

გიორგი ბერძენაშვილი

*წყალსაცავებში
ღვარცოფებით და სპეციფიკური ტიპის
მეწყრებით წარმოქმნილი
ჰიდროდინამიკური პროცესების
პროგნოზირება*

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
თებერვალი, 2016 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით გიორგი ბერძენაშვილის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „წყალსაცავებში ღვარცოფებით და სპეციფიკური ტიპის მეწყრებით წარმოქმნილი ჰიდროდინამიკური პროცესების პროგნოზირება“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი:

ხელმძღვანელი:

ასოცირებული პროფესორი _____ /ხ. ირემაშვილი/

რეცენზენტები: 1. _____ /გ. გავარდაშვილი/

2. _____ /ნ. თევდორაშვილი/

ხარისხის უზრუნველყოფის

სამსახურის უფროსი,

ასოცირებული პროფესორი

/მ.ჯავახიშვილი/

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2016 წელი

ავტორი	გიორგი ბერძენაშვილი
დასახელება	წყალსაცავებში ღვარცოფებით და სპეციფიკური ტიპის მეწყრებით წარმოქმნილი ჰიდროდინამიკური პროცესების პროგნოზირება
ფაკულტეტი	სამშენებლო
ხარისხი	აკადემიური დოქტორი
სხდომა ჩატარდა	

ინდივიდუალური პროცენტის ან ინსტიტუტის მიერ შემოთმთმთმთმთი დასახელების ნაშრომის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიკურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

მიძღვნის გვერდი

მინდა ნაშრომი მივუძღვნა ჩემი უფროსი მეგობრისა და მასწავლებლის პროფესორ თეიმურაზ გველესიანის ხსოვნას, ჩვენი ერთობლივად სასარგებლო და სასიამოვნო მეცნიერულ შრომაში გატარებული უაღრესად საინტერესო წლებისათვის და მისი უკანასკნელი სურვილის 3D რიცხვითი მოდელირების წარმატებით დასრულების აღსანიშნავად.

რეზიუმე

როგორც ცნობილია, მთიანი და მთისწინა რაიონებში ღვარცოფის გავრცელება მშრალ კალაპოტში ხშირად ხდება ეკოლოგიური კატასტროფის მიზეზი. ასეთივე კატასტროფული შედეგები მოსდევს ღვარცოფის შემოდინებას წყალსაცავში და მის შემდგომ მოძრაობას წყალსაცავის ფსკერზე, რაც განაპირობებს ექსტრემალური ტალღების გენერაციას. ამგვარ ტალღებს შეიძლება ეწოდოს ღვარცოფგენური (ან იმპულსური) ტალღები. ისინი ანალოგიურია ცუნამის ტიპის ტალღებისა, თუმცა გააჩნიათ სპეციფიკური ნიშნებიც, რაც ვლინდება მათი ტრანსფორმაციის, ინტერფერენციისა და სხვა პროცესების სახით.

აღნიშნოთ, რომ თუ კაშხალი აგებულია მიწის ან სხვა ბუნებრივი მასალისაგან, მაშინ ექსტრემალური ტალღების კაშხალზე გადადინებით შექმნილმა ნაკადმა შეიძლება გამოიწვიოს კაშხლის ნაწილობრივი ან მთლიანი წარეცხვა, რასაც თან სდევს ქვედა ბიეფში დამანგრეველი ღვარცოფული ნაკადის გავრცელება და კატასტროფული შედეგი.

საქართველოს მთიან და მთისწინა სეისმურ რაიონებში ამჟამად ფუნქციონირებს 70-დე ენერგეტიკული და ირიგაციული დანიშნულების ჰიდროკვანძი, რომელთა შემადგენლობაშია ძირითადად ბუნებრივი მასალისაგან აგებული კაშხლები, მათ შორისა 90–100 მ სიმაღლის კაშხლებიც. ამგვარად, აღნიშნული კატასტროფული ჰიდროდინამიკური (ტალღური) ზემოქმედების საფრთხის პრევენცია ან მისი ინტენსივობის შემცირება უაღრესად მნიშვნელოვანია და აუცილებელია ჰიდროკვანძის გარემოს დაცვისა და უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით.

ზემოაღნიშნულთან დაკავშირებით, ნაშრომის ძირითად მიზანს წარმოადგენს სამთო წყალსაცავში ღვარცოფით წარმოქმნილი ექსტრემალური ტალღური პროცესების აღწერის ახალი სრულყოფილი მეთოდის შექმნა მათემატიკური მოდელირების საფუძველზე, რაც საშუალებას იძლევა განხორციელდეს კაშხალზე და წყალსაცავის მიმდებარე

გარემოზე ჰიდროდინამიკური ზემოქმედების პროგნოზირება და პოტენციური საფრთხის აღკვეთა ან/და შემცირება, მათ შორის კაშხალზე გადადინება და წარეცხვის რისკების შეფასება.

ნაშრომში განხილული მათემატიკური მოდელირების შედეგები საშუალებას მოგვცემს კომპიუტერული გათვლების შედეგად სწრაფად აღვწეროთ წყალსაცავში ექსტრემალური ტალღური მოძრაობის სრული პროცესი, ტალღების წარმოქმნა, ტრანსფორმაცია–დისპერსია, კაშხლიდან არეკვლა, სუპერპოზიცია და სხვ. აგრეთვე განისაზღვრება მათი გარემოზე ზემოქმედების ხარისხი. აღნიშნულ მეთოდებს უპირატესობა გააჩნია სხვა მეთოდებთან შედარებით, ვინაიდან ითვალისწინებს მთელ რიგ ფაქტორს, რომლებიც ახასიათებენ, როგორც ჰიდროდინამიკურ, ასევე ღვარცოფულ პროცესებს. გათვლების პროცედურა შედარებით სწრაფია და ეკონომიური, ხოლო მათი შედეგები ზუსტია საანგარიშო პარამეტრების ცვლილებების ფართო დიაპაზონში.

ნაშრომში გამოყენებულია გათვლის თანამედროვე ტექნოლოგიები, დასმულ მიზნებთან შესაბამისად. კერძოდ, განხორციელდება არასტაციონარული, იმპულსური ტალღების მოძრაობის სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნა სქემატიზირებულ არეზე ანალიზური და რეალურ არეზე რიცხვითი მეთოდების საფუძველზე, შესაბამისად სასრული ინტეგრალური გარდაქმნისა და სასრულ–სხვაობით მეთოდების გამოყენებით.

ზემოაღნიშნული მეთოდების გამოყენება პერსპექტიულია აგრეთვე ჰიდროტექნიკური მშენებლობის სხვა დარგებში, კერძოდ ზღვისა და მდინარეთა ნაპირდამცავი ახალი ტიპის, ეფექტურად მოქმედი ნაგებობების გამოცდისა და კონსტრუირების სფეროში.

Abstract

As is known in a number of cases a debris flow, when it is propagating on a dry channel, causes an environmental catastrophe in mountain and sub-mountain regions. The same type of catastrophic consequences happen as a result of debris flow large masses influx into the reservoir and moving in it that leads to the extreme wave generation on the surface of the reservoir. These waves, which may be called debris flow - genic (or impulse) waves are similar to tsunami waves.

In case a dam is built from natural materials (earth, rock fill or boulder dam) the water flow arising owing to the dam overtopping by extreme waves may cause complete or partial scour of the dam that leads to the destructive debris flow propagation at downstream and catastrophic consequences: victims, destruction of buildings, structures, traffic and irrigation systems, flooding of territories, etc. The same event may take place in case of the explosion of a small part of dam during the war or as a result of a terrorist act.

It should be noted that at present almost 70 hydroelectric and irrigation project are in operation in mountain and sub-mountain regions of Georgia, and many of them are earth and boulder dams. 90-100 meter high dams are among them. So the abovementioned catastrophic hydrodynamic (wave) influence risk prevention is very important or at least reduction of its intensity and it is necessary to secure hydro points environment protection.

So the ultimate goal of the project is developing the new refined technique based on mathematical modeling for the explicit description of whole processes of high (extreme) waves motion caused by a debris flow in mountain reservoirs including the reliable prediction of environmental impact and hydrodynamic loads on dams exerted by that waves, in order to prevent or eliminate potential hazards to adjacent regions, as well as to ensure adequate secure conditions for hydraulic projects operation.

Mathematic modeling results discussed in the thesis, as the result of computer calculation, enable us to quickly describe the whole process of extreme wave movement in dams, wave formation, transformation-dispersion, reflection from dam superposition and the rest. The degree of their influence on environment is also defined. The above mentioned methods are superior to other methods because they take into consideration a number of factors that are characteristic both for hydrodynamic and debris flow processes. Calculation procedure is comparatively economic and quick and their results are exact in wide range of calculation parameters considerable changes.

Methodologically the research on the project chosen to reach the objectives will be developed involving modern technologies in solving boundary value problems on unsteady impulse wave motion by analytic and numerical methods. Accordingly, the finite integral transformation and finite difference methods will be used.

The above mentioned methods application is also perspective in other fields of hydrotechnic constructions, in particular in fields of new type seaside and river banks protection effective constructions testing.

შინაარსი

შესავალი	1
1. თემის აქტუალურობა, მიზნები ამოცანები და ლიტერატურული წყაროების მიმოხილვა	6
1.1. ღვარცოფული და მეწყერული მოვლენები წყალსატევებისა და მდინარეების ხეობების ფერდობებზე	6
1.2. ექსტრემალური ტალღების კვლევებთან დაკავშირებული ლიტერატურის მიმოხილვა და ანალიზი	15
2. ტალღური მოძრაობის ძირითადი თეორიები, დებულებები და დაშვებები	23
2.1. იდეალური არაკუმშვადი სითხის მოძრაობა, ეილერის განტოლება.....	23
2.2. მცირე ამპლიტუდიანი ტალღების თეორია, სამგანზომილებიანი (3D) პოტენციური მოძრაობა, კოში-პუასონის სასაზღვრო ამოცანა	27
2.3. მარჩხი წყლის თეორია, ორგანზომილებიანი (2D) დაუმყარებელი ნაკადის მოძრაობა, სენ-ვენანის განტოლებათა სისტემა.....	33
2.4. ტალღური ამოცანები არაგანზომილებიანი სახით	37
3. სამთო ვიწრო წყალსაცავში ღვარცოფული ნაკადის შემოდინების მათემატიკური მოდელირება მცირე ამპლიტუდიანი ტალღების თეორიის ორი და სამ განზომილებიანი (2D, 3D) განტოლების რიცხვითი ამონახსენის გამოყენებით.....	39
3.1. ნაკადის პოტენციური მოძრაობის ორგანზომილებიანი (2D) სასაზღვრო ამოცანა; არაგანზომილებიანი სახე მართკუთხედისა და ტრაპეციის ფორმის არეზე	39
3.2. ნაკადის პოტენციური მოძრაობის ორგანზომილებიანი (2D) სასაზღვრო ამოცანის რიცხვითი მოდელირება მართკუთხედის ფორმის არეზე ...	45
3.3. ნაკადის პოტენციური მოძრაობის ორგანზომილებიანი (2D) სასაზღვრო ამოცანა სასრულ სხვაობითი სახით მართკუთხედის ფორმის არეზე..	50
3.4. ნაკადის პოტენციური მოძრაობის ორგანზომილებიანი (2D) სასაზღვრო ამოცანის რიცხვითი ამონახსენი ტრაპეციის ფორმის არის შემთხვევაში	52
3.5. ნაკადის პოტენციური მოძრაობის ორგანზომილებიანი (2D) სასაზღვრო ამოცანა სასრულ სხვაობითი სახით ტრაპეციის ფორმის არეზე	58
3.6. ტალღური ამოცანა ალგებრული ოპერატორული ფორმით; იტერაციული ამონახსენი.....	61

3.7. სამთო ვიწრო წყალსაცავში ღვარცოფული ნაკადის გრძივი და განივი შემოდინების რიცხვითი მოდელირება ორგანზომილებიანი (2D) ამონახსენის გამოყენებით.....	67
3.8. სამგანზომილებიანი (3D) რიცხვითი ამონახსენი	72
3.9. წყალსატევში ღვარცოფული ნაკადის შემოდინების რიცხვითი მოდელირება სამგანზომილებიანი (3D) ამონახსენის გამოყენებით.....	79
4. წყალსაცავში ღვარცოფული ნაკადის შემოდინების მათემატიკური მოდელირება, მცირე ამპლიტუდიანი ტალღების თეორიის ორგანზომილებიანი (2D) განტოლების ანალიზური ამონახსენის გამოყენებით	84
4.1. ამოცანის ფორმულირება, წყალსაცავში ღვარცოფული ნაკადის გრძივი შემოდინებით წარმოქმნილი დაუმყარებელი ამოცანის ანალიზური ამონახსენი.....	84
4.2. წყალსაცავში გრძივი ტალღური რყევის პროცესის დამახასიათებელი ნიშნები.....	89
4.3. დახრილი ფერდობების მქონე კანიონის ტიპის წყალსაცავებსა და არხებში განივი ტალღური რყევების სასაზღვრო ამოცანის ფორმულირება და ანალიზური ამონახსენი	97
5. კაშხალზე მაღალი მეწყერული ტალღის გადადინების მახასიათებლების განსაზღვრის მეთოდი	110
5.1. პირველი მაქსიმალური ტალღის კაშხალზე გადადინების ხანგრძლივობისა და სხვა მახასიათებლების განსაზღვრა ტალღის კაშხალზე აგორების გარეშე	110
5.2. პირველი მაქსიმალური ტალღის კაშხალზე გადადინების ხანგრძლივობისა და სხვა მახასიათებლების განსაზღვრა ტალღის კაშხალზე აგორების გათვალისწინებით	114
5.3. გადადინების შეფასების ფორმულების გამოყენება და გადადინების დამატებითი მახასიათებლების პროგნოზირება	119
6. დასკვნა.....	127
გამოყენებული ლიტერატურა	131

ცხრილების ნუსხა

(ცხრ.5.1.1) $d/\eta_{\text{ov}}^{\text{max}}, r/\lambda, \delta$ დამოკიდებულებების ცხრილი	113
(ცხრ.5.3.1) აგორების k_r ფარდობითი მახასიათებლის საანგარიშო ცხრილი	120
(ცხრ.5.3.2) ღვარცოფის შემოსვლის შედეგად წარმოქმნილი ექსტრემალური ტალღის λ^* სიგრძის საანგარიშო ცხრილი კაშხალთან ახლოს.....	121
(ცხრ.5.3.3) ღვარცოფის შემოსვლის შედეგად წარმოქმნილი ექსტრემალური ტალღის t_λ^* კაშხალთან აგორება და არეკვლის ხანგრძლივობის საანგარიშო ცხრილი.....	122
(ცხრ.5.3.4) გადადინების სიჩქარეთა გადადინების სიმაღლეზე დამოკიდებულების ცხრილი	123

ნახაზების ნუსხა

(ნახ.1.1.1) მდ. დურუჯის ეროზიული ღრანტეების ხედი შავი კლდის მიდამოში	14
(ნახ.2.1.1) საანგარიშო სქემა შემოსაზღვრულ არეზე ტალღური ამოცანის შესწავლის მიზნით	26
(ნახ.2.2.1) საანგარიშო სქემა შემოსაზღვრულ არეზე ტალღური სამგანზომილებიანი (3D) ამოცანის შესწავლის მიზნით.....	28
(ნახ.2.3.1) საანგარიშო სქემა მარჩხი წყლის ტალღური ამოცანის შესწავლის მიზნით.....	34
(ნახ.2.3.2) საანგარიშო სქემა მარჩხი წყლის სასაზღვრო ამოცანის შესწავლის მიზნით.....	35
(ნახ.3.1.1) საანგარიშო სქემა შემოსაზღვრულ არეზე ტალღური ორგანზომილებიანი (2D) პოტენციური ამოცანის შესწავლის მიზნით	40
(ნახ.3.1.2) საანგარიშო სქემა მართკუთხედის ფორმის შემოსაზღვრულ არეზე ტალღური ორგანზომილებიანი (2D) პოტენციური ამოცანის შესწავლის მიზნით	42
(ნახ.3.1.3) საანგარიშო სქემა ტრაპეციის ფორმის შემოსაზღვრულ არეზე ტალღური ორგანზომილებიანი (2D) პოტენციური ამოცანის შესწავლის მიზნით	43
(ნახ.3.2.1) საანგარიშო სქემა შემოსაზღვრულ მართკუთხა რიცხვით ბადეზე ტალღური ორგანზომილებიანი (2D) ამოცანის შესწავლის მიზნით..	45
(ნახ.3.4.1) საანგარიშო სქემა შემოსაზღვრულ ტრაპეციის ფორმის რიცხვით ბადეზე ტალღური ორგანზომილებიანი (2D) ამოცანის შესწავლის მიზნით.....	53
(ნახ.3.7.1) საანგარიშო სქემა ღვარცოფული ნაკადის წყალსატევში შესვლით გამოწვეული ექსტრემალური ტალღების გრძივი რყევების შესწავლის მიზნით.....	68
(ნახ.3.7.2) დახრილი ფსკერის მქონე სამთო ვიწრო წყალსაცავში ღვარცოფული ნაკადის შემოდინების საანგარიშო რიცხვითი ბადე სასრულ სხვაობითი მეთოდის (მართკუთხა აპროქსიმაცია) საფუძველზე.....	71
(ნახ.3.8.1) საანგარიშო სქემა შემოსაზღვრულ მართკუთხა რიცხვით ბადეზე ტალღური სამგანზომილებიანი (3D) ამოცანის შესწავლის მიზნით .	73
(ნახ.3.9.1) მაგისტრალურ ხიდთან ახლოს წყალდიდობის დროს დატბორილ ტერიტორიაზე ღვარცოფული/მეწყერული ნაკადის შედინების სქემატიზირებული საანგარიშო სქემა.....	79

- (ნახ.3.9.2) საანგარიშო რიცხვითი ბადე ნულოვანი არის გათვალისწინებით ძირითადი არის შიგნით და ძირითად საზღვარზე..... 80
- (ნახ.3.9.3) საანგარიშო რიცხვითი ბადე ნულოვან არეზე და მის საზღვარზე. a) მარტივი ფორმა; b) რთული ფორმა ყველა შესაძლო სახის სასაზღვრო წერტილების ერთობლიობით 81
- (ნახ.3.9.4) სამგანზომილებიანი 3D რიცხვითი ამონახსნით მიღებული ღვარცოფული ნაკადის შემოსვლის შედეგად წარმოქმნილი განივი, გრძივი და ინტერფერენციული რყევების ამსახველი პროფილები... 82
- (ნახ.4.1.1) სტრატეგიცირებული ღვარცოფის წყალსაცავში შემოდინებისა და მის ფსკერზე მოძრაობის შედეგად წარმოქმნილი არასტაციონარული ტალღური პროცესის განსაზღვრის საანგარიშო სქემა 84
- (ნახ.4.1.2) ღვარცოფის ფსკერზე მოძრაობის შედეგად დროის სხვადასხვა მომენტში წარმოქმნილი ტალღური პროფილები და ღვარცოფის მიერ განვლილი მანძილი..... 88
- (ნახ.4.2.1) კაშხლის კვეთში მაქსიმალური ამპლიტუდის ღვარცოფის პარამეტრებზე დამოკიდებულების ამსახველი გრაფიკები ტალღების არეკვლისა და ინტერფერენციის გათვალისწინებით: (a) ღვარცოფის მიერ განვლილ მანძილზე $\eta^* = f(S_c^*)$ დამოკიდებულება; (b) ღვარცოფის სიჩქარეზე $\eta^* = f(u_c^*)$ დამოკიდებულება..... 91
- (ნახ.4.2.2) კაშხლის კვეთში ტალღური ონდულაციების ღვარცოფის პარამეტრებზე დამოკიდებულების ამსახველი გრაფიკები არეკვლისა და ინტერფერენციის გათვალისწინებით: (a) ღვარცოფის მიერ განვლილ მანძილზე $\psi^* = f(S_c^*)$ დამოკიდებულება; (b) ღვარცოფის სიჩქარეზე $\psi^* = f(u_c^*)$ დამოკიდებულება..... 92
- (ნახ.4.2.3) კაშხლის კვეთში მაქსიმალური ამპლიტუდისა და ტალღური ონდულაციების მახასიათებლის ღვარცოფის შემოდინების სიგრძეზე დამოკიდებულების ამსახველი გრაფიკები არეკვლისა და ინტერფერენციის გარეშე: (a) $\eta^* = f(S_c^*)$; (b) $\psi^* = f(S_c^*)$ 94
- (ნახ.4.3.1) კანიონის ტიპის წყალსაცავის (ან წყალგამტარი ტრაქტის) განივკვეთში არასტაციონარული ტალღების წარმოქმნის საანგარიშო სქემა ფერდობების სხვადასხვა დახრის კუთხის გათვალისწინებით 98
- (ნახ.4.3.2) ტალღის ამპლიტუდის ცვლილება დროში სამკუთხა და მართკუთხა შეთავსებულ არეებზე და ტალღური პროფილი მართკუთხედისა და სამკუთხედის ფორმულების შედარებისათვის 107
- (ნახ.4.3.3) მაქსიმალური ამპლიტუდის ფერდობის დახრის კუთხეზე დამოკიდებულების გრაფიკი: a) მიღებული ანალიზური და რიცხვითი ამონახსნის შედარებითი პროფილები; b) ანალიზური და რიცხვითი ამონახსნის ფარდობითი გადხრის გრაფიკი..... 108

(ნახ.5.1.1) "გადადინების ფუნქციის" $h_{ov}(t)$ აპროქსიმაცია სინუსოიდით, დისკრეტული დროის მიხედვით "სწრაფი" და "ნელი" მეწყერის შემთხვევაში	111
(ნახ.5.1.2) კაშხალზე გადადინების ტალღის სიგრძის განსაზღვრის საანგარიშო სქემა ტალღის კაშხალზე აგორების გარეშე.....	112
(ნახ.5.2.1) ღვარცოფით გამოწვეული ტალღის კაშხალთან მოსვლისა და გადადინების საანგარიშო სქემა აგორების გათვალისწინებით.....	115
(ნახ.5.2.2) კაშხალზე გადადინების ხანგრძლივობის განსაზღვრის საანგარიშო სქემა ტალღის კაშხალზე აგორების შემთხვევაში	118
(ნახ.5.3.1) წყალსაშვი ფარის გამოყენების ეფექტურობის შესწავლის საანგარიშო სქემის მაგალითი სქემატიზირებული წყალსაცავისათვის	125

მადლიერება

მინდა მადლობა გადავუხადო ჩემი სადისერტაციო ნაშრომის ხელმძღვანელს და მეგობარს, ასოცირებულ პროფესორ ხვიჩა ირემაშვილს, ნაშრომის დასრულებაში გაწეული დახმარებისათვის.

აგრეთვე მადლობას მოვახსენებ სამშენებლო ფაკულტეტის ყველა პროფესორ მასწავლებელს, დეპარტამენტის უფროსს, სადისერტაციო საბჭოს თავმჯდომარესა და სწავლულ მდივანს, ჩემს მიმართ გამოჩენილი ყურადღებისა და თანადგომისათვის.