



საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის
სახელობის ქართული უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

**ინფორმატიკის, მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო
მეცნიერებათა სკოლა (ფაკულტეტი)**

საგანმანათლებლო პროგრამა - გეოფიზიკა

ნინო სადრაძე

წარმოდგენილი ნაშრომის
კონტინენტური კოლიზიის ზონის გეოდინამიკა სამხრეთ
საქართველოს (ჯავახეთი და მიმდებარე არეები)
კოლიზიისშემდგომი ვულკანიზმის ევოლუციის მაგალითზე

ავტორეფერატი

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა დოქტორის აკადემიური
ხარისხის მოსაპოვებლად გეოლოგიაში

**მიმართულება - 05 საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი
დარგი/სპეციალობა - 0506 გეოლოგია**

თბილისი

2015 წელი

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს საპატრი-
არქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული
უნივერსიტეტის **ინფორმატიკის, მათემატიკისა და საბუნების-
მეტყველო მეცნიერებათა** სკოლა/ფაკულტეტზე.

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: **შოთა ადამია, გეოლოგია-
მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი**

ოფიციალური ოპონენტები: **1. ვერნი ალფაიძე, გეოლოგია-
მინერალოგიის მეცნ.დოქტორი,
პროფესორი**
**2. გიორგი ვაშაკიძე, გეოლოგის
დოქტორი**

დისერტაციის დაცვა შედგება 2015 წლის **23 თებერვალს 14 საათზე**,
საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის
სახელობის ქართული უნივერსიტეტის **ინფორმატიკის,
მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა** სკოლის
(ფაკულტეტის) სადისერტაციო კომისიის სხდომაზე.

მისამართი: 0162, თბილისი, ილია ჭავჭავაძის №53^ა, პირველი
კორპუსი, IV სართული, დავით აღმაშენებლის სახელობის
სხდომათა დარბაზი.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება საქართველოს საპატრიარქოს
წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული
უნივერსიტეტის სამეცნიერო ბიბლიოთეკაში

სადისერტაციო მაცნე დაიგზავნა 2015 წლის 16 იანვარს.

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,
ფიზიკა-მათემატიკის
აკადემიური დოქტორი

გიორგი მაქაცარია

სარჩევი

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | ნაშრომის ზოგადი დახასიათება | 4 |
| 1.1 | თემის აქტუალობა | 5 |
| 1.2 | კვლევის ძირითადი მიზანი და ამოცანები | 6 |
| 1.3 | ნაშრომის მეცნიერული სიახლე და ძირითადი შედეგები | 7 |
| 1.4 | კვლევის თეორიული და მეთოდოლოგიური საფუძვლები | 8 |
| 1.5 | ნაშრომის თეორიული ღირებულება | 8 |
| 1.6 | ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა | 8 |
| 1.7 | ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა | 9 |
| 2 | ნაშრომის ძირითადი შინაარსი | 9 |
| 2.1 | შესავალი | 9 |
| 2.2 | თავების ანოტაცია | 10 |
| 2.3 | დასკვნები | 18 |
| 3 | დისერტაციის თემასთან დაკავშირებული პუბლიკაციების ნუსხა | 19 |

1. ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

საკვლევი ობიექტი-სამხრეთ საქართველოს პოსტკოლიზიური ვულკანური პლატო (ჯავახეთი და მიმდებარე არეები) ალპურ-ჰიმალაური ნაოჭა სარტყლის ნაწილია და უნიკალური რეგიონია კოლიზიამდელი, კოლიზიური და კოლიზიისშემდგომი ვულკანიზმის გეოდინამიკის დასახასიათებლად. იგი კონტინენტური კოლიზიური ზონის თანამედროვე მაგალითია, სადაც სუბდუქციური ვულკანური აქტივობა პალეოზოურიდან ეოცენის ბოლომდე გრძელდებოდა. მშვიდი ვულკანური პერიოდის მერე გვიან ოლიგოცენში-ადრე მიოცენში ვულკანიზმი განახლდა მიოცენ-მეოთხეულში. მკვლევარების ყურადღება მიიქცია იმ ფაქტმა, რომ ასეთი ზონების კოლიზიისშემდგომი ვულკანიზმი (მაგ. აღმოსავლეთ ანატოლიის, სომხეთის, აზერბაიჯანის და ირანის პოსტკოლიზიური ვულკანური პლატოები) ხასიათდება სპეციფიკური შედგენილობით და ისინი პეტროქიმიური და გეოქიმიური თავისებურებებით ახლოს დგანან სუპრა-სუბდუქციურ ვულკანურ ფორმაციებთან.

ჯავახეთის პლატო არის უნიკალური მხარე კოლიზიამდელი-კოლიზიური და კოლიზიისშემდგომი ვულკანიზმის შუალედური რეჟიმის თავისებურებების შესასწავლად, რომელიც მოიცავს პრობლემების ფართე დიაპაზონს, როგორცაა, მაგალითად, რელიეფის ინვერსია და ოკეანური პალეოგეოგრაფიული პირობებიდან კონტინენტის შიდა სრტუქტურაში გადასვლა, ქანების დეფორმაცია, ნაოჭა-შეცოცებითი სრუქტურების და მათათა სისტემების ჩამოყალიბება, სუბდუქციური წყალქვეშა ვულკანიზმის ჩანაცვლება კოლიზიური და კოლიზიისშემდგომი კონტინენტური ვულკანიზმით, ოკეანურ-სუბოკეანური ქერქის გარდაქმნა კონტინენტურ ქერქად და ა.შ.

რეგიონს შესწავლის ხანგრძლივი ისტორია აქვს. განსაკუთრებით ბოლო წლებში მნიშვნელოვანი ინფორმაცია გაჩნდა ქანების რადიომეტრული დათარიღების შედეგად, რომელმაც მრავალი გეოლოგიური პრობლემა გადაჭრა, თუმცა დათარიღებებმა რიგ საკითხებში გაუგებრობები შეიტანა და ხშირად ეწინააღმდეგება გეოლოგიურ ფაქტიურ მასალას. მნიშვნელოვანია კონტინენტური ვულკანური მხარეების გეოლოგიური დანაწილების პრინციპების

შემუშავება: კერძოდ, ფორმაციების გეოლოგიური პოზიცია და ვულკანიტების პეტროქიმიური მახასიათებლები. მითუმეტეს, რომ თანამედროვე ლიტერატურაში აქტიური ვულკანური წარმონაქმნების გენეტიური კლასიფიკაცია კომპლექსურ მიდგომას ეყრდნობა და დაფუძნებულია ვულკანური მოქმედებების ტიპზე, ვულკანიტების პეტროქიმიურ და ტექსტურულ თავისებურებებზე.

საკვალიფიკაციო თემა თანამედროვე დონეზე საქართველოს პოსტკოლიზიური ვულკანიზმის გეოდინამიკური მოდელის შესაქმნელად კომპლექსური კვლევის პირველი ცდაა.

1.1. თემის აქტუალობა

ვულკანიზმი მნიშვნელოვანი მოვლენაა დედამიწის ლითოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ატმოსფეროს ფორმირებაში, გვამღვეს საშუალებას აღვიქვათ დედამიწის შიგნეთში მიმდინარე მაგმური პროცესები ერთიან ვულკანი-მაგმა სისტემადად. ვულკანიზმი უპირატეს კავშირშია ლითოსფერული ფილების საზღვრებთან, თანხმობაშია გლობალური ტექტონიკის თეორიასთან, არის ენერჯის და მასალის წყარო.

აქტუალურია ვულკანური პროდუქტების (ლაფური ნაკადები, ექსტრუზივები, ვულკანური კლასტოლითები) და ვულკანურ პროცესებთან დაკავშირებული მოვლენების (მიწისძვრები, მეწყერები, ლახარები, ღვარცოფები, მომწამლავი აირები) ზემოქმედება გარემოზე. ამ მოვლენებთან ხშირად დაკავშირებულია ათასობით ადამიანის სიცოცხლე, უსაფრთხოება და დიდი ეკონომიკური ზარალი.

დიდი როლი აქვს ვულკანიზმს საქართველოს გეოლოგიური აგებულების ჩამოყალიბებაში და განვითარებაში. საქართველოს ფარგლებში ცნობილია სანდოდ დათარიღებული ვულკანოგენური და ვულკანოგენ-დანალექი წარმონაქმნები: კოლიზიამდელი - დევონური, კარბონული, გვიან ტრიასული, იურული, ცარცული, პალეოცენური, შუა- და გვიანეოცენური, აგრეთვე სინკოლიზიური (ოლიგოცენი ?) და კოლიზიისშემდგომი - გვიან მიოცენ-ადრე პლიოცენური, გვიან პლიოცენურ-პლეისტოცენური.

ჯავახეთის ვულკანური პლატო წარმოადგენს სომხეთის და ცენტრალური ანატოლიის ვულკანური პლატოს ჩრდილო დაბოლოებას და საინტერესო ერთეულია როგორც კონტინენტური კოლიზიის თანამედროვე მაგალითი. არის უნიკალური მხარე კოლიზიამდელი-კოლიზიური და კოლიზისშემდგომი ვულკანიზმის შუალედური რეჟიმის თავისებურებების შესასწავლად, მითუმეტეს, რომ პეტროლოგიური და გეოქიმიური თავისებურებებით სუპრა-სუბდუქციური ტიპის ვულკანიზმის მსგავსია.

მნიშვნელოვანია სამხრეთ საქართველოს ვულკანური რეგიონის ფარგლებში კოლიზისშემდგომი ვულკანიზმის გეოდინამიკური პირობების რეკონსტრუქცია და მის საფუძველზე ვულკანური მოქმედების განახლების სამიშროების ალბათობის შეფასება.

სამხრეთ საქართველოს ახალგაზრდა ვულკანიზმთან არის დაკავშირებული დმანისის პალეოანთროპოლოგიური ადგილსაპოვებელი, რომელიც გამოირჩევა ჰომინინების ნაშთების, ქვის იარაღების და ხერხემლიანთა ფაუნის სიმდიდრით. დმანისის ძეგლის პალეოკლიმატური და პალეოეკოლოგიური კვლევები მიუთითებს რეგიონში, პლიოცენ-პლეისტოცენის საზღვარზე, მოზაიკური ლანდშაფტის (ჭალის ტყეები, ტყიანი სავანე, გაშლილი ველები, ნახევრადუდაბნო) არსებობაზე. გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური დაკვირვებების საფუძველზე კი, საკვლევი რეგიონის მდინარეული ქსელის მიერ ლავური ნაკადების ეროზია არ მიაწინებს რეგიონის ტოპოგრაფიის მნიშვნელოვან ცვლილებაზე პლეისტოცენური-ჰოლოცენური დროის განმავლობაში.

საკვლევ რეგიონში გავრცელებული ვულკანური წარმონაქმნები საუკეთესო მოსაპირკეთებელი და ინერტული მასალაა, რაც ვულკანიტების კვლევას პრაქტიკულ მნიშვნელობას ძენს.

1.2. კვლევის ძირითადი მიზანი და ამოცანები

- სამხრეთ საქართველოს (ჯავახეთი და მიმდებარე არეები) ვულკანურ წარმონაქმნთა სტრატეგრაფიული თანმიმდევრობის, შედგენილობის, გეოლოგიური ასაკის და წყებათა ურთიერთობის და სტრუქტურის დაზუსტება გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური, იზოტოპური, პალეომაგნიტური და ბიოსტრატეგრაფიული მონაცემების საფუძველზე.

- რეგიონის კომპლექსური (საველე-გეოლოგიური, პეტროგრაფიული, პეტროქიმიური, გეოქიმიური, სეისმური ტომოგრაფიული, სეისმოლოგიური, სტაციონარული GPS სადგურების) მონაცემების საფუძველზე კონტინენტური კოლიზიის ზონის ვულკანიზმის თავისებებურებების ახსნა და გეოდინამიკური რეკონსტრუქცია.

- სამხრეთ საქართველოს ნეოგენ-მეოთხეული ვულკანური ფორმაციების ციფრული, თემატური გეოლოგიური რუკების პროექტების შექმნა ArcGIS 10.0 პროგრამის გამოყენებით.

- გეოდინამიკური პირობების რეკონსტრუქციის საფუძველზე რეგიონის ვულკანური საშიშროების განახლების შესაძლებლობის შეფასება.

1.3. ნაშრომის მეცნიერული სიახლე და ძირითადი შედეგები

- განსაზღვრულია სუბდუქცირებული ოკეანური ლითოსფეროს ბოლო ნაჭრის - სლაბის (slab) როლი სინ- პოსტკოლიზიური ვულკანიზმის ფორმირებაში;

- ახსნილია ჯავახეთის და მიმდებარე არეების ვულკანურ წარმონაქმნთა პეტროქიმიური და გეოქიმიური თავისებურებების მსგავსების მიზეზები სუპრა-სუბდუქციურ ვულკანიზმთან.

- შემოთავაზებულია შავი ზღვა - კასპიის ზღვის რეგიონის კოლიზიური-კოლიზიისშემდგომი ვულკანიზმის გეოდინამიკური მოდელი.

1.4. კვლევის თეორიული და მეთოდოლოგიური საფუძვლები

- გეოლოგიური კარტირება;
- პეტროგრაფიული (დაახლოებით 150 გამჭირვალე ანათალი) კვლევა;

- 40 ნიმუშის ქიმიური ანალიზი (ICP-MS) კანადის და ლონდონის ღია უნივერსიტეტის ანალიტიკურ ლაბორატორიებში და მათი ინტერპრეტაცია;
- 10 ნიმუშის იზოტოპური შეფარდებების (Sr, Pb) ანალიზი და შედეგების ინტერპრეტაცია, გოდერძის და ახალქალაქის წყების ვულკანიტიებისთვის;
- პეტროქიმიური და გეოქიმიური კვლევები;
- არსებული სეისმოლოგიური, პალეოკლიმატური, პალეო-ეკოლოგიური, სეისმური ტომოგრაფიის და სტაციონარული GPS სადგურების მონაცემების ინტერპრეტაცია;
- მიღებული შედეგების ვიზუალიზაციისათვის გამოყენებულია GPS და GIS ტექნოლოგიები და კომპიუტერული პროგრამები.

1.5. ნაშრომის თეორიული ღირებულება

- ახსნილია ჯავახეთის და მიმდებარე არეების ვულკანურ წარმონაქმნთა პეტროქიმიური და გეოქიმიური თავისებურებების მსგავსების მიზეზები სუპრა-სუბდუქციურ ვულკანიზმთან.
- განსაზღვრულია სუბდუქცირებული ოკეანური ლითოსფეროს ბოლო ნაჭრის - სლაბის როლი სინ- პოსტკოლიზიური ვულკანიზმის ფორმირებაში;
- შემოთავაზებულია შავი ზღვა - კასპიის ზღვის რეგიონის კოლიზიური-კოლიზიისშემდგომი ვულკანიზმის გეოდიმაკური მოდელი.

1.6. ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა

გამოყენებითი თვალსაზრისით საკვლევი რეგიონი მნიშვნელოვანია, იმიტომ, რომ ფართედაა გავრცელებული მასიური ფუძე ვულკანიტები, რომლებიც საუკეთესო მოსაპირკეთებელი მასალაა; ინერტულ მასალად გამოიყენება საშუალო და მჟავე შედგენილობის არაკონსოლიდირებული, ვულკანური ქვიშა, ფერფლი, პემზა, პერლიტი, რომელთა კარიერები მრავლად არის საკვლევი რეგიონის ფარგლებში. ცნობილია აგრეთვე დიატომიტის საბადო.

- კონტინენტური კოლიზიის ზონებში ვულკანური აქტივობის გამომწვევი მიზეზების შესწავლის და რეგიონის ლითოსფეროს მდგომარეობის რეკონსტრუქციის საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება ვულკანური საშიშროების განახლების ნაკლები ალბათობის შესახებ.

- გეომორფოლოგიური, პეტროგრაფიული, ლითო- და ბიოსტრატиграფიული ახალი მონაცემების საფუძველზე დაზუსტებულია რეგიონის ნეოგენ-მეოთხეული ვულკანური ფორმაციების დანაწილება, კრიტიკულად არის გაანალიზებული გეოქრონოლოგიური და პალეომაგნიტური მასალა, დაზუსტებულია რეგიონის გეოლოგიური რუკები. შედგენილია ნეოგენ-მეოთხეული ვულკანური არეების ციფრული გეოლოგიური რუკები ცალკეული ვულკანური ფორმაციებისათვის ArcGIS 10.0 პროგრამის გამოყენებით.

1.7. ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა

ნაშრომი წარმოადგენს 114 ნაბეჭდ გვერდს. შედგება შესავლის, 7 თავის, დასკვნის, ციტირებული ლიტერატურის სიის (199 დასახელება) და დანართებისგან (8 დანართი).

2. ნაშრომის ძირითადი შინაარსი

2.1. შესავალი

საკვალისფიკაციო შრომაში დაზუსტებულია სამხრეთ საქართველოს (ჯავახეთი და მიმდებარე არეები) ვულკანურ წარმონაქმნთა სტრატиграფიული თანმიმდევრობა, შედგენილობა, წყებათა ურთიერთობა და სტრუქტურა; კომპლექსური მონაცემების საფუძველზე დახასიათებულია კონტინენტური კოლიზიის ზონის ვულკანიზმის თავისებურებები და გეოდინამიკური რეკონსტრუქცია; კოლიზიის შემდგომი ვულკანიზმის გეოდინამიკური პირობების რეკონსტრუქციის საფუძველზე შეფასებულია ვულკანური მოქმედების განახლების ალბათობა.

2.2. თავების ანოტაცია

თავში „თანამედროვე ვულკანიზმის გეოგრაფიული (გლობალური) განაწილება და მისი კავშირი გეოლოგიურ სტრუქტურებთან“ განხილულია: ვულკანიზმი-როგორც პროცესი, რომელიც ასახავს დედამიწის სიღრმეში მაგმური კერის ჩამოყალიბების და გადაადგილების ფიზიკურ პროცესებს, ახასიათებს მაგმის ქიმიურ შედგენილობას, კერისშემცავ გარემოს, ამოფრქვევის მექანიზმს, ატმოსფეროს და ჰიდროსფეროს ურთიერთქმედებას ლავასთან და სხვა. მაგმური კერის შემცავი გარემო და მაგმის გენერაციის მექანიზმი თავისებური და განსხვავებულია გეოლოგიური დროის განმავლობაში, ის იძლევა ინფორმაციას დედამიწის გლობალურ ტექტონიკურ აგებულებაზე და ევოლუციაზე გეოლოგიურ წარსულში. აქტუალიზმის პრინციპი წამყვანია აქტიური მაგმური ტერიენების შესწავლის და გეოლოგიურ წარსულში მაგმური პროცესების ინტერპრეტაციისათვის.

ასევე განხილულია თანამედროვე ვულკანიზმის გეოგრაფიული (გლობალური) განაწილება და მისი კავშირი გეოლოგიურ სტრუქტურებთან; ლითოსფეროს ფილების დივერგენტულ და კონვერგენტულ საზღვრებთან დაკავშირებული ვულკანიზმი. აგრეთვე შიდაფილური და კოლიზიური ვულკანიზმი და განსხვავებულ გეოდინამიკურ პირობებში წარმოქმნილი ვულკანიტების იდენტიფიკაციის მახასიათებლები.

თავში „საქართველოს გეოლოგია და მაგმატიზმი“ მოცემულია:

- საქართველოს ტექტონიკური პოზიცია;
- მოსაზრებები არაბეთი-ევრაზიის ფილაქნების კოლიზიის დაწყების ასაკის შესახებ;
- მოსაზრებები საქართველოს და მიმდებარე არეების თანამედროვე გეოლოგიურ სტრუქტურად ჩამოყალიბების ასაკის შესახებ;

აღწერილია საქართველოს ფარგლებში გავრცელებული დათარიღებული ვულკანოგენური და ვულკანოგენ-დანალექი კოლიზიამდელი (დევონური, კარბონული, გვიანტრიასული,

იურული, ცარცული, პალეოცენური, შუა- და გვიან ეოცენური) და კოლიზიისშემდგომი (გვიან მიოცენურ-ადრეპლიოცენური, გვიან პლიოცენურ-პლეისტოცენური) ვულკანური ფორმაციები. რის საფუძველზეც, რეგიონის კოლიზიამდელი გეოდინამიკური რეჟიმი განიხილება როგორც ევრაზიის აქტიური პალეოკიდე, წარმოდგენილი კუნძულთა რკალებით, ინტარკალური რიფტებით და რკალსუკანა აუზებით, ხოლო სინკოლიზიური და პოსტკოლიზიური გეოდინამიკური რეჟიმი - როგორც შიდაკონტინენტური.

თავში „**შავი ზღვა - კასპიის ზღვის რეგიონის სინ- პოსტკოლიზიური მაგმური ფორმაციები**“ მოცემულია:

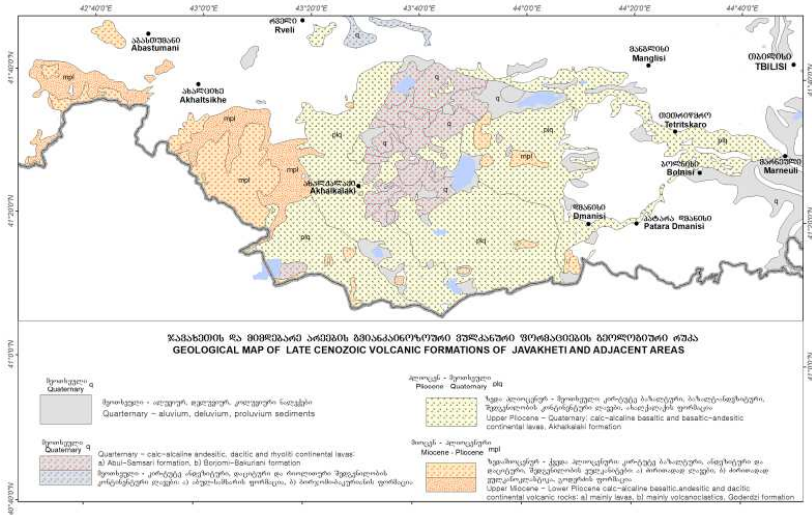
- რეგიონის პოსტკოლიზიური მაგმური ფორმაციების სივრცობრივი კავშირი მსხვილი ტექტონიკური ერთეულების (ტერეინების) საზღვრებთან;
- რეგიონის ტექტონიკური სტრესების ვექტორული მახასიათებლები;
- რეგიონში გავრცელებული აქტიური რღვევების მიმართულებები, რომელთა არსებობა დასაბუთებულია ინსტრუმენტული და ისტორიული მიწისძვრების ($M_w > 4$) ეპიცენტრების განლაგებით, მიწისძვრების ფოკალური მექანიზმების, გეომორფოლოგიური და გეოლოგიური ანალიზით და ინტენსიური ნეოგენ-მეოტხეული ვულკანიზმით.

თავში „**სამხრეთ საქართველოს (ჯავახეთი და მიმდებარე არეები) კოლიზიის შემდგომი ვულკანიზმი**“ პალეონტოლოგიური, გეოქრონოლოგიური, გეოლოგიური (ურთიერთობა ქვეშემდებარე და მომყოლ ფორმაციებთან), პეტროქიმიური, პალეომაგნიტური და სხვა მონაცემების საფუძველზე საკვლევი ვულკანიტები დანაწილებულია სამ წყებად: 1. ზედამიოცენურ-ქვედაპლიოცენური გოდერძის წყება; 2. ზედაპლიოცენურ-ქვედაპლეისტოცენური ახალქალაქის წყება; 3. ქვედა- ზედაპლეისტოცენური აბულ-სამსარის წყება (სურ.1).

| ღრმე | მაბნობის კორელაცია | სტრატოგრაფია | ხმელთაშუა ზღვის | რ ე ბ ი (ო) ნ უ ლ ი | | | კონტინენტური ვულკანური ფორმაციები |
|------|--------------------|--------------|-----------------|-----------------------|-------------|--------------------|-----------------------------------|
| | | | სტრატოგრაფია | შავი ზღვა | კასპის ზღვა | სამხრეთ საპროტოზოო | |
| 0 | BRUNHEIS | პლეისტოცენი | VERSILIAN | HOLOCENE | | | აბულ-სამსარი |
| 0.1 | | | TYRRHENIAN | NEOEUXINIAN | KHALINIAN | | |
| 0.2 | | | | KARANGATIAN | GIRKAN | | |
| 0.4 | | | SICILIAN | UZUNLARIAN | KHAZARIAN | | |
| 0.6 | | | | CHAUDIAN | BAKUNIAN | | |
| 0.8 | CALABRIAN | GURIAN | APHERONIAN | | ახალქალაქი | | |
| 1.0 | | | TU Y A M A | | | | |
| 1.2 | | | | | | | |
| 1.4 | REU-NION | PIACENZIAN | KUYALNIKIAN | AKCHAGYLIAN | | | |
| 1.6 | | | | | | | |
| 1.8 | GAUSS | ZANCLEAN | KIMMERIAN | KIMMERIAN | | ბოლშეკი | |
| 2.0 | | | | | | | |
| 2.2 | GILBERT | MESSINIAN | PONTIAN | PONTIAN | | | |
| 2.4 | | | MEOTIAN | MEOTIAN | | | |
| 2.6 | TORTONIAN | SARMATIAN | SARMATIAN | | | | |
| 2.8 | | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | | |
| 3.2 | | | | | | | |
| 3.4 | | | | | | | |
| 3.6 | | | | | | | |
| 3.8 | | | | | | | |
| 4.0 | | | | | | | |
| 4.2 | | | | | | | |
| 4.4 | | | | | | | |
| 4.6 | | | | | | | |
| 4.8 | | | | | | | |
| 5.0 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |

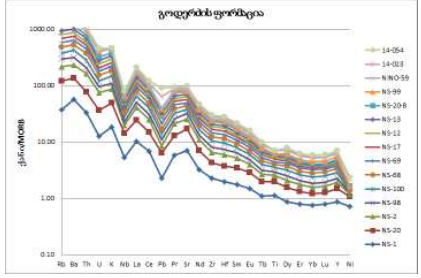
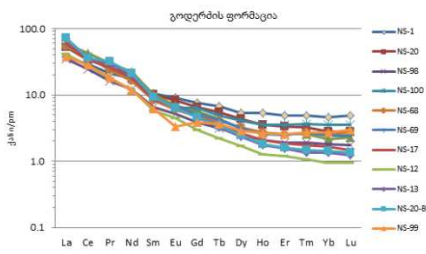
სურათი 1. სამხრეთ საქართველოს მიოცენ-პლეისტოცენური ვულკანური ფორმაციების დანაწილების სქემის კორელაცია ხმელთაშუა და შავი ზღვა - კასპის ზღვის რეგიონების სტრატოგრაფიულ სქემასთან).

დაზუსტებულია საქართველოს ტერიტორიაზე გოდერძის, ახალქალაქის და აბულ-სამსარის ფორმაციების გავრცელების არეები ვულკანების გეოლოგიური პოზიციის, პეტროქიმიური და ტექსტურული თავისებურებების საფუძველზე (სურ. 2).

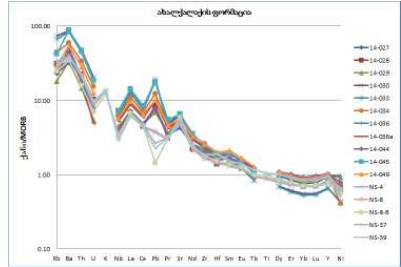
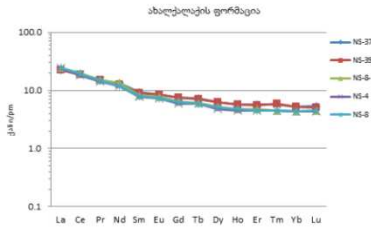


სურათი 2. ჯავახეთის ზეგნის და მიმდებარე არეების სინ- პოსტკოლიზური ვულკანური წარმონაქმნების გეოლოგიური რუკა.

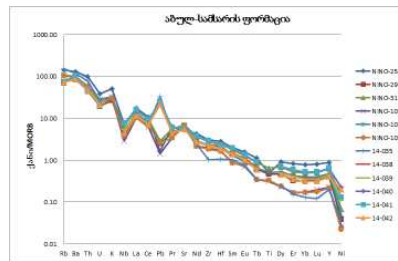
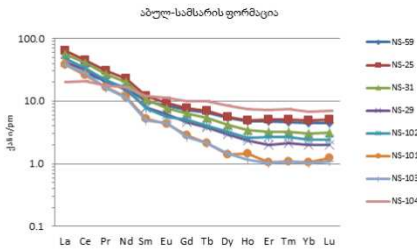
სამხრეთ საქართველოს ახალგაზრდა ვულკანური წარმონაქმნების გეოქიმიური იდენტიფიკაციისთვის დაისინჯა ნეოგენ-მეოტხეული სამივე შესწავლილი ფორმაციის: გოდერძი (სურ. 3ა,ბ), ახალქალაქი (სურ. 4ა,ბ), აზულ-სამსარი (სურ.5ა,ბ) ვულკანიტები. ვულკანური ფორმაციები პეტროქიმიური და გეოქიმიური მახასიათებლებით სამივე ფორმაციისთვის მსგავსია და შეესაბამება სუპრა-სუბდუქციური ტიპის ვულკანიზმის პროდუქტებს (სურ.6 ა,ბ).



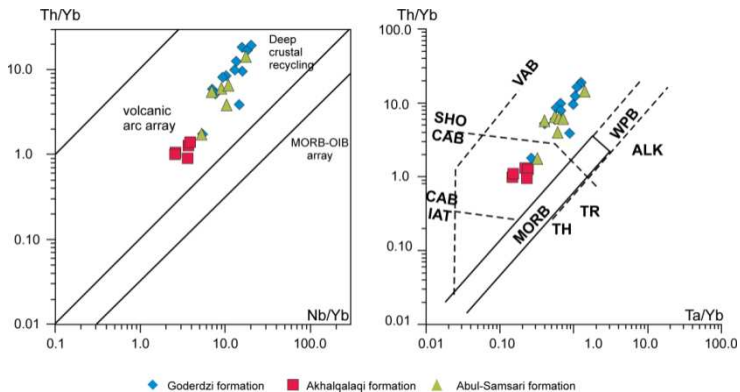
სურათი 3ა, ბ.გოდერძის ფორმაციის ვულკანიტების იშვიათი მიწაელემენტების და იშვიათი ელემენტების მრავალელემენტური განაწილების დიაგრამა.



სურათი 4ა, ბ.ახალქალაქის ფორმაციის ვულკანიტების იშვიათი მიწაელემენტების და იშვიათი ელემენტების მრავალელემენტური განაწილების დიაგრამა.



სურათი 5ა, ბ.აბულ-სამსარის ფორმაციის ვულკანიტების იშვიათი მიწაელემენტების და იშვიათი ელემენტების მრავალელემენტური განაწილების დიაგრამა.



სურათი ნა.ბ.ჯავახეთის ვულკანური ზეგნის ნეოგენურ-მეთხეული ვულკანური ფორმაციების Th/Yb vs. Ta/Yb დიაგრამაზე წერტილების განლაგება.

თავში „ჯავახეთის ზეგნის სეისმურობა და დამაბულობების ველები“ მოცემულია საკვლევი რეგიონის თანამედროვე დამაბულობების ველების მიმართულებები და სეისმურობის სურათი, რომელიც იძლევა მნიშვნელოვან ინფორმაციას რეგიონის გეოდინამიკური პოსტკოლიზიური ევოლუციის შესახებ, რაც პირდაპირ უკავშირდება ახალგაზრდა ნაპრალური ვულკანიზმის, ვულკანური ცენტრების ხაზოვანი განლაგების (მაგ. აბულსამსარის ქედების ჩამქრალი ვულკანების მწკრივები) პრობლემას.

თავში „საქართველოს და მიმდებარე არეების თანამედროვე გეოდინამიკა“ მოცემულია საქართველოს და მიმდებარე არეების სიღრმული სტრუქტურა და ლითოსფეროს სეისმური ტომოგრაფიული მოდელი; სეისმური ტომოგრაფიის მონაცემების საფუძველზე, გეოლოგიურ მონაცემებთან ერთად, უარყოფილია მოსაზრება კავკასიონის შარიაჟული აგებულების შესახებ. ერთმნიშვნელოვნად დასტურდება კავკასიის მთავარი სტრუქტურული ერთეულების სივრცობრივი ერთიანობა ფუნდამენტთან და სეისმური ტომოგრაფიის სურათზე გამოხატული გვიანკაინოზოური ვულკანური ნაგებობების კავშირი მაგმურ კერებთან. აღნიშნული არგუმენტები უარყოფენ მოსაზრებას კავკასიონის ფუნდამენტიდან

მოწყვეტის და რამდენიმე ასეული კილომეტრით სამხრეთისკენ ჰორიზონტული გადაადგილების შესახებ.

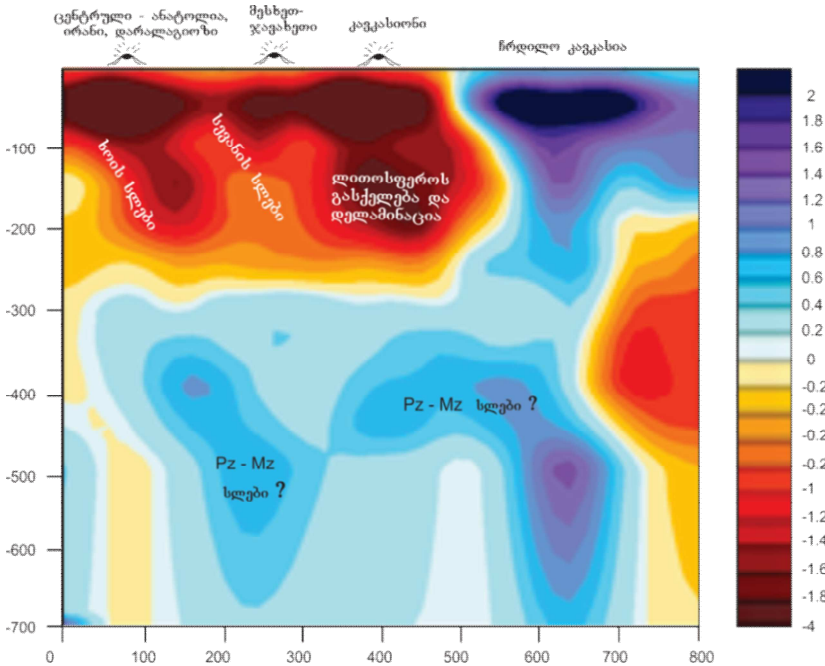
თავში აგრეთვე აღწერილია საქართველოს და მიმდებარე არეების მიწისძვრის წყაროების - რღვევების გეომეტრია, კინემატიკა და აქტიური ტექტონიკა. დიდი მნიშვნელობა აქვს მინიჭებული აღმოსავლეთ შავი და სამხრეთი კასპიის ზღვების სუბოკეანური ქერქის არსებობას რეგიონის თანამედროვე გეოდიამიკაში.

თავში კონტინენტური კოლიზიის ზონის გეოდინამიკა სამხრეთ საქართველოს (ჯავახეთი და მიმდებარე არეები) კოლიზიისშემდგომი ვულკანიზმის ევოლუციის მაგალითზე მოცემულია საქართველოს მიმდებარე არეებისთვის (თურქეთი, სომხეთი აზერბაიჯანი, ირანი) მკვლევარების მიერ კონტინენტი-კონტინენტი კოლიზიური ზონის პოსტკოლიზიური ეტაპის მაგმური აქტივობისთვის შემოთავაზებული გეოდინამიკური მოდელები, რომლებიც ემყარება სუბდუქციონებული ოკეანური ლითონფეროს ფილების ბოლო ფრაგმენტების - სლაბის გავლენას კოლიზიურ ვულკანიზმზე და მისთვის კირ-ტუტე, სუპრა-სუბდუქციური ვულკანიზმისთვის დამახასიათებელი ნიშანთვისებების მინიჭებას.

გეოდინამიკური მოდელის არჩევას, სხვა გეოლოგიურ და გეოფიზიკურ მონაცემებთან ერთად, გადაწყვეტი როლი ენიჭება ვულკანიტების გეოქიმიურ მახასიათებლებს, თანამედროვე მიწისძვრების ფოკალურ მექანიზმებს და სეისმური ტომოგრაფიის კომპიუტერულ მოდელირებას. ნაშრომში კრიტიკულად გაანალიზებულია სხვადასხვა ავტორის მიერ შემოთავაზებული კონტინენტი-კონტინენტი კოლიზიური ზონის პოსტკოლიზიური ეტაპის მაგმური აქტივობის გეოდინამიკური მოდელები.

შესწავლილი რეგიონისთვის, მიოცენურ-მეოთხეული ვულკანიზმის ასახსნელად შექმნილია გეოდინამიკური მოდელი (სურ.7), სადაც კარგად ჩანს ორი სუბდუქციური სლაბი: ხოი და სევანი და განამარხებული, სავარაუდოდ პალეოზოურ-მეზოზოური სლებები. ხოის ოფიოლიტური ნაკერის არსებობა დაფუძნებულია რეგიონულ გეოლოგიურ კვლევებზე და სწორედ მისი

მოქმედების შედეგი უნდა იყოს აღმოსავლეთი თურქეთის და მცირე კავკასიონის მძლავრი ვულკანიზმი.



სურათი 7. სამხრეთ საქართველოს (ჯავახეთი და მიმდებარე არეები) პოსტკოლიზიური ვულკანიზმის გეოდინამიკური მოდელი

საყურადღებოა არა მხოლოდ ადრეკაინოზოური არამედ პალეოზოურ-მეზოზოური „განამარხებული სფერების“ გავლენაც გვიანკაინოზოურ ვულკანიზმზე, რომელთა არსებობა მცირე კავკასიის ოფიოლიტური ნაკერის გასწვრივ ოკეანე ტეთისის ხანგმლივი სუბდუქციის შედეგი უნდა იყოს და რომლის მოქმედებამაც ასახვა ჰპოვა საქართველოს ტერიტორიაზე გვიანპალეოზოურ-მეზოზოურ-ადრეკაინოზოურ სუპრა-სუბდუქციურ მაგმატიზმში (იხილეთ თავი საქართველოს კოლიზამდელი ვულკანიზმი).

სამხრეთ საქართველოს ვულკანური რეგიონის ფარგლებში კოლიზიისშემდგომი ვულკანიზმის გეოდინამიკური პირობების

რეკონსტრუქციის საფუძველზე შეფასებულია ვულკანური მოქმედების განახლების ალბათობა. ვულკანიზმი კარგად არის ახსნილი ფილების ტექტონიკის თეორიით და თითოეული ვულკანური მოქმედების გეოდინამიკურ პირობებს გააჩნია მისთვის დამახასიათებელი ნიშან-თვისებები. რეგიონისთვის ხანგრძლივად არსებული ოკეანე ტეთისის სუბდუქცია დამთავრდა კონტინენტი-კონტინენტის კოლიზიით. კოლიზიის შემდგომი ვულკანიზმი არაბეთის ფილის ჩრდილო მიმართულებით კონვერგენციის შედეგია, რის საფუძველზეც წყლით გაჯერებული სლაბის გავლენით განახლდა სუპრასუბდუქციური ტიპის ვულკანიზმი. დამაჯერებლობა აკლია გორიჯერის პარაზიტული ვულკანის ჰოლოცენურ ასაკს. არ ჩანს არავითარი გეოლოგიური (რღვევების გეომეტრია) და სეისმოლოგიური ნიშნები (მიწისძვრის წყაროები, ფოკალური მექანიზმები), რომლებიც შეიძლება მიუთითებდეს ვულკანიზმის განახლების შესაძლებლობაზე. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ რეგიონში ვულკანური მოქმედების განახლების მომასწავებელი გეოდინამიკური პირობები ამჟამად არ ჩანს.

22.3. დასკვნები

- დაზუსტებულია სამხრეთ საქართველოს (ჯავახეთი და მიმდებარე არეები) ვულკანური ფორმაციების (გოდერძი, ახალქალაქი, აბულ-სამსარი) სტრატეგრაფიული თანმიმდევრობა - მათი შედგენილობის, გეოლოგიური ასაკის, წყებათა ურთიერთობის, სტრუქტურის, გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური, იზოტოპური, პალეომაგნიტური და ბიოსტრატეგრაფიული მონაცემების საფუძველზე;

- კავკასიის ლითოსფეროს სეისმური ტომოგრაფიული მოდელის საფუძველზე უარყოფილია რიგი მკვლევარების მოსაზრება კავკასიონის შარიაჟული აგებულების შესახებ;

- შექმნილია სამხრეთ საქართველოს ნეოგენ-მეოთხეული ვულკანური ფორმაციების ციფრული, თემატური გეოლოგიური რუკების (სხვადასხვა მასშტაბის) პროექტები ArcGIS 10.0 პროგრამის გამოყენებით;

- თანამედროვე პეტროქიმიური და გეოქიმიური კვლევების საფუძველზე შესწავლილი რეგიონის პოსტკოლიზიური ვულკანი-

ტები იდენტიფიცირებულია როგორც სუპრა-სუბდუქციური ვულკანიზმის პროდუქტები.

- შექმნილია სამხრეთ საქართველოს კონტინენტური კოლიზიის ზონის გეოდინამიკური მოდელი, რომლის საფუძველზეც ნეოგენ-მეოტხეული ვულკანიზმი ახსნილია სუბდუქციურებული ოკეანური ლითოსფეროს ბოლო ნაჭრის სლაბის მოწყვეტით და მანტიური ლითოსფეროს დნობით.

- გეოდინამიკური რეკონსტრუქციის საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება, რომ რეგიონში ვულკანური მოქმედების განახლების მომასწავებელი გეოდინამიკური პირობები ამჟამად არ არსებობს.

3. დისერტაციის თემასთან დაკავშირებული პუბლიკაციების ნუსხა

საკვალიფიკაციო თემასთან დაკავშირებით გამოქვეყნებულია 11 პუბლიკაცია - მათ შორის 7 იმპაქტ-ფაქტორიან და 3 მაღალრეიტინგულ რეფერირებად და რეცენზირებად საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალებში:

1. Sh. Adamia, A. Chabukiani, T. Chkhotua, O. Enukidze, **N.Sadradze**, and G. Zakariadze. (2014). Tethyan evolution and continental collision in Georgia. In: Tectonic Evolution and Seismicity of Southwest Asia. GSA, Special Paper in Honor of Manuel Berberian, (in print). იმპაქტ-ფაქტორი.
2. Adamia Sh., Alania V., Tsereteli N., Varazanashvili O., **Sadradze N.**,Gventsadze A. (2014). Seismicity and active tectonics of Georgia and adjacent area. In Tectonic Evolution and Seismicity of Southwest Asia. GSA, Special Paper in Honor of Manuel Berberian (in print). იმპაქტ-ფაქტორი.
3. Sh. Adamia, T. Chkhotua, T. Gvartadze, Z. Lebanidze, N.Lursmanashvili, **N. Sadradze**, D. Zakaraia, G. Zakariadze. (2014). Tectonic setting of Georgia–eastern black sea: a review.Geological Society, London, Special Publications (in print). იმპაქტ-ფაქტორი.
4. Adamia, Sh., Zakariadze, G., Chkhotua, T., Sadradze, N., Tsereteli, N., Chabukiani, A., Gventsadze, A. (2011). Geology of the Caucasus:

- a Review. Turkish Journal of Earth Science, Vol.20, #5, p.489-544. <http://mistug.tubitak.gov.tr/bdyim/havuz.php?dergi=yer>. იმპაქტ-ფაქტორი.
5. Adamia, Sh., Gugushvili, V., Javakhidze, D., Kutelia, Z., **Sadradze, N.**, Shavishvili, I. (2010). Main Metallogenic Zones of Precious and Rare Metals of the Black Sea – Caspian Sea Region. International Mining Congress and Expo. www.iranminehouse.com.
 6. Sh. Adamia, V. Alania, A. Chabukiani, G. Chichua, O. Enukidze, **N. Sadradze**. Evolution of the Late Cenozoic basins of Georgia (SW Caucasus): a review. (2010). Sedimentary basin tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform. Geological Society, London, Special Publications, 340, 239–259. DOI: 10.1144/SP340.11. იმპაქტ-ფაქტორი.
 7. Adamia Sh., Chabukiani A., Chkhotua T., **Sadradze N.**, Zakariaia D., Zakariadze G. (2010). Geology of the Caucasus and Adjacent areas: 1:2 500 000 Scale Geological Map. Proceedings XIXth Congress of Carpathian-Balkan Geological Association. September 23-26, Thessaloniki, Greece, vol.99 p. 1-10. იმპაქტ-ფაქტორი.
 8. **N.Sadradze**, N.Tsereteli, O.Varazanashvili, A.Gvencadze. (2008). Some Issues of Neotectonics of the Javakheti Volcanic Highland (Central South Georgia). Proceedings of the Institute of Geology, New Series, V. 124, pp. 79-90.
 9. Sh. Adamia, T. Mumladze, **N. Sadradze**, E. Tsereteli, N. Tsereteli and O. Varazanashvili. (2008). Late Cenozoic Tectonics and Geodynamics of Georgia (SW Caucasus). Georgian International Journal of Science and Technology ISSN 1939-5825. Volume 1, Issue 1, pp. 77-107. Nova Science Publishers, Inc.
 10. I.Albino, W.Cavazza, M. Zattin, A.Okay, Sh. Adamia, **N.Sadradze**. (2014). Far-field tectonic effects of the Arabia–Eurasia collision and the inception of the North Anatolian Fault system// Geological Magazine 151 (2), Cambridge University Press, pp. 372–379. doi:10.1017/S0016756813000952.
 11. Rolland, Y., Sosson, M., Adamia, S., and Sadradze, N., 2011, Prolonged 'Variscan to Alpine' history of Active Eurasian margin (Georgia, Armenia) revealed by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating: Gondwana Research, Elsevier, v. 20, no. 4, p. 798-815.



St. Andrew the First-Called Georgian University
of the Patriarchate of Georgia

With the right of manuscript

School (Faculty) of Informatics, Mathematics and Natural Sciences

Educational programme - Geophysics

Nino Sadradze

**Geodynamics of the Continental Collision Zone on
the Example of Post-collisional Volcanism
Evolution in Southern Georgia (Javakheti and
Adjacent Area)**

Abstract of Thesis

Direction -05 Natural Sciences

Field/Specialty – 0506 Geology

Tbilisi

2015

The Thesis was accomplished at the School (Faculty) of Informatics, Mathematics and Natural Sciences of the St. Andrew the First-Called Georgian University of the Patriarchate of Georgia

Supervisor: **Shota Adamia, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, professor.**

Official opponenets: **1. Verni Alpaidze, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, professor.**

2. Goga Vashakidze, Doctor in geology.

Defence of thesis will take place on **23 February 2015, at 14 o'clock**, at the Faculty of Informatics, Mathematics and Natural Sciences of the Georgian University of Saint Andrew the First Called, at the meeting of the Thesis Board.

Address: 53^a Ilia Chavchavadze ave., 0162, Tbilisi, Georgia, meeting hall of the 1 building.

One may get acquainted with the Ph. D. thesis at the scientific library of the Georgian University of Saint Andrew the First Called

The Theses herald have been distributed on _____2015.

**The Secretary of the Thesis Board,
Doctor in physics and mathematics**

Giorgi Maqatsaria

CONTENT

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | General characteristic of the thesis | 24 |
| 1.1. | Topicality of the research theme | 25 |
| 1.2. | Research goals and accomplished tasks | 26 |
| 1.3. | Scientific novelty and major outcomes | 27 |
| 1.4. | Theoretical and methodological basis of the research | 27 |
| 1.5. | Theoretical value of the thesis | 27 |
| 1.6. | Practical significance of the thesis | 28 |
| 1.7. | Structure and volume of the thesis | 28 |
| 2 | Main idea of the thesis | 29 |
| 2.1. | Introduction | 29 |
| 2.2. | Annotation of chapters | 29 |
| 2.3. | Conclusions | 37 |
| 3 | List of publications related to the thesis thematic | 39 |

1. General characteristic of the thesis

The study area - South Georgian post-collision volcanic plateau (Javakheti and adjacent area) is a part of the Alpine-Himalayan folded belt and is a unique region of pre-, syn- and post-collision volcanism. It's a modern example of continental collision zone, where subduction-related volcanic activity lasted from Paleozoic to the end of Eocene, and after a calm period in the Late Oligocene – Early Miocene, volcanism recommenced in Miocene-Quaternary. Researchers have paid attention to the fact, that post-collisional volcanism of such zones (e.g. post collisional volcanic plateaus of Eastern Anatolia, Armenia, Azerbaijan and Iran) is characterized by specific composition and due to its petrochemical and geochemical features shows close similarity with supra-subduction volcanic formations.

The Javakheti plateau is a unique region for the study of intermediate regime features of pre-, syn- and post-collision volcanism, which includes a wide range of problems: relief inversion and transition from oceanic paleogeographic conditions to continental inner structure, rock deformation, generation of mountain ranges and fold-thrust structures, replacement of subduction-related subaqueous volcanism by syn- and post-collision continental (subaerial) volcanism, transformation of the oceanic – sub-oceanic crust into the continental crust and etc.

The region has the long study history. Especially during recent years significant information appeared on the basis of radiometric dating, and as a result of it, many geological problems have been solved so far. Although in some cases some kind of misunderstanding has risen and often these data come in contrast with geological factual material. It's rather important to work out geological subdivision principles for continental volcanic provinces: in particular geological position of the formations and petrochemical features of volcanites. In modern publication genetic classification of volcanic formations is based on the results of complex study and involves recognition of the volcanic activity type, petrochemical, petrographic and textural features of volcanites.

Proposed thesis is the first attempt of such approach, which aims to creation of the geodynamic model for post-collision volcanism of Georgia.

1.1.1. Topicality of the research theme

Volcanism is a significant event, which takes place in formation of the Earth's lithosphere, hydrosphere and atmosphere; it is a clue in understanding of magmatic processes, which take place in the interior of the Earth, as a single volcano-magma system. Predominantly volcanism is related to lithosphere plates' margins, comes in accordance with the theory of global tectonics, and is a source of energy and material.

Influence of volcanic products (lava flows, extrusives, volcanoclastics) and events related to volcanic activity (earthquakes, lahars, avalanches, landslides, harmful gas exhalations) on the environment is extremely topical. On these events are directly dependent lives and security of thousands of people and great economic damage.

Volcanism is an important event in the formation and development of the geological structure of Georgia, where there are established the following reliably dated volcanogenic and volcanogenic-sedimentary formations: pre-collisional – Devonian, Late Triassic, Jurassic, Cretaceous, Paleocene, Middle and Late Eocene, also sin-collisional (Oligocene ?) and post-collisional – Late Miocene-Early Pliocene, Late Pliocene-Pleistocene.

The Javakheti volcanic plateau represents the northern termination of the Armenian and Central Anatolian volcanic plateaus, and is worth of interest as a modern example of continental collision. It's also a unique area for the study of intermediate regime features of pre-, sin- and post-collision volcanism, as due to its petrologic and geochemical peculiarities it is similar to supra-subduction volcanism type.

Reconstruction of geodynamic conditions of post-collisional volcanism, and, accordingly, estimation of hazards risks provoked by recommence

of volcanic activity within the southern Georgia volcanic region, is the matter of great importance.

To the young volcanism of southern Georgia is related Dmanisi paleoanthropological site, which is special for its richness in Hominide remnants, stone tools and vertebrates' fauna. Paleoclimatic and paleoecological studies of the Dmanisi archeological monument indicate existence of mosaic landscape (flood plain forests, woody savannas, open plains, semi-deserts) at Plio-Pleistocene time boundary of the region. Based on geological-geomorphologic observations, erosion of the lava flows by regional stream (river) drainage system does not indicate significant changes in regional topography during Pleistocene-Holocene time span.

Within the study region, there is widespread volcanic formations containing facing and inert material, due to which the study of volcanites gains practical importance.

1.2. Research goals and accomplished tasks

- Specification of stratigraphic succession, composition, ages and suites interrelationships of southern Georgia on the basis of geological-geomorphologic, isotope, paleomagnetic and biostratigraphic data.
- Interpretation of volcanism features of continental collision zone on the basis of combined regional data (field observations, petrographic, petrochemical, geochemical, paleoclimatic, paleoecological, seismotomographic, seismic, stationary GPS stations) and geodynamic reconstructions.
- Creation of thematic geological maps projects for the Neogene-Quaternary volcanic formations of southern Georgia by means of Arc GIS-10.0 program.
- Assessment of hazard risks provoked by the recommence of volcanic activity based on reconstruction of geodynamic conditions.

1.3. Scientific novelty and major outcomes

- Is defined the role of the last piece of subducted oceanic oceanic lithosphere - slab in the formation of syn – post-collision volcanism.
- Are explained the main reasons of similarities between petrochemical and geochemical features of Javakheti and adjacent area volcanic formations and supra-subduction volcanism.
- Is proposed a geodynamic model of the Black Sea – Caspian Sea region pre- and post-collision volcanism.

1.4. Theoretical and methodological basis of the research

- Geological mapping.
- Petrographic study (about 150 thin sections).
- Chemical analysis of 40 rock samples (ICP-MS) in the analytical laboratories of Canada and London Open University and their interpretations.
- 10 isotopic (Sr, Pb) analysis and interpretation of the results for volcanites of the Goderdzi and Akhalkalaki suites.
- Petrochemical and geochemical studies.
- Interpretation of the existed seismic, paleoclimate, paelo-ecological, seismo-tomographic and stationary GPS station data.
- For visualization of obtained results are used GPS and GIS technologies and software systems.

1.5. Theoretical value of the research thesis

- Are explained the main reasons of similarities between petrochemical and geochemical features of Javakheti and adjacent area volcanic formations and supra-subduction volcanism.
- Is defined the role of the last piece of subducted oceanic lithosphere - slab in the formation of syn – post-collision volcanism.
- Is proposed a geodynamic model of the Black Sea – Caspian Sea region pre- and post-collision volcanism.

1.6. Practical significance of the thesis

From the applied point of view, the study region is important as a source of excellent facing and inert material (loose volcanic sand, pumice, ash, and perlite of intermediate to felsic composition), open pits of these material are abundant. Within the region, there is also known a diatomite deposit.

- Based on the study of the reasons, that cause volcanic activity in continental collision zones and reconstruction of regional lithosphere conditions is supposed less possibility of volcanic activity recommence risk.
- Is specified subdivision of Neogene-Quaternary volcanic formations of the region on the basis of recent geomorphological, petrographic, litho- and biostratigraphic data; is offered critical analysis of geochronological and paleomagnetic data; are specified regional geologic maps. Are compiled digital geologic maps of Neogene-Quaternary volcanic areas for single volcanic formations by Arc GIS 10.0 program.

1.7. The structure and volume of the thesis

The structure of thesis comprises 114 printed pages and consists of introduction, 7 chapters, conclusion, reference list (199 references) and appendixes (8 units).

2. The main idea of the research work

2.1. Introduction

In the thesis is specified stratigraphic succession, composition, interrelationships of the suites and structures of southern Georgia (Javakheti and adjacent area) volcanic formations; are explained volcanism features of continental collision zones based on combined data and proposed the geodynamic reconstruction model; is offered an assessment of hazard risks provoked by the recommence of volcanic

activity based of the reconstruction of geodynamic conditions of post-collision volcanism.

2.2. Annotations of the chapters

In the chapter “**Geographic (global) distribution of modern volcanism and its link to geological structures**” is discussed: volcanism – as a magmatic chamber formation process in the deep interior of the Earth and the process of physical movements; characterizes chemical composition of magma, chamber hosting environment, eruption style, lava-atmosphere/hydrosphere interactions and etc. Magmatic chamber hosting environment and magma generation process are rather specific and contrast during the geological time span. It provides with information about global tectonic structure (construction) of the Earth and evolution in geological past. Principles of actualism are dominant in the study of active magmatic terrains and interpretation of magmatic events in geological past.

It is also discussed geographic (global) distribution of modern volcanism and its link to geological structures; volcanism related to divergent and convergent margins of lithosphere plates; interpolate and collisional volcanism and identification features of volcanites formed in different geodynamic conditions.

In the chapter “**The geology and magmatism of Georgia**” are proposed:

- Tectonic position of Georgia.
- Considerations about the age of the beginning of Arabian-Eurasian plate collision.
- Consideration about the formation age of Georgia and adjacent regions as a modern geological structure.

Are described spread in Georgia and dated volcanogenic and volcanogenic-sedimentary pre-collisional (Devonian, Carboniferous, Late Triassic, Jurassic, Cretaceous, Paleocene, Middle- and Late Eocene) and post-collisional (Late Miocene-Early Pliocene, Late Pliocene-Pleistocene) volcanic formations. Based on the latter, pre-collisional geodynamic regime of the region is interpreted as Eurasian active paleomargin,

represented by island arcs, intra-arc rifts and back-arc basins, whereas syn- and post-collision geodynamic regime – as intracontinental one.

In the chapter “**Syn- and post-collision magmatic formations of the Black Sea – Caspian Sea region**“ is discussed:

- Spatial link of post-collision magmatic formations of the region to the boundaries of large tectonic unites (terranes).
- Regional tectonic stress vector indicators
- Trends of active faults, developed in the region, existence of which is confirmed by epicenter distribution of instrumental and historic earthquakes ($M_w > 4$), geomorphologic and geological analysis of earthquakes focal mechanisms and intensive Neogene-Quaternary volcanism.

In the chapter “**Post-collision volcanism of southern Georgia (Javakheti and adjacent areas)**“ the study volcanites are subdivided into three suites on the basis of paleontological, geochronological, geological (interrelations with below- and above developed formation), petrochemical, paleomagnetic and other data:

- Upper Miocene – Lower Paleocene Goderdzi suite.
- Upper Pliocene-Lower Pleistocene Akhalkalaki suite
- Lower-Upper Pleistocene Abul-Samsari suite (Fig. 1).

| TIME MA | MAGNETIC POLARITY | EPOCH | MEDITER- RANEAN | REGIONAL | | POSTCOLLISIONAL VOLCANIC FORMATIONS |
|------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|-------------|--|
| | | | GENERAL | BLACK SEA | CASPIAN SEA | SOUTH GEORGIA |
| 0 | | HOLO CENE | VERSILIAN | HOLOCENE | | |
| 0.01 | | P L E I S T O C E N E | TYRRHENIAN | NEOEUXINIAN | KHVALINIAN | Abul-Samsari |
| 0.1 | KARANGATIAN | | | GIRKAN | | |
| 0.2 | UZUNLARIAN | | KHAZARIAN | | | |
| 0.4 | CHAUDIAN | | BAKUNIAN | | | |
| 0.6 | | CALABRIAN | GURIAN | APSHERONIAN | Akhalkalaki | |
| 0.8 | | | | | | |
| 1.0 | | PIACENZIAN | KUYALNIKIAN | AKCHAGYLIAN | | |
| 1.2 | | | | | | |
| 1.4 | | ZANCLEAN | KIMMERIAN | KIMMERIAN | Goderdzi | |
| 1.6 | | | | | | |
| 1.8 | | LATE MIO- CENE | MESSINIAN | PONTIAN | | PONTIAN |
| 2.0 | | | | TORTONIAN | | MEOTIAN |
| 2.2 | | | | SARMATIAN | SARMATIAN | |

Figure 1. Correlation of southern Georgia Miocene – Pleistocene volcanic formations subdivision scheme with the stratigraphic scheme of the Mediterranean and the Black Sea-Caspian Sea regions.

Are specified geological maps of Goderdzi, Akhalkalaki and Abul-Samsari formations and their boundaries on the basis of geological position, petrographic and textural features of volcanites (Fig. 2).

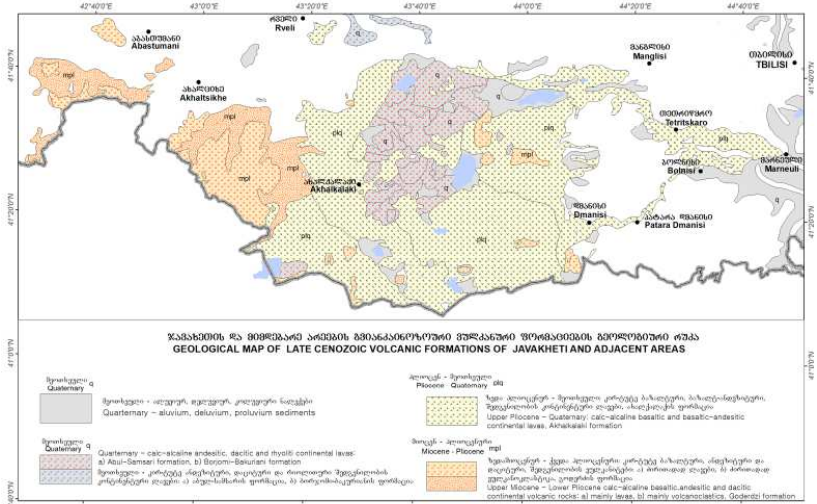


Figure 2. Geologic map of syn- and post-collision volcanic formations of the Javakheti plateau and adjacent area.

In order of geochemical identification of young volcanic formations of southern Georgia were investigated volcanites of all three Neogene-Quaternary formations: Goderdzi (Fig. 3a, b), Akhalkalaki (Fig. 4 a, b), Abul-Samsari (Fig. 5 a, b). Due to their petrochemical and geochemical features volcanic formations of all the three suites are similar and correspond to the products of supra-subduction type volcanism (Fig. 6a, b).

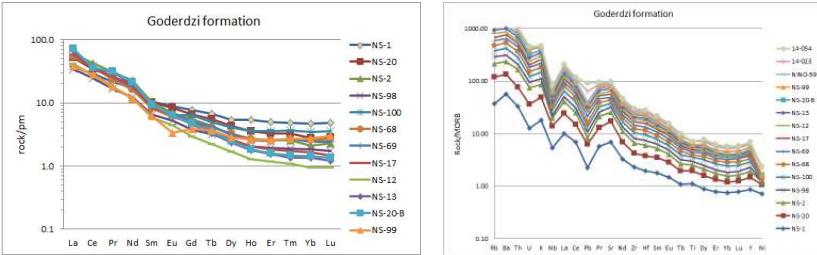


Figure 3 a, b. (a) REE distribution diagrams (PM-normalized) for Goderdzi formation; (b) Extended multi-elements patterns (MORB-normalized) for Goderdzi formation.

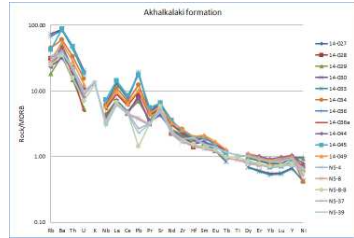
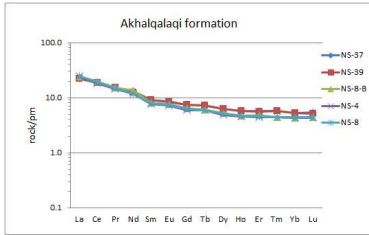


Figure 4 a,b. (a) REE distribution diagrams (PM-normalized) for Akhalkalaki formation; (b) Extended multi-elements patterns (MORB-normalized) for Akhalkalaki formation.

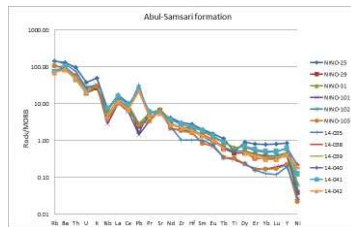
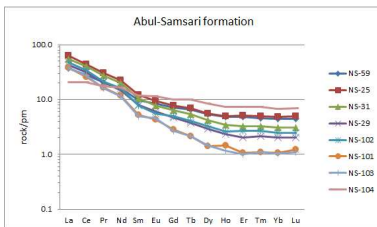
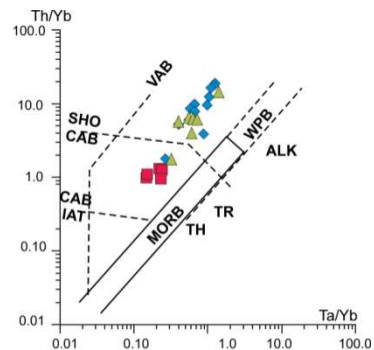
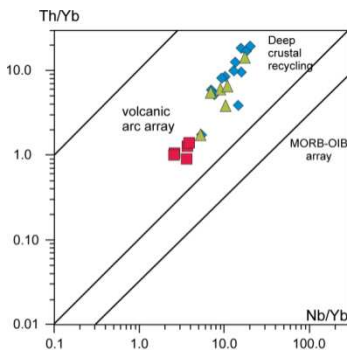


Figure 5 a,b. (a) REE distribution diagrams (PM-normalized) for Abul-Samsari formation; (b) Extended multi-elements patterns (MORB-normalized) for Abul-Samsari formation.



◆ Goderdzi formation ■ Akhalkalaki formation ▲ Abul-Samsari formation

Figure 6a,b. Th/Yb vs. Ta/Yb diagram (Pearce, 1983) for the Upper Pliocene-Quaternary volcanic formations of the Javakheti highland.

In the chapter **“Seismicity and stress fields of the Javakheti plateau (highland)”** are represented the trends of modern stress fields of the study region, which provide essential information about geodynamic post-collisional evolution of the region directly related to the linear distribution problem of young fissure volcanism volcanic centers (e.g. extinct volcanoes chains of the Abul-Samsari Range).

In the chapter **“Modern geodynamics of Georgia and Adjacent area”** is represented deep-seated structure of Georgia and adjacent area, and seismotomographic model of the lithosphere. Based on seismotomographic data including geological data as well, is rejected an idea about overthrust sheet (nappe) structure of the Caucasus. Is undoubtedly confirmed spatial entity of the Caucasus major structural units with the basement and the link of exposed on the seismotomographic picture Late-Cenozoic volcanic edifices to magmatic chambers. Proposed arguments deny the opinion about the Caucasus detachment from the basement and its south-trending horizontal shifting on several hundreds of meters.

In the Chapter is also described the geometry of earthquake sources of Georgia and adjacent area – faults, kinematics and active tectonics. Special attention is paid to the existence of the eastern Black Sea and southern Caspian Sea suboceanic crust in the modern geodynamics of the regions.

In the chapter **“Geodynamics of the continental collision zone on the example of post-collisional volcanism evolution in Southern Georgia (Javakheti and Adjacent Area)”** are proposed geodynamic models for the post-collisional stage magmatic activity of continent-continent collision zone, offered by researchers for Georgia adjacent area (Turkey, Armenia, Azerbaijan, Iran). These models are based on the influence of last fragments of subducted oceanic lithospheric plates-slabs on collision volcanism, which as a result gains features characteristic for calc-alkaline supra-subduction volcanism. While choosing a preferable model, geochemical features of volcanites, focal mechanisms of modern earthquakes and seismotomographic computer modeling together with geological and geophysical data are of the key importance. In the

research thesis is proposed critical analyses of different authors' geodynamic models for post-collision stage magmatic activity in continent-continent collision zone.

In order to understand Miocene-Quaternary volcanism of the study area is created a geodynamic model (Fig. 7) where two subduction slabs are clearly defined: Hoy and Sevan and fossilized, apparently Paleozoic-Mesozoic slabs. Existence of the Hoy ophiolitic suture is based on regional geological studies (Adamia et al., 2014) and its activity resulted in tremendous volcanism of eastern Turkey and the Lesser Caucasus.

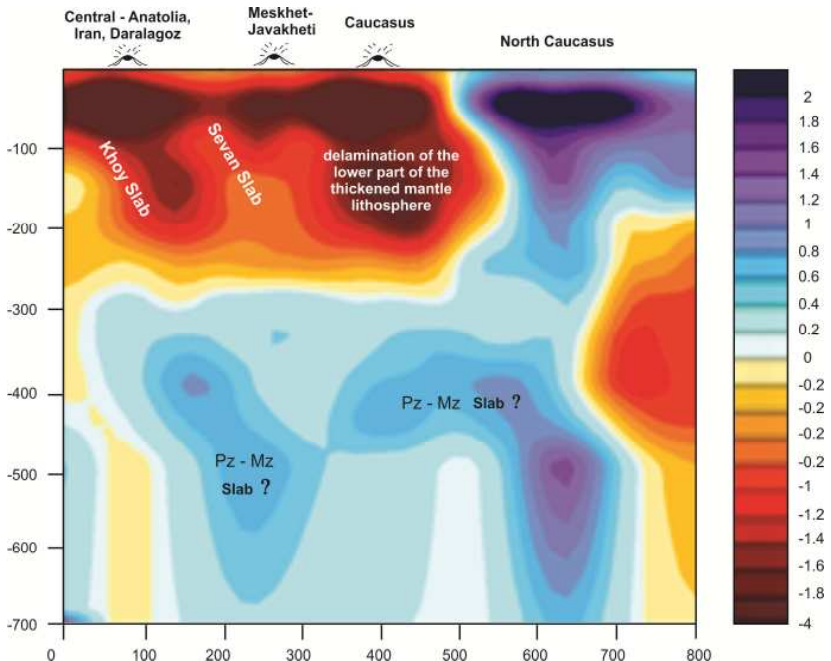


Figure 7. Geodynamic model of post-collision volcanism of southern Georgia (Javakheti and adjacent areas).

Based on reconstruction of geodynamic conditions of post-collisional volcanism within southern Georgia volcanic region, are estimated possible risks of volcanic activity recommence. Volcanism is well-understood due to plate tectonic theory and geological conditions of each volcanic event have their characteristic features. Continent-continent collision represents the final stage of long lasting for the region subduction of the Tethys Ocean.

North trending convergence of the Arabic plate resulted in post-collisional volcanism and under the influence of water-saturated slab took place recommence of supra-subduction volcanism. Holocene age of Gori-Jvari parasitic volcano is doubtful as weren't found any of geological (fault geometry) and seismological features (Earthquake sources, focal mechanisms) indicating the possibility of volcanism recommence.

Is made a supposition that favorable for renewal of volcanic activity conditions in the region don't exist.

2.3. Conclusions

- Are specified stratigraphic succession, composition, geological age and suite interrelationships, structure of the volcanic formations (Goderdzi, Akhalkalaki, Abul-Samsari) of southern Georgia (Javakheti and adjacent area) on the basis of geological-geomorphologic, isotope, paleomagnetic and biostratigraphic data.
- Is rejected opinion of some researchers about overthrust sheet structure of the Caucasus based on seismotomographic model of the Caucasian lithosphere.
- Are created digital thematic geological maps (of various scales) of the Neogene-Quaternary volcanic formations of southern Georgia by means of Arc GIS 10.0 program.
- Post-collision volcanites of the region are identified as the products of supra-subduction volcanism according to modern petrochemical and geochemical studies.

- Is created geodynamic model of southern Georgia continental collision zone, on the basis of which Neogene-Quaternary volcanism is explained by detachment of the last piece of subducted oceanic lithosphere – slab and melting of the mantle lithosphere.
- Based on geodynamic reconstruction is made a consideration that geodynamic conditions favorable for volcanic activity recommence don't exist in the region at present.

3. List of publications related to the Thesis thematic

11 publications related to the thesis thematic have already been published, 7 of them are in impact-factor and 3 in high-rank and peer reviewed international scientific journals.

- [1] Sh. Adamia, A. Chabukiani, T. Chkhotua, O. Enukidze, **N.Sadradze**, and G. Zakariadze. (2014). Tethyan evolution and continental collision in Georgia. In: Tectonic Evolution and Seismicity of Southwest Asia GSA Special Paper in Honor of Manuel Berberian, (in print).
- [2] Adamia Sh., Alania V., Tsereteli N., Varazanashvili O., **Sadradze N.**, Gventsadze A. (2014). Seismicity and active tectonics of Georgia and adjacent area. In Tectonic Evolution and Seismicity of Southwest Asia GSA Special Paper in Honor of Manuel Berberian (in print).
- [3] Sh. Adamia, T. Chkhotua, T. Gvartadze, Z. Lebanidze, N.Lursmanashvili, **N. Sadradze**, D. Zakaraia, G. Zakariadze. (2014). Tectonic setting of Georgia–Eastern Black Sea: a review. Geological Society, London, Special Publications (in print).
- [4] Adamia, Sh., Zakariadze, G., Chkhotua, T., **Sadradze, N.**, Tsereteli, N., Chabukiani, A., Gventsadze, A. (2011). Geology of the Caucasus: a Review. Turkish Journal of Earth Science, Vol.20, #5, p.489-544.
<http://mistug.tubitak.gov.tr/bdyim/havuz.php?dergi=yer>.
- [5] Adamia, Sh., Gugushvili, V., Javakhidze, D., Kutelia, Z., **Sadradze, N.**, Shavishvili, I. (2010). Main Metallogenic Zones of Precious and Rare Metals of the Black Sea – Caspian Sea Region. International Mining Congress and Expo. www.iranminehouse.com.
- [6] Sh. Adamia, V. Alania, A. Chabukiani, G. Chichua, O. Enukidze, **N. Sadradze**. Evolution of the Late Cenozoic basins of Georgia (SW Caucasus): a review. (2010). Sedimentary basin tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform. Geological Society, London, Special Publications, 340, 239–259. DOI: 10.1144/SP340.11

- [7] Adamia Sh., Chabukiani A., Chkhotua T., Sadradze N., Zakariaia D., Zakariadze G. Geology of the Caucasus and Adjacent areas: 1:2 500 000 Scale Geological Map. Proceedings XIXth Congress of Carpathian-Balkan Geological Association. September 23-26, Thessaloniki, Greece, 2010, vol.99 p. 1-10.
- [8] **N.Sadradze**, N.Tsereteli, O.Varazanashvili, A.Gvencadze. Some Issues of Neotectonics of the Javakheti Volcanic Highland (Central South Georgia). Proceedings of the Institute of Geology, 2008, New Series, V. 124, pp. 79-90.
- [9] Sh. Adamia, T. Mumladze, **N. Sadradze**, E. Tsereteli, N. Tsereteli and O. Varazanashvili. Late Cenozoic Tectonics and Geodynamics of Georgia (SW Caucasus).Georgian International Journal of Science and Technology ISSN 1939-5825. Volume 1, Issue 1, 2008, pp. 77-107. Nova Science Publishers, Inc.
- [10] I. Albino, W. Cavazza, M. Zattin, A. Okay, Sh. Adamia, **N.Sadradze**. Far-field tectonic effects of the Arabia–Eurasia collision and the inception of the North Anatolian Fault system// Geological Magazine 151 (2), Cambridge University Press, 2014, pp. 372–379. doi:10.1017/S0016756813000952.
- [11] Rolland, Y., Sosson, M., Adamia, S., and Sadradze, N., 2011, Prolonged 'Variscan to Alpine' history of Active Eurasian margin (Georgia, Armenia) revealed by ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating: Gondwana Research, Elsevier, v. 20, no. 4, p. 798-815.

Acknowledgments:

I would like to express my gratitude to Dr. Mehmet Keskin and Drs. Nigel Harris, Ian Parkinson, Samuel Bewick and Sam Hammond for providing of geochemical and isotopic analytical data. I am also grateful to Dr. Guram Zakariadze for his expert assistance and constructive remarks in interpretation of geochemical data, his numerous comments have greatly improved the thesis. I thank Ms. Tamara Beridze for translation of the thesis into English and Ms. Nata Zviadadze and Makvala Akhsabadze for their technical support.