

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

თამარ გორგიძე

„ძირულის კრისტალური მასივის ფუძე ინტრუზიების  
პეტროლოგია და მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები“

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2012 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამთო-გეოლოგიის ფაკულტეტის  
გეოლოგიის დეპარტამენტში

სამეცნიერო ხელმძღვანელები: სრ. პროფ. ნ. ფოფორაძე  
მოწვ. პროფ. ო. დუდაური

რეცენზენტები: -----  
-----

დაცვა შედგება 2012 წლის "-----" -----, ----- საათზე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური  
ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის № სხდომაზე,  
კორპუსი III, აუდიტორია -----  
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,  
ხოლო ავტორეფერატისა – სტუ-ს ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი

დ. თევზაძე

## შესავალი

**ნაშრომის აქტუალობა:** ძირულის კრისტალური მასივი საქართველოს გეოლოგიურ აგებულებაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს, იგი არის საქართველოს ბელტის ამოწეული ნაწილი, რომელიც აღმოსავლეთით და დასავლეთით მეზოზოური და კაინოზოური ნალექების ქვეშ იძირება (მუხრანი-ტირიფონისა და კოლხეთის დაბლობები).

ძირულის კრისტალური მასივი მკვეთრად დანაწევრებული რელიეფითა და რთული აგებულებით ხასიათდება. მის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობს მეტამორფული (კრისტალური ფიქლები, ამფიბოლიტები, გნეისურ-მიგმატიტური კომპლექსი, ფილიტები), ინტრუზიული (კვარციანი დიორიტები, გრანიტები, გაბრო, დიორიტები), ეფუზიური (კვარცპორფირები და სხვ.) და დანალექი ქანები (ქვიშაქვები და სხვ.).

ძირულის კრისტალური მასივის ამგები ქანების დეტალურ პეტროგრაფიულ შესწავლასა და მათი ჩამოყალიბების თანმიმდევრობის გარკვევას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, რადგან მიღებული მონაცემები საფუძვლად დაედება მთლიანად ძირულის მასივის ჩამოყალიბების გეოლოგიური ისტორიის ობიექტურად გაშუქებას.

გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან ძირულის კრისტალური მასივი გეოლოგიური შესწავლის ობიექტს წარმოადგენს. კვლევის შედეგები ფართოდ არის გაშუქებული მკვლევართა ნაშრომებსა თუ საპროექტო ორგანიზაციების მიერ შესრულებულ პროექტებში, მაგრამ მიუხედავად ამისა, მთელი რიგი გეოლოგიური პრობლემები ჯერ კიდევ არ არის გადაწყვეტილი. კერძოდ, მასივზე გავრცელებული ფუძე ინტრუზივები გეოლოგიური და პეტროგრაფიული თვალსაზრისით არასკმარისი დეტალობით არის შესწავლილი. ამ მხრივ ჩვენს მიერ შესრულებული ნაშრომი საკმაოდ აქტუალურია.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები:** სადისერტაციო ნაშრომის ძირითად მიზანს შეადგენდა ძირულის კრისტალური მასივის ფუძე ინტრუზივების პეტროლოგიური შესწავლა და მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დადგენა.

კვლევის მიზნიდან გამომდინარე სამუშაოს ძირითად ამოცანებს შეადგენდა:

1. ძირულის კრისტალური მასივის ფუძე ინტრუზივებიდან ნიმუშების შეგროვება და მათი სისტემატიზაცია და შესწავლა;
2. ნიმუშებიდან გამჭვირვალე შლიფების დამზადება და პოლარიზაციულ მიკროსკოპში ქანების მინერალური შედგენილობისა და სტრუქტურის დადგენა;
3. ქანების სილიკატური ანალიზებისთვის ნიმუშების მომზადება, ანალიზების ჩატარება და მიღებული შედეგების პეტროქიმიური ანალიზი;
4. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების და დეკორატიული თვისებების დადგენა ქანების მოსაპირკეთებელ მასალად გამოყენების მიზნით.

**მეცნიერული სიახლე:** ძირულის კრისტალურ მასივში ფუძე ინტრუზივები საკმაოდ გავრცელებით სარგებლობს. ეს ინტრუზივები სხვადასხვა ზომისა და შედგენილობის სხეულების სახით არის წარმოდგენილი, რომელთა შორის ყველაზე დიდ ინტრუზივს წარმოადგენს შროშის სხეული. იგი მდებარეობს სოფ. შროშის მიდამოებში და აგებს მდ. მაჭარულისა და მდ. გეზრულას (მდ. ძირულას მარჯვენა შენაკადები) წყალგამყოფი ქედის სამხრეთ ნაწილს. აგრეთვე უნდა აღინიშნოს სოფ. ვერტყვიჭალის, ჭალვანის, ცხეთისჯვრისა და სხვა სხეულები. პირველად განხორციელდა ფუძე ინტრუზივების დეტალური პეტროგრაფიული შესწავლა და მასივის ამგები ქანების ადგილმდებარეობის დადგენა, რაც სიახლეს წარმოადგენს. ასევე ძალზედ მნიშვნელოვანია მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების განსაზღვრა, რათა აღნიშნული ქანები გამოყენებულ იქნას მოსაპირკეთებელ მასალად.

ავტორის მიერ პოლარიზაციულ მიკროსკოპში შესწავლილი იქნა ფუძე ინტრუზიული ქანების მინერალური შედგენილობა და სტრუქტურა.

ქანების სილიკატური ანალიზების შედეგების პეტროქიმიური ანალიზი და მათი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების და დეკორატიული თვისებების დადგენა ქანების მოსაპირკეთებელ მასალად გამოყენების მიზნით.

**შედგების გამოყენების სფერო:** სადისერტაციო ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა განპირობებულია იმით, რომ ავტორის მიერ ფუძე ინტრუზიების ფიზიკურ-მექანიკური და დეკორატიული თვისებების შესწავლის შედეგები ამ ქანების მოსაპირკეთებელ მასალად გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა. დღეს სამშენებლო განვითარებამ მნიშვნელოვნად გაზარდა მოთხოვნა მოსაპირკეთებელ მასალაზე. ძირულის მასივის ფუძე ქანებმა შესაძლებელია ამ მოთხოვნების დაკმაყოფილებას შეუწყოს ხელი. ძირულის მასივზე მოსაპირკეთებელი მასალის მოპოვება ადგილობრივი წარმოების განვითარებას შეუწყობს ხელს.

**გამოყენებული მასალები და ავტორის პირადი წვლილი:** 2009 წლის ზაფხულიდან ნაშრომის ავტორმა ჩაატარა სამუშაო ძირულის მასივზე, შეაგროვა ფუძე ინტრუზიებიდან აღებული მასალის კოლექცია, დაამზადა 200-ზე მეტი გამჭვირვალე შლიფი და შეისწავლა მათი მინერალური შედგენილობა და სტრუქტურები პოლარიზაციულ მიკროსკოპის მეშვეობით. ჩაატარა რამოდენიმე სრული სილიკატური ანალიზი და ლიტერატურაში არსებულ ანალიზებთან ერთად მოახდინა მათი პეტროქიმიური დამუშავება. გარდა ამისა, განსაზღვრული იქნა ქანების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები და აქედან გამომდინარე დაადგინა ამ ქანების მოსაპირკეთებელ მასალად გამოყენების ვარგისიანობა.

**ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა:** დისერტაცია შედგება შესავალისა და თავებისაგან. იგი მოიცავს 105 ნაბეჭდ გვერდს, 5 ცხრილს, 34 გრაფიკულ ილუსტრაციას, ლიტერატურის ნუსხაში შეტანილია 78 დასახელებების სამეცნიერო ნაშრომი.

## 1. ძირულის მასივის შესწავლის ისტორია

ძირულის კრისტალური მასივი იმ რეგიონს მიეკუთვნება, რომელიც ყოველთვის წარმოადგენდა მკვლევართათვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან და საინტერესო კვლევის ობიექტს და დღეისთვისაც იქცევს ყურადღებას თავისი რთული გეოლოგიური აგებულებით. მისი შესწავლა გასული საუკუნის პირველ ნახევარში – 20-30 წლებში დაიწყო.

მასივის კვლევა მიმდინარეობდა სხვადასხვა წლებში და მასში მრავალი მეცნიერი იღებდა მონაწილეობას. მათ შორის აღსანიშნავია ა. ჯანელიძის, ა. თვალჭრელიძის, პ. გამყრელიძის, გ. სმირნოვის, ს. ჩიხელიძის, გ. ზარიძის, ნ. თათრიშვილის, ა. ფლორენსკის, გ. ბარსანოვის, შ. აზიზბეკოვის, თ. ყაზახაშვილის, პ. კილასონიას, ე. გამყრელიძის, დ. შენგელიას, გ. ოდიკაძის, შ. ადამიას, გ. ზაქარიაძის, მ. აბესაძის, რ. მანველიძის, ო. დუდაურის, თ. წუწუნავას ა. ოქროსცვარიძის, ლ. შუბითიძის და სხვათა კვლევები.

## 2. შედეგები და მათი განსჯა

### საკვლევი ტერიტორიის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები

კლიმატური თვალსაზრისით ძირულის კრისტალური მასივი შედის იმერეთის მაღლობის ზომიერად ნოტიო ჰავის ზონაში, ზომიერად თბილი ზამთრით და ცხელი, შედარებით მშრალი ზაფხულით.

საქართველოს გეომორფოლოგიურ დარაიონებაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ძირული კრისტალურ მასივს. იგი ორ ნაწილად ყოფს საქართველოს მთათაშუეთს – კოლხეთის და ივერიის, რომელთაგან პრველი შავი ზღვის აუზს მიეკუთვნება, ხოლო მეორე – კასპიის ზღვას.

ე. გამყრელიძის მიერ შედგენილი საქართველოს ტერიტორიის გეოტექტონიკური დარაიონების მიხედვით კრისტალური მასივი მიეკუთვნება ცენტრალური აზეგების ზონას.

### 3. ძირულის კრისტალური მასივის გეოლოგიური აგებულება და ქანების პეტროლოგიური დახასიათება

ძირულის მასივი წარმოადგენს იურულამდელი კრისტალური სუბსტრატის შვერილს. ის განლაგებულია სამხრეთ კავკასიის მთათაშუეთში და აგებს აზევების ცენტრალურ ზონას, რომელიც დასავლეთით და აღმოსავლეთით იძირება და იფარება მეზოზოური ნალექებითა და მიო-პლიოცენური მოლასებით. ძირულის მასივზე ტრანსგრესიულად არის განლაგებული ბაიოსური, ცარცული და მესამეული ნალექები. მასივი შიშვლდება დაახლოებით 1200 კმ<sup>2</sup> ფართობზე.

კრისტალური მასივი ხასათდება რთული გეოლოგიური აგებულებით. მის შემადგენლობაშია სხვადასხვა შედგენილობის, წარმოშობისა და ასაკის ქანები. მასივის აგებულებაში მონაწილეობს მეტამორფული კომპლექსის ქანები, ინტრუზიული, ეფუზიური და ძარღვული სხეულები.

ძირულის მასივში მეტამორფული ქანები წარმოდგენილია გნეისურ-მიგმატიტური კომპლექსით. აგრეთვე ბიოტიტ-რქატყუარიანი, ბიოტიტიანი და ორქარსიანი კრისტალური ფიქლებითა და ამფიბოლიტებით. დამორჩილებული რაოდენობით არის სილიმანიტიანი, კორდიერიტიანი, ანდალუზიტიანი და გრანატიანი ფიქლები. ეს ქანები ჩამოყალიბდა პროგრესული რეგიონული მეტამორფიზმის პროცესში და მიაღწია ამფიბოლიტური ფასიესის საფეხურს.

ძირულის მასივის აღმოსავლეთ ნაწილში ჩორჩანა-უწლევის ზონა აგებულია სუსტად მეტამორფული ფიქლებით, რომელიც ლიტერატურაში ცნობილია ფილიტების სახელწოდებით. ეს ზონა მიმართების გასწვრივ ვრცელდება 14 კმ-ზე, ხოლო სიგანე 1,5 კმ-ს აღწევს. წყება შედგება სხვადასხვაგვარი ფილიტებითა და ქარსიანი ფიქლებით, ქვიშაქვებითა და გამარმარილოებული კირქვებით. მეტამორფიზმის ხარისხი შეესაბამება მწვანე ფიქლების ფაციესის ქლორიტიან და ბიოტიტიან სუბფაციესებს.

ძირულის მასივზე ფართოდ არის გავრცელებული მაგმური ქანები, რომელთა შორის გაბატონებული მდგომარეობა უკავიათ გრანიტოიდებს. მათ შორის გამოიყოფა კვარციანი დიორიტები, გრანიტები,

პლაგიოგრანიტები და მათი ძარღვული დერივატები – აპლიტები და პეგმატიტები.

ძირულის მასივის აგებულებაში გარკვეულ როლს თამაშობს ფუძე შედგენილობის ქანები, რომელთა შორის გამოიყოფა სამი ასაკობრივი ჯგუფი. ყველაზე ძველი – ფუძე ქანები, რომელთა მეტამორფიზმის შედეგად წარმოიშვა ამფიბოლიტები. მეორე ასაკობრივი ჯგუფი არის წარმოშობილი გრანიტამდე და იკვეთება ამ უკანასკნელით. მესამე ჯგუფი კი წარმოდგენილია გრანიტების შემდგომი ძარღვებითა და დაიკებით.

ძირულის კრისტალური მასივის ფორმირებაში გაბროიდულ ქანებს მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს. მრავალი მკვლევარი კამბრიულისწინა გნეისურ კვარციან დიორიტებსა და გვიანპერცინულ მიკროკლინიან გრანიტებს შორის გამოყოფს ფუძე ქანების შუალედურ I და II გენერაციის ასაკობრივ ჯგუფს. პირველ ფაზას მიაკუთვნებენ ამფიბოლიტებს, ამფიბოლიან ფიქლებსა და გნეისურ-მიგმატიტურ კომპლექსში არსებულ გაბროიდებს. ეს ქანები განიხილება, როგორც ერთი ასაკის – ადრეპერცინულ წარმონაქმნებად, ხოლო ე. გამყრელიძე და დ. შენგელია მათ კამბრიულისწინა ასაკის ქანებს მიაკუთვნებენ. მეორე გენერაციის ბაზიტებს აკუთვნებს უფრო დიდი ზომის ინტრუზიულ სხეულებს, რომლებიც კვეთს კვარციან დიორიტებსა და თავის მხრივ იკვეთება ზედა პალეოზოური გვიანპერცინული მიკროკლინიანი გრანიტებით. ო. ხუციშვილი მათ განიხილავს, როგორც ადრეპერცინულ ბაზიტურ სუბსტრატს.

ძირულის კრისტალური მასივის გაბროიდული ქანების გამოსავლები სხვადასხვა ფორმის და ზომისაა. მათ შორის აღსანიშნავია გეზრულას (შროშის), ხელმოსმულას, ვერტყვიჭალას, ჭალვანის, დუმალას (ბორითის), ცხეთისჯვრისა და სხვა შედარებით მცირე ზომის სხეულები.



## 4. ძირულის კრისტალური მასივის ფუძე ქანების

### პეტროლოგია

სოფ. შროშის გაბრო-დიორიტები. მდინარე გეზრულას ხეობაში მდ. ძირულასთან შესართავიდან დაახლოებით 2.5-3.0 კმ-ით ზევით (ჩანჩქერთან) გაშიშვლებულია შროშის გაბროული სხეულის საკმაოდ დიდი გამოსავალი. იგი ჩანჩქერის ზემოთ დაახლოებით 100 მ-ზე კარგად გაიდევნება, ხოლო შემდეგ დაფარულია და მცირე გამოსავლები აღინიშნება ყოფილი კარიერის ტერიტორიაზე.

მდ. გეზრულას ხეობის გაბროიდები მაკროსკოპულად მუქი შავი ან მუქი ნაცრისფერი, საშუალო ან წვრილმარცვლოვანი მასიური ქანებია. სტრუქტურა ჰიპიდომორფულმარცვლოვანი, ზოგჯერ გვხვდება პოიკილიტური აგებულების უბნებიც.

ძირითადი ქანმაშენი მინერალებია პიროქსენი, რქატყუარა და პლაგიოკლაზი, მეორადი მინერალებია ბიოტიტი, კვარცი და ეპიდოტის ჯგუფის მინერალები. აქცესორულებიდან გვხვდება ცირკონი, აპატიტი, სფენი, მადნეული მინერალები.

დიორიტები მუქი ნაცრისფერი, საშუალომარცვლოვანი ქანებია. სტრუქტურა ჰიპიდომორფულმარცვლოვანი. ქანმაშენი მინერალებია: რქატყუარა, ბიოტიტი, პლაგიოკლაზი. მეორადი მინერალები – კვარცი, ქლორიტი და ეპიდოტი. აქცესორული – აპატიტი, ცირკონი, სფენი, და მადნეული.

მდ. გეზრულას ხეობაში შედარებით მოზრდილ ჩანჩქერთან (იქ, სადაც არის წისქვილი) 250-270 მ-ში, მდინარის მარცხენა მხარეს შიშვლდება ულტრაფუძე სხეული, რომელიც ვრცელდება დაახლოებით 50-60 მ-ზე. ულტრაფუძე სხეული კვეთს გაბროს ინტრუზივს და ორივე მათგანი თავის მხრივ იკვეთება გრანიტებით. ულტრაფუძე სხეული თავისი გენეზისით დაკავშირებული უნდა იყოს გაბროულ მაგმასთან.

გაბროს სხეული გაკვეთილია 10 სმ-ის ვარდისფერი აპლიტის ძარღვით.

მდ. მაჭარულას ხეობაში, მის მარჯვენა შენაკადის (დელე) ნაპირას გამოდის მსხვილკრისტალური გაბრო-დიორიტის სფერული განწევრების

მქონე სხეული, რომლის ქანმაშენი მინერალებია: პლაგიოკლაზი, რქატყუარა, ბიოტიტი და კვარცი.

გაბრო-დიორიტის კონტაქტი შემცველ ქანებთან გადის ამ ღელესა და მდ.მდ. გეზრულასა და მაჭარულას წყალგამყოფ ქედზე.

გაბრო-დიორიტების გაშიშვლება გვხვდება აგრეთვე, სოფ. შრომასთან, შველიძეების უბანში, გზის მარცხენა მხარეს, რომელიც ვრცელდება დაახლოებით 100 მ-ზე. სტრუქტურა ჰიპიდომორფულმარცვლოვანია. ქანმაშენი მინერალებია: რქატყუარა, ბიოტიტი, პლაგიოკლაზი და კვარცი.

ცხეთისჯვრის გაბროიდული ქანები. გომი-საჩხერეს ტრასაზე, სოფელ ცხეთისჯვრის მიდამოებში, გზის მარჯვენა მხარეს გაშიშვლებულია გაბროს სხეული. იგი შიშვლდება დაახლოებით 2 კმ მანძილზე. სხეულის სამხრეთ ნაწილში უწყვეტი გაშიშვლებებია, ხოლო ჩრდილოეთ ნაწილში მას მოყვება მნიშვნელოვანი ხარვეზები (ტექტონიკური აშლილობები) და შემდეგ წყვეტილი გაშიშვლებები. გაბროს სხეულს ჩრდილოეთით მიუყვება ვულკანოგენური ბრექჩია.

ამ სხეულს თავზე ადევს ქვედა ცარცული კირქვები და იკვეთება გრანიტული მასალით. გაბროს სხეული ძირითადად საღია, თუმცა გვხვდება შედარებით შეცვლილი უბნები.

სოფ. ცხეთისჯვრის ბაზიტები წარმოდგენილია გაბროებითა და გაბრო-დიაბაზებით. ინტრუზიული სხეული აგებულია მკვერივი, წვრილმარცვლოვანი, მუქი ნაცრისფერი ქანებით. ახასიათებს მასიური და იშვიათად ზოლებრივი ტექსტურა

სტრუქტურა ჰიპიდომორფულმარცვლოვანია. ძირითადი ქანმაშენი მინერალებია: რქატყუარა, პლაგიოკლაზი, ბიოტიტი, კლინოპიროქსენი, იშვიათად კვარცი. მეორადი მინერალებიდან წარმოდგენილია ქლორიტი და ეპიდოტის ჯგუფის მინერალები. აქცესორულად გვხვდება ცირკონი, სფენი, აპატიტი და მადნეული მინერალები.

სოფ. ცხეთისჯვრის გაბროს მთლიანი სხეული გაჯერებულია გრანიტული მასალითა და მრავალრიცხოვანი აპლიტისა და პეგმატიტის ძარღვებით.

გ. ზაქარიადეს ცხეთისჯვრის გაბროებს მეორე გენერაციის ბაზიტებად მიიჩნევს. ამ გაბროებს განიხილავს ადრეპერცინული

ბაზიტური კომპლექსის ნაწილად, რომელსაც შენარჩუნებული აქვს მაგმური სტრუქტურა და მინერალური შედგენილობა.

მდინარე ჭერათხევის ხეობაში ლომისის წყლის შესართავთან შიშვლდება ოლივინ-პიროქსენიანი გაბროები. მაკროსკოპულად ქანი მსხვილმარცვლოვანია. ნაცრისფერი ან მომწვანო შეფერილობისაა. ახასიათებს გაბროიდული სტრუქტურა, იშვიათად კელიფიტური სტრუქტურაც. მათი მინერალური შედგენილობა შემდეგნაირია: პლაგიოკლაზი, ოლივინი და პიროქსენი.

სოფელ ვერტყვიჭალას გაბროიდული ქანები. სოფელ ვერტყვიჭალაში, სამანქანო გზიდან დაახლოებით 1.5 კმ-ის მანძილზე, მდინარე კინხხას ხეობაში წისქვილის ორივე მხარეს გაშიშვლებულია გაბროს ინტრუზიული სხეული

სოფელ ვერტყვიჭალის გაბროიდული სხეული წარმოდგენილია პიროქსენ-რქატყუარიანი გაბროებით. მაკროსკოპულად ქანი შავი ან მუქი ნაცრისფერია. მასიური, საშუალომარცვლოვანი ან მსხვილმარცვლოვანი.

ახასიათებს ჰიპიდომორფულმარცვლოვანი სტრუქტურა. ზოგჯერ მინერალების ორიენტირებული განლაგებით ქანში ხშირად გვხვდება პოიკილიტური სტრუქტურიანი უბნები. ქანმაშენი მინერალებია რქატყუარა და პლაგიოკლაზი, იშვიათად პიროქსენი. მეორადი მინერალებიდან გვხვდება ქლორიტი, ეპიდოტ-ცოიზიტი, ხოლო აქცესორული მინერალებიდან წარმოდგენილია სფენი და აპატიტი.

გაბროიდული ქანების მეორე სხეული გაშიშვლებულია ამავე ხეობაში, შესართავიდან დაახლოებით 3.0-3.5 კმ-ის მოშორებით, გამოსავალის სიგრძე 20-30 მეტრია. მაკროსკოპულად ქანი წარმოადგენს შავი ფერის, შედარებით წვილკრისტალურ ქანს, რომლის მინერალური შედგენილობა მსგავსია ზემოთ აღწერილი სხეულისა.

ვერტყვიჭალის სხეულებს მკვეთრი კონტაქტი აქვს გრანიტოიდებთან და თავის მხრივ იკვეთება პეგმატიტისა და აპლიტის ძარღვებით.

სოფელ ვერტყვიჭალაში, მდ. კინხხას ხეობაში მცირე გავრცელებით სარგებლობს ოლივინიანი-პიროქსენიანი გაბროები. მაკროსკოპულად ქანი მსხვილმარცვლოვანია. ნაცრისფერი ან მომწვანო

შეფერილობის. ძირითად ქანმაშენ მინერალებს წარმოადგენს პლაგიოკლაზი, პიროქსენი და ოლივინი. სტრუქტურა პოიკილიტურია.

სოფელ ჭალვანის გაბროიდული ქანები. სოფელ ჭალვანში, გზის პირას, იქ სადაც მდინარე ძირულას უერთდება პატარა შენაკადი, გაშიშვლებულია გაბროს სხეული, რომლის ხილული გამოსავალი დაახლოებით 50 მ-ზე ვრცელდება. ქანი მასიური, მსხვილკრისტალური ან საშუალომარცვლოვანი და ერთგვაროვანია. გაბროიდული სხეულის ქანები გამოირჩევა სისადით. ეს სხეული წარმოდგენილია პიროქსენიანი და რქატყუარა-პიროქსენიანი გაბროებით.

მაკროსკოპულად ქანი მონაცრისფრო-მოშავო ფერისაა. სტრუქტურა ჰიპიდომორფულმარცვლოვანი. შედგება პლაგიოკლაზის, პიროქსენისა და რქატყუარისაგან. მეორადი მინერალებიდან გვხვდება ქლორიტი და ეპიდოტი, ხოლო აქცესორული მინერალები წარმოდგენილია აპატიტით, ცირკონით და მადნეული მინერალებით.

სოფელ ჭალვანის გაბროიდულ სხეულს კონტაქტი აქვს გრანიტოიდებთან და გნეისებთან.

სოფელ უწლევის გაბროიდული ქანები. სოფ. უწლევის შემოსახვევიდან დაახლოებით 1 კმ-ში გაშიშვლებულია მცირე ზომის შტოკისებური სხეული. მაკროსკოპულად ქანი მუქი ნაცრისფერია. ახასიათებს ცვალებადი სტრუქტურა – ცენტრში თანაბარმარცვლოვანი, ხოლო კიდეებისაკენ პორფირული. სხეული შეჭრილია გაბრო-ამფიბოლიტებსა და გრანიტებში. ძირითადი მასა წარმოდგენილია შემდეგი ქანმაშენი მინერალებით: პლაგიოკლაზი, პიროქსენი და რქატყუარა. მეორადი მინერალებიდან გვხვდება ეპიდოტი და ქლორიტი. ხოლო აქცესორებიდან – აპატიტი, სფენი და მადნეული მინერალები.

მდინარე ჭერათხევის ხეობაში, მდ. ჩემორის შესართავამდე 4 კმ-ში, არის გაბროს სხეულის გამოსავალი. ქანი მოშავო, მონაცრისფრო ფერისაა, მსხვილკრისტალური. სტრუქტურა ჰიპიდომორფულმარცვლოვანი. ძირითად ქანმაშენ მინერალებს წარმოადგენს ოლივინი, პიროქსენი, რქატყუარა, პლაგიოკლაზი. აქცესორული მინერალებიდან გვხვდება მწვანე ფერის შპინელი – ჰერცინიტი და სფენი.

მდ. ვაშლეურას გაბრიდული ქანები. მდ. ვაშლეურას ხეობაში, შესართავიდან დაახლოებით 200 მ-ის მოშორებით, გაშიშვლებაში ხარვეზებით მსხვილკრისტალური გაბროს მცირე გამოსაველები გვხვდება, ერთ გამოსავალში გაკვეთილია შედარებით უფრო წვრილკრისტალური ძარღვით, რომელიც არის წარმოდგენილი დიორიტ-პორფირიტით.

მაკროსკოპულად გაბრო მუქი ნაცრისფერი, მოშაო ფერისაა. სხვილკრისტალური სტრუქტურა ჰიპიდომორფულმარცვლოვანი, იშვიათად პოიკლიტური უბნებით. ძირითად ქანმაშენ მინერალებს წარმოადგენს რქატყუარა, მონოკლინური პიროქსენი და პლაგიოკლაზი.

ერთ-ერთ გაშიშვლებაში გაბრო იკვეთება წვრილმარცვლოვანი პორფირული ქანით, რომელიც წარმოდგენილია დიორიტ-პორფირიტით. სტრუქტურა პორფირული. შედგება რქატყუარის, ბიოტიტის და პლაგიოკლაზისაგან.

მდინარე დუმალას ხეობის გაბრო. სოფელ ბორითთან, მთავარი გზის გასწვრივ, მდ. დუმალას მარცხენა მხარეს გაშიშვლებულია ფუძე ქანების გამოსავალი. ინტრუზიული სხეული ვრცელდება დაახლოებით 0.5 კმ-ზე. მდ. დუმალას მოსახვევამდე 50 მ-ით ქვევით, გაბროს სხეულს კვეთს გრანიტული ქანები. აქვე შეინიშნება 30 სმ-ის სიმძლავრის ტექტონიკური ბრეჟჩია. ჩვენი ვარაუდით, გაბროს ინტრუზიული სხეული გრანიტებამდეა შემოჭრილი.

ინტრუზიული სხეული აგებულია გაბროებითა და გაბრო-დიორიტებით, რომლებიც წარმოდგენილია მუქი ნაცრისფერი ან მოშაო ფერის საშუალო- ან წვრილკრისტალური ქანებით. სტრუქტურა ჰიპიდომორფულმარცვლოვანი.

მდ. ხელმოსმულას გაბრო. სოფ. მაქათუბანში, მდინარე ხელმოსმულას ხეობაში, შესართავიდან დაახლოებით 2 კმ-ზე, გრანიტულ სხეულში ქსენოლითის სახით მოქცეულია მსხვილკრისტალური გაბრო. გაბროს ქანმაშენი მინერალებია პიროქსენი, რქატყუარა და პლაგიოკლაზი. შედარებით მცირე რაოდენობით გვხვდება კვარცი. აქცესორულიდან წარმოდგენილია სფენით, აპატიტით და მადნეული მინერალებით.

სტრუქტურა ჰიპიდომორფულმარცვლოვანი, ზოგ უბანში პორფირულია. მდინარის კალაპოტში, დაახლოებით 15-20 მ-ით ქვევით, მარჯვენა ნაპირზე გაშიშვლებულია მსხვილკრისტალური გაბროს და წვრილკრისტალური დიაბაზ-პორფირიტის სხეული. წვრილკრისტალური დიაბაზ-პორფირიტი გაკვეთილია მუსკოვიტიანი გრანიტული პეგმატიტის ძარღვით. იგი გაჟღენთილია გრანიტული მასალით და მასში ჩნდება კალიუმის მინდვრის შპატის პორფირობლასტები.

ვვარაუდობთ, რომ ზემოთ ხსენებული დიაბაზი წინ უსწრებს გრანიტების შემოჭრას და შეიძლება იყოს საკმაოდ დიდი ზომის ქსენოლითი. ზოგიერთ ადგილას დიაბაზს მკვეთრი კონტაქტი აქვს პეგმატიტებთან. პეგმატიტის ძარღვის სიმძლავრე 40 სმ-დან 2.0 მ-მდე მერყეობს.

დიაბაზ-პორფირიტი წვრილკრისტალურია. ძირითადი მასა გაქლორიტებულია, იძვიათად გაკარბონატებული. მისი ქანმაშენი მინერალებია პიროქსენი და პლაგიოკლაზი. ახასიათებს პორფირული სტრუქტურა.

მსხვილკრისტალური გაბროს სხეული გაშიშვლებულია მდინარის ორივე ნაპირზე. ქანების გამოსავალი ვრცელდება დაახლოებით 40 მ-ზე. მაკროსკოპულად ეს ქანები ნაცრისფერი, თითქმის შავი ფერისაა. სტრუქტურა ჰიპიდომორფულმარცვლოვანი. ძირითადი ქანმაშენი მინერალებია პიროქსენი, რქატყუარა და პლაგიოკლაზი.

## 5. ძირულის კრისტალური მასივის ფუძე ქანების ქიმიზმი

ძირულს მასივის გაბროული ქანების პეტროქიმიური დახასიათებისათვის გამოყენებული იქნა ლიტერატურაში არსებული და ჩვენს მიერ მიღებული ქიმიური ანალიზები, რომლის მაჩვენებლების მიხედვითაც  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  დამოკიდებულებით ქანები მიეკუთვნება კალიუმ-ნატრიუმიანი სერიის ნორმალურ ტუტე და სუბტუტე რიგის ქანებს. თიხამიწიანობის კოეფიციენტის მიხედვით ქანების უმეტესობა მიეკუთვნება მაღალთიხამიწიან და ზომიერად თიხამიწიან, უფრო იშვიათად კი დაბალთიხამიწიან სერიის ქანებს. ხოლო რკინიანობის

კოეფიციენტის  $K\phi$  მიხედვით 0.35-დან 0.81-მდე მერყეობს. AFM დიაგრამაზე ეს წერტილები განლაგდა ტოლეიტურ და კირტუტე არეში.

## 6. ფუძე ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები

ძირულის კრისტალური მასივის გაბროიდული ქანების გაშიშვლებებიდან სავსე სამუშაოების დროს აღებულ იქნა 50-ზე მეტი ნიმუში. აღებული ნიმუშებიდან შეირჩა საღი, გამოუფიტავი ნიმუშები, რომლისგანაც შესაძლებელი იქნებოდა მინიმუმ 10სმ სიმაღლის ცილინდრული ფორმის კერნის ამობურღვა. კერნის ამობურღვა მოხდა აღმასის გვირგვინიანი პორტატული საბურღი აგრეგატით. შერჩეულ იქნა 16 კერნი და თითოეულ მათგანზე განისაზღვრა მათი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები.

შერჩეული ნიმუშები შროშის, ვერტევიჭალის, ჭალვანისა და ცხეთისჯვრის გაშიშვლებებიდან არის აღებული. ამ ნიმუშებზე განისაზღვრა ის ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები, რომლებიც მნიშვნელოვანია ქანის, როგორც სამშენებლო და მოსაპირკეთებელი მასალის დასახასიათებლად, კერძოდ: ფიზიკური თვისებებიდან - ტენიანობა, სიმკვრივე, მინერალური ნაწილის სიმკვრივე, წყალშთანთქმა და ყინვამდევობა, ხოლო მექანიკური თვისებებიდან - სიმტკიცე ერთდერძა კუმშვაზე ბუნებრივ და წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში და განისაზღვრა ქანის დარბილების კოეფიციენტი.

ძირულის კრისტალური მასივის გაბროიდული ქანები ხასითდება დაბალი ფორიანობით და ტენიანობით. აღნიშნული 16 ნიმუშიდან ყინვამდევობის ცდა ჩატარდა 6 ნიმუშზე და 25 ციკლიანი გაყინვა-გაღებობის შემდეგ განისაზღვრა ყინვამდევობის კოეფიციენტი.

ჩატარებული ცდების შედეგების მიხედვით ყინვამდევობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მერყეობს 0.8-0.92 ფარგლებში, რაც შეესაბამება ნორმით დასაშვებ მნიშვნელობებს.

რაც შეეხება ქანების მექანიკური თვისებების მახასიათებლებს, სიმტკიცის ერთდერძა გამოცდის მონაცემების მიხედვით ქანები სნ და წ 25100-82-ის მიხედვით წარმოადგენს მტკიცეს, ვინაიდან მათი სიმტკიცის მაჩვენებლები წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში აღემატება 50 მპა-ს.

სიმტკიცის ერთდერძა მონაცემების მიხედვით, რომელიც ჩატარებული იყო ბუნებრივად მშრალ და წყალგაჯერებულ ნიმუშებზე, განისაზღვრა ქანების დარბილების კოეფიციენტი და იგი 0.9-0.94 ფარგლებში მერყეობს.

ლაბორატორიული კვლევის შედეგები დამუშავდა სტატისტიკურად სს და № 20522-75-ის მიხედვით და განისაზღვრა ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ნორმატიული მაჩვენებლები, რომელიც მოცემულია ცხრილში.

ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები	განზომილება	განსაზღვრის რაოდენობა		საშ. კვად. გადახრა $C_{n-1}$	ვარიაციის კოეფიციენტი, V	ქსცხის კოეფიციენტი	ასიმეტრიის კოეფიციენტი	ნორმატიული მნიშვნელობა, $A^n$	საანგარიშო მნიშვნელობა		
		საწვისი	საბოლოო						$\alpha=0.85$	$\alpha=0.95$	$\alpha=0.99$
ბუნებრივი ტენიანობა, W	%	16	16	0.150	0.480	-0.764	-0.149	0.313	0.272	0.247	0.215
ბუნებრივი სიმკვრივე, ρ	გრ/სმ <sup>3</sup>	16	16	0.048	0.016	0.732	0.420	3.009	2.996	2.988	2.977
მინერალური ნაწილაკების სიმკვრივე, ρ <sub>s</sub>	გრ/სმ <sup>3</sup>	16	16	0.033	0.011	-1.083	-0.137	3.049	3.040	3.034	3.027
სიმტკიცე ერთდერძა კუმშვაზე ბუნებრივ მდგომარეობაში, R <sub>c0</sub>	მპა	16	16	11.502	0.121	-0.462	0.101	94.770	91.693	89.738	87.293
სიმტკიცე ერთდერძა კუმშვაზე წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში, R <sub>cწ</sub>	მპა	16	16	11.530	0.133	-0.464	0.001	86.819	83.735	81.775	79.324
დარბილების კოეფიციენტი	ერთ.	16	16	0.015	0.016	-1.141	-0.398	0.915	0.911	0.909	0.906
ყინვამდგომლობის კოეფიციენტი, K	ერთ.	6	6	0.049	0.058	-1.365	-0.503	0.850	0.827	0.810	0.783



ლაბორატორიული კვლევისა და სტატისტიკური დამუშავების შედეგად მიღებული ნორმატიული და საანგარიშო მნიშვნელობების მიხედვით ქანების ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები სრულიად შეესაბამება იმ მოთხოვნებს, რათა მათი გამოყენება მოხდეს მოსაპირკეთებელ მასალად. კერძოდ, აღნიშნული ქანები ხასიათდებიან მაღალი სიმტკიცით, ყინვამდგობით და არადარბილებადია.

## 7. დასკვნა

ძირულის მასივის გეოლოგიურ აგებულებაში გაბროიდული ინტრუზივები მნიშვნელოვან როლს თამაშობს. ეს სხეულები სხვადასხვა ზომის და ფორმისაა. გაბროული ინტრუზივებიდან აღსანიშნავია შროშის, ხელმოსმულას, ვერტყვიჭაღას, ჭაღვანის, დუმაღას (ბორითის), ცხეთისჯვრის, უწლევისა და სხვა შედარებით მცირე ზომის სხეულები.

- ფუძე ინტრუზიული ქანების აგებულებაში მონაწილეობს: გაბრო, გაბრო-დიორიტები და გაბრო-დიაბაზური ქანები. მაკროსკოპულად ეს ქანები შავი ან მუქი ნაცრისფერი ფერისაა. წვრილი, საშუალო ან მსხვილმარცვლოვანი აგებულებით. სტრუქტურა ძირითადად ჰიპიდომორფულმარცვლოვანია, ზოგჯერ მინერალების ორიენტირებული განლაგებით. გვხვდება აგრეთვე პოიკილიტურ სტრუქტურიანი უბნებიც.
- ძირითადი ქანმაშენი მინერალებია: რქატყუარა და პლაგიოკლაზი, იშვიათად პიროქსენი, უფრო იშვიათად ოლივინი, ბიოტიტი. მეორადი მინერალებიდან გვხვდება კვარცი, სკაპოლიტი, ქლორიტი, ეპიდოტ-ცოიზიტის ჯგუფის მინერალები, აქცესორული მინერალები წარმოდგენილია აპატიტით, ცირკონით, სფენით, მადნეული მინერალებითა და იშვიათად მწვანე ფერის შპინელით (ჰერცინიტი).
- სხეულების უმრავლესობას მკვეთრი კონტაქტები აქვს შემცველ ქანებთან და თავის მხრივ იკვეთება პეგმატიტისა და აპლიტის ძარღვებით, რაც მათ უფრო ძველ წარმოშობაზე მიუთითებს.

- $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  დამოკიდებულებით ქანები მიეკუთვნება კალიუმ-ნატრიუმის სერიის ნორმალურ ტუტე და სუბტუტე რიგის ქანებს. თიხამიწიანობის კოეფიციენტის მიხედვით ქანების უმეტესობა მიეკუთვნება მაღალთიხამიწიან და ზომიერად თიხამიწიან, უფრო იშვიათად კი დაბალთიხამიწიან სერიის ქანებს. ხოლო რკინიანობის კოეფიციენტის  $\text{K}\phi$  მიხედვით 0.35-დან 0.81-მდე მერყეობს. AFM დიაგრამაზე კი ქანის ფიგურული წერტილები განლაგდა ტოლეიტურ და კირტუტე არეში.

შეირჩა საღი ნიმუშები შროშის, ვერტევიჭალას, ჭალვანისა და ცხეთისჯვრის გაშიშვლებებიდან და განისაზღვრა ის ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები, რომლებიც მნიშვნელოვანია ქანის, როგორც სამშენებლო და მოსაპირკეთებელი მასალის დასახასიათებლად.

- ძირულის კრისტალური მასივის გაბრიდული ქანები ხასითდება დაბალი ფორიანობით და ტენიანობით. რაც შეეხება ქანების მექანიკური თვისებების მახასიათებლებს სიმტკიცის ერთდერძა გამოცდის მონაცემების მიხედვით სიმტკიცის ზღვარი მშრალ მდგომარეობაში 72.75-დან 115.3 მპა-მდე მერყეობს, რაც ქანების მაღალ სიმტკიცეზე მიუთითებს.

ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების ლაბორატორიული კვლევისა და მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების შედეგად მიღებული მონაცემებით აღნიშნული ქანები ხასიათდება მაღალი სიმტკიცით, ყინვამდგობით და დარბილების დაბალი კოეფიციენტით. დათვლილი იქნა პროგნოზული მარაგი შროშის გაბრო-დიორიტული სხეულის მაგალითზე. მისი გავცელების ფართობი დაახლოებით 3.0 კმ<sup>2</sup>-ია.

გაბროს მრავალი პრაქტიკული გამოყენება აქვს. მისი გამოყენება შეიძლება, როგორც ექსტერიერის – გარე ფასადების, ბორდიურების, ასევე ინტერიერის – კიბეების, მაგიდების, ბუხრების, სახელურების და სხვა უფრო მცირე ზომის სუვენირების დასამზადებლად, რაც თავის მხრივ ხელს შეუწყობს მცირე ბიზნესის განვითარებას.

ნაშრომის აპრობაცია და პუბლიკაცია: ავტორის მიერ მიღებულ შედეგები და სადისერტაციო ნაშრომის ცალკეული საკითხები განხილული იქნა სტუ-ს სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სტუდენტთა და დოქტორანთა სამეცნიერო კონფერენციაზე და თემატურ სემინარებზე.

გარდა ამისა, ნაშრომის ძირითადი დებულებები ასახულია ავტორის მიერ სადისერტაციო თემაზე გამოქვეყნებულ 3 სამეცნიერო სტატიაში.

### პუბლიკაციები:

1. თ. გორგიძე „ძირულის კრისტალური მასივის გაბრო-დიორიტ-კვარციანი დიორიტები“, GEORGIAN ENGINEERING NEWS, No.4(vol.60), GFID GEN LT, 2011, P.76-78.
2. თ. გორგიძე „ძირულის კრისტალური მასივის ზოგიერთი ფუძე ინტრუზივის პეტროლოგია“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, შრომები, 2012, გვ. 37-41.
3. თ. გორგიძე „ვერტევიჭალისა და ჭალვანის გაბროიდული სხეულების პეტროლოგია და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები“, მეცნიერება და ტექნოლოგიები, 2012, №1-3, გვ. 50-54.

### Abstract

The Dziruli Crystalline Massif plays a large part in geological formation of Georgia. It represents an uplift part of the Georgian Belt, which is sinking below the Mesozoic and the Cainozoic deposits to the east and west.

The Dziruli Crystalline Massif is characterized by sharply dissected relief and difficult formation. Geologically it is formed by intrusive, metamorphic, effusive and sedimentary rocks.

An unbiased interpretation of geological history of the Dziruli Crystalline Massif is very important for detailed petrographic study and explanation of sequence of rocks which formed the above massif.

The Dziruli Crystalline Massif has been an object of geological study since the last thirties. It should be mentioned that a number of geological problems have not been resolved yet. In particular, the basic intrusives which are stretched in the massif have not been studied in detail in terms of geology and petrography, and from this point of view this work can be considered as quite actual.

The main goal of the thesis work was petrographic study and determination of physical-mechanical properties of the basic intrusives of the Dziruli Crystalline Massif. The following main tasks were set according to the main goal of the thesis work:

1. Collection of basic intrusives of the Dziruli Crystalline Massif, systematization and study;
2. Preparation of transparent thin sections from the samples and determination of mineral composition and structure of rocks by means of polarization microscope;
3. Silicate analysis of rocks and petrochemical analysis of obtained results;
4. Determination of physical-mechanical parameters and decorative properties of rocks to define whether these rocks can be used as a facing material.

Basic intrusives of the Dziruli Crystalline Massif are represented of various sizes and composition bodies among which the Shrosha body should be noted. Also, the bodies of vil. Vertkvichala, Chalvani, Tskhetijvaro and other bodies should be mentioned here.

A detailed petrographic study was conducted on the basic intrusives in the beginning, as well as determination of locations of the rocks genesis which formed the massif, and this is a novelty of this work. The physical-mechanical properties of the basic intrusives were also determined with the following statistical processing in order to define normative values so that the above mentioned rocks can be used as facing material.

The reason for a practical significance of this thesis work is that it makes it possible to use these basic intrusives in facing works, based on the study made by the author to determine physical-mechanical and decorative properties of these rocks. Expanding population and pace of life created a strong demand for construction of dwelling houses and industrial structures, and in this sense the exploitation of basic rocks of the Dziruli Crystalline Massif as a facing material becomes very important, what would, in its turn, contribute in development of local production.

The samples from the basic intrusives were collected and studied, as a result of field reconnaissance. In particular, up 200 transparent thin sections were prepared and petrographically studied, and silicate analysis was conducted on 10 samples.

The first chapter of the thesis work is dedicated to the history of the Dziruli Crystalline Massif study. This massif has always attracted researchers and represented one of the most important and interesting objects of study, and even now it attracts attention due to its complex geological formation. The results of the study are discussed and analyzed in detail in this works.

A brief overview of physical-geographical, geomorphological and tectonic conditions is given in the second chapter. Petrographic description of the Dziruli Crystalline Massif can be also found in this chapter, in particular the Pre-Cambrian formations with gneiss-magmatic complexes, the Late Baikal formations with granitoids of plagiogranite-granite series, the Late Hercynius formations and metabasites of various age, and also rhyolites and intrusives of the Jurassic Age are discussed in detail.

Gabbroid rocks have played a great role in the formation of the Dziruli Crystalline Massif. The gabbroid exposures are of different shape and size. These gabbroid rocks, in their turn, consolidate Gezrula (Shrosha), Khelmosmula, Vertkvichala, Chalvani, Dumala (Boriti), Tskhetisjvari and other relatively small size bodies. As a result of microscope analysis of the transparent thin sections of samples taken from the above mentioned bodies, the mineral composition and structural originality of the rocks are discussed and is supported quite well with a visual material too. The second chapter is also contains analysis of results of the petrochemical study of the rocks.

The third chapter includes results of physical-mechanical parameters and statistical analysis.

Summarized analysis and conclusions of research study are given in the last part of the thesis work, which has a large practical importance and which was discussed during the scientific workshops of the Department of Applied Geology of the Georgian Technical University (GTU) and during the scientific conferences for Students and Doctoral Candidates of the Mining Geology Faculty.