

ქართული ენის ტექნოლოგიური ანბანი - XXI საუკუნის ერთ-ერთი უმთავრესი ქართული გამოწვევა

კონსტანტინე ფხაკაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქართული ენის ტექნოლოგიების სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრის დირექტორი, სტუ პროფესორი, თბილისი, საქართველო
gllc.ge@gmail.com

01. 2012 წლიდან სტუ ქართული ენის ტექნოლოგიების სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრში ამოქმედდა პროექტი „ქართული ენის ტექნოლოგიური ანბანი“, რომელიც 2003-2007 წლებში თსუ სახელმწიფო-მიზნობრივი პროგრამის „კომპიუტერის სრული პროგრამულ-მომსახურებითი მოქცევა ბუნებრივ ქართულ ენობრივ გარემოში“ (ხელმძღვანელი კ.ფხაკაძე) მიზნების, მეთოდებისა და შედეგების შემდგომი გაღრმავებისა და სრული გაფართოების საფუძველზეა შემუშავებული.

კერძოდ, 2012 წლის დეკემბრიდან, ამ პროექტის მოსამზადებელი ეტაპის ფარგლებში, სტუ-ში, ამუშავდა ქართული ენის ტექნოლოგიური ანბანის, კერძოდ კი - ქართული კომპიუტერული ყელის, ყურისა და ტვინის ასაგებად ისეთი სასაფუძვლოდ მნიშვნელოვანი სადოქტორო თემები როგორცაა: „ქართული მეტყველების სინთეზი და ამოცნობა“, „ქართული გრამატიკული მართლმწერი“ (დოქტორანტები: გ.ჩიჩუა, მ.ჩიქვინიძე, ხელმძღვანელი კ.ფხაკაძე).¹ ამასთან, 2013 წელს, ეროვნულმა სამეცნიერო ფონდმა დააფინანსა პროექტი „ქართული ენის ლოგიკური გრამატიკის საფუძვლები და მისი გამოყენება საინფორმაციო ტექნოლოგიებში“ (ხელმძღვანელი კ.ფხაკაძე).² გარდა

¹ ეს სადოქტორო კვლევები აღრმავებს და, ამავდროულად, ეყრდნობა წინა წლებში თსუ სახელმწიფო-მიზნობრივი პროგრამით „კომპიუტერის სრული პროგრამულ-მომსახურებითი მოქცევა ბუნებრივ ქართულ ენობრივ გარემოში“ წარმოებული კვლევის შედეგებს. კერძოდ, აქ ჩვენ არსებითად ვეყრდნობით ისეთ ერთ თვიან და ორ 9 თვიან პროექტს, როგორცაა:

1. თსუ გმი-ის სახელმწიფო მიზნობრივი პროგრამა „კომპიუტერის სრული პროგრამულ-მომსახურებითი მოქცევა ბუნებრივ ქართულ ენობრივ გარემოში“ (დამფინანსებელი ორგანიზაცია - საქართველოს მეცნიერებისა და განათლების სამინისტრო);

2. ქართული ენის, ლოგიკისა და გამომთვლელის ღია ინსტიტუტის (<http://gllc.ge/>) პროექტი „პროგრამის „კომპიუტერის სრული პროგრამულ-მომსახურებითი მოქცევა ბუნებრივ ქართულ ენობრივ გარემოში“ ქვეპროგრამა - ქართული ენის და აზროვნების მათემატიკური თეორიის საფუძვლები და ქართული ინტელექტუალური კომპიუტერული სისტემის 1-ვერსიის ნაწილები“ (დამფინანსებელი ორგანიზაცია - საქართველოს საპატრიარქოს წმინდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი);

3. სტუ ქართული ენის ტექნოლოგიების სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრის (<http://gtu.ge/gltc/index.htm>) პროექტი „ნაბეჭდი ტექსტის ქართულად გახმოვანება და II საფეხურის ქართული სინტაქსური მართლმწერი“ (დამფინანსებელი ორგანიზაცია - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი).

² პროექტის დასკვნით შეფასებაში ორიდან ერთი ექსპერტი შენიშნავს, რომ **„If successful, the publication of the \"Foundations of Logical Grammar of Georgian Language\" may be considered an historical contribution to Georgian linguistics and information technology.“** - მართლაც, დღეს უკვე წინასწარის სახით არსებული ქართული ენის ლოგიკური გრამატიკა ქართული ენის ისტორიულად პირველი მათემატიკური გრამატიკაა. უფრო მეტიც, პირდაპირ უნდა ითქვას, რომ გარდა თუ არა იმ გამოცდილებისა, რაც ჩვენ ჯგუფში დაგროვდა, ქართული და მათემატიკური ენებით ინტეგრირებულად მოცემული სააზროვნო სისტემის მათემატიკური მეთოდებით შესწავლის სხვა გამოცდილება არც არსებობს. ამასთან, პროექტის იმავე დასკვნით შეფასებაში მეორე ექსპერტი ხაზს უსვამს შემდეგს: **„Overall, I see the project interesting and strategically important in the**

ამისა, 2013 წლის 13 ივნისს, სტუ ქართული ენის ტექნოლოგიების ცენტრმა სტუ კონკურსზე წარადგინა პროექტი „ქართული ენის ტექნოლოგიური ანბანის ასაგებად აუცილებელი რიგი სისტემების გაფართოებადი (სწავლებადი) საინტერნეტო ვერსიების შემუშავება“ (ხელმძღვანელი კ.ფხაკაძე, შემსრულებლები: გ.ჩიჩუა, მ.ჩიქვინიძე, ა.მასხარაშვილი). - ეს პროექტები, მსგავსად ზემოაღნიშნული სადოქტორო კვლევებისა, პროექტის - „ქართული ენის ტექნოლოგიური ანბანი“ - მოსამზადებელი ეტაპის სასაფუძვლოდ მნიშვნელოვანი კვლევებია.

ამგვარად, ქვემოთ, მოკლედ მიმოვიხილავ დღეს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქართული ენის ტექნოლოგიების სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრში ქართული ენის სრული და ამომწურავი მათემატიკური შესწავლისა და ტექნოლოგიების მიზნით მიმდინარე კვლევითი პროცესების უკვე არსებულ შედეგებს. ამასთან, ყურადღებას გავამახვილებ სხვა ამ მხრივ დაწინაურებული ენებით დღეს მსოფლიოში დამკვიდრებულ სტანდარტებთან შედარებით ქართული ენის ტექნოლოგიების მოცულობისა და ხარისხის საგანგაშო ჩამორჩენაზე, ამ ჩამორჩენის განმაპირობებელ მიზეზებზე და, ასევე, ამ ჩამორჩენით განპირობებულ საგანგაშო პერსპექტივებზე.

02. ქართული ენის ტექნოლოგიური ანბანის ანუ მოსაუბრე ქართული ინტელექტუალური კომპიუტერული სისტემის აგება გულისხმობს ქართული ენის მანქანურ დაფუძნებას, რაც ქართულ ენაში ადამიანი-მანქანის სრული და თავისუფალი სასაუბრო - საკომუნიკაციო ურთიერთობის უზრუნველყოფას ნიშნავს.

ჩვენი კვლევის მეთოდური ხაზი მიჰყვება ენობრივად მოცემული და ლოგიკურად განვითარებადი ცოდნის მათემატიკური დაფუძნების ლაიბნიცისეულ ხედვას [11]. ეს გულისხმობს ქართული ენობრივი სისტემის ფორმალურად განვითარებადი მათემატიკური ინტელექტუალური თეორიის სახით წარმოდგენასა და ამ მათემატიკური ინტელექტუალური თეორიით კომპიუტერის პროგრამულ უზრუნველყოფას.

აქ ჩვენ ვეყრდნობით ბუნებრივი ენების მათემატიკური დამუშავების ზოგად მონტეგეიუსეულ და ჩომსკისეულ მეთოდებს [10] და, ასევე, უფრო მეტად ვეყრდნობით შ.ფხაკაძის აღნიშვნათა თეორიასა [12] და ქართული ენის ლოგიკური გრამატიკის ფარგლებში კ.ფხაკაძის ხელმძღვანელობით წარმოებული კვლევების შედეგად ქართული ენისთვის უკვე შემუშავებულ ახალ ხედვებსა და მეთოდებს [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].³

context of the automatic processing of the Georgian language, which is crucial in the digital era, if the language will stay at the level of the most advanced languages, such as English, German, Chinese or Spanish.“ – საქმე ისაა, რომ დღეს უკვე კარს მომდგარ ციფრულ ერაში ანუ ტექნოლოგიზებული ენების ეპოქაში ქართული ენის კულტურული ფუნქციების დაცვა-შენარჩუნების საერთო ეროვნული მიზანი აუცილებლობით ითხოვს ქართული ენის სრულ და ამომწურავ ტექნოლოგიზებას - ქართული ენის ტექნოლოგიური ანბანის შემუშავებას, რაც, თავის მხრივ, აუცილებლობით ითხოვს ქართული ენით მოცემული სააზროვნო სისტემის მათემატიკური თეორიის - ქართული ენის ლოგიკური გრამატიკის შემუშავებას. - ეს ცხადია! - ამასთან, ხაზგასასმელია, რომ ქართული ენის ლოგიკური გრამატიკა როგორც მიზნობრივად, ასევე მეთოდურად განსხვავდება შანიძის გრამატიკისგან, რაც ასევე ცხადს ხდის იმას, რომ ამ გრამატიკების ან დაპირისპირება, ან ერთმანეთის ალტერნატიულ სისტემებად განხილვა, აზრს მოკლებულია.

³ ქვემოთ მომყავს გამოთვლითი ლინგვისტიკის მაღალი რანგის ექსპერტის მიერ ამ ახალი ხედვებისა და მეთოდების მნიშვნელობათა დამადასტურებელი საექსპერტო შეფასებიდან ამოღებული ერთი მცირე ფრაგმენტი: „**Let me first emphasize that I stand very sympathetic towards the approach of Pkhakadze and his co-workers, and that I definitely favor a publication of their results in an international journal or book series, to allow them to properly promote and disseminate their work.** - **The work is significant for linguists, computational**

ამგვარად, მოხსენებისას, ქართული ენის ტექნოლოგიური ანბანის შემუშავების ზემოთ მოკლედ წარმოდგენილ მიზნებთან და მეთოდებთან ერთად მიმოვიხილავ აგრეთვე სტუ ქართული ენის ტექნოლოგიების ცენტრში ქართული კომპიუტერული ტვინის, ყურისა და ყელის აგების მიზნით უკვე შემუშავებულ ისეთ სხვა ქართული ანალოგების არმქონე საცდელ სისტემებს, როგორცაა: ქართული გრამატიკული მართლმწერი (<http://translate.dmind.net/Login.aspx>), ქართული ლოგიკური ამოცანების ამომხსნელ-შემმოწმებელი, ქართულ-მათემატიკური და ქართულ-ინგლისურ-გერმანული ორმხრივ მთარგმნელი, სწავლებისა და თვითსწავლის პრინციპით აგებული შეზღუდულ სიტყვარიანი ქართული მეტყველების ამომცნობი და ქართული ელ-ტექსტების მკითხველი (<http://www.geotextreader.com/>) სისტემები. ამასთან, როგორც უკვე აღვნიშნე, მოხსენების ძირითადი აქცენტი გაკეთდება იმ საგანგაშო ვითარებაზე, რომლის წინაშეც, დღეს, მათემატიკური თვალსაზრისებით არასაკმარისად შესწავლილი და, შესაბამისად, ძირითად ამ მიზეზით, არასაკმარისად ტექნოლოგიზებული ქართული ენა იმყოფება.

03. მოკლედ, იმის შესახებ, თუ რატომ ვაფასებ სხვა ენებთან შედარებით ქართული ენის ტექნოლოგიზების დღევანდელ მოცულობასა და ხარისხს საგანგაშოდ: მაშინ როდესაც მთელი რიგი ენებისთვის უკვე შემუშავებულია საკმაოდ მაღალი ხარისხით მომუშავე კომპიუტერული ტვინი ანუ ამ ენებში სხვადასხვა ტიპის ტექსტებით მოცემული სხვადასხვა ტიპის პრობლემებისა და ამოცანების ლოგიკურად და სემანტიკურად მაანალიზებელი და გადამჭრელი სისტემები, **რა თქმა უნდა საგანგაშოა**, რომ ჯერ კიდევ არ გვაქვს ქართული ენის გრამატიკული მართლმწერი. - არადა, უკვე წლებია, უმეტეს ენებში, კომპიუტერული მართლმწერის პრობლემა თითქმის ამომწურავადაა გადაწყვეტილი. - ანდა, მაშინ როდესაც, უმეტესი ენებისთვის უკვე შემუშავებულია მაღალი ხარისხით მომუშავე კომპიუტერული ყელი ანუ ამ ენებში ელექტრონული ტექსტების მკითხველი სისტემები, **რა თქმა უნდა საგანგაშოა**, რომ ჯერ კიდევ არ გვაქვს ქართული ტექსტების მაღალი ხარისხით მკითხველი სისტემა. - ანდა, მაშინ როდესაც, მთელი რიგი ენებისთვის უკვე შემუშავებულია მაღალი ხარისხით მომუშავე კომპიუტერული ყური ანუ ამ ენებში მეტყველების ამომცნობი სისტემები, **რა თქმა უნდა საგანგაშოა**, რომ ჯერ კიდევ არ გვაქვს ქართული მეტყველების ამომცნობი შედარებით მაღალ ხარისხიანი სისტემა. - ანდა, თავიც რომ დავანებოთ ქართულ-მათემატიკურ ორმხრივ მთარგმნელ სისტემას, რაც ზემოდასახელებულ სისტემებთან ერთად ყველა სხვა სახის ქართული ინტელექტუალური სისტემის ასაგებად სასაფუძვლოდ მნიშვნელოვანი სისტემაა, **რა თქმა უნდა საგანგაშოა**, რომ ჯერ კიდევ არ არსებობს ქართული ხმიდან-ხმაზე მთარგმნელი რაიმე სახის სისტემა, მაშინ როდესაც მთელი რიგი ენები დღეს ერთმანეთთან საკმაოდ ფართო მოცულობით ურთიერთობენ როგორც ხმიდან-ხმაზე, ისე ტექსტიდან-ტექსტზე მთარგმნელობით ფორმატში.⁴ - გამომდინარე იქიდან, რომ ვერცერთი ეს ზემოაღნიშნული სისტემა ვერ

semanticists, cognitive psychologists and philosophers. It also opens up a new typological area, the Georgian language, vastly different from the main Germanic, Romance, Slavic and Chinese languages which are the main, if not the only, languages seriously studied from a semantic perspective“.

⁴ ეს ყველაფერიც რომ არა, **რა თქმა უნდა საგანგაშოა** ისიც, რომ ჯერ კიდევ სათანადოდ დასრულებული სახით ვერ გადაწყდა ქართული ნაბეჭდი და ხელნაწერი ტექსტების ელექტრონულ ფორმატში გადამყვანი სისტემის ანუ ქართული კომპიუტერული თვალის აგების ამოცანა, მაშინ როდესაც,

შეიქმნება ბუნებრივი ქართული ენის მათემატიკური თეორიის შემუშავების გარეშე, რაც, ცხადია, არ არის არც ერთ-ორ დღეში და არც ადვილად გადასაწყვეტი ამოცანა, უფლება არ მაქვს არსებული ვითარება არ შევაფასო როგორც ძლიერ საგანგაშო.

ამგვარად, ქართული მაღალტექნოლოგიური პროგრამული სისტემების დღევანდელი არ არსებობის ძირეული მიზეზი (მიზეზები) ჩვენ შემთხვევაში ისაა, რომ:

1. ქართული ენა მისი სრული და ამომწურავი ტექნოლოგიზებისთვის აუცილებელი მათემატიკური თვალსაზრისებით სრულიად არასაკმარისადაა შესწავლილი, რაც ამ მიზნით აუცილებელი ადგილობრივი სამეცნიერო კადრების მძაფრი დეფიციტითაა განპირობებული;

2. ზემოაღნიშნულის მიზეზი კი ისაა, რომ, საქართველოში, დღემდე ვერ მოხერხდა დასავლეთში მათემატიკური ლოგიკის, ფორმალური ენებისა და ავტომატების თეორიის საფუძველზე 1950-1970 წლებში უკვე მყარად ფორმირებული ჩომსკისეული გამოთვლითი ლინგვისტიკისა და მონტეგიუსეული ბუნებრივი ენების ლოგიკის ფორმირება;

3. ზემოაღნიშნულის მიზეზი კი ისაა, რომ დღესაც კი, საქართველოს არცერთ უნივერსიტეტში არ მიმდინარეობს სამსაფეხურეობრივი (საბაკალავრო, სამაგისტრო, სადოქტორო) სასწავლო პროცესი მონტეგიუსეულ ბუნებრივი ენების ლოგიკასა და ჩომსკისეულ გამოთვლით ლინგვისტიკაში, რის გარეშეც, ცხადია, შეუძლებელი იყო, არის და იქნება ქართული ენის ტექნოლოგიზებისთვის აუცილებელი ახალგაზრდა სამეცნიერო კადრების აღზრდა.⁵

04. დაბოლოს, სრული პასუხისმგებლობით ვაცხადებ, რომ ჩომსკისეული გამოთვლითი ლინგვისტიკისა და მონტეგიუსეული ბუნებრივი ენების ლოგიკის ფარგლებში გასული საუკუნის 50-70-იანი წლებიდან ინტენსიურად მიმდინარე მათემატიკური კვლევების გარეშე არსად მსოფლიოში არც შექმნილა და ვერც შეიქმნებოდა ის მაღალი საფეხურის ენობრივი ტექნოლოგიები, რომელთა არ არსებობა ქართულისთვის ქართულს კულტურული ფუნქციონირების არეალის არსებითი ანუ თითქმის სრული შეზღუდვით ემუქრება! - ამგვარად, ჩემთვის სრულიად ცხადია, რომ ქართული ენის

მთელ რიგ ქვეყნებში უკვე საკმარისი მოცულობითაა გადაწყვეტილი არა მხოლოდ ანბანური, არამედ ბევრად უფრო რთული ობიექტების აღმქმელი, ამომცნობი და ლოგიკურად დამამუშავებელი კომპიუტერული თვალის აგების პრობლემა.

⁵ ამ ყველაფრით მე იმის თქმაც მინდა, რომ ქართული ენის ტექნოლოგიზების ამ დღეს არსებული საგანგაშოდ დაბალი მოცულობისა და ხარისხის მიზეზი არის არა ის, რომ ჩვენ ცუდი ლინგვისტები გვყავს ან უუნარო პროგრამისტები, არამედ ის, რომ ჩვენ არ გვყავს მათემატიკური ლინგვისტიკის ის სპეციალისტები, რომელთა მრვალწლიანი თეორიული მოღვაწეობის შედეგია მსოფლიოს სხვადასხვა ენებში ზემოხაზგასმული და დღეს უკვე არსებული მაღალი საფეხურის ტექნოლოგიური სისტემების არსებობა. - კიდევ უფრო მეტი თვალსაჩინოებისათვის სამაგალითოდ მომყავს ინრია (Inria est un institut de recherche français en mathématiques et informatique) ანუ ფრანგული ნაციონალური კვლევითი ინსტიტუტი მათემატიკასა და ინფორმატიკაში. - ინრიას ვებ-გვერდზე (<http://www.inria.fr/en/>) ხაზგასმულია, რომ კომპიუტერული მეცნიერებების მათემატიკასთან კომბინირებით ინრიას 3400 მკვლევარი ცდილობს გამოიგონოს (შექმნას) მომავლის ციფრული ტექნოლოგიები - ანუ, თუ ფრანგებმა 1967 წელს ჩათვალეს აუცილებლად მომავლის ფრანგული ციფრული ტექნოლოგიების შექმნისათვის ანუ, რაც ფაქტობრივ იგივეა, ფრანგული ენის ტექნოლოგიზებისათვის ასეთი არაკომერციული სახელმწიფო ინსტიტუტის შექმნა, მით უფრო მეტად აუცილებელია, დღეს, 2013 წელს, ქართული ენის ტექნოლოგიზების მიზნით მოქმედი ასეთივე არაკომერციული სახელმწიფო ინსტიტუტის გადაუდებელი ფორმირება. - ეს ცხადია.

ტექნოლოგიების დღეს საგანგაშოდ დაბალი მოცულობისა და ხარისხის ძირითადი მიზეზი ისაა, რომ ქართული ენა განსხვავებით სხვა ტექნოლოგიზებული ენებისაგან, თანამედროვე მათემატიკური - ლოგიკურ-ლინგვისტური თვალსაზრისებით სრულიად არასაკმარისად არის შესწავლილი. ასევე, ჩემთვის ცხადია ისიც, რომ თუ მათემატიკის, კერძოდ კი - ინფორმატიკის მხრიდან ქართულ ენას სათანადო ყურადღებით არ მოვეკიდებით, თუ ახლო მომავალში არ გვექნება ქართული ენისა და ქართული ენით ბუნებრივად მოცემული სააზროვნო და სამეტყველო სისტემების მათემატიკური თეორიები - გრამატიკები, ქართული ენის ტექნოლოგიების მიზნებში არსებითი წინ წაწევებიც არ გვექნება. – ეს არის ჩემი უცვლელი პოზიცია უკვე წლებია და თუ ვინმეს ეს ჯერ კიდევ არ ესმის, მეგობრულად ვურჩევ, გაეცნოს [03B65](#) Logic of natural languages (ბუნებრივი ენების ლოგიკა), [68T50](#) Natural language processing (ბუნებრივი ენების დამუშავება), [91F20](#) Linguistics (ლინგვისტიკა), [68Txx](#) Artificial intelligence (ხელოვნური ინტელექტი) ინდექსებით განსაზღვრული მათემატიკური მიმართულებებით სხვადასხვა ბუნებრივი ენების შესწავლის უკვე ორმოცდაათ წელზე მეტი ხნის განმავლობაში უწყვეტად მიმდინარე იმ ღრმა კვლევით პროცესებს, რომელთა მიზანია ამ სხვადასხვა ბუნებრივი ენების ტექნოლოგიზება, ანუ, ამ ბუნებრივ ენებში ადამიანი-მანქანის სრული ანუ იტელექტუალური სასაუბრო - საკომუნიკაციო ურთიერთობების დამყარება, ანუ, ამ ბუნებრივი ენების ტექნოლოგიური ანბანების აგება.

ლიტერატურა:

1. კ.ფხაკაძე, ჩიჩუა გ., ჩიქვინიძე მ., მასხარაშვილი ა., ქართული ენის ლოგიკური გრამატიკის მიზნები, მეთოდები, შედეგები, სტუ, ალექსი გორგიძის დაბადებიდან 105 წლისთავისადმი მიძღვნილი საიუბილეო კრებული, 129-137, 2012;
2. კ.ფხაკაძე, ლ.აბზიანიძე, ა.მასხარაშვილი, ნ.ფხაკაძე, მ.ჩიქვინიძე, ქართული ენის ლოგიკური გრამატიკა და ქართულენოვანი კომპიუტერი, არნ.ჩიქობავას ენათმეცნიერების ინსტიტუტის II საერთაშორისო კონფერენციის „ქართული ენა და თანამედროვე ტექნოლოგიები“ მასალები, გვ.132-133, 2011;
3. Pkhakadze K., Chichua G., Vashalomidze A., Abzianidze L., Maskharashvili A., The Georgian Text Reader System with User's Possibility to Build in an Own Synthetic Voice, REPORTS of Enlarged Sessions of The Seminar of I.Vekua IAM, Vol. 23, pp.105-110, 2009;
4. კ.ფხაკაძე, ა.მასხარაშვილი, ლ.აბზიანიძე, ლ.გურასაშვილი, ნ.ფხაკაძე, ქართული ენისა და აზროვნების მათემატიკური თეორიის ზოგიერთი საკითხი, არნ.ჩიქობავას ენათმეცნიერების ინსტიტუტის VI რესპუბლიკური კონფერენციის „ბუნებრივ ენათა დამუშავება“ მასალები, გვ.22-23/გვ34-35, 2008;
5. Pkhakadze K., Chichua G., Abzianidze L., Maskharashvili A., Georgian Language's Theses, Reports of the Seminar of I.Vekua IAM, Vol. 34, pp.96-107, 2008;
6. Pkhakadze K., Chichua G., Abzianidze L., Maskharashvili A., 1-Stage Voice Managed Georgian Intellectual Computer System, Reports of the Seminar of I.Vekua IAM, Vol. 34, pp.96-107, 2008;
7. კ.ფხაკაძე, ლოგიკური ბრუნებისა და ლინგვისტური მიმართებების საკითხისათვის ქართულში, ჟურნალი „ქართული ენა და ლოგიკა“, (N1), „უნივერსალი“, გვ.19-77, 2005;
8. კ.ფხაკაძე, ბუნებრივი ქართული ენობრივი სისტემის ერთი ფრაგმენტი როგორც სიმრავლურ თეორიული სისტემა, პარიზი - ქართულ-ევროპული ინსტიტუტის ჟურნალი „ივერია“, ტ.X-XI, გვ.104-116, 2004;
9. Pkhakadze K., Chankvetadze G., Tibua L., Ivanishvili M., Lekishvili L., Soselia E., About the Main Ideas of the Direct Formal-Logical Description of the Georgian Natural Language System Through the Examples, Proceedings of the V Tbilisi Symposium on LLC, University of Amsterdam, Tbilisi State University, pp.129-137, 2003;
10. Benthem J., Meulen A. Handbook of Logic and Language, Elsevier Science&MIT Press pp-1-1247, 1997;
11. Лейбниц Г. В., Сочинения (Четырех Томах), Москва, 1982, 1983, 1984, 1989;
12. Sh. Pkhakadze, Some Questions of Notation Theory, TSU, pp.1-178, (In Russian) 1977.