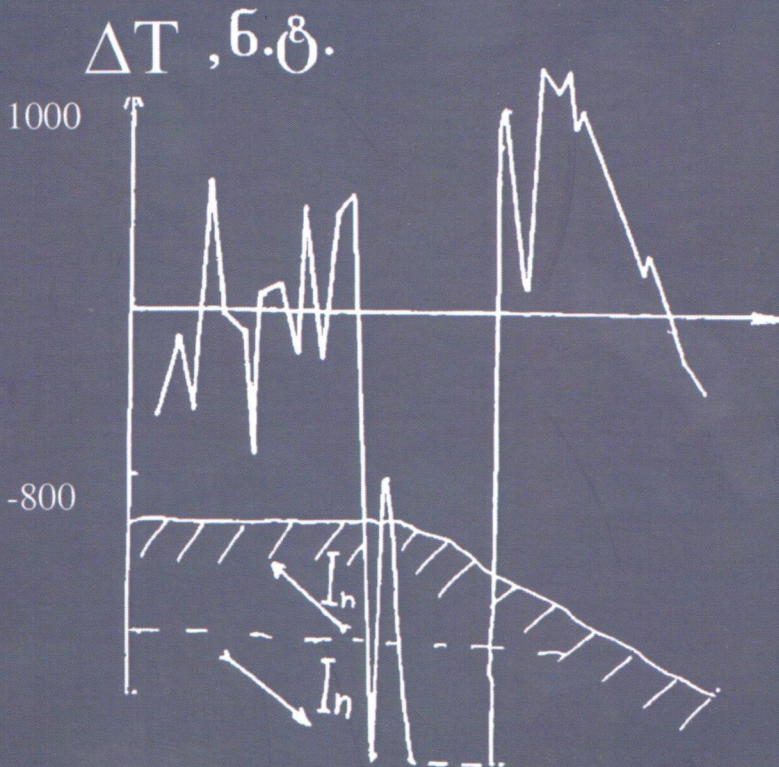


რობერტ გოგუა

# მაგმური ქანების მაგნიტური ველი და მაგნეტიზმი





ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი

**რობერტ გოგუა**

**მაგმური ქანების მაგნიტური ველი  
და მაგნეტიზმი**

თბილისი  
2017

მონოგრაფია ეძღვნება გეოლოგიის ერთ-ერთი ფუნდამენტალური ამოცანის – მაგმური ქანების გამოკვლევას. იგი დაფუძნებულია ავტორის მრავალწლიანი კვლევების შედეგებზე გეომაგნიტიზმის დარგში. მასში განხილულია: მაგმური ქანების მაგნიტური მინერალების წარმოშობის და დამაგნიტების პირობები; ქანების ძირითადი მაგნიტური მახასიათებლები და მათი გეოლოგიური ინფორმაციულობა; მაგნიტური მინერალების შემადგენლობის, სტრუქტურის და გენეზისის შესწავლის მაგნიტური მეთოდები; მოცემულია საქართველოში გეომაგნიტური გამოკვლევების მოკლე ისტორია.

მონოგრაფიის ძირითადი ნაწილი უკავია აჭარის ინტრუზიული მასივის გეომაგნიტური მეთოდებით (მაგნიტო-მინერალოგია, მაგნიტური ძიება, პალეომაგნეტიზმი) კვლევის შედეგებს. გამოკვლეულია: მაგმური ქანების მაგნიტური მინერალების შემადგენლობა, სტრუქტურა და დამაგნიტების ტემპერატურა; შესწავლილია ქანების ნარჩენი დამაგნიტების  $In$  სიდიდე და მიმართულება; ამოხსნილია მაგნიტომეტრიის პირდაპირი და შებრუნებული ამოცანები; განსაზღვრულია ინტრუზიული სხეულების ფორმა და ზომები; დადგენილია ცალკეული ინტრუზივების ფორმირების პირობები, მოცემულია ინტრუზიული მასივის სიერცულ-დროითი მოდელი; გამოთქმულია მოსაზრება სპილენძ-პოლიმეტალური გამადნების ინტრუზიულ მაგმატიზმთან კავშირის შესახებ.

პირველად, საქართველოს მაგმური ქანების მაგალითზე ნაჩვენებია, რომ ამ ქანებში არსებობს ვერტიკალური ზონალობა, ე.ი. მონაცვლეობა ზონების, რომლებშიც ნარჩენ დამაგნიტებას  $In$  ერთ შემთხვევაში აქვს ( $N$ ), ხოლო მეორეში ( $R$ ) მიმართულება, ამასთან ერთად  $In > Ii$ . ნაჩვენებია აგრეთვე, რომ ზონალობის ეფექტის გავლენა მაგნიტური ანომალიის ინტენსივობასა და ნიშანზე ეფუძნებული ქანებში მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე ინტრუზივებში.

წიგნი გათვლილია გამოყენებითი გეოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტით დაინტერესებული გეომაგნიტოლოგების და პეტრომაგნიტოლოგებისათვის. იგი სასარგებლო იქნება, აგრეთვე, გეოლოგიურ-გეოფიზიკური სპეციალობის სტუდენტებისათვის.

The monograph is about one of the fundamental tasks of Geology – study of magmatic rocks. It is based on the results of the author's many years of research in the field of Geomagnetism. It considers: the factors for formations and magnetization of the magnetic minerals of magmatic rocks; the main magnetic characteristics of rocks and their geologic informativeness; the magnetic methods for the study of the composition, structure and genesis of magnetic minerals; brief history of geomagnetic studies in Georgia.

In the main part of the monograph the results of the study of the intrusive massif of Adjara by geomagnetic methods (magneto-mineralogy, magnetic prospecting, and paleomagnetism) are considered. The following results are obtained: determination of the composition of the magnetic minerals of magmatic rocks,  $In$  value and direction of the residual magnetization of rocks; solution of the direct and inverse tasks of Magnetometry; definition of the shapes and sizes of intrusive bodies, the conditions for certain intrusive formation; and finally we have made an assumption about the connection between copper-multimetal mineralization and intrusive magnetism.

For the first time the example of the magmatic rocks in Georgia showed that there exists vertical zonality in these rocks, i.e., alternation of zones, in which  $In$  residual magnetization in one case has ( $N$ ) direction and in another case - ( $R$ ) direction. At the same time  $In > Ii$ . It is also obvious that the influence of the zonality effect on the magnetic anomaly intensity and sign in effusive rocks is much higher than in intrusives.

The book is considered for the interest of geomagnetologists and petromagnetologists willing to solve the tasks of Applied Geology. It will be also useful for the students of faculties of Geology and Geophysics.

რედაქტორები: თ. ჭელიძე, ჯ. ქირია

რეცენზენტები: თ. ჭელიძე, ნ. ხვედელიძე

გარეკანის დიზაინერი მარიამ ებრალიძე

© ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 2017

მიხეილ ნოდიას გეოფიზიკის სახელობის ინსტიტუტი, 2017

ISBN 978-9941-13-626-9

## შ ე ს ა გ ა ლ ი

გეომანგეტიზმი წარმოადგენს დედამიწის შემსწავლელ ერთ-ერთ სწრაფად განვითარებად სამეცნიერო მიმართულებას. იგი არის ისტორიით ყველაზე ძველი და ყველაზე ახალგაზრდა – კვლევის მეთოდებით. მისი წარმატებული განვითარება განპირობებულია ქანების მაგნეტიზმის და პალეომაგნეტიზმის ახალი მეთოდების გამოჩენით, მაღალი სიზუსტის ქვანტური და პროტონული მაგნიტომეტრების შექმნით, მაგნიტური ანომალიების ინტერპრეტაციის ახალი კომპიუტერული მეთოდების დანერგვით და სხვა. ამასთან ერთად, მაგნიტური მინერალების ფენომენალური თვისების, მაგნიტური მასსოვრობის დადგენის შედეგად შესაძლებელი გახდა გეომანგეტიკური ველის სიდიდის და მიმართულების გამოკვლევა გეოლოგიურ წარსულში, რაც წარმოადგენს მნიშვნელოვან ეტაპს დედამიწის მაგნიტური ველის ბუნების შესწავლაში. დედამიწის მაგნიტური ველის ანომალიებით განსაზღვრავენ მაგნიტური მინერალების განაწილებას დედამიწის ქერქში და მანტიაში. გამომდინარე აქედან მაგნიტური მინერალების დიაგნოსტიკა, მათი გაჩენის და შემდგომი „ცხოვრების“ გამოკვლევა გვაძლევს ინფორმაციას მაგმური ქანების ფორმირების, ქანზე გარე ზემოქმედების, რომელიც ქანმა განიცადა არსებობის გეოლოგიური პერიოდის განმავლობაში და სხვა. ამასთან ერთად, მინერალების შესწავლის მაგნიტურ მეთოდებს აქვთ მთელი რიგი უპირატესობები არამანგეტიკურთან შედარებით, რაც გამოიხატება მათ მაღალ გარჩევადობაში, მგრძობიარობაში, მწარმოებლობაში და ექსპერიმენტის ჩატარების სიმარტივეში. მნიშვნელოვნად გაფართოვდა ქანების მაგნეტიზმის მეთოდების გამოყენება ლოკალური მაგნიტური ანომალიების ბუნების გაშიფრვის და ისეთი პრაქტიკული ამოცანების გადაჭრაში, როგორცაა, ინტრუზიული მასივების გამოიჯვნა, მათი ფორმაციული კუთვნილების მიხედვით, მაგმური მოქმედებების მრავალფაზურობის დადგენა, ინტრუზიული მასივების დაყოფა მადნურად და არამადნურად და სხვა.

მაგმური ქანების შესწავლაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვთ პალეომაგნეტიკურ მეთოდებს. მათი დახმარებით წარმატებით შეიძლება გამოვიკვლიოთ მაგნიტური ველის ცვლილებები დროსა და სივრცეში, ქანების ნარჩენი დამაგნიტების ცვლილებების იტორია, რაც გამოყენებას პოულობს დედამიწის აგებულების შესწავლაში, მის ევოლუციასა და პრაქტიკული გეოლოგიური ამოცანების გადაჭრაში, როგორცაა გეოლოგიური

წარმონაქმნების კორექცია, მათი ასაკისა და პალეოგეოგრაფიული კოორდინატების განსაზღვრა (140).

აქვე აღნიშნავთ, რომ მიუხედავად მაგნეტიზმის მეთოდების ზემოთ აღნიშნული შესაძლებლობებისა ცალ-ცალკე ეს მეთოდები არაა უნივერსალური-ცალსახა, თუმცა მათი კომპლექსური გამოყენება იძლევა უფრო საიმედო შედეგს და ავიწროვებს შებრუნებული ამოცანის ამოხსნის საზღვრებს.

წინამდებარე ნაშრომი ძირითადად წარმოადგენს ავტორის მრავალწლიანი შრომის შედეგს, საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანების მაგნეტიზმის და მაგნიტური ველის შესწავლის მიმართულებით. შრომაში განხილულია აგრეთვე სხვა მკვლევარების ნაშრომები.

მონოგრაფია შედგება შესავლის, სამი ნაწილის და შვიდი თავისაგან, მას ბოლოში დართული აქვს ორი ცხრილი.

პირველ თავში, ლიტერატურული მონაცემებით, განხილულია მაგმური ქანების მაგნიტური მინერალები, მათი წარმოქმნის და დიაგნოსტიკის მეთოდები, ქანების მაგნიტური მახასიათებლები და მათი გეოლოგიური ინფორმაციულობა.

მეორე თავი მთლიანად ეძღვნება გეომაგნიტურ კვლევებს საქართველოში.

ნაწილი მეორის პირველ თავში წარმოდგენილია, ავტორის მიერ, საქართველოს ტერიტორიაზე გამოკვლეული ინტრუზიული ქანების მაგნიტური ველის და მაგნეტიზმის გამოკვლევის შედეგები. მეორე თავში განხილულია ეფუზიური ქანების მაგნიტური ველი და მაგნეტიზმი. ძირითადად გამოყენებულია ლიტერატურული მასალები.

მონოგრაფიის მესამე ნაწილი მთლიანად ეძღვნება აჭარის ინტრუზიული მასივის გეომაგნიტური მეთოდების კომპლექსით (მაგნიტომეტრია, ქანების მაგნეტიზმი, პალეომაგნეტიზმი) გამოკვლევას.

ლაბორატორიული კვლევები ჩატარებული იქნა ცნობილი მეთოდებით, მოსკოვის დედამიწის ფიზიკის ინსტიტუტის მთავარი გეომაგნიტური ველის, ბოროკის გეოფიზიკურ, ყაზანის სახელმწიფო უნივერსიტეტის და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მარტყოფის პალეომაგნიტურ ლაბორატორიებში, ცნობილი მეცნიერების ს. ბროდცკაიას, ლ. შოლპოს, დ. პეჩერსკის კონსულტაციებით, რის გამოც მათ დიდ მადლობას ვუხდით. აჭარის ინტრუზივების პალეომაგნიტურ კვლევებში დიდი დახმარებისთვის მადლობას ვუხდით აგრეთვე ბ. ასანიძეს.

## თავი 1. მაგმური ქანების მაგნეტიზმი და მაგნიტური ველი

### 1.1. მაგმური ქანების ფერომაგნიტური მინერალები და მათი წარმოქმნის პირობები

ბუნებაში მაგნიტური ანომალიები წარმოიქმნება ქანებში ფერომაგნიტური მინერალების არსებობის შემთხვევაში. ეს მინერალებია: მაგნეტიტი და მყარი სითხეების სერია – ულვოშპინელები, ტიტანომაგნეტიტები; ჰემატიტი და მყარი სითხეების სერია – ილმენიტი (ჰემოილმენიტები); პიროტინი და ზოგიერთი მისი წარმოებულნი; რკინის ჰიდროქსიდი არამდგრადია ტემპერატურის მიმართ და 200-500° ტემპერატურაზე გადადის ჰემატიტში. ქვემოთ ცხრილში მოყვანილია ფერომაგნიტური მინერალების მაგნიტური თვისებები (143).

მინერალები	მაგნიტური შემთვისებლობა ჯ ერთ.	გაჯერების დამაგნიტება $J_s$ ერთ.	კოერციტიული ძალა $H_c$ , ერსტედი	კიურის ტემპერატურა $T^\circ C$
მაგნეტიტი $FeO \cdot Fe_2O_3$	0,3-2,0	490	10-150	578
ტიტანომაგნეტიტი	-	75-490	-	100-578
$Fe_{3-x}Ti_xO_4$ , $x = 0 \div 1$	$1 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-4}$	1,5-2,5	7000-8000	675
ჰემატიტი $\alpha - Fe_2O_3$	0,3 – 2,0	435	10-130	-
მაგნეტიტი $\chi - Fe_2O_3$	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$	17-70	15-110	300-325
პიროტინი $FeS_{1+x}$				

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მინერალებიდან ყველაზე მაღალი მაგნიტური შემთვისებლობა ჯ და გაჯერების დამაგნიტება  $J_s$  აქვს მაგნეტიტს. იგი მდგრადია აგრეთვე დაბალ ტემპერატურაზე და წარმოადგენს მაგნიტური ანომალიის მთავარ განმსაზღვრელ მინერალს. მაგნეტიტის კიურის ტემპერატურა (578° C) პრაქტიკაში მიღებულია მაგნიტოაქტიური ფენის ქვედა საზღვრად. აქედან გამომდინარე, თუ მივიღებთ, რომ დედამიწის ქერქში ტემპერატურული გრადიენტია 10°/კმ-ზე, მაშინ მაგნიტოაქტიური ფენის სიძლიერე იქნება არაუმეტეს 60კმ-ის.

ტიტანომაგნეტიტი ფერომაგნეტიტია, მისი მაგნიტური თვისებები მდორედ იცვლება  $x=1$ -დან  $x=0$ -მდე. ამ მინერალის შემადგენლობა ძლიერ მგრძობიარეა წარმოშობის პირობებთან მიმართებაში. იგი მდგრადია მხოლოდ  $600^{\circ}C$ -ის ზემოთ.

ჰემატიტი – ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული მინერალია, გვხვდება დედამიწის ზედაპირთან ახლოს. იგი სუსტი ფერომაგნეტიკია.

მაგნეტიტი – ბუნებაში გვხვდება, როგორც მაგნეტიტის დაჟანგვის პროდუქტი, იგი არ ვრცელდება რამდენიმე კილომეტრის ქვემოთ.

პიროტინი – რკინის სულფიდებიდან, ბუნებაში ყველაზე ხშირად გვხვდება. იგი შემადგენლობის მიხედვით არის როგორც ფერომაგნეტიკი, როცა  $0,1 < x < 0,25$ , ისე ანტიფერომაგნეტიკი, როცა  $0 < x < 0,1$ . ბუნებაში უფრო ხშირად გვხვდება შუალედური შემადგენლობის პიროტინი. პიროტინის დაჟანგვის შემდეგ წარმოიქმნება მინერალი, რომლის კიურის ტემპერატურა ახლოსაა მაგნეტიტის კიურის ტემპერატურასთან. ეს მინერალი ქანებში იშვიათია, ხოლო სულფიდურ გამადნებებში ხშირად გვხვდება და წარმოქმნის ლოკალურ, ინტენსიურ ანომალიებს.

ქანში ფერომაგნიტური მინერალების წარმოშობის აუცილებელი პირობაა, რომ არსებობდეს 1%-ზე მეტი რკინა, ასევე მაგნიუმი, კობალტი, ნიკელი და სხვა მეორეხარისხოვანი ელემენტები. ამრიგად, პირველი აუცილებელი პირობა, რომ ქანში წარმოიქმნას ფერომაგნიტური მინერალი, განისაზღვრება ქანის შემადგენლობით, მაგრამ იგი არაა საკმარისი, რადგან შემადგენლობით ერთმანეთთან ახლოს მდგომი ქანების მაგნიტური მინერალების შემცველობა მერყეობს 0,01-დან 5%-მდე და მეტად. ფერომაგნიტური მინერალების წარმოშობა და თვისებები განისაზღვრება თერმოდინამიკური პარამეტრებით: წნევა. ტემპერატურა, ჟანგბადის აქროლადობა, წყალბადის მანვენებელი და სხვა. ექსპერიმენტალური მონაცემებით ფეროშპინელების წარმოქმნა შესაძლებელია  $T \leq 1200^{\circ}C$  და  $P \leq 20$  კბარის, ტიტანომაგნეტიტის –  $T \leq 1100^{\circ}C$  და  $P \leq 13$  კბარის დროს. 13კბარის სიდიდის წნევა შეესაბამება ლითოსფეროში 45კმ-ს, ხოლო 20კბარი 70კმ სიღრმეს /143/.

დედამიწის ქერქში ტემპერატურის, წნევის, ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების და სხვა პირობების გათვალისწინებით გამოყოფენ ფერომაგნიტური მინერალების წარმოშობის ოთხ ზონას /144/.

1. „ჰემატიური“ დედამიწის ზედაპირთან ახლოს, სადაც წარმოიქმნება მინერალები, რომლებიც შეიცავენ მხოლოდ  $Fe^{3+}$ -ს (ჰემატიტი, მაგნეტიტი, რკინის ჰიდროქსიდი, სილიკატები);

2. „მაგნეტიტი“ – ამ დროს ხდება მინერალების წარმოშობა, რომლებიც შეიცავენ  $Fe^{3+}$  და  $Fe^{2+}$ -ს. ესენია ძირითადად ტიტანომაგნეტიტები, მაგნეტიტი და სხვა ფეროშპინელები, აგრეთვე ჰემოილმენიტები და პიროტინი. ყველა ეს პროცესი ხდება ტექტონიკურ ზონებში – გაჭიმვის ზონა (ევეგოსინკლინალები, რიფტული ზონები, ბაქნების დრმა რღვევები);

3. „სილიკატური“ – ამ ზონაში პრაქტიკულად არ არის  $Fe^{3+}$ , შესაბამისად ჩნდება ის მინერალები, რომლებიც შეიცავენ  $Fe^{2+}$ -ს ილმენიტი, ულვოშპინელი, გერცინიტი და სხვა ფეროშპინელები და სილიკატები. ეს მინერალები ჩნდებიან დედამიწის ქერქის კუმშვის არეებში და დანაოჭების პერიოდის მაგმურ და მეტამორფულ წარმონაქმნებში.

4. „რკინა-მეტალური“ – ამ ზონაში ორვალენტიან რკინასთან ერთად ჩნდება მეტალური რკინა. ეს ზონა არ არის ტიპური დედამიწის ქერქისა და ზედა მანტიისთვის. ვარაუდობენ, რომ ეს პირობები ახლოსაა მანტიის ქვედა არეებთან და დედამიწის ბირთვთან. ზემოთ დასახელებულ ზონებს შორის საზღვრები შეესაბამება ბუფერს ჰემატიტი-მაგნეტიტი, მაგნეტიტი-ფაიალიტი-კვარცი, რკინა-ფაიალიტი. ამონთხეული და მეტამორფული ქანების დამაგნიტების სტატისტიკურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ პრაქტიკულად არამაგნიტური და სუსტად მაგნიტური ქანები ძირითადად თავს იყრიან შეკუმშვის ზონებში (დანაოჭების დროს); მაგნიტური ქანები ძირითადად გვხვდება რღვევების ზონებთან, მყარი სტრუქტურების საზღვრებში, იმ ზონებში, სადაც ჭარბობს გაჭიმვები. გარდა ამისა, მაგნიტური მინერალების წარმოშობაზე დიდ გავლენას ახდენს მაგმური კერების სიღრმე, რომელიც დედამიწის ქერქის სხვადასხვა ზონისთვის სხვადასხვაა, ასე მაგალითად: კონტინენტების რიფტულ ზონებში მაგმის წყაროს სიღრმე არის 50-60კმ; კუნძულთა რკალებში – 60კმ-დან 20კმ-მდე და უფრო ნაკლებიც. ამასთან ერთად საზღვრის მდებარეობა იცვლება დროის, უანგვა-ადღენითი პირობების, ტემპერატურის და წნევის მიხედვით. ამიტომ დედამიწის ქერქის ბლოკების ჩაძირვის დროს, რომლებიც ადრე იმყოფებოდნენ „მაგნეტიტი“ ზონის პირობებში და შემდეგ მოხვდნენ „სილიკატურში“, ზემოთ ჩამოთვლილი პირობების შედეგად ბლოკი გახდება არამაგნიტური, რადგან სიღრმეზე, მაღალი ტემპერატურის შედეგად სწრაფად მიდის გადაკრისტალების პროცესი. შებრუნებულ შემთხვევაში – ბლოკის ამოწევა „სილიკატური“



ზონიდან „მაგნეტიტურში“. ამ დროს დიდხანს არის შენარჩუნებული მისი დაბალი დამაგნიტება, თანაც მით დიდხანს, რაც უფრო მაღლა იქნება ამოწეული, რადგან დაბალი ტემპერატურის დროს დიფუზიის სიჩქარე და რეაქცია მკვეთრად ნელია /144/.

## 12. მაგმური ქანების ფერომაგნიტური მინერალების დიაგნოსტიკის მეთოდები

ქანებში მაგნეტიზმის მატარებლები არიან მაგნიტური მინერალები და ისინი განსაზღვრავენ ქანების მაგნიტურ თვისებებს. მაგნიტური მინერალებიდან ზოგიერთი ჩნდება ქანის წარმოქმნასთან ერთად, ზოგი კი მისი „ცხოვრების“ პერიოდში. აქედან გამომდინარე, იმის მიხედვით თუ ქანის „ცხოვრების“ რომელ პერიოდში წარმოიქმნა მინერალი, მისი მაგნიტური ინფორმაცია მიეკუთვნება იმ პერიოდს.

მაგნიტური მინერალების შესწავლა, განსაზღვრა იმისა, თუ რომელ მათგანთან არის დაკავშირებული დამაგნიტება და როგორია იგი, აუცილებელია როგორც ქანების მაგნეტიზმის მეთოდებით გეოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტის დროს, ისე პალეომაგნიტური კვლევებისათვის.

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს მაგნიტური მინერალების დიაგნოსტიკის არამაგნიტური მეთოდები, როგორცაა: ქიმიური, რენტგენოსპექტრალური და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი, მადნური და ელექტრონული მიკროსკოპია, აგრეთვე ბირთვული გამმა-რეზონანსული სპექტროსკოპია და სხვა. მათ აქვთ ისეთი ნაკლოვანებები, რომელსაც კარგად ავსებს დიაგნოსტიკის მაგნიტური მეთოდები. მაგალითად, ყველა არამაგნიტური მეთოდის ზოგადი ნაკლი ისაა, რომ მათ განსაზღვრებებს აქვს ინტეგრალური ხასიათი, ე.ი. ამტკიცებს მინერალის არსებობას მის მაგნიტურ თვისებებთან კავშირის გარეშე, იმ დროს, როდესაც გეომაგნიტური, გამოყენებითი ამოცანების გადაწყვეტის დროს მნიშვნელოვანია ეს კავშირი. აქედან გამომდინარეობს, სწორედ დიაგნოსტიკის მაგნიტური მეთოდების უპირატესობა, არამაგნიტურთან შედარებით. ეს უპირატესობებია: მაღალი გარჩევადობა, რომელიც იძლევა საშუალებას გამოვიკვლიოთ მაგნიტური მინერალი ქანიდან ფრაქციის გამოყოფის გარეშე; მაღალი მგრძობიარობა, რომელიც საშუალებას იძლევა მაგნიტური მინერალის დიაგნოსტიკისა იმ შემთხვევაშიც კი, როცა მინერალი ქანში 0,01%-ს შეადგენს, თანაც აქვს მეტად მცირე ზომები; გარდა ამისა, მაგნიტური მეთოდების უპირატესობებია მათი ჩატარების უბრალოება, მაღალი მწარმოებლობა, რაც

იძლევა საშუალებას ჩავატაროთ მასიური გამოკვლევები, რაც შეუძლებელია არამაგნიტური მეთოდების საშუალებით.

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანების მაგნეტიზმის და მაგნიტური მინერალების დიაგნოსტიკის მიზნით გამოყენებული იქნა შემდეგი განსაზღვრებები და მეთოდები:

1. ქანების მაგნიტური შემთავსებლობის  $\mathcal{X}$ , ნარჩენი დამაგნიტების  $I_n$  და კენიგსბერგერის ფარდობის  $Q = I_n / I_i$  განსაზღვრა;
2. გაჯერების პარამეტრების განსაზღვრა:  $I_s$  – დამაგნიტების გაჯერება;  $I_{zs}$  – ნარჩენი დამაგნიტების გაჯერება;  $H_{cz}$  – ნარჩენი კოერციტიული ძალა.
3. ნარჩენი დამაგნიტების  $I_n$  სიდიდის და მიმართულების ცვლილების ხასიათი:  $\hat{H}$  – ცვლად მაგნიტურ ველში და გახურების დროს.
4. ფერომაგნიტური მინერალების კიურის ტემპერატურის ( $T_c$ ) განსაზღვრა  $I_s(t^\circ)$  და  $I_{zs}(t^\circ)$  მეთოდებით, განმეორებითი გახურებით (ინტეგრალური და დიფერენციალური ფერომაგნიტური ანალიზი).
5. ქანების დამაგნიტების ტემპერატურის განსაზღვრა მეთოდებით: კოერციტიული სპექტრის ( $Nt$  კოეფიციენტის განსაზღვრა); ბადლინგტონ-ლინდსლის და პარციალური დამაგნიტების მეთოდებით.
6. ფერომაგნიტური მარცვლების შემადგენლობის და სტრუქტურის განსაზღვრა ელექტრონული მიკროზონდირების მეთოდით.

### 1.3. მაგმური ქანების მაგნიტური მახასიათებლები და მათი გეოლოგიური ინფორმაციულობა.

ქანების მაგნიტურ მახასიათებლებს განსაზღვრავს გეოლოგიური ფაქტორები: ქანების წარმოშობის თერმოდინამიკური პირობები, მაგმური წყაროს სიღრმე, მაგმის მოძრაობის და კრისტალიზაციის სიჩქარე, მეტამორფიზმის ხარისხი და ინტენსივობა. ასევე ფერომაგნიტური მინერალების კონცენტრაცია, შემადგენლობა, სტრუქტურა და ტექსტურა. ქანების მაგნიტური მახასიათებლების მიხედვით ხდება ქანის წარმოშობის პირობების დადგენა.

მაგმური ქანების მაგნიტური მახასიათებელი, მაგნიტური შემთავსებლობა  $\mathcal{X}$  არის ფიზიკური სიდიდე, რომელიც ახასიათებს ქანის დამაგნიტების კავშირს დედამიწის თანამედროვე მაგნიტურ ველთან. იგი არის ტენზორი და ამიტომ არა

აქვს განზომილება. იგი არის ფერომაგნიტური მინერალების შემცველი ქანების (მაგმური ქანები) სტრუქტურამგრძობიარე პარამეტრი. ფერომაგნიტური მინერალების მარცვლების ზრდასთან ერთად იგი იზრდება, ხოლო მარცვლების დეფექტის დროს მცირდება. ტემპერატურის გაზრდით  $\alpha$  იზრდება, განსაკუთრებით კიურის ტემპერატურის ახლოს, ხოლო შემდეგ მკვეთრად ეცემა (გოპკინსონის ეფექტი). ქანებში  $\alpha$  დიდ ფარგლებში იცვლება, ერთგვაროვანი შერჩევის დროს მისი განაწილება ემორჩილება ლოგნორმალურ კანონს. მისი სიდიდე მაგნიტურ ქანებში განისაზღვრება ფერომაგნიტური მინერალების კონცენტრაციით. კონცენტრაციის და შესაბამისად  $\alpha$ -ს ვარიაციები კი განისაზღვრება პირველ რიგში, ტექტონიკური მდგომარეობით, ხოლო მეორე რიგში – მაგმის შემადგენლობით. მინიმალური  $\alpha$  აქვთ დანაოჭების არეების გრანიტებს, იგი ნაკლებია  $10^{-4}$  -ის, ხოლო მაქსიმალური  $\alpha$  აქვს დედამიწის ქერქის მკვრივ ქანებს გაბროებს, მათი  $\alpha$   $10^{-2}$  ერთზე მეტია. ერთნაირი შემადგენლობის ქანები ერთმანეთისაგან ზოგჯერ ძლიერ განსხვავდებიან მაგნიტური შემთვისებლობით.  $\alpha$ -ს სიდიდე დამოკიდებულია ქანის ქიმიური და მინერალოგიური შემადგენლობისაგან, წარმოშობის პირობებისაგან, მეტამორფიზმის ხარისხისაგან და სხვა. მეტამორფიზმის პროცესი ერთ შემთხვევაში იწვევს  $\alpha$ -ს შემცირებას, ხოლო სხვა შემთხვევაში გაზრდას. ასე მაგალითად, როდესაც ქანზე მოქმედებს ჰიდროთერმული ხსნარი, მაშინ ძლიერია სერპენტინიზაცია, გრეიზენიზაცია, გაკვარცება, გამოფიტვა, ყველა ეს პროცესი ახდენს  $\alpha$ -ს შემცირებას.  $\alpha$ -ს გაზრდას იწვევს ულტრაფუძე ქანების სერპენტინიზაცია. მაგმური ქანების  $\alpha$  არაერთგვაროვანია, მაგრამ იგი ემორჩილება კანონზომიერებას, ქანების ფუძიანობის ზრდასთან ერთად იგიც იზრდება. თუმცა ინტრუზივების  $\alpha$ -ს გაზრდა ფუძიანობის მიხედვით ყოველთვის არ მართლდება. მუავე და საშუალო შედგენილობის ქანებში კი მისი დამოკიდებულება წარმოშობის პირობებთან მკვეთრადაა გამოსახული.

მაგმური ქანების მეორე მაგნიტური მახასიათებელი – ნარჩენი დამაგნიტება  $I_n$ , რომელსაც ქანი იღებს გაცივების დროს, არის პეტრომაგნიტური ინფორმაციის მნიშვნელოვანი წყარო, როგორც სტრუქტურამგრძობიარე მახასიათებელი. მისი სიდიდე და მიმართულება დამოკიდებულია ქანის როგორც გენეზისის, ისე განვლილი გეოლოგიური „ცხოვრების“ პირობებზე. იგი არის დამაგნიტების სახეობა, რომელიც აქვს

მხოლოდ ფერომაგნიტურ ნივთიერებას. აქედან გამომდინარე, ქანში ნარჩენი დამაგნიტების არსებობა ცალსახად მიუთითებს ფერომაგნიტური მინერალების არსებობაზე. ქანის გახურების დროს, როდესაც ტემპერატურა უახლოვდება კიურის ტემპერატურას  $I_n$  უფრო სწრაფად მცირდება, ვიდრე შემთვისებლობა  $\alpha$ .  $I_n$  არის ვექტორული პარამეტრი. მას შეიძლება ჰქონდეს როგორც დადებითი – დედამიწის თანამედროვე მაგნიტური ველის მიმართულება ( $N$ ), ისე მისი შებრუნებული ( $R$ ) მიმართულება. ქანის სრული დამაგნიტება, რომელსაც ეფექტურ დამაგნიტებას უწოდებენ, წარმოადგენს დედამიწის თანამედროვე მაგნიტური ველის მიერ ქანის ინდუქციური დამაგნიტების ( $I_i$ ) და ქანის წარმოქმნის დროს მიღებული დამაგნიტების ( $I_n$ ) ვექტორულ ჯამს და გამოისახება ფორმულით:

$$I_{\text{ფ.}} = I_i \pm I_n$$

სადაც  $I_i = \alpha H$ ,  $H$  არის დედამიწის ნორმალური მაგნიტური ველი, რომლის მნიშვნელობას იღებენ 0,5 ერსტედის ტოლად. ნარჩენი დამაგნიტების ფარდობა ინდუქციურ დამაგნიტებასთან აღინიშნება  $Q$  ასოთი და მას კენიგსბერგერის ფაქტორს უწოდებენ, იგი გამოისახება ფორმულით:

$$Q = \frac{I_n}{I_i}$$

ეს ფარდობა ტემპერატურის გაზრდით იცვლება, ინდუქციური დამაგნიტების სასარგებლოდ, რადგანაც როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ამ ორი დამაგნიტების დამოკიდებულება ტემპერატურასთან სხვადასხვა ხასიათისაა.

არსებობს ქანების დამაგნიტების განსაზღვრის მეორე მეთოდიც, რომლითაც ქანების დამაგნიტების შეფასება ხდება ანომალური მაგნიტური ველის ინტენსივობის მიხედვით, ფორმულით:  $I = \frac{\Delta T \alpha n}{2f}$ , სადაც  $\Delta T$  არის დედამიწის მაგნიტური ველის სრული მდგენელის  $T$ -ს ანომალური მნიშვნელობა საკვლევ ტერიტორიაზე.

ქანის სრული (ეფექტური) დამაგნიტების ზემოთ მოყვანილ ორ მეთოდს აქვს როგორც დადებითი, ისე ნაკლოვანი მხარე, რაც გამოიხატება შემდეგში: პირველ შემთხვევაში შეიძლება ვერ მოხდეს ყველა სახეობის ქანებიდან ნიმუშის აღება და მათი მაგნიტური პარამეტრების განსაზღვრა, რაც ბუნებრივია იმოქმედებს ეფექტური დამაგნიტების შეფასების სიზუსტეზე, ხოლო მეორე შემთხვევაში შეუძლებელია ერთმანეთისაგან გავარჩიოთ ინდუქციური ( $I_i$ ) და



ნარჩენი ( $I_n$ ) დამაგნიტების წილი ჯამურ დამაგნიტებაში, ამიტომ ორივე მეთოდის გამოყენება მოგვცემს უფრო რეალურ შედეგს.

## **თავი 2. გეომაგნიტური გამოკვლევები საქართველოში**

### **2.1. დუშეთის (თბილისის) მაგნიტური ობსერვატორია და მისი როლი დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა განვითარებაში**

საქართველოში, ისევე როგორც მთელს კავკასიაში, გეომაგნიტურ კვლევებს საფუძველი ჩაეყარა XIX ს-ის ორმოციანი წლებიდან ტიფლისის (როგორც მაშინ ქალაქ თბილისს უწოდებდნენ) მაგნიტურ-მეტეოროლოგიური ობსერვატორიის დაარსებით.

XIX საუკუნის 30-იან წლებში მსოფლიოში ცნობილი მეცნიერების ა. ჰუმბოლდტისა და კ. გაუსის მიერ შემუშავებული გეტინგენის „მაგნიტური პროექტის“ საფუძველზე მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში დაარსებული იქნა 39 ობსერვატორია: დასავლეთ ევროპის სახელმწიფოებში – 17, კოლონიებში – 12, ჩინეთში – 1, რუსეთის იმპერიაში – 9, რომელთაგან ერთი თბილისში, მაგნიტურ-მეტეოროლოგიური ობსერვატორიის სახელწოდებით /139/.

რუსეთის იმპერიაში ობსერვატორიების ორგანიზების საქმეს ხელმძღვანელობდა რუსეთის აკადემიის აკადემიკოსი ა. კუპფერი, რომელმაც პირადად შეარჩია ობსერვატორიების ადგილსამყოფელი.

თბილისში ობსერვატორიის შენობა მზად იყო 1836-37 წლებში, მაგრამ მასში გეოფიზიკური დაკვირვებების ჩატარება მოუხერხებელი აღმოჩნდა, ამიტომ ობსერვატორიის ახალი შენობა აგებული იქნა მამადავითის მთის მიდამოებთან, სადაც თბილისის გიმნაზიის უფროსმა მასწავლებელმა ა. ფილადელფინმა დაკვირვებები დაიწყო 1844 წლის 1 მაისიდან.

დაკვირვებები ტარდებოდა საერთაშორისო პროგრამით მაგნიტურ და მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე. ობსერვატორიამ თბილისში რამდენჯერმე შეიცვალა ადგილი, სხვადასხვა მიზეზთა გამო და საბოლოოდ დაფუძნდა ა. მიხეილის (ამჟამად დ. აღმაშენებლის №150) პროსპექტზე.

ობსერვატორიაში მიღებული სამეცნიერო ინფორმაცია 1844 წლიდან რეგულარულად იბეჭდებოდა პეტერბურგში, აკადემიკოს ა. კუპფერის რედაქციით „სამთო საინჟინრო კორპუსის სამმართველოს მაგნიტური და მეტეოროლოგიური დაკვირვებების კრებულში“. 1879 წლიდან კი მასალები ცალკე გამოცემების სახით გამოდიოდა რუსულ და გერმანულ ენებზე ი. მილბერგის თაოსნობით.

თბილისის ობსერვატორიას სხვადასხვა დროს ხელმძღვანელობდნენ: ი. შესტაკოვი (1837-1844წწ.), ა. ფილადელფინი (1844-1847წწ.), ა. აბიხი (1848-1849წწ.), ა. მორიცი (1851-1878წწ.), ფ. დორანდტი (1878წ.), ი. მილბერგი (1879-1894წწ.), ე. შტელინგი (1894-1897წწ.), შ. ჰლაზეკი (1897-1918წწ.), ა. ბენაშვილი (1918-1922წწ.), ა. დიდებულისძე (1923-1924წწ.), რ. ხუციშვილი (1924-1925წწ.), მ. ნოდია (1925-1929წწ.), კ. სულაქველისძე (1929-1939წწ.), ნ. ინწკირველი (1941-1943წწ.), ი. ცუცქირიძე (1943-1953წწ.).

ობსერვატორიასთანაა დაკავშირებული ისეთი გამოჩენილი პიროვნებების სახელები, როგორცაა ნიკოლოზ ბარათაშვილი, ლევან მელიქიშვილი და სოსო ჯუღაშვილი. ისინი ყმაწვილკაცობის პერიოდში მუშაობდნენ თბილისის ობსერვატორიაში.

XIX-ის ბოლოს თბილისში ტრამვაის ხაზის ამუშავების შედეგად დაირღვა ობსერვატორიის ნორმალური ფუნქციონირების პირობები, ამიტომ აუცილებელი გახდა მისი მაგნიტური ნაწილის გადატანა მცხეთის ახლოს, სოფ. კარსანში, რაც განხორციელდა 1904-14წწ.-ში. 1931-35წწ.-ში კავკასიის ტერიტორიის გენერალური მაგნიტური აგეგმვის დროს კარსანის მაგნიტური ობსერვატორია წარმოადგენდა მეცნიერულ ბაზას, ხოლო მისი მონაცემები გამოყენებული იქნა სავსე მაგნიტური ინფორმაციის შესასწორებლად.

თბილისი-ხაშურის რკინიგზის ელექტროფიკაციის შედეგად საჭირო გახდა ობსერვატორიის კარსანიდან დუშეთში გადატანა, 1935წ.-ს, სადაც იგი დღემდე ფუნქციონირებს დუშეთი (თბილისის) გეოფიზიკური ობსერვატორიის სახელით. მისი გეოგრაფიული კოორდინატებია:  $\{ \varphi = 45^{\circ} 5' \}$ ,  $\{ \lambda = 44^{\circ} 22' \}$ ; მსოფლიო სამეცნიერო ლიტერატურაში იგი ასე მოიხსენიება: TFS Dusheti (Tbilisi) Georgia.

დუშეთის ობსერვატორია 1956 წელს თბილისის უნივერსიტეტის გამგებლობიდან გადავიდა საქართველოს გეოფიზიკის ინსტიტუტის გამგებლობაში. ამ პერიოდიდან იწყება ობსერვატორიის ახალი ხელსაწყოებით (ფლუქსმეტრიული სადგური) აღჭურვა, რამაც განაპირობა მისი ობსერვატორიების მსოფლიო ქსელში შესვლა და წარმატებული მონაწილეობა ისეთ საერთაშორისო პროგრამებში, როგორც იყო საერთაშორისო გეოფიზიკური წელი (1957-58წწ.) და საერთაშორისო გეოფიზიკური თანამშრომლობა (1958-59წწ.).

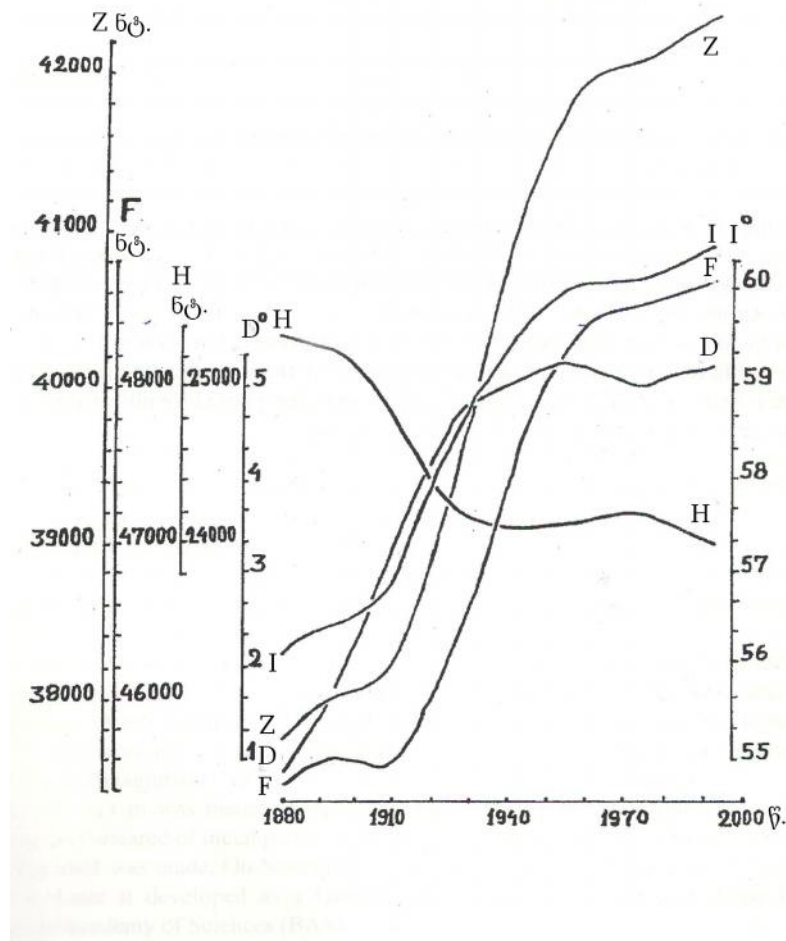
ობსერვატორიაში მიღებული სამეცნიერო ინფორმაცია დედამიწის მაგნიტური ველის (დმვ) ცვლილებების შესახებ რეგულარულად იბეჭდებოდა წელიწადეულებში და გეოფიზიკის ინსტიტუტის პერიოდულ გამოცემებში.

მონაცემების მსოფლიო ცენტრების (მმც) შექმნის შემდეგ კი ეს ინფორმაცია მიეწოდებოდა მოსკოვის ცენტრს, ხოლო 2007 წლიდან ინფორმაცია იგზავნება ქ. კიოტოში (იაპონია).

თბილისი – კარსანი – დუშეთის მაგნიტური ობსერვატორიის არსებობის პერიოდში დაგროვდა 130 წელზე მეტი ხანგრძლივობის უწყვეტი სამეცნიერო ინფორმაცია, რომლის საფუძველზეც შედგენილია ორი ელექტრონული ბაზა:

1. დმგ-ის  $H$ -ჰორიზონტალური,  $Z$ -ვერტიკალური და  $D$ -მიხრილობის კუთხის მდგენელების საშუალო დღიური მნიშვნელობები 1880-2003წწ. პერიოდისათვის;
2. დმგ-ის იგივე მდგენელების საშუალოსათვის მნიშვნელობები 1971-2003წწ. პერიოდისათვის.

სურ.1-ზე გრაფიკული სახით წარმოდგენილია ამ მონაცემების საშუალო წლიური მნიშვნელობები 1880-2003 წლის პერიოდისათვის,  $F$ ,  $Z$ ,  $H$ ,  $D$ ,  $I$  ელემენტების მიხედვით.



სურ.1

მაგნიტურ ობსერვატორიაში რეგისტრირებულ სამეცნიერო ინფორმაციას აქვს მრავალმხრივი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა, იგი გამოიყენება:

- დედამიწის მაგნიტური ველის ანალიზური მოდელების შექმნაში;
- მაგნიტოსფეროში და დედამიწის შიგნით მიმდინარე ფიზიკური პროცესების შესასწავლად;
- მაგნიტური ველის რუკების შედგენაში მიწის პირზე, ჰაერში და ზღვაზე;
- საზღვაო და საჰაერო ნავიგაციაში;
- დედამიწის აგებულების შესწავლასა და სასარგებლო ნამარხთა ძებნა-ძიებაში;
- ამინდის პროგნოზირებაში;
- მიწისძვრის წინამორბედების ძიებაში;
- სათბურის ეფექტის კვლევაში;
- მაგნიტური ველის გავლენის შესწავლაში ბიოსფეროზე და სხვა.

ამ მონაცემების დიდი მნიშვნელობა ძირითადად განისაზღვრება მისი უწყვეტი – ხანგრძლივი პერიოდით და ერთადერთობით კავკასიის რეგიონში. იგი არის ჩვენი ქვეყნისათვის აქტუალური და ამავე დროს, მას აქვს დიდი საერთაშორისო მნიშვნელობა, როგორც ჩვენი პლანეტის შესწავლის ერთ-ერთი ინსტრუმენტი, რაც გამოიხატება ობსერვატორიის მონაცემების გამოყენებაში ისეთი პლანეტარული მოვლენების ასახსნელად, როგორიცაა: გლობალური დათბობა; გეოფიზიკური ველების გლობალური ცვლილებები, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორი; ბიოსფეროზე მაგნიტური ველის გავლენა და სხვა.

თბილისში ობსერვატორიის დაარსებამ დიდი ბიძგი მისცა როგორც საქართველოში, ისე კავკასიაში რამდენიმე გეოფიზიკური მიმართულების სამეცნიერო დაწესებულების ჩამოყალიბებას, ასე მაგალითად: 1930 წელს, ამიერკავკასიის სამთო-მეტალურგიულ ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა სასარგებლო ნამარხთა საძიებო გეოფიზიკის კათედრა; 1933 წელს, მ. ნოდიას ინიციატივით, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში გეოფიზიკის კათედრა; იმავე წელს – გეოფიზიკის ინსტიტუტი; 1953 წელს ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამეცნიერო ინსტიტუტი და სხვა, რამაც უზრუნველყო როგორც სამეცნიერო კადრების მომზადება, ისე გეოფიზიკის მრავალი დარგის განვითარება საქართველოში.

დუშეთი (თბილისი)-ს ობსერვატორიის წარმატებული ფუნქციონირება განაპირობა მასში მომუშავე კადრების მაღალმა კვალიფიკაციამ, პირველ რიგში,



კი პროფ. მ. ნოდინს დიდმა ღვაწლმა ობსერვატორიის მოწყობაში, სამეცნიერო ტექნიკით აღჭურვასა და კვალიფიციური პერსონალის მომზადებაში.

დუშეთის მაგნიტური ობსერვატორიის მაღალ დონეზე ფუნქციონირებაში დიდი ღვაწლი მიუძღვით აგრეთვე მაგნიტოლოგებს: ნ. კაციაშვილს, გ. ბერიშვილს, ნ. ხვედელიძეს, ე. ხახუტაშვილს, ი. გოგატიშვილს, ნ. ნამგალაურს, ჯ. ჩიქვანს, რ. გოგუას, თ. მათიაშვილს და სხვა. მნიშვნელოვანია, აგრეთვე ზუსტ ხელსაწყოთა მექანიკოსის ფ. ვეისის დიდი წვლილი ობსერვატორიული ხელსაწყოების გამართვა-შეკეთებაში. ამასთან ერთად, უნდა აღინიშნოს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის თ. ჭელიძის დიდი დამსახურება დუშეთის მაგნიტური ობსერვატორიის ციფრული ხელსაწყოებით აღჭურვასა და უცხოეთის გეოფიზიკურ დაწესებულებებთან კავშირების დამყარების საქმეში.

დუშეთის მაგნიტურ ობსერვატორიას სხვადასხვა წლებში ხელმძღვანელობდნენ: მ. ჭელიშვილი (1953-1956წწ.); ნ. ხვედელიძე (1957წ.); ა. ლაში (1958-1962წწ.); ნ. ბოჭორიშვილი (1963-1967წწ.); ვ. მაცაბერიძე (1968-1986წწ.); რ. გოგუა 1987 წლიდან დღემდე.

დღეისათვის დუშეთის მაგნიტური ობსერვატორია აღჭურვილია თანამედროვე ციფრული სავარიაციო ფეროზონდული მაგნიტომეტრით (FGE, DMI მოდელი), რომელიც უწყვეტ რეჟიმში აფიქსირებს დედამიწის მაგნიტური ველის  $H$ -ჰორიზონტალური,  $Z$ -ვერტიკალური და  $D$ -მიხრილობის კუთხე, მდგენელების ვარიაციებს.

დმგ-ს სრული მდგენელის  $F$  აბსოლუტური მნიშვნელობების განსაზღვრა ხდება პროტონული მაგნიტომეტრით (PPM). აღსანიშნავია, რომ ორივე მაგნიტომეტრი უსასყიდლოდ გადმოგვცა გეოფიზიკურ მონაცემთა მსოფლიო ცენტრმა (იაპონია).  $D$ -მიხრილობის და  $I$ -დახრილობის კუთხის აბსოლუტური მნიშვნელობების განსაზღვრა ობსერვატორიაში ტარდება თანამედროვე ციფრული  $D/I$  მაგნიტური თეოდოლიტით. გარდა ამისა, ობსერვატორიაში ფუნქციონირებს პროტონული მაგნიტომეტრი -203 ჰელმჰოლცის კოჭით, რომლის საშუალებითაც იზომება როგორც დმგ-ს სრული ვექტორი  $F$ , ისე  $H$ -ჰორიზონტალური მდგენელის აბსოლუტური მნიშვნელობები.

## 2.2. ცვლადი მაგნიტური ველის გამოკვლევა

საქართველოში ცვლადი მაგნიტური ველის გამოკვლევა თბილისის მაგნიტურ-მეტეოროლოგიური ობსერვატორიის დაარსებიდან იწყება.

თბილისი-კარსანი-დუშეთის ობსერვატორიული მონაცემების (მსოფლიო ანალოგიურ დაწესებულებების მონაცემებთან ერთად) საფუძველზე გამოკვლეული იქნა დედამიწის მაგნიტური ველის ცვლილებების მრავალი მიზეზი, კერძოდ: გეომაგნიტური აღრევები 1933-1945წწ. და გეომაგნიტური ქარიშხლების 27 დღიანი განმეორებადობა 1900-1964 წლების პერიოდისათვის. გაანალიზებულ იქნა ქარიშხლების განმეორებადობის ტენდენცია, ქარიშხლების ინტენსივობასა და დასაწყისთან, აგრეთვე მზის აქტივობის დონესთან. დადგენილ იქნა ქარიშხლების დროში განაწილებასა და ინტენსივობას შორის დამახასიათებელი ნიშნები (გ. ბერიშვილი 1953, 1967, 1969წწ.).

გეომაგნიტური ქარიშხლების თბილისის კატალოგის (1900-1960წწ.) მასალების საფუძველზე შესწავლილი იქნა თანდათანობითი ( $G$ ) და უეცარი ( $S_c$ ) დასაწყისიანი ქარიშხლების გამოჩენის სისშირეთა ციკლური სვლები. შრომაში მოცემულია ციკლური სვლების თავისებურებათა ახსნის ცდა. შესწავლილია მზე-დედამიწის წყნარი ვარიაციების ძირითადი თავისებურებანი,  $S_q$  ვარიაციების ცვალებადობა დღიდან-დღემდე. გამოვლინებულია ამ ცვალებადობის ურთიერთკავშირი გეომაგნიტური ველის და მზის აქტივობის სხვა თავისებურებებთან (ნ. კაციაშვილი 1956წ.), შესწავლილი იქნა დედამიწის მაგნიტური ველის ვარიაციების სიჩქარეები (ნ. ხვედელიძე 1956წ.).

1956 წელს დუშეთის მაგნიტური ობსერვატორია ი. სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამგებლობიდან გეოფიზიკის ინსტიტუტის შემადგენლობაში გადავიდა, რამაც დიდი ბიძგი მისცა გეომაგნიტურ გამოკვლევებს. საერთაშორისო გეოფიზიკური წლის დაწყებისთანავე პროფ. მ. ნოდინს ინიციატივით ობსერვატორიაში დამონტაჟდა და ფუნქციონირება დაიწყო მაღალი მგრძნობიარობის ფლუქსმეტრულმა სადგურმა, როლის მთავარი დანიშნულება იყო დედამიწის მაგნიტური ველის ვარიაციების რეგისტრაცია (გ. ბერიშვილი, ნ. ხვედელიძე, ი. გოგატიშვილი, რ. გოგუა). ამ გამოკვლევების შედეგად მიღებულმა მონაცემებმა შესაძლებელი გახადა ირეგულარული გეომაგნიტური პულსაციების მორფოლოგიის გამოკვლევა (გ. ბერიშვილი, ნ. ხვედელიძე, ი. გოგატიშვილი 1960წ.), აღმოჩენილ იქნა მანამდე უცნობი გრძელპერიოდიანი მაგნიტური პულსაციების ოჯახი, 3-15 წთ-ის პერიოდის დიაპაზონში ( $P_c 5_1$ ,  $P_c 5_2$ ,  $P_c 5_{sc}$ ), დასაბუთებულ იქნა აღნიშნული რხევების პლანეტარული ხასიათი, ნაჩვენები იქნა, რომ  $P_c 5$  (3-15წთ) პულსაციები, რომლებიც ჩნდებიან SSC-თან ერთად გენერირდებიან უშუალოდ

მაგნიტოსფეროს საზღვრებს გარეთ (გ. ბერიშვილი, ნ. ხვედელიძე, ი. გოგატიშვილი 1967წ.), დამტკიცებული იქნა  $P_c 5_{sc}$  და  $P_c 5_1$  პულსაციების პარამეტრების შესაძლებლობა მაგნიტოსფეროს ზომების დიაგნოსტიკაში და მზის ქარის სიჩქარის და საპლანეტაშორისო გეომაგნიტური ველის მოდულის განსაზღვრაში. დასაბუთებულია, რომ  $P_c 6$  ტიპის პულსაციები ჩნდებიან ჯერ სამხრეთის, ხოლო შემდეგ ჩრდილოეთის განედებში, ე.ი. აქვს უარყოფითი ფაზური ეფექტი, რაც განპირობებულია პლაზმაში ნაწილაკების კონცენტრაციით. დადგენილ იქნა, რომ  $P_c 6$  პულსაციების გამოკვლევა იძლევა ფართო შესაძლებლობას მაგნიტოსფეროს შიგა არის პარამეტრების დიაგნოსტიკისათვის. ამასთან ერთად, შემოთავაზებულია მზის ქარის სიჩქარის დიაგნოსტიკის ახალი მეთოდი (ი. გოგატიშვილი 1978წ.). დადგენილია  $S_q$  ვარიაციების ცვლილებებზე პასუხისმგებელი მიზეზები. მიღებული შედეგები გამოიყენება დედამიწის მაგნიტური ველის საუკუნეობრივი ვარიაციების შესწავლის დროს (ჯ. ჩიქოვანი 1968წ.).

გამოკვლეულია დედამიწის მაგნიტური ველის ვარიაციებსა და მზის ქარს შორის კავშირის კოეფიციენტი და წრიული დენის ინტენსივობა, მაგნიტური ველის წყნარ პერიოდში. პირველად იქნა გამოყოფილი სუფთა სახით, გეომაგნიტური ველის  $D_{st}$  ვარიაციები ეკვატორზე და დედამიწის ორივე პოლუსის რაიონში (ც. ფორჩხიძე 1984წ.).

შემოთავაზებულია საშუალო და სუბავრორალურ ზონებში მაგნიტური ქარიშხლების განაწილების მორფოლოგიური მოდელი. გამოკვლეულია გეომაგნიტური ქარიშხლების ცვლილება მზის აქტივობის 11 წლიანი ციკლის განმავლობაში. სხვადასხვა განედებისათვის დადგენილია გეომაგნიტურ და მზის აქტივობას შორის არაერთგვაროვანი კორელაცია. გამოვლენილია კორელაციური კავშირების არსებითი სხვაობები დილის, შუადღის, საღამოს და ღამის მაგნიტურ ქარიშხლებსა და მზის ქარის პარამეტრებს შორის (ი. ზაალიშვილი 1985წ.).

მონოგრაფიაში (ა. ჩხეტია 1998წ.) გაანალიზებულია დუშეთის მაგნიტური ობსერვატორიის მონაცემები, მსოფლიოს ობსერვატორიის მასალებთან ერთად. ამ მასალების საფუძველზე განხილულია გეომაგნიტიზმის მთელი რიგი საკითხები, კერძოდ: 1. მზის ქარის პლაზმის პარამეტრების როლი გეომაგნიტურ ქარიშხლებში; 2. მზე-მაგნიტოსფერულ-იონოსფერულ-გეომაგნიტური კავშირები;

3. მაგნიტოსფეროს და საპლანეტათაშორისო სივრცის პარამეტრების დიაგნოსტიკა გეომაგნიტური ქარიშხლების საწყისი ფაზის პერიოდში და სხვა.

### **2.3. ანორმალური მაგნიტური ველის გამოკვლევა**

#### **2.3.1. მიწისპირა მაგნიტური გამოკვლევები**

საქართველოს ტერიტორიის ანორმალური მაგნიტური ველის გამოკვლევა XX საუკუნის ოციანი წლებიდან იწყება (მ. ნოდია 1925წ.), მოგვიანებით მაგნიტური ველის მდგენელების განსაზღვრა ჩატარდა საქართველოში და თურქეთის აზიურ ნაწილში (მ. ნოდია 1933წ.). ამას მოჰყვა ლოკალური ანორმალური მაგნიტური ველის გამოკვლევები: ცედიანის, ლანჩხუთის, ოზურგეთის, სტეფანავანის, ახტალის, შავი ზღვის სანაპიროზე მაგნიტური ქვიშების, ბაკურიანის, ბორჯომის, ქვიშხეთის, ჩათახის, გურიის, ომფარეთის ტერიტორიებზე (მ. ნოდია 1936, 38, 41, 44წწ.). ამავე პერიოდს მიეკუთვნება მ. აბაკელიას შრომები: ხრამის მაგნიტური ანორმალის (1938წ.), ჭიათურის მარგანეცის საბადოს (1939წ.) და ძირულის კრისტალური მასივის (1941წ.) მაგნიტური ველის შესახებ.

საქართველოს ტერიტორიის მაგნიტური ველის ფართო მასშტაბით კვლევა XX საუკუნის ოცდაათიანი წლებიდან იწყება, კავკასიის რეგიონის გენერალურ მაგნიტურ აგეგმვასთან ერთად (1931-35წწ.). ამ მასალებზე დაყრდნობით შესრულდა მ. ნოდიათა სადოქტორო დისერტაცია „კავკასიის ველის მაგნიტური ველი“, რომელიც მიეკუთვნება შრომათა იმ რიცხვს, რომელთა ამოცანასაც შეადგენდა დედამიწის მაგნიტური ველის სტრუქტურის შესწავლა, გეოლოგიურ ფაქტორებთან კავშირში. მოპოვებული საველე გამოკვლევების მასალების საფუძველზე მ. ნოდიათა მიერ შედგენილი იქნა მაგნიტური ველის Z მდგენელის რუკა, რომლის მიხედვით კავკასიონის ქედის ორივე მხარეს დაფიქსირდა Z მდგენელის დადებითი მნიშვნელობები. მაგნიტური ველის ასეთი განაწილება ავტორმა ახსნა კავკასიონის ქედის არსებობით და გამოთქვა მოსაზრება, რომ „კავკასიონის ქედის უზარმაზარ მასას, თავისი სიმძიმის გამო, შეეძლო დედამიწის ქერქის ჩაჭყლელა მნიშვნელოვან სიღრმემდე, ამასთან ქერქის უფრო ნაკლებად მაგნიტური მასა აღმოჩნდა უფრო მაგნიტური სიმას მასაში, რის გამოც ეს უკანასკნელი თანდათან „წარედინებოდა“ კავკასიონის მთავარი ქედიდან დედამიწის ქერქის პერიფერიული ნაწილების ქვეშ“ /132/.

მომდევნო წლებში აღსანიშნავია როგორც პროფილური, ისე ფართითი მაგნიტური გამოკვლევები რიონი-მტკვრის /103/, ქართლის /90/ და კოლხეთის



დაბლობებზე /113/, ჯავახეთის მთიანეთის და ქართლის დასავლეთ ნაწილში /94/. საქართველოს რკინის საბალოებზე ძიების მაგნიტური მეთოდის შესაძლებლობები დადგენილი იქნა შრომაში /167/.

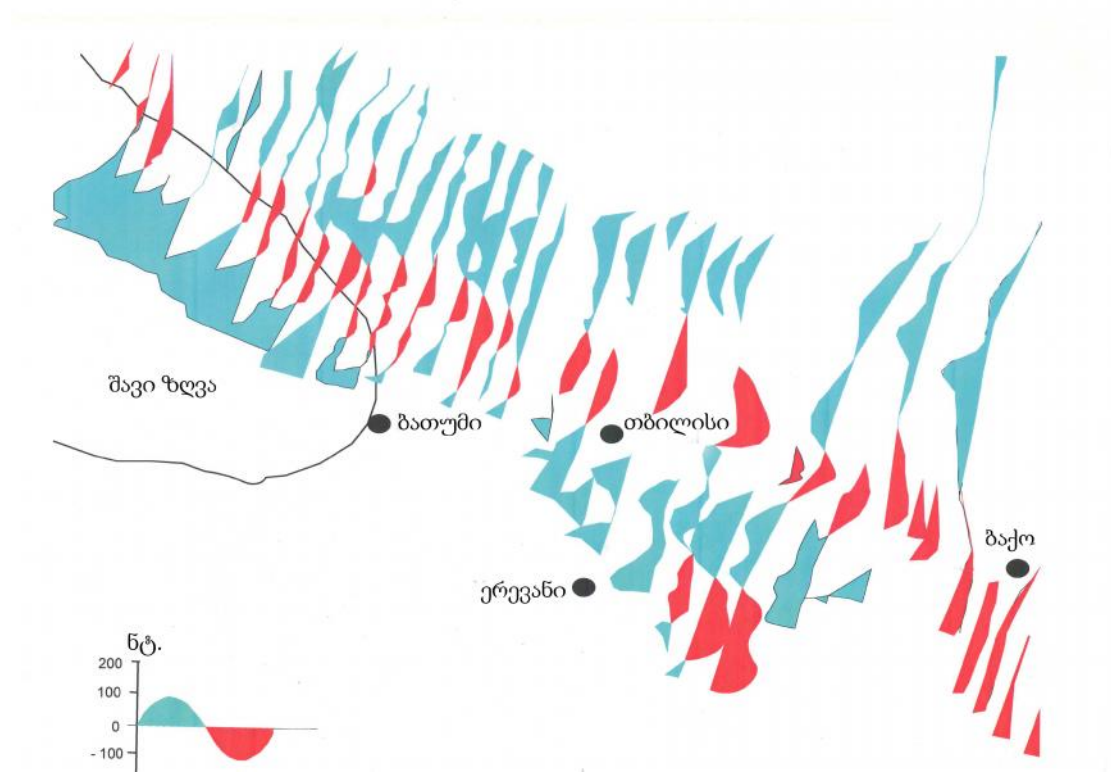
ფართო მასშტაბის გეოფიზიკური გამოკვლევები ჩატარდა აჭარის რეგიონში /34/, სადაც მაგნიტურ ჯგუფს ხელმძღვანელობდა ამ სტრიქონების ავტორი. მაგნიტური ველი შესწავლილი იქნა ცალკეული პროფილების გასწვრივ 1:10000 და 1:25000 მასშტაბში. დადგენილი იქნა ინტრუზიული სხეულების და სპილენძ-პოლიმეტალური გამადნებების ძიების მაგნიტური კრიტერიუმები /53/. აჭარის ტერიტორიაზე გეომაგნიტური გამოკვლევები გაგრძელდა 1983-85 წლებში. მიღებული მასალების საფუძველზე დაცული იქნა დისერტაცია /58/. მომდევნო წლებში კახეთის რეგიონში ჩატარდა მაღალი სიზუსტის 1:25000 და 1:50000 მასშტაბის პროფილური მაგნიტური აგეგმვები ქვანტური მაგნიტომეტრით - 203 მიღებული საველე მასალების ინტერპრეტაციის შედეგად, თანამედროვე კომპიუტერული მეთოდებით, დაზუსტდა ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულება /65, 66, 69, 71, 72/.

აქვე არ შეიძლება არ აღვნიშნოთ, ის დიდი და საპასუხისმგებლო კვლევები, რომელსაც გეომაგნეტიზმის განყოფილება ატარებდა XXს-ის 60-იანი წლებიდან, კავკასიის რეგიონის მაგნიტური ველის საუკუნეობრივი ვარიაციების გამოკვლევის მიზნით, შემდეგ პუნქტებში: სარფი, ქობულეთი, ნახიჭევანი, ასტარა, კასპიისკი, დერბენდი, გროზნო, ტუაფსე. ამ პუნქტებში ტარდებოდა დედამიწის მაგნიტური ველის მდგენელების აბსოლუტური მნიშვნელობების განსაზღვრა, შედეგები გამოიყენებოდა კავკასიის რეგიონის ნორმალური მაგნიტური ველის დადგენისათვის.

### 2.3.2. აერომაგნიტური გამოკვლევები

საქართველოს ტერიტორიის მაგნიტური ველის გამოკვლევა აერომაგნიტური მეთოდით XXს-ის 60-იანი წლებიდან იწყება. პირველად აგეგმილი იქნა ქართლის და შემდეგ კახეთის დეპრესიული ნაწილები (პ. ნიორაძე, ნ. პატარიძე), შედგენილი იქნა ანორმალური მაგნიტური ველის რუკა 1:200000 მასშტაბში. ამავე პერიოდში დასავლეთის გეოფიზიკურმა ტრესტმა (ნ. იაკოვენკო), კახეთის ტერიტორიის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში ჩატარა აგეგმვა, რომლის საფუძველზეც შედგენილი იქნა ანორმალური მაგნიტური ველის რუკა 1:200000 მასშტაბში.

1964-65 წლებში ტრესტმა „სპეცგეოფიზიკა“ (რუსეთი) ჩატარა კავკასიის ტერიტორიის აერო აგეგმვა 9კმ სიმაღლეზე, რომლის მასალების მიხედვით შედგენილი იქნა  $\Delta T$  ან-ს რუკა 1:2500000 მასშტაბში (სურ. 2). რუკაზე მკაფიოდ გამოიყოფა: მთავარი კავკასიონის ანტიკლიონორიუმი,  $\Delta T$ -ს დადებითი დაბალი (0-60ნ.ტ.) მნიშვნელობებით; მთათაშუა დაბლობი – უარყოფითი ანომალიით (0-70ნ.ტ.) და მცირე კავკასიონი – დადებითი ანომალიებით (0-100ნ.ტ.), რომელიც მკაფიოდ გრძელდება შავ ზღვაში. ამავე პერიოდში ჩატარდა კავკასიის ტერიტორიაზე, დრმა სეისმური ზონდირების პროფილების გასწვრივ 500, 1500, 4000, 7000 და 9000მ სიმაღლეზე აერომავნიტური აგეგმვა, პროფილების ფოტო მიბმით.



სურ. 2.

1962-64წწ-ში ტრესტმა „ვნიგეოფიზიკა“ (რუსეთი) კავკასიის ტერიტორიისათვის შექმნა აბსოლუტური საყრდენი ქსელი, რომელიც გახდა კავკასიის ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველის რუკების შედგენის საფუძველი. გარდა ამისა, ტრესტი „ვიტრ“-ის (რუსეთი) მიერ შექმნილი იქნა კავკასიის ტერიტორიის საკმაოდ ხშირი საყრდენი კარტოგრაფიული ქსელი, რომელმაც უზრუნველყო მაგნიტური რუკების შედგენა 1000000 და 1:200000 მასშტაბში. 70-იან წლებში მაღალი სიზუსტის პროტონული და ქვანტური აერომავნიტომეტრების გამოჩენის შემდეგ დაიწყო საქართველოს ტერიტორიის

აერომაგნიტური მეთოდით აგეგმვის ახალი ეტაპი. „საქგეოლოგიაში“ (გ. სეხნიაიძე) 1973-75წწ.-ში ჩაატარა საქართველოს ტერიტორიის აგეგმვა. მიღებული მასალების შედეგად შეადგინა ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველის რუკები 1:500000 და 1:200000 მასშტაბში. აღნიშნულ რუკებზე დაფიქსირებულია მრავალი ლოკალური ანომალია, რომელთა ინტერპრეტაცია (ძირითადად თვისობრივი) მოცემულია გ. სეხნიაიძის საკვალიფიკაციო შრომაში /156/.

საქართველოს ტერიტორიაზე ჩატარებული აერომაგნიტურ აგეგმვებს შორის ყველაზე მაღალი სიზუსტით გამოირჩევა 1981-83წწ.-ში საქართველოს ტრესტ „საქნავთობგეოლოგიას“ და ტრესტ „ჩრდილო-დასავლეთის გეოლოგიას“ შორის დადებული ხელშეკრულების საფუძველზე ჩატარებული აერომაგნიტური აგეგმვები, ტერიტორიის ოთხ რეგიონში: აფხაზეთი; იმერეთი; ქართლი და კახეთი. აგეგმვა ჩატარდა ვერტმფრენით 1:25000 მასშტაბში, პროფილების ფოტომბმით, 100-450მ-ის სიმაღლეზე  $\pm 6 \div 10$  ნ.ტ.-ის სიზუსტით. მიღებული ინფორმაციის შედეგად გამოყოფილი იქნა ნავთობ-გაზის მოპოვებისათვის პერსპექტიული ტერიტორიები.

#### 24. ქანების მაგნეტიზმის შესწავლა

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ქანების მაგნეტიზმის ფართო შესწავლა, ანომალური მაგნიტური ველის შესწავლასთან ერთად არ დაწყებულა. ამის შედეგია ის, რომ მაგნიტური ველის ინტერპრეტაცია ადრეულ შრომებში ძირითადად ატარებს თვისობრივ ხასიათს. ქანების მაგნიტური შემთვისებლობის  $\otimes$  შესწავლის პირველი მცდელობაა შრომებში /1, 2, 3/. ავტორმა ძირულის კრისტალური მასივიდან, ხრამის მაგნიტური ანომალიის გავრცელების ზონიდან და ჭიათურის მარგანეცის საბადოდან აღებული ქვიური მასალის მაგნიტური შემთვისებლობის განსაზღვრა ჩაატარა ქ. მოსკოვის „გლავნეფტის“ ლაბორატორიაში. თუმცა ეს განსაზღვრება იმდენად მცირე რაოდენობის იყო, რომ იგი არ ასახავდა ქანების დამაგნიტების რეალურ სურათს.

ქანების მაგნეტიზმის სისტემური ფართო გამოკვლევები ჩატარდა 1967-69წწ.-ში, აჭარის ტერიტორიის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში /34/, ამ სტრიქონების ავტორის უშუალო მონაწილეობით, როგორც მაგნიტური ჯგუფის ხელმძღვანელი. მაგნიტური ქანების ნიმუშები აღებული იქნა ყველა იმ პროფილზე, სადაც იზომებოდა მაგნიტური ველი. სულ გამოკვლეული იქნა 2000-ზე მეტი ნიმუში. გარდა მაგნიტური პარამეტრებისა, გაკეთდა ნიმუშების

პეტროგრაფიული, მინერალოგიური და ქიმიური ანალიზი. მაგნიტური პარამეტრები ( $\alpha$ ,  $I_n$ ) გამოკვლეული იქნა როგორც საველე, ისე ლაბორატორიულ პირობებში, მაგნიტომეტრებით: UMB-2 და ასტატიკური მაგნიტომეტრით MA-21. ლაბორატორიული გაზომვები ჩატარდა დუშეთის გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში და ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სოფ. მარტყოფის მაგნიტურ ლაბორატორიაში.

ამავე პერიოდს ეკუთვნის მცირე კავკასიონის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ტერიტორიის მაგმური ქანების მაგნიტური პარამეტრების შესწავლა /96/. ავტორების მიერ დეტალურად იქნა გამოკვლეული ხრამის და ლოკის შვერილების მაგმური წარმონაქმნების და ახალქალაქის ვულკანური ფარის ქანების მაგნეტიზმი.

1979-1982წწ.-ში ჩატარდა მაგმური ქანების მაგნეტიზმის ფართო გამოკვლევები: აფხაზეთის, სვანეთის, ქუთაისის და კახეთის ტერიტორიებზე /165/. დეტალურად გამოკვლეული იქნა მაგმური ქანების, როგორც მაგნიტური პარამეტრები, ისე მათ მიერ შექმნილი მაგნიტური ველი.

1984-1986წწ.-ში გაგრძელდა აჭარის ინტრუზიული მასივის დეტალური გეომაგნიტური გამოკვლევები.

ეფუზიური ქანების მაგნეტიზმის ფართო მასშტაბით შესწავლას სათავე დაედო 50-იანი წლების ბოლოს (ლ. ვეკუა), თუმცა ამ გამოკვლევების მიზანი იყო არა თანამედროვე მაგნიტური ველის, არამედ პალეომაგნეტიზმის სხვადასხვა საკითხის გამოკვლევა. მიუხედავად ამისა, ამ გამოკვლევებმა დიდი როლი შეასრულა ეფუზიური ქანების თანამედროვე მაგნიტური ველის და მაგნიტური პარამეტრების  $I_n$  და  $\alpha$  შესწავლაში.

## 2.5. დასკვნა

ქართველმა მაგნიტოლოგებმა მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს კავკასიის ტერიტორიის მაგნიტური ველის მუდმივი, ანომალური და ცვლადი ნაწილების, აგრეთვე ქანების მაგნეტიზმის (თანამედროვე და პალეო) შესწავლის საქმეში. დღეისათვის შეუფასებელია გეომაგნიტური ველის ცვლილებების შესახებ 100 წელზე მეტი ხანგრძლივობის უწყვეტი ინფორმაცია, რომელიც დაფიქსირებულია დუშეთის (თბილისის) მაგნიტურ ობსერვატორიაში. იგი არის მნიშვნელოვანი ჩვენი ქვეყნისათვის ამავე დროს, აქვს დიდი საერთაშორისო მნიშვნელობა, როგორც ჩვენი პლანეტის შესწავლის ერთ-ერთი ინსტრუმენტი, რაც გამოიხატება ობსერვატორიული მონაცემების გამოყენებაში ისეთი

პლანეტარული მოვლენების ასახსნელად, როგორცაა: გლობალური დათბობა; გეოფიზიკური ველების გლობალური ცვლილებები, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორი; ბიოსფეროზე დედამიწის მაგნიტური ველის გავლენა და სხვა.

მნიშვნელოვანი წარმატებებია მოპოვებული საქართველოს ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველის შესწავლაში. მიწისპირა და აერომაგნიტური გამოკვლევების საფუძველზე გამოვლენილია მრავალი მაგნიტური ანომალია, რომელთა ინტერპრეტაცია, სამწუხაროდ, ძირითადად თვისობრივია. ქანების მაგნიტური პარამეტრებიდან ძირითადად შესწავლილია მაგნიტური შემთვისებლობა, ისიც არა მასიურად და არა ყველა გეოლოგიური ფორმაციის. მნიშვნელოვანი წარმატებებია მიღწეული ქართველი პალეომაგნიტოლოგების მიერ, თუმცა მათი კვლევები ძირითადად შეეხება მეოთხეული ასაკის ქანებს.

მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია გაგრძელდეს და უფრო მაღალ დონეზე ავიდეს ობსერვატორიული დაკვირვებები, განვითარდეს კვლევები ქანების თანამედროვე და პალეომაგნეტიზმის მიმართულებით, ახალი თანამედროვე მეთოდის გამოყენებით. საჭიროა შედგეს საქართველოს ტერიტორიის პეტრომაგნიტური რუკა, რაც შექმნის გამოვლენილი მაგნიტური ანომალიების რაოდენობრივი ინტერპრეტაციის და ტერიტორიის მაგნიტური მოდელის შექმნის საფუძველს.

## ნაწილი მეორე

### თავი 1. საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანების მაგნეტიზმი და მაგნიტური ველი

#### 1.1. ინტრუზიული ქანების მაგნეტიზმი და მაგნიტური ველი

ინტრუზიული ქანების შესწავლას საქართველოში დიდი ხნის ისტორია აქვს. მათ შესწავლაში დიდი წვლილი მიუძღვით: გ. ძოწინიძეს, ი. კახაძეს, ნ. თათრიშვილს, გ. ზარიძეს, ნ. სხირტლაძეს, ც. ჩიხლაძეს, ტ. ივანიცკის, ო. დუდაურს და სხვა. მათი კვლევების შედეგად შესწავლილი იქნა ინტრუზივების პეტროლოგია, სტრატეგრაფია, წარმოშობის პირობები და კავშირი სასარგებლო წარმოშობის მინერალებთან. ასაკის მიხედვით ინტრუზიული ქანებიდან საქართველოს ტერიტორიაზე ყველაზე ფართო გავრცელებით სარგებლობენ პალეოზოური ასაკის ინტრუზივები. ისინი წარმოდგენილი არიან: ძირულის, ლოკის და ხრამის კრისტალურ მასივებზე; დიდი კავკასიონის ანტიკლინორიუმში; აფხაზეთში; ზედა სვანეთში; ზედა რაჭაში და დარიალის ხეობაში. შემადგენლობით ინტრუზივები წარმოდგენილი არიან როგორც მჟავე, ისე ფუძე და ულტრაფუძე ქანებით.

იურიული ასაკის ინტრუზივები ცნობილია აფხაზეთში, სვანეთში და ზედა რაჭაში. აფხაზეთში ისინი ფართო გავრცელებით ხასიათდებიან. ყველაზე დიდი გამოსავალი დაფიქსირებულია მდ. კელასურის ხეობაში. ეს არის გრანიტული ინტრუზივი, რომლის შემცველ ქანებს წარმოადგენენ ლიასის ფიქლები, ქვიშაქვები და ბაიოსის წყების პორფირიტები. ზედა სვანეთში გავრცელებულია როგორც მჟავე, ისე ფუძე შედგენილობის ინტრუზივები, ერთ-ერთი მათგანია მდ. ენგურის აუზში, სოფ. ჯორკვალთან. იგი წარმოდგენილია პორფირიტებით და გაბრო-დიაბაზებით. ქვედა სვანეთში მჟავე და ფუძე ინტრუზივები გვხვდება დაიკების სახით, ლიასის ნალექებში. სვანეთის აღმოსავლეთ ნაწილში, დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ფარგლებში გაბროული და დიაბაზური ინტრუზივები გვხვდება ძარღვების, დაიკების და შრეების სახით. საქართველოს და ართვინ-ბოლნისის ბელტზე, აგრეთვე ლოკი-კარაბახის ზონაში იურიული ინტრუზივები ძირითადად წარმოდგენილია გრანიტოიდებით.

კაინოზოური ინტრუზივები ცნობილია საქართველოს სამხრეთ ნაწილში. ისინი წარმოდგენილია აგრეთვე დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე და საქართველოს ბელტზე. ქუთაისის რაიონში მრავალ ადგილას ცნობილია ფუძე შედგენილობის ძარღვული და შრეებრივი გამოსავლები; სოფლებთან: კურსები, ნაბოსლევი, ბანოჯა, ცუცხვათი, ოფუნხეთი, კულოთი, ქოლუბანი და სხვა.

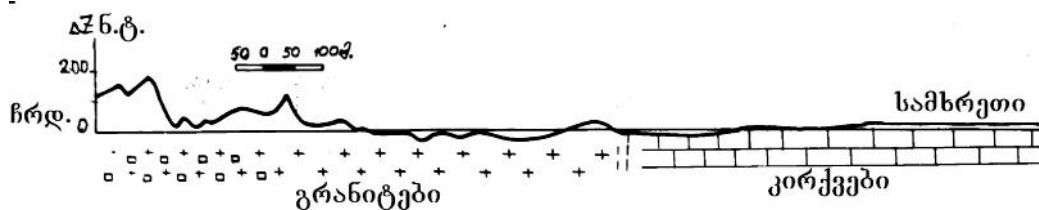
ტექნიკური წარმონაქმნები ცნობილია აგრეთვე მდ. იორის აუზში, სოფ. ნიკორწმინდასთან, სოფ. ქვედა შავრასთან, პატარა ონთან და სხვა. კაინოზოური ინტრუზივები ფართოდაა გავრცელებული აგრეთვე აჭარა-თრიალეთში. თრიალეთის ქედზე ინტრუზივები წარმოდგენილია მცირე მასივების და დაიკების სახით. მდ. სათერძეს სათავეებში გაბრიდული ინტრუზივები დაკავშირებული არიან ძამის მაგნიტურ გამაღნებასთან. ფუძე და ნორმალურად-ფუძე შემადგენლობის ინტრუზივები გვხვდება ახალქალაქის დებრესიის ჩრდილოეთ მხარეს. გაბროული და გაბრო-სიენიტური ინტრუზივები ფართო გავრცელებით სარგებლობენ აჭარაში, გურიაში.

## 12. კელასურის და გორაბის გრანიტული ინტრუზივები

კელასურის და გორაბის ინტრუზივები განლაგებული არიან ცენტრალურ აფხაზეთში. ისინი კვეთენ მეტამორფულ ქანებს – ლიასის თიხიან ფიქლებს და ბაიოსის ვულკანურ წყებას. გეოლოგიური მონაცემებით მათი ასაკი შუა იურაა /39/.

კელასურის ინტრუზივის გამოსავლები დღიურ ზედაპირზე აღინიშნება მდინარეების კელასურისა და ამთხელის სათავეებთან, აგრეთვე მდ. გუმისთის ხეობაში. გორაბის მასივის გამოსავლები კი ფიქსირდება მდინარეების ზიმა, კვარაში და არვენის სათავეებთან.

ორივე ინტრუზივის მიერ გამოწვეული მაგნიტური ანომალია დაბალი მნიშვნელობებით ხასიათდება ( $\Delta Z = 20 \div 100$  ნ.ტ.) (სურ. 3). ისინი ძნელად გამოირჩევიან მაგნიტური ველით შემცველი ქანებისაგან, რომელთა  $\Delta Z$  იცვლება  $\pm 20$  ნ.ტ. ფარგლებში.



სურ. 3

ინტრუზივებიდან აღებულმა ქვიური მასალის შესწავლამ აჩვენა, რომ მათი მაგნიტური პარამეტრები  $\chi$  და  $I_n$  დაბალია და შესაბამისად შეადგენს  $(0-100) \cdot 10^{-6}$  და  $(0-50) \cdot 10^{-6}$  ერთ. მაგნიტური პარამეტრების ასეთი დაბალი მნიშვნელობები განპირობებულია ქანებში ფერომაგნიტური მინერალების უმნიშვნელო შემცველობით. უმნიშვნელო რაოდენობითაა ქანებში



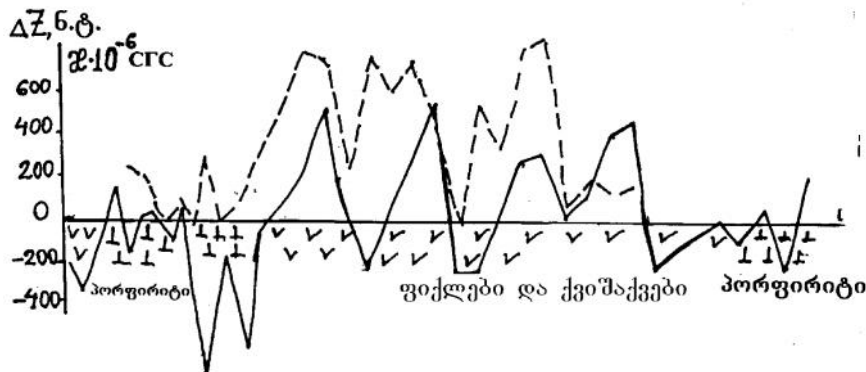
აგრეთვე მადნური მინერალები: პირიტი, ჰალკოპირიტი, რომელთა პროცენტული რაოდენობა ერთზე ნაკლებია.

ინტრუზიული ქანების ნარჩენი დამაგნიტება  $I_n$  50 ერსტედ ცვლად მაგნიტურ ველში სწრაფად განმაგნიტდება, რაც მიუთითებს მის მაგნიტურ არასტაბილურობაზე.

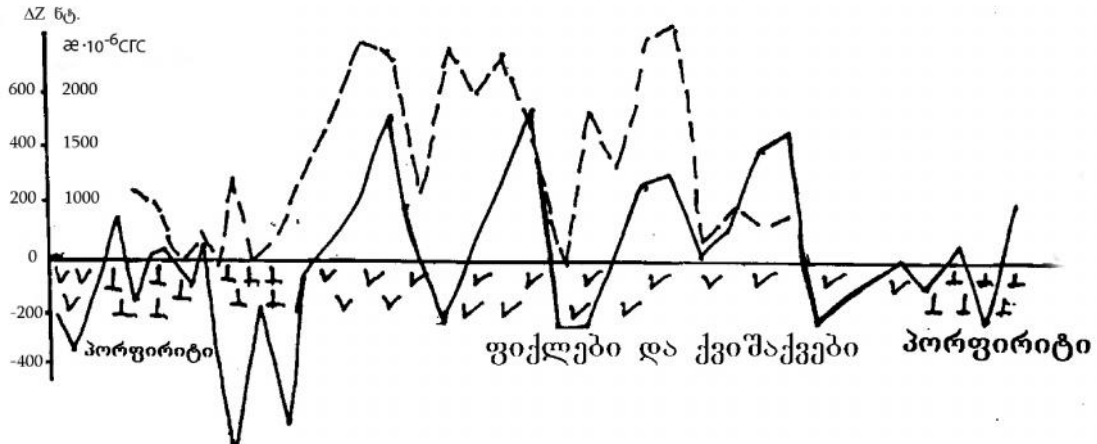
გამომდინარე იქიდან, რომ გორაბის და კელასურის ინტრუზიული ქანები სუსტად მაგნიტური არიან, ქმნიან მაგნიტურ ანომალიებს, რომლებიც ძნელად განირჩევა შემცველი ქანების მიერ შექმნილი ანომალიებისაგან, ამიტომ ამ ინტრუზივების კარტირება შეიძლება მხოლოდ მაღალი სიზუსტის მაგნიტური ძიებით. ამასთან ერთად ეს ქანები მაგნიტურად არასტაბილური არიან და არ გამოდგებიან პალეომაგნიტური კვლევებისათვის.

### 13. აფხა-ჩხალთის რაიონი

აფხაზეთის ტერიტორიაზე ფართოდაა გავრცელებული პორფირიტული დაიკები და გაბრო-პორფირიტები. მათ შემცველ ქანებს წარმოადგენენ ფიქლები და ქვიშაქვები. ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა მაგნიტური ველის ხასიათი პროფილზე, სადაც გავრცელებულია პლაგიოკლაზური პორფირიტები, ფიქლები და ქვიშაქვები (სურ. 4). როგორც ჩანს, პორფირიტების ნარჩენი დამაგნიტება მაღალია, თანაც უარყოფითი ნიშნის, რაც იწვევს მაგნიტური ველის შემცირებას პროფილზე. ფიქლები და ქვიშაქვები ფიქსირდებიან ინტენსიური მაგნიტური ანომალიით ( $-300 \div -500$  ნ.ტ.) და მაგნიტური შემთვისებლობით ( $\alpha = 20 \div 2500 \cdot 10^6$ ). აღსანიშნავია, რომ მაგნიტური ანომალიის და შემთვისებლობის გრაფიკები ერთმანეთის მსგავსია. ეს ნიშნავს, რომ ანომალია ძირითადად გამოწვეულია ინდუქციური დამაგნიტებით. ანალოგიური სურათია ახლოს მდებარე ტერიტორიაზე (სურ. 5), სადაც გეოლოგიური სიტუაცია იგივეა, რაც წინა პროფილზე.



სურ. 4.



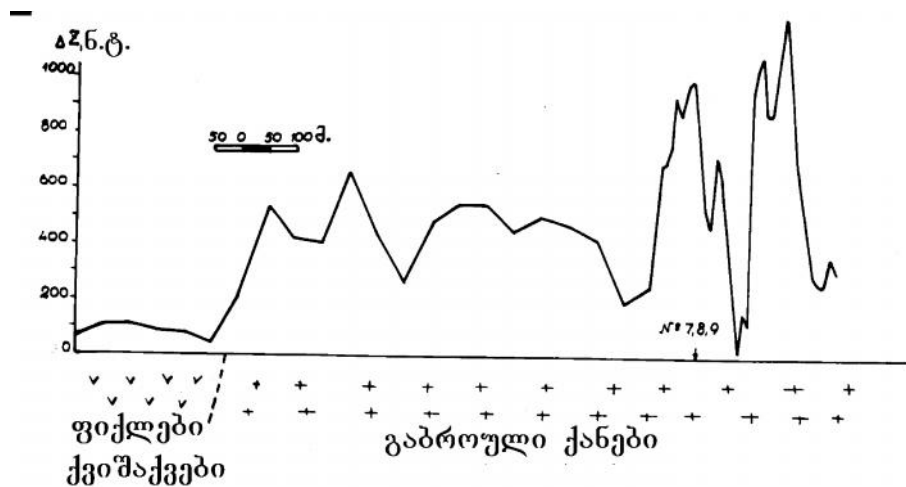
სურ. 5.

ნარჩენი დამაგნიტების ( $I_n$ ) შესწავლამ საკვლევ ტერიტორიაზე გვიჩვენა, რომ მისი მიმართულებისათვის დამახასიათებელია დიდი გაბნევა. თანაც ასეთი გაბნევა დამახასიათებელია არა მარტო სხვადასხვა უბნის ერთი და იგივე ქანებისათვის, არამედ ერთი ბლოკის სხვადასხვა ნიმუშიდთვისაც. ქანების ეს ნიმუშები ცვლად მაგნიტურ ველში სწრაფად კარგავენ ნარჩენ დამაგნიტებას და არ გამოდგებიან პალეომაგნიტური კვლევებისათვის.

#### 14. სოფ. დიზის ინტრუზივები.

მდ. ენგურის მარჯვენა ნაპირზე, ზედა სვანეთის სამანქანო გზის გასწვრივ, სოფ. დიზის მიმდებარედ, „დიზის წყების“ ქანებს შორის გვხვდება ინტრუზიული ქანების რამდენიმე გაშიშვლება.

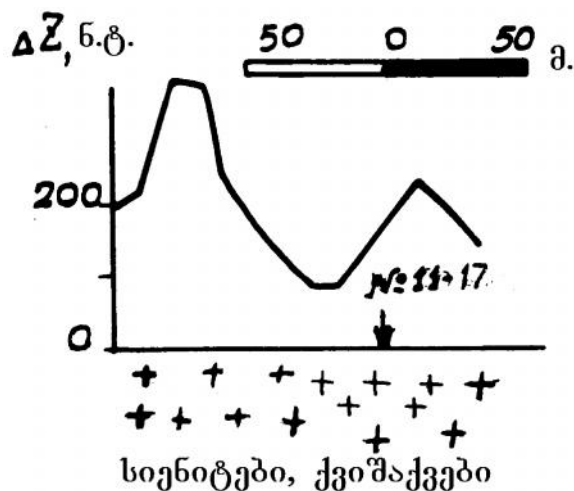
სოფ. დიზის ჩრდილოეთით ინტრუზივის გამოსავალი დღიურ ზედაპირზე ფიქსირდება  $200 \div 1000$  გ.-ს ინტენსიური მაგნიტური ველით (სურ. 6). აქ გავრცელებული ქანების მაგნიტური პარამეტრები ასეთია:  $I_n = (100 \div 400) \cdot 10^{-6}$ , ხოლო  $\alpha = (500 \div 2000) \cdot 10^{-6}$  ერთ. მაგნიტური ველის და ქანების მაგნიტური პარამეტრების ასეთი მაღალი მნიშვნელობები განპირობებულია მაგნეტიტის მაღალი (4%) პროცენტული შემცველობით ქანებში. პროფილის დასაწყისში, სადაც გვხვდება ფიქლები და ქვიშაქვები მაგნიტური ველი მკვეთრად დაბალია.



სურ. 6.

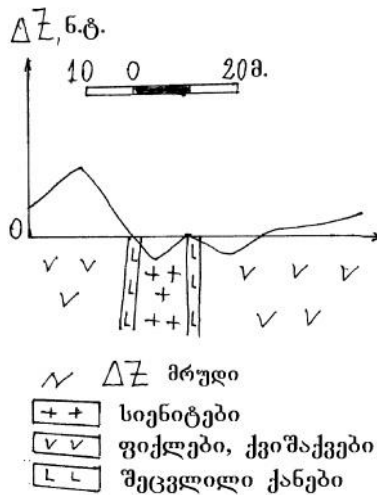
ინტრუზიული სხეულების გამოსავლები, ამ რაიონში, აღინიშნება აგრეთვე ე.წ. პროხოროვის კლდიდან ჩრდილოეთით 500 მეტრზე, ხოლო მეორე 550 მეტრზე, იმავე მიმართულებით.

პირველ უბანზე ქანების მაგნიტური შემთვისებლობა ფართო საზღვრებში იცვლება,  $\alpha = (20 \div 1000) \cdot 10^{-6}$  ერთ. ქანებში მაგნიტური შემთვისებლობის ასეთი ფართო ცვლილებები განპირობებულია ფერომაგნიტური მინერალების (მაგნეტიტი, პიროტინი) არათანაბარი განაწილებით, ხოლო მაგნიტური ანომალია ამ უბანზე 100÷300 ნ.ტ. რიგისაა (სურ. 7).



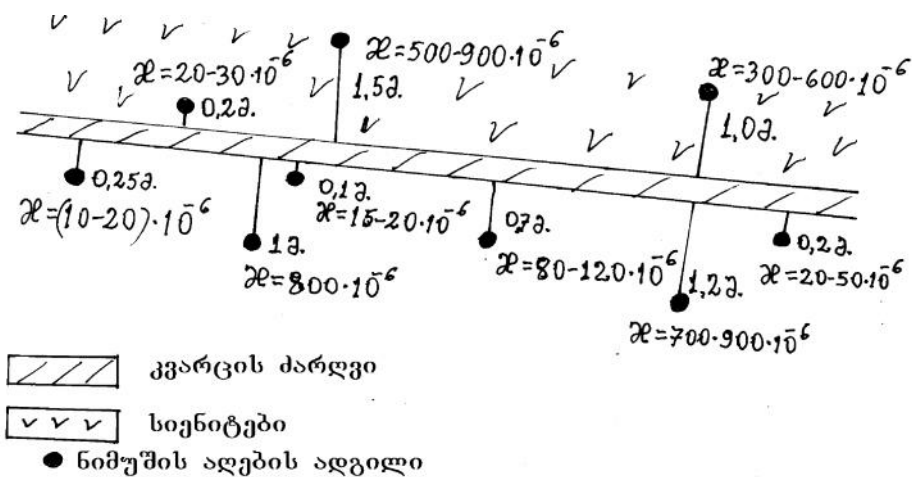
სურ. 7.

მეორე უბანზე გვხვდება სიენიტური ქანები. ისინი ხასიათდებიან დაბალი მაგნიტური შემთვისებლობით და ფერომაგნიტური მინერალების მცირე შემცველობით. როგორც სურ. 8-დან ჩანს, ინტრუზივის გამოსავალზე მაგნიტური ანომალია არ აღინიშნება.



სურ. 8.

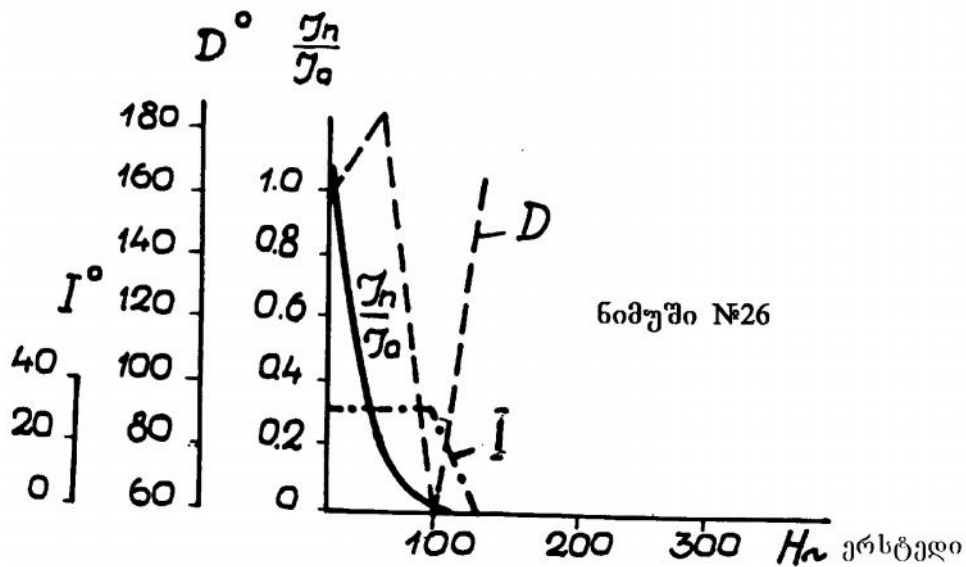
ამრიგად, გამოკვლეული ინტრუზიებიდან მაღალი მაგნიტური პარამეტრებით გამოირჩევა მხოლოდ სოფ. დიხის ჩრდილოეთით მდებარე ინტრუზივი, ინტრუზივის სხვა გამოსაველები კი ხასიათდებიან პარამეტრების დაბალი მნიშვნელობებით. ინტრუზივის ერთ-ერთ გამოსაველზე, სადაც სხეული იკვეთება 5-6სმ-ს სისქის და 10მ სიგრძის კვარცის ძარღვით (სურ. 9), ჩავატარეთ მაგნიტური შემთვისებლობის განსაზღვრა UMB-2 აპარატურით. აღმოჩნდა, რომ კვარცის ძარღვიდან 20-30სმ-ის დაშორებით  $\alpha = (15 \div 20) \cdot 10^{-6}$ , ხოლო ძარღვიდან მოშორებით  $\alpha$  თანდათანობით იზრდება და 50-100სმ-ზე  $1000 \cdot 10^{-6}$  ერთ. აღწევს. ნიმუშების მიკროსკოპიულმა შესწავლამ აჩვენა, რომ კვარცის ძარღვიდან მოშორებით აღებულ ნიმუშებში გვხვდება მაგნეტიტი, იმ დროს, როდესაც კონტაქტთან ახლო ნიმუშებში მაგნეტიტი არ დაიკვირვება, მაგრამ დამახასიათებელია ძლიერი ლიმონიტიზაცია.



სურ. 9. გამოშვლების სქემატური ჩანახატი

15. სოფ. ჯორკვალის, უშბა-ეწერის, აბაკურის და ბაბილის ინტრუზიები.

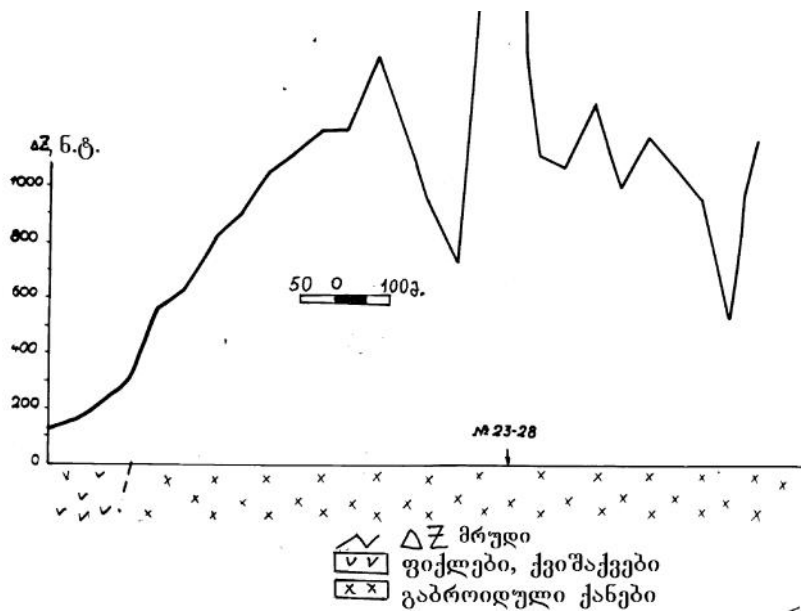
ზედა სვანეთში ფართოდაა გავრცელებული იურიული ასაკის ინტრუზიები. ისინი წარმოდგენილი არიან როგორ მუავე, ისე ფუძე სახესხვაობებით. მათგან ყველაზე ფართო გავრცელებისაა მდ. ენგურის ხეობაში სოფ. ჯორკვალთან ღიასის ფიქლებში გაშიშვლებული ინტრუზივი. ინტრუზივიდან აღებული ნიმუშების მაგნიტური პარამეტრები ასეთია:  $\alpha = (100 \div 200) \cdot 10^{-6}$ , ხოლო  $I_n = (50 \div 400) \cdot 10^{-6}$  ერთ. შესაბამისად დაბალია მაგნიტური ანომალიაც, მისი ინტენსივობა 100-150 ნ.ტ.-ს ფარგლებში იცვლება. ამ ტერიტორიაზე ინტრუზივის და შემცველი ქანების მაგნიტური პარამეტრები იდენტურია, ამიტომ ინტრუზივი მაგნიტური ველის ანომალიით მკვეთრად არ ფიქსირდება. აღებული ნიმუშების მიკროსკოპიული შესწავლით აღმოჩნდა, რომ მასში მაგნიტური მინერალების შემცველობა დაბალია. ნიმუშებზე სუსტი ცვლადი მაგნიტური ველით ზემოქმედება იწვევს ქანის სრულ განმაგნიტებას (სურ. 10). ამავე რეგიონში 20კმ<sup>2</sup>-ზე მეტ ფართობს იკავებს უშბა-ეწერის ინტრუზივი.



სურ. 10.

აღვილის რთული რელიეფის გამო შეუძლებელი შეიქმნა მაგნიტური ველის განსაზღვრა, თუმცა აღებული იქნა ქვიური მასალის ნიმუშები. ქანების მაგნიტური პარამეტრი  $\alpha$  შესწავლილი აღვილზე დაბალია და იცვლება  $(30 \div 60) \cdot 10^{-6}$  ერთ. ფარგლებში, რაც დამახასიათებელია გრანიტული ქანებისთვის. შესაბამისად ინტრუზივმაც უნდა გამოიწვიოს სუსტი მაგნიტური ანომალია, რომლის გარჩევა შემცველი ქანების ანომალიისაგან შეუძლებელია.

სოფ. ჯორკვალის და უშბა-ეწერის ინტრუზიებისაგან მაგნიტური პარამეტრებით მკვეთრად განსხვავებულია აბაკურის ინტრუზივი. იგი ძირითადად აგებულია გაბროიდული ქანებით. შემცველი ქანებიდან იგი გამოიყოფა 1000÷2000 ნ.ტ. ინტენსივობის ანომალიით (სურ. 11). აღებული ქვიური მასალის მაგნიტური შემთვისებლობა მაღალია  $\alpha = (1000 \div 6000) \cdot 10^{-6}$  ერთ. სამწუხაროდ, ამ ინტრუზივიდანაც ვერ მოხერხდა ორიენტირებული ნიმუშების აღება. მიკროსკოპიული აღწერით ინტრუზივის ქანები შეიცავენ მაგნეტიტს და პიროტინს, რაც ძირითადად განაპირობებს დაკვირვებული მაგნიტური ანომალიის ინტენსივობას. აღსანიშნავია, რომ აბაკურის ინტრუზივი მკვეთრად ფიქსირდება აერომაგნიტური აგეგმვით. ანომალიის ინტენსივობა 200÷500 ნ.ტ.-ის რიგისაა /156/.

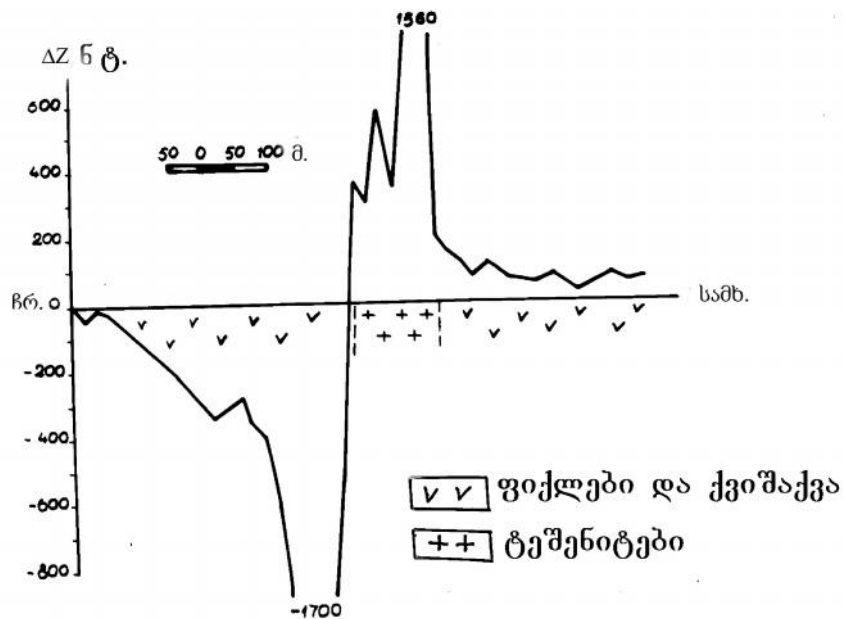


სურ. 11.

ქვედა სვანეთში, მდ. ცხენისწყლის ხეობაში, სოფ. ბაბილთან შიშვლდება 4კმ სიგრძის და 100მ სიმაღლის დიაბაზური ძარღვი. იგი ჩაწოლილია ლიასის ფიქლებში, რომლებიც ფართო გავრცელებით სარგებლობენ ამ რაიონში. ინტრუზიული ქანების მაგნიტური შემთვისებლობა დაბალია და იცვლება  $(20 \div 40) \cdot 10^{-6}$  ერთ. საზღვრებში. ანალოგიურია შემცველი ქანების მაგნიტური შემთვისებლობაც, რაც აძნელებს ინტრუზივის გარჩევას შემცველი ქანებისაგან. ანალოგიურად დაბალია მაგნიტური ანომალიაც. მადნური მინერალებიდან ქანები შეიცავენ ილმენიტს და ცირკონს. ინტრუზივის შემცველი ქანების არეალში გვხვდება კვარცხული ძარღვები, რომლებიც შეიცავენ პირიტს, ჰალკოპირიტს, სფალერიტს და გალენიტს.

## 1.6. კახეთის ტერიტორიის დიაბაზები და ტეშენიტები

მდ. იორის დაბლობზე, სოფ. მაჟალიანიდან სამხრეთით, ერთი კილომეტრის დაშორებით, მდინარის პირას, ზედა ცარცის წარმონაქმნებში შიშვლდება 50მ-ზე მეტი ხილული სიმძლავრის ინტრუზიული სხეული. იგი ფიქსირდება ანომალით, რომელსაც კლასიკური ფორმა აქვს (სურ. 12). მაგნიტური ანომალია იცვლება - 1700-დან 1500 ნ.ტ.-მდე. ინტრუზიული ქანები ხასიათდებიან მაგნიტური პარამეტრების მაღალი მნიშვნელობებით,  $\mu$  იცვლება  $(20 \div 30) \cdot 10^{-4}$ , ხოლო  $I_n (7 \div 20) \cdot 10^{-4}$  ერთ. აღსანიშნავია, რომ ნარჩენი დამაგნიტება ინტრუზივში იცვლება ზონალურად. ერთ შემთხვევაში მას აქვს N-მიმართულება, ხოლო რამდენიმე მეტრის მოშორებით R-მიმართულება, რაც რამოდენიმეჯერ მეორდება. ეს გარემოება იწვევს დიდ ინტერესს ინტრუზივის გენეზისთან მიმართებაში. ინტრუზიული ქანები ძირითადად შეიცავენ მაგნეტიტს 3%, იშვიათად კი პირიტს და ილმენიტს.



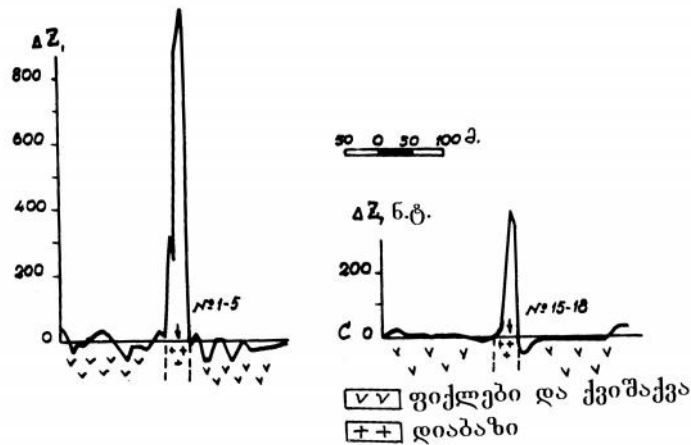
სურ. 12.

კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე, კახეთის საზღვრებში, დიაბაზური დაიკები ფართო გავრცელებით სარგებლობენ. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ის, რომ დიაბაზურ დაიკებთან სივრცობრივად დაკავშირებული არიან სპილენძ-პიროტინიანი გამაღნებები, ამიტომ მათი გამოკვლევა დიდ ინტერესს იწვევს.

მდ. სტორის ხეობაში შვეისწავლეთ დიაბაზური დაიკების ორი გამოსავალი. დაიკები მაგნიტური ველით წარმატებით კარტირდება და მკვეთრად გამოიყოფა შემცველი ქანებისაგან (ლიასის ფიქლები, ქვიშაქვები). დიაბაზის



ქანების  $\alpha=(10 \div 40) \cdot 10^{-4}$ , ხოლო  $I_n(1,5 \div 12) \cdot 10^{-4}$  ერთ. მაგნიტური ველის ანომალია პირველ უბანზე 1000, ხოლო მეორე უბანზე 300 ნ.ტ.-ზე მეტია (სურ. 13). მადნური მინერალებიდან კახეთის ტერიტორიაზე გვხვდება პიროტინი, პირიტი, ჰალკოპირიტი, 5-10%-ის რაოდენობით. შესწავლილი ნიმუშები ცვლად მაგნიტურ ველში სწრაფად კარგავენ დამაგნიტებას, ხოლო მათი  $I_n$ -ის მიმართულება არამდგრადია.



სურ. 13.

ფიქრობ არ იქნება უადგილო გავიხსენოთ კაცდაგის (აზერბაიჯანი) პოლიმეტალურ საბადოზე ჩვენს მიერ ჩატარებული მაგნიტური და ელექტრომეტრიული გამოკვლევები (ექსპედიციის ხელმძღვანელი გ. ტაბაღუა).

ცნობილია, რომ კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე კახეთის მეტალოგენური ზონა გრძელდება აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე, სადაც ცნობილია სპილენძის დიდი საბადოები, ერთ-ერთი მათგანია კაცდაგის სპილენძ-პიროტინის საბადო. ისევე, როგორც კახეთში კაცდაგის საბადოზეც ლიასის გამადნებულ ქანებში მადნური მინერალებია პიროტინი, პირიტი, ჰალკოპირიტი. ამ მინერალების შემცველობა ქანებში კახეთში არის 10%, ხოლო კაცდაგზე 20%. კაცდაგის საბადოს მადნური ნიმუშები ხასიათდებიან მაგნიტური პარამეტრების მაღალი მნიშვნელობებით  $\alpha=(2 \div 20) \cdot 10^{-4}$ , ხოლო  $I_n=(30 \div 90) \cdot 10^{-4}$  ერთ. კახეთის რეგიონში თუ ფაქტორი  $Q=1 \div 4$ , კაცდაგზე იგი ტოლია 40-50. პიროტინით გამდიდრებულ ქანებზე მაგნიტური ველის ანომალია კაცდაგზე რამდენიმე ათასი ნანოტესლაა, რომლის ინტენსივობას ძირითადად განსაზღვრავს ნარჩენი დამაგნიტება. ორივე განხილული რეგიონის ღიაბაზური და გამადნებული ქანები მაგნიტურად არასტაბილურია.

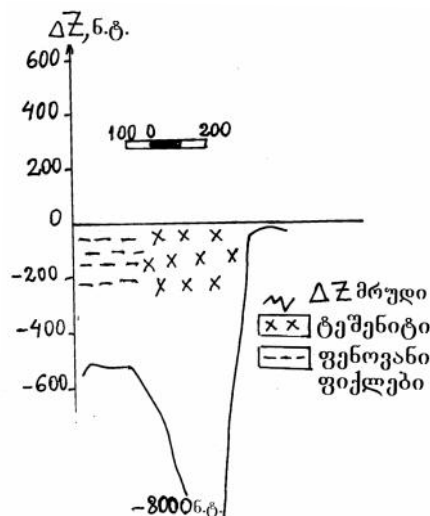
### 17. მდ. რიონის შუა წელის და მისი ზოგიერთი შენაკადის ინტრუზივი

ამ რეგიონში ფართოდაა გავრცელებული კაინოზოური ასაკის ინტრუზივები, მათი გამოსავლები ცნობილია სოფლების: კურსები-ნაბოსლევი, ცუცხვათი-ნაბელლარი, ქოლუბანი, ოფუნხეთ-ქონეთი, კუდოთი-ზარათი და ბანოჯა. ამ ინტრუზივების (ტეშენიტების) დეტალური მინერალოგიური და ქიმიური შემადგენლობა აღწერილია მონოგრაფიაში /162/, სადაც ავტორი ყურადღებას ამახვილებს აღნიშნული ფორმაციების პეტროგრაფიულ მსგავსება-განსხვავებაზე.

#### ცუცხვათი-ნაბელლარის და კურსებ-ნაბოსლევის ტეშენიტები.

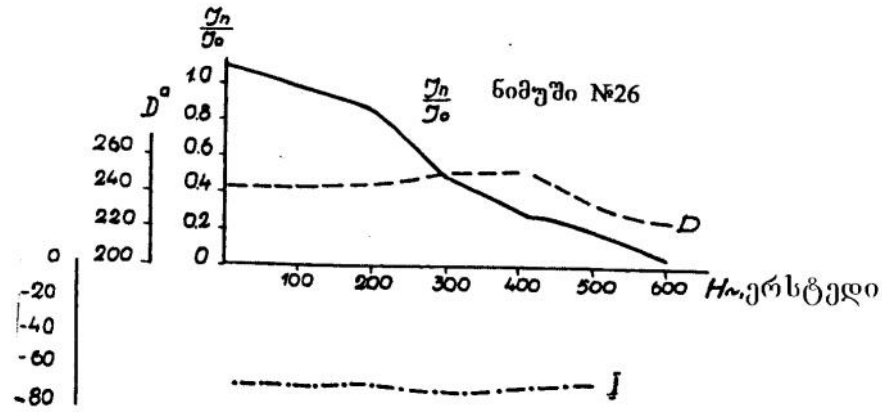
ტეშენიტები ამ უბანზე ფიქსირდებიან ინტენსიური, უარყოფითი ნიშნის მაგნიტური ანომალიით, რომელიც 8000 ნ.ტ.-ზე მეტია (სურ. 14). პროფილის გასწვრივ აღებული ორიენტირებული ნიმუშების ლაბორატორიული შესწავლით დადგინდა, რომ მათი მაგნიტური პარამეტრები ასეთია:  $\alpha = (2 \div 6) \cdot 10^{-4}$ ,  $I_n = (30 \div 60) \cdot 10^{-4}$  ერთ.  $Q = 1 \div 2$ . ამავე დროს ნარჩენი დამაგნიტების მიმართულება დედამიწის თანამედროვე მაგნიტური ველის შებრუნებულია. ანალოგიური სიტუაციაა კურსებ-ნაბოსლევის ტერიტორიაზეც, სადაც ტეშენიტების მაგნიტური პარამეტრები არის:  $\alpha = (16 \div 35) \cdot 10^{-4}$ ,  $I_n = (13 \div 38) \cdot 10^{-4}$

ერთ., ხოლო  $Q = 0,8 \div 2$ . ორივე უბანზე ქანების შემცველი ფერომაგნიტური მინერალებია მაგნეტიტი, რომლის შემცველობა 5%-მდეა და პიროტინი, რომლის შემცველობა ქანში არ განსაზღვრულა, თუმცა სავარაუდოა, რომ მისი რაოდენობა განსაზღვრავს სწორედ ამ ორი უბნის მაგნიტურ პარამეტრებს შორის სხვაობას.



სურ. 14.

ნარჩენი დამაგნიტება, ორიენტირებული ნიმუშების, 250 ერსტედი, ცვლადი მაგნიტური ველის გავლენით 50%-მდე მცირდება, ხოლო შემდეგ თანდათანობით იწეებს განმაგნიტებას და 600 ერსტედ ველში თითქმის სრულიად განმაგნიტებულია. ამ დროს მისი პოლარობა უცვლელი რჩება (სურ. 15).



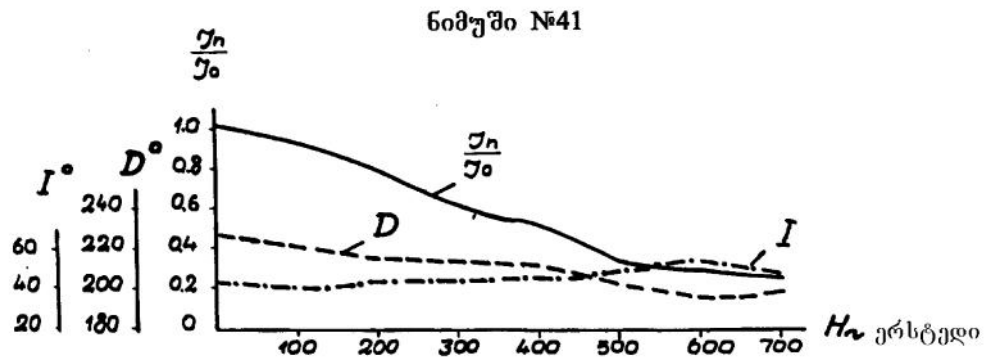
სურ. 15.

როგორც ზევით აღვნიშნეთ კურსებ-ნაბოსლევის და ცუცხვათ-ნაბელდარის ტეშენიტების ნარჩენი დამაგნიტების მიმართულება დედამიწის თანამედროვე მაგნიტური ველის მიმართულების შებრუნებულია. ასეთი შემთხვევა, როდესაც  $I_n$ -ის შებრუნებული პოლარობა დამახასიათებელია მთელი ინტრუზიული სხეულისათვის, შედარებით იშვიათია /110/ და დღეისათვის დადგენილია მხოლოდ ციმბირის ბაქნის ინტრუზივებისათვის. მაგმური ქანების შებრუნებული დამაგნიტების მიზეზები მრავალ შრომაშია განხილული /121/. ზოგი მკვლევარი  $I_n$ -ის შებრუნებულ პოლარობას ხსნის დამაგნიტების თვითშებრუნებით, ზოგი კი დედამიწის მაგნიტური ველის ინვერსიით. ჩვენს შემთხვევაში არა გვაქვს საკმარისი ინფორმაცია ტეშენიტებში  $I_n$ -ის გენეზისის შესახებ, ამიტომ ვერ ვიტყვით  $I_n$ -ის მიმართულება განპირობებულია თუ არა დედამიწის მაგნიტური ველის ინვერსიით, თუ იგი შებრუნდა ქანების გეოლოგიური „ცხოვრების“ პერიოდში, გეოლოგიური ფაქტორების გავლენით.

**სოფ. ქოლუბანის, ოფუნხეთ-ჟონეთის, კუდლოთი-ზარათის და ბანოჯას ტეშენიტები.**

ჩამოთვლილი ტეშენიტები, ისევე როგორც კურსებ-ნაბოსლევის და ცუცხვათ-ნაბელდარის ხასიათდებიან ერთი რიგის, მაღალი მნიშვნელობების მაგნიტური პარამეტრებით. ერთნაირია აგრეთვე ქანში მაგნიტური მინერალები,

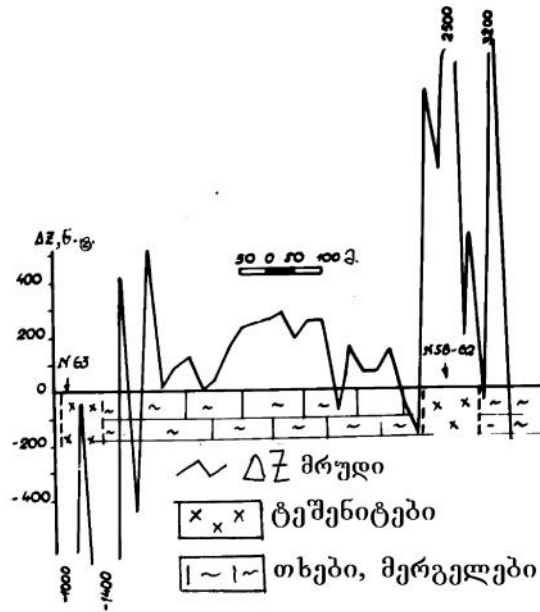
თუმცა მათი პროცენტული შემცველობა განსხვავებულია. ქანის შემცველი მთავარი მინერალია მაგნეტიტი, რომლის შემცველობა ქანში 10%-ზე მეტია, მცირე რაოდენობით გვხვდება აგრეთვე პიროტინი, პირიტი, ილმენიტი. 300 ერსტედ ცვლად მაგნიტურ ველში ნარჩენი დამაგნიტება  $I_n$  50%-ით მცირდება, საწყისი მნიშვნელობიდან, 350-500-ში თითქმის უცვლელია და ინარჩუნებს საწყისი მნიშვნელობის 30%-ს. ამ დროს მისი მიმართულებაც დადებითია, თუმცა განიცდის მცირე ცვლილებებს.



სურ. 16.

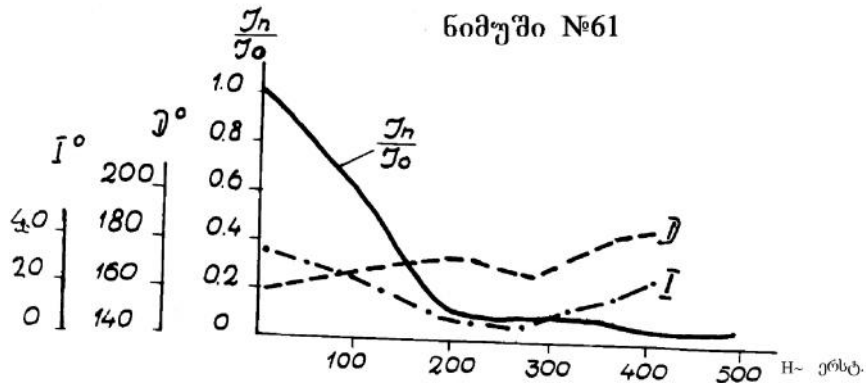
### 1.8. სოფ. ნიკორწმინდის ტეშენიტები

სოფ. ნიკორწმინდის წმ. ნიკოლოზის სახელობის ეკლესიის სამხრეთით 1,5-2 კმ-ის დაშორებით, შუა იურიულ ნალექებში (კირქვები, მერგელები, თიხები, ქვიშაქვები) შიშვლდება ტეშენიტური ქანები. როგორც სურ. 17-დან ჩანს, ინტრუზივის მიერ გამოწვეული მაგნიტური ველის ანომალია პროფილის ჩრდილოეთ მხარეს უარყოფითია, სამხრეთ მხარეს კი დადებითი. ანომალიის ინტენსივობა არის 1000-1400 ნ.ტ. ჩრდილოეთის მხარეს, სამხრეთით კი უფრო ინტენსიურია და აღწევს 3000 ნ.ტ.-ს. სამხრეთი ნაწილიდან აღებული ტეშენიტების ნიმუშების მაგნიტური პარამეტრები ასეთია:  $\alpha = (2 \div 5) \cdot 10^{-4}$ ,  $I_n = (10 \div 60) \cdot 10^{-4}$  ერთ.,  $Q = 0,9 - 3$ . მინერალებიდან ტეშენიტებში გვხვდება მაგნეტიტი 3-10%-ის რაოდენობით, კვამატიტი, ილმენიტი, პირიტი.



სურ. 17

ცვლად მაგნიტურ ველში ნიკორწმინდის ტეშენიტის ნარჩენი დამაგნიტება არასტაბილურია (სურ. 18). 200 ერსტედი სიღიდის ველში  $I_n$  მკვეთრად მცირდება, ხოლო 200-600 ერსტედ ველში რჩება მუდმივი და ინარჩუნებს საწყისი მნიშვნელობის 0,2 ნაწილს.



სურ. 18.

### 19. დასკვნა

1. აფხაზეთის (კელასური, გორაბი) და სვანეთის (დიზის სერია, ჯორკვალი, ბაბილი) ინტრუზივები ხასიათდებიან დაბალი მაგნიტური თვისებებით, წარმოქმნიან სუსტ მაგნიტურ ანომალიებს და ძნელად გამოირჩევიან შემცველი ფიქლების და ქვიშაქვებისაგან. გამონაკლისს წარმოადგენს აბაკურის (სვანეთი) ინტრუზივი, რომელიც ხასიათდება მაღალი

მაგნიტური შემთვისებლობით, ინტენსიური მაგნიტური ანომალიით და მკვეთრად ფიქსირდება, როგორც მიწისპირა, ისე აერომაგნიტური აგეგმვით. ზემოთ ჩამოთვლილი ინტრუზივების ნიმუშები (აბაკურის ინტრუზივის გარდა) ცვლადი მაგნიტური ველის ზემოქმედებით სწრაფად განმაგნიტდებიან, ამიტომ მათი გამოყენება პალეომაგნიტური ამოცანების გადაწყვეტისათვის შეუძლებელია.

2. ცუცხვათი-ნაბელარის და კურსები-ნაბოსლევის ტეშენიტების მაგნიტური პარამეტრები მაღალია, თანაც ნარჩენი დამაგნიტების მიმართულება დედამიწის თანამედროვე მაგნიტური ველის საწინააღმდეგოა, ამავე დროს სიდიდით იგი მნიშვნელოვნად მეტია ინდუქციურ დამაგნიტებაზე, რაც იწვევს ინტენსიურ, უარყოფითი ნიშნის ანომალიებს. აღნიშნული ტეშენიტების ნარჩენი დამაგნიტება, ცვლად მაგნიტურ ველში მნიშვნელოვნად მცირდება, თუმცა მიმართულებას არ იცვლის. ამიტომ  $I_n$ -ის გენეზისის დადგენა იწვევს გარკვეულ მეცნიერულ ინტერესს.

სოფ. ქოლუბანის, ოფუნხეთი-ჟონეთის, კულოთი-ზარათის და ბანოჯას ტეშენიტების მაგნიტური პარამეტრებიც მაღალია და ქმნიან დადებითი ნიშნის მაგნიტურ ანომალიებს, რომლის ინტენსივობასაც განსაზღვრავს, როგორც ინდუქციური  $I_i$ , ისე ნარჩენი  $I_n$  დამაგნიტება. მათი ნარჩენი დამაგნიტება ცვლად მაგნიტურ ველში სწრაფად იცვლება, როგორც სიდიდით, ასევე მიმართულებით, ამიტომ ისინი პალეომაგნიტური მიზნებისათვის არ გამოდგება. ზემოთ გამოკვლეული ყველა ტეშენიტი ეფექტურად ფიქსირდება ძიების მაგნიტური მეთოდით, რაც მნიშვნელოვანია, რადგან ისინი წარმოადგენენ ძვირფას სამშენებლო-მოსაპირკეთებელ ქვიურ მასალას.

3. მდ. იორის და სოფ. ნიკორწმინდის ტეშენიტები ფიქსირდებიან ინტენსიური, ნიშანცვლადი მაგნიტური ანომალიით. მათი მაგნიტური პარამეტრები მაღალია. მეტად დიდ ინტერესს იწვევს მდ. იორის ტეშენიტის ნარჩენი დამაგნიტების დეტალური გამოკვლევა უფრო დიდ მასალაზე დაყრდნობით, რადგან ტეშენიტურ სხეულში ნარჩენი დამაგნიტება ზონალურად იცვლის მიმართულებას. ასევე საინტერესოა სოფ. ნიკორწმინდის ტეშენიტის შემდგომი კვლევა.

4. მდ. სტორის დიაბაზები მკვეთრად გამოიყოფიან შემცველი ქანებისაგან, ინტენსიური მაგნიტური ანომალიით. დიაბაზებთან ხშირად დაკავშირებულია სპილენძ-პიროტინიანი გამადნებები, რაც ქმნის დიდ პერსპექტივებს, კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე, კახეთის რეგიონში, ძიების მაგნიტური მეთოდის გამოყენებისათვის.

## თავი 2. ეფუზიური ქანების მაგნეტიზმი და მაგნიტური ველი

### 2.1. შესავალი

ეფუზიური წარმონაქმნები საქართველოს ტერიტორიაზე, წარმოდგენილია ყველა გეოლოგიურ პერიოდში. გ. ძოწენიძის (1948წ.) მონაცემებით ამონთხეული ქანები ტერიტორიის 30%-ს იკავებენ, სადაც ეფუზივების წილი 27%-ია, თუმცა გეოფიზიკური და ბურღის მასალები მათ უფრო ფართო გავრცელებას ადასტურებენ.

პალეოზოურ ეფუზიურ ვულკანიზმს საქართველოში არა აქვს ფართო გავრცელება. ვულკანიზმის პროდუქტი დაიკვირვება ძირულის მასივზე, სვანეთში, საქართველოს ბელტზე და ანტიკლინორიუმში.

იურიული ეფუზივები, ბაიოსის ვულკანოგენური (პორფირიტული) წყება, სიმძლავრით 3კმ-მდე, ფართო გავრცელებით სარგებლობს. იგი უწყვეტი ზოლის სახით გაჭიმულია კავკასიონის მთების გასწვრივ, ფიქლების ზოლის სამხრეთით. გვხვდება აგრეთვე ძირულის და ლოკის მასივების გარშემო. ბაიოსის პორფირიტული წყება ფრიად არაერთგვაროვანია ლითოლოგიური შემადგენლობით. დაიკვირვება მკვეთრი ფაციალური ცვლილებები, როგორც ჰორიზონტალური, ისე ვერტიკალური მიმართულებით. იურიული ასაკის მაგმურ წარმონაქმნებში არსებით როლს ასრულებენ დიაბაზური ქანები, რომლებიც დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე წარმოქმნიან ფართო ველებს.

ცარცული ვულკანიზმი გავრცელებულია ყველა გეოლოგიურ ერთეულში, გარდა ანტიკლინორიუმების. ზედა ცარცის ასაკის ვულკანოგენური წარმონაქმნები თამაშობენ ძირითად როლს ხრამის და ლოკის კრისტალურ მასივებს შორის, დეპრესიული ნაწილის გეოლოგიურ აგებულებაში. ეს წარმონაქმნები პეტროლოგიური შემადგენლობით ერთმანეთისგან განსხვავდებიან, ასე მაგალითად: აფხაზეთში, სამეგრელოში, წყალტუბო-ქუთაისის რაიონში გავრცელებულია რქატყუარიანი და ავგიტიანი პორფირიტები და ლიორიტები; აჭარა-თრიალეთში წარმოდგენილია ფუძე შედგენილობის ტუფებით და ტუფო-ბრეჭიებით, ხოლო ართვინ-ბოლნისის ბელტზე დაციტური შედგენილობის კვარციანი პორფირიტებით.

აჭარა-თრიალეთში პალეოგენის ასაკის ვულკანიზმი ფართოდაა გავრცელებული. იგი ძირითადად აგებულია შუა ეოცენის მძლავრი (5კმ-მდე სიმძლავრის) ვულკანოგენური შრით. ეს ქანები ნაკლებადაა წარმოდგენილი ართვინი-ბოლნისის ბელტზე; საქართველოს სხვა რეგიონებში კი საერთოდ არ გვხვდება. პალეოგენის შემდგომი ეფუზიური ქანები ყველგანაა გავრცელებული.



ისინი გვხვდება საქართველოს და ართვინი-ბოლნისის ბელტზე, დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე, სამხრეთ საქართველოში, მცირე კავკასიონზე და ყაზბეგის რეგიონში.

## 2.2. ეფუზიური ქანების მაგნეტიზმი

ეფუზიური ქანების მაგნეტიზმის შესწავლას საქართველოში საფუძველი ჩაეყარა XXს-ის 50-იანი წლებიდან, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოფიზიკის კათედრაზე (მ. ნოდია, ლ. ვეკუა 1959წ.). ამას მოჰყვა გამოკვლევები (შ. ადამია, ა. ხრამოვი 1963წ.). შემდგომში ანალოგიური გამოკვლევები დაიწყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტში (მ. ჭელიშვილი, ბ. ასანიძე) და ამიერკავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტში (ბ. ასანიძე, ი. ხაბურზანია). საქართველოს ტერიტორიაზე მნიშვნელოვანი გამოკვლევები აწარმოეს უკრაინის მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის თანამშრომლებმა (ა. გლეგასკაია, ნ. მიხაილოვა, ვ. ციკორა (1976წ.). ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი კვლევების შედეგები ეხებოდა სხვადასხვა ასაკის ეფუზიური ქანების პალეომაგნეტიზმს და ისინი არ ყოფილა გამოყენებული მაგნიტომეტრული ამოცანების გადაწყვეტისათვის.

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ეფუზიური ქანებიდან ბაიოსის პორფირიტული წყების ქანები ხასიათდებიან მაგნიტური პარამეტრების ფართო დიაპაზონით. ეს წყება აგებულია ტუფოგენური ქვიშაქვებით, ტუფოკონგლომერატებით, პორფირიტული ლავებით და მათი ტუფებით. ლითოლოგიური, პეტროგრაფიული და ქიმიური შემადგენლობით ეს წყება იყოფა სამ ქვეწყებად, რომელთაგან ქვედას აქვს მჟავე და საშუალო შემადგენლობა, შუა – ფუქე შედგენილობისაა, ხოლო ზედა – შემადგენლობით ცვალებადია. ეს წყება ფართო ზოლად გაუყვება სამხრეთიდან კავკასიონის მთავარ ქედს. პორფირიტული წყების ქანების მაგნიტური პარამეტრები შესწავლილი იქნა ბ. ასანიძის (1988წ.) მიერ. მისი მონაცემებით ბაიოსის წყების ქანების მაგნიტური პარამეტრები  $I_n$  და  $\mathcal{J}$  დიდ ფარგლებში იცვლება, გვხვდება როგორც სუსტი, საშუალო, ისე ძლიერ დამაგნიტებული ქანები, თუმცა ყველა მათთვის კენიგსბერგერის ფაქტორი  $Q > 1$ , ამასთან ერთად ქანების ნარჩენ დამაგნიტებას აქვს როგორც პირდაპირი ( $N$ ), ისე შებრუნებული ( $R$ ) მიმართულება. აღსანიშნავია, რომ ბაიოსის წყებაში პირდაპირ დამაგნიტებული ქანები გაცილებით მეტია, ვიდრე შებრუნებულად დამაგნიტებული. ზუსტად ასეთივე

სურათია სომხეთის ტერიტორიაზე ანალოგიური ასაკის და ლითოლოგიის ქანებში (ც. აკოფიანი 1961წ.).

ბაიოსის პორფირიტების ფართო გამოსავალია დუშეთის რაიონის სოფლებს არანისსა და მგლიაანთს შორის ტერიტორიაზე. გეოლოგიური სხეული წარმოდგენილია ლაბრადორული პორფირიტებით. იგი ფიქსირდება ინტენსიური მაგნიტური ველით, პორფირიტების მაგნიტური შემთვისებლობა მაღალია და იცვლება  $(4000-17000) \cdot 10^{-6}$  ერთ. სამწუხაროდ, ვერ მოხერხდა ორიენტირებული ნიმუშების აღება, რათა შეგვესწავლა ნარჩენი დამაგნიტების სიდიდე და მიმართულება.

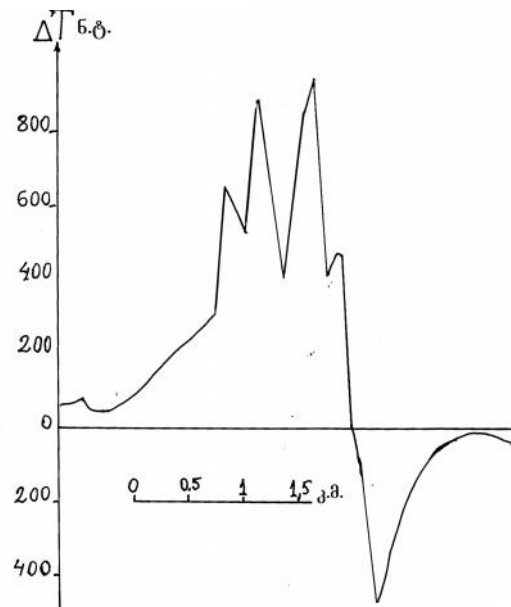
ნაკლებადაა შესწავლილი საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ცარცული ასაკის ეფუზივების მაგნიტური პარამეტრები, რასაც ვერ ვიტყვიტ პალეოგენის შემდგომი ასაკის ქანებზე. განსაკუთრებით დეტალურადაა შესწავლილი მეოთხეული ასაკის ეფუზივები /189/, შესწავლილი ჭრილების საერთო სიგრძე 4კმ-ზე მეტია. ამ გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ მეოთხეული ასაკის ქანებშიც მრავლადაა, როგორც ( $N$ ), ისე ( $R$ ) მიმართულებით დამაგნიტებული ქანები, ერთი და იგივე გეოლოგიურ ჭრილში. უნდა აღინიშნოს, რომ ჩატარებული პალეომაგნიტური გამოკვლევების დიდი პოტენციალი თანამედროვე გეომაგნიტური ველის ბუნების დადგენის მიზნით საერთოდ არაა გამოყენებული. ვფიქრობთ მონოგრაფიის ბოლოს დართული ცხრილები 7, 8, რომლებიც შედგენილია სხვადასხვა ავტორების შრომების მიხედვით, დაეხმარება მკვლევარებს პეტრომაგნიტური რუკის შედგენასა და ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციაში.

### 2.3. ეფუზიური ქანების მაგნიტური ველი

ლიტერატურული მონაცემებით ეფუზიური ქანებისათვის დამახასიათებელია რთული, ძლიერ დიფერენცირებული მაგნიტური ველი. ფუძე შედგენილობის ეფუზივების ველი ძლიერ ინტენსიურია, საშუალო შედგენილობის ქანების – ნაკლებად ინტენსიური, შერეული ეფუზივებისათვის კი ველი მოზაიკურ სახეს ატარებს, მჟავე შედგენილობის ქანებში კი ველი სუსტია. ფუძე შედგენილობის ქანების მაგნიტური შემთვისებლობა  $(650-800) \cdot 10^{-6}$ , საშუალო და მჟავე შედგენილობის  $(0-150) \cdot 10^{-6}$ , ხოლო შერეული ტიპის ქანების მაგნიტური შემთვისებლობა  $(0-65) \cdot 10^{-6}$  ერთ. ტოლია. ვულკანური აპარატები წრიული ან იზომეტრიული ანომალიებით ფიქსირდებიან. ველის ხასიათზე გავლენას ახდენს ნარჩენი დამაგნიტება  $I_n$  /160/. აი ასეთი შეხედულება არის

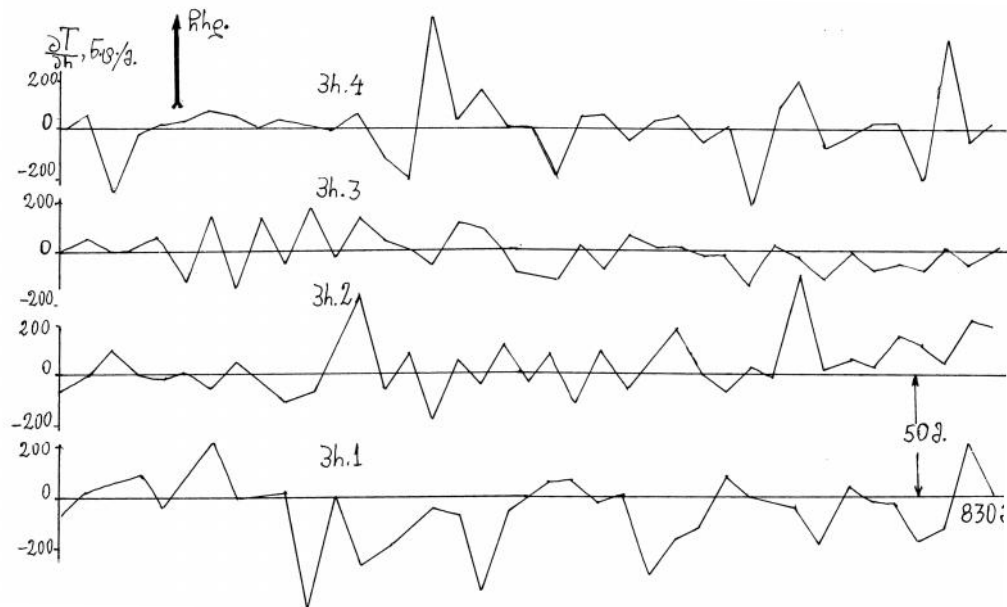
დღეისათვის ეფუზიების მიერ შექმნილ მაგნიტური ველის ანომალიაზე და ნარჩენი დამაგნიტების როლზე. სინამდვილეში ეფუზიური სხეულების მაგნიტური ანომალიების ბუნება გაცილებით უფრო რთულია, ვიდრე აქამდე ვგულისხმობდით. ამ სირთულის მთავარი მიზეზია ეფუზიური ქანების მაგნიტური პარამეტრების ცვლილებების ფართო საზღვრები, როგორც ლატელარულად, ისე სიღრმის მიხედვით და რაც მთავარია, ვერტიკალური ზონალობა ნარჩენი დამაგნიტების პოლარობის მიხედვით.

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ბაიოსის წყების ქანები, რომელთა სიმძლავრე 3კმ-ს აღწევს, ფიქსირდება ძირითადად დადებითი ნიშნის ინტენსიური ანომალიებით. ისინი გვხვდება კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე, მცირე კავკასიონის ჩრდილოეთ პერიფერიებში, ძირულის და ლოკის მასივების გარშემო სამახაბლოში, რაჭაში, ლეჩხუმში, სამეგრელოსა და აფხაზეთში. ჩვენს მიერ იქნა დაფიქსირებული დუშეთის რაიონის სოფლებს არანისსა და მგლიანოს შორის დიდი სიმძლავრის პორფირიტული სხეული, რომლის ხილული ნაწილი რამდენიმე ათეულ მეტრს შეადგენს. მისი მაგნიტური ველი ინტენსიურია და აღწევს 900 ნ.ტ.-ს (სურ. 19). ბაიოსის ვულკანოგენები აღმოჩნდა აგრეთვე დედოფლისწყაროს მაგნიტური ანომალიის მიხეზიც, რაც დადასტურებული იქნა ბურღის მასალებით /71/. აქედან გამომდინარე, ლოგიკურია ვივარაუდოთ, რომ ბაიოსის პორფირიტული წყების ქანები, საქართველოს ტერიტორიაზე, უფრო მეტი გავრცელებით სარგებლობენ, ვიდრე ეს გეოლოგიური რუკიდანაა ცნობილი.



სურ. 19.

ძლიერ საინტერესოა და რთულია მეოთხეული ასაკის ეფუზიების მაგნიტური ველი. სამხრეთ საქართველოში (ახალქალაქის ზეგანი) ეფუზიური ქანების ჭრილები ძლიერ განსხვავდება ერთმანეთისგან. არის ჭრილები, სადაც ქანები ( $N$ ) მიმართულებით არის დამაგრებული, სხვა ჭრილებში ( $R$ ) მიმართულებით, ხოლო ზოგში აღინიშნება ორივე ნიშნით დამაგნიტებული ლავური ნაკადები. შესაბამისად პირველ შემთხვევაში ვაფიქსირებთ დადებით, მეორე შემთხვევაში უარყოფითს, ხოლო მესამე შემთხვევაში ნიშანცვლად მაგნიტურ ანომალიას. ამის ნათელი დადასტურებაა თოკის ჭრილი, რომელიც დეტალურადაა გამოკვლეული პალეომაგნიტოლოგების მიერ /159/. ჩვენს მიერ კი შესწავლილი იქნა დედამიწის მაგნიტური ველის სრული მდგენელი  $T$  და მისი ვერტიკალური გრადიენტი, პროტონული მაგნიტომეტრით -203. აღმოჩნდა, რომ ჭრილის ჰორიზონტალურ ნაწილში მაგნიტური ველის გრადიენტი ინტენსიურია და იცვლება  $\pm 400$  ნ.ტ.-ს ფარგლებში (სურ. 20). დახრილ ნაწილში კი აღინიშნება მკვეთრი, ასევე ნიშანცვლადი ანომალიით (იხ. სურ. 33). თოკის ჭრილის დეტალური განხილვა იქნება ნაწილი მესამე, თავი 2, პარ. 2.1.



სურ. 20.

#### 24. დასკვნა

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ფუქემდგენილობის ეფუზიური ქანების მაგნიტური პარამეტრების შესწავლის შედეგებმა დაგვარწმუნა, რომ ქანების ნარჩენი დამაგნიტება  $I_n$  გაცილებით მეტია ინდუქციურ დამაგნიტებაზე  $I_i$ , აქვს როგორც ( $N$ ), ისე ( $R$ ) მიმართულება და

ძირითადად განსაზღვრავს მაგნიტური ანომალიის ინტენსივობას და ნიშანს. სამხრეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ერთი და იგივე შემადგენლობის ეფუზიურ სხეულში გვხვდება როგორც ( $N$ ), ისე ( $R$ ) მიმართულებით დამაგნიტებელი ლავური ნაკადები. ასეთი ჭრილის მაგნიტური ველი წარმოადგენს სხვადასხვა მიმართულების ველების ჯამს. მხედველობაშია მისაღები აგრეთვე ის ფაქტიც, რომ ეფუზივების დამაგნიტება იცვლება როგორც ვერტიკალურად, ისე ლატერალურად. ასევე იცვლება ლავური ნაკადების სიმძლავრე და ჩაწოლის სიღრმე. ამიტომ ასეთი ანომალიის რაოდენობრივი ინტერპრეტაცია კლასიკური მეთოდებით შეუძლებელია. ვფიქრობთ, რომ ასეთი ანომალიების, მიახლოებითი ამოხსნისათვის აუცილებელია საკვლევ ტერიტორიაზე გვექონდეს ეტალონური ჭრილი, რომელიც მოგვცემს წარმოდგენას ეფუზიური ლავური ნაკადების სიმძლავრის შესახებ. აუცილებელია აგრეთვე ნარჩენი დამაგნიტების სიდიდის და მიმართულების შესახებ ინფორმაცია. ვფიქრობთ ეფექტური იქნება აგრეთვე ეფუზიური სხეულის ფიზიკური მოდელირება.

ეფუზივების კარტირება ყველაზე სწრაფად და იაფად სხვა გეოფიზიკურ მეთოდებთან შედარებით შესაძლებელია, როგორც მაგნიტური ველის, ისე მისი გრადიენტის შესწავლით.

## ნაწილი მესამე

### აჭარის ინტრუზიული ქანების გეომაგნიტური მეთოდების კომპლექსით (მაგნიტომეტრია, ქანების მაგნეტიზმი, პალეომაგნეტიზმი) გამოკვლევა

#### თავი 1. მაგმური ქანების მაგნეტიზმი

##### 1.1. შესავალი

გეომაგნიტური მეთოდების ეფექტურობას, გეოლოგიური გამოყენებითი ამოცანების გადაწყვეტის მიზნით, ხელი შეუწყო როგორც თანამედროვე ციფრული აპარატურის შექმნამ და ინტერპრეტაციის ახალი კომპიუტერული მეთოდების დანერგვამ, ისე ძირითადი მაგნიტური პარამეტრის – ნარჩენი დამაგნიტება  $I_n$ -ის სრული ინფორმაციულობის გამოკვლევამ.

როგორც ცნობილია, ქანების ძირითადი მაგნიტური მახასიათებლები მაგნიტური შემთვისებლობა  $\mathcal{M}$  და ნარჩენი დამაგნიტება  $I_n$  ადრეულ კვლევებში ძირითადად გამოიყენებოდა მაგნიტური ანომალიების ინტერპრეტაციის მიზნით. შემდგომმა კვლევებმა (პალეომაგნეტიზმი) აჩვენა, რომ  $I_n$  შეიცავს დიდ ინფორმაციას, რომელიც ვლინდება ქანზე ცვლადი და მუდმივი მაგნიტური ველების, ტემპერატურის, წნევის, დროის და სხვა ფიზიკური თუ გეოლოგიური პროცესების შედეგად. აქედან გამომდინარე, მაგნიტური ველის და ქანების მაგნეტიზმის გამოკვლევა პალეომაგნიტურ კვლევებთან კომპლექსში უზრუნველყოფს ქანებში არსებული სრული მაგნიტური ინფორმაციის ამოღებას, რაც ხელს უწყობს მთელი რიგი პრაქტიკული, გამოყენებითი გეოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტას.

მიუხედავად იმისა, რომ ქანების მაგნეტიზმის შესწავლას ხანგრძლივი ისტორია აქვს, მისი ჩამოყალიბება, როგორც დამოუკიდებელი სამეცნიერო მიმართულება, მხოლოდ გასული საუკუნის მეორე ნახევარში მოხდა. დადგინდა, რომ ქანების მაგნიტური მახასიათებლები შეიცავენ ინფორმაციას მათი ფორმირების და „ცხოვრების“ პირობების, მათზე გარე ზემოქმედების, რომელიც ქანმა განიცადა არსებობის გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე, შესახებ. ამასთან ერთად, აღმოჩნდა, რომ მაგნიტური მინერალების შესწავლის მაგნიტურ მეთოდებს აქვთ მთელი რიგი უპირატესობები არამაგნიტურთან შედარებით, რაც გამოიხატება მაღალ გარჩევადობაში, მგრძობიარობაში, მწარმოებლობაში და ექსპერიმენტის ჩატარების სიმარტივეში /97/. ქანების მაგნეტიზმის აღნიშნულმა უპირატესობებმა განაპირობა მათი ფართო გამოყენება მაგნიტური მინერალების დიაგნოსტიკის და წარმოშობის პირობების დაზუსტების საქმეში.

ქანების მაგნეტიზმის მეთოდების წვლილი მნიშვნელოვანია აგრეთვე მაგნიტური ანომალიების ბუნების დადგენაში, ინტრუზიული მასივების დანაწევრებაში, მაგმური მოქმედებების მრავალფაზურობის დადგენაში /47/, ინტრუზიული მასივების დაყოფაში, მადნურად და არამადნურად /11/ და სხვა.

მონოგრაფიებში /97,186/ სისტემატურად და თანმიმდევრობით გადმოცემულია ქანების მაგნეტიზმის მეთოდები, გაანალიზებულია მათი ფიზიკური საფუძვლები, მოცემულია ქანების მაგნიტური მახასიათებლების კლასიფიკაციის სქემა, განხილულია მაგნიტური მახასიათებლების დამოკიდებულება სხვადასხვა ფაქტორებზე (ტემპერატურა, მექანიკური ზემოქმედება, დრო), განხილულია ქანების მაგნეტიზმის კავშირი მათ ფორმირებასა და გეოლოგიურ პერიოდში განცდილ ცვლილებებს შორის, მოცემულია ქანების მაგნიტური თვისებების გეოლოგიური ინფორმაციულობის შეფასება და თითოეული მეთოდის შესაძლებლობები, გეოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტის დროს.

გამოყენებითი გეოლოგიური ამოცანების გადაჭრაში გარკვეული წვლილის შეტანა შეუძლია გეომაგნეტიზმის სწრაფად განვითარებად მეთოდს – პალეომაგნეტიზმს. ამ მეთოდის შესაძლებლობები და ინფორმაციულობა სრულად არის გადმოცემული შრომაში /140/. ამ მეთოდების გამოყენებით წარმატებით შეიძლება გამოვიკვლიოთ გეომაგნიტური ველის განაწილება და ცვლილებები გეოლოგიურ წარსულში. ზემოთ აღნიშნული გამოყენებას პოულობს დედამიწის აგებულების შესწავლაში, მის ევოლუციაში, აგრეთვე პრაქტიკული გეოლოგიის საკითხების გადაწყვეტაში, როგორცაა გეოლოგიური წარმონაქმნების კორელაცია, ჰორიზონტალური ტექტონიკური მოძრაობების შეფასება, პალეოგეოგრაფიული კოორდინატების განსაზღვრა და სხვა /140/.

გეომაგნიტური ველის გულმოდგინედ შესწავლის შედეგად მიიღება დიდი ინფორმაცია დედამიწის აგებულების შესახებ, რაც შეუძლებელია გაკეთდეს ქანების და მაგნიტური მინერალების მაგნიტური პარამეტრების  $\alpha$ -ს სიდიდის და  $I_n$ -ის სიდიდის და მიმართულების ცოდნის გარეშე.

## 12. აჭარის ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანები

აჭარის ტერიტორიის 80% უკავია ვულკანოგენურ წყებას, დანარჩენ ნაწილს კი იკავებენ ინტრუზივები და მეოთხეული ნალექები. ინტრუზიული სხეულები, რომლებიც ლოკალიზებული არიან ვულკანოგენურ წყებაში, სხვადასხვა დონეზე, იკავებენ ტერიტორიას ათეული კვადრატული მეტრიდან 13-



15 კვადრატულ კილომეტრამდე. ინტრუზივების მსხვილი გამოსავლებია მერისის, ნამონასტრევეჭალათის და უჩამბოსი. ისინი წარმოდგენილი არიან ქანებით /88/: მერისის ინტრუზივი – კვარციანი სიენიტები, სიენიტ-დიორიტები, დიორიტები, გრანოდიორიტები, გრანოსიენიტები და გრანიტები. ნამონასტრევეჭალათის ინტრუზივი – კალიშპატიანი გაბრო, გაბრო და გაბრო-დიორიტები, მცირე რაოდენობით სიენიტ-დიორიტები და დიორიტები. უჩამბო-სიენიტები, სიენიტ-დიორიტები და დიორიტები. შრომის /81/ თანახმად სიენიტ-დიორიტული ინტრუზივი მინერალური და ქიმიური შემადგენლობით მცირედ განსხვავდება შემცველი ვულკანოგენური წყების ქანებისაგან, ერთი ასაკისანი არიან და წარმოადგენენ საერთო მაგმური კერის პროდუქტს. მოგვიანებით ჩატარებული გამოკვლევები /109/ ადასტურებენ ზემოთ აღნიშნულ წარმოდგენას იმ დამატებით, რომ ინტრუზიული სხეულები წარმოიქმნენ ნეოგენის ვულკანური მოქმედებების სამი ფაზის განმავლობაში, სხვადასხვა ეტაპზე, მაგმის იმ პორციების კრისტალიზაციის შედეგად, რომლებმაც ვერ მიაღწიეს დღიურ ზედაპირს /ი. შავიშვილი 1970წ/. მათ წარმოქმნეს ქანების სამი სხვადასხვა ასოციაცია შემდეგი თანმიმდევრობით: პირველი ფაზა (კალიშპატიანი და ოლივინიანი გაბრო, გაბრო-მონცონიტი, მონცონიტი, ჰიდროქსენიანი გაბრო-მონცონიტი, სიენიტი). პირველი ფაზა იყოფა კიდევ ორ ფაზად: ა – გაბრო-მონცონიტური (ადრეული) და ბ – სიენიტური (გვიანდელი); მეორე ფაზა – ტუტიანი; მესამე ფაზა – კირქვა-ტუტიანი (კვარციანი მონცონიტები, დიორიტები და სიენიტ-დიორიტები, გრანოსიენიტები, სიენიტები და გრანიტ-პორფირები).

მერისის, ნამონასტრევეჭალათის და უჩამბოს ინტრუზიული სხეულების ასაკი, რომელიც განსაზღვრული იქნა კალი-არგონის მეთოდით, არის გვიანი ეოცენი (28-38 მილიონი წელი) /11/.

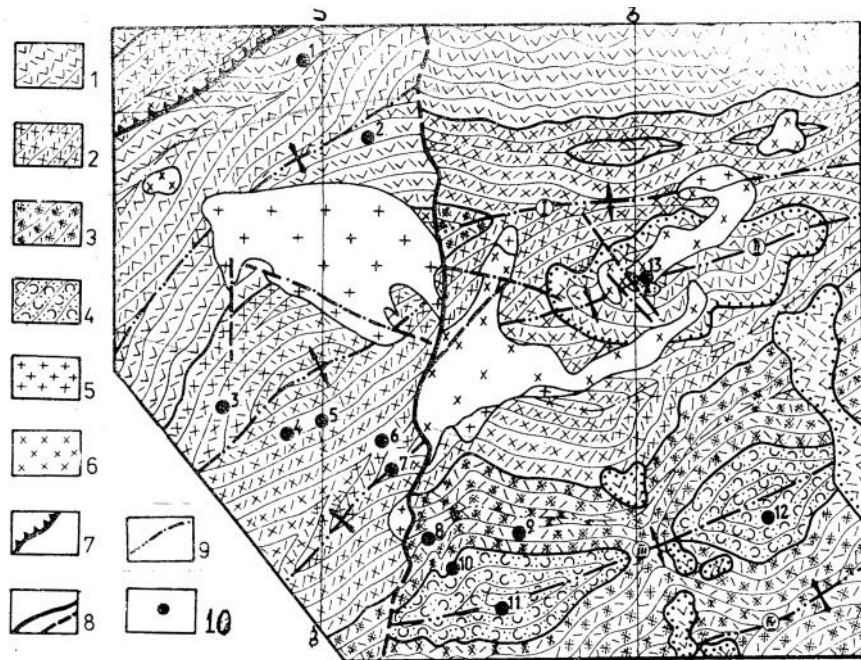
აჭარის ინტრუზივების სივრცეში განაწილებაზე გეოლოგებს შორის სხვადასხვა მოსაზრება არსებობს. გეოლოგების ერთი ჯგუფი თვლის, რომ ინტრუზიული მასივი წარმოადგენს ერთიანი სხეულის სხვადასხვა გაშიშვლებას /115/, მეორე ჯგუფი კი თვლის, რომ ეს ინტრუზივები სხვადასხვა ასაკისაა და ისინი ერთმანეთისაგან განცალკევებული არიან /11, 41/. გეოლოგები ვერ მივიდნენ ერთ დასკვნამდე, აგრეთვე, მერისის მადნური კვანძის გენეზისზე, მადანგამოვლინებების და საბადოების ფორმირების ასაკზე და სხვა. მათი ინფორმაციით აჭარაში საბადოები და მადანგამოვლინებები განლაგებული არიან ინტრუზიული მასივის გარშემო 1-1,5 კმ-ის მოშორებით, ინტრუზივების დღიურ ზედაპირზე გამოსავლებიდან და ხასიათებიან როგორც ვერტიკალური, ისე

ჰორიზონტალური ზონალობით /43/. ეს მოსაზრება დადასტურებულია ბოლო დროს გამოცემულ მონოგრაფიაში /112/, თუმცა ავტორი აღნიშნავს, რომ მადნები და მადანგამოვლინებები ინტრუზივების კონტაქტიდან დაცილებულია არა 1-1,5, არამედ 2,5 კმ-ით. გ. თვალჭრელიძის აზრით, ზემოთ აღნიშნული ზონალობა ადასტურებს გამადნების კავშირს ინტრუზიულ მაგმატიზმთან /171/. ამავე მოსაზრებას გამადნების ინტრუზიულ მაგმატიზმთან კავშირს უარყოფენ შრომაში /168/.

როგორც ადრე იყო აღნიშნული, აჭარის ტერიტორიის დიდი ნაწილი უკავია ვულკანოგენურ ქანებს, რომლებიც თავისმხრივ, იყოფიან ხუთ წყებად /7/. მათგან ყველაზე დაბლა მდებარე – პერანგის წყება მიეკუთვნება პალეოცენს – შუა ეოცენს, ადიგენის წყება – ზედა ეოცენს, ხოლო სულ მაღლა – ე.წ. ადიგენის მაღლა წყება – ზედა ეოცენს – ოლიგოცენს. ამ შრეების სიმძლავრე შესაბამისად არის 2000, 300-800 და 1000 მეტრი.

ჩვენს მიერ გამოკვლეული ტერიტორია მდებარეობს აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში. ტერიტორიის ისტორიას გეოლოგები ყოფენ სამ ძირითად ეტაპად /80/, ეს ეტაპებია: დანაოჭებამდე (ზედა ცარცი-შუა ეოცენი), დანაოჭება (ზედა ეოცენი-ოლიგოცენი) და დანაოჭების შემდგომი პერიოდი (მიოცენი-ანტროპოგენი). დანაოჭებამდე პერიოდი ხასიათდება წყალქვეშა ვულკანური ამოფრქვევებით, ხოლო დანაოჭების პერიოდი – ვულკანური ამოფრქვევების ჩაქრობით და სუბვულკანური ინტრუზივების შემოჭრით (ზედა ეოცენი).

საკვლევი ტერიტორია ჩრდილოეთიდან ისაზღვრება რეგიონალური რღვევით /109/, რომელიც გადის მდ. აჭარის წყლის ხეობაში და ტერიტორიას ყოფს ორ ერთმანეთისაგან განსხვავებულ არედ, პალეოგენური ვულკანიზმის წყების სიმძლავრის მიხედვით, 4-4,5კმ ჩრდილოეთით და 2-2,5კმ სამხრეთით. აღმოსავლეთით პალეოგენის ვულკანური წყების სიმძლავრე ორ კილომეტრამდე მცირდება, იცვლება ქანების შემადგენლობაც. უჩამბო-მერისის მიმართულებით ვ. ნადირაძე /119/ გამოყოფს სიღრმულ რღვევას, ხოლო მერისის და ნამონასტრევი-ჭალათის ინტრუზივებს შორის ს. სარქისიანმა /154/ მონიშნა მერიდიანული რღვევა, რომელიც თ. ივანიცკის /88/ აზრით, გრძელდება სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით. სურ. 22–ზე წარმოდგენილია ჩვენს მიერ გამოკვლეული ტერიტორიის სქემატურ-ლითოლოგიური რუკა, შემდგენელი ა. მაღალაშვილი /112/ მცირედი გამარტივებით.



სურ. 22.

პირობითი ნიშნები:

1 – ზედა ეოცენი-ოლიგოცენი, ნაღვარევის წყება (ტრახიბაზალტ-ტრახიანდეზიტ – ანდეზიტური ვულკანიტები და მათი ტუფები); 2 – ზედა ეოცენი, ადიგენის წყება (კირქვა-ტუტიანი რქატყუარიანი ანდეზიტები, ბაზალტები, ტრახიბაზალტები და მათი კლასტოლიტები); 3 – შუა ეოცენი, ჩიდილის წყება (სუბტუტე ბაზალტები, ანდეზიტები, დაციტები და მათი ტუფები); 4 – შუა ეოცენი, ნაღვარევის წყება (სუბტუტე და კირქვა-ტუტიანი ანდეზიტური ტუფები და ტუფიტები); 5 – მერისის ინტრუზიული კომპლექსის ქანები; 6 – ნამონასტრევი-ჭალათის ინტრუზიული კომპლექსის ქანები; 7 – ნაწევები; 8 – დადგენილი და სავარაუდო ნასხლეტი; 9 – მცირე ამპლიტუდიანი ტექტონიკური რღვევა; 10 – საბადოები და მადანგამოვლინებები (1 – ვაიო, 2 – სურნალი, 3 – გოდერძის წყალი, 4 – ველიბური, 5 – ვერხნალა, 6 – წყალბოკელა, 7 – საკენი, 8 – წყალწითელა, 9 – ვარაზა, 10 – ობოლო-კანლი-კაია, 11 – საჯოგია, 12 – დიდღელე, 13 – ნამონასტრევი).

### 13. საველე და ლაბორატორიული კვლევის მეთოდის და შესწავლილი მაგნიტური პარამეტრები

აჭარის ტერიტორიაზე, მაგმური ქანების თანამედროვე და პალეომაგნეტიზმის გამოკვლევის მიზნით, აღებული იქნა ორიენტირებული

ნიმუშები, ინტრუზიული და ეფუზიური სხეულების ფართო გამოსავლებიდან, ცნობილი მეთოდით /140/, სამთო კომპასის დახმარებით. ლაბორატორიულ პირობებში შესწავლილი იქნა ორიათასამდე ნიმუში, 400 გამჭვირვალე და 100 პოლირებული შლიფი. დამზადებული იქნა კუბიკები გვერდებით 24×24მმ. მაგნიტური შემთვისებლობის –  $\alpha$  და ნარჩენი დამაგნიტების განსაზღვრა ჩავატარეთ კაპამეტრზე UMB-2 და ასტატიკურ მაგნიტომეტრზე MA-21.

კვლევების დროს გამოყენებული იქნა მაგნიტური პარამეტრების და დამოკიდებულებების შესწავლის შემდეგი კომპლექსი:

1. მაგნიტური შემთვისებლობის ( $\alpha$ ) და ნარჩენი დამაგნიტების ( $I_n$ ) როგორც სიდიდის, ისე მიმართულების განსაზღვრა;

2. კენიგსბერგის კოეფიციენტის გამოთვლა, ფორმულით  $Q = I_n / \alpha H$ , სადაც  $H = 38,2$  ამპ/მ – დედამიწის ნორმალური მაგნიტური ველია, ჩვენი რეგიონისათვის;

3.  $I_s$ ,  $I_{rs}$  და  $H_{cr}$  გაჯერების პარამეტრების განსაზღვრა;

4.  $I_n$ -ის სიდიდის და მიმართულების ცვლილების ხასიათის გამოკვლევა, ცვლადი მაგნიტური ველის ( $\tilde{H}$ ) და ტემპერატურის ზემოქმედებით;

5.  $I_s(t^\circ)$  და  $I_{rs}(t^\circ)$  მეთოდებით ფერომაგნიტური მინერალების კიურის ტემპერატურის ( $T_j$ ) განსაზღვრა, გახურების გამეორებით (ინტეგრალური და დიფერენციალური თერმომაგნიტური ანალიზი);

6. ქანების დამაგნიტების ტემპერატურის განსაზღვრა კოერციტული სპექტრების ( $N_i$  კოეფიციენტის განსაზღვრა), ბადლინგტონ-ლინდსის და პარციალური დამაგნიტების მეთოდებით;

7. ქანების მინერალოგიური გამოკვლევა მიკროსკოპით;

8. ფერომაგნიტური მარცვლების შემადგენლობის და სტრუქტურის შესწავლა ელექტრონული მიკროზონდირებით \*;

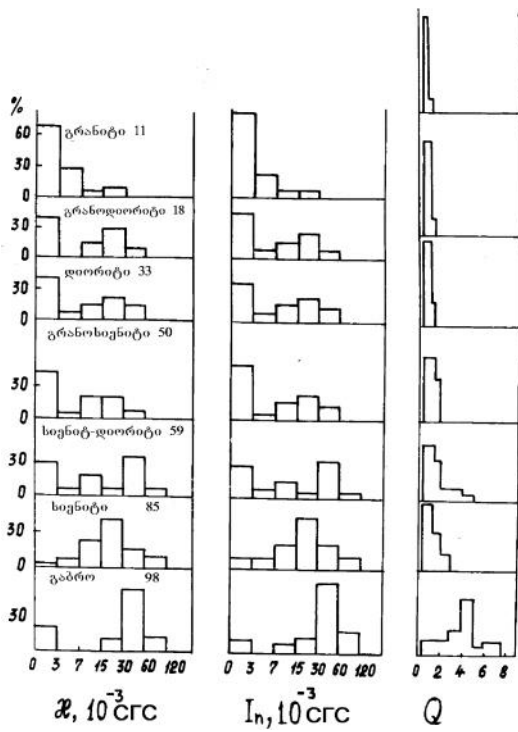
ზემოთ ჩამოთვლილი გამოკვლევები ჩატარდა მოსკოვის ფიზიკის ინსტიტუტის, მთავარი გეომაგნიტური ველის, ყაზანის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მაგნიტურ, ბოროკის გეოფიზიკური, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მარტყოფის პალეომაგნიტურ და დუშეთის გეოფიზიკური ობსერვატორიის ლაბორატორიებში.

#### 14. მაგმური ქანების ძირითადი მაგნიტური მახასიათებლები

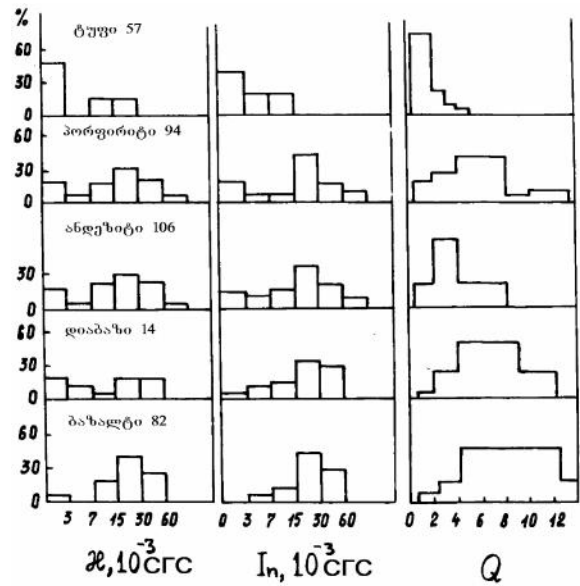
საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ინტრუზიული ქანების მაგნიტური პარამეტრების სისტემატიური (როგორც საველე, ისე ლაბორატორიული) გამოკვლევები დაიწყო XX ს-ის სამოციან წლებში, აჭარის ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანების შესწავლით /34/. მომდევნო წლებში მნიშვნელოვანი გამოკვლევები ჩატარდა მცირე კავკასიონის ჩრდილოეთ ნაწილში /96/.

აჭარის ტერიტორიაზე ფართო გეომაგნიტური გამოკვლევები განახლდა 1983-86 წლებში, რომლის მიზანს შეადგენდა: მაგნიტო-მინერალოგიური, პალეომაგნიტური და ძიების მაგნიტური მეთოდის კომპლექსის ინფორმაციულობის დასაბუთება, ინტრუზიული მასივის ფორმირების პირობების და აჭარის ტერიტორიის დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილის აგებულების დაზუსტება; სულფიდური გამადნების პერსპექტიული უბნების პროგნოზირების მაგნიტური კრიტერიუმების დადგენა; ინსტრუზიულ მაგმატიზმთან სულფიდური გამადნების კავშირის გამოკვლევა. დასახული მიზნის რეალიზაციისათვის გამოკვლეული იქნა აჭარის ინტრუზიული კომპლექსის ფერომაგნიტური მინერალების შემადგენლობა და სტრუქტურა. მაგმური კომპლექსების ბუნებრივი ნარჩენი დამაგნიტების მიმართულება და ბუნება. შესწავლილი იქნა ტერიტორიის მაგნიტური ველი მაგნიტო-მინერალოგიურ და პალეომაგნიტურ კვლევებთან კომპლექსში, რეგიონის მაგნიტური მოდელის შექმნის მიზნით. გამოვლენილი იქნა სულფიდური გამადნების მაგმატიზმთან კავშირის გეომაგნიტური კრიტერიუმები.

აჭარის ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანების მაგნიტური პარამეტრების გამოკვლევის შედეგები წარმოდგენილია ჰისტოგრამების სახით (იხ. სურ. 23, 24). დადგენილია, რომ აჭარის ტერიტორიაზე გავრცელებული ეფუზიური ქანები ფუძიანობის მიხედვით ხასიათდებიან მაგნიტური პარამეტრების  $\mathcal{J}$ ,  $I_n$ ,  $Q$  არაერთგვაროვნებით. ხშირად მაგნიტური შემთვისებლობის მიხედვით ახლოს მდგომ ქანებს აქვთ სხვადასხვა სიდიდის და მიმართულების ნარჩენი დამაგნიტება. მკვეთრადაა გამოხატული ქანების დამაგნიტების ზრდა ფუძიანობის გაზრდასთან ერთად. მაგალითად, გრანიტები ძირითადად არამაგნიტურია, დიორიტები და გრანოდიორიტები გვხვდება სხვადასხვა დამაგნიტებით. გაბრო, გაბრო-სიენიტები, მონცონიტები გვხვდება როგორც სუსტი, ისე ძლიერ მაგნიტური, თუმცა ძლიერმაგნიტური სახესხვაობები მეტია.



სურ. 23. აჭარის ინტრუზიული ქანების მაგნიტური პარამეტრები  $x$ ,  $I_n$ ,  $Q$



სურ. 24. აჭარის ეფუზიური ქანების მაგნიტური პარამეტრები  $x$ ,  $I_n$ ,  $Q$

როგორც პისტოგრამებიდან ჩანს, ინტრუზივების და ეფუზივების დამაგნიტება ერთი რიგისაა, რაც განპირობებულია მათი ქიმიური და მინერალოგიური შემადგენლობის სიახლოვით /30/. ინტრუზიული ქანების მაგნიტური შემთხვევებლობის  $x$  მცირე მომეტება ეფუზივებთან შედარებით შეიძლება ავსხნათ ფერომაგნიტური მინერალების მარცვლების ზომით, ხოლო ეფუზიურ ქანებში ნარჩენი დამაგნიტების  $I_n$  მომეტებული მნიშვნელობები ინტრუზიული ქანების  $I_n$ -თან შედარებით შეიძლება აიხსნას მათი ფორმირების პირობებით /12/.

$x$ ,  $I_n$  და  $Q$  პარამეტრების საშუალო სიდიდით უფრო მეტად ახლო დგანან ერთის მხრივ, ნამონასტრევის და ჭალათის ინტრუზივები და მეორეს მხრივ, მერისი-უჩამოს ინტრუზივები.

აჭარის ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანების მაგნეტიზმის მეთოდებით შესწავლა ქმნის დამატებით შესაძლებლობებს ფერომაგნიტური მინერალების შესწავლისათვის; ასე მაგალითად, ქანების ფერომაგნიტური თვისებები და გაჯერების პარამეტრები საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ფერომაგნიტური მინერალების შემადგენლობა და წარმოდგენას გვაძლევს მათ სტრუქტურაზე.

ქანების მსგავსება და განსხვავება შემადგენლობისა და მაგნიტური თვისებების მიხედვით, ოთახის ტემპერატურაზე და გახურების დროს, გვიჩვენებს განსხვავებას ან იდენტურობას მათი წარმოშობისა და ფორმირების პირობებს დროში.  $I_n$ -ის შესწავლა საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ქანის წარმოშობის პერიოდი, ხოლო ჩვენს შემთხვევაში სხვადასხვა ინტრუზივის წარმოშობის შეფარდებითი ასაკი. სპეციალური გამოკვლევები საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ აგრეთვე, ქანების დამაგნიტების ტემპერატურა. ეს შეიძლება იყოს ფერომაგნიტური მინერალების კრისტალიზაციის ტემპერატურა, ან მეორადი პროცესების ტემპერატურა.

ცხრილებში 1 და 2 მოყვანილია შესწავლილი ქანების ძირითადი მაგნიტური მახასიათებლები.

ცხრილი 1

№ ნომ.	მონაკვეთი	$\alpha \cdot 10^{-5}$ ერთ. სი	$I_{s_o}$	$I_{s,t}$	$I_{rs_o}$	$I_{r,s,t}$	$\frac{I_{s,t}}{I_{s_o}}$	$\frac{I_{rs,t}}{I_{rs_o}}$	$\frac{I_{rs_o}}{I_{s_o}}$	$\frac{I_{rs,t}}{I_{s,t}}$
			ამპ.მ <sup>2</sup> კბ	ამპ.მ <sup>2</sup> კბ	ამპ.მ <sup>2</sup> კბ	ამპ.მ <sup>2</sup> კბ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
44/83	ნამონასტრევი	2685	2.45	2.03	0.052	0.057	0.83	1.10	0.02	0.03
45/83		2790	3.83	3.37	0.06	0.059	0.88	0.98	0.02	0.02
53/83		2891	2.59	2.37	0.035	0.038	0.91	1.08	0.01	0.02
55/83		1647	0.99	0.88	0.009	0.024	0.89	2.67	0.01	0.03
64/83		2285	3.82	3.59	0.021	0.030	0.94	1.43	0.005	0.008
26/83	მერისი	754	7.14	6.18	0.164	0.218	0.86	1.32	0.02	0.04
29/83		3406	5.35	4.65	0.225	0.215	0.87	0.95	0.04	0.05
30/83		4449	4.65	3.98	0.20	0.179	0.86	0.90	0.04	0.04
34/83		5885	6.32	5.77	0.174	0.192	0.91	1.10	0.03	0.03
51/81		158	0.024	0.08	0.00005	0.00015	3.33	3.00	0.002	0.002
58/81		3816	3.02	2.43	0.036	0.104	0.80	2.89	0.01	0.04
88/81		31	0.03	0.24	0.0008	0.006	8.00	7.50	0.03	0.03
94/81		3014	2.51	2.28	0.00	0.071	0.91			0.03
101/81		1200	0.55	0.46	0.027	0.02	0.84	0.74	0.05	0.04
74/81	უჩამბო	16	0.01	0.15	0.0002	0.027	15.00	135.00	0.02	0.18
76/81		23	0.03	0.04	0.0006	0.049	1.33	81.66	0.02	1.23
78/81		95	0.06	0.09	0.0004	0.029	1.50	72.50	0.007	0.32
83/81		70	0.03	0.15	0.003	0.142	5.00	47.73	0.10	0.95
85/81		59	0.03	0.34	0.0008	0.067	11.33	84.75	0.03	0.20
23/81	ჭალათი	1172	0.36	0.31	0.0215	0.02	0.86	0.93	0.06	0.06
25/81		8351	7.40	6.82	0.121	0.125	0.92	1.03	0.03	0.02
12/83		8656	3.18	2.89	0.08	0.08	0.91	1.00	0.03	0.03
15/83		6608	0.72	1.46	0.042	0.045	2.03	1.07	0.06	0.03
17/83		8170	0.03	0.16	0.000019	0.000016	5.83	8.42	0.0006	0.001
18/83		6914	0.05	0.12	0.03	0.013	2.40	0.43	0.06	0.108
21/83		2514	6.97	6.67	0.125	0.135	0.96	1.08	0.02	0.02
42/81	ვარაზა	125	0.03	0.03			1.00			
31/81		63	0.05	3.0	0.0004	0.167	60.00	417.00	0.008	0.06
43/81		239	0.03	0.65	0.0007	0.015	21.66	21.43	0.02	0.02

$I_{s_0}$ ,  $I_{rs_0}$  – ქანების გაჯერების დამაგნიტება და ნარჩენი დამაგნიტება, გახურებამდე.

$I_{s,t}$ ,  $I_{rs,t}$  – ქანების გაჯერების დამაგნიტება და ნარჩენი დამაგნიტება 600°-მდე გახურების შემდეგ.

ცხრილი 2

აჭარის მაგმური ქანების დამანგრეველი ველის ( $H_{cr}$ ) მნიშვნელობა

№ ნიშ.	მონაკვეთი	ქანის დასახელება	$H_{cr}$ კ.ა.მპ. მ.	$H_{cr,საშ.}$
3 4 8 13 20	ნამონასტრევი	კვარციანი დიორიტი „-----“ „-----“ სიენიტ-პორფირი „-----“	11.1 11.9 11.1 11.2 29.4	15.1
22 38 23 24 25	ჭალათი	მონცონიტი „-----“ მონცო-გაბრო სიენიტ-დიორიტი „-----“	11.9 19.9 27.8 16.7 14.3	17.5
93 95 101	მერისი	სიენიტი „-----“ კვარც-სერიციტული ანი	37.4 53.3 27.8	37.4
85 86 87	უჩამბო	სიენიტი სიენიტ-დიორიტი იორიტი	31.8 23.9 33.4	27.8
65 66 68 80 83	უჩამბო (ეფუზივი, შეცვლილი)	დაციტი „-----“ „-----“ „-----“ პორფირ-ანდეზიტი	79.6 79.6 79.6 79.6 79.6	79.6

როგორც ცხრილი 1-დან ჩანს,  $I_{s_0}$  და  $I_{rs_0}$ -ის საშუალო მნიშვნელობები იცვლება შესაბამისად 0,01-დან 7,4-მდე და 0,00002-დან 0,225-მდე სი ერთეულებში. შედარებით მდგრადი მაქსიმალური მნიშვნელობები მივიღეთ მერისის, ხოლო მინიმალური – უჩამბოს ინტრუზივის ნიმუშებზე. უჩამბოს ინტრუზივიდან  $I_{s_0}$  და  $I_{rs_0}$ -ის დაბალი მნიშვნელობები შეიძლება ახსნილი იქნას ფერომაგნიტური მინერალების კონცენტრაციის შემცირებით სულფიდიზაციის პროცესში.



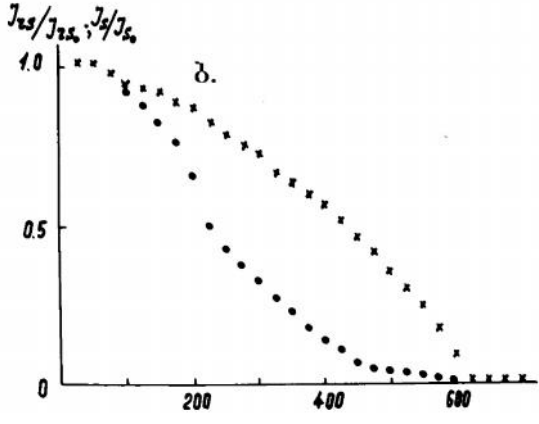
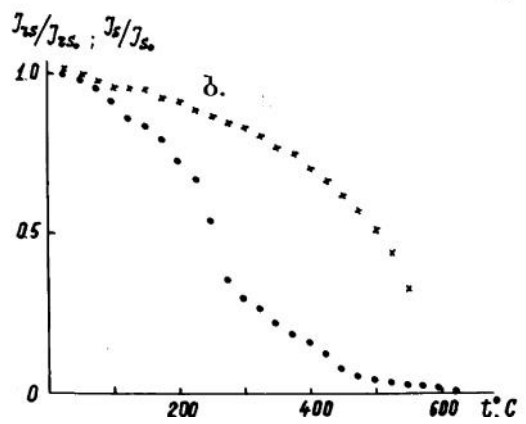
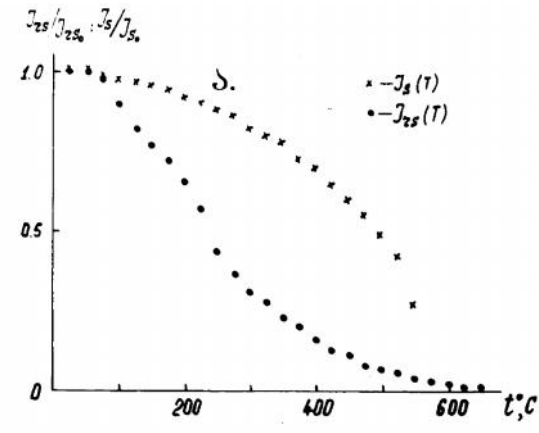
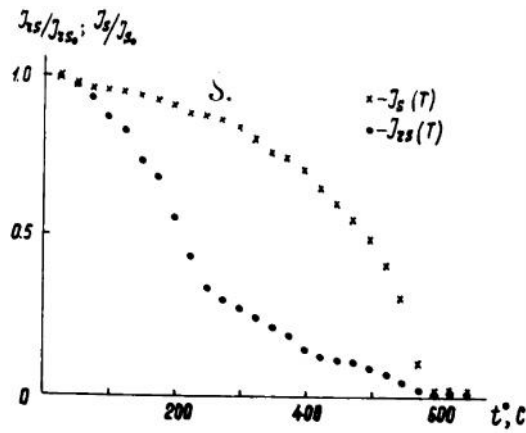
ფარდობა  $I_{s_0}/I_{rs_0}$  იცვლება საზღვრებში 0,01-0,1, რაც მიუთითებს, საწყის ნიმუშებში, მრავალდომენიანი ფერომაგნიტური მარცვლების არსებობაზე.

სტრუქტურა – მგრძობიარე მაგნიტური პარამეტრის (ნარჩენი კოერციტიული ძალა  $H_{cr}$ ) შესწავლამ საშუალება მოგვცა, გამოგვევლინა სხვაობა შესწავლილი ქანების მაგნიტური მარცვლების სტრუქტურაში. დადგენილ იქნა, რომ მეტად დაბალკოერციტიული, შესაძლოა უფრო მსხვილი ფერომაგნიტური მარცვლები არის ნამონასტრევის და ჭკალათის ინტრუზივებში (ცხრ. 2).  $H_{cr}$ -ის საშუალო სიდიდე ამ ორი ინტრუზივის ქანებში ტოლია 15,1 და 17,5 კ.ა/მ., შესაბამისად. რამდენადმე გართულებულია ფერომაგნიტური მარცვლების სტრუქტურა მერისის და უჩამბოს ინტრუზივებში. მათი ქანების  $H_{cr}$ -ის საშუალო მნიშვნელობები შესაბამისად ტოლია 37,4 და 27,9 კ.ა/მ. უფრო მეტად რთულია უჩამბოს მონაკვეთის ეფუზიური ქანების ფერომაგნიტური მარცვლების სტრუქტურა. მათი  $H_{cr}$  ტოლია 79,6 კ.ა/მ.

#### 1.5. ინტრუზიული ქანების ფერომაგნიტური მინერალების შემადგენლობა

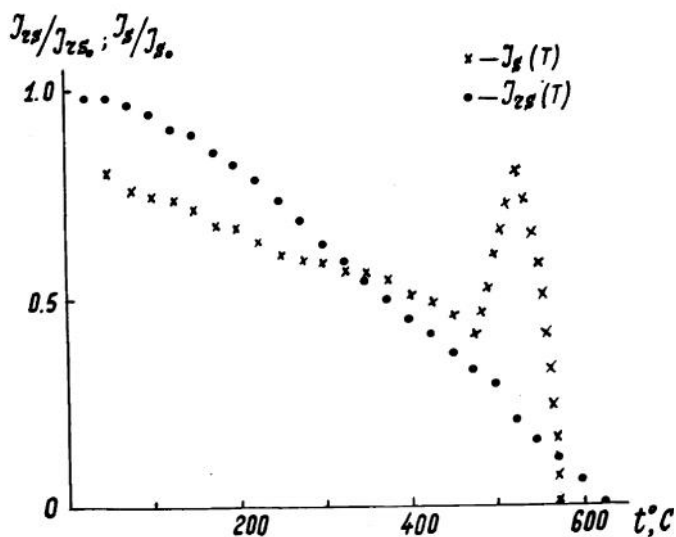
აჭარის ტერიტორიაზე გავრცელებული ინტრუზივებიდან აღებული ნიმუშების თერმომაგნიტური მეთოდით შესწავლის შედეგად დადგენილი იქნა, რომ  $I_{rs}(t^\circ)$  და  $I_n(t^\circ)$  მრუდებზე ყველა ქანებისათვის, აღინიშნება გადაღუნვის წერტილები: 180-250, 380-450, 550-600°C (იხ. სურ. 25-29). უფრო მეტად შესამჩნევი გადაღუნვა, რომელიც აღინიშნება  $I_{rs}(t^\circ)$  და  $I_n(t^\circ)$  მრუდებზე 180-250° არეში განმეორებითი გახურების შემდეგ 250°C-მდე მრუდებზე უკვე აღარ ჩანს. თანაც 250°C-მდე გახურებით  $I_{rs}$  და  $I_s$  სიდიდე 50%-მდე მცირდება. ყველა ეს ნიშანი მეტყველებს იმაზე, რომ ეს ტემპერატურა არ არის ფერომაგნიტური მინერალის კიურის წერტილი. ქანებში, დიდი ალბათობით, არსებობს მაგნეტიტის სხვადასხვა რაოდენობა, რომელიც ლაბორატორიაში გახურების შემდეგ გარდაიქმნება ჰემატიტად (იხ. სურ.30). 400°C-ზე გადაღუნვა ქრება მხოლოდ 600°C-მდე გახურების დროს. ნიმუშების თანმიმდევრული გახურებით 450, 475, 500°C ტემპერატურამდე ხდება  $I_{rs}$ -ის თანდათანობითი ზრდა, მაგნეტიტის წარმოქმნის გამო. 600°C-მდე გახურების შემდეგ  $I_{rs}$ - ახლოსაა საწყის  $I_{rs_0}$  მნიშვნელობასთან. ეს კარგად ჩანს ცხრილი 1-დან, სადაც ფარდობა  $I_{rs,t}/I_{rs_0}$  პრაქტიკულად ყველგან ერთის ტოლია, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში ერთზე მნიშვნელოვნად მეტიც. ქანების 600°C-მდე გახურების შემდეგ ფარდობა  $I_{s,t}/I_{s_0}$

და  $I_{rs,t}/I_{rs,0}$  (ცხრილი 1) აჩვენებს, რომ გარდა მაგნიტი-ჰემატიტის გარდაქმნისა, რომელსაც თან სდევს ქანების დამაგნიტების შემცირება, ხდება ფერომაგნიტური მინერალების გამოყოფა, რომელიც აკომპენსირებს ნარჩენი დამაგნიტების შემცირებას. როგორც ექსპერიმენტალურად იქნა დადასტურებული, საღი ქანის ნიმუშების შემთხვევაში ახალი მარცვლები მაგნიტიტის მარცვლებია, რომლებიც გაჩნდნენ ტიტანომაგნიტიტის ჰეტეროფაზური დაქანვის დროს, ნიმუშის  $400^{\circ}\text{C}$ -მდე გახურებით. გადაღუნვა აღინიშნება აგრეთვე  $I_n(t^{\circ})$  ბევრ და  $I_n(t^{\circ})$ -ს ზოგიერთ მრუდებზე  $400^{\circ}$ -ის არეში. ამ ნიმუშებზე გადაღუნვა შენარჩუნებულია  $I_{rs}(t^{\circ})$  და  $I_n(t^{\circ})$  განმეორებად მრუდებზე. იგი ჩვეულებრივად უკავშირდება ჰემოილმენიტს.

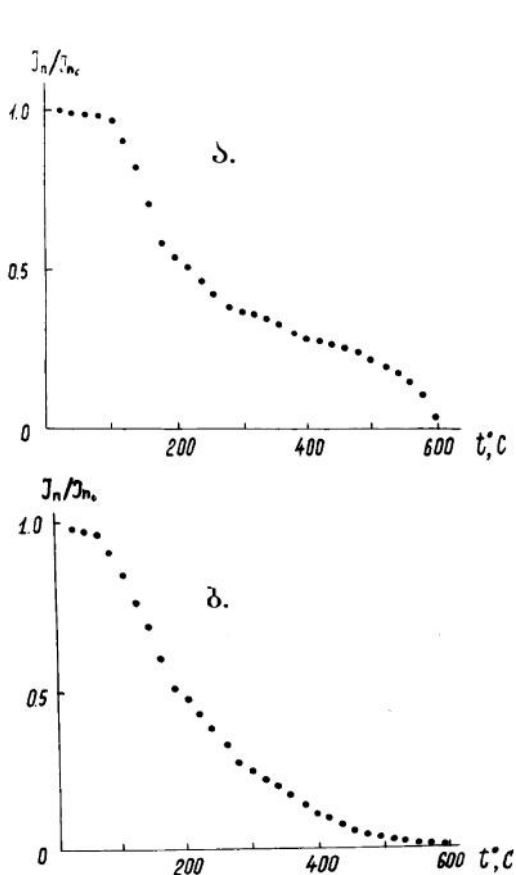


სურ 25. თერმომაგნიტური ანალიზის შედეგები  
 ა - ჭალათის ინტრუზივი;  
 ბ - ნამონასტრევის ინტრუზივი.

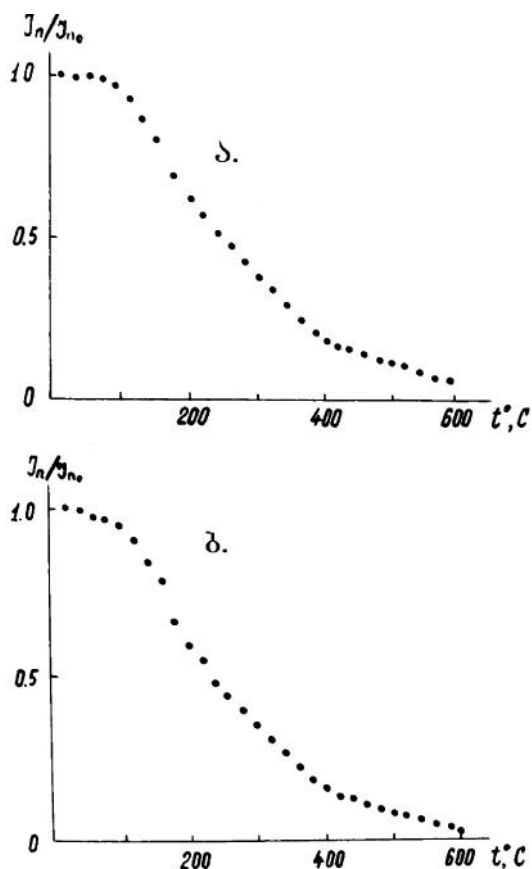
სურ 26. თერმომაგნიტური ანალიზის შედეგები  
 ა - მერისის ინტრუზივი  
 ბ - უჩამბოს ინტრუზივი



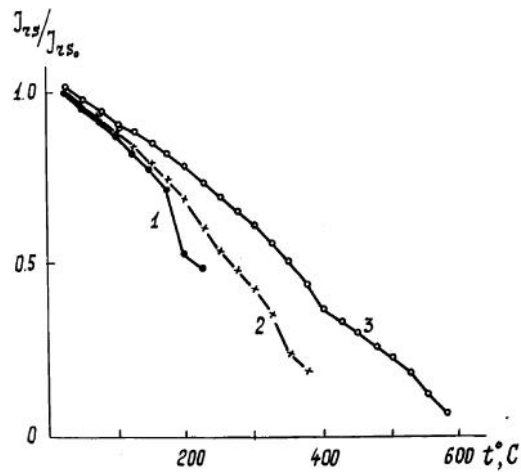
სურ 27. თერმომანტიური ანალიზის შედეგები უჩამბო (ეფუზიური)



სურ. 28. ნარჩენი დამანტიტების ტემპერატურისაგან დამოკიდებულების მაგალითი  
 ა - ჭალათის ინტრუზივი;  
 ბ - ნამონასტრევის ინტრუზივი.

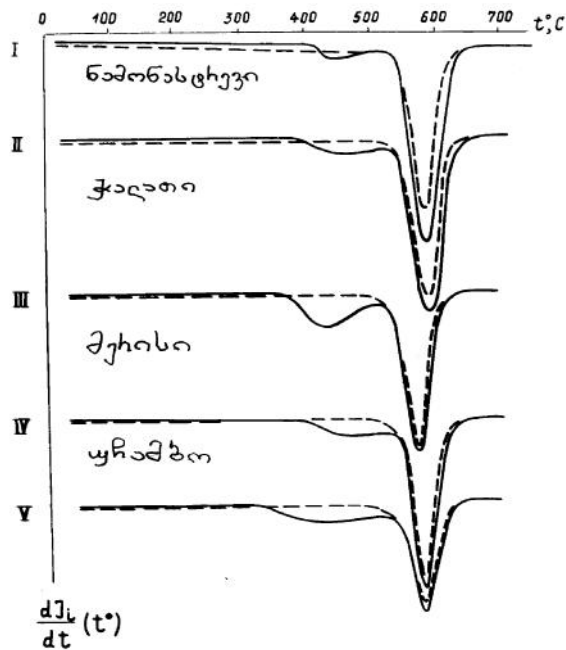


სურ. 29. ნარჩენი დამანტიტების ტემპერატურისაგან დამოკიდებულების მაგალითი  
 ა - მერისის ინტრუზივი;  
 ბ - უჩამბოს ინტრუზივი.

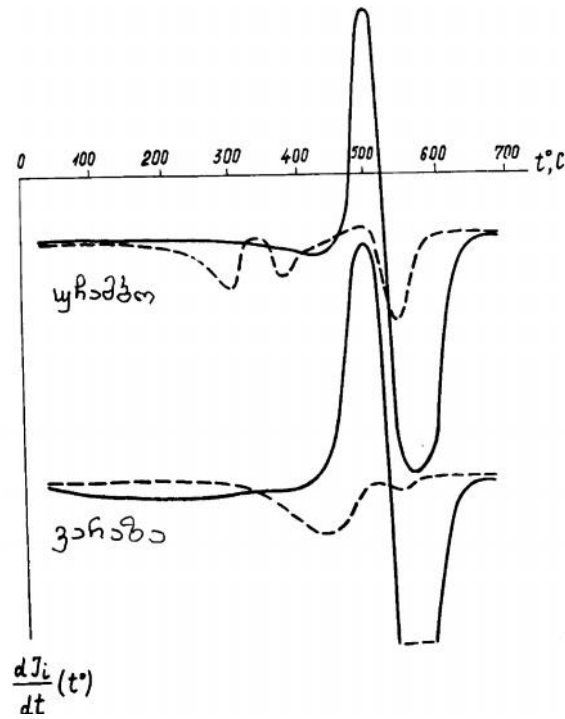


სურ. 30.  $J_{25}(t^\circ)$  მრუდი, თანდათანობითი გახურებით: 1-200° -დგ; 2-400° -დგ; 3-600° -დგ. ნიმუში შეიცავს მაგნიტს და ფეროშპინელს,  $T_c \sim 350^\circ$

შესწავლილი ქანების ყველა ნიმუში შეიცავს მაგნეტიტს (ხშირად დაუანგულს) ან შემადგენლობით მასთან ახლო მდგომ ტიტანომაგნეტიტს ( $T_c = 560 - 600^\circ C$ ). მაგმური პროცესებით შეცვლილი ქანები შეიცავენ პირიტს. ნიმუშის ლაბორატორიაში გახურებით პირიტი იჟანგება და წარმოიქმნება მაგნეტიტი, შესაბამისად მნიშვნელოვნად იზრდება ქანის დამაგნიტება, ზოგჯერ ორი რიგითაც კი (ცხრ. 1, უჩამბოს და ვარაზას უბანი). მაგნეტიტის გაჩენა პირიტის დაუანგვის ხარჯზე ხშირად ჩანს დიფერენციალური თერმომაგნიტური ანალიზის მრუდებზე (სურ. 31, 32) („პიკები“  $500^\circ C$  ტემპერატურაზე).



სურ. 31.  $dJ/dt(t^\circ)$  მრუდები, პირველი (უწყვეტი) და განმეორებითი (წყვეტილი) გახურების შემდეგ.  
I, II, III, IV - ინტრუზიული ქანები; V - ეფუზიური ქანები



სურ. 32.  $dI_1/dt(t^\circ)$  მრუდები, პირველი (უწვევტი) და განმეორებითი (წვევტილი) გახურების შემდეგ. უჩამბოს და ვარაზას გამადნებელი ეფუზიური ქანები.

როგორც სურ. 31-დან ჩანს, 23,8კა/მ. ველში მიღებული დიფერენციალური ფერომაგნიტური ანალიზის მრუდები ყველა ინტრუზივებისათვის ერთმანეთის მსგავსია. განსხვავებულია მხოლოდ სულფიდური გამადნებით შეცვლილი ეფუზივების ნიმუშები, რომლებიც აღებულია უჩამბოს და ვარაზას უბნებზე (სურ. 32).

სხვადასხვა ინტრუზიული სხეულების ნიმუშების თერმომაგნიტური ანალიზის მრუდების მსგავსება მიუთითებს ამ ინტრუზივების ფერომაგნიტური მინერალების იდენტურობაზე. მრუდებზე მკაფიო მინიმუმები 400-450 და 550-600°C ტემპერატურაზე აღნიშნავენ, შესაბამისად, ტიტანომაგნეტიტის და მაგნეტიტის კიურის ტემპერატურას. განმეორებითი გახურების შემდეგ პირველი მინიმუმი ქრება. გახურების დროს, მიუხედავად იმისა, რომ ხდება მინერალოგიური ცვლილებები, ფარდობა მსხვილ და წვრილ ფერომაგნიტურ მარცვლებს შორის მცირედ იცვლება (იხილეთ ფარდობა  $I_{rs}/I_s$  გახურებამდე და გახურების შემდეგ ცხრ. 1). გამონაკლისს წარმოადგენს უჩამბოს უბნის იგივე ქანები, რომლებშიც პირიტის დაჟანგვის გამო, მაგნეტიტის მარცვლები, ზომით, ერთდომენიანი მარცვლების ტოლია.

## 1.6. დასკვნა

1. აჭარის ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანები ხასიათდებიან მაგნიტური პარამეტრების,  $\alpha$ ,  $I_n$ ,  $Q$  არაერთგვაროვნებით. აღინიშნება დამაგნიტების გაზრდა ქანების ფუქიანობის გაზრდასთან ერთად.

2. სხვადასხვა ინტრუზიული სხეულების შეუცვლელი ქანების მაგნიტური თვისებები (გაჯერების პარამეტრები,  $I_s(t^\circ)$ ,  $I_{rs}(t^\circ)$  და  $I_n(t^\circ)$ ) ერთმანეთთან ახლოსაა. რამდენადმე განსხვავებულია კოერციტიული ძალა: ერთმანეთთან ახლოს და დაბალი მნიშვნელობებით  $H_{cr}$  ხასიათდებიან ნამონასტრევის და ჭალათის ინტრუზივები (საშუალო  $H_{cr}$  ტოლია 15,1 და 17,5 კ.ა/მ-ის, შესაბამისად); მერისის და უჩამოს ინტრუზიული ქანების ფერომაგნიტური მინერალები, როგორც ჩანს, უფრო განსხვავებული მარცვლებითაა წარმოდგენილი. მათი საშუალო  $H_{cr}$  ტოლია შესაბამისად 37,4 და 27,9 კ.ა/მ-ს. სულფიდური გამადნებით შეცვლილი ეფუზივების ყველა ნიმუშის ნარჩენი კოერციტიული ძალა  $H_{cr} \approx 79,6$  კ.ა/მ.

3. ყველა გამოკვლეული ინტრუზივი შეიცავს ერთი და იგივე ფერომაგნიტურ მინერალს: მაგნეტიტი, ხშირად დაჟანგული, კიურის ტემპერატურით 575-600°C. მაგნეტიტი, ფეროშპინელი ( $T_c = 350-450^\circ C$ ), ცალკეულ ნიმუშებში აღმოჩნდა ჰემოილმენიტი ( $T_c = 280^\circ C$ ) და ჰემატიტი ( $T_c = 675^\circ C$ ). მადნური პროცესებით შეცვლილ ქანებში გვხვდება რკინის პარამაგნიტური სულფიდი – პირიტი.

## თავი 2. აჭარის ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველი

### 2.1. მაგნიტური ველის ძირითადი თავისებურებები

მაგნიტური ანომალიის რაოდენობრივ ინტერპრეტაციას ზოგადად ახდენენ დაშვებით, თითქოს იგი გამოწვეულია მხოლოდ თანამედროვე გეომაგნიტური ველით. ასეთი მიდგომა რა თქმა უნდა, არასწორია და იძლევა არარეალურ შედეგებს. მიუხედავად იმისა, რომ უკვე დიდი დრო გავიდა მას შემდეგ, რაც დადგენილი იქნა, რომ ქანები ინდუქციური დამაგნიტების გარდა ფლობენ ნარჩენ დამაგნიტებას, რომელიც მან მიიღო გაცივების შემდეგ, თანაც მაგმურ ქანებში იგი გაცილებით მეტია, ვიდრე ინდუქციური დამაგნიტება, ამასთან ერთად, აქვს როგორც თანამედროვე ველის, ისე მისი შებრუნებული მიმართულება, შესაბამისად, მისი წვლილი ჯამურ (ეფექტურ) დამაგნიტებაში მნიშვნელოვანია.

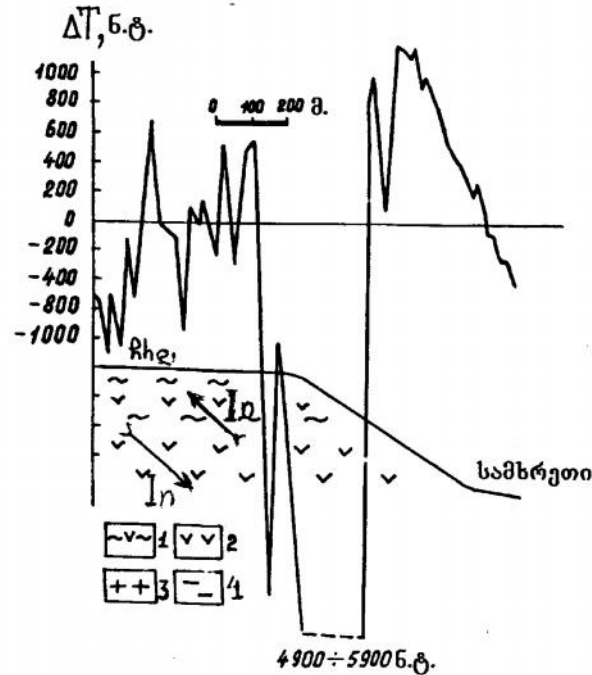
აჭარის ტერიტორიის მაგნიტური ველის ძირითადი წყაროა მაგმური ქანები, რომელთაგან ეფუზიური ქანები იკავებენ ტერიტორიის 80%, დანარჩენი ტერიტორია კი უკავია ინტრუზიულ ქანებს და მეოთხეულ წარმონაქმნებს /88/. ვულკანოგენური წყება იყოფა ხუთ ქვეწყებად, რომელთაგან ტერიტორიაზე ძირითადად გვხვდება შუა და ზედა ეოცენის წყებები, მათი სიმძლავრეები ქვევიდან ზევით არის 2000, 300-800 და 1000მ. ინტრუზიული სხეულები კი, ლოკალიზებულია ვულკანოგენურ წყებაში, სხვადასხვა დონეზე და იკავებენ ათეულ მ<sup>2</sup>-დან 13-15მ<sup>2</sup> ტერიტორიას /6/. ინტრუზიების სიმძლავრის შესახებ არ არსებობს არავითარი გეოლოგიური ინფორმაცია. ამიტომ ჩვენ ვეყრდნობით მხოლოდ საკუთარ განსაზღვრებებს /56/.

ამ ნაშრომის თანახმად, ინტრუზიული სხეულების სიმძლავრე ეფუზიების სიმძლავრის თანაზომადია, ამასთან, ზოგ ადგილებში ინტრუზიული სხეულის სიმძლავრე მნიშვნელოვნად აღემატება ეფუზიური ქანების სიმძლავრეს; გარდა ამისა, ინტრუზიული და ეფუზიური ქანები მსგავსი არიან, როგორც ქანების წარმომქმნელი მინერალების მინერალური და ქიმიური შემადგენლობით /109/, ისე მაგნიტური მინერალების შემადგენლობით და მაგნიტური თვისებებით /30/. ფუძე შემადგენლობის როგორც ეფუზიურ, ისე ინტრუზიულ ქანებში ფაქტორი  $Q > 1$ . ეფუზიურში იგი აღწევს 15 და მეტს, ხოლო ინტრუზიულში – საშუალოდ 3-ს. სრული დამაგნიტება  $I_{\text{ფ}}$ , რომელიც გამოთვლილია ნიმუშების მიხედვით, ერთნაირი რიგისაა ორივე სახის ქანებისათვის. ამ შემთხვევაში ბუნებრივი იქნებოდა, თუ ეფუზიურ ქანებზე აღმოჩნდებოდა ინტენსივობით ინტრუზიული სახეულების ტოლი მაგნიტური ველი.

აჭარის ეფუზიური და ინტრუზიული ქანების მაგნიტური ველების ხასიათებს შორის განსხვავება აიხსნება შემდეგნაირად:

უეჭველია, აჭარის ეფუზიური ქანები ისევე, როგორც მსოფლიოს სხვა რაიონების, შემადგენლობით და ასაკით ანალოგიურ ქანებში, არსებობს ზონალობა /36, 47, 96, 140/, ანუ ვერტიკალური მონაცვლეობა ზონებისა, რომლებშიც ნარჩენი დამაგნიტება  $I_n$  აქვს პირდაპირი (თანამედროვე გეომაგნიტური ველის მიმართულება) და მისი შებრუნებული მიმართულება. გამომდინარე იქიდან, რომ ფუძე შემადგენლობის ქანები  $I_n > I_i$ , ეფექტური დამაგნიტების სიდიდე და მიმართულება ძირითადადში განისაზღვრება  $I_n$ -ის სიდიდით და მიმართულებით. ლოგიკურია ვიფიქროთ, რომ აჭარის ტერიტორიაზე გავრცელებული, სხვადასხვა ასაკის ვულკანოგენური ქანების

გაცივება მოხდა სხვადასხვა პოლარობის მაგნიტურ ველში. მათ შეიძინეს სხვადასხვა მიმართულების ნარჩენი დამაგნიტება, რამაც განსაზღვრა დღიურ ზედაპირზე ჩვენს მიერ დაკვირვებული მაგნიტური ველის დაბალი მნიშვნელობები, ინტრუზიული სხეულების ველთან შედარებით. ეს მოსაზრება დადასტურდა სამხრეთ საქართველოში (ჯავახეთის ზეგანი) პალეომაგნიტოლოგების მიერ დეტალურად შესწავლილ თოკის ჭრილზე (სურ.33).



სურ. 33. სამხრეთ საქართველო (თოკის ჭრილი), ეფუზიური ქანების მაგნიტური ველი T.

- 1 - სფერული ბაზალტები და დოლერიტები;  
2 - სფერული ბაზალტები; 3-N ქანები; 4-R ქანები.

ჩვენს მიერ გამოკვლეული იქნა დედამიწის მაგნიტური ველის სრული ვექტორი T, მაგნიტომეტრით -203, დაკვირვების წერტილებს შორის მანძილი შეადგენდა 5მ-ს.

თოკის ჭრილის ვერტიკალური სიმძლავრე შეადგენს 300მ. ის წარმოდგენილია 63 ლავური ნაკადით. ჭრილი გამოკვლეული იყო სხვადასხვა ავტორების მიერ, რამაც მათ საშუალება მისცა დაესაბუთებინათ გეომაგნიტური ველის ინვერსიის სრული სურათი /159/. ჭრილის სამხრეთი მხრიდან (ქვედა პორიზონტი) ქანები დამაგნიტებულია პირდაპირ და ხასიათდება მაგნიტური პარამეტრების შემდეგი, საშუალო მნიშვნელობებით:  $\alpha = 753 \cdot 10^{-5}$ ,  $I_n = 2512 \cdot 10^{-5}$  სი.,  $Q = 1-6$ ,  $j = 41 \div 68^\circ$ , ისინი წარმოდგენილია სფერული ბაზალტებით. პროფილის ჩრდილოეთით (ზედა პორიზონტი) ქანების



დამაგნიტება იცვლის ნიშანს, ხოლო მაგნიტური პარამეტრები ხასიათდებიან შემდეგი სიდიდეებით:  $\alpha = 753 \cdot 10^{-5}$ ,  $I_n = 10000 \cdot 10^{-5}$  სი,  $Q = 2 \div 146$ ,  $j = -(54 \div 66^\circ)$ .  
შებრუნებულად დამაგნიტებული ქანები, რომლებიც პროფილის ბოლომდის გრძელდება, წარმოდგენილი არიან სფერული ბაზალტებით და დოლერიტებით.

სურ. 33-დან ჩანს, რომ მაგნიტური ველის ინტენსივობა და ნიშანი პირდაპირპროპორციულადაა დამოკიდებული ნარჩენი დამაგნიტების  $I_n$  სიდიდესა და ნიშანთან.

პროფილის კორიზონტალურ უბანზე ნიშანცვლადი მაგნიტური ველი წარმოადგენს უარყოფითი და დადებითი მიმართულებით დამაგნიტებული წყებების ჯამურ ველს. ეს მტკიცდება ნიშანცვლადი ვერტიკალური გრადიენტებითაც, რომლის სიდიდეც პროფილზე იცვლება  $-450$ -დან  $+450$  ნ.ტ.-მდე, ერთ მეტრზე.

სრულიად სხვა მდგომარეობასთან გვაქვს საქმე, როდესაც ვიხილავთ ინტრუზიული სხეულის მაგნიტურ ველს. გამომდინარე იქიდან, რომ ინტრუზიული და ეფუზიური ქანების ფორმირების პირობები ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდება. განსხვავებულია აგრეთვე მათი დამაგნიტების პირობები, რადგანაც ინტრუზიული სხეული ცივდება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. ამის მიუხედავად, ინტრუზიულ ქანებშიც არსებობს ვერტიკალური ზონალობა ნარჩენი დამაგნიტების მიხედვით, რაც დამტკიცდა აჭარის ინტრუზივების მაგალითზე /58/.

ბუნებრივია, რომ სხვადასხვა პოლარობის ზონების მონაცვლეობა და მათი რაოდენობა ინტრუზივის ვერტიკალურ ჭრილში დამოკიდებულია ინტრუზიული სხეულის გაცივების სიჩქარეზე და მოცემულ პერიოდში მაგნიტური ველის ინვერსიის სიხშირეზე. თუ ინტრუზივი მცირე სიძლიაერისაა და ინვერსიები იშვიათია, მაშინ ინტრუზივს შეიძლება ჰქონდეს დამაგნიტების ერთნაირი პოლარობა მთელ სიღრმეზე და პირიქით, თუ ინტრუზიულ სხეულს აქვს შტოკის ფორმა და ვრცელდება სიღრმეში რამდენიმე კილომეტრზე და ინვერსიებიც ხშირია, მაშინ მოსალოდნელია სხვადასხვა პოლარობის დამაგნიტების არსებობა.

პირდაპირ და შებრუნებულად დამაგნიტებული ქანები დაფიქსირებულია დევონის ასაკის ინტრუზივების კერებში 600-1200მ სიღრმეზე. ციმბირის ბაქნის სხვადასხვა რეგიონებში /140,147/ აგრეთვე, ოკეანის ფსკერის ბაზალტურ ფენაში /194/.

ბუნებრივად ისმის კითხვა: რა გავლენას ახდენს  $I_n$ -ის მიხედვით ვერტიკალური ზონალობა ინტრუზივების მიერ შექმნილ მაგნიტურ ველზე?

ცნობილია, რომ ინტრუზივის გაცივების დროს, სიღრმის მიხედვით მაგნიტური მინერალების მარცვლები თანდათანობით იზრდება [12], ეს ანალოგიურია მაგნიტური შემთვისებლობის  $\mathcal{X}$  გაზრდისა, თანაც, რაც უფრო დიდია ინტრუზიული სხეული, მით დიდი ხნის განმავლობაში ცივდება. გამომდინარე აქედან, სიღრმის მიხედვით  $\mathcal{X}$ -ს გაზრდის გამო ინდუქციური დამაგნიტების წილი სხეულის ჯამურ დამაგნიტებაში იზრდება, ნარჩენი დამაგნიტების კი – მცირდება. ზევით იყო აღნიშნული, რომ ჭალათის ინტრუზივიდან აღებული ნიმუშების ნარჩენი დამაგნიტება უარყოფითი მიმართულებისაა, თანაც პარამეტრი  $Q=3$ , ხოლო ინტრუზივზე დაფიქსირებული ანომალია დადებითია და იცვლება 200-500 ნ.ტ. ფარგლებში. ლოგიკურია მოსაზრება, რომ საქმე გვაქვს მძლავრ ინტრუზიულ სხეულთან, რომლის ზედა მხარე დამაგნიტებულია უარყოფითად, ქვედა კი დადებითად, მგავსად ნამონასტრევის ინტრუზივისა.

მიგვაჩნია, რომ ასეთი რთული მაგნიტური ანომალიის ბუნების დადგენის მიზნით, აუცილებელია შესწავლილი იქნეს მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრადიენტი. თუ გრადიენტი პროფილის გასწვრივ ერთი ნიშნისაა დადებითი ან უარყოფითი, მაშინ დაბეჭდვით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ საქმე გვაქვს ერთი მიმართულებით დამაგნიტებულ გეოლოგიურ სხეულთან, ხოლო თუ პროფილზე გაზომილი ვერტიკალური გრადიენტი იცვლის ნიშანს, ამ დროს საქმე გვაქვს ზონალურად დამაგნიტებულ სხეულთან.

## 2.2. ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის მეთოდика

ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის შერჩევის დროს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება იმას თუ, რა გეოლოგიურ-გეოფიზიკური ინფორმაცია არსებობს გამოსაკვლევ ტერიტორიაზე. მეთოდის სწორი შერჩევა საშუალებას მოგვცემს ამოვიღოთ მაქსიმალური ინფორმაცია დაკვირვებული ველიდან და ავადგოთ გარემოს გეოლოგიური მოდელი.

აჭარის ტერიტორიის მაგნიტური ველის გამოკვლევისას, გამოვიყენეთ მაგნიტომეტრი -27, რომელიც ზომავს დედამიწის მაგნიტური ველის  $Z$  მდგენელს და პროტონული მაგნიტომეტრი -203, იგი ზომავს დედამიწის მაგნიტური ველის სრულ  $T$  მდგენელის აბსოლუტურ მნიშვნელობას.

მაგნიტომეტრი -27 -ით მიღებული საველე ინფორმაცია მიყვანილი იქნა ერთ დონეზე, ხოლო შემდეგ ნულ-პუნქტი შედარებული იქნა დუშეთის მაგნიტური ობსერვატორიის Z მდგენელის აბსოლუტურ მნიშვნელობასთან. ბოლოს აჭარის ტერიტორიის ნორმალურ მაგნიტურ ველად მიღებული იქნა 41500 ნ.ტ. სიდიდის ველი.

საანგარიშო მრუდები მივიღეთ საწყისი  $Z_{\text{ს6}}$  მრუდების გაგლუვებით /160/, ფორმულით.

$$U(n)^5 = \frac{17}{35}U(n) + \frac{12}{35}[U(n+1) + U(n-1)] - \frac{3}{36}[U(n+2) + U(n-2)]$$

სადაც  $n$  არის წერტილის რიგითი ნომერი.

ყველა პროფილზე ჩატარებული იქნა როგორც ხარისხობრივი, ისე რაოდენობრივი ინტერპრეტაცია. ინტერპრეტაციის დროს ვისარგებლეთ მეთოდებით, რომელიც მოყვანილია ლიტერატურაში /104, 110/.

როგორც ცნობილია, მაგნიტომეტრიის შებრუნებული ამოცანის ამოხსნის მეთოდები დამუშავებულია დაშვებებით, რომ მაგნიტოაქტიური სხეული უნდა იყოს იზოლირებული, საკვლევი ტერიტორიის ნორმალური მაგნიტური ველი ზუსტად განსაზღვრული, ხოლო გეოლოგიური სხეულის დამაგნიტების სიდიდე და მიმართულება ერთგვაროვანი და სხვა. ამას ემატება და უფრო ართულებს ინტერპრეტაციას მაგმურ ქანებში დამაგნიტების ვერტიკალური ზონალობა, რაც მკვეთრადაა გამოხატული საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებულ მაგმურ ქანებში.

### 2.2.1. მაგნიტოაქტიური სხეულების ზედა და ქვედა ნაპირების ჩაწოლის სიღრმის და დამაგნიტების განსაზღვრა

აჭარის ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის დროს გამოყენებული იქნა ის მეთოდები, რომლებზეც ყველაზე ნაკლებად მოქმედებს გეოლოგიური სხეულის იზოლირება და ფორმა, აგრეთვე ნორმალური ველის შერჩევის სიზუსტე და სხვა. ეს მეთოდებია: იუ. გრაჩევის მხების; ა. პეტერსის დამახასიათებელი წერტილების; ვ. პიატნიცკის და ლ. ბულინას მეთოდები.

იუ. გრაჩევის მხების მეთოდით გეოლოგიური სხეულის ზედა ნაპირის მდებარეობა განსაზღვრული იქნა ფორმულით:

$$h_1 = \frac{X_o - X_m}{K} \quad (1)$$

სადაც  $X_o$ ,  $X_m$  სიდიდეები იხსნება უშუალოდ ანომალური მაგნიტური ველის მრუდიდან, ხოლო ფარდობით  $\frac{X_o - X_m}{X_m}$  ცხრილის საშუალებით ისაზღვრება  $K$  და  $b/h_1$  ფარდობა.

ა. პეტერსის მეთოდით კი, სხეულის ზედა ნაწილის ჩაწოლის სიღრმე ისაზღვრება ფორმულით:

$$h_1 = \frac{S}{K} \quad (2)$$

სადაც  $S$  – არის მანძილი, რომელიც აიღება თვითონ ანომალიის მრუდიდან.  $K$  – არის პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია გეოლოგიური სხეულის სიმძლავრეზე  $b/h_1$ , სადაც  $b$  – სხეულის ნახევრის ზომაა.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ (2) ფორმულის გამოყენება შეზღუდულია და გეოლოგიური სხეულის ჩაწოლის სიღრმის რეალური სიდიდე მიიღება, როცა ფარდობა  $b/h_1 \leq 0,5$ .

მაგნიტოაქტიური სხეულების ქვედა ნაპირის ჩაწოლის სიღრმე განსაზღვრული იქნა ლ. ბულინას მეთოდით, ფორმულით:

$$h_2 = 2X_{\text{ბოფ.}} - 1,8(b + h_1)$$

სადაც  $h_1$  და  $h_2$  არის შესაბამისად, გეოლოგიური სხეულის ზედა და ქვედა ნაპირი.  $X_{\text{ბოფ.}}$  – არის მრუდზე მაგნიტური ველის მინიმალური მნიშვნელობა.  $b$  – სხეულის ნახევარსიმძლავრე. ეს ფორმულა დამაკმაყოფილებელ შედეგებს იძლევა, მაშინ, როცა  $b/h_1 < 10$  და  $h_2/h_1 < 10$ .

გეოლოგიური სხეულის ცენტრის ჩაწოლის ( $K$ ) სიღრმის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იქნა ანალიზი 1-ის მეთოდი.  $K$ -ს განსაზღვრისათვის  $Z_{\text{აფ.}}$  გრაფიკის ღერძზე ავიღეთ მნიშვნელობა, სადაც  $Z_{\text{აფ.}} = 0,5Z_{\text{აფ.მაქს.}}(X_{0,5})$ . ამის შემდეგ გეოლოგიური სხეულის ცენტრის ჩაწოლის

სიღრმე გამოითვლება ფორმულით  $K = \sqrt{\frac{X_{z=0}^4 - X_{0,5}^4}{4X_0}}$ . თუ ველის გრაფიკზე, სადაც

$Z_{\text{აფ.}} = Z_{\text{ბოფ.}}$   $X_{\text{ბოფ.}}$ -ის მნიშვნელობა აღებულია საკმარისად ზუსტად მაშინ სხეულის

ცენტრის ჩაწოლის სიღრმე ისაზღვრება ფორმულით  $K = \frac{X_{\text{ბოფ.}}^2 - X_{z=0}^2}{2X_{z=0}}$ .

უნდა შევნიშნოთ, რომ მაგნიტოაქტიური სხეულის ქვედა ნაპირის განსაზღვრის ყველა მეთოდი დამაკმაყოფილებელ შედეგს იძლევა იმ დროს, როდესაც საქმე გვაქვს განცალკევებულ გეოლოგიურ სხეულთან, მაგნიტური ველის მკვეთრად გამოხატული მინიმუმით.

მაგნიტოაქტიური სხეულების დამაგნიტება შეფასებული იქნა, როგორც ქანების მაგნიტური პარამეტრების  $I_n$ ,  $\alpha$ , ისე ფორმულით /110/ 
$$I = \frac{Z_{აქს.}}{4 \arctg b/h_1},$$
 სადაც  $Z_{აქს.}$  არის ანომალურ მრუდზე მაქსიმალური მნიშვნელობა.

### 2.2.2. მაგნიტომეტრიის პირდაპირი ამოცანის ამოხსნა ელექტრო გამომთვლელ მანქანაზე (ე.გ.მ.)

მაგნიტოაქტიური გეოლოგიური სხეულების ერთიანი მოცულობითი ინფორმაციის მიღების მიზნით ვ. სტრახოვის და მ. ლაპინას მიერ შემოთავაზებული პროგრამით /161/ ელექტრო გამომთვლელ მანქანაზე (ე.გ.მ.) ამოხსნილი იქნა მაგნიტომეტრიის პირდაპირი ამოცანა, ერთგვაროვანი მრავალწახნაგა პრიზმისათვის.

აჭარის ტერიტორიის მიწის ქერქის მაგნიტური მოდელის შერჩევა გაძნელდა შემდეგი მიზეზების გამო: 1. ინტრუზიული სხეულების შემცველი ქანების მაგნიტური პარამეტრები ანალოგიურია ინტრუზივების მაგნიტური პარამეტრების; 2. ეფუზიური ქანების სრულ დამაგნიტებაში გაბატონებული როლი ეკისრება ნარჩენ დამაგნიტებას 3. აჭარის მაგმურ ქანებში არსებობს ვერტიკალური ზონალობა ნარჩენი დამაგნიტების მიმართულების მიხედვით.

პირდაპირი ამოცანის ამოხსნის დროს გავაკეთეთ შემდეგი დაშვებები: 1. ნამონასტრევის და ჭალათის ინტრუზივების ზედა, უარყოფითად დამაგნიტებული ფენა მცირე სიმძლავრისაა  $<100\text{მ}$ , ხოლო ქვედა ნაწილი, რომელიც პირდაპირაა დამაგნიტებული, ვრცელდება დიდ სიღრმეზე.

ტერიტორიის ცალკეულ უბნებზე მაგნიტური ანომალიების რაოდენობრივი ინტერპრეტაციის შედეგების, არსებული გეოფიზიკური და გეოლოგიური ინფორმაციის გათვალისწინებით ავაგეთ ტერიტორიის საწყისი მოდელი. შემდგომმა სამუშაოებმა თანმიმდევრულად დააზუსტა მოდელის პირველი ვარიანტი, რაც გაგრძელდა მანამდე, ვიდრე არ მივიღეთ დაკვირვებული ველის და მოდელის კარგი დამთხვევა.

ინტრუზიული მასივის გაშიშვლებულ ნაწილებზე ეფექტური დამაგნიტება შეფასებული იქნა, როგორც ქანების მაგნიტური პარამეტრებით, ისე მაგნიტური

ველით. მაგნიტური ველით განსაზღვრული ეფექტური დამაგნიტება ( $I_{\text{ეფ.}}$ ) აღმოჩნდა უფრო მეტი, ვიდრე ქანებით განსაზღვრული. დახურული ზედაპირების დროს დამაგნიტება განსაზღვრული იქნა მაგნიტური ველით.

მოდელირების დროს ვისარგებლეთ სრული დამაგნიტების ( $I_{\text{ეფ.}}$ ) შემდეგი მნიშვნელობებით: მერიის ინტრუზივი – 1,7, ნამონასტრევის – 2,0, ჭალათის – 2,9 და უჩამბოსი 1,7ამპ/მ. ეფუზიური ქანებისათვის კი  $I_{\text{ეფ.}} = 0,5$ ამპ/მ.

მოდელირება ჩატარდა EC-1022 ტიპის ელექტრო გამომთვლელ მანქანაზე შემდეგნაირად: საკვლევი ტერიტორია წარმოდგენილი იქნა, როგორც სწორკუთხა პრიზმა

$$\Pi = \{X_{\text{საწყ.}} \leq X \leq X_{\text{ბოლო}}, Y_{\text{საწყ.}} \leq Y \leq Y_{\text{ბოლო}}, Z_{\text{საწყ.}} \leq Z \leq Z_{\text{ბოლო}}\}$$

სადაც  $X_{\text{საწყისი}}$ ,  $X_{\text{ბოლო}}$  და ა.შ. წარმოადგენენ პრიზმის კოორდინატებს სიბრტყეზე. მიღებული მოცულობა კიდევ დავეავით  $A \cdot B$  სწორკუთხა პრიზმებად, სახით:  $\Delta\Pi_{K,M} = \{X_K \leq X \leq X_{K+1}, Y_M \leq Y \leq Y_{M+1}\}$  სადაც  $X_K = (K-1)\Delta$ ,  $Y_M = (M-1)\Delta$ ,  $K=1,2,3\dots A$ ,  $M=1,2,3\dots B$ . შედეგად მივიღეთ  $A=39$ ,  $B=17$  პრიზმა, ხოლო ბიჯი  $\Delta=0,5$ კმ. დაკვირვების წერტილები განთავსდა პრიზმების ცენტრში. ამრიგად, მაგნიტოაქტიური სხეულის ეფექტი დაკვირვების წერტილში აღიქმებოდა როგორც ორი სუბპორიზონტალური ფენის ეფექტი. ვერტიკალური მიმართულებით პრიზმის კოორდინატების წარმოქმნა ხდება შემდეგნაირად: გეოლოგიური სხეულის პირველი ფენისათვის  $Z_{\text{საწყ.}} = H_1$ ,  $Z_{\text{ბოლო.}} = H_2$ , ხოლო მეორე ფენისათვის –  $Z_{\text{საწყ.}} = H_2$  (დაფარული არე) იმ შემთხვევაში, როცა ინტრუზივი შიშვლდება დღიურ ზედაპირზე  $Z_{\text{საწყ.}} = H_1$ ,  $Z_{\text{ბოლო.}} = H_3$ .  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  – არის მანძილი, რომელიც იზომება ფიქსირებული სიმაღლიდან (ჩვენს შემთხვევაში იგი იყო 1600მ. ზღვის დონიდან) შესაბამისად, დედამიწის ზედაპირამდე, აგრეთვე პირველი და მეორე ფენის ფუძემდე.

აპროქსიმაციის შედეგად მივიღეთ 1326 სწორკუთხა პრიზმა, რომლის ეფექტიც გამოთვლილი იქნა 663 წერტილში.

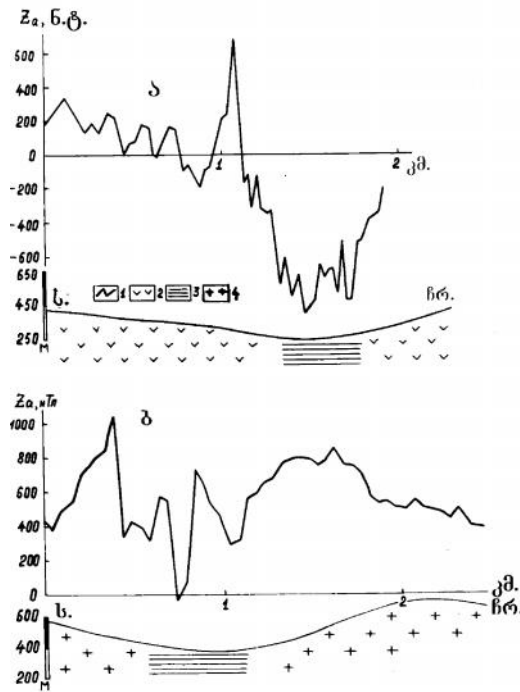
### 2.3. ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის შედეგები

აჭარის ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის შედეგები იძლევა საფუძველს ვთქვათ, რომ ტერიტორიის მიწის ქერქის ზედა ნაწილი გაჯერებულია მაგმური ქანებით და ისინი წარმოადგენენ ანომალური მაგნიტური ველის ძირითად წყაროს.

### 2.3.1. რღვევების კარტირება

დასაწყისშივე აღვნიშნავთ, რომ რღვევების კარტირება აჭარის ტერიტორიაზე დიდ ინტერესს იწვევს, რადგან რღვევები და მათი თანმდევი ბზარები წარმოადგენენ მადნური ხსნარების ძირითად არსებს და განაპირობებენ სასარგებლო ნამარხების განაწილებას დედამიწის ქერქში /120/.

მაგნიტური ძიების მეთოდი, ზოგადად, ძლიერ ეფექტურია რღვევების კარტირების დროს, თუმცა როგორც ცნობილია, ისინი ანომალურ მაგნიტურ ველში სხვადასხვანაირად იჩენენ თავს /27, 110/. არის ისეთი შემთხვევები, როდესაც ერთი და იგივე რღვევის სხვადასხვა ნაწილი სხვადასხვანაირად აირეკლება მაგნიტურ ველში. ამ შემთხვევაში რღვევის ადგილს სხვადასხვა ნიშნების ერთობლიობით აღგენენ. ამიტომ აჭარის ტერიტორიაზე წინასწარ შევისწავლეთ ძიების მაგნიტური მეთოდის ეფექტურობა ცნობილ რღვევებზე. რღვევების კარტირების ერთ-ერთი მაგალითი ნაჩვენებია სურ. 34 ა,ბ-ზე.



სურ. 34 ა,ბ. ტექტონიკური რღვევების კარტირების მაგალითი.

ა - ეფუზიურ ქანებში; ბ - ინტრუზიულ ქანებში:

1 -  $Z_a$ -ს მრუდი; 2 - ეფუზიური ქანები; 3 - რღვევა; 4 - ინტრუზიული ქანები.

შესწავლილი პროფილი გადის მერიდიანული მიმართულებით და გადაკვეთს რეგიონალურ რღვევას, რომელიც გადის მდ. აჭარისწყლის გასწვრივ, სოფ. აგარის ახლოს. ეფუზიური ქანები, რომლებიც პროფილის გასწვრივ შიშვლდებიან, ხასიათდებიან როგორც დაბალი, საშუალო, ისე მაღალი

მაგნიტური პარამეტრებით, მათი  $Q > 1$ , ხოლო  $I_n$ -ს აქვს დადებითი პოლარობა. როგორც სურ. 34-დან ჩანს, რეგიონალური რღვევა თვალსაჩინოდ ფიქსირდება უარყოფითი მაგნიტური ანომალიით.

34ბ სურათზე წარმოდგენილი პროფილიც მერიდიანული მიმართულებისაა. იგი გადაკვეთს რღვევას, რომელიც გადის მდ. აკავერეთას გასწვრივ. პროფილზე შიშველდება ინტრუზიული ქანები. რღვევა, როგორც გეოლოგები ამტკიცებენ, წარმოადგენს ორსართულიან სისტემას – ქვედა სართული კრისტალურ ფუნდამენტშია, ხოლო ზედა ინტრუზიულ სხეულში. პროფილის გასწვრივ მაგნიტური ველი მთლიანად დადებითია, რღვევის ზონა კი გამოიყოფა დადებითი, მაგრამ მნიშვნელოვნად დაბალი მაგნიტური ველით.

ეს ფაქტი შეიძლება ასე აიხსნას. რღვევის ზონებში ქანები დამსხვრეულია, ამიტომ მათი ნარჩენი დამაგნიტება ან ქაოტურადაა გაბნეული ან კიდევ საერთოდ ქრება /110/. შედეგად რღვევის ზოლის მაგნიტური ველის ფორმირებაში გადამწყვეტი როლი ეკუთვნის ინდუქციურ დამაგნიტებას. გამომდინარე იქიდან, რომ ეფუზივების მაგნიტური შემთვისებლობა მეტია, ვიდრე ინტრუზიული ქანების, ამიტომ ეფექტიც შესაბამისია.

ცნობილ რღვევებზე მაგნიტური ანომალიის ხასიათის გამოკვლევამ საშუალება მოგვცა გამოგვევლინა ახალი რღვევები, როგორც ეფუზიურ, ისე ინტრუზიულ ქანებში. ასე მაგალითად, ჩვენს მიერ გამოყოფილი იქნა რღვევა, რომელიც გადის სოფ. კუჭულას ახლოს, აგრეთვე სოფ. ნამონასტრევის აღმოსავლეთით. ორივე რღვევა მერიდიანული მიმართულებისაა /სურ. 35/. ჩვენი გამოკვლევებით დადასტურდა, სოფლებს მერისსა და ნამონასტრევის შორის გეოლოგების მიერ ნავარაუდები რღვევა /154, 88/. რამდენიმე რღვევა დავაფიქსირეთ საკვლევი ტერიტორიის აღმოსავლეთით, სამხრეთით და ჩრდილო-დასავლეთით. გამოვლენილი რღვევები ეფუზივებში გარს ერტყმიან ინტრუზიულ სხეულს. სავარაუდოა, რომ გამოვლენილი რღვევები აფიქსირებენ ინტრუზიული სხეულის ენდოკონტაქტებს ეფუზიურ ქანებთან.

### 2.3.2. მაგნიტური ველის რაოდენობრივი ინტერპრეტაციის შედეგები

როგორც ზევით აღვნიშნეთ, აჭარის ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის დროს ამოხსნილი იქნა მაგნიტომეტრიის როგორც შებრუნებული, ისე პირდაპირი ამოცანები.

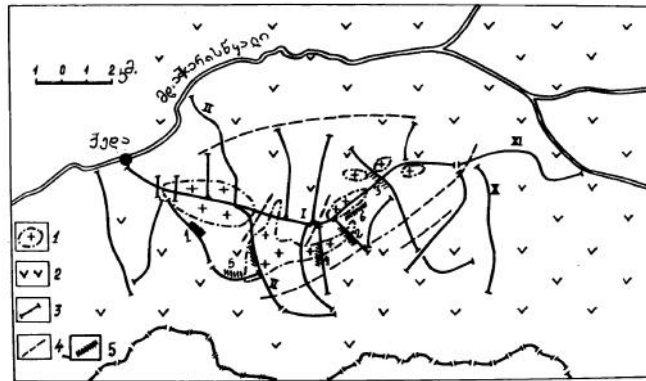
ცხრილ 3-ში შეტანილია სხვადასხვა ავტორების მიერ შემუშავებული მეთოდებით ამოხსნილი შებრუნებული ამოცანის შედეგები



ცხრილი 3

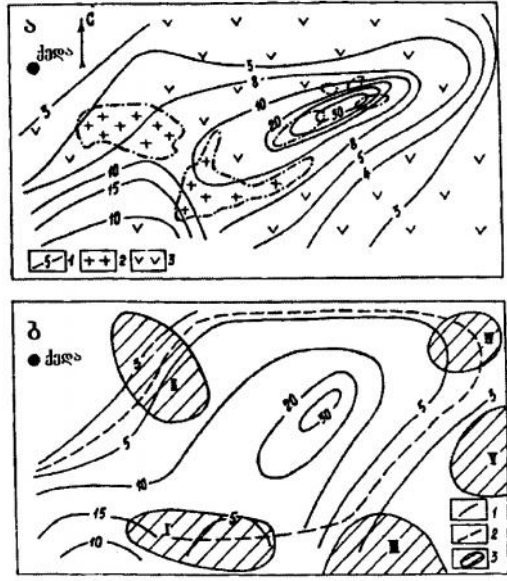
ანომალის №	გამოთვლის მეთოდი	სიღრმე ზედა ნაპირამდე $h_1$ , მ.	$h_1$ , ს.შ.	სიღრმე ქვედა ნაპირამდე $h_2$ , მ.	$h_2$ , ს.შ.	სიმძლავრე $2b$ , მ.	$2b$ , ს.შ.	დამაგნიტება $I$ , ამპ/მ
1.	1. იუ. გრაჩევი 2. პეტერსი 3. ვ. პიატნიცკი  1. ლ. ბულინა	775 472 775 625	664	2600 2640	2620	898 891 950	913	3.0
2.	2. ანალიზი I 1. იუ. გრაჩევი 2. პეტერსი 3. ვ. პიატნიცკი 1. ლ. ბულინა	250 137 280	240	1450 1280	1365	550 600 450	533	6,0
3.	2. ანალიზი I 1. იუ. გრაჩევი  2. პეტერსი  3. ვ. პიატნიცკი ლ. ბულინა ანალიზი I 2. ანალიზი I	350 286 360	332	1500 1700	1600	485 470	478	3.0   2.5
4.	1. იუ. გრაჩევი 2. პეტერსი 3. ვ. პიატნიცკი 1. ლ. ბულინა 2. ანალიზი I	412 362 430	800	1786 1798	1792	430 432	431	1.6
5.	1. იუ. გრაჩევი 2. პეტერსი 3. ვ. პიატნიცკი 1. ლ. ბულინა  2. ანალიზი I	1250მარცხ. 350მარჯვ. 1400 მარცხ. 276მარჯვ. 788	788  4	4500 4000	4250	1640 1140	1400	
6.	1. იუ. გრაჩევი  2. პეტერსი  3. ვ. პიატნიცკი 1. ლ. ბულინა  2. ანალიზი I	478მარცხ. 1250მარჯვ. 838 1125მარჯვ. 325მარცხ. 700	400მარცხ. 770 1180	1600მარცხ. 7000მარჯვ. 4770	4300 4770	1685 1300 1600 1535	1500 1535	5.6

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მაგნიტოაქტიური სხეულების ჩაწოლის სიღრმის პარამეტრები ( $h_1$ ,  $h_2$ ) გამოთვლილი სხვადასხვა მეთოდით, კარგ თანხვედრაშია (მათი განაწილება იხილეთ სურ. 35-ზე).



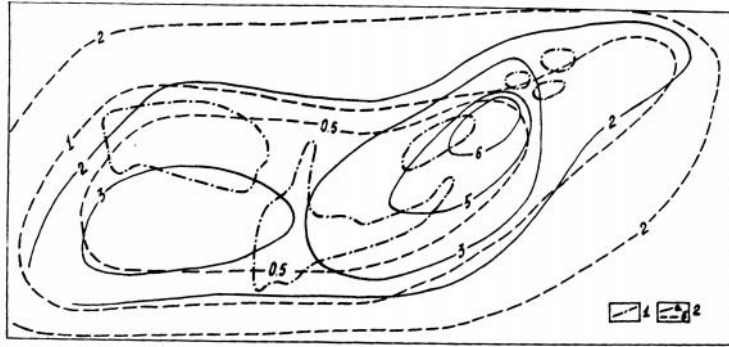
სურ. 35. აჭარის ტერიტორიის გეოლოგიურ-გეოფიზიკური რუკა.  
 1 – ინტრუზიული ქანები; 2 – ეფუზიური ქანები; 3 – მაგნიტური პროფილები;  
 4 – რღვევები; 5 –  $h_1$  და  $h_2$ -ის განსაზღვრის ადგილები.

პირდაპირი ამოცანის ამოხსნით ე.გ.მ-ზე მივიღეთ მოდელური სხეულის მაგნიტური ველის სახე, რომელიც კარგ თანხვედრაშია ტერიტორიის ანომალურ ველთან (სურ. 36 ა,ბ).



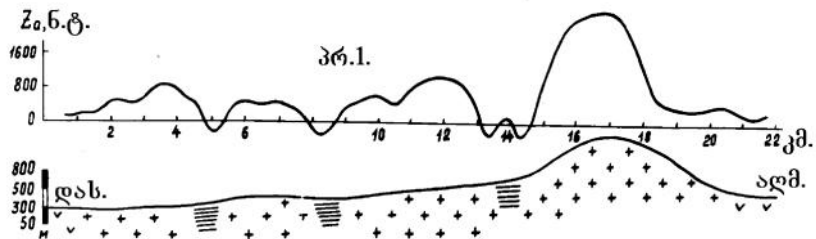
სურ. 36. აჭარის ტერიტორიის გეოლოგიურ-მაგნიტური რუკა.  
 ა. საკვლევი ტერიტორიის მაგნიტური ველი: I-Za-ს იზოხაზები, ასეულ ნ.ტ.-ში;  
 2,4 – ინტრუზიული სხეულების კონტურები, გეოლოგიურ-მაგნიტური მონაცემებით;  
 3 – ეფუზიური ქანები  
 ბ. მოდელური სხეულის მაგნიტური ველი: I-იზოხაზები, ასეული ნ.ტ.;  
 2-მოდელური ინტრუზიული სხეულის კონტურები;  
 3-მაღნური ველები: I-მედიბნა-ლოდნარი; II-ვაიო-სურნალი;  
 III-უნამბო; IV-გომა; V-წაბლანა.

პირდაპირი და შებრუნებული ამოცანების შედეგების მიხედვით შედგენილი იქნა მაგნიტოაქტიური სხეულების ჩაწოლის ტოლი სიღრმეების რუკა (სურ. 37).



სურ. 37. აჭარის მაგმური ქანების ძირის სქემატური რუკა.  
 1-ინტრუზიული სხეულის კონტური გეოლოგიური მონაცემებით;  
 2-იზოსიღრმეების ხაზები;  
 3-ინტრუზიული სხეულის; 4-ფეუზივების, კილომეტრებში.

როგორც აჭარის ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის შედეგები გვიჩვენებს, ინტრუზიული სხეულები აჭარაში გაცილებით მეტ ფართზე ვრცელდებიან, ვიდრე ეს გეოლოგიურ რუკაზეა აღნიშნული. აჭარაში ნამონასტრევის, ჭალათის, მერისის და უჩამბოს ინტრუზივები მაგნიტურ ველში აირეკლებიან ერთიან სხეულად, რომელსაც გეგმილში აქვს წაგრძელებული ელიფსოიდის ფორმა გრძელი ღერძით 20კმ-მდე და სიგანით საშუალოდ 8-10კმ. სხეული ვრცელდება სამხრეთ-დასავლეთიდან, ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით. ინტრუზიული მასივის ცენტრალური ზონიდან აღმოსავლეთით (სოფ. ნამონასტრევის ჩრდილო-აღმოსავლეთი მხარე) დაფიქსირებულია აჭარაში ყველაზე ინტენსიური მაგნიტური ანომალია (სურ. 38).



სურ. 38. მაგნიტური ველის  $Z_a$  ცვლილება პროფილის გასწვრივ.

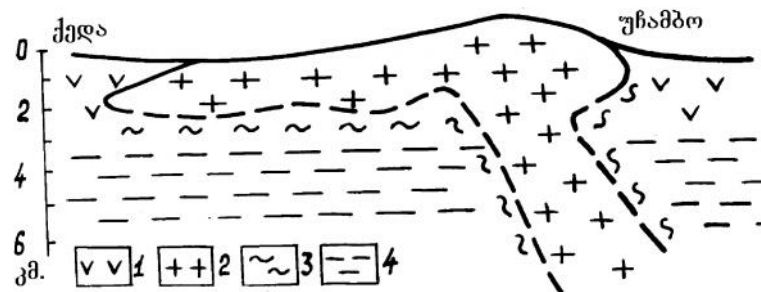
+++ ინტრუზიული ქანები, □ რღვევები, მაგნიტური მონაცემებით.

სამხრეთ-დასავლეთის მხარეს ანომალიას აქვს ღრმა მინიმუმი, ხოლო ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით მდორედ მცირდება, თუმცა რჩება დადებითად. ასეთი ტიპის ანომალიები დამახასიათებელია დიდი სიმძლავრის და

ფართო გავრცელების გეოლოგიური სხეულებისათვის, რომლებიც დიდ სიღრმეზე ვრცელდებიან. ვისარგებლეთ, რა დახრილი, სიღრმეში უსასრულოდ გავრცელებული გეოლოგიური სხეულის პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდებით /110/ მივიღეთ, რომ სხეულის სიმძლავრე  $2b=1500$  მ. ზედა კიდის ჩაწოლის სიღრმე  $h_1=400$  მ, ხოლო სხეულის დახრის კუთხე  $X$  ღერძთან (საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით) შეადგენს  $80^\circ$ .

როგორც მაგნიტური ველის ანომალიების რაოდენობრივი ინტერპრეტაციიდან ჩანს, ინტრუზიული სხეულის ვერტიკალური სიმძლავრე სოფ. ნამონასტრევთან მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე მის პერიფერიულ ნაწილებში. ეს კი ადასტურებს მოსაზრებას, რომ ინტრუზიულ სხეულს ამ ადგილას აქვს ამომყვანი ყელი. ყელის მიმდებარე ნაწილები შეიძლება გაგვივივოთ შრეებრივ სხეულებთან, რომელთა სიმძლავრე რამდენიმე ასეული მეტრიდან 2კმ-დე მერყეობს. ინტრუზიული სხეული ყელის პერიფერიულ ნაწილებში იძირება ეფუზიური ქანების ქვეშ, რომელთა სიმძლავრე, გეოლოგიური მონაცემებით 2-2,5კმ-ს აღწევს.

ყოველივე ზემოთქმული შესაძლებლობას გვაძლევს ინტრუზიული სხეული წარმოვიდგინოთ როგორც ლაკოლითი, უსწორმასწორო ფუძით და ზედაპირით, რომლის ამომყვანი ყელი მდებარეობს სოფ. ნამონასტრევის ახლოს (სურ. 39).



სურ. 39. ინტრუზიული სხეულის სქემატური ვერტიკალური ჭრილი: 1-ეფუზიური ქანები; 2-ინტრუზიული ქანები; 3-კონტაქტის ქანები; 4-ფუნდამენტის ქანები.

ინტრუზივის ყელის მიდამოებში სხეულის შედარებით მცირე ვერტიკალური სიმძლავრე არ გამორიცხავს იმ აზრს, რომ ინტრუზივს აქვს უფრო ღრმა ფესვები, რომლებიც არ აირეკლა მაგნიტურ ველში მაღალი ტემპერატურის გამო, რაც სრულიად შესაძლებელია არსებობდეს ევგეოსინკლინარულ არეებში (35, 75). მაგნიტოაქტიური სხეულის სიმძლავრის შემცირება პერიფერიულ ნაწილებში აირეკლება მაგნიტური ველის სათანადოდ შემცირებაში.

მაგნიტომეტრიული და გეოლოგიური მონაცემების ურთიერთ შედარებით აღმოჩნდა, რომ ყველა ცნობილი მადანგამოვლინება აჭარაში განთავსდა მოდელური ინტრუზიული სხეულის გარემოში, რასაც მივყავართ იმ აზრამდე, რომ მადანშემცველი ხსნარები დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილებში ამოვიდნენ მაგმის იმავე ამომყვანი არხიდან, საიდანაც მაგმა, იმ დროს, როდესაც ინტრუზიული სხეული უკვე ჩამოყალიბებული იყო. მადანშემცველი ხსნარების განაწილება კი განსაზღვრა ინტრუზიული სხეულის ფორმამ და ზომებმა, ასევე ეფუზივებში არსებულმა რღვევებმა.

ინტრუზიული მასივის წარმოდგენილი მოდელი ასახავს საკვლევი რეგიონის აგებულების მსხვილ ელემენტებს და გვაძლევს წარმოდგენას მაგნიტური ანომალიების ძირითად წყაროებზე. იგი ჩვენ დღეისათვის გვესახება ყველაზე რეალურად, თუმცა არაა გამორიცხული მისი კორექტირება ახალი გეოლოგიურ-გეოფიზიკური ინფორმაციით.

#### **2.4. სულფიდური გამადნების მაგმატიზმთან კავშირი**

ზოგადად, გამადნების მაგმატიზმთან კავშირის გამოკვლევა არის გეოლოგიის ერთ-ერთი რთული ამოცანა.

აჭარაში, ჯერ კიდევ XIX-დან ცნობილია მრავალი (თუმცა მცირე) პოლიმეტალური, სპილენძ-პოლიმეტალური და სპილენძ-კოლჩედანური ტიპის გამადნებები. ამ გამადნებების სხვადასხვა მაგმატიზმთან კავშირის შესახებ დღეისათვის სხვადასხვა მოსაზრება არსებობს. გეოლოგების ერთი ნაწილი /88/ თვლის, რომ პოლიმეტალური მინერალიზაციის გენეტიკური კავშირი ინტრუზიულ მაგმატიზმთან ეჭვს არ იწვევს, ამ წარმოდგენას ისინი ამტკიცებენ შემდეგი ფაქტებით: 1. დაიკვირვება ძარღვული გამადნებების მჭიდრო სივრცული კავშირი მერისის, ნამონასტრევი-ჭალათის და უჩამბოს ინტრუზიულ მასივებთან; 2. მადნური სხეულების და ინტრუზივების ქვედა ასაკობრივი საზღვარი ერთმანეთს ემთხვევა – ორივე კვეთს შუაეოცენის ვულკანოგენურ წყებას; 3. ინტრუზივების გარშემო დაიკვირვება მინერალიზაციის ზონალობა, თუმცა მიუხედავად კავშირის ამ ნიშნებისა, ავტორები ასკვნიან, რომ ცალსახად არ მტკიცდება კავშირი გამადნებისა მაგმატიზმთან. შრომაში /168/ უარყოფენ კავშირს ინტრუზიულ მაგმატიზმსა და გამადნებებს შორის და მოჰყავთ ის ფაქტი, რომ „მადნური ძარღვები ფიქსირდება 1,5-2კმ-ზე ინტრუზივების გამოსავლებიდან”.

ამ მიმართულებით ჩვენი კვლევების მიზანს შეადგენდა გამოგვევლინა სულფიდური გამადნებების ინტრუზიულ მაგმატიზმთან კავშირის გეოფიზიკური

(მაგნიტური) კრიტერიუმები. ამ მიზნით აღებული იქნა მადნის ნიმუშები შემდეგ უბნებზე: ვაიო, მერისი, ვარაზა, უჩამბო, წყალბოკელა, ველიბური, ობოლო-კანლიკაია, ზეკარა და ვერხნალა. ნიმუშების მაგნიტური შემთვისებლობის  $\alpha$ -ს შესწავლამ აჩვენა, რომ ყველა ნიმუში პრაქტიკულად არამაგნიტურია, იშვიათად გვხვდება ნიმუშები, რომელთა  $\alpha=100 \cdot 10^{-5}$  სი ერთ სიდიდეს აღწევს.

ქანების შემადგენლობის სეპარაციული მეთოდით შესწავლამ აჩვენა, რომ მადანი ძირითადად წარმოდგენილია მინერალებით: ჰალკოპირიტი, სფალერიტი, გალენიტი და პირიტი. ქანებში მაგნიტური მინერალები არ შედის, რაც გამორიცხავს მათ გამოკვლევას მაგნეტიზმის მეთოდებით, ზემოთ დასმული ამოცანის გადაწყვეტისათვის. მიუხედავად ამისა, აჭარის ტერიტორიაზე ჩატარებული ჩვენი გამოკვლევების შედეგები გვაძლევს უფლებას გამოვთქვათ მოსაზრება გამადნებების ინტრუზიულ მაგმატიზმთან კავშირის თაობაზე.

აჭარის ტერიტორიაზე როგორც მადნური, ისე ინტრუზიული სხეულები კვეთენ შუაეოცენის ვულკანოგენურ წყებას, რითაც განისაზღვრება მათი ქვედა ასაკობრივი ზღვარი. ინტრუზიული სხეულები: ნამონასტრევი, ჭალათი, მერისი და უჩამბო, მაგნიტურ ველში აღიქმებიან ერთიან სხეულად. სოფლებს მერისსა და ნამონასტრევს შორის, მაგნიტური მონაცემებით, ფიქსირდება აღრე გეოლოგების მიერ ნავარაუდები მერიდიანული მიმართულების რღვევა. გარდა ამისა, აჭარაში თითქმის ყველა მადანგამოვლინება განლაგდა ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ინტრუზიული მასივის მოდელის გარშემო. ლოგიკურია ვივარაუდოთ, რომ მადანშემცველი ხსნარები დედამიწის ქერქის ზედა ფენებში შემოვიდნენ იგივე არსებიდან, რომლითაც ინტრუზიული მაგმა, იმ დროს, როცა ინტრუზივი უკვე იყო ჩამოყალიბებული. ვფიქრობთ, აჭარის ტერიტორიაზე მადანშემცველი ხსნარების ამოსვლა შეწყდა ტექტონიკური მოძრაობების დაწყებამდე. ამ მოძრაობების დაწყებამ გამოიწვია რღვევა სოფლებს მერისსა და ნამონასტრევს შორის. ეს რღვევა რომ გაჩენილიყო მადანშემცველი ხსნარების შემოსვლამდე მასში აუცილებლად გვექნებოდა გამადნება, რაც სინამდვილეში არ დაიკვირვება. ვფიქრობთ, ყოველივე ზემოთ თქმული მეტყველებს გამადნების ინტრუზიულ მაგმატიზმთან, როგორც სივრცული, ისე გენეტიკური კავშირის სასარგებლოდ.

## 2.5. დასკვნა

აჭარის ტერიტორიის მაგნიტური ველის გამოკვლევის შედეგები იძლევა შემდეგი დასკვნების გაკეთების საფუძველს:

1. აჭარის ტერიტორიაზე ძიების მაგნიტური მეთოდი ეფექტურია, როგორც მაგმური ქანების, ისე რღვევების კარტირების დროს.

2. აჭარის ტერიტორიაზე გავრცელებულ ეფუზიურ ქანებში არსებობს ზონალობა, ე.ი. ვერტიკალური ზონების მონაცვლეობა, რომლებშიც ნარჩენ დამაგნიტებას აქვს, როგორც პირდაპირი, ისე შებრუნებული პოლარობა. ეს ფაქტი განსაზღვრავს ეფუზივებში ნიშანცვლად, დაბალი ინტენსივობის მაგნიტურ ველს.

3. ნამონასტრევის, ჭალათის, უჩამბოს და მერისის ინტრუზიული სხეულები მაგნიტურ ველში აღიქმებიან ერთიან გეოლოგიურ სხეულად, რომელსაც აქვს წაგრძელებული ელიფსის ფორმა, გრძელი ღერძით 20კმ და სიგანით 8-10კმ. სხეული სამხრეთ-დასავლეთიდან ვრცელდება ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით. ვერტიკალურ ჭრილში იგი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ლაკოლიტის ფორმის სხეულად, ამომყვანი ყელით სოფ. ნამონასტრევთან.

4. გამადნებული ზონების სივრცული განაწილება მოდელური ინტრუზიული სხეულის გარშემო გვაძლევს საფუძველს ვიფიქროთ, რომ მადანშემცველმა ხსნარებმა დედამიწის ზედა ფენებში იმ დროს დაიწვეს შემოსვლა, როცა ინტრუზიული სხეული უკვე ჩამოყალიბებული იყო. ხსნარები წამოვიდა იმავე არხებიდან, საიდანაც ინტრუზიული მაგმა. სივრცეში მადანშემცველი ხსნარების განაწილება განაპირობა ინტრუზიული სხეულის ფორმამ, ზომებმა და ეფუზიურ ქანებში არსებულმა რღვევებმა.

## თავი 3. აჭარის ინტრუზიების პალეომაგნეტიზმი

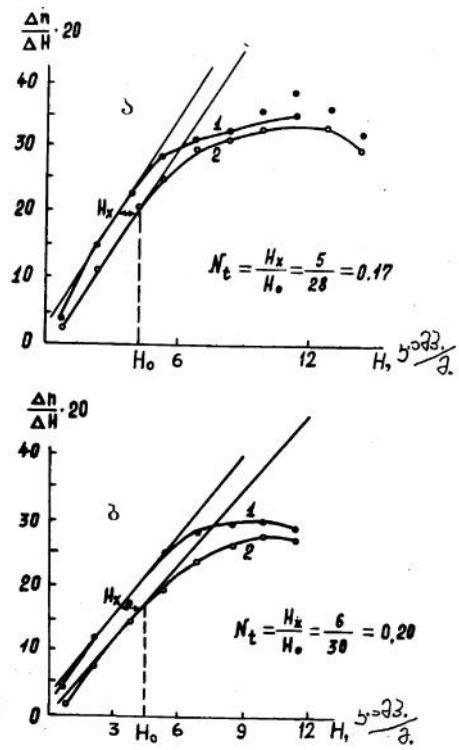
### 3.1. ინტრუზიული ქანების ნარჩენი დამაგნიტების ბუნება

ჩვენი გამოკვლევებით აჭარის ინტრუზიული ქანების ნარჩენ დამაგნიტებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს მაგნეტიტს, ტიტანომაგნეტიტს და მაგნეტიტს. მაგნეტიტის დამაგნიტება, მისი თვისებებიდან გამომდინარე, ადვილად მოსაცილებელია. საჭიროა გაირკვეს, რომელ დამაგნიტებას ატარებენ ტიტანომაგნეტიტი და მაგნეტიტი და რომელ ტემპერატურაზე იქნა ისინი შექმნილი. როგორც უკვე იყო ზემოთ აღნიშნული, მიკროზონდირების მონაცემებით, მაგნეტიტი გვხვდება ყველგან ტიტანომაგნეტიტის დაშლის სტრუქტურებში. თუ ტიტანომაგნეტიტის დაშლის ტემპერატურა (მაგნეტიტამდე)

დაბალია კიურის ტემპერატურაზე, მაშინ მაგნეტიც შეუძლია შეიძინოს როგორც პარციალური, ისე ქიმიური დამაგნიტება. თუ ტიტანომაგნეტიცის დაშლის ტემპერატურა მისი კიურის ტემპერატურაზე მაღალია, მაშინ მაგნეტიტი შეიძენს სრულ ან პარციალურ თერმოდამაგნიტებას, რომელიც ქანში არის ყველაზე ადრე მიღებული დამაგნიტება. ამ დროს ქიმიური დამაგნიტება შეიძლება გამოირიცხოს, რადგან მაღალ ტემპერატურაზე წარმოქმნილი ქიმიური დამაგნიტება მცირეა პარციალურ დამაგნიტებასთან შედარებით /121/.

მაგნეტიცის დამაგნიტების ტემპერატურის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იქნა, როგორც მაგნიტური, ისე არამაგნიტური მეთოდები. ელექტრონული მიკროსკოპით გამოკვლევის დროს აღმოჩნდა, რომ ქანებში თხელთან ერთად გვხვდება ილმენიტის საკმაოდ მსხვილი ფირფიტები, სისქით 8 და მეტი მიკრონი, ეს კი მეტყველებს საწყისი დაშლის უფრო მაღალ, ვიდრე დაბალ ტემპერატურაზე.

ქანების კოერციტიული სპექტრების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ქანები, რომლებიც შეიცავენ მაგნეტიცის დიდ რაოდენობას, მათი  $N_t$  კოეფიციენტი დაბალია და ტოლია 0,1-0,16 (სურ. 40ა), ხოლო იმ ნიმუშებში, რომლებშიც მაგნეტიტი ნაკლებია, კოეფიციენტი  $N_t \geq 0,2$  (სურ. 40ბ).



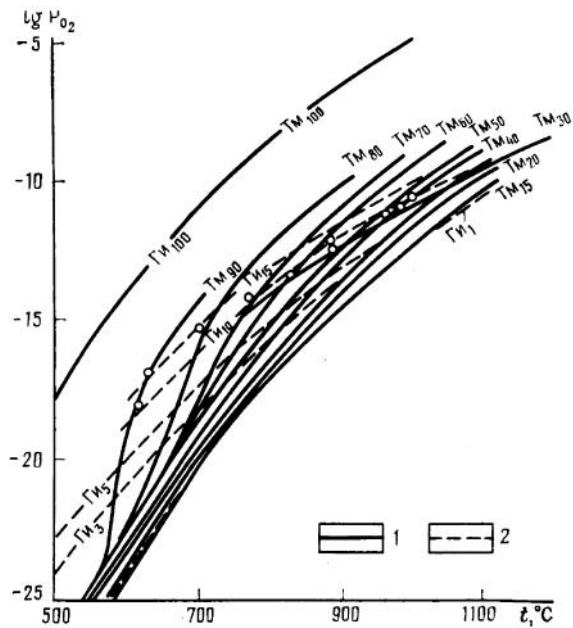
სურ. 40 ა,ბ. კოერციტიული სპექტრი ბუნებრივი (1) და ნულოვანი მდგომარეობის (2) დროს, ტემპერატურამგრძობიარე კოეფიციენტი  $N_t$ -ს განსაზღვრისათვის



შესაბამისად, მაგნეტიტი დამაგნიტდა  $\approx 500^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე.  $N_1$ -ს დაბალი მნიშვნელობები მიღებულია იმ ნიმუშებზე, სადაც მაგნეტიტი დიდი რაოდენობითაა.

როგორც აღრე იყო აღნიშნული, აჭარის ინტრუზივები საკმაოდ დიდი მოცულობისაა. ისინი ცივდებოდნენ დიდი ხნის განმავლობაში (მილიონი წლები), ამიტომ ამ ქანებში ტიტანომაგნეტიტის დაშლა და დაჟანგვა დიდი ხნის განმავლობაში მიმდინარეობდა. შედეგად ფერომაგნეტიტის ფაზური შემადგენლობა ხასიათდება ცვლადი და ხშირად დაბალი  $N_1$  კოეფიციენტით /97/.

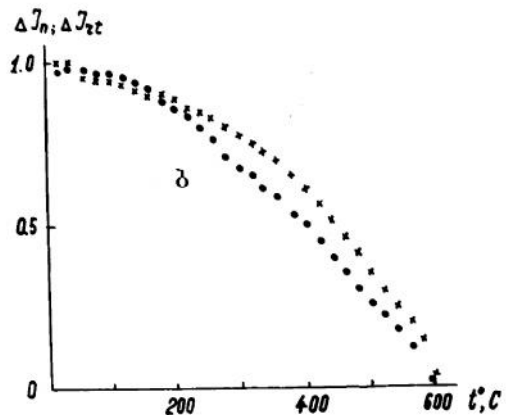
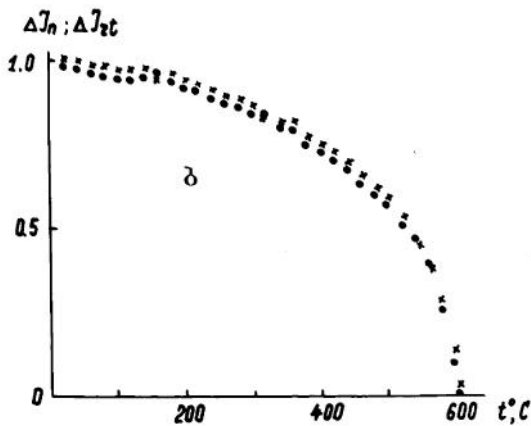
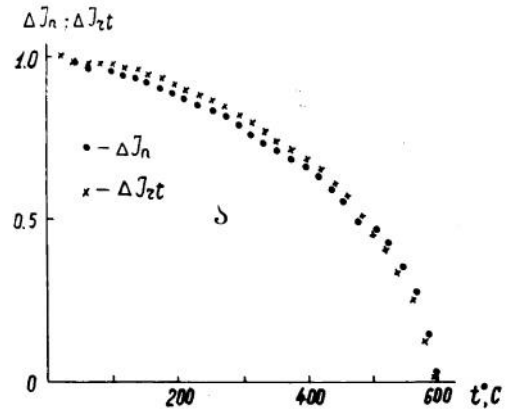
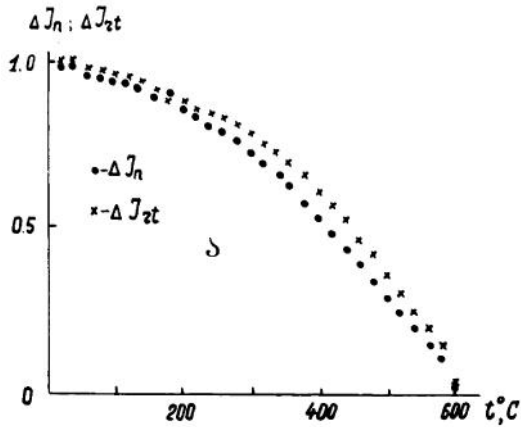
ელექტრონული მიკროსკოპით და ლინდსის დიაგრამით განსაზღვრული იქნა მაგნეტიტის და ჰემოილმენიტების დაშლის ტემპერატურა (სურ. 41).



სურ. 41. ტიტანომაგნეტიტის მყარი სითხის (1) და ჰემოილმენიტის (2) შემადგენლობა ტემპერატურის  $t$  და ჟანგბადის აქროლადობასთან  $\text{PO}_2$  დამოკიდებულებით (ა. ბადლინგტონის მიხედვით). ტიტანომაგნეტიტის ( $T_M$ ) და ჰემოილმენიტის ( ) ინდექსად აქვს მაგნეტიტის და ჰემატიტის შემცველობა %-ში.

ლინდსის მეთოდით ტიტანომაგნეტიტის დაშლის ტემპერატურა აღმოჩნდა  $600^{\circ}\text{C}$ -ის რიგის. გამომდინარე იქიდან, რომ მაგნეტიტი წარმოდგენილია როგორც ერთი, ისე მრავალდომენიანი მარცვლებით /26/ შესაძლებელი გახდა გვესარგებლა ქანების დამაგნიტების ტემპერატურის განსაზღვრისათვის თერმო და პარციალური დამაგნიტების მეთოდით. ამ მიზნით საწყისი ნიმუში გავახურეთ ტიტანომაგნეტიტის კიურის ტემპერატურამდე ( $400-500^{\circ}\text{C}$ ) და შემდეგ გავაცივეთ ველის გარეშე, შედეგად ნიმუში ნაწილობრივ განმაგნიტდა, ამასთან

ერთად, დარჩენილი დამაგნიტება ეკუთვნოდა მაგნეტიტს, რომელსაც დავარქვით  $\Delta I_n$  დამაგნიტება. შემდგომში ნიმუშის განმეორებითი გახურების შემდეგ, მაგრამ უკვე მაგნეტიტის კიურის ტემპერატურამდე, მივიღეთ  $\Delta I_n(t^\circ)$ -ს მრუდი. ასეთივე პროცედურა გავიმეორეთ თერმოდამაგნიტების მქონე ნიმუშზე და მივიღეთ  $\Delta I_n(t^\circ)$ -ის მრუდი. სურ. 40, 41-ზე მოყვანილია ეს მრუდები სხვადასხვა ინტრუზიული სხეულებისათვის. როგორც სურათებიდან ჩანს, მრუდები პრაქტიკულად ერთხვევა ერთმანეთს.



სურ. 42.  $I_n(t^\circ)$  და  $I_{zt}(t^\circ)$  მრუდები.  
ა. ჭალათის, ბ. ნამონასტრევის ინტრუზივი

სურ. 43.  $I_n(t^\circ)$  და  $I_{zt}(t^\circ)$  მრუდები.  
ა. უჩამბოს, ბ. მერისის ინტრუზივი

ნიმუშების ნაწილის თერმოდამაგნიტება, რომელიც მიღებულია ლაბორატორიაში, პრაქტიკულად ტოლია მათი ბუნებრივი ნარჩენი დამაგნიტების ხოლო  $\Delta I_n$  და  $\Delta I_n$  ასევე ერთმანეთთან ახლოსაა. ცხრილში 4 წარმოდგენილია  $I_n / I_n$  და  $\Delta I_n / \Delta I_n$  ფარდობები სხვადასხვა ინტრუზიული სხეულებისათვის. ზემოთ აღწერილი ყველა ექსპერიმენტალური შედეგი ამტკიცებს, რომ მაგნეტიტს აქვს თერმოდამაგნიტება. ნიმუშების კოლექციაში, რომელთა  $I_n$  მნიშვნელოვნად მცირეა, გამოირჩევიან მაგნიტის დიდი შემცველობით.

ცხრილი 4

ნიმუშის №	ინტრუზიული სხეული	$I_z/I_n$	$\Delta I_z/\Delta I_n$
3	ნამონასტრევი	0,72	0,62
8		0,59	
13		1,46	
20		1,50	
89	მერისი	0,92	1,50
90		1,04	
101		0,72	
22	ჭალათი	1,04	1,68
25		0,92	
69	უჩამბო	0,63	1,36
80		0,98	

ზემოთ წარმოდგენილი ექსპერიმენტების შედეგები იძლევა შესაძლებლობას დავასკვნათ, რომ აჭარის ინტრუზიულ ქანებში დაფიქსირებული მაგნეტიტის ნარჩენი დამაგნიტების მიმართულება შეიძლება გამოყენებული იქნეს პალეომაგნიტური კვლევებისათვის.

### 3.2. ნარჩენი დამაგნიტების პირველადი მიმართულების განსაზღვრა

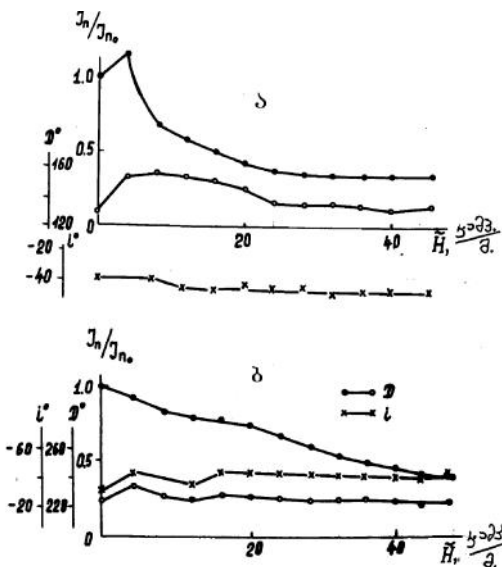
აჭარის ტერიტორიაზე ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა ექვსი ჭრილი, აქედან ხუთი ინტრუზიულ და ერთი ეფუზიურ ქანებში.

#### ჭრილი 1. ნამონასტრევის ინტრუზიული სხეული.

ჭრილში აღებული იქნა 20 ორიენტირებული შტუფი. სულ მალა პიპსომეტრიულ დონეზე ქანებს აღმოაჩნდათ ნარჩენი დამაგნიტების  $I_n$  უარყოფითი პოლარობა ( $R$ ), ხოლო უფრო დაბალ დონეზე დადებითი ( $R$ ) პოლარობა. უარყოფითი პოლარობის ქანების სიმძლავრე არ აჭარბებს პირველ ათეულ მეტრს, იმ დროს, როდესაც დადებითად დამაგნიტებული ქანების სიმძლავრე ბევრად დიდია, ხოლო ლატერალურად რამდენიმე ასეულ მეტრზე გრძელდება.

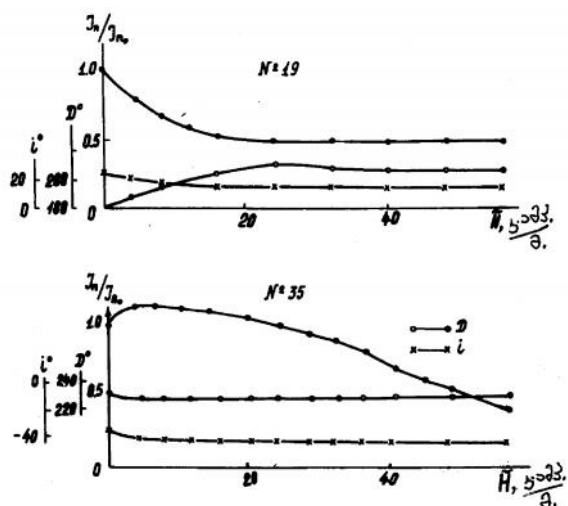
ცვლადი მაგნიტური ველით განმაგნიტების მრუდები ამ ჭრილის თითოეული ჯგუფის ( $N$  და  $R$ ) ქანებისათვის შეიძლება დავეყოს ორ ჯგუფად. პირველი ჯგუფის  $R$ -ქანებში, მცირე ველებში (3,9-7,9 კ.ა/მ), დაიკვირვება ნარჩენი დამაგნიტების მომეტება (სურ. 44ა). შემდეგ განმაგნიტების მრუდი ასიმპტოტიურად უახლოვდება აბსცისის ღერძს. საშუალო მედიანური დამანგრეველი ველი, რომელიც ანადგურებს ნარჩენი დამაგნიტების ნახევარს,

შეადგენს 15,9-19,9კ.ამპ./მ., ხოლო  $I_n$ -ის მიმართულება ხდება სტაბილური, დაწყებული 11,9კ.ამპ./მ ველიდან.  $R$ -ქანების მეორე ჯგუფი ხასიათდება იმით, რომ  $I_n$ -ის სიდიდე ცვლადი ველით განმაგნიტების დროს დასაწყისიდანვე თანდათანობით მცირდება (სურ. 44ბ), ხოლო მისი მიმართულება 15,9კ.ა/მ ველიდან დაწყებული სტაბილურია.



სურ. 44 ა,ბ. ცვლად მაგნიტურ ველში ნამონასტრევის ინტრუზივის ნიმუშების განმაგნიტების მაგალითი

ნამონასტრევის ინტრუზივის პირველი ჯგუფის  $N$ -ქანები ხასიათდებიან, მცირე ველებში, ქანების დამაგნიტების შემცირებით, საწყისი დამაგნიტებიდან 50%-მდე, ხოლო შემდეგ მდორედ მცირდება (სურ. 45, ნიმუში №19).



სურ. 45. ცვლად მაგნიტურ ველში ნამონასტრევის (ნიმ. 19) და ჭკალათის ინსტრუზივის (ნიმ. 35) განმაგნიტების მაგალითი.

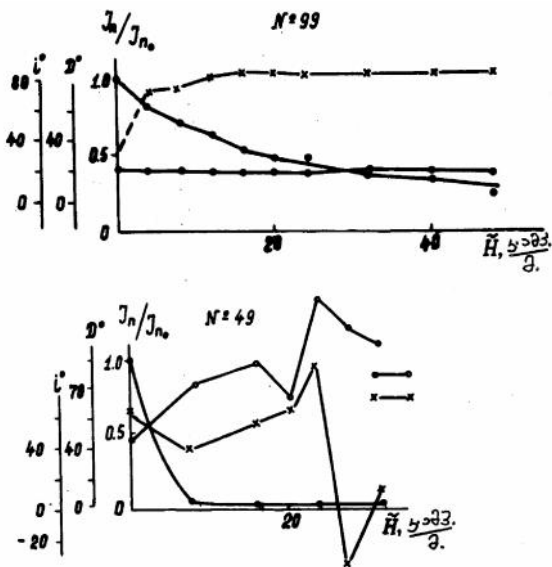
მეორე ჯგუფის  $N$ -ქანები ამავე ჯგუფის  $R$ -ქანების მსგავსია. როგორც  $N$ , ისე  $R$  ქანების მედიანური ველი შეადგენს 19,9 კ.ამპ./მ.-ს.

**ჭრილი 2. ჭალათის ინტრუზიული სხეული.**

ჭალათის ინტრუზივიდან აღებული იქნა 22 ორიენტირებული შტუფი, ყველა ისინი აღმოჩნდა უარყოფითად დამაგნიტებული. ამ ჭრილის ნიმუშების განმაგნიტების დროს აღმოჩნდა, რომ ნარჩენი დამაგნიტება ძლიერ სტაბილურია და მდორედ იცვლება ცვლადი მაგნიტური ველის მოქმედების შედეგად. მცირე ველებში  $I_n$ -ის სიდიდე თითქმის ყველა შემთხვევაში დასაწყისში იზრდება, ხოლო შემდეგ მცირდება, მაგრამ ისე, რომ 47,8 კ.ამპ./მ. ველში რჩება საწყისი მნიშვნელობის 40-50% (სურ. 45, ნიმუში №35). ველის საშუალო მედიანური ველი  $h_m = 47,8$  კ.ამპ./მ.  $I_n$ -ის მიმართულება 4 კ.ამპ./მ ველში მცირედ იცვლება, ხოლო შემდეგ რჩება მუდმივი.

**ჭრილი 3. მერისის ინტრუზიული სხეული (მდ. აკავერეთას მარჯვენა ნაპირი).**

ამ ჭრილში აღებული ნიმუშები, გამონაკლისის გარეშე, აღმოჩნდა პირდაპირდამაგნიტებული (ჭრილში აღებული იქნა 15 ორიენტრებული ნიმუში), ცვლად მაგნიტურ ველში განმაგნიტების დროს ქანები გაიყო ორ ჯგუფად, ნამონასტრევის ინტრუზივის პირდაპირ დამაგნიტებული ქანების მსგავსად (შეადარეთ სურ. 45, ნიმუში №19, სურ. 46 ნიმ. №99). ამ ქანების საშუალო მედიანური დამანგრეველი ველი იცვლება ინტერვალში 15,9-19,9 კ.ამპ./მ.



სურ. 46. ცვლად მაგნიტურ ველში მერისის (ნიმ. 99 და 49) ინტრუზივის განმაგნიტების მაგალითი.

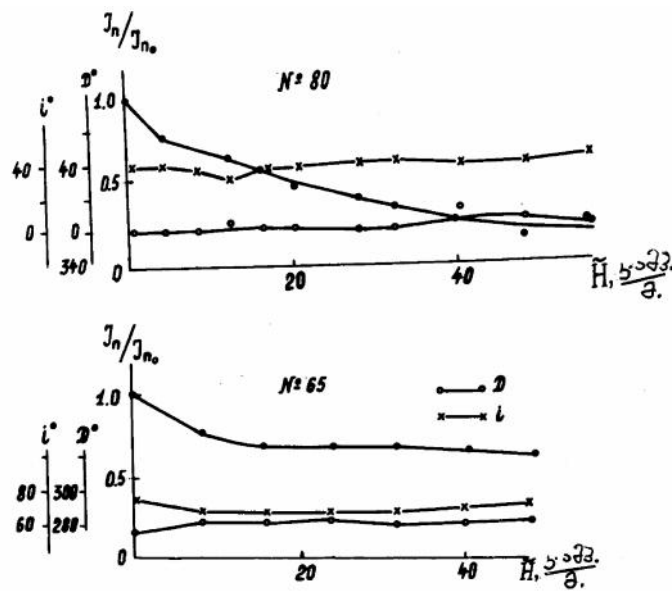
**ჭრილი 4. მერისის ინტრუზიული სხეული (მდ. აკაერეთას მარცხენა ნაპირი).**

ამ ჭრილში ქანების გამოკვლევის შედეგებს (აღებული იქნა 13 ორიენტირებული ნიმუში) არ განვიხილავთ, რადგან მათი ნარჩენი დამაგნიტება არასტაბილური აღმოჩნდა, როგორც სიდიდით, ისე მიმართულებით (იხ. სურ. 46, ნიმუში №49).

როგორც შემდეგ აღმოჩნდა, ნიმუშები აღებული იქნა რღვევის ზონიდან.

**ჭრილი 5. უჩამბოს ინტრუზიული სხეული.**

ამ ჭრილში აღებული იქნა 12 ორიენტირებული შტუფი, რომლებიც აღმოჩნდნენ პირდაპირდამაგნიტებულები. ამ ჭრილის ქანები  $I_n$ -ის სიდიდით და განმაგნიტების მრუდების სახით მსგავსია მესამე ჭრილის ქანების (იხ. სურ. 46, ნიმუში №99 და სურ. 47, ნიმუში №80). ამ ქანების საშუალო მედიანური დამანგრეველი ველი ტოლია 19.9 კ.ა/მ.



სურ. 47. ცვლად მაგნიტურ ველში უჩამბოს ინტრუზივის (№80) და ეფუზივის (№65) განმაგნიტების მაგალითები.

**ჭრილი 6. (სოფ. ცინარეთის ახლოს).**

ამ ჭრილის ქანები ეფუზივებითაა წარმოდგენილი. მათი ნარჩენი დამაგნიტება ძლიერ სტაბილურია, როგორც სიდიდით, ისე მიმართულებით (იხ. სურ. 47, ნიმუში №65) და აქვთ პირდაპირი დამაგნიტება. ამ ნიმუშების ნაწილზე ლაბორატორიაში ჩავატარეთ ტემპერატურული „წმენდა“. გახურებას ვაწარმოებდით თანმიმდევრულად 250, 400, 450 და 520°C ტემპერატურამდე. ამავე დროს, ვაკვირდებოდით, თუ როგორ იცვლებოდა  $I_n$ -ის მიმართულება

სხვადასხვა ტემპერატურაზე. აღმოჩნდა, რომ მაგნეტიტის ნარჩენი დამაგნიტების მიმართულება, რომელიც ქანმა თავიდან შეიძინა, გაცივების დროს მაღალი ტემპერატურიდან 520°C-მდე კარგად ემთხვევა იმ მიმართულებას, რომელიც ქანმა მიიღო ცვლად ველში ამპლიტუდით 24 კ.ამპ/მ. და მეტი.

ამრიგად, აჭარის მაგმური ქანების ლაბორატორიულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ამ ქანების გაწმენდა 24 კ.ამპ/მ. სიდიდის ცვლადი მაგნიტური ველით საკმარისია, რათა გამოყოფილი იქნეს პირველადი დამაგნიტება.

თითოეული ჭრილის საწყისი ნარჩენი დამაგნიტების  $I_n^{\circ}$  საშუალო პალეომაგნიტური მიმართულებები, თანამედროვე კოორდინატთა სისტემაში, რომელიც მიღებულია ნიმუშების 24 კ.ამპ/მ. ცვლად ველში და საშუალო სიდიდეების სტატისტიკური შეფასების ცდომილებები მოცემულია ცხრილში 5, სადაც  $K$  არის ვექტორების დაჯგუფების ზომა, ხოლო  $r$  – წრიული კონუსის ცენტრალური კუთხის ნახევარი, რომელიც აღიწერება ვექტორის საშუალო მდებარეობის ირგვლივ ფიშერის სტატისტიკაში.

ცხრილი 5

ჭრილის სახელი	ნიმუშის ადების კოორდინატები		ნიმუშის რაოდენობა	$I_n^{\circ}$ -ის მიმართულება				პოლარობა	ვებ-ის კოორდინატები	
	{	}		$D^{\circ}$	$\chi^{\circ}$	$K$	$r_{95}$		$\Phi^{\circ}$	$\Lambda^{\circ}$
ჭალათი	41°15	42°15	12	133	-67	30	7	R	-57	162
ნამონასტრევი (ზედა ჰორიზონტი)	41°15	42°30	8	164	-42	17	12	R	-68	83
ნამონასტრევი (ქვედა ჰორიზონტი)	41°15	42°30	8	242	75	7	19	N	25	15
უჩამბო მერისი	41°35	42°40	9	322	56	104	5	N	61	315
	41°30	42°00	10	349	65	23	9	N	81	348

### 3.3. პალეომაგნიტური კვლევების შედეგების ინტერპრეტაცია

როგორც ცხრილი 5-დან ჩანს, ჭალათის ინტრუზიული ქანები შებრუნებულადაა დამაგნიტებული, ხოლო მერისის და უჩამბოს ინტრუზივების – პირდაპირ. ნამონასტრევის ინტრუზივში გვხვდება როგორც შებრუნებულად (ზედა ჰორიზონტი), ისე პირდაპირ (ქვედა ჰორიზონტი) დამაგნიტებული ქანები. ცნობილია, რომ შებრუნებული დამაგნიტება გამოწვეულია ან თვითშებრუნებით (თვითშებრუნების ჰიპოთეზა), ან კიდევ გეომაგნიტური ველის ინვერსიით (ინვერსიის ჰიპოთეზა), მაგრამ ეს თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში მოითხოვს დამტკიცებას.

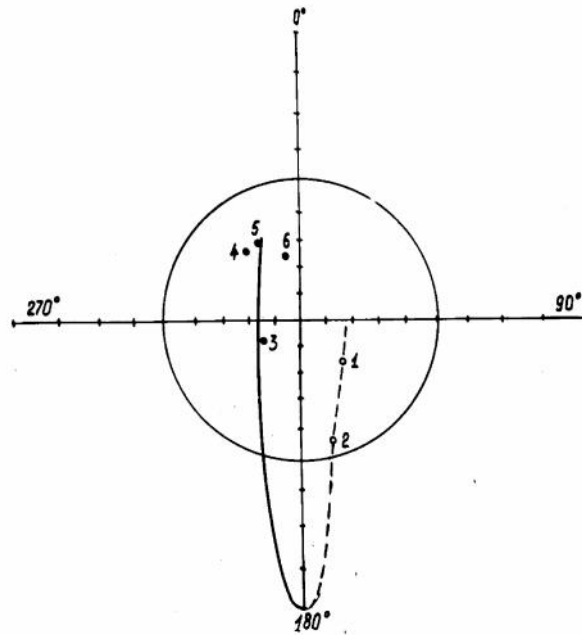
ბუნებრივი ნარჩენი დამაგნიტების თვითშებრუნების შესაძლებელი მექანიზმი განხილულია ლ. ნეელის მიერ /190/.  $I_n$ -ის თვითშებრუნება ექსპერიმენტალურად იქნა დადასტურებული /110/. უფრო მეტიც, არის შემთხვევები, როცა შებრუნებული დამაგნიტება შეიძლება აიხსნას მხოლოდ თვითშებრუნებით. ამის მაგალითია ანგაროილიმის უარყოფითი მაგნიტური ანომალია /190/. მიუხედავად ამისა, ხშირ შემთხვევაში  $I_n$ -ის უარყოფითი პოლარობა ვერ იხსნება თვითშებრუნებით. მრავალრიცხოვანი ფაქტიური მასალის შესწავლამ აჩვენა, რომ 176 შესწავლილი შემთხვევიდან მხოლოდ სამი შემთხვევა შეიძლება აიხსნას თვითშებრუნებით /140/, დანარჩენ შემთხვევებში უარყოფითი პოლარობა აიხსნება როგორც გეომაგნიტური ველის ინვერსიის შედეგი. ამ დასკვნის სასარგებლოდ მოწმობენ შემდეგი ფაქტები. 1. ყველგან, ერთი და იგივე ასაკის ქანებს, აქვთ პირველადი დამაგნიტება, რომლის პოლარობა არის იმ დროის გეომაგნიტური ველის მიმართულების შესაბამისი. 2. ინტრუზივებით და ლავებით დამწვარი კონტაქტური ქანები, მიუხედავად მისი შემადგენლობის და  $I_n$ -ის საწყისი მიმართულებისა, დამაგნიტებულია იგივე მიმართულებით, როგორც ინტრუზივები და ლავები /180/.

აჭარის ინტრუზიული ქანების უარყოფითი მიმართულების დამაგნიტების ასახსნელად, დეტალურად იქნა განხილული პირდაპირ და შებრუნებულად დამაგნიტებული ქანების შემადგენლობა და სტრუქტურა, აგრეთვე მაგნიტური თვისებები.  $N$  და  $R$  ქანების შედარებამ აჩვენა, რომ მათ შორის არსებითი განსხვავება არ არის. აქედან გამომდინარე, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ნამონასტრევის და ჭალათის ინტრუზიული ქანების უარყოფითი დამაგნიტება გამოწვეულია გეოფიზიკური მიზეზებით – გეომაგნიტური ველის მიმართულების შეცვლით.

სურ. 48-ზე დატანილია შესწავლილი ინტრუზიული სხეულების საშუალო პალეომაგნიტური მიმართულებები. სურათიდან ჩანს, რომ პირველადი დამაგნიტების ყველა მიმართულება (გარდა მერისის ინტრუზივისა) დალაგდა დიდი წრის ერთ რკალზე, რომელიც აერთებს  $N$  და  $R$  მიმართულებებს. უნდა აღინიშნოს, რომ ნამონასტრევის ინტრუზივის ქანები, როგორც  $N$  ისე  $R$  მიმართულების, მიუხედავად მათი  $I_n$ -ის მიმართულების არსებითი განსხვავებისა სხვა ინტრუზივებისაგან, ასევე მოხვდნენ ამ რკალზე. ამ დროს შესაძლებელია ინტერპრეტაციის ორი ვარიანტი: 1. მიუხედავად იმისა, რომ ინტრუზიულ ქანებს აქვთ თერმონარჩენი დამაგნიტება, მათ თანამედროვე გეომაგნიტურ ველში



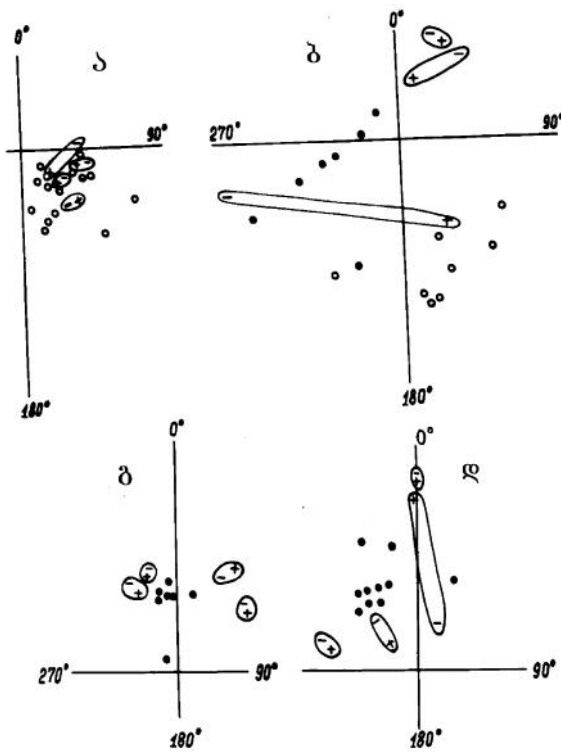
განიცადეს, რაღაც ხარისხით, გადამაგნიტება. 2. დიდი წრის რკალზე წერტილები არის გეომაგნიტური ველის საშუალო მიმართულებები, გეომაგნიტური ველის ინვერსიამდე, ინვერსიის დროს და ინვერსიის შემდეგ. მონაცემების ერთობლივი განხილვით ეს მეორე ვარიანტი ჩვენ უფრო ალბათურად გვეჩვენება. მერისის ინტრუზივის  $I_n$ -ის მიმართულების განსხვავება შეიძლება ახსნილი იყოს როგორც ტექტონიკური გადაადგილება.



სურ. 48. აჭარის ინტრუზიული ქანების ნარჩენი დამაგნიტების  $I_n^\circ$  პალეომაგნიტური მიმართულებები. 1. ჭალათი; 2. ნამონასტრევი (ნიმუშები შებრუნებული დამაგნიტებით); 3. ნამონასტრევი (ნიმუშები პირდაპირი დამაგნიტებით); 4. უჩამბო; 5. ეფუზიური ქანები; 6. მერისი.

განვიხილოთ დეტალურად შესწავლილი ქანების ნარჩენი დამაგნიტების განაწილების დიაგრამა და ვეცადოთ გავიგოთ როგორ დამაგნიტდნენ ინტრუზივები, დედამიწის მაგნიტური ველის დინამიკის მხედველობაში მიღებით.

სურ. 49-ზე დატანილია ქანების პირველადი დამაგნიტების  $I_n^\circ$  პალეომაგნიტური მიმართულებები, მიღებული 24 კ.ამპ./მ. ცვლადი ველის ზემოქმედებით. ჩაკეტილი ხაზით შემოვლებულია დამაგნიტების მიმართულება, რომელიც ქანმა მიიღო გაცივების დროს 500-დან 400°C (+) და 400-დან 250°C (-) ტემპერატურაზე.



სურ. 49.  $I_n$ -ის მიმართულება, ცვლადი მაგნიტური ველით და ტემპერატურით გაწმენდის შემდეგ. ა, ბ, გ, დ – ინტრუზიული სხეულები, შესაბამისად: ჭალათი, ნამონასტრევი, მერისი, უჩამბო: N- და R- ქანები, ცვლადი ველით გასუფთავების დროს. (-, +) – მაგნეტიტის და ფეროშპინელის  $I_n$ -ის მიმართულება ტემპერატურული წმენდის დროს.

როგორც ცხრილი 5-დან ჩანს, პირველადი დამაგნიტების მიმართულების განაწილების მიხედვით ინტრუზიული სხეულები ერთმანეთისაგან რამდენადმე განსხვავდებიან. ჭალათის ინტრუზივის ყველა ნიმუში შებრუნებულადაა დამაგნიტებული. მათი დამაგნიტების მიმართულება ნიმუშების გაწმენდის შემდეგაც ახლოსაა ერთმანეთთან ( $K=30$ ), ამავე დროს რჩება შებრუნებული. ინტრუზივის გაცივება მაღალი ტემპერატურიდან  $250^{\circ}\text{C}$ -მდე მიმდინარეობდა მრავალი ასეული და შეიძლება მილიონი წლების განმავლობაში, უარყოფითი მიმართულების წყნარ მაგნიტურ ველში. ეს კი მტკიცდება ქანების  $520$ -დან  $400$ -მდე და  $400$ -დან  $250^{\circ}\text{C}$ -მდე ნიმუშების გაცივების დროს ქანების მიერ შექმნილი დამაგნიტების მიმართულებების კარგი დამთხვევით (სურ. 49ა).

ნამონასტრევის ქანების პირველადი დამაგნიტების  $I_n$  შესწავლამ აჩვენა, რომ ნარჩენი დამაგნიტების ვექტორი თანდათანობით შემობრუნდა უარყოფითი მიმართულებიდან ( $D_{\text{ბ.ა.}} = 164^{\circ}$ ,  $j_{\text{ბ.ა.}} = -42^{\circ}$ ), გაიარა შუალედური ( $D_{\text{ბ.ა.}} = 242^{\circ}$ ,  $j_{\text{ბ.ა.}} = 75^{\circ}$ ) და უკვე ინტრუზივის ქვედა ჰორიზონტების გაცივების დროს მიიღო

თანამედროვე მაგნიტური ველის მიმართულება ( $D_{\text{მაგ.}} = 349^\circ$ ,  $j_{\text{მაგ.}} = 65^\circ$ ). გარდა ამისა, ნამონასტრევის ინტრუზივის ქანებში დაიკვირვება დამაგნიტების იმ მიმართულების დიდი გაბნევა, რომელიც ქანმა მიიღო 520-დან 400-მდე და 400-დან  $250^\circ\text{C}$  ტემპერატურაზე, რაც უჩვენებს დედამიწის მაგნიტური ველის არსებით ცვლილებებს ამ პერიოდში.

უჩამბოს ინტრუზივის ქანებს აქვთ პირდაპირი დამაგნიტება სურ. 49, თუმცა დაიკვირვება დამაგნიტების მიმართულების გაბნევა ქანების 520-დან 400-მდე და 400-დან  $250^\circ\text{C}$  ტემპერატურაზე გაცივების დროს. როგორც ჩანს, ამ ინტრუზივის ჩამოყალიბება მოხდა გეომაგნიტური ველის დადებითი პოლარობის დროს, თუმცა ველის მიმართულება მნიშვნელოვნად იცვლებოდა ქანების  $250^\circ\text{C}$ -მდე გაცივების განმავლობაში.

მერისის ინტრუზივის ქანები დამაგნიტებულია პირდაპირ და დიაგრამაზე (სურ. 49გ) ჯგუფურად არიან განლაგებული ( $K = 23$ ). დამაგნიტების მიმართულებები, რომლებიც შექმნილია ქანის მიერ 520-დან 400-მდე და 400-დან  $250^\circ\text{C}$  ტემპერატურამდე გაცივების დროს, ერთმანეთთან ახლოსაა (პრაქტიკულად ერთმანეთს ემთხვევა). თუ ამას ჩავთვლით მაგნიტური ველის წყნარ რეჟიმად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მერისის ინტრუზივი ჩამოყალიბდა დადებითი მიმართულების გეომაგნიტურ ველში.

ერთი და იგივე ინტრუზივში პირდაპირი, შებრუნებული და შუალედური დამაგნიტება ამტკიცებს ინტრუზივის ჩამოყალიბების პერიოდში გეომაგნიტური ველის ინვერსიის ფაქტს. მიგვაჩნია, რომ ნამონასტრევის ინტრუზივში არის დედამიწის მაგნიტური ველის ინვერსიის ანაბეჭდი. ჩვენი გამოკვლევები ადასტურებენ გეოლოგების შეხედულებას აჭარის ინტრუზიული მაგმატიზმის მრავალფაზურობის შესახებ.

ამრიგად, ჩატარებული კვლევების შედეგების მიხედვით შეიძლება წარმოვიდგინოთ გეომაგნიტური ველის მდგომარეობა აჭარის ინტრუზივების ჩამოყალიბების პერიოდში, სახელდობრ: 1. სტაციონალური გეომაგნიტური ველი, როგორც პირდაპირი, ისე შებრუნებული პოლარობის; 2. გეომაგნიტური ველის პოლარობის შეცვლა (ინვერსია).

აჭარის ინტრუზივების ასაკი დათარიღებულია გვიანი ეოცენით /11/. პალეომაგნიტური მონაცემებით /140/ გეომაგნიტური ველი, ამ პერიოდში ხასიათდება მიმართულების მრავალჯერადი შეცვლით. შრომაში /117/ აღნიშნულია, რომ  $I_n$ -ის მყარი შებრუნებული პოლარობა დამახასიათებელია ეოცენის ქვედა და შუა პერიოდებისათვის.

პალეომაგნიტური სკალის ამ ინტერვალში დაფიქსირებულია პირდაპირი პოლარობის მხოლოდ ერთი  $N$ -ზონა, ქვედა ეოცენის დასაწყისის ახლოს და მცირე სუბზონა, მის შუა ნაწილში. ზედა ეოცენის პალეომაგნიტური ჭრილის აგებულება არაა მთლად ნათელი, თუმცა იქმნება შთაბეჭდილება, რომ მასში მნიშვნელოვანი როლი უკავიათ პირდაპირი პოლარობის ქანებს.

პალეოგენის ასაკის ქანებში პირდაპირ და შებრუნებულად დამაგნიტებული ზონების მონაცვლეობა დაფიქსირებულია საქართველოში /36/, აზერბაიჯანში /47/, თურქმენეთში /45/, სომხეთში /101/ და მსოფლიოს მრავალ რეგიონში /140/.

ა. კარახანიანის მიერ /101/ შედგენილ პალეომაგნიტურ სკალაზე სომხეთის ტერიტორიაზე (მცირე კავკასიონი) აღინიშნება შვიდი პირდაპირ და ექვსი შებრუნებულად დამაგნიტებული ზონა. ასევეა მცირე კავკასიონის ჩრდილოეთ მხარეს, სადაც მრავლადაა ერთი და იგივე ლაგურ ნაკადში, როგორც  $N$ , ისე  $R$  ზონები /96, 183, 189/.

აჭარის სხვადასხვა ინტრუზიული სხეულის გეომაგნიტური პოლუსების გეოგრაფიული კოორდინატები  $\Phi$  - განედი და  $\Lambda$  - გრძედი გაანგარიშებული იქნა ფორმულებით /140/:

$$\sin \{ = \sin \{ \cdot \sin \{ _m + \cos \{ \cdot \cos \{ _m \cdot \cos D ;$$

$$\sin \{ = \cos \{ _m \cdot \sin D / \cos \{ ;$$

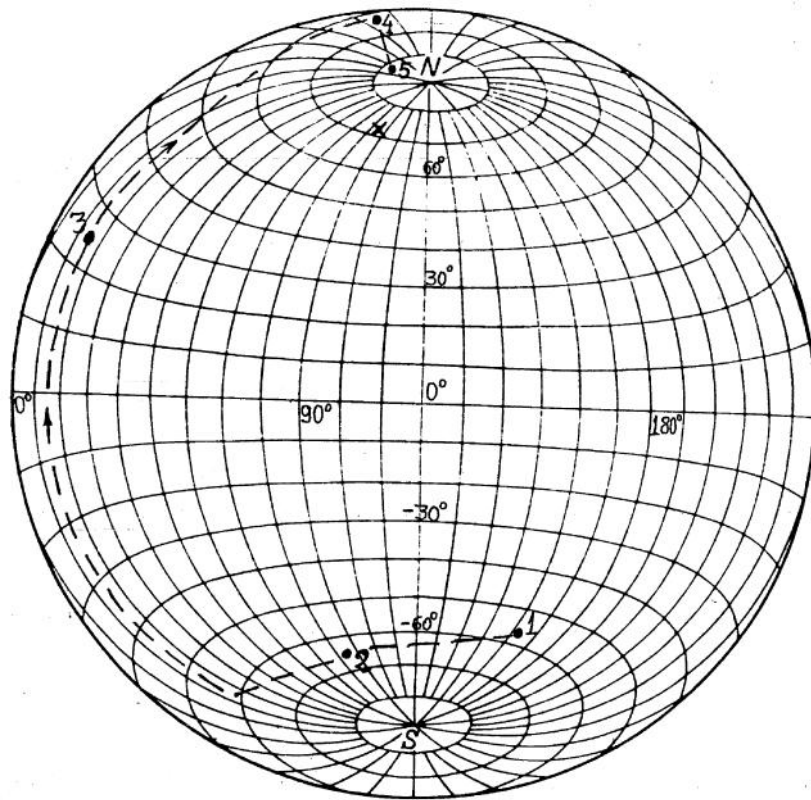
$$\Phi \geq 0^\circ ; \Psi \leq 90^\circ , \text{ სადაც } \Psi = \Lambda - \{ ,$$

თუ  $\sin \{ _m \geq \sin \{ \cdot \sin \Phi$  ან  $\{ = 180 - (\Lambda - \{)$ , თუ  $\sin \{ _m < \sin \{ \cdot \sin \Phi$   $tg \{ _m = \frac{1}{2} tg \{$

სადაც  $\{$  და  $\{ _m$  არის გეოგრაფიული და გეომაგნიტური განედი შესაბამისად, ხოლო  $\}$  - დაკვირვების წერტილის განედი.

გამოკვლევების შედეგად მიღებულია შემდეგი გეოგრაფიული კოორდინატები: ჭალათის ინტრუზივისათვის:  $\Phi = -57^\circ$ ,  $\Lambda = 162^\circ$ ; ნამონასტრევის ინტრუზივისათვის:  $\Phi = -68^\circ$ ,  $\Lambda = 83^\circ$  და  $\Phi = 25^\circ$ ,  $\Lambda = 15^\circ$ ; მერესის ინტრუზივის -  $\Phi = 81^\circ$ ,  $\Lambda = 348^\circ$ ; უჩამბოს ინტრუზივისათვის  $\Phi = 61^\circ$ ,  $\Lambda = 315^\circ$ .

სურ. 50-ზე ნაჩვენებია ვირტუალური გეომაგნიტური პოლუსის მიგრაციის ტრაექტორია. ჩვენი კვლევების შედეგად წარმოდგენილი სურათი, ბუნებრივია, წერტილების სიმცირის გამო, იძლევა მაგნიტური პოლუსის მიგრაციის სქემატურ წარმოდგენას. უფრო ზუსტი ინფორმაციის მიღება კი შეიძლება ინტრუზივების უფრო დეტალური შესწავლით.



სურ. 50. აჭარის ინტრუზიული ქანების მონაცემებით, ვირტუალური გეომაგნიტური პოლუსის მიგრაციის ტრაექტორია.  
 1-ვირტუალური პოლუსი R (წერტილი 1,2) და N (წერტილი 3,4,5) ქანების. X-თანამედროვე დედამიწის ჩრდილოეთი მაგნიტური პოლუსის მდებარეობა.

სომხეთის, აზერბაიჯანის და შუა აზიის პალეოგენის ასაკის ვირტუალური გეომაგნიტური პოლუსების შედარებამ, ჩვენს მონაცემებთან, დაამტკიცა მათი ურთიერთ მსგავსება. მიუხედავად ამისა, ძნელია ვთქვათ, რომელ გეომაგნიტურ ინვერსიასთან არის დაკავშირებული აჭარის ინტრუზიების დამაგნიტება. ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები გვაძლევს უფლებას ვთქვათ, რომ ჭალათის ინტრუზივი ჩამოყალიბდა პირველი, ამ დროს გეომაგნიტურ ველს ჰქონდა უარყოფითი პოლარობა (იხ. სურ. 48, წერტილი 1). უარყოფითი პოლარობის გეომაგნიტურ ველში მოხდა ნამონასტრევის ინტრუზივის შემოჭრაც (წერტილი 2), მაგრამ მისი გაცივება მიმდინარეობდა გეომაგნიტური ველის ინვერსიის პერიოდში (წერტილი 3). შემდეგ, როცა მაგნიტურმა ველმა მიიღო დადებითი მიმართულება (წერტილი 4), მაგრამ მისი ცვლილებები ჯერ კიდევ იყო მნიშვნელოვანი, შემოიჭრა და ჩამოყალიბდა უჩამბოს ინტრუზივი. სულ ბოლოს, წყნარ გეომაგნიტურ ველში ჩამოყალიბდა მერისის ინტრუზივი (წერტილი 5).

### 3.4. დასკვნა

1. აჭარის ინტრუზიული ქანების შემცველი მაგნეტიტი წარმოიშვა ტიტანომაგნეტიტის მაღალტემპერატურული დაშლის შედეგად. მაგნეტიტს აქვს თერმონარჩენი დამაგნიტება და არის პირველადი დამაგნიტების ძირითადი მატარებელი.

2. ინტრუზიული სხეულების პირველადი დამაგნიტების საშუალო მნიშვნელობების გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ შესწავლილი ინტრუზივები ჩამოყალიბდნენ არა ერთდროულად, არამედ სხვადასხვა პერიოდში და სხვადასხვა მიმართულების გეომაგნიტურ ველში.

ყველაზე ადრე, რომელიც შემოიჭრა უარყოფითი პოლარობის წყნარ გეომაგნიტურ ველში – არის ჭალათის ინტრუზივი. შემდეგი ინტრუზივი, რომელიც შემოიჭრა უარყოფითი პოლარობის გეომაგნიტურ ველში არის ნამონასტრევის ინტრუზივი, მაგრამ მისი ჩამოყალიბება მოხდა ინვერსიამდე, ინვერსიის დროს და ინვერსიის შემდეგ. იმ დროს, როდესაც ინვერსია უკვე დასრულდა და მაგნიტურმა ველმა მიიღო ნორმალური მიმართულება, მაგრამ ველის ცვლილებები ჯერ კიდევ იყო არსებითი, მოხდა უჩამბოს ინტრუზივის შემოჭრა. ბოლოს, წყნარ გეომაგნიტურ ველში ჩამოყალიბდა მერისის ინტრუზიული სხეული.

### ძირითადი დასკვნები

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანების გეომაგნიტური მეთოდებით მრავალწლიანი კვლევის შედეგად, დადგენილი იქნა:

1. აფხაზეთის (კელასური, გორაბი) და სვანეთის (დისის სერია, ჯორკვალი, ბაბილი) ინტრუზივები ხასიათდებიან სუსტი მაგნიტური თვისებებით, ქმნიან დაბალი ინტენსივობის მაგნიტურ ანომალიებს და ძნელად გამოიყოფიან შემცველი ქანებისაგან. აბაკურის და დიზის სერიის (კარიერიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით) ინტრუზივები ხასიათდებიან მაღალი მაგნიტური თვისებებით. ისინი ქმნიან ინტენსიურ მაგნიტურ ანომალიებს და მკაფიოდ გამოიყოფიან შემცველი ქანებისაგან. ცვლად მაგნიტურ ველში, ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ინტრუზივის ნიმუშები, სწრაფად კარგავენ დამაგნიტებას, ამიტომ ისინი არ გამოდგებიან პალეომაგნიტური ამოცანების გადაწყვეტისათვის;

2. საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ტემენიტები ხასიათდებიან მაღალი მაგნიტური თვისებებით, ქმნიან ინტენსიურ ნიშანცვლად მაგნიტურ ანომალიებს და მკაფიოდ გამოიყოფიან შემცველი ქანებისაგან.

ცუცხვათ-ნამედლარის და კურსებ-ნაბოსლევის ტეშენიტების ნარჩენი დამაგნიტება  $I_n$  უარყოფითი პოლარობისაა, იგი სტაბილურია ცვლად მაგნიტურ ველში, შესაბამისად მისი გამოყენება პალეომაგნიტური ამოცანების გადაწყვეტისათვის შესაძლებელია. ოფუნხეთ-ჟონეთის, ბანოჯის, ნიკორწმინდის და იორის ტეშენიტების მაგნიტური პარამეტრები მაღალია, თუმცა მათი ნარჩენი დამაგნიტება ცვლად მაგნიტურ ველში არასტაბილურია; დიდ ინტერესს წარმოადგენს კურსებ-ნაბოსლევის და ცუცხვათ-ნაბედლარის ტეშენიტების უარყოფითი და ნიკორწმინდის და იორის ტეშენიტების ნიშანცვლადი ნარჩენი დამაგნიტება, შებრუნებული დამაგნიტების მექანიზმის ახსნის მიზნით;

3. კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე (კახეთის რეგიონში) სპილენძ-პიროტინიანი გამადნებული ზონები ფიქსირდებიან ინტენსიური დადებითი ნიშნის მაგნიტური ანომალიებით და მკაფიოდ გამოიყოფიან შემცველი ქანებისაგან. ამ რეგიონში ძიების მაგნიტური მეთოდი შეიძლება ჩაითვალოს გეოფიზიკური მეთოდებს შორის ყველაზე ეფექტურად;

4. აჭარის ინტრუზიული სხეულები: მერისის, ნამონასტრეც-ჭალათის და უჩამბოსი კარტირდებიან ინტენსიური დადებითი ნიშნის მაგნიტური ანომალიებით. მათი მაგნიტური პარამეტრები  $\mathcal{J}$ ,  $I_n$  მაღალია, ამავე დროს კენიგსბერგერის ფაქტორი  $Q > 1$ . ეს ინტრუზივები ერთმანეთის მსგავსია, როგორც ფერომაგნიტური მინერალების შემცველობით, ისე მათი მაგნიტური თვისებებით. მაგნიტური მინერალების სტრუქტურული თავისებურებებით, კონცენტრაციით და ბუნებრივი ნარჩენი დამაგნიტების პოლარობით ერთმანეთთან ახლოს დგანან ერთის მხრივ, ჭალათის და ნამონასტრეცის და მეორეს მხრივ, უჩამბოს და მერისის ინტრუზივები;

5. დამტკიცებული იქნა, რომ აჭარის ინტრუზივების ძირითადი ფერომაგნიტური მინერალია მაგნეტიტი, რომელიც წარმოიქმნა ტიტანომაგნეტიტის მაღალტემპერატურული დაშლის შედეგად, ფლობს თერმონარჩენ დამაგნიტებას და არის ქანების პირველადი დამაგნიტების მატარებელი;

6. პირველად, საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანების შესწავლის საფუძველზე შეფასებულია ნარჩენი დამაგნიტების სიდიდის და მიმართულების მიხედვით, ვერტიკალური ზონალობის ეფექტის როლი ანომალური მაგნიტური ველის ინტენსივობასა და ნიშანზე;

7. აჭარის ტერიტორიის მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის შედეგები გვიჩვენებენ, რომ ჭალათის, ნამონასტრეცის, მერისის და უჩამბოს ინტრუზიული

სხეულები სივრცეში წარმოადგენენ ერთიან მსხვილ სხეულს, რომელსაც გეგმილში აქვს გაჭიმული ელიფსის ფორმა, გრძელი ღერძით 20კმ და სიგანით 8-10კმ. იგი გაჭიმულია სამხრეთ-დასავლეთიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით. ვერტიკალურ ჭრილში იგი შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც ლაკოლითი უსწორმასწორო ზედაპირით და ფუძით, ამომყვანი ყელით სოფ. ნამონასტრევთან ახლოს.

8. აღმოჩნდა, რომ აჭარაში ცნობილი მადანგამოვლინებები განლაგებული არიან მოდელური ინტრუზიული სხეულის გარშემო. ეს კი ნიშნავს, რომ გამადნებების სივრცული განაწილება განსაზღვრა ინტრუზიული სხეულის ფორმამ, ზომებმა და რღვევებმა ეფუზიურ ქანებში.

9 აჭარის ინტრუზიული მასივის ფორმირების სქემა, მაგნიტო-მინერალოგიური, პალეომაგნიტური და მაგნიტომეტრიული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად.

ჭალათის, ნამონასტრევის, უჩამბოს და მერისის ინტრუზიული სხეულების ფორმირება მოხდა არა ერთდროულად, არამედ შემდეგი თანმიმდევრობით. მთა თივნარას რაიონში (სოფ. ნამონასტრევის ახლოს) მოხდა ძირითადი ინტრუზიული მაგმის შემოჭრა და მისი გაერცვლება რეგიონალური რღვევის, რომელიც გადის დასახლება ქედა-სოფ. ნამონასტრევი-სოფ. უჩამბოს გასწვრივ. მაგმის შემოჭრა მოხდა რამდენიმე ეტაპად. პირველად უარყოფითი მიმართულების მაგნიტური ველის დროს შემოიჭრა და დაიწყო ჩამოყალიბება ჭალათის ინტრუზივმა. უარყოფითი ველის დროს შემოიჭრა ნამონასტრევის ინტრუზივიც, მაგრამ მისი გაცივება მიმდინარეობდა გეომაგნიტური ველის ინვერსიამდე, ინვერსიის პერიოდში და ინვერსიის შემდეგ. როდესაც დედამიწის მაგნიტურმა ველმა მიიღო დადებითი მიმართულება, მაგრამ მისი ცვლილებები ჯერ კიდევ მნიშვნელოვანი იყო – შემოჭრა და ჩამოყალიბდა უჩამბოს ინტრუზივი. ბოლოს, დადებითი მიმართულების, წენარ გეომაგნიტურ ველში ჩამოყალიბდა მერისის ინტრუზივი. ერთიანი ინტრუზიული სხეულის ფორმირების შემდეგ იმავე მაგმის ამომყვანი არხიდან დაიწყო შემოსვლა მადანშემცველმა ხსნარებმა. ამ ხსნარების მსუბუქი დიფერენციატების დიდი სიჩქარით მოძრაობის უნარმა განაპირობა ინტრუზივისა და შემცველ ქანებს შორის შესუსტებულ არეებში შეღწევა და ინტრუზივის გარშემო განლაგება. არაა გამორიცხული, რომ მადანშემცველი ხსნარების მიმე მასა დარჩა ინტრუზივის წაგრძელებული ნაწილის ქვედა მხარეს. სავარაუდოა, რომ მადანშემცველი ხსნარების შემოსვლა შეწყდა მანამდე, სანამ აჭარა-თრიალეთში



მოსდებოდა ინტენსიური ტექტონიკური ძვრები, რომელმაც გამოიწვია ერთიანი ინტრუზიული სხეულის დანაწევრება. წინააღმდეგ შემთხვევაში გამაღნება გვექნებოდა რღვევაში, რომელიც გადის მერისის და ნამონასტრევის ინტრუზიებს შორის, დასავლეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით.

10. დადგენილია, რომ აჭარაში სულფიდური გამაღნების პერსპექტიული უბნების კარტირების მაგნიტურ კრიტერიუმად შეიძლება მივიღოთ მაგნიტური ველის დაბალი მნიშვნელობები, ხოლო პერსპექტიულ უბნებად – მოდელური ინტრუზიული სხეულის ირგვლივ მთელი ზონა (ინტრუზივის ენდოკონტაქტები ეფუზიურ ქანებთან) და ინტრუზივის წაგრძელებული ნაწილის ქვედა მხარე.

11. ჩვენს მიერ შედგენილი ცხრილი 6, 7 მაგმური ქანების მაგნიტური პარამეტრების შესახებ წარმოადგენს, საქართველოს ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის საფუძველს.

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ინტრუზიული  
ქანების მაგნიტური პარამეტრები

ქანის ასაკი	ნიმუშის აღების ადგილი	ქანების დასახელება	ჭრილის სიმაღლე, მ	ნიმუშების რაოდენობა	$I_n \cdot 10^6$ ერთ.	$\alpha \cdot 10^6$ ერთ.	$Q = \frac{I_n}{I_i}$	$j^\circ$	მაგნიტური ველის ინტენსივობა
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$J_2$	აჭარა-ჩხალთა (აფხაზეთი)	პლაგიო-კლაზური პორფირიტი	150	16	300-600	1900-3500	0,1-0,4	20-60	$\pm 400$ ნ.ტ.
$J_2$	მდ. ზიმა	სიენიტ-დიორიდი	40	10	150-350	2150-3970	0,1-0,2	40-80	200-250 ნ.ტ.
$J_2$	პროხოროვის კლდიდან ჩრდილოეთით 500მ-ზე	სიენიტი	50	7	20-80	200-950	0,1-0,2	40-60	100-200 ნ.ტ.
	სოფ. დისი (კარიერის მაღლა)	სიენიტ-დიორიტი	1200	15	270-450	1400-2570	0,2-0,4	30-80	500-1000 ნ.ტ.
$J_2$	სოფ. ჯორკვალის ინტრუზივი (სვანეთი)	გაბროული ქანები	250	8	200-900	100-200	0,2-4	20-50	100-200 ნ.ტ.
$J_2$	მდ. სტორის ხეობა I (კახეთი)	ღიაბაზი	30-35	10	500-1500	800-3900	0,2-0,8	20-50	100 ნ.ტ.
	მდ. სტორი (გამადნებული) ფიქლები	გამადნებული ფიქლები	25-30	5	400-900	300-560	3,0-4,0	10-50	200-300 ნ.ტ.
$J_2$	მდ. სტორის ხეობა II	ღიაბაზი	35-40	8	150-950	1200-3500	0,2-0,4	30-40	800-900 ნ.ტ.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$K_2$	მდ. იორის ინტრუზივი	ტეშენიტი	100	17	650-2100	2400-5500	0,5-0,8	15-50 (-15÷-30)	±1500 ნ.ტ.
	კურსებ-ნაბოსლევი (ქუთაისი)	ტეშენიტი	300	22	1200-2800	1800-3500	1,0-2,5	30-70 -20÷-75	- (600÷1000)ნ.ტ.
$K_2$	ცუცხვათ-ნაბელდარი	ტეშენიტი	500	14	2900-5000	1500-6000	1,1-4,5	-20÷-60	-600÷8000 ნ.ტ.
$K_2$	ქოლუბანი	ტეშენიტი	10-20	7	1900-4500	3500-6600	1,0-2,5	20-40	
$K_2$	ოფუჩხეთი უონეთი-ზარათი-კულოთი	ტეშენიტი	5-15	15	2100-2600	2500-3400	1,2-2,5	-10÷-40	
$K_2$	ბანოჯა	ტეშენიტი	10-15	16	1800-4500	1500-5500	1,0-3,5	-20÷-70	
$K_2$	ნიკორწმინდა	ტეშენიტი	100 50	12	1000-5500	1500-4500	1,0-3,0	20-45	-1000÷2500ნ.ტ.
$P_2^2$	აჭარა (ჭალათი)	მონცონიტი მონცო-გაბრო, მონცო-დიორიტი, სიენიტ-პორფირი	1500	30	3000-15000	2000-5000	3-8	-67	300÷500 ნ.ტ.
$P_2^2$	მერისი (აჭარა)	სიენიტი დიორიტი, სიენიტ-პორფირიტი სიენიტი	700	15	350-3000	250-2000	1,5-3	65	200÷300 ნ.ტ.
$P_2^2$	ნამონასტრევი (აჭარა)	სიენიტი სიენიტ-პორფირიტი პორფირიტი	500	65	900-2000	1000-1600	1-2	-42	200-3000 ნ.ტ.
$P_2^2$			500						
$P_2^2$	უჩამბო (აჭარა)	მონცო-სიენიტ-დაციტი პორფირიტი	50	15	500-1700	300-1600	1-3	56	200-300 ნ.ტ.

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ეფუზიური  
ქანების მაგნიტური პარამეტრები

ქანის ასაკი	ნიმუშის აღების ადგილი	ქანის დასახელება	ჭრილის სიმკვარე	ნიმუშების რაოდენობა	$I_n \cdot 10^{+6}$ ერთ.	$N \cdot 10^{+6}$ ერთ.	$Q = \frac{I_n}{I_i}$	$j^o$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_3$	გუდაური	ანდეზიტი						
		ბაზალტი	30	19	1514	275	11	42
//	ქვეშეთი	//-----//	50	17	1645	823	4	48
//	ყაზბეგი	ანდეზიტი	100	165	5742	786	15	51
//	ქუმლის ციხე	ანდეზიტ-ბაზალტი	40	15	5384	718	15	54
//	ბაკურიანი	ანდეზიტი	35	42	6356	996	13	56
//	დევედორაკი	//-----//	60	16	2046	315	13	67
//	ჩხერი	//-----//	100	10	3586	482	18	67
//	მლეთა	ანდეზიტ-ბაზალტი	150	21	3475	519	15	55
$Q_2$	ოროზმანი	დოლერიტი	25	40	7026	703	20	59
//	//-----//	ანდეზიტ-ბაზალტი	20	22	4557	1302	7	-31
$Q_1$	ოროზმანი	დოლერიტი	20	19	8312	1039	16	65
$Q_2$	ზურკაკეთი	დოლერიტი	7	26	8267	2067	8	62
//	//-----//	ანდეზიტ-ბაზალტი	6	17	11120	2471	9	-41
$Q_1$	ზურკაკეთი	ტბიური ნალექები	2	5	376	84	9	58
$Q_1$	//-----//	//-----//	2	8	3847	1538	5	56
$N_2^3$	//-----//	დოლერიტი	10	14	23233	1452	32	-51
$Q_2$	ბიდარა ჯვრის უღელტეხ.	ანდეზიტი	80	53	748	107	14	69
$Q_2$	სარფისღელე	ანდეზიტი						
		ბაზალტი	120	24	11459	2292	10	-35
//	ხერთვისი	დოლერიტი	100	20	2099	382	11	-56
//	სარო	//-----//	50	18	4052	670	12	-62

1	2	3	4	5	6	7	8	9
//	ასპინძა	//-----//	70	18	9864	789	25	-56
//	მტკვრის							
	ნაკადი	//-----//	100	23	3869	585	13	-63
$Q_1$	მნაღონი	ანდეზიტი	50	24	7543	1331	8	64
//	სარფისღელე	დოლერიტი	150	11	4665	2333	4	63
//	მაშავერა	//-----//	150	108	7964	325	49	60
//	ოქროყანა	ანდეზიტი	60	31	4651	1317	7	74
$N_2^3$	ახა	დოლერიტი	30	63	21116	1376	35	-61
//	ბედენი	//-----//	50	11	3542	756	11	-64
$Q_1$	არახლო	//-----//	45	46	3029	859	6	-60
//	ავრანლო	//-----//	40	31	3418	684	10	-53
$N_2^3$	კუმურდო	ანდეზიტი	12	16	12033	1203	20	47
//	სამშვილდე	დოლერიტი	20	14	7253	1186	12	-62
//	შვიდსაყდარა	ანდეზიტ- ბაზალტი	50	24	3686	1229	6	-55
//	სამშვილდე	დოლერიტი	350	184	7248	604	24	-58
//	წალკა	ანდეზიტ- ბაზალტი	0	17	2807	1123	5	-63
//	სამშვილდე	დოლერიტი	30	12	5658	626	18	-59
//	კორხი	//-----//	75	33	11141	675	33	-67
//	ფარავანი	//-----//	20	15	31197	2535	25	-66
//	დიღისკა	ტბიური ნალექები	60	32	29	-	-	20
$N_2^3$	ბერთაყანა	დოლერიტი	30	11	7644	1145	14	58
//	აფნია	//-----//	50	21	5453	909	12	53
$N_2^3$	ახალქალაქი	დოლერიტი	50	26	1952	558	7	51
//	დიღისკა	//-----//	45	10	3723	465	16	59
//	კორხი	//-----//	50	40	3701	1058	7	52
//	აფნია	//-----//	100	44	6810	851	16	-55
//	თოკი	დოლერიტი სფერული ბაზალტი	152	201	9836	932	21	-65
//	//-----//	//-----//	74	132	2247	651	7	-30
//	//-----//	//-----//	87	149	1141	629	4	54

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$N_2^3$								
//	//-----//	//-----//	26	31	594	464	3	
//	მურჯები	დოღერიტი	20	12	61292	2154	113	
//	სათხე	ანდუზიტი	30	10	16394	857	39	
//	//-----//	//-----//	110	12	28638	529	133	
//	სპასოვკა	ანდუზიტ- ბაზალტი	6	12	5500	352	31	
//	ბერთაყანა	დოღერიტი	25	23	2037	848	5	
//	//-----//	სფერული დოღერიტი	25	17	127680	3264	95	
//	ტბა საღამო	ანდუზიტი	60	19	260	520	1	
//	სარფისდელე	ანდუზიტ- ბაზალტი	30	11	1204	1204	2	
//	ტბა საღამო	ანდუზიტი (შავი)	50	10	1406	1056	3	
//	//-----//	ანდუზიტი (თეთრი)	40	11	1554	921	3	
//	სპასოვკა	ანდუზიტი	10	15	3460	742	11	
$N_2^3$	წალკა	დოღერიტი		20	17180	170	23.2	
		//-----//			3060	70	22.0	
					24720	450		
					37070	225		
					2540	185		
					2720	160		
					3440	200		
					1990	65		
					7500	145		
					9010	175		
					3010	90		
					3760	30		
					17420	300		
					7670	140		
					2240	115		
					1740	50		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$N_2^3$	წალკა	//-----//			5060	110		-55	
					3200	100		-64	
		4060			150		-28		
		1820			45		48		
		3			4880	185		68	
		5300			205		63		
		6600			100		-50		
		ანდეზიტ- ბაზალტი			9	25710	230		-67
		8550				270		-51	
		2220				260		-61	
		1430				260		-48	
		1630				265		-51	
		ანდეზიტ- ბაზალტი				2890	245		-50
		2150				125		-51	
		2960				145		-63	
		ანდეზიტ- ლაციტი			6	3200	90		-48
		2670				90		-60	
		16880				250		-52	
		16320				225		-52	
		8560				250		39	
1260	220		-48						
550	220		-38						
$N_2^3$	ბოლნისი	დოღეფრეტი		8	240	80		-26	
					8480	270		-51	
					17240	140		-59	
					5310	230		-66	
					3550	160		-66	
					8050	40		-69	
					18760	135		-61	
					16860	125		-72	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$N_2^3$	გომარეთი	დოღერიტი		18	3600	135		-22
					12310	205		-70
					6020	130		-73
					8810	155		-53
					9220	135		-49
					10460	200		-42
					11420	230		-32
					9580	145		-31
					8860	200		-28
					17180	135		-51
					10250	85		-45
					4020	320		58
					5740	165		-53
					3720	240		58
					3900	270		60
					16010	275		-60
					35000	245		-70
					9640	165		-40
$N_2^3$	ახალქალაქი	დოღერიტი		47	3900	120		-82
					37380	770		-62
					3320	150		-60
					28500	410		-80
					15320	470		-86
					14160	250		-81
					6420	150		-26
					1500	130		-31
					900	110		-43
					1380	180		-26
					1620	250		63
					1760	90		65
					340	90		64
					360	90		66
					220	60		67
					420	60		69
					200	60		64



1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q	ახალქალაქი	დოღერიტი			300	140		70
					560	80		61
					400	190		69
					37800	140		-34
					7760	160		-59
					580	210		-60
					740	230		-32
					11020	60		-42
					2300	150		-45
					1640	140		-47
					80	100		-48
					5220	80		-37
					3980	140		-42
					3680	20		-64
					2800	70		-65
					5340	140		-71
					2340	310		-60
					19980	150		-64
					6460	130		-65
					940	120		-39
					18020	240		-39
					19980	180		-31
					9100	130		-37
					1760	60		-35
					1240	70		-49
					1300	100		-45
					680	80		-60
		7240	10		-45			
		4460	30		-50			
		3720	110		-56			
Q								
//	ქვეშეთი	ანდუხიტ- ბაზალტი		5	8257	775		30

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q$								
//	კაზრეთი	დოღერიტი		21	16785	756		-54
//	არახლო	//-----//		28	3029	859		-60
//	ანდეზიტი	ანდეზიტი		26	6356	1027		56
$N$	ანდეზიტი	ანდეზიტი		4	15879	797		-23
//	მლეთა	ანდ.ბაზალტი		13	3475	519		55
$P_2$	ნაგომარი	პორფი-რიტი		18	20269	2403		-56
//	ცხრაწყარო	ანდეზიტი		3	2303	3201		-56
	ჩინათი	პორფირიტი		19	10292	3519		-38
//	ცხრაწყარო	ანდეზიტური						
//		პორფირიტი		3	104447	719		-45
//	ასპინძა	პორფირიტი		4	19795	2844		9
	ცხრაწყარო	პორფირიტი		3	12173	244		27
	ბორჯომი	ტუფო-ქვიშა						
		ქვა		3	66	501		-35
$P_2^3$	ვაკიჯვარი	ტრაქიტი		8	346	1789		52
$P_2^3$	ცხრაწყარო	ანდეზიტ- პორფირიტი						
		ტუფი		8	3870	1861		44
$P_2^1$	ბორჯომი	დიაბაზი		4	236	662		36
	//-----//	//-----//		2	314	787		-65
$K$	სარკინეთი	ალბიტოფი- რული ტუფო-						
		დაციტი		10	2368	322		54
$Q$	ზურკაკეთი	დოღერიტი		10	8267		8	62
//	მაშავერა	//-----//		48	7964		49	60
	ზემო ოროზ- მანი	//-----//		24	7025		20	59
$Q_1$	ზურკაკეთი	დოღერიტი		9	11120		9	-41
	სარფადარა	ანდეზიტ- ბაზალტი		8	11450		10	35
//	ზემო ოროზ- მანი	დოღერიტი		14	4557		7	31

1	2	3	4	5	6	7	8	9
//	საღამაღეიკუმ	//-----//		9	88679		32	-27
//	თრიჯალარ	//-----//		13	3870		51	-35
//	ორლოკა	//-----//		13	2517		7	-38
$N_2^3$	ზურკაკეთი	დოღერიტი		8	3847		5	56
//	სარფადარა	//-----//		2	40016		12	28
//	//-----//	//-----//		3	39954		42	34
//	ზურკაკეთი	//-----//		6	23233		32	-51
//	ახა	//-----//		39	24116		35	-61
//	ტბა საღამო	ანღეზიტი		7	260		1	-62
//	სამშვიღდე	დოღერიტი		10	7248		24	-58
//	კორხი	//-----//		9	11141		33	-67
//	ტიაკვიღისა	//-----//		6	3687		6	-55
//	წალკა	//-----//		9	2807		5	-63
//	ხერთვისი	//-----//		12	2099		11	-56
//	სარო	//-----//		10	4052		12	-70
//	კორხი	დოღერიტი		23	3704		7	52
//	სარფადარა	//-----//		3	4665		4	63
//	//-----//	//-----//		31	9516		17	62
//	აფნია	//-----//		13	5453		12	53
//	ქემო ორო-							
	ზმანი	//-----//		11	8312		16	65
//	ახალქალაქი	//-----//		16	457		2	76
$N_2^3$	სარფადარა	ანღეზიტი-						
		ბაზალტი		3	1204		2	-57
//	აფნია	დოღერიტი		24	6810		16	-55
//		დაციტი		13	578		2	-63
//	კამარლო	//-----//		9	1048		3	-55
//	ავრანლო	დოღერიტი		15	3418		10	-53
//	ბუჟუკალა	ანღეზიტი		23	2840		7	35
$N_2^3$	ხორენია	//-----//		18	270		1	48
$N_1^3$	ჩომარეთი	დაციტი		10	1021		17	17
	კობის ხიღი	ანღეზიტი		6	6132	207	39	
	//-----//	//-----//		3	774	147	11	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	მდ. ბიდორას შენაკადი	ანდეზიტ- დაციტი		12	5382	302	19	
	ოქროყანა	//-----//		15	4651	-	-	
	მნაღონა კობი	ანდეზიტი ანდეზიტ- დაციტი		12	7543	1331	8	
	ყორნისა ჩხერის დეღეს I ნაკადი	//-----//		11	2927	198	34	
	II ნაკადი	//-----//		5	1287	144	24	
	III ნაკადი	//-----//		6	2416	1302	3	
				2	3586	482	18	
				6	2578	267	20	

შენიშვნა:

ცხრილი შედგენილია შრომების /136, 159, 189/ საუფუძველზე



13. . . . .  
1968 . . ., 1969, . 118 – 120.
14. . . . .  
IX  
. . . 2. . ., 1973, . 18 – 19.
15. . . . .  
. . ., 1957, 126 .
16. . . . .  
. . . . . 1966 , 3, . 30 –  
40.
17. . . . .  
(1933-1945 . .).  
. . . . ., 1953.
18. . . . .  
( ) . . . - . . ., 1954.
19. . . . .  
. . . . . XVI, . . ., 1957.
20. . . . .  
. . . . . XVII, 10, . . ., 1956.
21. . . . .  
. . . . ., 1966.
22. . . . .  
. . . . ., 1, 1967, . 63 – 66.
23. . . . .  
. . . . . - ” “,  
. . ., 1969.
24. . . . .  
. . . . ., 1935, . 14, . 73 – 98.
25. . . . .  
1945, . I, . 2, 393 .
26. . . . .  
. . . . ., 1979, 2, . 38-46.
27. . . . .  
. . . . . 1975, 51 .















105. . . . .  
. II . . . . .  
. . . . . “ .I. . . . . , 1981, . 41.
106. . . . .  
. . . . . “, 1982, 215 .
107. . . . .  
. . . . . 14 . 1935, . 1 – 32.
108. . . . . 9000  
. . . . . – . . . . .  
. . . . . “ 1969, . 199 – 203.
109. . . . .  
. . . . . , 1971, 25 .
110. . . . . “, . , 1979, 351 .
111. . . . .  
. . . . .  
. . . . . , 1984, . 132 – 139.
112. . . . .  
. . . . . “ 1991, 76 .
113. . . . .  
. . . . . , 1954.
114. . . . .  
. . . . . , 1980, 25 .
115. . . . .  
. . . . . 1965-71 . . . . .  
, 1971, 520 .
116. . . . .  
. . . . . “, . , 1974,  
252 .
117. . . . .  
. . . . .  
. . . . . , 1984, . 143 – 162.
118. . . . .  
. . . . . “, . . . . . 1968.

119. . . . -  
. . . . ., 1955, 47 .
120. . . . .  
. . . . .  
, 1974, . 134 – 143.
121. . . . ., “; 1965, 346 .
122. . . . .  
.- . . . ., 1986, 20 .
123. . . . .  
. . . . ., 1973, 23 .
124. . . . .”  
1:25000, 1981-82 . “ .  
1983.
125. . . . .”  
1:25000 -28, 1983 . “ 3-  
, . . . . 1985 .
126. . . . . 1961 .  
, 1962.
127. . . . .  
II- . . . .  
, 1925.
128. . . . .  
1915-1923 . . . . “, , 1933.
129. . . . .  
, . 1, , 1936.
130. . . . .  
. . . . ., . 1, 1936.
131. . . . .  
. . . . . III, , 1938.
132. . . . .  
. . V, , 1939.
133. . . . .  
, , 1939.
134. . . . .  
. . . . ., . 1, 2, , 1940.

135. . . . . ( ) ( ).  
. . . . . II, 4 , 1941.
136. . . . .  
. . . . . IV, 7, , 1943.
137. . . . .  
. . . . . V, 4, ,  
1944.
138. . . . . - - . . . -  
. . . . . XVII, 1958.
139. ნოდია მ. თბილისი ერთერთი უძველესი ფუნდამენტური გეოფიზიკური ცენტრია სსრკ-სა და მსოფლიოში ბუნებისმეტყველებისა და ტექნიკის ისტორიკოსთა საბჭოს შრომების კრებული 1-2, გამომცემლობა - მეცნიერება, თბილისი 1970.
140. . . . . . . . . . . „ „, 1982, 312 .
141. . . . . . . . . . .  
. . . . . . . . . . . „ „, ,  
1976, . 55 – 64.
142. . . . . . . . . . . -  
. . . . . . . . . . . IX .  
. . . . . . . . . . .  
2. , 1973, . 180 – 181.
143. . . . . . . . . . .  
. . . . . . . . . . . „ „, 1975, 288 .
144. . . . . . . . . . . „ „, 1985, 127 .
145. . . . . . . . . . .  
. . . . . „ „, 1984, 123 .
146. . . . . . . . . . .  
. . . . . . . . . . . 1984 .
147. . . . . . . . . . .  
. . . . . . . . . . . III  
. . . . . - , 1986, . 319.
148. . . . . . . . . . . , , . 44.  
„ „, , 1974, 184 .





164. . . .  
, 1973, . 29, . 107-112.
165. . . . -  
, 1982, 97 . , 22-VI-  
1982, . 78021256, . 0283.0081661.
166. . . . -  
. . . .  
, 1982, . 239 – 240.
167. . . .  
. . . .  
1965.
168. . . .  
. . . .  
. . . .  
“, 1983–1985 . . I.  
, 1985, 178 .
169. . . .  
- . . . , 1966, .  
44, . 81 – 86.
170. . . .  
. . . .  
. . . . “, 1966, . 36 – 42.
171. . . .  
. . . . , 1961,  
342 .
172. . . .  
. . . .  
“, 1982.
173. . . .  
. . . .  
. . . . III  
. . . . , 1986, . 282.
174. . . .  
. . . . “, 1976, 527 ..

175. . . . . , 1979, 4, . 71 – 78.
176. . . . . , 1981, 170 .
177. ჩხენკელი შ., მაცაბერიძე ვ., ტაბალუა გ., ფოლადაურის რკინის საბადოს გეოფიზიკური მეთოდებით შესწავლის საკითხისათვის. გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. XVIII, 1959.
178. . . . . , 1956.
179. . . . . , . XVI, , 1957.
180. . . . . „, 1967, 251 .
181. ჭელიძე თ. გეოფიზიკური მეთოდები ბუნების დაცვაში. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. თბილისი 2004წ. 267გვ.
182. . . . . (Z<sub>a</sub>) . . . . . , 1956.
183. . . . . „, 1988, 120 .
184. . . . . 1968.
185. . . . . 1998.
186. . . . . „, 1977, 182 .
187. . . . . „, 1962, 6, . 864 – 870.
188. . . . . „, 1986.

189. . . . . , 1998.
190. . . . . , 1978, 592
191. Buddington A.F., Lindsley D.H. Iron-Titanium Oxide Minerals and Synthetic Equivalents. *J.Petrol.*, 1964, V. 5, 2, p.312.
192. Greer K.M. A Review of Paleomagnetism. „*Earth Sci. Rev.*“, 1970, vol. 6, 6, pp. 369 – 466.
193. Diehl J.F., Beek M.E., Lipman P. Paleomagnetism and Magnetic polarity Rotation in Some Oligocene Volcanic Rocks of the San Jian Montains Southwestern Colorado. „*Geophys. J. Roy. Astron. Sos.*“, 1974, vol. 37, 2, pp. 232 – 332.
194. Johnson R.T., Merrill H.P. A Direct Test of the Vine-Matthews Hypothesis. *Earth Planet. Sci. Lett.* 1978, 40, pp. 263 -269.
195. Neumann W. Vermich einer thermomagnetischen Analyse zur Gesteinklassifikation. Th.2. „*Geophys. a Geol.*“, 1970, 15, pp. 78 – 83.
196. Smith P.J. Tertiary Geomagnetic Field Reversal in Scotland. „*Earth and Planet Sci. Letters.*“, 1966, 5.
197. Untiedt J. Magnetfeld der Erde 34. Physiketag. Salzburg Pienazvarts Stuttgart. 1969, pp. 490 – 509.
198. Vogt P.R. Amplitude of Ocean Magnetic Anomalies and the Chemistry of Ocean Crust. *Canad. J. Earth Sci.* 1979, 16, pp. 2236 – 2262.

## სარჩევი

შესავალი .....	3
<b>ნაწილი პირველი</b>	
<b>თავი 1. მაგმური ქანების მაგნეტიზმი და მაგნიტური ველი .....</b>	<b>5</b>
1.1. მაგმური ქანების ფერომაგნიტური მინერალები და მათი წარმოქმნის პირობები .....	5
1.2. მაგმური ქანების ფერომაგნიტური მინერალების დიაგნოსტიკის მეთოდები .....	8
1.3. მაგმური ქანების მაგნიტური მახასიათებლები და მათი გეოლოგიური ინფორმაციულობა .....	9
<b>თავი 2. გეომაგნიტური გამოკვლევები საქართველოში .....</b>	<b>12</b>
2.1. დუშეთის (თბილისის) მაგნიტური ობსერვატორია და მისი როლი დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა განვითარებაში .....	12
2.2. ცვლადი მაგნიტური ველის გამოკვლევა .....	16
2.3. ანომალური მაგნიტური ველის გამოკვლევა .....	19
2.3.1. მიწისპირა მაგნიტური გამოკვლევები .....	19
2.3.2. აერომაგნიტური გამოკვლევები .....	20
2.4. ქანების მაგნეტიზმის შესწავლა .....	22
2.5. დასკვნა .....	23
<b>ნაწილი მეორე</b>	
<b>თავი 1. საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანების     მაგნეტიზმი და მაგნიტური ველი .....</b>	<b>25</b>
1.1. ინტრუზიული ქანების მაგნეტიზმი და მაგნიტური ველი .....	25
1.2. კელასურის და გორაბის გრანიტული ინტრუზივები .....	26
1.3. აჟარა-ჩხალთის რაიონი .....	27
1.4. სოფ. დიხის ინტრუზივები .....	28
1.5. სოფ. ჯორკვალის, უშბა-ეწერის, აბაკურის და ბაბილის ინტრუზივები .....	31
1.6. კახეთის ტერიტორიის დიაბაზები და ტეშენიტები .....	33
1.7. მდ. რიონის შუა წელის და მისი ზოგიერთი შენაკადის ინტრუზივი .....	35

1.8. სოფ. ნიკორწმინდის ტეშენიტები .....	37
1.9. დასკვნა .....	38
<b>თავი 2. ეფუზიური ქანების მაგნეტიზმი და მაგნიტური ველი .....</b>	<b>40</b>
2.1. შესავალი .....	40
2.2. ეფუზიური ქანების მაგნეტიზმი .....	41
2.3. ეფუზიური ქანების მაგნიტური ველი .....	42
2.4. დასკვნა .....	44
<b>ნაწილი მესამე. აჭარის ინტრუზიული მასივის გეომაგნიტური მეთოდების კომპლექსით (მაგნიტომეტრია, ქანების მაგნეტიზმი, პალეომაგნეტიზმი) გამოკვლევა .....</b>	<b>46</b>
<b>თავი 1. მაგმური ქანების მაგნეტიზმი .....</b>	<b>46</b>
1.1. შესავალი .....	46
1.2. აჭარის ტერიტორიაზე გავრცელებული მაგმური ქანები .....	47
1.3. საველე და ლაბორატორიული გამოკვლევების მეთოდთა და შესწავლილი მაგნიტური პარამეტრები .....	50
1.4. მაგმური ქანების ძირითადი მაგნიტური მახასიათებლები .....	52
1.5. ინტრუზიული ქანების ფერომაგნიტური მინერალების შემადგენლობა .....	56
1.6. დასკვნა .....	61
<b>თავი 2. აჭარის ტერიტორიის ანომალური მაგნიტური ველი .....</b>	<b>61</b>
2.1. მაგნიტური ველის ძირითადი თავისებურებები .....	61
2.2. ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის მეთოდთა და 2.2.1. მაგნიტოაქტიური სხეულების ზედა და ქვედა ნაპირების ჩაწოლის სიღრმის და დამაგნიტების განსაზღვრა .....	66
2.2.2. მაგნიტომეტრიის პირდაპირი ამოცანის ამოხსნა ე.გ.მ.-ზე .....	68
2.3. ანომალური მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის შედეგები .....	69
2.3.1. რღვევების კარტირება .....	70
2.3.2. მაგნიტური ველის რაოდენობრივი ინტერპრეტაციის შედეგები ....	71
2.4. სულფიდური გამადნების მაგმატიზმთან კავშირი .....	76
2.5. დასკვნა .....	78
<b>თავი 3. აჭარის ინტრუზივების პალეომაგნეტიზმი .....</b>	<b>78</b>

3.1. ინტრუზიული ქანების ნარჩენი დამაგნიტების ბუნება .....	78
3.2. ნარჩენი დამაგნიტების პირველადი მიმართულების განსაზღვრა .....	82
3.3. პალეომაგნიტური კვლევების შედეგების ინტერპრეტაცია .....	86
3.4. დასკვნა .....	93
ძირითადი დასკვნები .....	93
ცხრილი 6 .....	97
ცხრილი 7 .....	99
ლიტერატურა .....	108

დაიბეჭდა თსუ გამომცემლობის სტამბაში  
Published by TSU Press  
Напечатано в типографии ТГУ

0128 Tbilisi, ილია ჭავჭავაძის გამზირი 1  
1 Iia Chavchavadze Avenue, Tbilisi 0128  
0128 Тбилиси, просп. И.Чавчавадзе, 1  
Tel 995 (32) 225 14 32, 995 (32) 225 27 36