით 1,5 კმ-ის მანძილზე, საშუალო სიგანით 400-500 მ. აქ გადის საავტომობილო მაგისტრალი, რომელიც გადადის ხიდზე, ჰიპსომეტრიულად ეს ტერასა ვრცელდება 530 მ-დან 545 მ-მდე. ეს მონაკვეთი დაფარულია ქარსაცავი ხელოვნური ზოლებით და მდელოს ბალახეული მცენარეულობით. მდინარის ზემო წელის მიმართულებით მესამე ტერასა ფრაგმენტის სახით გრძელდება 495 მ-დან 510 მ-მდე დაახლოებით 2 კმ-ის მანძილზე, საშუალო სიგანით 150-200 მ.

ჭალისზედა მესამე ტერასა სოფ. საგურამოს სამხრეთით 20-25 მ სიმაღლისაა [9]. ამ ტერასაზე ხელოვნურად გაშიშვლებულ უბანზე კარგად ჩანს თიხნარის, რიყნარისა და ნამარხი ნიადაგის მორიგეობა (ნახ. 11).

ყურადსაღებია ინფორმაცია ამ ტერასაზე არქეოლოგიური გათხრების შესახებ, რომლის მიხედვით მატერიალური კულტურის ნაშთები აღმოჩენილ იქნა 10-12 მ-ის სიღრმეზე, ქვედა თიხნარიან ჰორიზონტში [23].



ნახ.11. არაგვის მარცხენა ნაპირზე, სოფ. საგურამოსთან არსებული სქემატური გეოლოგიური ჭრილი. 1 – ნიადაგი, 2 – თიხნარი, 3 – ალუვიონი, 4 – ნამარხი ნიადაგი, 5 – რიყნარი, 6 – მიო-პლიოცენური ნალექები (კონგლომერატები, თიხები და ქვიშაქვები). (დ. წერეთლის მიხედვით).

მეოთხე ტერასა იწყება არგვის მტკვართან შეერთების მიდამოებში 465 მ. სიმაღლეზე და ვრცელდება დაახლოებით 510 მ-მდე. პირველ შენაკადამდე ტერასის ზედაპირი მოვაკებულია და ტყეს მოკლებული, დახრილობა (5-10)°-ია. პირველ და მეორე შენაკადებს შორის მისი ჰიპსომეტრია შეადგენს 470-480 მ. მეორე შენაკადის წყალღმა მესამე შენაკადამდე მეოთხე ტერასა იჭერს 500-515 მ ინტერვალს. იგი ძირითადად დასახლებულია და ხელოვნური ნარგავებით არის დაფარული. მისი დახრილობა (10-15)°-ია. მესამე შენაკადის ზემოთ მეოთხე ტერასა ვრცელდება 510 მ-დან 560 მ სიმაღლეზე. მისი ზედაპირის დახრილობა (5-10)°-ია. ეს მონაკვეთი საგურამოს ნაკრძალის ტერიტორიაზე მდებარეობს და ძირითადად ტყიანი მასივით არის გადაფარული. ამ მონაკვეთზე მისი საშუალო სიგანე 400-500 მ-ია, ხოლო სიგრძე კი \_ 1-1,5 კმ-ს შეადგენს. გარკვეული მანძილის შემდეგ მეოთხე ტერასა ისევ გრძელდება 500 მ-დან 590 მ-ის ჰიპსომეტრულ საფეხურზე. ეს ტერიტორია დახრილია 15°-იანი კუთხით და მასზე მუხნარ-რცხილნარიანი ტყე არის წარმოდგენილი.



მეოთხე 40-50 მეტრიანი ტერასა, რომელზეც მდებარეობს სოფ. საგურამო, დაქანებულია არაგვისაკენ. ტერასა გადაფარულია დელუვიური რიყნარით, ხოლო ალუვიური კი, დაფიქსირებულია შურფებში 4-5 მ სიღრმეში.

არაგვის მარჯვენა მხარეზე, ე. მცხეთის მიდამოებში დაახლოებით 300 მ-ის სიგანეზე და 2 კმ-ის სიგრძეზე გამოიყოფა პირველი ტერასა, რომელიც აბსოლუტურად მოვაკებულია და ვრცელდება 445-448 მ-ის სიმაღლეებს შორის. ეს ტერასა ბებრისციხემდე აღწევს, ხოლო შემდგომ ვიწრო ზოლად გაუყვება მდინარის სანაპიროს 500-ის მანძილზე, ისევ ფართოვდება და ძირითადად პლაჟის სახითაა წარმოდგენილი, არაგვის პირველი ხიდის ზემოთ, პირველი ტერასის ფრაგმენტებია შემორჩენილი 465 მ-დან 475 მ-მდე ფარგლებში. მონაკვეთზე, ძირითადად, დრენაჟული სისტემაა მოწყობილი და მცენარეული საფარი არ არის.

მცხეთა ძირითადად მეორე ტერასაზე მდებარეობს და გაწოლილია ბებრისციხემდე, დაახლოებით 1,6 კმ-ის სიგრძეზე. განი კი საშუალოდ 500 მ-ია. ბებრისციხესთან ტერასა წყდება. ჰიპსომეტრიულად იგი 445 მ-დან 465 მ-მდეა. ბებრისციხიდან ჩრდილოეთით დაახლოებით 400 მ-ის მანძილზე მეორე ტერასა არ დაიკვირვება. იგი გრძელდება ახალი მცხეთის ტერიტორიაზე 1,5 კმ-ზე საშუალო სიგანით 300-400 მ. ჰიპსომეტრიულად იგი იჭერს 452 მ-დან 460 მ-მდე მონაკვეთს. ზედაპირის საშუალო დახრილობა დაახლოებით 15°-ია. მეორე შენაკადის ზემოთ, ტერასა გრძელდება ფრაგმენტის სახით სოფ. ნატახტრის ქვედა ნაწილის მიდამოებში დაახლოებით 800 მ-ის სიგრძეზე და 200 მ-ის განზე. ჰიპსომეტრიულად ეს მონაკვეთი 485 მ-დან 520 მ-მდე თავსდება და ძირითადად დასახლებულია. მდინარის ზემო წელის მიმართულებით მეორე ტერასა ვრცელდება საკმაოდ დიდ ფართზე, საშუალო განით 1,5-2,0 კმ და წარმოდგენილია ჰიპსომეტრიული საფეხურით 480 მ-დან 505 მ-მდე. ეს ტერიტორია ძირითადად დაფარულია ხელოვნური ნარგავებით, ფრაგმენტალურად ბუჩქნარით. მასზეა განლაგებული ნატახტარის წყალსადენის სისტემით.

მესამე ტერასა ჰიპსომეტრიულად იწყება 460 მ-ის სიმაღლიდან 520 მ-მდე. ეს ჰიპსომეტრიული საფეხური წარმოდგენილია მცხეთის ზემოთ, ხოლო მდინარის ზემო წელის მიმართულებით იგი ჰიპსომეტრიულად ადის 570 მ-მდე. მესამე ტერასა მდინარის გასწვრივ გაწოლილია დაახლოებით 4-4,5 კმ-ის მანძილზე, საშუალო

სიგანით 1 კმ. იგი ტყის მცენარეულობით არის დაფარული, კერძოდ მუხნარ-რცხილნარით. ზედა ნაწილში წარმოდგენილია დასახლება ახალი მცხეთა და ნატახტარის ქვედა ზონა, ტერასის დახრილობა საშუალოდ (15-20)°-ია. ეს ტერასა ვრცელდება (510-560) მ-იან იზოჰიპსებს შორის. შემდეგ კი მეორე ტერასას ერწყმის.

არაგვის მარჯვენა ნაპირზე განვითარებულია ჭალისზედა პირველი (2-3 მ) და მეორე (8-10 მ) ტერასები. შესართავიდან მდინარის აღმა, სოფ. წითელსოფლამდე მეორე ტერასა განიერია და სოფ. ჟინვალთან უკვე 500-1000 მ-ს აღწევს. ამჟამად არაგვის ამ ტერასაზე განლაგებული ძირითადი დასახლებული პუნქტები. ტერასა ერწყმის უშუალოდ მუხრანის ველს. ჭალისზედა პირველ ტერასაზე სოფ. ნატახტართან ალუვიური ნალექების სიმძლავრე 9-12 მ-ის ფარგლებში მერყეობს და აგებულია წვრილმარცვლოვანი კენჭნარით, რომლებიც ნატახტარის ცნობილი წყაროების წყალშემცველ შრეებს წარმოადგენენ.

არაგვის მარჯვენა მხარეს, წიწამურიდან მცხეთამდე, დაიკვირვება კიდევ ორი ტერასა. პირველი ჭალისზედა ტერასა სამთავროს არქეოლოგიური გათხრების რაიონში 4-5 მ-ის სიმაღლეზეა და დაქანებულია სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ. ალუვიური რიყნარი გადაფარულია დელუვიონით. მეორე ჭალისზედა ტერასა განლაგებულია ბებრისციხის ნანგრევებსა და ღართისკარის ხრამს შორის.

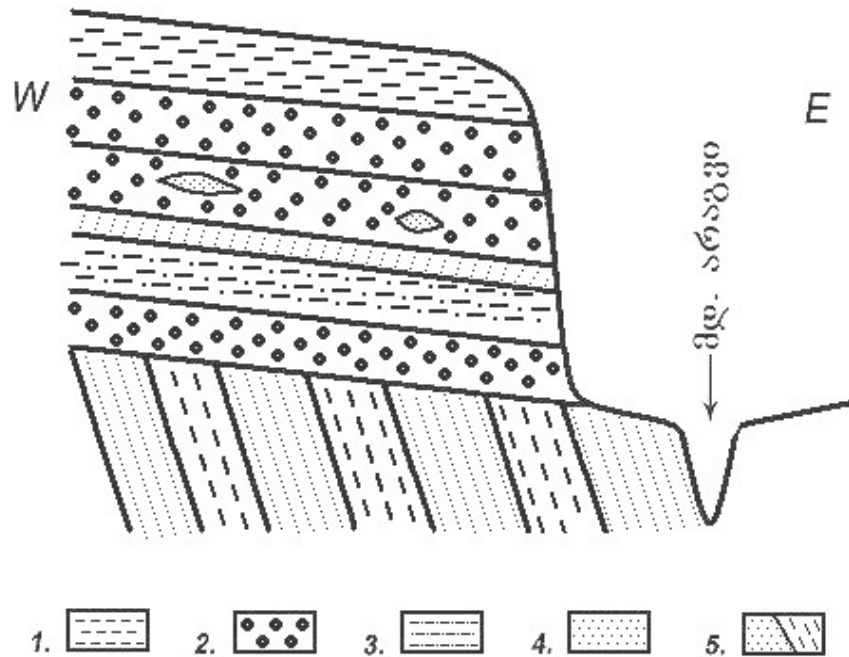
არაგვის ხეობაში, ვერტიკალურ ჭრილში, გაშიშვლებულია ჩრდილო-აღმოსავლეთისაკენ 20-25°-იანი კუთხით დაქანებული მიო-პლიოცენური ქვიშაქვები და თიხები. ამ შრეებს ჰორიზონტულად ადევს 3-5 მ სიმძლავრის არაგვის ალუვიური რიყნარი ე.წ. ღართისკარის კონგლომერატები (ნახ. 12).

პროლუვიური რიყნარი თავის მხრივ გადაფარულია ლიოსისებრი თიხნარით, რომელიც 8-10 მ და ზოგან უფრო მეტი სიმძლავრისაა. ეს ქანები მექანიკური თვისებების გამო, წარმოადგენს აგურისა და კერამიკის წარმოების ნედლეულს.

რაიონის რელიეფურ-მორფოლოგიური თავისებურება მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ადამიანის განსახლებაში. ამ მიმართულებით ბუნებრივი ტერასების არსებობა ერთ-ერთი ხელშემწყობი პირობაა.

მეოთხეული ნალექები, რომელიც საკვლევ ტერიტორიაზე ალუვიურ ტერასებზეა წარმოდგენილი, არაგვის ქვემო დინების ხეობის ტერიტორიაზე, განლაგებულია ცალკეულ შეზღუდულ უბნებზე.

ლიოსისებური ნალექების სიმძლავრე არაგვის ხეობის ზოგიერთ უბანზე აღწევს 10-15 მ-ს. ბებრისციხის ნანგრევებსა და ღართისკარის ხრამს შორის, ჭალისზედა მეორე ტერასაზე 10-15 მ-ის სიმძლავრის თიხნარი უშუალოდ ადევს ალუვიურ რიყნარს. ყვითელი ფერის ლიოსისებრ თიხებში ჩანს შრეებრიობა, იქვე გვხვდება ქვიშებისა და კენჭნარის ლინზები. ამ ტერიტორიაზე ლიოსისებური თიხების დათარიღებისათვის საინტერესოა ის ფაქტი, რომ 10-12 მ-ის სიღრმეზე გამოვლენილია ცეცხლის კერა (ნახანძრალი), რომელიც ბრინჯაოს ეპოქის წინა დროს მიეკუთვნება [23].



ნახ.12. არაგვის მარჯვენა ნაპირზე, ბებრისციხის მიდამოებში არსებული სქემატური გეოლოგიური ჭრილი. 1 – ლიოსისებრი თიხები, 2 – კონგლომერატები, 3 – თიხამიწა, 4 – ქვიშა, 5 – სარმატული ქვიშები და თიხები (დ. წერეთლის მიხედვით).

საგურამოს მიდამოებში მესამე ტერასაზე, რომელიც 25-30 მეტრით მაღლაა მდინარის დონიდან, ლიოსისებრი თიხების სიმძლავრე 3-4 მ-ია, თანაც ისინი განლაგებული არიან ალუვიურ რიყნარზე და თავზეც ანალოგიური შედგენილობის ნალექები ადევს.

არაგვის მარცხენა ნაპირზე ფლატეა, მცირე სიმძლავრის ალუვიური ნალექებით, იგივე ნალექებია მდინარის მარჯვენა მხარეს – მტკვრის და არაგვის შესაყარიდან ბებრისციხემდე. დასავლეთით ქსნის ხეობამდე მდელს ყავისფერი ნიადაგებია გავრცელებული. ახალი მცხეთა ლიოსისებურ ყავისფერი კარბონატული ტიპის ნალექებზეა განლაგებული. მუხრანის დაბლობზე ძირითადად ლამიანი ნიადაგებია წარმოდგენილი, რომლებიც გადადის მდ. არაგვის მარცხენა მხარეს. საგურამოს ვაკეზე მდინარეების შესართავთან, ჯვრის ფერდობის ძირში გავრცელებულია ყავისფერი ნიადაგები. ეს ნალექები, ოღონდ გამოფიტული, გვხვდება საგურამოს გზის გადასახვევიდან ჩრდილოეთით (ჟინვალამდე) ფერდობზე, რომლებიც უფრო ზევით (აღმოსავლეთისაკენ), თიანეთის მხარეს, ე.წ. არამამლარი ყომრალის ტიპის მჟავე ნიადაგებით იცვლება. სიმძლავრე 130-140 სმ-ია. ყავისფერი ნიადაგები ხელსაყრელია მიწათმოქმედებისთვის, მათ ქვემოთ რიყნარის ფენაა. სოფლის მეურნეობის ძირითადი პროდუქტი იყო და არის მარცვლეული კულტურები. აქ მისდევდნენ აგრეთვე მევენახეობასა და მებოსტნეობას. როგორც არქეოლოგიური დაზვერვებით ირკვევა, არაგვის მარცხენა სანაპიროზე განლაგებული იყო მტკვარ-არაქსის ეპოქის (ძვ. წ. III ათასწლეული) ნამოსახლარები. იქ მცხოვრებთა ძირითადი საქმიანობა დაკავშირებული იყო მიწათმოქმედებასთან. ამაზე მეტყველებს აგრეთვე, ჟინვალის არქეოლოგიური ექსპედიციის მიერ გათხრილი ჩინთის ნამოსახლარი (ძვ. წ. IV ათასწლეული), სადაც ადრესამიწათმოქმედო კულტურისათვის დამახასიათებელი მასალები აღმოჩნდა.

მცენარეული საფარი არაგვის მარცხენა ნაპირზე მდინარის ჭალაში ნაკლებადაა განვითარებული. ჭალისზედა პირველ ტერასაზე არის ხელოვნური ნარგავები (ქარსაცავი ზოლები, რომლებიც ამჟამად ზოგიერთ უბანზე გაჩეხილია), ბუჩქნარიანი ზოლები და, აგრეთვე, მდელს ბალახეული მცენარეული საფარი. მეორე ტერასა მტკვარ-არაგვის ხერთვისთან ტყეს მოკლებულია, ხოლო შემდეგ საგურამოსკენ მუხნარ-რცხილნარი ტყით არის დაფარული.

არაგვის მარჯვენა ნაპირზეც, ჭალაში მცენარეული საფარი ნაკლებადაა გავრცელებული. ჭალისზედა პირველ ტერასაზე ხელოვნური ნარგავებია და ფრაგმენტურად გვხვდება ბუჩქნარი. მმერე ტერასა ასევე ტყის მცენარეულობით – მუხნარ-რცხილნარით არის დაფარული.

წყალი ადამიანის განსახლებისათვის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა. გარშემო მაღალი მთების არსებობა, გეოლოგიური ჭრილის თავისებურება, სადაც ზედა ჰორიზონტები წარმოდგენილია წყალგამტარი კონგლომერატებითა და ქვიშაქვებით, ხოლო საგებში წყალგაუმტარი თიხებია, ქვედა ტერასებზე და ჭალის პირა უბნებში აპრობებს განტვირთვის არეებს – წყაროების გაჩენას. გარდა ამისა, ადრეული დასახლებები ამ რაიონში, როგორც ჩანს, ფართოდ იყენებდნენ მილგაყვანილობას წყალმომარაგებისათვის. ძველად დასახლებულ ტერასებზე მიკვლეული წყალგაყვანილობის სისტემა იძლევა იმის საფუძველს, ვივარაუდოთ, რომ სასმელი წყლით უზრუნველყოფილი იყო, როგორც ძველი დედაქალაქის საკუთრივ მცხეთის, ასევე სხვა უბნებიც [2, 3]. სოფ. სხალთიდან წყალი თიხის მილებით პირდაპირ შედიოდა სვეტიცხოველში, ამის გარდა ტაძარში არის ჭა, რომლის წყალიც ქიმიური შედგენილობით განსხვავდება არაგვისა და მტკვრის წყლისაგან. არმაზციხე-ბაგინეთი მარაგდებოდა წყლით სოფ. კარსნიდან.

არაგვი წარმოადგენს რაიონში ერთ-ერთ სანაოსნო არტერიას, რომელიც ძირითადი საშუალება იქნებოდა როგორც გადაადგილებისათვის, ისე სამეურნეო (სამელიორაციო) საქმიანობისათვის, თუმცა ყოველივე ეს ადგილობრივი მასშტაბის ქმედებისანი უნდა ყოფილიყო.

#### 4. 2. არქეოლოგიურად პერსპექტიული ტერიტორიების გამოცალკეება გეოფიზიკური კვლევებისათვის

არქეოლოგიური ძეგლები არაგვის მარჯვენა ნაპირზე ძირითადად განთავსებულია ჭალისზედა პირველ და მეორე ტერასაზე. ძველი მცხეთის და სამთავროს ველის, მცირე სიმძლავრის ალუვიურ ნალექებში, მრავალი არქეოლოგიური ძეგლია აღმოჩენილი. ტერიტორია ბებრისციხიდან ღართისკარამდე, სადაც გავრცელებულია ლიოსისებური ნალექები, არქეოლოგიურად ნაწილობრივია შესწავლილი. მიქ მოსალოდნელია ძეგლების არსებობა მიწისქვეშ, რომელთა გამოსავლენად აუცილებელია გეოფიზიკური კვლევების ჩატარება. ბებრისციხიდან ჩრდილო-დასავლეთით მდებარეობს ნარეკვავის უბანი, სადაც ნამოსახლარი და სამაროვანია აღმოჩენილი [65]. უფრო ჩრდილოეთით განლაგებულია მუხრანის დაბლობი ლამიანი სამიწათმოქმედო ნიადაგებით.

არაგვის მარცხენა ნაპირზე, შესართავიდან წყალალმა, გავრცელებულია ყავისფერი ნიადაგები, რომელთაც დასაბამიდან სასოფლო-სამეურნეო მიწებისთვის იყენებდნენ. ამის დასტურია წიწამურის ველზე აღმოჩენილი ძველი სადრენაჟე არხების სისტემები [23]. ღართისკარსა და არაგვის მარცხენა სანაპიროზე, არსებული გალავნის მიდამოებში, გამართლებულია კვლევების ჩატარება გეოფიზიკური მეთოდებით. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, არქეოლოგიური ობიექტების გამოვლენის მიზნით საჭიროდ მიგვაჩნია ჩატარდეს მოკვლევითი ხასიათის გეოფიზიკური სამუშაოები არაგვის როგორც მარჯვენა, ასე მარცხენა მხარეს. გამოვლენილი ანომალური უბნები შემდგომში შესწავლილ უნდა იქნას დეტალური ძიებით. კვლევის პირველ ეტაპზე საჭიროა გამოყენებული იქნას მაგნიტომიებისა და ელექტრომიების კომპლექსი, ხოლო დეტალური სამუშაოების დროს – დამატებით სეისმომიებისა და ბირთვული გეოფიზიკის მეთოდები.

## **თავი 5. არქეოლოგიური ძეგლებით გამოწვეული გეოფიზიკური ველების ინტერპრეტაცია მცხეთისა და დმანისის რაიონებში**

5. 1. არქეოგეოფიზიკური კვლევები აკროპოლის არმაზციხე-ბაგინეთის უბანზე

### *5.1.1. ტერიტორიის გეოგრაფიულ-გეოლოგიური და არქეოლოგიური დახასიათება*

ბაგინეთში, ქართლის მთის ჩრდილო-აღმოსავლეთ კალთაზე, მდინარე მტკვრის მარჯვენა მხარეს საკმაოდ ფართო და გრძელი ტერასები გამოიყოფა, რომელიც დაახლოებით 30 ჰექტარზე ვრცელდება (სურ. 4)



სურ. 4. არმაზციხე-ბაგინეთის ტერიტორია, ხედი აღმოსავლეთიდან.

არმაზციხე-ბაგინეთის ეს განუყოფელი არქეოლოგიური ძეგლი, საქართველოს ძველი დედაქალაქის აკროპოლისი მკვლევართა ყურადღებას (დ. ბაქრაძე, ე. თაყაიშვილი), ჯერ კიდევ XIX საუკუნის 80-იანი წლებიდან იპყრობდა. დიდი ქართველი მწერლისა და საზოგადო მოღვაწის ი. ჭავჭავაძის შემწეობით გაუთხრიათ კიდევ ერთადერთი მიწისზედა ნაგებობის ნანგრევები [2, 14]. აღნიშნულ ობიექტზე მიზანმიმართული არქეოლოგიური სამუშაოები გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან იწყება. 40-იან წლებში ივ. ჯავახიშვილისა და ს. ჯანაშიას ხელმძღვანელობით განხორციელებული არქეოლოგიური გათხრების შედეგად გამოვლენილი იქნა სამეფო რეზიდენციის კომპლექსის ნაგებობანი – ძვ. წ. IV საუკუნის სვეტებიანი დარბაზი, რომელიც მშრალად ნაწყობი ქვებითაა ნაგები, სამეფო აკლდამის ნანგრევები, მთლიანი ქვისაგან გამოთლილი სარკოფაგი – მეფის ასულის სამარხი ახ. წ. II საუკუნისაა, რომელშიც დიდძალი ოქროსა და ვერცხლის ნივთები, მონეტები და სამკაული აღმოჩნდა. გამოვლინდა სამეურნეო ნაგებობათა და წყალსადენის ნაშთები, ანტიკური ხანის აბანოები და სხვ. არმაზციხე-ბაგინეთზე არქეოლოგიურად ტერიტორიის მცირე ნაწილია შესწავლილი. ჩამოთვლილი ძეგლები ანტიკური ხანის საქართველოში სამშენებლო ტექნიკისა და მშენებლობის ხელოვნების საკმაოდ მაღალ დონის მაჩვენებელია. ირკვევა, რომ ციხე-ქალაქის მშენებლობის ადრინდელ საფეხურზე უმთავრეს სამშენებლო მასალას ქვა და ალიზ-აგური წარმოადგენდა [3].

არქეოლოგიური კვლევის შედეგებმა საქართველოს ისტორიას მრავალი საინტერესო ფურცელი შესძინა.

საკვლევ უბანზე დღიურ ზედაპირზე გამეჩხერებული, დაბალი ბალახის საფარია წარმოდგენილი. ცნობილია, რომ ქვის კედლების თავზე და კერამიკის თავმოყრის ადგილებზე, რომლებიც ღრმად არ არის განლაგებული (ჩამარხულნი), სწორედ ასეთი სახით გვხვდება მცენარეული საფარი [82].

ბაგინეთში აღმოჩენილია სამი ერთმანეთის მომდევნო კულტურული ფენა: ქვედა – უძველესი ქალაქისაა და ძვ. წ. IV-III საუკუნეებს მიეკუთვნება. შუა ფენი – ძვ. წ. III-I სს, ხოლო ზედა – ახ. წ. I და მომდევნო საუკუნეებს (მცხეთის დედაქალაქობის ხანის დასასრულამდე) პასუხობს.

აქ წარმოდგენილია შუა ეოცენის ასაკის ნალექები, – ტუფობრექჩიები, კონგლომერატები, ქვიშაქვები. მთის აღმოსავლეთ ფერდზე, ზედა ნაწილში გამოიშვლებულია ტუფობრექჩიები, ხოლო ქვედა ნაწილში, სადაც ფერდობის დაქანება დაახლოებით (5-7)°-ია აღმოსავლეთისაკენ, ტუფებს თავზე ადევს თიხების ფენი, ხოლო მტკრისაკენ ჭრილში მკაფიოდ ჩანს კონგლომერატების შრეები.

#### *5. 1. 2. ჩატარებული გეოფიზიკური კვლევები და მიღებული ანომალიების სადაზვერვო თხრილებით შემოწმების შედეგები*

საქართველოში არქეოგეოფიზიკური კვლევების რამდენიმე წლიანი იძულებითი პაუზის შემდეგ 1999 წლიდან კვლავ აღსდგა შემოქმედებითი თანამშრომლობა გეოფიზიკოსებსა და არქეოლოგებს შორის, როდესაც აკად. ა. აფაქიძისა და გ. ტაბალუას ინიციატივით, მცხეთის რაიონში სხვადასხვა არქეოლოგიურ ობიექტებზე სისტემური და კომპლექსური სამუშაოები დაიწყო. მასში მონაწილეობას ღებულობდნენ მ. ნოდისა გეოფიზიკის ინსტიტუტის ლაბორატორიის (ხელმძღვანელი გ. ტაბალუა), ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიების გეოფიზიკური მეთოდების კათედრისა (გამგე აკად. წ/კ. თ. ჭელიძე) და არქეოლოგიური ძეგლების გეოფიზიკური მეთოდებით შემსწავლელი ს/კ ლაბორატორიის (ხელმძღვანელი გ. ქუთელია) თანამშრომლები. სავლელ სამუშაოების დაგეგმვასა და არქეოლოგიური მონაცემების უზრუნველყოფაში (პარამეტრული თხრილების გატარება, მათი აღწერა)



მონაწილეობდნენ მცხეთის არქეოლოგიის ინსტიტუტის (ხელმძღვანელი ა. ავაქიძე) თანამშრომლები.

არქეოგეოფიზიკურ კვლევებს არმაზციხე-ბაგინეთის არქეოლოგიურ ობიექტზე საფუძვლად დაედო ძიების ჩამოყალიბებული კომპლექსური მეთოდის, რომელიც ეყრდნობა მრავალი წლის განმავლობაში საქართველოში სხვადასხვა სფეროში მიღებულ გამოცდილებას, როგორცაა: მადნეული საბადოების ძიება, საინჟინრო გეოფიზიკა, ჰიდროგეოფიზიკური, არქეოგეოფიზიკური გამოკვლევები და ა. შ.

საკითხები, რომელთა გადაწყვეტა ამ მეთოდითაა გათვალისწინებული, როგორც სავლე სამუშაოების ჩატარებამდე, ისე უშალოდ დაკვირვებების პროცესში შემდეგია:

1. გეოფიზიკური კვლევებისათვის გამიზნული არქეოლოგიური ინფორმაციის მოპოვება, შესწავლა და გაანალიზება.

2. ძიების გეოფიზიკურ-გეომორფოლოგიური კრიტერიუმების ჩამოყალიბება და გამოყენება.

3. საკვლევი ობიექტის ნორმული საინჟინრო-გეოფიზიკური ჭრილის დადგენა და არქეოლოგიური ძეგლების (კულტურული ფენების) ფიზიკური პარამეტრების განსაზღვრა წოლის ბუნებრივ პირობებში.

4. კონკრეტული გეოფიზიკური ამოცანების ჩამოყალიბება, შესაბამისი დაკვირვების მეთოდისა და ქსელის დადგენა.

5. არქეოლოგიური ობიექტის ჰიდროგეოლოგიური პირობებისა და გაწყლიანების ხარისხის გარკვევა.

6. ცალკეული არქეოლოგიური ძეგლისათვის საძიებო გეოფიზიკური კრიტერიუმების დადგენა.

7. გეოფიზიკური აგეგმვის შედეგად მიღებული მასალების საფუძველზე არქეოლოგიურად პერსპექტიული ანომალური უბნების გამოყოფა.

8. გამოყოფილ უბნებზე ანომალიის გამომწვევი არქეოლოგიური მიზეზების დასადგენად პარამეტრული თხრილების გატარება.

9. არქეოლოგიური ძეგლების (კულტურული ფენების) მიწისქვეშა განაწილების სქემების შედგენა. არქეოლოგიური ძეგლების საძიებო გეოფიზიკური კრიტერიუმების

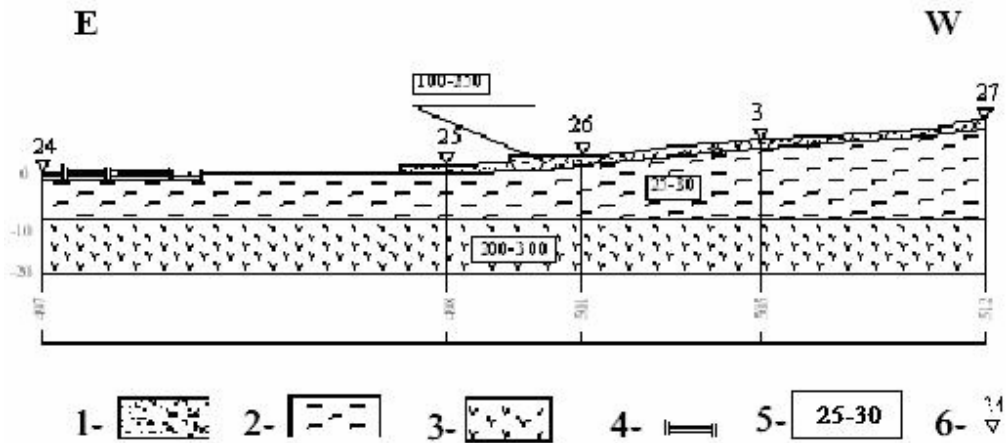
განზოგადება ანალოგიური გეოლოგიურ-არქეოლოგიური აგებულების მქონე რეგიონებისათვის.

ჩვენს მიერ წინააღმდეგობის მეთოდით ჩატარებულ იქნა ელექტროდიებითი სამუშაოები, კერძოდ ელექტროპროფილირება სხვადასხვა გაშლებით და ვერტიკალური ელექტრული ზონდირება (ვეზ), ხოლო რაც შეეხება მაგნიტომიებას, ელექტროფიცირებული რკინიგზის გამო იგი ვერ განხორციელდა.

ელექტრომიებისას გამოყენებული იყო ისრიანი ავტომატური ელექტროკომპესატორი «АЭ-72», რომლის სამუშაო სქემაში გამოყენებულია ტრანზისტორული გამაძლიერებელი [91]. მმუდმივი დენის წყაროდ გამოყენებული იყო მშრალი ანოდური ბატარეები, სადენებად კი – საველე სატელეფონო კაბელი.

არქეოლოგიურ ობიექტზე ელექტროსადიებო მეთოდის ეფექტური გამოყენების მიზნით საჭიროა მნიშვნელოვანი ყურადღება დაეთმოს საკვლევ ტერიტორიაზე ელექტროწინაღობათა ფონური მნიშვნელობის განაწილების შესწავლას. ეს მონაცემები მნიშვნელოვან ინფორმაციას შეიცავს გეოელექტრული ჭრილების თავისებურების შესახებ და შეიძლება წარმატებით იქნას გამოყენებული, როგორც დაკვირვებათა მასალის სრულყოფილი ინტერპრეტაციისათვის, ასევე არქეოლოგიური მიზნებისთვისაც.

ობიექტის ზოგადი გეოელექტრული ჭრილის დახასიათებისა და საძიებო კრიტერიუმების დადგენის მიზნით ჩატარებულ იქნა ვერტიკალური ელექტრული ზონდირება 40-მდე პუნქტში. მიღებული მონაცემების ინტერპრეტაციის შედეგად აგებული იქნა გეოელექტრული ჭრილი, ხოლო I, II და III ტერასების რაიონში განედური მიმართულებით ჩატარდა დეტალური აგეგმვა ელექტროპროფილირების მეთოდებით (ნახ. 13).

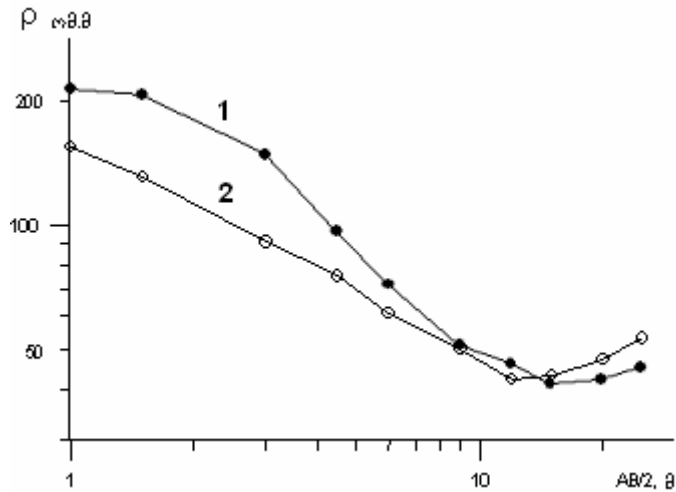


ნახ. 13. არმაზციხე-ბაგინეთის ტერიტორიის გეოელექტრული ჭრილი. 1-ნაყარი; 2-თიხები; 3-კონგლომერატები, ზედა ეოცენის ტუფები ტუფქვიშაქვები; 4-არქეოლოგიური ძეგლები; 5-ხვედრითი ელექტრული წინაღობა; 6-ვეზ-ის წერტილები.

ჭრილში პირველი ელექტრული ჰორიზონტი წინააღობით 100-250 ომმ შეესაბამება ნაყარ ფენს, რომლის სიმძლავრე პროფილის გასწვრივ 1-2 მ-ის ფარგლებში მერყეობს. მეორე ჰორიზონტი წარმოდგენილია თიხებით, რომელთა წინააღობა 25-30 ომმ-ია. მათი სიმძლავრე II და III ტერასების ფარგლებში 10-15 მ-ს აღემატება. დასავლეთის მიმართულებით, თხემისაკენ, თუ გავითვალისწინებთ მათ მოსალოდნელ სუბაერულ წარმოშობას, ისინი მკვეთრად უნდა ისოლებოდეს. ამავე მიმართულებით ისოლება, ალბათ, გეოელექტრულ ჭრილში წარმოდგენილ მდინარეული კონგლომერატებიც.

III გეოელექტრული ჰორიზონტი წარმოდგენილია მდინარეული კონგლომერატებით (3-4 მ), რომელსაც სიღრმეში აგრძელებს ზედა ეოცენის ტუფები და ტუფქვიშაქვები. მათი წინააღობა 200-300 ომმ-ის ფარგლებში მერყეობს.

არქეოლოგიური ძეგლების არსებობა მოსალოდნელია I და II ჰორიზონტების საზღვარის მიდამოებში. მათი წინააღობა წოლის ბუნებრივ პირობებში ვერტიკალური ელექტრული ზონდირების მონაცემებით ვეზ №6 და ვეზ №7 (ნახ. 14) უნდა იცვლებოდეს 80-120 ომ.მ-ის ფარგლებში. ამგვარად, ნახ. 15-ზე წარმოდგენილი მრუდები QH ტიპისაა, რომელიც არ არის ხელსაყრელი მე-2 ჰორიზონტის (არქეოლოგიური ძეგლის) რაოდენობრივი დახასიათებისათვის (ვერტიკალური საზღვრების დადგენის მიზნით).



ნახ. 14. ვეზ-ის მრუდები: 1 – ვეზ7; 2 – ვეზ6.

თუ წარმოდგენილი გეოელექტრული ჭრილი არ იძლევა საშუალებას ზონდირების მრუდებზე მკვეთრად იქნას გამოყოფილი სიღრმეში არსებული კულტურული ფენი, იგი ხელსაყრელად შეიძლება ჩაითვალოს ელექტროპროფილირების მეთოდების ეფექტური გამოყენებისათვის. დაკვირვებათა მრუდებზე  $\rho$  წინაღობის მნიშვნელობის მკვეთრი მომატება პროფილების გასწვრივ უშუალოდ უნდა უკავშირდებოდეს კულტურული ფენის არსებობას. ეს ნიშანი შეიძლება ჩაითვალოს ელექტროპროფილირებით არქეოლოგიური ძეგლების გამოვლენის ერთ-ერთ კრიტერიუმად.

გეოელექტრულ ჭრილში (ნახ. 13) დასავლეთის მიმართულებით, როგორც აღნიშნული იყო, თიხები და კონგლომერატები უნდა ისოლებოდეს. აქედან გამომდინარე, უნდა ვივარაუდოთ, რომ მოსალოდნელი არქეოლოგიური ძეგლები ზედა ტერასებზე შესაძლოა განლაგებული იყოს უშუალოდ მაღალი წინაღობის ტუფებსა და ტუფქვიშაქვებზე (მესამე გეოელექტრული ჰორიზონტი). ეს გარემოება მკვეთრად შეცვლის გეოელექტრული ჭრილის «ხელსაყრელობას» და შესაბამისად, ძიება ამ უბანზე განსხვავებული მეთოდიკით უნდა წარიმართოს.

იმ ამოცანებიდან, რომლებიც შეიძლება დასმულიყო გეოფიზიკური სავსე დაკვირვების დროს არმაზციხე-ბაგინეთის ობიექტზე, პირველ რიგში გამოიყო შემდეგი: უნდა შეგვესწავლა ელექტროწინაღობის მეთოდების ეფექტურობა და რეგიონალურ პროფილებზე დაკვირვებით გამოგვეყო ის ანომალიები, რომლებიც დაკავშირებული იქნებოდა მიწისქვეშა დიდი ზომის არქეოლოგიურ ნაგებობებთან (ძეგლებთან).

ამასთან, წინასწარ ვუშვებდით, რომ საქმე გვექნებოდა არა შენობის კედლების ცალკეულ ნარჩენებთან, არამედ ერთიან ზონასთან, რომელიც გარდა კედლისა, მოიცავდა ჩამონგრეულ მასალას. შესაბამისად, მოსალოდნელი ელექტრული ანომალიები სავარაუდოდ ფართობული გავრცელების უნდა ყოფილიყო.

კვლევის ძირითად მეთოდად გამოყენებული იყო ელექტროპროფილირების სხვადასხვა მოდიფიკაცია. ცალკეული ფორმაციების ელექტრული პარამეტრების შესწავლის მიზნით ჩატარებულ იქნა პარამეტრული ვერტიკალური ელექტრული ზონდირება. ელექტრული პროფილირებისათვის მკვებავი ელექტროდების ოპტიმალურ გაშლად შერჩეულ იქნა 3; 6 და 12 მ.

კვლევის ამოცანიდან გამომდინარე, პროფილებს შორის მანძილად ძირითადად 2 მ. შეირჩა, რომელიც ცალკეულ შემთხვევაში იზრდებოდა 5 მ-მდე, ხოლო დეტალური აგეგმვის დროს კი მცირდებოდა 1 მ-მდე. უნდა აღინიშნოს, რომ საკვლევ ობიექტზე არსებული ხშირი ბუჩქნარი ართულებდა ანომალურ უბნებზე სადეტალიზაციო და მეთოდური დაკვირვებების დიდი მოცულობით ჩატარებას.

როგორც გამოცდილება გვიჩვენებს, არქეოლოგიურ ობიექტებზე ელექტრული მეთოდების ეფექტური გამოყენების მიზნით, საჭიროა ყურადღება მიექცეს რეგიონის ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესწავლას. უპირველეს ყოვლისა გასათვალისწინებელია გრუნტის წყლის დონის განსაზღვრა, რამდენადაც იგი განსაზღვრავს ობიექტის გაწყლიანების პირობებს, ასევე დასადგენია ზედაპირული წყლების ინტენსივობა და ა. შ. ეს ფაქტორები მნიშვნელოვნად მოქმედებს არქეოლოგიური ნაგებობების ელექტრულ თვისებებზე.

არმაზციხე-ბაგინეთის ობიექტზე გრუნტის წყლის ზედაპირი რამდენიმე ათეული მეტრის სიღრმეზე მდებარეობს. შეზღუდულადაა წარმოდგენილი ზედაპირული წყლებიც. აქედან გამომდინარე, იქმნება ხელსაყრელი ბუნებრივი პირობები გეოელექტრულ ჭრილში არქეოლოგიური ნაგებობების დამაჯერებელი გამოვლინების თვალსაზრისით.

ერთგვაროვან გარემოში (ნაყარი) ზედაპირთან ახლომდებარე არქეოლოგიური ძეგლების ელექტროწინალობის მეთოდებით ძებნა-ძიების ეფექტურობის გაზრდის

მიზნით მნიშვნელოვან მეთოდურ ინტერესს იწვევს ატმოსფერული ნალექების (წვიმის) გავლენის შესწავლა ნაყარ ფენში წინააღმდეგობა გადანაწილებაზე.

ზედაპირთან ახლომდებარე არქეოლოგიურ ობიექტებზე ელექტრომეტრიული მეთოდებით ძიების დროს ყურადღებას იპყრობს ნაყარის ფენში ელექტრული წინააღმდეგობის ( $\rho$ ) პარამეტრის არაერთგვაროვანი განაწილება. არქეოლოგიური ძეგლი, წარმოდგენილი გამომწვარი თიხებით ან კირით შეცემენტებული ქვატეხილებით მცირე ფორიანობის გამო შესაძლოა უფრო დაბალი წყალშემცველობის აღმოჩნდეს, ვიდრე ნაყარის ფენი. ცნობილია, რომ გამომწვარი თიხების ფორიანობა უდრის 6-14%, ხოლო მშენებლობაში გამოყენებული კირისა – 0,3-12%. ასე რომ, გეოელექტრულ ჭრილში არქეოლოგიური ძეგლი, შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც პრაქტიკულად წყალგაუმტარი სხეული, რომელიც მოქცეულია წყალგამტარ ნაყარის ფენში. აორთქლების შედეგად ნაყარის ფენის ის ნაწილი, რომელიც განლაგებულია უშუალოდ არქეოლოგიური ნაგებობების თავზე, უფრო ადვილად გამოშრება ვიდრე მომიჯნავე უბნებზე, სადაც ნაყარის ფენი შედარებით სქელია, ხოლო ქვემდებარე გეოლოგიური ფორმაციები რეალურ გარემოში ხშირად ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ტენის შენარჩუნების თვალსაზრისით. ტენიანობის, და შესაბამისად, ელექტროგამტარებლობის ამგვარი გადანაწილება ნაყარის ფენში შეიძლება საფუძვლად დაედოს ელექტრომეტრიული მეთოდებით მომეტებული წინააღმდეგობის ზონების გამოყოფას, როგორც არქეოლოგიური ძეგლების არაპირდაპირი გზით ძიების კრიტერიუმს. ამასთან, აღნიშნული ფენის კარტირება მომეტებული  $\rho$  წინააღმდეგობის მქონე ზონების გამოსაყოფად, სხვა მეთოდებთან შედარებით, ტექნიკურად ბევრად უფრო მარტივი და ეკონომიურად ხელსაყრელია.

ასევე, ტენიანობის ამგვარი გადანაწილება ზოგჯერ (მოშიშვლებული ზედაპირის, უდაბნოსა და ნახევრად უდაბნოს პირობებში) შეიძლება ვიზუალურად ადვილი შესამჩნევი გახდეს, სადაც გამომშრალი უბნების მოთეთრო ზოლები მიწისქვეშ არქეოლოგიური ნაგებობების ნაშთებს უნდა შეესაბამებოდეს. თუმცა იმ შემთხვევაში, როდესაც მიწის ზედაპირი დაფარულია თუნდაც მცირე მცენარეული საფარით, ასეთი დაკვირვებები შეიძლება უშედეგო აღმოჩნდეს.

ტენიანობის ზემოაღნიშნული გადანაწილება ნაყარსა და არქეოლოგიური ნაგებობების ნაშთების გადამფარავ ფენებს შორის შეიძლება ცხადად აისახოს, მათ ხვედრით ელექტრულ წინაღობებზეც, სადაც ელექტროპროფილირების მრუდების დაბალი მნიშვნელობების ფონზე გადამფარავი ფენი ამ პარამეტრებისათვის მომეტებული მნიშვნელობებით გამოიყოფა. ამასთან ხაზგასასმელია, რომ პირველი შემთხვევის შესაბამისი ვიზუალური დაკვირვება ფიზიკური პროცესების მოკლე პერიოდით უნდა ხასიათდებოდეს და სწრაფად მიღევადი უნდა იყოს, მაშინ, როდესაც მეორე შემთხვევაში წინაღობის გადანაწილების პროცესები მოცულობითია და შედარებით ბევრად ხანგრძლივი.

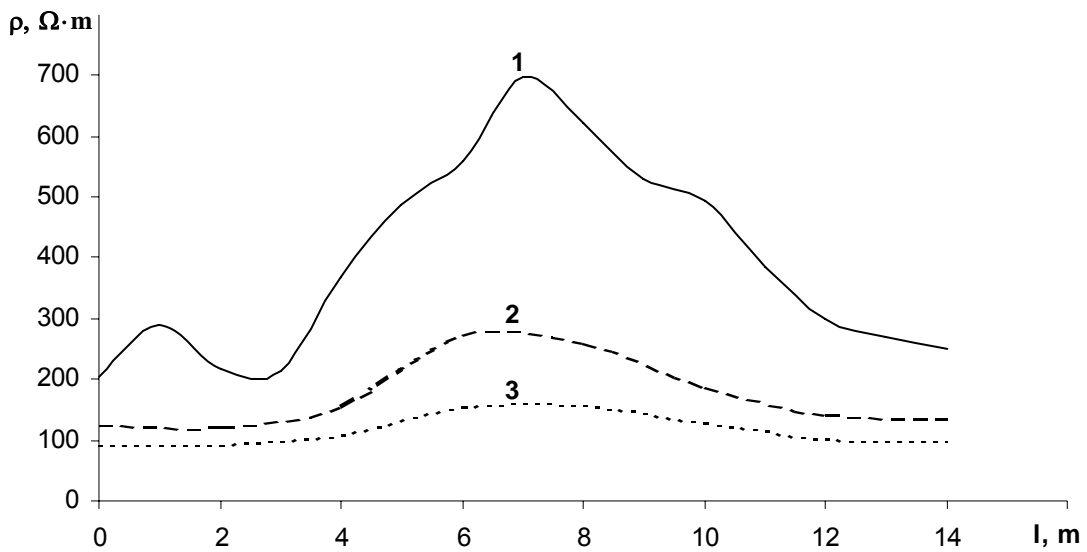
ზემოაღნიშნულ პროცესებზე დეტალური დაკვირვებებით შესაძლებელია მიღებულ იქნას არქეოლოგიური ძეგლების არაპირდაპირი გზით ძიების ახალი მეთოდი, როგორც კომპლექსური კვლევის შემადგენელი ნაწილი.

ინტერესს იწვევს ზემოაღნიშნული პროცესების შესწავლა ძიების ბუნებრივი ელექტრული ველის მეთოდით. ასეთი კვლევები, როგორც სადეტალიზაციო დაკვირვებები, საჭიროა ჩატარდეს წინაღობის ანომალურ უბნებზე მიკრო დანადგარებით, სადაც უნდა მოველოდეთ დაბალი ინტენსივობის უარყოფით პიკებს.

ამგვარად, წვიმის შემდგომ პერიოდში ნაყარი ფენის წინაღობათა გადანაწილების თავისებურების შესწავლა არქეოლოგიურ ობიექტებზე ელექტროწინაღობის მეთოდების გამოყენების გაზრდის ახალ პერსპექტივებს გვისახავს.

არმაზციხე-ბაგინეთის ტერიტორიაზე, სადაც არქეოლოგიური ძეგლები ახლოსაა ზედაპირთან და თხელი მეოთხეული ნალექების ფენითაა გადაფარული, ელექტრომეტრიულ დაკვირვებათა მონაცემები მნიშვნელოვნად მახინჯდება ინტენსიური ატმოსფერული ნალექების ზეგავლენით. შესაბამისად, მათი წინაღობათა მნიშვნელობები  $\rho_1$  და  $\rho_2$  მკვეთრად ეცემა.

მთელ რიგ პროფილებზე, სადაც არქეოლოგიური ობიექტები აღინიშნებოდა მკვეთრად გამოხატული ანომალიებით და ადგილი ჰქონდა თანაფარდობას  $\rho_1 > \rho_2$ , ინტენსიური ატმოსფერული ნალექების შემდეგ, განმეორებითი დაკვირვებებით აღინიშნა წინაღობათა სიდიდეების მნიშვნელოვანი დაცემა, ხოლო ანომალიის ინტენსივობის 3-4-ჯერ შემცირება (ნახ. 15) [95].

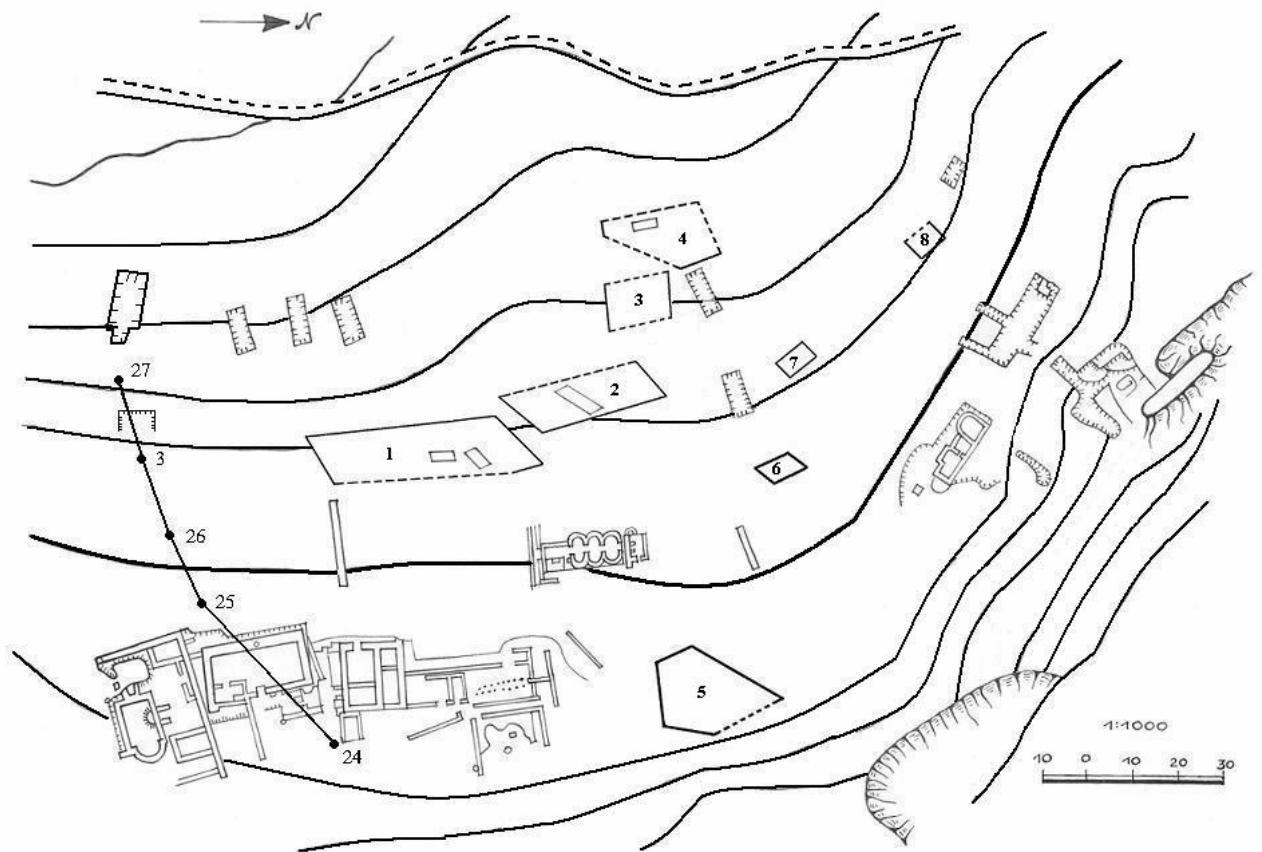


სურ. 15. მოჩვენებითი წინააღმდეგობის მრუდები. 1 – გვალვიან პერიოდში; 2 – მცირე ატმოსფერული ნალექების დროს; 3 – ინტესიური ატმოსფერული ნალექების პერიოდში.

არმაზციხე-ბაგინეთის ტერიტორიაზე გეოფიზიურად შესწავლილ იქნა დაახლოებით 9000 მ<sup>2</sup> ფართი. გამოვლენილია რვა ძირითადი ანომალური უბანი (ნახ. 16). ხუთი მათგანი მნიშვნელოვანი ზომებისაა – 45x12 მ; 30x10 მ; 11x14 მ; 12x15მ და 13,5x26 მ, ხოლო სამი – მცირე გავრცელებისა. ამას გარდა გამოვლენილია მრავალი შედარებით მცირე გავრცელების ანომალური უბანი.

პირველ, მეორე და მეოთხე ანომალურ უბნებზე გატარებული იქნა პარამეტრული თხრილები. პირველი ანომალური უბნის ცალკეულ მონაკვეთებზე (ნახ. 18) გატარებულ იქნა ორი თხრილი. პირველში (3,2x1,0x1,3 მ) დღის ზედაპირიდან 0,6 მ სიღრმეზე განლაგებული მოშავო-მოყვითალო ფერის თიხნარი შეიცავდა ჭურჭლის, ბრტყელი და ღარიანი კრამიტის, მეტნაკლებად გამომწვარი ალიზის ბათქაშისა და სამშენებლო ქვების ფრაგმენტებს. 0,8 მ-დან გამოიკვეთა თიხნარში შერეული გაფხვიერებული კირხსნარი. დაახლოებით 1,2 მ სიღრმეზე წარმოდგენილია ქვიშაქვის ქვატეხილით კირხსნარზე ნაგები კედლის საპერანგე წყობა, რომელშიც ჩართულია ბრტყელი კრამიტის ცალკეული ნატეხები, სავარაუდოდ ახ. წ. III-V სს. პერიოდისა (განხორციელდა მხოლოდ ზედაპირული დაფიქსირება, სურ. 5).





ნახ. 16. არმაზციხე-ბაგინეთის ტერიტორიაზე გამოვლენილი ანომალური ზონები.

1, 2, 3, 4 - 1999 წელს გამოვლენილი ანომალური უბნები; 5, 6, 7, 8 – 2000 წელს გამოვლენილი ანომალური უბნები; 27, 3, 26, 25, 24 – ვეზ-ის წერტილები.



არქეოლოგიური თხრილები გატარებული გეოფიზიკურ კვლევებამდე;

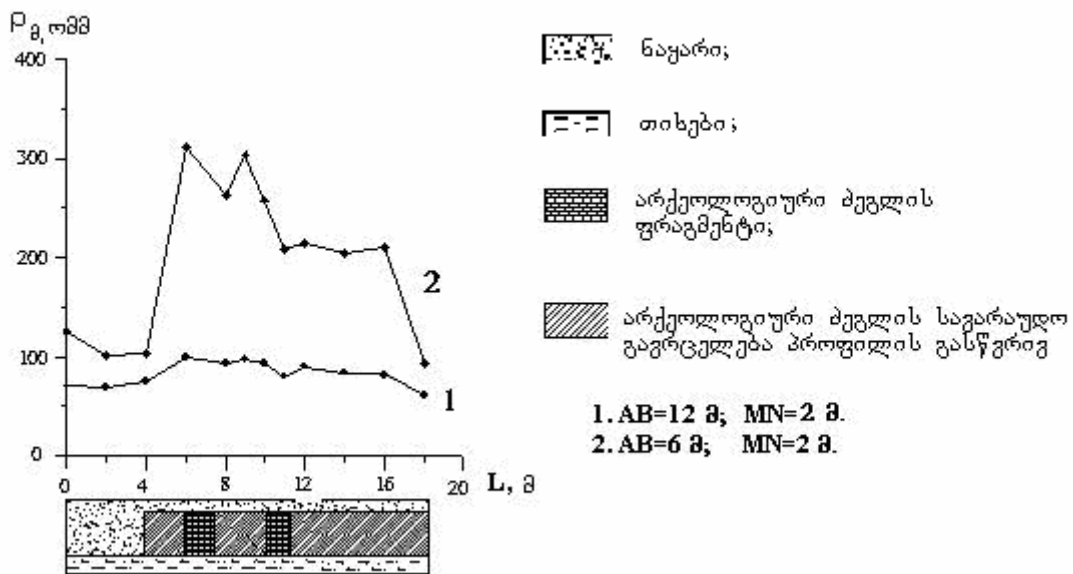


საკონტროლო თხრილები ელექტრული ანომალიების უბნებზე;



არქეოლოგიური ობიექტები.

პირველი თხრილიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით 3,2 მ-ის დაშორებით, გაითხარა მეორე თხრილი (1,7X1,0X1,2 მ). აქაც 0,6 მ-ის სიღრმეზე გამოჩნდა გაფხვიერებულ კირხსნარში შერეული სამშენებლო ქვატეხილი, ხოლო უფრო ღრმად კი – შენობის ნარჩენები. ეს ნიშნავს, რომ პირველ უბანზე გამოვლენილი ანომალია უკავშირდება სიღრმეში არსებულ არქეოლოგიურ ნაგებობას.



ნახ. 17. მოჩვენებითი წინააღმდეგობის გრაფიკების ფრაგმენტები პირველ ანომალურ უბანზე, შესაბამისი გეოლოგიურ-არქეოლოგიური ჭრილით.

ნახ. 18-დან ჩანს, რომ კულტურული ფენი პროფილის ფარგლებში 8 მ-ის მანძილზე ფიქსირდება, თუმცა სავსე მონაცემების მიხედვით იგი უფრო მეტ მანძილზე გრძელდება. აღნიშნული ანომალია ფართო გავრცელებისაა წარმოდგენილი პროფილის მართობულადაც.

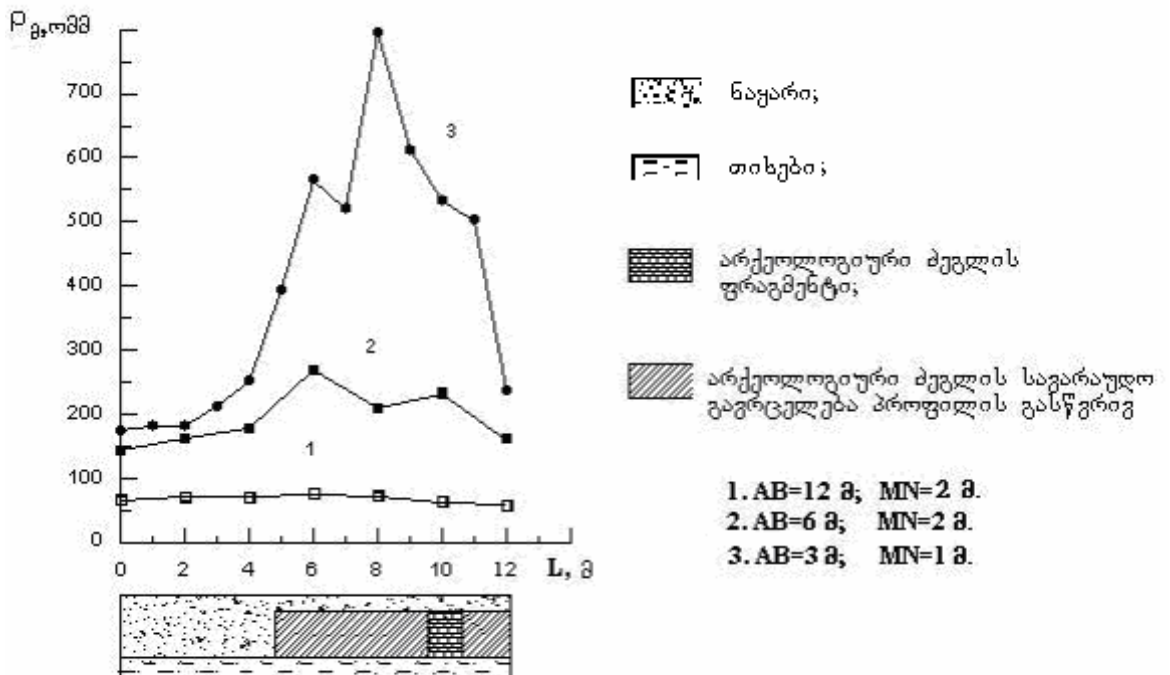
მეორე ანომალურ უბანზე გატარებულია მესამე თხრილი (10x0,7x0,7 მ) (ნახ. 18), რომელშიც დაახლოებით 0,3-0,5 მ-ზე გამოვლინდა ინტენსიური კულტურული ფენი, რომელიც წარმოქმნილი იყო მეტნაკლებად გამომწვარი ალიზის (აგურის) და ძლიერი ცეცხლისაგან დამუშავებული ბათქაშის სხვადასხვა ზომის ფრაგმენტებისაგან. აგრეთვე დაფიქსირდა უსისტემოდ დაწყობილი ქვები, რაც ხელასტის კედლის შთაბეჭდილებას სტოვებს. კულტურული ფენის ზედაპირული პრეპარირებისას აღმოჩენილი თიხის ჭურჭლის მცირერიცხოვანი სახიერი ფრაგმენტები ძეგლს ზოგადად ახ. წ. III-V სს. ათარიღებს.

თხრილის მთელ სიგრძეზე გამოვლინდა ინტენსიური კულტურული ფენი, რომელიც წარმოდგენილია მეტნაკლებად გამომწვარი ალიზის (აგურის) და ძლიერი ცეცხლსაგან სახეცვლილი ბათქაშის ფრაგმენტებისაგან (სურ.6).



სურ. 5. პირველ ანომალურ უბანზე გატარებულ თხრილში გამოვლენილი კედლის ნაშთები

არქეოლოგიური ძეგლების შემოკონტურების საქმეში კვლევის მეთოდების ეფექტურობის დადგენის მიზნით მესამე თხრილი გაგრძელებულ იქნა ჩრდილო-



ნახ. 18. მეორე ანომალურ უბანზე გატარებული p $\alpha$ -ის გრაფიკების ფრაგმენტები, შესაბამისი გეოლოგიურ-არქეოლოგიური ჭრილით

აღმოსავლეთ მიმართულებით, სადაც აღმოჩნდა მშვიდი ელექტრული ველი. ამ უბანზე თხრილში აღინიშნა ხვინჭანარევი თიხნარის სტერილური ფენი. ე.ი. არქეოლოგიური ნაგებობა ამ მიმართულებით არ გაგრძელდა, რაც ადასტურებს ელექტროძიებით მიღებულ დასკვნას.



სურ. 6. მეორე ანომალურ უბანზე გატარებულ თხრილში გამოვლენილი კულტურული ფენი

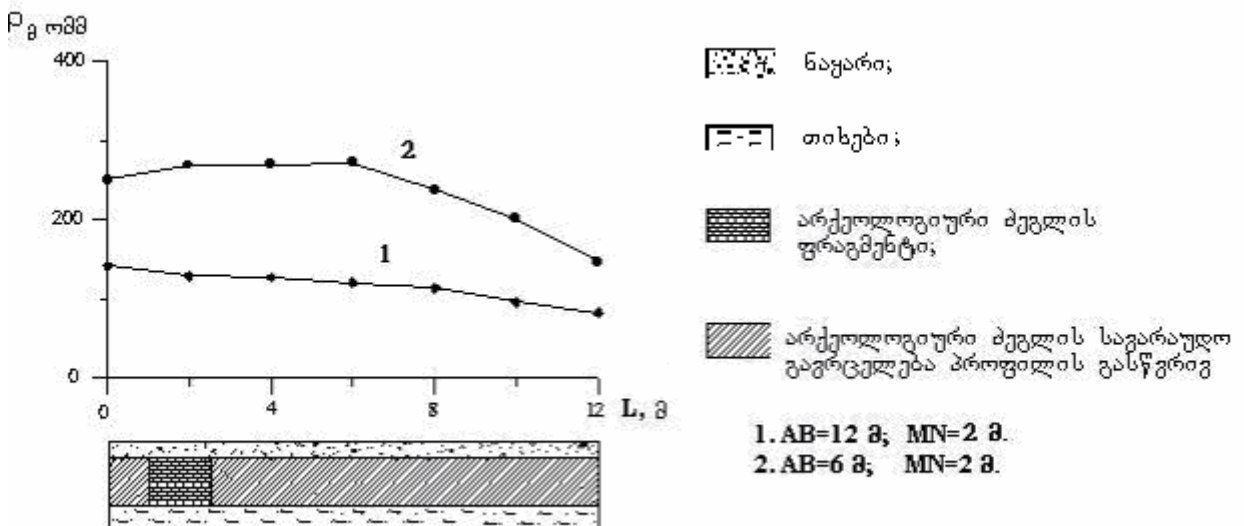
მეოთხე ანომალურ უბანზე გატარებულ იქნა მეოთხე თხრილი (2,2x0,7x1,4 მ; ნახ. 19), სადაც დაფიქსირდა კულტურული ფენი. აქ სილანარევ ფხვიერ თიხნარში შერეული იყო ქვიშაქვის ქვატეხილი, ბრტყელი და ღარიანი კრამიტისა და თიხის ჭურჭლის ნატეხები. ფენი იდო 0,25 მ სისქის კარგად თიხატკეპნილ იატაკზე. საიატაკე მასალა შეიცავდა თიხის ჭურჭლის ერთეულ ნატეხებს, კლდის ნაშალის მცირერიცხოვან ხვინჭასა და შედარებით მრავალრიცხოვანი შაბიამნისფერი ფხვიერი თიხის ჩანართებს. თიხეტკეპნილი იატაკის ქვეშ გამოვლინდა საკმაოდ მძლავრი, 0,4 მ სისქის კულტურული ფენი. ფხვიერ თიხანარში შერეული იყო ხის ნახშირი, თითქმის ერთიანად ნაცეცხლარი რიყის ქვა და ქვიშაქვის ქვატეხილი, თიხის ჭურჭლისა და

კრამიტის ნატეხები, ცხოველის ძვლები, გამომწვარი ალიზისა (აგურის) და ოთხკუთხა ე. წ. ქართული აგურის ფრაგმენტები. თხრილის შუაში, იატაკზე დაფიქსირდა წრიულად ჩაწყობილი ქვიშაქვის ოთხი მომცრო ფილა, რომლთაც კონუსისებური ფორმა (წვერით ქვევით) გააჩნდათ. ვიწრო ძირზე იდო კრამიტის ნატეხი, ალბათ აქ ხის სვეტი იყო ჩადგმული (სურ. 7).

სავარაუდოდ ფენები ასე შეიძლება დავათარილოთ: ზედა ახ. წ. – IV-V სს. ქვედა ახ. წ. III-IV სს.

თიხატკეპნილი იატაკის ქვეშ გამოვლენილი საკმაოდ მძლავრი კულტურული ფენის გავრცელება პროფილის გასწვრივ 12 მ-ს აღემატება. დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით იგი მნიშვნელოვანი გავრცელებისაა პროფილის მართობულადაც.

გამოკვლეულ ტერიტორიაზე გამოვლენილია სხვა ანალოგიური ანომალური უბნებიც, მათ შორის ლოკალური გავრცელებისა. საინტერესოა ის გარემოება, რომ აღნიშნული ანომალიები შესაძლოა დაკავშირებული იყოს არქეოლოგიურ ძეგლებთან, რომლებიც მართალია მცირე ზომებით ხასიათდებიან, მაგრამ არქეოლოგიურ კვლევებში მნიშვნელოვან როლს თამაშობდეს.



ნახ. 19. მეოთხე ანომალურ უბანზე გატარებული კმ-ის გრაფიკების ფრაგმენტები, შესაბამისი გეოლოგიურ-არქეოლოგიური ჭრილით

არმაზციხე-ბაგინეთის ტერიტორიის უცნობ უბნებზე გამოვლენილია ახალი, ჩვენი აზრით, საინტერესო მიწისქვეშა არქეოლოგიური ნაგებობები, რომლებმაც

შეიძლება მნიშვნელოვნად გაამდიდროს მატერიალური კულტურის ეროვნული სამუზეუმო ფონდი.

ანომალიის შესწავლის დროს პარამეტრული თხრილებით დადგენილია არქეოლოგიური ძეგლების ჩაწოლის სიღრმე დღიური ზედაპირიდან, მათი გავრცელება და კონტაქტი შემცველ ქანებთან, მაგრამ სხვადასხვა მიზეზების გამო, შეუსწავლელი რჩებოდა ძეგლების ქვედა საზღვარის ხასიათი, შედგენილობა და ა.შ.

შემდგომში მოპოვებული მასალისა და არსებული მონაცემების დეტალური ანალიზის საფუძველზე, შესაძლებელი გახდა მიგველო დამატებითი ინფორმაცია არქეოლოგიური ძეგლის ოდენობითი დახასიათების მიზნით.



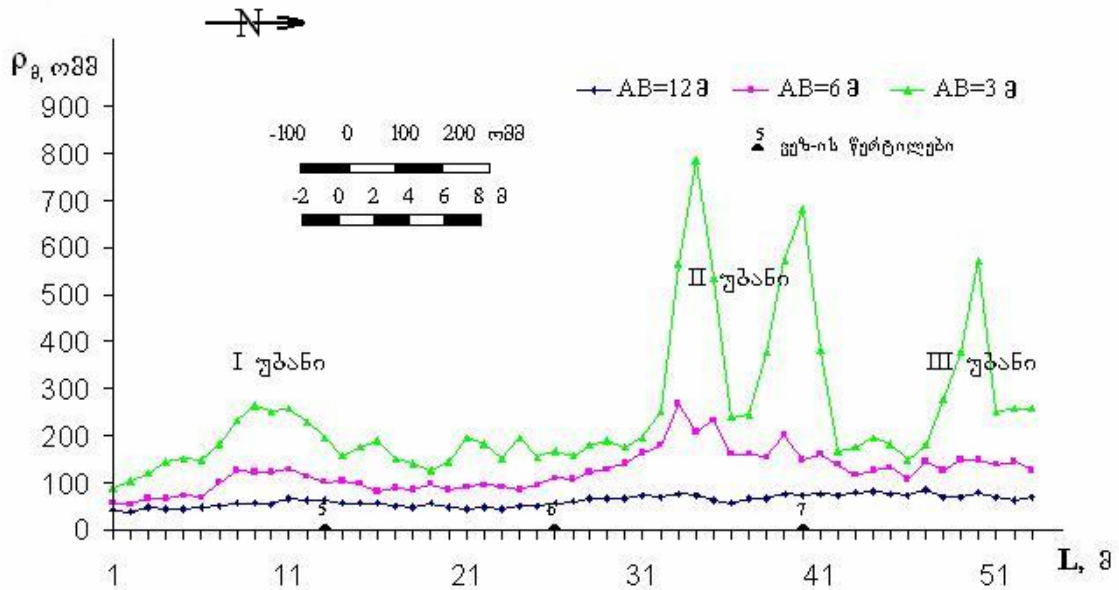
სურ. 7. მეოთხე ანომალურ უბაზე გატარებულ თხრილში გამოვლენილი კულტურული ფენი

ნახ. 20-ზე წარმოდგენილია მეორე ტერასაზე გატარებული მაგისტრალური პროფილის მონაკვეთი, რომელიც ასახავს არქეოლოგიური ნაგებობების არსებობას. პარამეტრული თხრილების მონაცემებით იგი მდებარეობს 70-80 სმ სიღრმეზე და მისი კონტაქტი სტერილურ ფენთან მაღალი სიზუსტით დაემთხვა ანომალიის გავრცელების კონტურს [92].

მოჩვენებითი ელექტრული წინააღობათა ( $\rho_a$ ) მკვეთრი დაცემა მკვებავი ელექტროდებს შორის მანძილის მატებასთან ერთად მიგვითითებს, რომ

არქეოლოგიური ობიექტის გავრცელება სიღრმეში შეზღუდულია. თვისებრივად, ქვედა საზღვარის მდებარეობა ზედპირიდან 1,5 მ-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

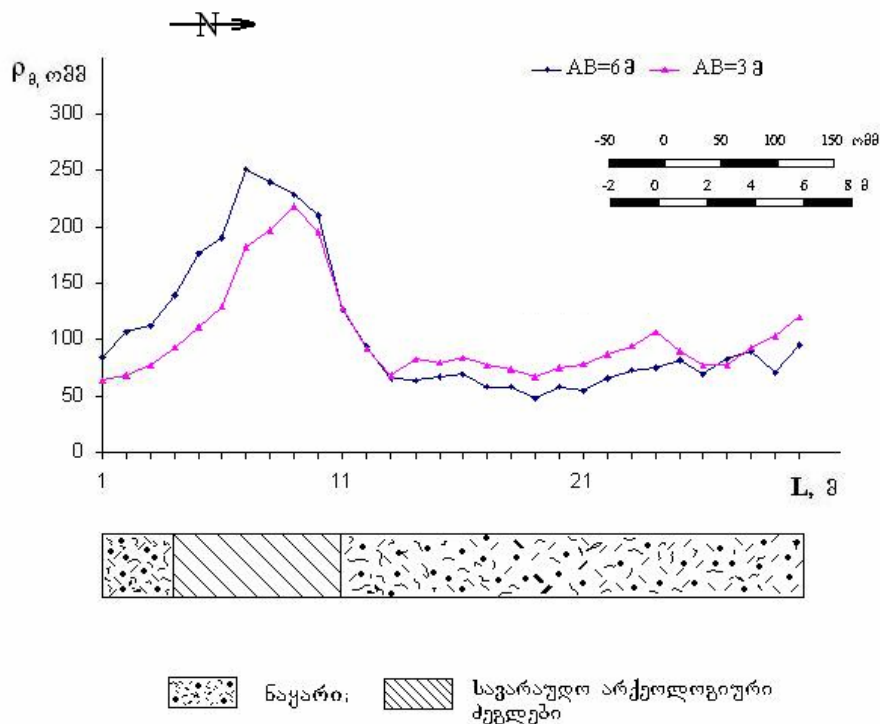
პროფილის გასწვრივ გამოიყოფა სამი საინტერესო ანომალური უბანი: 5-16, 33-44 და 47-52 პიკეტების ფარგლებში, მაგრამ ისინი, ძირითადად, ნაგებობის შედგენილობის (სიმკვრივის) შესახებ უფრო იძლევა ინფორმაციას, ვიდრე მის სიღრმეში გავრცელებაზე.



ნახ. 20.  $\rho_g$ -ის გრაფიკები (მეორე ტერასა)

პირველ ტერასაზე გამოვლენილი ანომალია და სიღრმეში არსებული შესაბამისი არქეოლოგიური ნაგებობა ფართო გავრცელებისაა. დეტალური დაკვირვებითი მონაცემების მიხედვით მისი ფართი 750 მ<sup>2</sup>-ია [95].

ნახ. 21-ზე წარმოდგენილია ანომალური უბნის ერთ-ერთი პროფილის



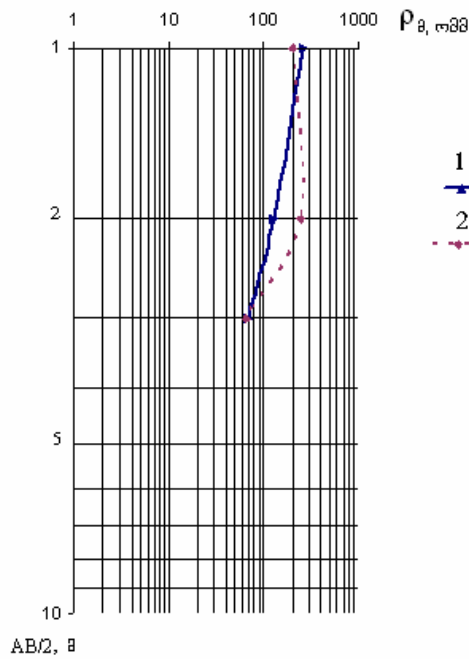
ნახ. 21.  $\rho_a$ -ის გრაფიკები შესაბამისი გეოლოგიურ-არქეოლოგიური ჭრილით (პირველი ტერასა).

მონაცემები, სადაც  $AB=3$  მ-ის დროს  $\rho_a$ -ის მაქსიმალური მნიშვნელობა 180-210 ომმ-ია, ხოლო  $A_1B_1=6$  მ-ის შემთხვევაში იგი აღემატება წინა მნიშვნელობებს, აღწევს რა 250 ომმ და უფრო ფართო გავრცელებისაა. ადგილი აქვს შებრუნებულ სურათს წინა შემთხვევებთან შედარებით, როდესაც მკვებავი ელექტროდების გაშლასთან ერთად წინაღობა თანდათან კლებულობდა.

მიღებული შედეგები ნათლად მეტყველებს, რომ პირველი ტერასის შემთხვევაში მიწისქვეშა არქეოლოგიური ნაგებობა ბევრად უფრო მძლავრი და მკვრივი ფენითაა წარმოდგენილი, ვიდრე მეორე ტერასის შემთხვევებში.

ნახ. 22-ზე მოჩვენებითი ელექტრული წინაღობათა მნიშვნელობების ვერტიკალური განაწილება ანომალური უბნების მიხედვით მოცემულია ბილოგარითმულ მასშტაბში. პირველი მრუდი აგებულია მეორე ტერასის I ანომალური უბნის, ხოლო მეორე მრუდი კი – პირველი ტერასის ანომალური უბნის მონაცემების მიხედვით. მეორე მრუდზე  $AB=12$  მ-ის დროს  $\rho_a$  მნიშვნელობა აღებულია ტერიტორიის საშუალო ფონური მაჩვენებლიდან.

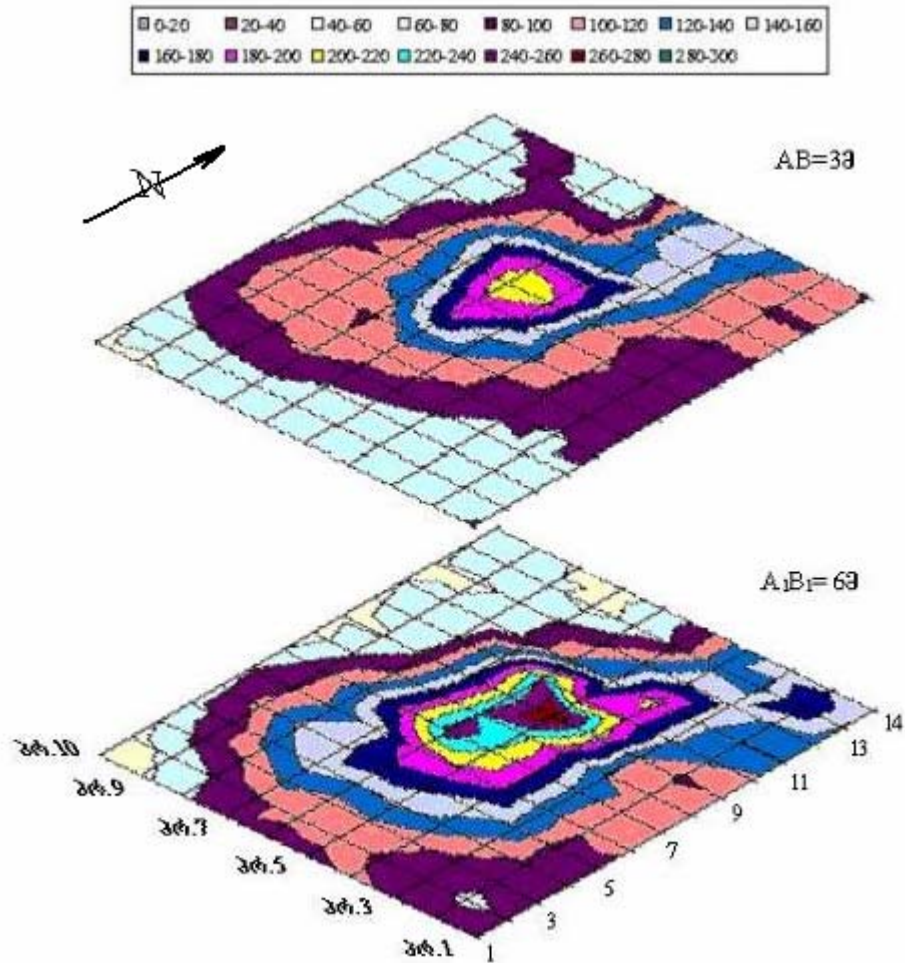




ნახ. 22. ვეზ-ის მრუდები I და II ტერასაზე

როგორც ნახაზიდან ჩანს, სიღრმეში არქეოლოგიური ძეგლის მცირე სიმძლავრის გამო, მრუდი სწრაფად ეცემა, მისწრაფის ფონური მნიშვნელობისაკენ, მაშინ, როდესაც მრუდი 2 მკვებავი ელექტროდების 6 მეტრიანი გაშლის დროსაც ინარჩუნებს თავის საწყის მნიშვნელობას. ეს აშკარად იმაზე მიუთითებს, რომ პირველ ტერასაზე არქეოლოგიური ძეგლის სიმძლავრე და სიმკვრივეც საგრძნობლად იზრდება, ვიდრე მეორე ტერასის უბნებზე.

პირველ ტერასაზე  $\rho_a$  წინააღობის ვერტიკალური მიმართულებით განაწილებასა და მის ფართობულ გავრცელებაზე წარმოდგენას იძლევა ნახ. 23, სადაც მოცემულია  $\rho_a$  იზომების რუკები შესაბამისად  $AB=3\text{მ}$  და  $A_1B_1=6\text{მ}$  შემთხვევებისათვის.



ნახ. 23.  $\rho_{\theta}$ -ის წინააღმდეგობი რუკები.  $AB=3\text{მ}$  და  $A_1B_1=6\text{მ}$ -ის შემთხვევაში

როგორც ამ მონაცემებიდან ჩანს, პირველ შემთხვევაში  $\rho_{\theta}$  წინააღმდეგობის მაქსიმალური მნიშვნელობები 200-220  $\text{ო.მ.მ.}$ -ს არ აღემატება და ანომალია შედარებით მცირე ფართობზე ვრცელდება, ვიდრე  $A_1B_1=6\text{მ}$  დროს, როდესაც  $\rho_{\theta}$  სიღრმის მიხედვით კი არ მცირდება, არამედ პირიქით, იზრდება, 260  $\text{ო.მ.მ.}$ -მდე და გაცილებით უფრო დიდ ფართობს იჭერს.

ამრიგად, არმაზციხე-ბაგინეთის ტერიტორიის პირველ ტერასაზე გამოვლენილი ანომალური უბანი სხვა უბნებისაგან განსხვავდება  $\rho_{\theta}$  მნიშვნელობების სიღრმეში განაწილების თავისებურებით, რაც მიწის ქვეშ დიდი არქეოლოგიური ნაგებობის არსებობაზე მიუთითებს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ახალი არქეოლოგიური ძეგლების გამოვლენის მიზნით გათხრების დაწყება გამართლებულად მიგვაჩნია არმაზციხე-ბაგინეთის პირველი ტერასის პერსპექტიული ანამალური უბნიდან.

5. 2. ბაზალტური ლავების აგეგმვა დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორიაზე და მაშავერას ხეობის პალეორელიეფის რეკონსტრუქცია დმანისის რაიონში.

*5. 2. 1. ტერიტორიის გეოგრაფიული, გეოლოგიური და არქეოლოგიური დახასიათება*

დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორია, რომელიც მდებარეობს მდინარეების მაშავერასა და ფინეზაურის შესაყართან არსებულ კლდოვან კონცხზე (გეოგრაფიული კოორდინატები: გრძედი – 44°21'; განედი – 41°19') და 13 ჰა-ზე ვრცელდება [9], სენსაციური აღმოჩენების შემდეგ, სადაც მიკვლეული იქნა ევრაზიის კონტინენტზე უძველესი ადამიანის ჰომინიდების ნაშთები, რომელთა ასაკი დაახლოებით 1 700 ათასი წელია და ოლდუვაის პალეომაგნიტურ ეპიზოდს შეესაბამება მთელი მსოფლიოს ყურადღების ცენტრში მოექცა.

სავარაუდოდ ვულკანურმა ნალექებმა გადალობეს მდინარე და წარმოიქმნა ტბიური აუზი, რომლის სიახლოვესაც დაგროვილ, დაახლოებით 4მ სიმაღლის ნალექებში შემორჩენილია ადრეული ჰომინიდების ნაშთები, ქვის იარაღები და ხერხემლიანთა ფაუნა. გათხრილია 300 მ<sup>2</sup>-ზე მეტი ფართობი, სადაც აღმოჩენილია რამდენიმე ათასი ქვის იარაღი და მსხვილი ძუძუმწოვრის 5000-ზე მეტი ნაშთი.

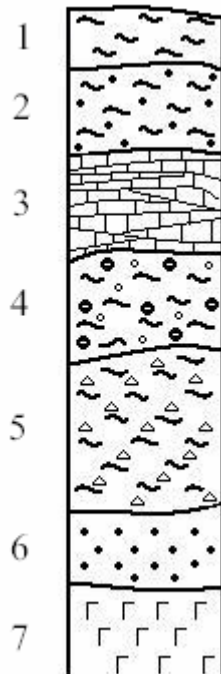
გეოტექტონიკურად საკვლევი რაიონი მიეკუთვნება ართვინ-ბოლნისის ბელტის ბოლნისის ზონას. იგი განლაგებულია ლოქის კრისტალური შველირის და საკირე – დმანისის დაძირვის ქვეზონებს შორის. გეომორფოლოგიური და გეოგრაფიული დარაიონების მიხედვით, დმანისი საქართველოს ვულკანური მთიანეთის ნაწილია და უშალოდ ესაზღვრება მცირე კავკასიონის ზონას [61].

არქეოლოგიური ძეგლის მიდამოები აგებულია ზედაცარცული ვულკანოგენური და ვულკანოგენურ დანალექი ფორმაციებით, რომლებიც ქმნიან რელიეფის დადებით ფორმებს. ზედაპლიოცენური, ახალგაზრდა ბაზალტური ლავური ნაკადები სუბჰორიზონტალურადაა განლაგებული და უთანხმოდ ადევს ზედაცარცულ ნალექებს.

ვიზუალურად ჩანს, რომ ლავურმა ნაკადებმა მთლიანად შეცვალა ამოფრქვევამდე არსებული, როგორც პალეორელიეფი, ასევე პალეოჰიდროქსელი [13]. ლავურმა ნაკადებმა ამოავსეს მაშავერასა და ფინეზაურის ხეობები, რომელთა სიღრმეები გაცილებით მეტი იყო თანამედროვესთან შედარებით, რასაც ადასტურებს მდინარეების ფსკერზე ბაზალტური ლავების არსებობა.

კონცხის ტერიტორიაზე არსებულ ჭრილებში ძირითადი ნალექების თანმიმდევრობა (ზემოდან ქვემოთ) შემდეგი სახითაა წარმოდგენილი (ნახ. 24):

1. ნაცრისფერი თიხნარი (საშუალო სიმძლავრე 0,15 მ)
2. მოყვითლო-მოყავისფრო თიხნარი (0,5 მ)
3. კარბონატული ქერქი (0,2-0,5 მ)
4. ყავისფერი თიხნარი (0,75 მ)
5. მოყავისფრო-შავი თიხნარი (0,8-1,0 მ)
6. შავი ვულკანური ქვიშა და ფერფლი (0,4 მ)
7. ბაზალტური ლავა, რომლის ხილული სიმძლავრე 90 მ-ია.



ნახ. 24. გეოლოგიური ჭრილი დმანისის ნაქალაქარზე (სქემა): 1-ნაცრისფერი თიხნარი; 2-მოყვითლო-მოყავისფრო თიხნარი; 3-კარბონატული შრე; 4-ყავისფერი თიხნარი; 5-მოყავისფრო-შავი თიხნარი; 6-შავი ვულკანური ქვიშა და ფერფლი; 7-ბაზალტები.

**5. 2. 2. დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორიაზე ბაზალტური ლავების კარტირება**

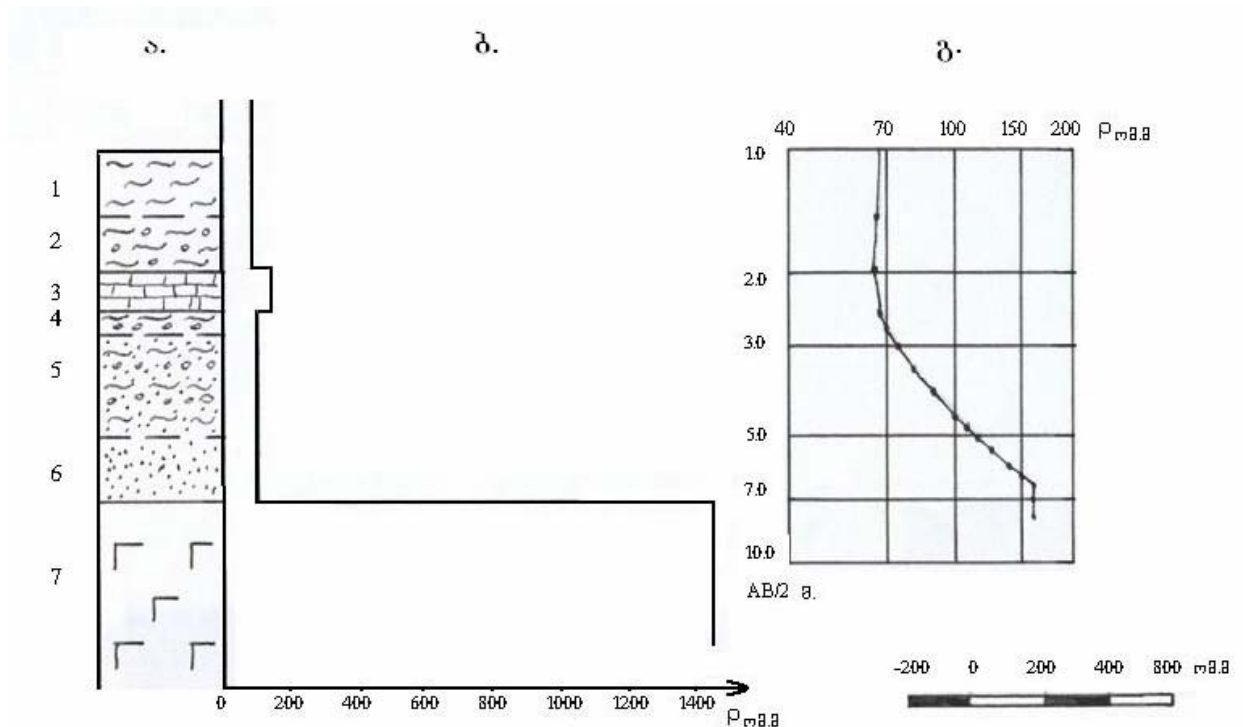
ძიების გეოფიზიკური მეთოდებით ძუძუმწოვარ ცხოველთა და ჰომინიდების ძვლოვანი მასალის გამოვლენა შეუძლებელია, რამდენადაც მათი გავლენა ხელოვნურ და ბუნებრივ ფიზიკურ ველებზე პრაქტიკულად არ აისახება. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა მივმართოთ არაპირდაპირი ძებნის ხერხს, რაც გულისხმობს ძიების გეოლოგიურ-გეოფიზიკური კრიტერიუმების (ლითოლოგიური, სტრუქტურულ-

ტექტონიკური, სტრატეგრაფიული, მორფოლოგიური და ა.შ.) დადგენას და მათ გამოყენებას.

როგორც ცნობილია, ჰომინიდის ნაშთები დაფიქსირებულია ბაზალტურ ლავებზე განლაგებული ვულკანური ფერფლის შრის მომდევნო თიხნარებში (მეხუთე შრე არქეოლოგიური ჭრილის მიხედვით, ნახ. 25 ა).

ჩატარებული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ უწყვეტი და სწრაფი ნალექწარმოშობის გამო შენარჩუნებული იქნა ლავების უსწორმასწორო ზედაპირი, ხოლო ცალკეულ შემთხვევებში აღინიშნება ამ ზედაპირის მკვეთრი დახრა [13]. ამასთან, ბაზალტური ლავების ამოღვისა და გაციების შემდეგ მის ზედაპირზე ადგილი ჰქონდა ნარიონალის ტიპის ტბიური აუზის წარმოქმნას, სადაც ხდებოდა ტერიგენული მასალის დაგროვება [9, 13].

რამდენადაც ლავებისა და ვულკანური ფერფლის (მეექვსე ფენი) წარმოშობა ერთიანი ეფუზიური მოქმედების თანმიმდევრულ პროცესს



ნახ. 25. ა-გეოლოგიური ჭრილი: 1. თიხამიწა ღია ყავისფერი, 2. თიხნარი ღია ყავისფერი, 3. კარბონატიზირებული კირქვა, 4. თიხნარი მოყავისფრო, 5. თიხნარი მოშავო-მოყავისფრო ალად-ალაგ ქვიშისა და ღია ფერის თიხნარის ჩანართებით, 6. ვულკანური ქვიშა (ფერფლი), 7-ბაზალტები; ბ-პარამეტრული გაზომვებით გეოლოგიური ჭრილის შესაბამის წინაღობათა განაწილება სიღრმის მიხედვით; გ-ვერტიკალური ელექტრული ზონდირების მრუდი.

წარმოადგენს, მეხუთე ფენი უშუალოდ ვულკანურ პროდუქტებზე წარმოიქმნა და სივრცობრივად მათ უკავშირდება.

აქედან გამომდინარე, ბაზალტური ლავების აგეგმვას და მისი ზედაპირის უარყოფითი ფორმების დადგენას მეტად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მეოთხეული ნალექების აკუმულაციური ზონების მიგნების, მეხუთე ფენის სივრცობლივი მდებარეობის განსაზღვრისათვის და, სათანადოდ, საძიებო სამუშაოების შემდგომში მიზანმიმართულად წარმართვის მიზნით.

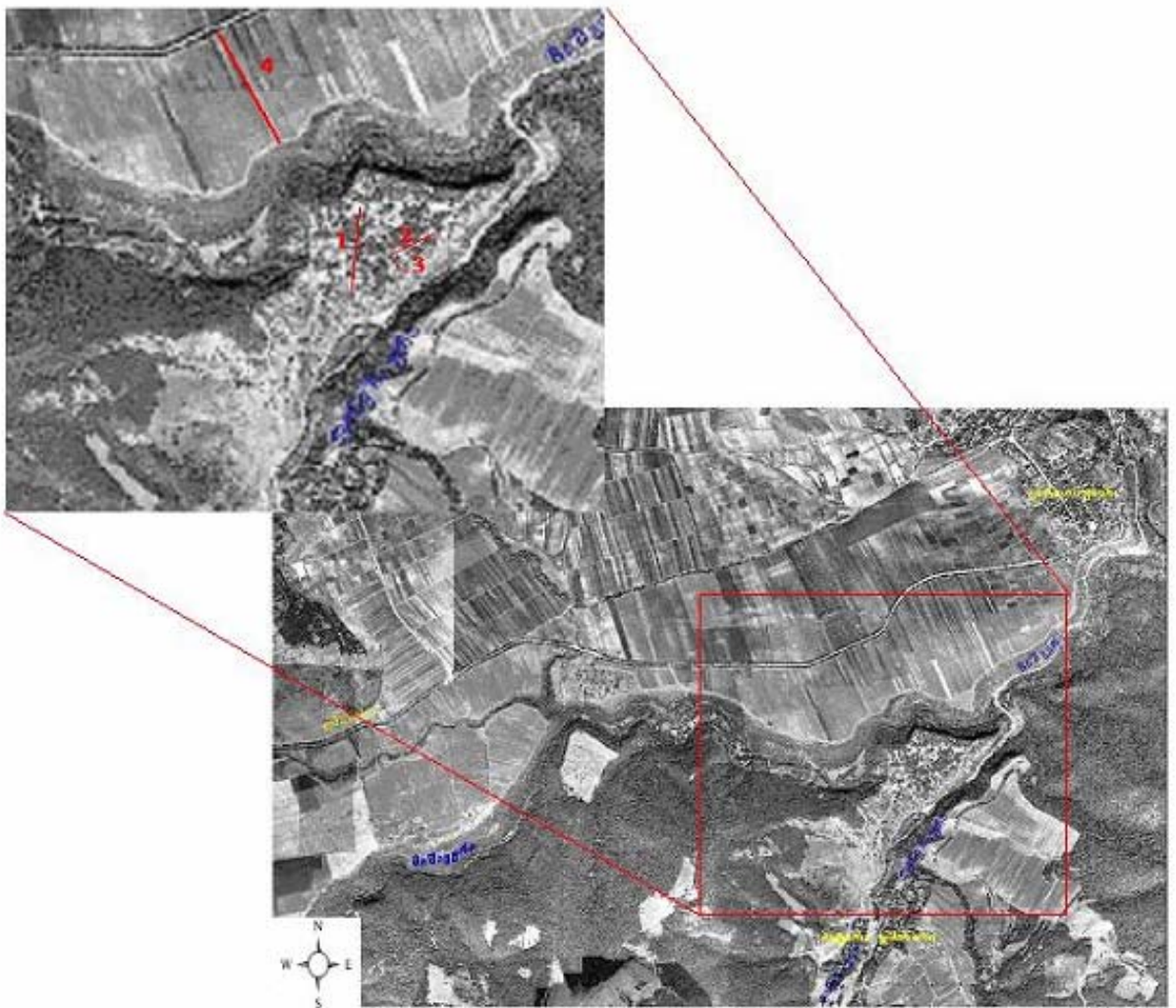
ნახ. 25ა-ზე წარმოდგენილია ამ რაიონისათვის დამახსიათებელი ნორმული ლითოლოგიური ჭრილი, შედგენილი არქეოლოგიური გათხრების უბანზე, სადაც ნაპოვნია უძველესი ადამიანის ნაშთები [5]. პარამეტრული გაზომვებით შესწავლილ იქნა წარმოდგენილი ფენების ხვედრითი ელექტრული წინააღობები. როგორც დიაგრამიდან ჩანს (ნახ. 25ბ), დანალექი ფენები, რომლებიც ტბიურ-პროლუვიური წარმოშობისაა, ძირითადად თიხა-ქვიშიანი ფორმაციით არის წარმოდგენილი და დაბალი 100-130 ომ.მ წინააღობით ხასიათდებიან. გამონაკლისია მესამე ფენი (20-40 სმ). იგი შედგება თიხა-ქვიშიანი ფრაქციისაგან კარბონატული ძარღვებით. ფენის ხვედრითი ელექტრული წინააღობა 130-150 ომ.მ ფარგლებში იცვლება, მაგრამ მომეტებული მნიშვნელობები გამოწვეულია გაშიშვლებულ პირობებში მისი გამოშრობით. რეალურ პირობებში, გაშიშვლების მახლობლად ჩატარებული ვერტიკალური ელექტრული ზონდირების (ვეზ) მრუდზე ეს ფენი პრაქტიკულად არ გამოიყოფა (ნახ. 25გ).

ქვეშმდებარე ბაზალტის ფენი (საყრდენი გეოელექტრული ჰორიზონტი) პარამეტრული და ზონდირების მრავალრიცხოვანი მონაცემებით მაღალი წინააღობისაა (1500-2000 ომ.მ, ცალკეულ შემთხვევაში \_ 3000 ომ.მ).

ამგვარად, გეოლოგიური ჭრილი პრინციპში ორფენიან გეოელექტრულ გარემოს წარმოადგენს (თუ არ ჩავთვლით პირველ ფიზიკურ ფენს \_ ნიადაგისეულ საფარს) ხვედრითი ელექტრული წინააღობის მკვეთრი დიფერენციაციით, ეს კი იძლევა საშუალებას ტერიგენული ნალექების ქვეშ ბაზალტის ფენის ზედაპირი გამოყოფილ იქნას მაღალი სიზუსტით, ზედაპირიდან მისი ჩაწოლის სიღრმის 5-10%-იანი ცდომილებით.

ნახ. 26-ზე ნაჩვენებია დმანისის ნაქალაქარზე და მაშავერას მარცხენა ნაპირზე გატარებული ვერტიკალური ელექტრული ზონდირებების პროფილები.

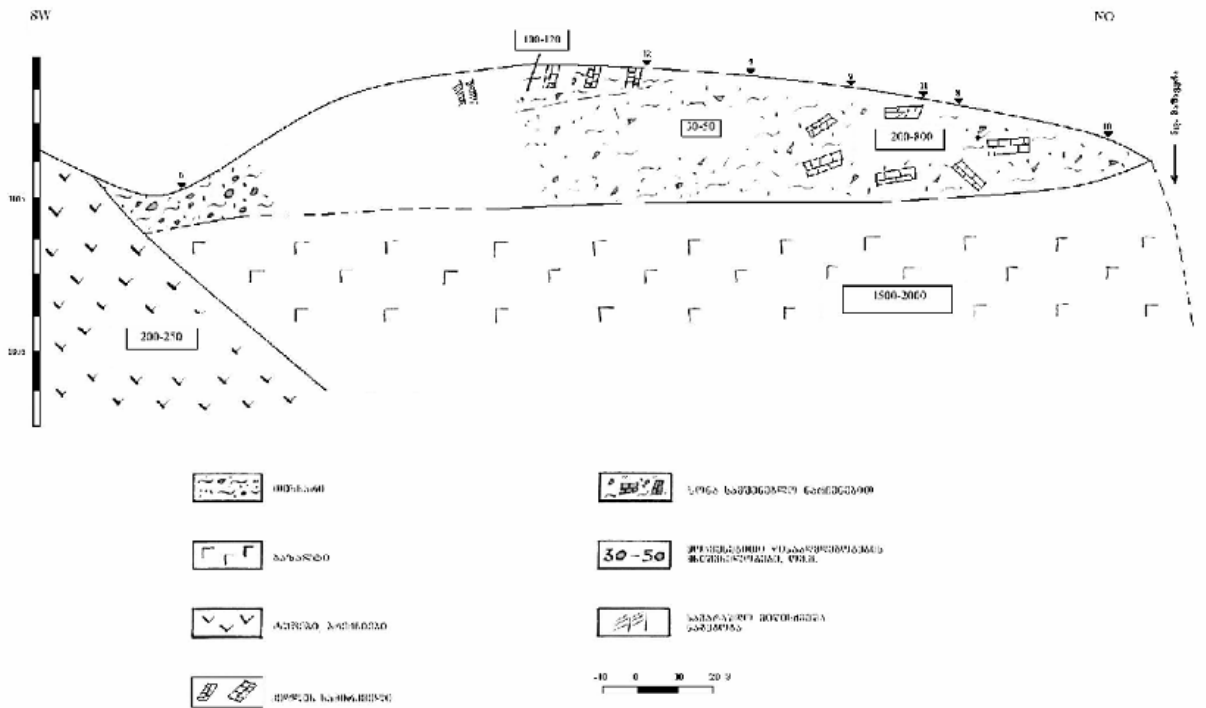
ნახ. 27-ზე წარმოდგენილი გეოელექტრული ჭრილი I გადის ძველი ნაქალაქარის ტერიტორიაზე, არქეოლოგიური გათხრების უბნის დასავლეთით 25-30 მ-ზე სუბმერიდიანული მიმართულებით. მასში დელუვიურ-პროლუვიური ნალექების სიმძლავრე 7-8 მ-ის ფარგლებში იცვლება. ეს ფენი ელექტრულად მეტად არაერთგვაროვანია.



ნახ. 26. დმანისის ნაქალაქარზე (1, 2 და 3) და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე გატარებული (4) პროფილები.

თუ ცენტრალურ ნაწილში  $\rho_a=30-50$  ომ.მ-ია, ვეზ 7-10 უბანზე  $\rho_a=200-800$  ომ.მ ფარგლებში მერყეობს. ეს გამოწვეულია დანალექ ფენში ძველი კედლების ნანგრევების ჩანართებით. ბაზალტის ფენი ( $\rho_a=1500-2000$  ომ.მ) ჩრდილოეთის მიმართულებით დღიურ ზედაპირს თანდათან უახლოვდება, ხოლო მაშავერას ნაპირზე გამოდის კიდევ

ზედაპირზე. სამხრეთ ნაწილში, ვეზ 6-ის მახლობლად ეკლესიის მიდამოებში 2 მ სისქის მეოთხეული ნალექების ქვეშ იგი ისოლება და ებჯინება ზედა ცარცის ვულკანოგენურ ფენს, რომლის ხვედრითი ელექტრული წინაღობა  $\rho_a=200-250$  ომ.მ.



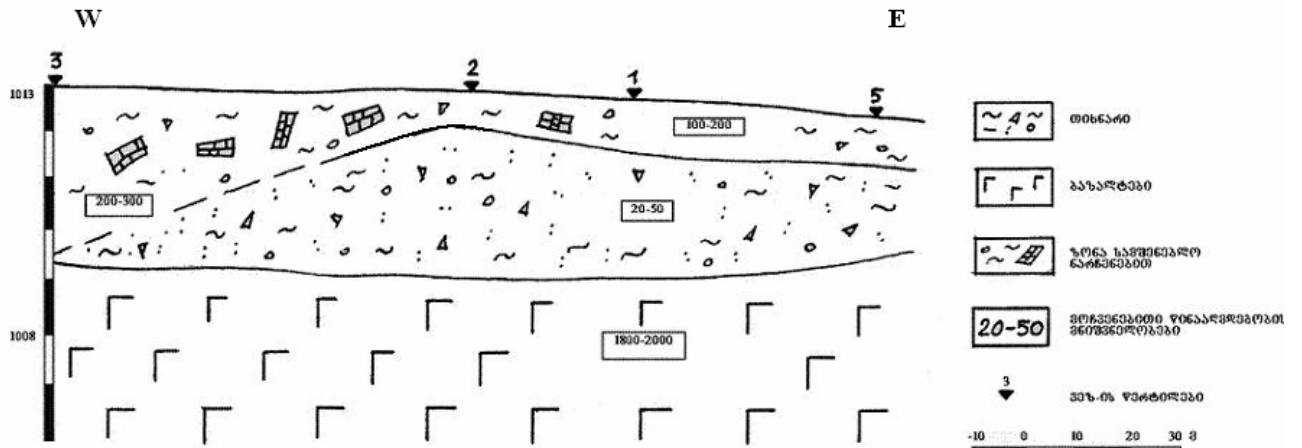
ნახ. 27. გეოელექტრული ჭრილი I ნაქალაქარის ტერიტორიაზე.

მიღებულ გეოელექტრულ ჭრილში ხვედრითი ელექტრული წინაღობათა არსებული დიფერენციაცია საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ, რომ დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორიაზე დაკვირვებათა პროფილების ხშირი ქსელით შესაძლებელია დადგენილი იქნას ბაზალტური ფენის ზედაპირი, ხოლო ელექტროპროფილირების მეთოდით დეტალიზაციის შემთხვევაში, გამოიყოს ამ ზედაპირის დადაბლებული უბნები.

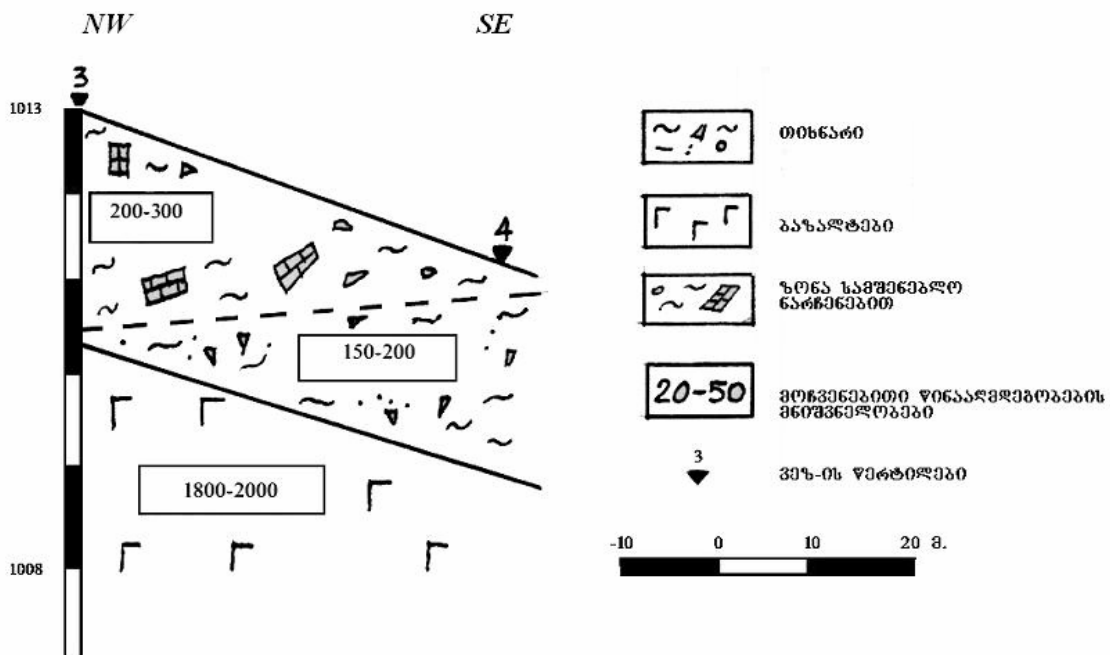
გეოელექტრული ჭრილი II (ნახ. 28) გატარებულია ნაქალაქარის ტერიტორიის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში. პროფილის ფარგლებში ბაზალტური ლავების ( $\rho_a=1800-2000$  ომ.მ) ჩაწოლის სიღრმე დღიური ზედაპირიდან იცვლება 3-3,5 მ-ის ფარგლებში. დელუვიურ ფენში ( $\rho_a=20-50$  ომ.მ) მომეტებული წინააღმდეგობის ( $\rho_a=100-200$  ომ.მ) ჰორიზონტის არსებობა გამოწვეული უნდა იყოს ამ ფენში ძველი კედლების ნარჩენებით.



იგივე სურათია დაფიქსირებული III პროფილზე (ნახ. 29), რომელიც გადის ვეზ 3-დან აღმოსავლეთის მიმართულებით, ამ პროფილზე აღინიშნება ბაზალტის ფენის ზედაპირის მკვეთრი დახრა ფინეზაურის ხეობისკენ.



ნახ. 28. გეოლეტრული ჭრილი II, ნაქალაქარის ტერიტორია



ნახ. 29. გეოლეტრული ჭრილი III, ნაქალაქარის ტერიტორია

5. 2. 3. მომავალი კვლევების დაგეგმვის მიზნით ჩატარებული ლაბორატორიული დაკვირვებები

პატარა «ღრმულების» გამოვლენა ელექტოდიებით გაძნელებულია, ამის გარდა III შრის (კალციტირებული ფენის) წინააღმდეგობა მის მიმდებარე ფენების წინააღმდეგაა

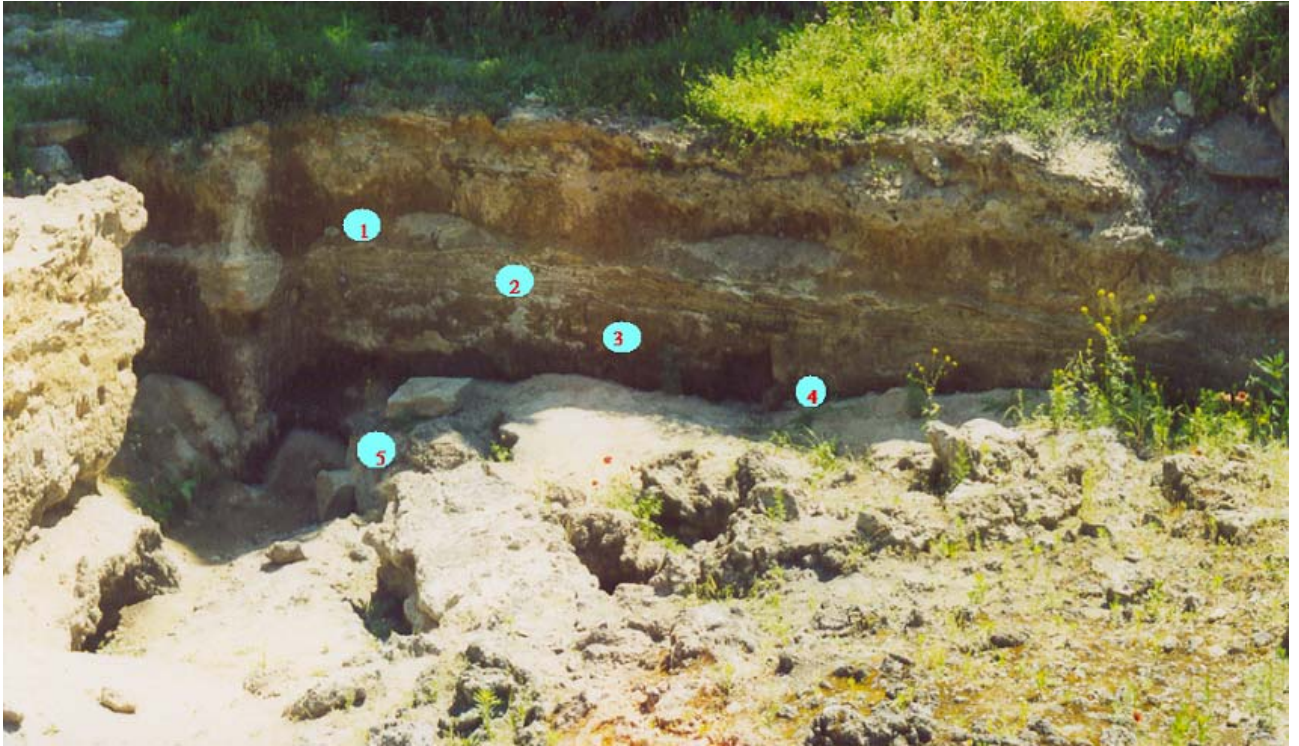
არ განსხვავდება. ე. ი. ელექტროძიებით ამ ორი კონკრეტული ამოცანის გადაწყვეტა გართულებულია.

გეორადარის (GPR) და მაგნიტური გრადიენტის მეთოდები, სავარაუდოდ, ოპტიმალურად შეიძლება იქნას მიღებული ბაზალტის ზედაპირზე მცირე ჩაღრმავებებისა და, აგრეთვე III შრის დასაფიქსირებლად. ეს მეთოდები კარგადაა განვითარებული ევროპისა და ამერიკის უნივერსიტეტებსა და სამეცნიერო-კვლევით ცენტრებში.

დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორიაზე მომავალი კომპლექსური კვლევების განსახორციელებლად, პროფ. თ. ჭელიძის ინიციატივით, გერმანიაში, კლაუსტალის ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფ. ა. ველერის ლაბორატორიაში ჩატარებულ იქნა შესასწავლ ტერიტორიაზე არსებულ ერთ-ერთ ჭრილში სხვადასხვა ფენიდან აღებული ხუთი ნიმუში: 1-თიხა; 2-კარბონატული თიხა; 3-მუქი თიხა; 4-ვულკანური ქვიშა და 5-ბაზალტური ლავების ნიმუშები (სურ. 8), რომელთა ბუნებრივი ტენიანობა მაქსიმალურად იქნა შენარჩუნებული. გაზომილ იქნა ამ ნიმუშების დიელექტრიკული და მაგნიტური თვისებები სხვადასხვა სიხშირის (1,1 მჰც-დან 1,28 გჰც-მდე) დიაპაზონში, რათა განსაზღვრული ყოფილიყო დიფერენციაციის ოპტიმალური ზონა. გამოყენებულ იქნა Hewlett-Packard HP 8712 B სპეციალური გამზომი მოწყობილობა.

ყველა ნიმუში, გარდა მე-3 და მე-5 შრისა, დაიფხვნა და მოთავსდა პლასტმასის ცილინდრულ ჭურჭელში. ნიმუშების დიამეტრი და სისქე, შესაბამისად 12-13 მმ და 4-5 მმ იყო.

ექსპერიმენტის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ თანამიმდევრული 1, 3 და 4 ნალექებისათვის რეალური ნაწილი კომპლექსური დიალექტრიკული მუდმივისა



სურ. 8. არქეოლოგიურ თხრილში არსებული გეოლოგიური ჭრილი: 1. თიხები; 2. კარბონატული თიხა; 3. მუქი თიხა; 4. ვულკანური ქვიშა, 5. ბაზალტი.

(რეალური დმ) 1,1 მჰც სიხშირისას არის შესაბამისად 15-13,7; 18,45-19,99 და 17,26. იმავე სიხშირისათვის წარმოსახვითი ნაწილი (წარმოსახვითი დმ) შესაბამისად იგივე ნიმუშებისათვის არის: 9,65-10,25; 33,87-27,89 და 24,94.

მაღალ სიხშირეებზე დიფერენცირების ხარისხი კლებულობს და 1,2 გჰც სიხშირისას რეალური დიელექტრიკული მუდმივის მნიშვნელობა შესაბამისად არის 3,82-3,5; 4,23-4,45 და 3,47. 1, 3 და 4 შრის ნიმუშებისათვის შესაბამისი სიდიდეები წარმოსახვითი დიელექტრიკული მუდმივისა არის 0,55-0,43; 0,55-0,54 და 0,4.

ექსპერიმენტული გაზომვების შედეგად დადგენილი იქნა, რომ ყველაზე ეფექტურია გეორადართ კვლევების ჩატარება დაბალი სიხშირის 1,1 მჰც ანტენის საშუალებით.

ცხრილ 5-ში მოცემულია ერთ-ერთი ნაწილი ექსპერიმენტის ჩანაწერებიდან. პირველ სვეტში მოცემულია სიხშირე, მეორეში და მესამეში – შესაბამისად დიელექტრიკული მუდმივის რეალური და წარმოსახვითი ნაწილები.

ცხრილი 5

სიხშირე	რდმ	წდმ
1	2	3

1100,000	2,9293	-,0755
1119,579	2,9234	-,0658
1139,507	2,9176	-,0563

1159,789	2,9117	-,0470
1180,433	2,9060	-,0380
1201,444	2,9002	-,0292
1222,829	2,8945	-,0207
1244,595	2,8889	-,0123
1266,748	2,8833	-,0042
1289,296	2,8777	,0036
1312,244	2,8723	,0113
1335,602	2,8668	,0188
1359,375	2,8615	,0261
1383,571	2,8562	,0332
1408,198	2,8509	,0401
1433,263	2,8457	,0468
1458,774	2,8406	,0534
1484,740	2,8356	,0598
1511,167	2,8306	,0660
1538,065	2,8256	,0721
1565,442	2,8208	,0780
1593,306	2,8160	,0838
1621,666	2,8112	,0894
1650,531	2,8066	,0948
1679,909	2,8019	,1002
1709,811	2,7974	,1054
1740,245	2,7929	,1105
1771,220	2,7885	,1154
1	2	3
1802,747	2,7841	,1202
1834,835	2,7798	,1249
1867,494	2,7756	,1295
1900,734	2,7714	,1340
1934,566	2,7691	,1374
1969,001	2,7677	,1402
2004,048	2,7663	,1430
2039,719	2,7649	,1457
2076,025	2,7636	,1484
2112,977	2,7623	,1510
2150,587	2,7610	,1536
2188,866	2,7597	,1561
2227,827	2,7584	,1586
2267,481	2,7572	,1611
2307,841	2,7560	,1635
2348,919	2,7548	,1658
2390,729	2,7536	,1681
2433,283	2,7524	,1704
2476,594	2,7513	,1726
2520,676	2,7501	,1748
2565,543	2,7490	,1770
2611,208	2,7479	,1791
2657,686	2,7469	,1811
2704,991	2,7458	,1832
2753,139	2,7439	,1839
2802,143	2,7414	,1839

2852,020	2,7390	,1838
2902,784	2,7366	,1838
2954,452	2,7343	,1838
1	2	3
3007,040	2,7320	,1837
3060,564	2,7298	,1837
3115,040	2,7276	,1837
3170,486	2,7255	,1836
3226,919	2,7233	,1836
3284,357	2,7213	,1836
3342,817	2,7192	,1836
3402,317	2,7172	,1836
3462,876	2,7153	,1836
3524,514	2,7134	,1836
3587,248	2,7117	,1832
3651,099	2,7101	,1827
3716,087	2,7085	,1822
3782,231	2,7070	,1817
3849,553	2,7055	,1812
3918,073	2,7040	,1808
3987,813	2,7025	,1804
4058,794	2,7011	,1799
4131,038	2,6997	,1795
4204,569	2,6983	,1791
4279,408	2,6969	,1787
4355,579	2,6955	,1784
4433,106	2,6930	,1784
4512,013	2,6907	,1784
4592,324	2,6883	,1784
4674,065	2,6860	,1784
4757,261	2,6838	,1785
4841,938	2,6816	,1785
4928,122	2,6794	,1785
5015,840	2,6773	,1786
5105,119	2,6752	,1786
5195,988	2,6731	,1787
5288,473	2,6710	,1787
5382,605	2,6689	,1788
5478,413	2,6669	,1789
5575,926	2,6649	,1789
5675,174	2,6630	,179
5776,189	2,6611	,1791
5879,003	2,6592	,1792
5983,646	2,6574	,1792
6090,152	2,6558	,1788
6198,553	2,6542	,1784
6308,884	2,6526	,178
6421,179	2,6511	,1776
6535,472	2,6496	,1773
6651,800	2,6482	,1769
6770,199	2,6467	,1766
6890,705	2,6449	,1762

7013,356	2,6430	,1758
7138,190	2,6411	,1755
7265,246	2,6393	,1751
1	2	3
7394,563	2,6375	,1748
7526,183	2,6358	,1745
7660,145	2,6340	,1742
7796,491	2,6323	,1739
7935,265	2,6306	,1736
8076,508	2,6289	,1734
8220,266	2,6272	,1731
8366,582	2,6256	,1729
8515,503	2,6238	,1726
8667,075	2,6219	,1722
8821,344	2,6200	,1718
8978,359	2,6182	,1714
9138,169	2,6164	,1710
9300,824	2,6144	,1708
9466,374	2,6122	,1705
9634,870	2,6100	,1704
9806,366	2,6078	,1702
9980,914	2,6057	,1700
10158,560	2,6039	,1696
10339,386	2,6023	,1690
10523,422	2,6007	,1685
10710,733	2,5991	,168
10901,378	2,5973	,1676
11095,417	2,5951	,1675
11292,910	2,5930	,1675
11493,917	2,5909	,1674
11698,503	2,5890	,1673
11906,730	2,5876	,1668
12118,664	2,5862	,1664
12334,370	2,5848	,166
12553,915	2,5831	,1656
12777,368	2,5808	,1653
13004,798	2,5786	,1650
13236,277	2,5764	,1647
13471,876	2,5747	,1643
13711,668	2,5731	,1639
13955,728	2,5715	,1635
14204,133	2,5698	,1632
14456,959	2,5680	,1631
14714,285	2,5662	,1630
14976,192	2,5645	,1628
15242,760	2,5630	,1623
15514,073	2,5616	,1619
15790,216	2,5602	,1616
16071,273	2,5590	,1617
16357,333	2,5579	,1618
16648,485	2,5562	,1615
16944,819	2,5538	,1609

17246,428	2,5515	,1602
17553,406	2,5496	,1593
17865,847	2,5479	,1582
1	2	3
18183,850	2,5462	,1574
18507,513	2,5450	,1576
18836,936	2,5438	,1578
19172,224	2,5422	,1576
19513,479	2,5405	,1572
19860,809	2,5387	,1568
20214,321	2,5369	,1561
20574,125	2,5352	,1555
20940,334	2,5338	,1559
21313,061	2,5324	,1564
21692,422	2,5308	,1563
22078,536	2,5291	,1561
22471,522	2,5275	,1552
22871,503	2,5260	,1541
23278,604	2,5247	,1541
23692,951	2,5235	,1547
24114,673	2,5218	,1545
24543,901	2,5200	,1539
24980,770	2,5179	,1538
25425,414	2,5159	,1539
25877,973	2,5141	,1530
26338,587	2,5124	,1520
26807,400	2,5111	,1511
27284,558	2,5095	,1510
27770,209	2,5076	,1520
28264,504	2,5064	,1520
28767,597	2,5051	,1516
29279,645	2,5026	,1509
29800,807	2,5013	,1505
30331,246	2,5009	,1504
30871,126	2,4993	,1504
31420,616	2,4975	,1499
31979,886	2,4953	,1490
32549,111	2,4935	,1493
33128,468	2,4919	,1490
33718,137	2,4904	,1487
34318,302	2,4885	,1494
34929,150	2,4876	,1485
35550,870	2,4863	,1480
36183,657	2,4848	,1479
36827,707	2,4833	,1476
37483,221	2,4820	,1484
38150,402	2,4794	,1471
38829,459	2,4773	,146
39520,603	2,4761	,1458
40224,049	2,4754	,1461
40940,016	2,4741	,1468
41668,727	2,4709	,1462

42410,408	2,4700	,1451
43165,291	2,4678	,1453
43933,610	2,4658	,1446
1	2	3
44715,605	2,4638	,1432
45511,520	2,4632	,1429
46321,601	2,4620	,1431
47146,101	2,4604	,1434
47985,276	2,4580	,1438
48839,389	2,4557	,1419
49708,704	2,4551	,1405
50593,493	2,4540	,1408
51494,030	2,4517	,1407
52410,597	2,4497	,1416
53343,478	2,4479	,1396
54292,963	2,4473	,1406
55259,35 0	2,4461	,1398
56242,937	2,4453	,1402
57244,031	2,4420	,1396
58262,945	2,4426	,1388
59299,995	2,4400	,1380
60355,503	2,4381	,1390
61429,799	2,4366	,1363
62523,217	2,4371	,1374
63636,097	2,4339	,1369
64768,786	2,4329	,1364
65921,637	2,4319	,1361
67095,007	2,4306	,1357
68289,263	2,4299	,1357
69504,775	2,4289	,1360
70741,924	2,4273	,1353
72001,093	2,4261	,1357
73282,674	2,4252	,1338
74587,067	2,4246	,1359
75914,677	2,4224	,1339
77265,918	2,4216	,1337
78641,211	2,4210	,1345
80040,983	2,4197	,1332
81465,67	2,4196	,1339
82915,716	2,4184	,1339
84391,572	2,4168	,1343
85893,697	2,4177	,1347
87422,56	2,4154	,1341
88978,635	2,4142	,1339
90562,408	2,4143	,1351
92174,371	2,4129	,1349
93815,026	2,4124	,1357
95484,884	2,4119	,1354
97184,465	2,4103	,1367
98914,297	2,4096	,1374
100674,919	2,4080	,1371
102466,879	2,4074	,1375

104290,736	2,4062	,1387
106147,056	2,4050	,1393
108036,417	2,4034	,1394
1	2	3
109959,408	2,4013	,1398
111916,628	2,4003	,1412
113908,685	2,3994	,1422
115936,199	2,3966	,1424
117999,802	2,3946	,1429
120100,136	2,3931	,1429
122237,855	2,3913	,1435
124413,624	2,3882	,1422
126628,121	2,3870	,1433
128882,035	2,3859	,1426
131176,067	2,3838	,1430
133510,932	2,3813	,1425
135887,356	2,3791	,1427
138306,079	2,3770	,1414
140767,854	2,3769	,1403
143273,448	2,3742	,1418
145823,639	2,3738	,1397
148419,223	2,3723	,1385
151061,007	2,3723	,1369
153749,813	2,3713	,1366
156486,478	2,3715	,1369
159271,855	2,3707	,1351
162106,810	2,3717	,1355
164992,225	2,3722	,1372
167929,000	2,3720	,1363
170918,047	2,3722	,1370
173960,298	2,3713	,1387
177056,700	2,3718	,1412
180208,216	2,3716	,1402
183415,827	2,3703	,1427
186680,531	2,3693	,1456
190003,346	2,3694	,1474
193385,305	2,3692	,1484
196827,462	2,3656	,1497
200330,887	2,3630	,1521
203896,671	2,3610	,1556
207525,924	2,3588	,1554
211219,775	2,3547	,1567
214979,376	2,3504	,1575
218805,895	2,3470	,1558
222700,524	2,3435	,1557
226664,476	2,3403	,1549
230698,984	2,3387	,1534
234805,304	2,3377	,1517
238984,715	2,3365	,1497
243238,516	2,3377	,1477
247568,033	2,3390	,1455
251974,614	2,3399	,1465

256459,629	2,3424	,1459
261024,474	2,3431	,1472
265670,572	2,3450	,1486
1	2	3
270399,368	2,3467	,1508
275212,334	2,3466	,1539
280110,968	2,3454	,1571
285096,795	2,3434	,1616
290171,368	2,3392	,1659
295336,265	2,3347	,1675
300593,094	2,3303	,1671
305943,493	2,3252	,1703
311389,125	2,3204	,1698
316931,687	2,3157	,1696
322572,904	2,3103	,1659
328314,531	2,3111	,1623
334158,356	2,3128	,1615
340106,198	2,3128	,1585
346159,909	2,3168	,1585
352321,373	2,3178	,1595
358592,507	2,3182	,1619
364975,264	2,3198	,1653
371471,631	2,3170	,1690
378083,63	2,3161	,1735
384813,319	2,3120	,1759
391662,792	2,3082	,1787
398634,183	2,3021	,1788
405729,661	2,2982	,1793
412951,435	2,2954	,1779
420301,752	2,2950	,1773
427782,901	2,2961	,1744
435397,211	2,2986	,1736
443147,051	2,2982	,1752
451034,835	2,2969	,1788
459063,016	2,2930	,1823
467234,096	2,2910	,1852
475550,616	2,2846	,1875
484015,165	2,2820	,1878
492630,380	2,2797	,1858
501398,940	2,2778	,1863
510323,576	2,2767	,1849
519407,067	2,2784	,1824
528652,238	2,2800	,1859
538061,968	2,2802	,1884
547639,187	2,2769	,1921
557386,876	2,2744	,1933
567308,067	2,2736	,1990
577405,851	2,2697	,2011
587683,370	2,269	,2028
598143,824	2,2658	,2053
608790,468	2,2618	,2060
619626,617	2,2575	,2067

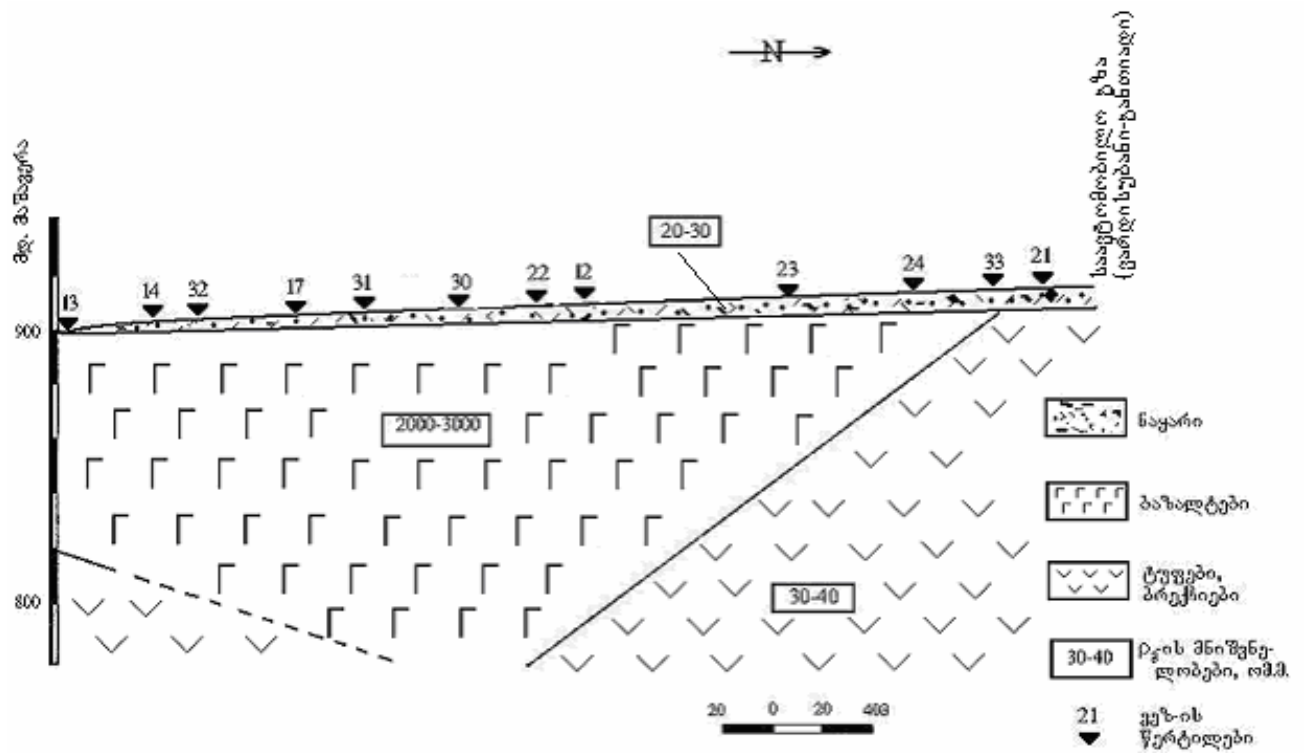
630655,643	2,2541	,2079
641880,981	2,2516	,2064
653306,123	2,2509	,2033
1	2	3
664934,627	2,254	,2072
676770,112	2,2567	,2116
688816,262	2,2562	,2205
701076,828	2,253	,2282
713555,625	2,2422	,2325
726256,538	2,2318	,2323
739183,521	2,2254	,2271
752340,597	2,2289	,2296
765731,862	2,2278	,2362
779361,485	2,2239	,2461
793233,708	2,2077	,2485
807352,849	2,1985	,2440
821723,303	2,1981	,2289
836349,543	2,2090	,2279
851236,124	2,2199	,2457
866387,677	2,2112	,2677
881808,920	2,1830	,2817
897504,653	2,1540	,2635
913479,761	2,1539	,2446
929739,219	2,1695	,2398
946288,085	2,1786	,2596
963131,513	2,1545	,2795
980274,746	2,1208	,2660
997723,118	2,1225	,2409
1015482,063	2,1411	,2359
1033557,107	2,1518	,2601
1051953,877	2,1145	,2817
1070678,101	2,0795	,2515
1089735,605	2,0917	,2193
1109132,323	2,1201	,2155
1128874,293	2,1295	,2581
1148967,659	2,0737	,2744
1169418,676	2,0560	,224
1190233,711	2,0826	,2026
1211419,242	2,1092	,2210
1232981,865	2,0770	,2534
1254928,29	2,0399	,2158
1277265,351	2,0690	,1826

5. 2. 4. მაშავერას ხეობის პალეორელიეფის რეკონსტრუქციის მიზნით ჩატარებული გეოფიზიკური სამუშაოების შედეგები

ბაზალტური ლავების ზედაპირის მორფოლოგიის, მათი გავრცელებისა და მეოთხეული ნალექების დახასიათების მიზნით გატარებულ იქნა მერიდიანული პროფილი მაშავერას ხეობის კიდიდან ჩრდილოეთისაკენ საავტომობილო გზამდე, სოფ. ვარდისუბნიდან დასავლეთით 3-4 კმ-ზე. ამ უბანზე არქეოლოგიების მიერ გათხრილია სამი შურფი, მაგრამ, რამდენადაც ისინი არ არის დასული ბაზალტების ზედაპირამდე, მეოთხეული ნალექების სრული ჭრილი უცნობია.

როგორც წარმოდგენილი გეოელექტრული ჭრილიდან ჩანს (ნახ. 30), პროფილის სამხრეთ ნაწილში, ხეობის პირას ბაზალტები წინააღმდეგობით  $\rho_a=2000-3000$  ომ.მ გამოდის დღიურ ზედაპირზე. ჩრდილოეთის მიმართულებით ახალგაზრდა დელუვიური ნალექების ( $\rho_a=20-30$  ომ.მ) სიმძლავრე თანდათანობით იზრდება და სამანქანო გზასთან 10 მ აღწევს. ბაზალტების ზედაპირი პროფილის ფარგლებში დაახლოებით ჰორიზონტალურია, თუმცა შეიმჩნევა გარკვეული დახრა სამხრეთის მიმართულებით. ჩრდილოეთ ნაწილში (ვეზ 24-21 შუალედში) ბაზალტების ფენა ისოლება და ჭრილში გამოიყოფა ქვეშედა ზედა ცარცის ვულკანოგენური ნალექები ( $\rho_a=30-45$  ომ.მ). ზემოაღნიშნული ფენების წინააღმდეგობათა შორის მკვეთრი დიფერენციაცია საშუალებას იძლევა მათი კონტაქტის ზედაპირი დიდი დამაჯერებლობით დაფიქსირდეს. აღნიშნული საკონტაქტო ზედაპირის (პალეორელიეფის) სიღრმეში გადევნების მიზნით, გადიდებული იქნა დანადგარის გაშლები ( $AB>400$  მ), რამაც საშუალება მოგვცა დაკვირვების ჩაწვდომის სიღრმე გაგვეზარდა 110-120 მ-მდე. ამ მონაცემების მიხედვით ცენტრალურ ნაწილში, ვეზ 30-ის უბანზე, ზედა ცარცული ნალექების სიღრმე 120 მ-ს აღემატება. პროფილის სამხრეთ ნაწილში დაკვირვებები დიდი სიღრმეების შესწავლის მიზნით ვერ ჩატარდა ტექნიკური მიზეზების გამო (გვერდითი გავლენები). მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ გეოლოგიურ მონაცემებს [13] მაშავერის ხეობაში, ზედა ცარცული ნალექები ამ უბანზე შიშვლდება ზედაპირიდან 40-50 მ-ის სიღრმეზე), მაშინ პალეოხეობის მაქსიმალური ჩაღრმავება უნდა მდებარეობდეს ვეზ 30-ის მახლობლად.





ნახ. 30. გეოელექტრული ჭრილი მაშავერას მარცხენა ნაპირზე.

ამგვარად, წარმოდგენილი გეოელექტრული ჭრილის მიხედვით პროფილის გასწვრივ სამანქანო გზამდე 20-30 მ-ზე, ბაზალტების ფენი ისოლება. სამხრეთის მიმართულებით ფენის სიმძლავრე მკვეთრად იზრდება და ხევამდე 150-170 მ-ზე იგი 120 მ-ს აღემატება. ბუნებრივია, რომ პალეორელიეფის დეპრესიული უბანი წარმოადგენს მდ. მაშავერას ძველ კალაპოტს. მიღებული შედეგი ადასტურებს ადრე გამოთქმულ მოსაზრებას პალეომაშავერას ხეობის შედარებით ჩრდილოეთით მდებარეობის შესახებ [13].

## დასკვნები და რეკომენდაციები

1. ნაშრომში გადმოცემულია არქეოლოგიური გეოფიზიკის, როგორც გამოყენებითი მეცნიერების, ჩამოყალიბებისა და განვითარების ისტორია, მისი როლი არქეოლოგიური ძეგლების ძიება-გამოვლენაში. არქეოლოგიური ობიექტის სხვადასხვა მაღალი სიზუსტის გეოფიზიკური კვლევების საფუძველზე მიღებული შედეგებით მისი კარტირებისას გამოყენებულია მეთოდების ფართო სპექტრი.
2. პრინციპულად ახალი თვალსაზრისით არის განხილული საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში (ტერიტორიებზე) განხორციელებული არქეოგეოფიზიკური სამუშაოები, რომლებიც სათავეს 1964 წლიდან იღებენ. შესაბამის ეტაპებად (სტადიებად) არის დაყოფილი გეოფიზიკური კვლევები და სათანადო დასკვნები გაკეთებული ჩატარებულ სამუშაოებზე. ისტორიული ფაზისის ძიების მიზნით, ტოპოგრაფიული რუკებისა და აეროფოტო მასალების შეჯერების საფუძველზე, დაზუსტებულია ტერიტორია, სადაც უნდა განხორციელებულ იქნას სხვადასხვა წყაროებში მითითებული ციხის ნანგრევების არქეოგეოფიზიკური კვლევები. საკვლევი არეალი მოიცავს ქ. ფოთის აეროპორტის ასაფრენი ბილიკის ჩრდილოეთ უბანს მდ. რიონის დღევანდელი კალაპოტის (ხელოვნური) სიახლოვეს.
3. პირველად არქეოგეოფიზიკურ ძიებაში შემოტანილია სამუშაო-საკვლევაძიებო ეტაპი მოკვლევითი ხასიათის დაკვირვებების შესახებ. დიდი მცხეთის ტერიტორიაზე, არაგვის ქვემო წელის აუზში ფართო გეოფიზიკური კვლევების წარმატებით ჩატარების მიზნით შემუშავებულია კრიტერიუმების კომპლექსი, შემდეგი არსებითი ნიშნების გათვალისწინებით: 1. მორფოლოგიურ-რელიეფური – მტკვრისა და არაგვის ეროზიული მოქმედების შედეგად წარმოქმნილი ტერასების ხასიათი, 2. ჰიდროგეოლოგიური – ზედაპირული და სიღრმული წყლების არსებობა, 3. ნიადაგის საფარის აგებულება, 4. მცენარეული საფარის თავისებურებები, 5. სახმელეთო და სამდინარო გზები, საკულტო და თავდაცვითი ნაგებობების მშენებლობისათვის ხელსაყრელი პირობების დადგენა. ამასთან ერთად განსაზღვრულია დამატებით არქეოლოგიური ობიექტების (ძეგლების) გამოვლენის, ცნობილი წესი, დაკავშირებული

არქეოლოგიური ნიმუშების კონკრეტულ პუნქტში შემთხვევით პოვნასთან სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ჩატარებისა, ან ეროზიული პროცესების გააქტივებასთან, რომელთა კორელაციური ანალიზი კონკრეტულ განსაზღვრულ ტერიტორიაზე არქეოლოგიური კულტურის რეკონსტრუქციას გულისხმობს. აღნიშნული ტერიტორიის, არაგვის ქვემო წელის აუზის უბანზე შემოთავაზებული კომპლექსური ანალიზის საფუძველზე ჩვენს მიერ გამოყოფილია ორი პერსპექტიული უბანი, სადაც რეკომენდირებულია რეგიონული არქეოგეოფიზიკური კვლევების ჩატარება. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ერთ-ერთ ასეთ პერსპექტიულ უბანზე მიმდინარე საქალაქო მშენებლობის დროს აღმოჩენილია მნიშვნელოვანი არქეოლოგიური ძეგლები.

4. პირველად საქართველოში არმაზციხე-ბაგინეთის უბანზე ჩატარდა სისტემური და კომპლექსური გამოკვლევები. თუ ადრეულ პერიოდში არქეოგეოფიზიკური გამოკვლევები ძირითადად მთავრდებოდა ფიზიკური ველების დახასიათებით, ხოლო მონაცემთა ანალიზი, თვისებრივ ხასიათს ატარებდა, ჩვენს მიერ ჩამოყალიბებული სქემის მიხედვით, გამოკვლევების საფუძველზე, შესაძლებელი გახდა არქეოგეოფიზიკურ დაკვირვებათა რაოდენობრივი ინტერპრეტაცია, დაკვირვებათა ცალსახა მნიშვნელობით. ანალიზის შედეგი ემყარება, როგორც არქეოლოგიურ ობიექტზე ჩატარებული გამოკვლევების მონაცემებს, ისე საველე-პრაქტიკულ გამოცდილებას ჰიდროგეოფიზიკის, სტრუქტურული და მადნეული საბადოების ძიების, საინჟინრო გეოფიზიკის და სხვ. სფეროში. შემუშავებული მეთოდით ჩატარებული ანალიზის შედეგად, 30 ჰა ფართზე გავრცელებულ არმაზციხე-ბაგინეთის არქეოლოგიურ ობიექტზე, გეოფიზიკურად შესწავლილ 1 ჰა-მდე ტერიტორიაზე გამოვლენილია რვა სხვადასხვა ზომის მიწისქვეშა არქეოლოგიური ნაგებობა (საერთო ფართობით 1750 მ<sup>2</sup>). დაკვირვებათა მასალების ცალსახა ინტერპრეტაციის დასტურია გამოვლენილ ანომალიათა შემოწმების შედეგად, გატარებულ თხრილების (ოთხი) სიღრმეში ყველგან არქეოლოგიური ძეგლების გამოვლენის ფაქტი. ე. ი. ადგილი ჰქონდა ასპროცენტთან პროგნოზირებას. ინტერპრეტაციის მაღალ სიზუსტეზე მიუთითებს ის გარემოებაც, რომ ერთ-ერთი თხრილის გაგრძელებისას, ანომალიის კონტურის გარეთ, თხრილი გავიდა ფუჭ ქანებში. სავარაუდო კონტური 10-15 სმ სიზუსტით დასტურდება.

5. ჩატარებული არქეოგეოფიზიკური სამუშაოების შედეგად დადასტურებულია, რომ მუდმივი დენით ძიება მიზანშეწონილია ჩატარდეს მშრალი ნიადაგის პირობებში, ვინაიდან სველი ნიადაგის პირობებში, ზედაპირთან ახლოს მდებარე არქეოლოგიური ობიექტების მიერ გამოწვეული ანომალიების ინტენსივობა საგრძნობლად არის შემცირებული, რაც ართულებს ანომალიის გამოყოფას.

6. დმანისის ნაქალაქარის ტერიტორიაზე გავრცელებული ქანების – ანტროპოგენის ნალექების, ბაზალტური ლავებისა და ზედა ცარცული ვულკანოგენური წყების პარამეტრებს (ხვედრითი ელექტრული წინაღობა) შორის არსებული მკვეთრი დიფერენციაცია განაპირობებს ელექტრული ძიების მეთოდების ეფექტურ გამოყენებას რეგიონში სტრუქტურული გეოლოგიის ამოცანების გადაწყვეტის მიზნით: საჭიროა დადგენილ იქნეს ბაზალტების ზედაპირის მორფოლოგია და გამოიყოს უარყოფითი რელიეფის ფორმები. რეკომენდირებულია ელექტროძიებასთან ერთად, საკვლევაძიებო კომპლექსში გამოყენებულ უნდა იქნას გეორადარის მეთოდი, რომლის ოპტიმალური სიხშირე ლაბორატორიული კვლევების შედეგად 1,1 მჰც. უნდა იყოს.

7. მდინარე მაშავერას ხეობაში განხორციელებული ელექტროძიებითი სამუშაოებით დასტურდება გეოფიზიკური სამუშაოების ეფექტურობა პალეორელიეფის რეკონსტრუქციის თვალსაზრისით. დადგინდა, რომ მდ. მაშავერას ძველი კალაპოტი მდებარეობდა თანამედროვეს ჩრდილოეთით, 200 მეტრის დაშორებით.

8. ნაშრომში განხილული პრობლემატიკა, მიღებული შედეგები, დაკავშირებული არქეოლოგიური ძეგლების ძიებასთან, განსაზღვრავს გეოფიზიკური მეთოდის დიდ მნიშვნელობას მისი კომპლექსური პროგრამიტ განხორციელების პირობებში.

არქეოგეოფიზიკური ძიებისას შემუშავებული მოთხოვნათა კრიტერიუმების კომპლექსი, უაღრესად პერსპექტიულს ხდის არქეოლოგიური ობიექტების მომავალი ძიება-არმოცენისა და ძეგლების აქტიური ინტერპრეტაციის რთულ, ეკონომიურად ძვირადღირებულ პროცესს. რეკომენდირებული არქეოგეოფიზიკური ძიების მეთოდი უნივერსალურია ნებისმიერი ხასიათის არქეოლოგიური ძეგლების კვლევის საქმეში.

## ლიტერატურა

1. ზ. ამილახვარი, თ. დათუნაშვილი, გ. ტატიშვილი, გ. ჯაში. გორის ციხის შიგა და მიმდებარე ტერიტორიის გამოკვლევა ძიების ელექტრომეტრული მეთოდით. დედამიწის ქერქისა და ზედა მანტიის ელექტრომაგნიტური გამოკვლევები საქართველოს ტერიტორიაზე. თბილისი. 1977. გვ. 21-32.
2. ა. აფაქიძე. მცხეთა ქართლის სამეფოს ძველი დედაქალაქი. თბილისი. 1959.
3. ა. აფაქიძე. ქალაქები და საქალაქო ცხოვრება ძველ საქართველოში. I ნაწილი. თბილისი. 1963.
4. მ. ბერძენიშვილი ქალაქ ფაზისის ისტორიისათვის. თბილისი. 1969.
5. ლ. გაბუნია, ა. ვეკუა, დ. ლორთქიფანიძე. იშვიათი პალეონტოლოგიური აღმოჩენები დმანისში. დმანისი III. თბილისი, 2001, გვ. 9-41.
6. გეოფიზიკური კვლევები ფაზისის ლოკალიზაციის მიზნით (ანგარიში). თსუ. 1982.
7. გეოფიზიკური მეთოდებით ფაზისის და კოლხეთის დაბლობზე, კახეთში და ბიჭვინთაში არქეოლოგიური ძეგლების ძიება. ანგარიში. თსუ. 1984.
8. პ. ზაქარაია, ვ. ნიკოლაიშვილი, თ. ჭყონია. ბებრისციხე-ბელტისციხე. კრებ: საქართველოს ისტორიისა და კულტურის ძეგლთა აღწერილობა, ტ. 5. თბილისი. 1990. გვ. 242.
9. მ. თვალჭრელიძე, დ. ლორთქიფანიძე ნალექდაგროვების თავისებურებანი დმანისის პირველყოფილი ადამიანის სადგომის ტერიტორიაზე. დმანისი I, 1998, გვ. 229-238.
10. მ. კაჭახიძე, ა. უსტიაშვილი, გ. ქუთელია, მ. ჯახუტაშვილი \_ გარეჯის ნაქალაქარის შესწავლა ძიების გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებით. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დაარსების 70-ე წლისთავისადმი მიძღვნილი I რესპუბლიკური კონფერენციის თეზისები. თბილისი. 1988. გვ. 64-65
11. ჯ. კეკელია. ფაზისის ლოკალიზაციის გეოგრაფიული ასპექტის შესახებ. საქართველოს მეცნ. აკადემიის მოამბე, 102, 12, 1981. გვ. 505-508.
12. ოთ. ლორთქიფანიძე. არქეოლოგია და თანამედროვეობა. «მეცნიერება», თბილისი. 1979.

13. გ. მაისურაძე, რ. ახვლედიანი, ნ. კლოპოტოვსკაია ქვემო ქართლის გეოლოგიური, გეომორფოლოგიური და პალეოგეოგრაფიული ნარკვევი (მდ. მამავერას აუზი). დმანისი I. 1998. გვ. 178-202.
14. მცხეთა I. არმაზისხევის არქეოლოგიური ძეგლები. თბილისი. 1955.
15. ნაომარი გორას» (გარეჯი) ტერიტორიის შესწავლა გეოფიზიკური მეთოდებით. ანგარიში. თსუ. 1985.
16. ნაომარი გორას» (გარეჯი) ტერიტორიის შესწავლა გეოფიზიკური მეთოდებით. ანგარიში. თსუ. 1986.
17. ვ. ნიკოლაიშვილი. ქალაქი მცხეთა ახ. წ. აღ. III-VI სს-ში, კრებ. კავკასიის მაცნე (სპეც. გამოც. 3), თბილისი. 2004. გვ. 39-43.
18. მ. საბაშვილი. საქართველოს სსრ ნიადაგები. თბილისი. «მეცნიერება», 1965.
19. გ. ტაბალუა, მ. ჯახუტაშვილი, ა. თარხნიშვილი, თ. ზარდალიშვილი, გ. გიუნაშვილი-არქეოგეოფიზიკური გამოკვლევების წინასწარი შედეგები არმაზციხე-ბაგინეთის ტერიტორიაზე. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მცხეთის არქეოლოგიური ინსტიტუტის VI სამეცნიერო სესია. მცხეთა. 2000. გვ. 4-10.
20. დ. უკლება. აღმოსავლეთ საქართველოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული დარაიონება. წიგნი 1. თბილისი, 1968.
21. ქ. ფოთის მიდამოებში კომპლექსური გეოფიზიკური კვლევების ჩატარება ქ. ფაზისის ლოკალიზაციის მიზნით. (ანგარიში), თსუ, 1981.
22. გ. ქუთელია, ნ. ხვედელიძე, მ. ჯახუტაშვილი – უდაბნოს ტერიტორიაზე არქეოლოგიური ძეგლების ძიება გეოფიზიკური მეთოდებით. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დაარსების 75-ე წლისთავისადმი მიძღვნილი მესამე სამეცნიერო კონფერენციის თეზისები., თბილისი. 1993. გვ. 136-138.
23. გ. ყიფიანი, ე. გავაშელი. წიწამურის ველის კომპლექსური სახლი. 1999 წლის საველე-არქეოლოგიური კვლევა-ძიების შედეგები. IV სამეცნიერო სესია. მცხეთა, 2000. გვ. 11-15.
24. შ. ჩხენკელი, კ. დანელია, ნ. დოლიძე, შ. დონაძე, ნ. კაციაშვილი, რ. გოგუა, ლაშხია, რ. გაჩეჩილაძე, გ. ჯაში, გ. ციციშვილი, გ. ტაბალუა. საქართველოს ზოგიერთი არქეოლოგიური ძეგლის გეოფიზიკური მეთოდებით გამოკვლევების შედეგები. საქ.

მეცნ. აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. XXXIV, გამოყენებითი რადიომეტრია, 1975. გვ. 56-63.

25. დ. ციციშვილი, გ. ტაბაღა, ბ. ბალავაძე, გ. შენგელაია, გ. მანაგაძე, ნ. კაციაშვილი, რ. გოგუა, შ. ჩხენკელი, კ. დანელია, გ. მელაძე ბიჭვინთის ნაქალაქარის არქეოლოგიური ძეგლების გეოფიზიკური მეთოდებით გამოკვლევების შედეგები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტ. შრომები. ტ. XXXIV, გამოყენებითი რადიომეტრია, 1975. გვ. 46-54.

26. თ. ჭელიძე. გეოფიზიკური მეთოდები ბუნების დაცვაში. თბილისი. 2004.

27. ძველად არსებული სანავსადგურო ქ. ფაზისის ძიება გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებით (ანგარიში). თსუ, 1977.

28. ჭ. ჯანელიძე. ქ. ფაზისის ლოკალიზაციის გეოგრაფიული ასპექტი. თბილისი. 1976.

29. Алпаидзе В. С. Геология и геоморфология окрестностей Тбилиси. Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Тбилиси. 1969.

30. Бурлацкая С.П. Датирование археологических объектов археомагнитным методом. СА, 1963, №4. ст.115-221.

31. Бурлацкая С.П. О датировании археологических объектов археомагнитным методом. СА, 1962, №2.

32. Бурлацкая С.П., Нечаев Т. Б. Датирование археологических объектов археомагнитным методом. МИА, 1963, №4.

33. Варенцов М. И. Геологическое строение западной части Куринской депрессии. Изд. АН СССР. 1950.

34. Вахрамеев Г.С. Геофизика и культура. Евро-Азиатское геофизическое общество. Геофизика, 1996, №1, ст. 51-56.

35. Виленский Д.Г. Погребенные почвы Сагурамского могилтника в Грузии. Почвоведение. 1925. т. xx, №4.

36. Гамкрелидзе П. Д. Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Тр. Геол. ин-та Груз. ССР. монография 2. 1949.

37. Гамкрелидзе П. Д. Новые данные о геологическом строении Ахалкалакского нагорья и южного склона Большого Кавказа. Сб. трудов Геол. ин-та АН Груз. ССР. 1954.

38. Геология СССР. т. X. Грузинская ССР. ч. 1. Геологическое описание. Москва. „Недра“, 1964.

39. Глазунов В.В. Наумов А.П. Внучков Г. А. Алексеев С.А. Хасиев И. С. Геофизические исследования на античном поселении Панское 1. Новое в применении физико-математических методов в археологии. МОИП, Москва, 1979. ст. 22-39.
40. Глазунов В.В. Опыт Выявления детального плана постройки методом электроразведки. КСИА, вып. 152, 1978, ст. 68-73.
41. Глазунов В.В. Принципы моделирования и интерпретаций потенциальных геофизических полей скрытых археологических объектов. Докторская диссертация. Санкт-Петербург. 1997.
42. Глазунов В.В., Ефимова Н.Н. Картированные неоднородных археологических объектов по данным квантовой магнитометрии. Разведка и охрана недр, №9, 2001.
43. Грошевой Г.В., Галкин Л.Л., Зайнчковский М.А. Археологическая разведка магнитометром направленного действия. СА, 1967, №3, ст. 191-204.
44. Грузия в антропогене. «Сакартвело». Тбилиси. 1991.
45. Джанелидзе А. И. О Тбилисских складках. Сообщ. АН Грузинской ССР, т. X, №4, 1949.
46. Джанелидзе Ч. П. Палеогеография Грузии в голоцене. «Мецниереба». 1980.
47. Журбин И. В. Археология и Геофизика: принципы комплексных исследований. РА, 2004, №3. ст.79-88.
48. Журбин И. В. Геофизика в археологии: методы, технология и результаты применения, Ижевск, 2004.
49. Загнин Г. Ф., Круц В.А., Русаков О. М. Опыт применения протонного магнитометра в археологии. СА, 1971. №3. ст.203-207.
50. Зубаков В.А. Кочагура А.В. Островский А.Б. Восточное Причерноморье. Плейстоцен – В кн: Геохронология СССР, 1974, т. III, ст. 101-111.
51. Китовани Т. Г. Геохронологическое значение плиоценных и раннеплейстоценных Cardiidac Западной Грузии. Тбилиси, вып.206. 1976.
52. Кляшторный С. Г. Об использовании геофизических методов в археологической разведке. СА, 1958, №4, ст. 215-218.
53. Когошвили Л.В. К вопросу о молодых тектонических движениях в связи с происхождением Мухранской долины. Сообщ. АН Груз. ССР, т. XII, №5, 1956.
54. Колчин Б. А. Археология и естественные науки. Сб. Археология и естественные науки. МИА, №129, 1965. ст. 7-26.
55. Кольчин Б.А. Естественнонаучные методы в институте археологии АН СССР. КСИА, 1980, №163. ст.68-76.



56. Кольчин Б.А. Монгайт А.Л. Применение естественнонаучных методов в археологии. Вопросы истории. 1960, №3. ст. 75-87.
57. Кольчин Б.А. Шер Я.А. Некоторые итоги применения естественнонаучных методов в археологии. КСИА, вып. 118, 1969. ст. 83-100.
58. Комаров В.А., Фокин А. Ф., Франтов Г. С. О применении метода вызванной поляризации при археологических поисках кострищ с углем. СА, №1, 1967. ст. 301-304.
59. Лалиев А. Г. К вопросу геотектонической природы и истории геологического развития Колхидской низменности. Тр. Геол. ин-та Груз. ССР. Серия геология, т. X (XV), 1957.
60. Майсурадзе Г. М. Антропоген Кавказа. „Мецниереба“, Тбилиси. 1990.
61. Маруашвили Л. И. Морфология и история развития новейших вулканических сооружений Южной Грузии. Сообщ. АН Груз. ССР, т. XVII, №4, 1956.
62. Маруашвили Л. И. Стратиграфическая и палеогеографическая интерпретация особенности строения террас р.р. Ксани и Арагви.
63. Мельников А. В., Смекалова Т. Н. Илинский Г. А. Серебринский А. И. Андежанова Т. Г. Археолого-геофизические исследования и вопросы экологии производственного комплекса раннего железного века на псковщине. Человек и окружающая среда в древности и средневековье. МОИП, 1985. ст. 112-118.
64. Монгайт А.Л. Археология и современность. Москва, 1963.
65. Николаишвили В.. Историческая топография стольного города Картли-Иберии – „Мцхета Великой“ в свете новых открытий. В сборнике: „Археология, этнология и фольклористика Кавказа“. Материалы Международной конференции, Ереван. 2003г. ст. 137-140.
66. Рейнгард А. Л. Несколько слов о причерноморских и долинных террасах Кавказа. Ежегодник по геол. и минер. России. т. XVII, вып. 4, 1914.
67. Рейнгартен В. П. Геологический очерк района Военно-Грузинской дороги. Тр. ВГРО. Вып. 148. 1932.
68. Сабашвили М. Н. Почвы Грузии. Тбилиси. 1948.
69. Слукин В. М. Археолого-геофизические исследования в уральском металлургическом центре XVIII века. Естественные науки и археология в изучении древних производств. Материалы совещания, М., Наука. 1982, ст. 72-81.
70. Слукин В. М. Архитектурно-исторические подземные сооружения, Свердловск. Изд-во Уральского университета. 1991.

71. Слукин В. М. Неразрушающие методы исследования памятников архитектуры. Свердловск, 1988.
72. Станюкович А. К. Основные методы полевой археологической геофизики. Естественно-научные методы в полевой археологии. М., вып. 1, 1997, ст.19-42.
73. Станюкович А.К. Археологическая геофизика в России. Евро-Азиатское геофизическое общество. Геофизика, №2, 1966.
74. Франтов Г. С. Применение геофизических методов разведки в археологии. Сб. Археология и естественные науки, МИА, 1965, 129, ст. 244-251.
75. Франтов Г.С., Пинкевич А.А. Геофизика в археологии. Недра, Ленинградское отд-е. 1966.
76. Церетели Д. В. К палеогеографии и истории развития рельефа Алазанской долины в четвертичном периоде. Сообщ. АН Груз. ССР, т. XV, №7, 1954.
77. Церетели Д. Плейстоценные отложения Грузии. Тбилиси. 1965
78. Цицишвили Д. А. Табагуа Г. Г. Хвития Г. П. Пачуашвили Р. И. Электроразведка в археологических исследованиях на примере Бичвинта. სპეციალური გამოკვლევა ავღღობის დარბაზი, L, 13, 1968, გვ. 771-776.
79. Цицишвили Д.А. Инженерная геофизика в условиях горной страны. Мецниереба, 1980.
80. Шапова Ю.Л. Методы естественных наук в изучении древних производств. Методы естественных наук в археологии. МОИП, Москва, 1979. ст. 114-120.
81. Шевин В.А. Модин И.Н. Геофизические методы исследования земной коры (под редакцией В. К. Хмелевского). Книга 2, Дубна, 1999, ст. 128-139.
82. Шеглов А. Н. Комплексные методы исследования в археологии. Природа. 1977, №3, ст. 78-81.
83. Шилик К. К. Опыт электроразведки методом симметрического профилирования, СА, 1967, №3. ст. 205-211.
84. Шилик К. К. Опыт применения магниторазведки на древнорусском городище. Сб. Археология и естественные науки, МИА, 1965, 129, ст. 253-256.
85. Шилик К. К. Применение магниторазведки при исследовании средневековых памятников в Крыму. КСИА, Наука. вып. 113, 1968. ст. 123-130.
86. Шилик К.К. Опыт применения метода электропрофилирования при геофизических работах. КСИА, вып. 103, 1965, ст. 153-156.
87. Шилик К.К. Опыт электроразведки методом симметрического электропрофилирования. СА, №3, 1967. ст. 205-211.

88. Шрайбман В. И., Серкеров С.А., Сидельникова Т.А., Флеров В. С. Новое в применении магниторазведки и электроразведки при исследовании грунтовых погребений на северном Кавказе. СА, 1988, №1, ст. 101-112.
89. Эиткин М. Дж. Применение физики в археологии. Успехи физических наук. т. 87, вып. 2, ст. 303-340.
90. Эиткин М. Дж. Физика и археология. М. ИЛ, 1963.
91. Электроразведка. Справочник геофизика. т. 1. Москва. „Недра“ 1989.
92. A. Apakidze, G. Tabagua, L. Chanturishvili, T. Chelidze, G. Kipiani, M. Jakhutashvili-Some results of archaeogeophysical studies on territory of Ancient Urban Area Armaztsikhe-Bagineti. Bulletin of Georgian Academy of Sciences. Volume 163, №3. Tbilisi. 2001. pp. 470-472.
93. A. Apakidze, G. Tabagua, L. Chanturishvili, T. Chelidze, G.Kipiani, G.Giunashvili, M. Jakhutashvili-Results of archaeogeophysical research at the Armaztsikhe-Bagineti ancient city (Easter Georgia)- Bulletin of Georgian Academy of Sciences. Volume 164, №2. pp. 284-286. Tbilisi. 2001.
94. Atkinson R.J.C. Field Archaeology, 2-nd ed. London, 1953.
95. L. Chanturishvili, T.Chelidze, G. Tabagua, A. Tarkhnishvili, T. Zardalishvili, M.Jakhutashvili-New results of archaeogeophysical investigations of Armaztsikhe-Bagineti ancient urban area-Journal of the Georgian geophysical society. Volume 6A. pp. 112-117. Tbilisi 2001.
96. Colani C., Aitken M. J. Utilization of genetic viscosity effects in soils for archaeological prospect ion, Nature, vol. 212, 1966. p.1446.
97. Cole M., Meradon Castle, Horsley, Hampshire. Report on geophysical survey. №26/94, Ancient Monuments laboratory. English Heritage. www. eng-h.gov.uk.
98. Christian Hubnrer, Stefan Giese, Armin Grubert, mit einem Bitrag von Eberhard Mebmer und Christian Hartmann. Geomagnetische prospetionskampagne 2000 in Udabno, Kachtnitn, Georgien. Eberhard Karls Univeritat, Tubingen, Studio Troica. Band 11, 2001. pp. 427-436.
99. Geofizika a archeology, Praga, 1983.
100. Geophysical survey in archaeology field evaluation. Research and Professional Services Guideline №1. Ancient Monuments Laboratory English Heritage, 1995/
101. Lericci C. M. A great Adventure of Italian Archaeology. Milano, 1965/
102. Linehan D. A seismic problem in St. Petre`s Basilica, The Leadind Edge. Vol. 3, №4, 1984. pp. 52-54.

103. Thacker P. T. Tillwood B.B. Pereira C.V.C. Detecting Paleolithic Activity Areas Through Electrical Survey: An Assessment from Vale de Ybidos, Portugal. *Journal of Archaeological Science*. vol. 29, № 6, pp. 563-570.
104. Vladimir Hasek. Methodology of geophysical research in archaeology. BAR International series 769, 1999.
105. Wynn J. C. Archaeological prospection: An introduction to the Special Issue. *Geophysics*. Vol. 51, №3, 1986, pp. 533-537.