

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საინჟინრო ტექნიკური ფაკულტეტი

ხელნაწერის უფლებით

შორენა მომცემლიძე

მდინარე რიონის წყალსაცავების მოლამვის კვლევა და მასთან ბრძოლის მეთოდები

ინჟინერიის (0406) დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

ქუთაისი 2016

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: **ბადრი ბანძელაძე** - ტექნიკის
მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი, ემერიტუსი

რეცენზენტები: **ომარ ზივზივაძე** - აკადემიური დოქტორი,
პროფესორი
ამირან ბრეგვაძე - აკადემიური დოქტორი, ასოც.
პროფესორი

დისერტაციის დაცვა შედგება 2017 წლის 12 იანვარს 14⁰⁰ საათზე
საინჟინრო - ტექნიკური ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს მი-
ერ შექმნილ სადისერტაციო კომისიის სხდომაზე. მისამართი:
4600. ქუთაისი. თამარ მეფის ქ. 59, I კორპუსი აუდ. №1114.

დისერტაციის გაცნობა შესაძლებელია აკაკი წერეთლის სა-
ხელმწიფო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკაში თამარ მეფის ქ. 59, I
კორპუსი აუდ. №1114.

ავტორეფერატი დაიგზავნა 2016 წლის 12 დეკემბერს

სადისერტაციო საბჭოს
მდივანი

_____ /ნ. სახანბერიძე/
(ხელმოწერა)

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

პრობლემის აქტუალობა. მდინარეთა ჩამონადენი, როგორც მუდმივად განახლებადი და ხელმისაწვდომი რესურსი, ფართოდ გამოიყენება ენერგეტიკაში, მშენებლობაში, ირიგაციაში, წყალმომარაგებასა და მეურნეობის თითქმის ყველა დარგში. მდინარეთა ჩამონადენზეა დამოკიდებული ზღვებისა და ოკეანების ნაპირების მდგრადობა და წონასწორობა. წყლის რესურსების მართვის ეფექტურობაზე და წყალსაცავების რეგულირების პროცესზე ბევრად არის დამოკიდებული საზოგადოების სოციალურ-ეკონომიკური განვითარება. ამიტომ მდინარეთა ჩამონადენის და წყალსაცავების გაწმენდილი მოცულობის რაციონალური გამოყენება არის მეტად აქტუალური გლობალური პრობლემა.

თანამედროვე ცივილიზაციის არსებობისათვის აუცილებელია წყლის ობიექტების ინტენსიური გამოყენება, რისთვისაც განუზომლად იზრდება ჰიდროლოგიურ ობიექტებზე ანთროპოგენური ზეგავლენის ფორმები და მასშტაბები. აქედან გამომდინარე წყალსაცავის გარემოზე ზემოქმედების შეფასება მეტად აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს.

მდინარე რიონი საქართველოს უმნიშვნელოვანესი სამდინარო არტერიაა. მის აუზში განლაგებულია მრავალი წყალსაცავი, რომლის ექსპლუატაციის შედეგად მნიშვნელოვნად შეიცვალა მდინარის ჩამონადენი, როგორც რაოდენობრივი, ისე ხარისხობრივი თვალსაზრისით. მნიშვნელოვანია მდინარის მყარი ნატანის რაოდენობის შემცირება, რაც ძირითადად განპირობებულია მდინარის წყალსამეურნეო გამოყენებით.

მდ. რიონზე მდებარე წყალსაცავების ექსპლუატაციის კვლევამ გვიჩვენა, რომ მათ დაკარგეს მოცულობის დიდი ნაწილი და ამის გამო მათი დღე-ღამური რეგულირების უნარი მკვეთრად დაეცა. ისინი ფაქტიურად აღარ ასრულებენ ენერგოსისტემის პიკური სიმძლავრეების მარეგულირებლის როლს, მუშაობენ ბუნებრივ ჩამონადენზე

და ამის გამო ზამთრის პერიოდში (ნოემბერი-მარტი) ენერგოსისტემა კარგავს პიკურ ენერჯიას.

უხვნატანიან მდინარეებზე მდებარე წყალსაცავების ექსპლუატაციის მსოფლიო გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ყოველი კონკრეტული წყალსაცავის მოლამული მასალის გასაწმენდად გამოიყენება კონკრეტული ოპტიმალური ხერხი.

წყლის რესურსების გამოყენებისა და მათი მართვის მახასიათებლების შესწავლისა და გამოვლენის დროს ვხვდებით ორ საინტერესო მხარეს - გარემოს დაცვისა და საზოგადოების შეთანხმების პრობლემას. ასეთი შეჯახების ძირითადი მიზეზი გამოიხატება იმაში, რომ საზოგადოება მიისწრაფის შეცვალოს ბუნებრივი წყლის მოცულობა, მუშაობის რეჟიმი და ხარისხი თავის ინტერესების სასარგებლოდ.

აქედან გამომდინარე, ჩვენს დროში ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს მართვის სივრცეში წყლის რესურსების წყალსამეურნეო სისტემების რეჟიმების ფუნქციონირების პარამეტრების ოპტიმალური სიდიდეების განსაზღვრის მეთოდების დახვეწა და სრულყოფა.

კვლევის მიზანი. სადისერტაციო ნაშრომის კვლევის მიზანს წარმოადგენს მდ. რიონის მრავალმიზნობრივი დანიშნულების თანამედროვე მსხვილი წყალსაცავების სისტემების ფუნქციონირების კვლევა, წყალსაცავების სისტემების ოპტიმალური რეჟიმებით მუშაობის გაანგარიშების მეთოდების სრულყოფა.

წყალსაცავების სისტემების ეფექტური ფუნქციონირებისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს სხვადასხვა ბუნებრივ-სამეურნეო ცვლილების ანალიზი და შეფასების მონაცემების შექმნა. დასმული მიზნების რეალიზაციისათვის დაგვჭირდება ურთიერთდამოკიდებული ამოცანების გადაწყვეტა:

- მდინარის აუზის ბუნებრივი წყლის რესურსების ჰიდროლოგიურ-წყალსამეურნეო მართვის ასპექტების კვლევა.
- წყალსამეურნეო სისტემების ეფექტური ფუნქციონირების კვლე-

ვა.

- მრავალმიზნობრივი დანიშნულების წყალსაცავების სისტემების მოლამვის პროცესების მიმდინარეობის კვლევა.
- მრავალმიზნობრივი დანიშნულების წყალსაცავების სისტემების მოლამვის წინაღმდეგ ბრძოლის მეთოდების დამუშავება.

K კვლევის საგანი და ობიექტი. კვლევის ობიექტს წარმოადგენს მდ. რიონის აუზის მრავალმიზნობრივი დანიშნულების წყალსამეურნეო სისტემები, რომლებიც შედგება ოთხი წყალსაცავისაგან: ლაჯანურჰესი, გუმათჰესი I, გუმათჰესი II, რიონჰესი და ვარციხჰესის კასკადის ჰესები I, II, III, IV.

სამეცნიერო სიახლე. სადისერტაციო სამუშაოს მეთოდოლოგიურ ნაწილს წარმოადგენს მდინარის აუზის წყლის რესურსების დაცვის და რაციონალური გამოყენების კვლევა, საზოგადოების და ბუნებრივი გარემოს ინტერესების დაცვის გათვალისწინებით.

სამუშაოს მეცნიერული სიახლე გამოისახება შემდეგში:

- შემუშავებულია მრავალმიზნობრივი დანიშნულების წყალსამეურნეო სისტემების მუშაობის რეჟიმების განსაზღვრის მეთოდოლოგია და ანალიზი.
- შემუშავებულია და რეალიზებულია წყალსაცავების სისტემების მოლამვის პროცესის კვლევა და დიაგნოსტიკა.
- განსაზღვრულია მდ. რიონის აუზის წყალსაცავის მოლამული ნაწილის მოცულობა.
- მიღებულია მდ. რიონის აუზის წყალსაცავების მოლამვის ინტეგრალური მრუდები.
- განსაზღვრულია ჰიდრომასის მოძრაობის მეთოდოლოგია მილსადენებში ჰიდროტრანსპორტის პირობებში.
- შემუშავებულია გუმათჰესის მონაკვეთზე მდინარე რიონის ღია კალაპოტის მოლამვის დიაგნოსტიკა.
- შემუშავებულია წყალსაცავების სისტემების მოლამვის წინაღმდეგ ბრძოლის მეთოდები.
- წარმოდგენილია მდ. რიონის აუზის წყალსაცავების გაწმენდის

მეთოდები.

- დადგენილი და გათვალისწინებულია მდ. რიონის საშუალო წლიური ხარჯების მნიშვნელობები წყალსაცავების ექსპლუატაციის პირობებში.
- გაანალიზებული და მეცნიერულად იქნა შეფასებული მდ. რიონის წყალსაცავების სისტემების ეფექტური ფუნქციონირება მათი 82-წლიანი მუშაობის მონაცემების მიხედვით.

შედეგების პრაქტიკული მნიშვნელობა. ნაშრომის შედეგების გამოყენება საშუალებას იძლევა მეცნიერული დასაბუთებით მოვახდინოთ მდინარე რიონის აუზის წყალსაცავების მოლამვის დიაგნოსტიკა და მათი გარეცხვის პრობლემების გადაწყვეტა.

წყალსაცავების გარეცხვის მიღებული მეთოდების გამოყენებით შეიძლება უზენატანიანი ანალოგიური მდინარეების წყალსაცავების რეგულირება და ნორმალური მუშაობის რეჟიმების უზრუნველყოფა.

ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ წყალსაცავების მოლამვის წინაღმდეგ ბრძოლის მეთოდებიდან ერთ-ერთ ხელსაყრელ მეთოდს წარმოადგენს მიწასაწოვი მანქანებით გრუნტის დამუშავება, წყალსაცავების ფსკერიდან სველი გრუნტის ამოწოვა და მისი მილსადენით ტრანსპორტირება მოსალეჟ ადგილამდე.

პირველად არის წარმოდგენილი წყალსაცავების მოლამული მასალისაგან გაწმენდის სიფონური მეთოდი, რომლის მუშაობის პრინციპი დამყარებულია სიფონის მუშაობის პრინციპზე, რომელიც გარდა მოკლე სიგრძისა, ხასიათდება, რომ დინების რომელიმე უბანზე იქმნება ვაკუმი. წნევათა სხვაობის სიდიდის შესაბამისად ხდება მოლამული მასალის მოძრაობა (ზედა ბიეფიდან ქვედა ბიეფში ან მოსალამი ადგილისაკენ) სიფონურ მილში.

მიღებული მეთოდიკის გამოყენებით შესაძლებელია მოლამული წყალსაცავების მუშაობის საპროექტო სიმძლავრეებისა და რეჟიმების აღდგენა და შენარჩუნება ისე, რომ ნაკლები იქნეს გარემოზე წყალსაცავების ზემოქმედების გავლენა და აღდგენილი იქნება მდი-

ნარეთა ნატანი მასალის ტრანსპორტირების ეკოლოგიური წონასწორობა.

ნაშრომის აპრობაცია. კვლევის ძირითადი შედეგების შესახებ მოხსენებული იყო:

1) აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მშენებლობისა და ტრანსპორტის დეპარტამენტის სამეცნიერო სემინარებზე (2009- 2016 წწ.),

2) В Россиской университете дружба народов. Москва. конференция динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. (РУДНИ) (25 ноября 2009 г.)

3) В Пермской государственной университете. Пермь, Международная научно-практическая конференция. Современные проблемы водохранилищ и их водосборов (26-28 мая 2009 г.),

4) В Пермской государственной университете. Пермь, Международная научно-практическая конференция. Современные проблемы водохранилищ и их водосборов (28-30 мая 2013 г.)

5) საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. მდგრადი ენერგეტიკა: გამოწვევები და განვითარების პერსპექტივები. (2015 წ.)

publikaciebi. დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებულია 21 სამეცნიერო ნაშრომი. მათგან ძირითადი პუბლიკაციების (9) ნუსხა მოცემულია ავტორეფერატის ბოლოში.

სადისერტაციო ნაშრომის შინაარსი

შესავალში დასაბუთებულია პრობლემების აქტუალობა, განსაზღვრულია კვლევის ძირითადი მიზანი და ამოცანები, ნაჩვენებია მიღებული შედეგების საიმედოობა და პრაქტიკული ღირებულება. წარმოდგენილია მდ. რიონის წყალსაცავების მოლამვის კვლევისა და მასთან ბრძოლის მეთოდების აქტუალობა. წინამდებარე ნაშრომი წარმოადგენს საქართველოში წყალსაცავების მოლამვის

პრობლემატიკის კვლევის გაგრძელებას და მიზნად ისახავს ხელი შეუწყოს საქართველოს წყალსაცავების რესურსების ოპტიმალურ გამოყენებას ეკონომიკაში.

ავტორი დიდი პატივისცემითა და მადლიერებით მოიხსენიებს პროფესორ ოთარ შაუთიძეს, რომლის მოწოდებამ და პროფესიულმა რჩევებმა განაპირობა წინამდებარე ნაშრომის შექმნა. მადლობას მოვახსენებ აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის კოლექტივს თანადგომისა და დახმარებისათვის.

პირველ თავში მოცემულია წყალსაცავების სისტემების მუშაობის რაციონალური რეჟიმების განმსაზღვრელი მეთოდოლოგია. ბუნებრივად მდ. რიონის კალაპოტი ქმნის ჰესების მშენებლობის კარგ პირობებს. ამ ბუნებრივი პირობების გამოყენება წყალსაცავების შექმნისათვის ქვეყანას აძლევს სწრაფი განვითარების საშუალებას, როგორც მატერიალურად, ისე ეკონომიკურად. მაგრამ წყალსაცავების მშენებლობის დროს დაცული უნდა იყოს რაც შეიძლება ნაკლები ზემოქმედება გარემოზე.

განხილულია ჰესების პროექტირებისა და მშენებლობის თანამედროვე მიმართულებები. კერძოდ, მდ. რიონზე პროექტების მიხედვით ნამახვანის კასკადი მოიცავს სამ ჰესს – ტვიშის, ნამახვანის და ჟონეთის.

ნამახვანის კასკადი, რომელიც აშენდება ახლო მომავალში და შეემატება მდ. რიონის აუზის ჰესებს, გამოიწვევს რიონის აუზის არსებული წყალსაცავების მუშაობის რეჟიმს შეცვლას.

აქედან გამომდინარე, როდესაც საუბარია გუმათისა და ვარციხის კასკადის ჰესების წყალსაცავების ექსპლუატაციის ნორმალურ პირობებზე, საჭიროა განხილულ იქნას ნამახვანის კასკადის წყალსაცავების მდებარეობა და მათი მუშაობის პირობები.

ნახ. 1.1-ზე წარმოდგენილია მდ. რიონის ნამახვანის კასკადის ტვიშის კაშხლის ღერძი, სადაც უნდა აშენდეს წყალსაცავი, რომლის სრული მოცულობა ტოლია 31.1 მლნ. მ³, ნამახვანის კაშხლის წყალსაცავი, რომლის სრული მოცულობა ტოლია 12.5 მლნ. მ³-ის, ჟონე-

სებული.

მსოფლიოში ელექტროენერჯის მოხმარების ტემპები საკმაოდ მაღალია. მაგალითად, საერთაშორისო ენერჯეტიკული სააგენტოს (IEA) პროგნოზით, 2000 წლის შემდეგ ელექტროენერჯის მოხმარება 2010 წლისათვის 15 ტრილიონი კვტ.სთ-დან 21 ტრილიონი კვტ.სთ-მდე გაიზარდა და ზრდის ტენდენცია მომდევნო წლებშიც შენარჩუნდება. აქვე აღსანიშნავია, რომ CO₂-ის ემისიის წლიური მოცულობა 2009 წლისათვის 23.000 მლნ. ტონიდან 28.999 მლნ. ტონამდე გაიზარდა, რაც შემაშფოთებელ ტენდენციად არის მიჩნეული. ვინაიდან CO₂-ის ემისია ენერჯეტიკის სექტორში ძირითადად თბოსადგურების ფუნქციონირებასთან არის დაკავშირებული, აქედან გამომდინარე შესაბამისად, უფრო აქტუალური ხდება ჰიდრორესურსების გამოყენება.

ჰიდრორესურსების ათვისებისაკენ მისწრაფება ცხადი სახით არის ასახული მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების ენერჯეტიკული სისტემების სტრუქტურაში. [The International Journal on Hydropower & Dams 1-ის] თანახმად, მსოფლიოს თეორიული ჰიდროპოტენციალი შეფასებულია 40 204 865 გვტ.სთ-ით, ტექნიკურად განხორციელებადი - 14 606 559 გვტ.სთ-ით და ეკონომიკურად განხორციელებადი - 8 721 093 გვტ.სთ-ით. სულ, მსოფლიოს მასშტაბით ფუნქციონირებს 25 000-ზე მეტი სხვადასხვა სიმძლავრის ჰესი. [Published/hosted by Aqua Media International. ISSN: 1352-2523. Trans Electrica Ltd., 2013 2]

შესწავლილია წყალსაცავების სისტემების მუშაობის რეჟიმების რაციონალური განსაზღვრის არსებული მეთოდები. დადგენილია, რომ წყალსაცავებში საშუალოდ ილექება მყარი ჩამონადენის 90-95%. ამის გამო წყალსაცავებში წყლის სასარგებლო მოცულობა თანდათანობით მცირდება.

მყარი ნატანი მასალის მოძრაობის ჰიდრავლიკური პირობების შესწავლა მთის მდინარეებზე დიდ სირთულეებთანაა დაკავშირებული. ამ მხრივ აღსანიშნავია ლ. გველესიანის, ნ. შმალცელის და ო. შაუთიძის, ნ.ბ.კერესელიძის, რ.ს.ჩალოვის, გ.ი.შამოვის, ვ. ვ. რომა-

შინსა და ზ. დ. კოპალიანის, ჯ.ვ. ნოსელიძის, კ. ი. როსსინსკის, შ. რ. პოზდნიაკოვს და ვ. ვ. რომანოვსკის, ტ. შ. მაჟიდოვის მიერ ნატურაში ჩატარებული კვლევები, რომლებმაც შეძლეს მდინარეთა კონკრეტული მონაკვეთისათვის დაედგინათ ფსკერული ნატანის ხვედრითი წილი ატივნარებულ ჩამონადენში.

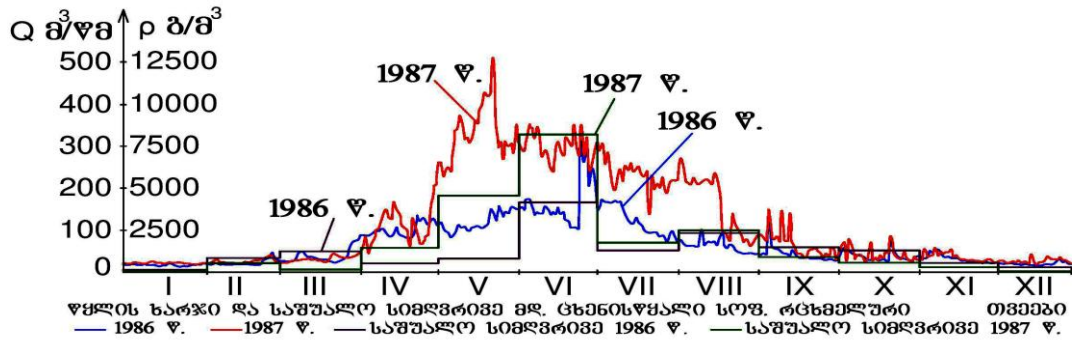
მეორე თავი ეძღვნება მრავალმიზნობრივი დანიშნულების მდ. რიონის წყალსაცავების სისტემების მკვებავი მდინარეების ჩამონადენის ფორმირების ფუნფციონირების კვლევას და დიაგნოტიკას. მდ. რიონი ხასიათდება წყალდიდობებითა და წყალმოვარდნებით, რომელთა რეგულირება მოითხოვს მყარი და თხევადი ჩამონადენის მახასიათებლების საფუძვლიან ცოდნას.

მდ. რიონის ხარჯის შესახებ ინფორმაცია 1910–1993 წლებს შორის, დაფიქსირებულია ნამახვანის წყლის მონიტორინგის სადგურზე. საგუშაგო მოწყობილია მარჯვენა ნაპირზე, აღჭურვილია ლარტყით და წყლის დონეების თვითმწერით „ვალდაი“. თვითმწერი კუნძულებრივი ტიპისაა. 1954 წელს არსებული ხარჯის პირობები შეიცვალა შაორის ჰესისა და მდინარე დიდი ჭალას (შარაულას) გამო. შაორის ჰესის პროექტის განხორციელებასთან ერთად მდინარის კალაპოტში არსებული ნაკადი შეიცვალა 5 მ³/წმ-ით. მეორე მხრივ, ლაჯანურის წყალსაცავის მშენებლობის შემდეგ 1960 წელს, მდინარე რიონის კალაპოტში წყლის ხარჯი გაიზარდა 60 მ³/წმ-ით. რადგან ნაკადი მდინარე ცხენისწყლიდან იქნა გადმოყვანილი.

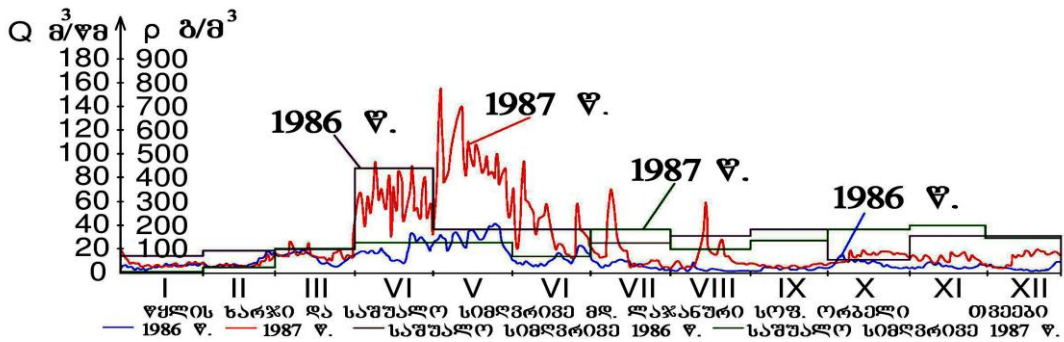
მდ. რიონის აუზის კასკადების წყალსაცავების მოლამვის მიმდინარე პროცესები ძირითადად დამოკიდებულია მკვებავი მდინარეების კალაპოტში დაგროვილი ნატანი მასალის მოცულობასა და მდინარეთა ნაკადის ტრანსპორტირების შესაძლებლობაზე. პრობლემის შესასწავლად განვიხილოთ მკვებავი მდინარეების ჰიდრომორფოლოგიური ხასიათი.

ჰიდროლოგიური მონაცემების მიხედვით წყალსაცავის კვეთში მდ. რიონის უხვწყლიანი წელია 1987 წ., მცირეწყლიანი კი - 1986 წ.

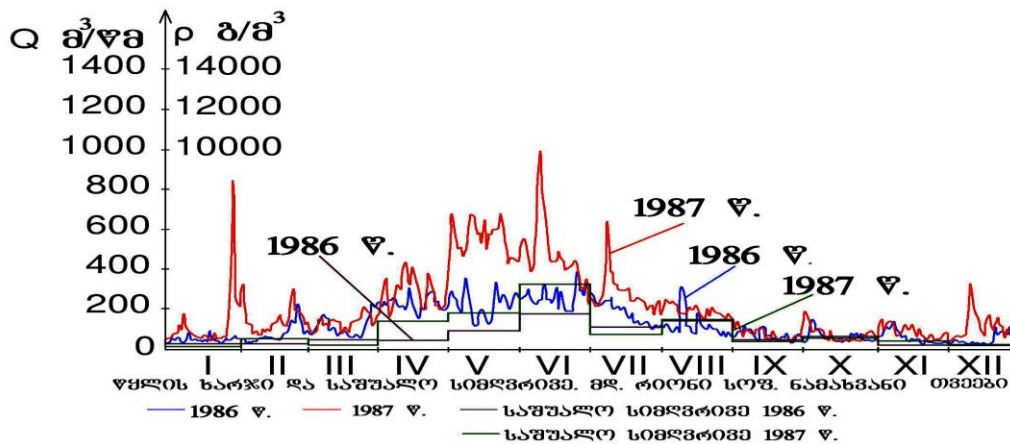
ნახ. 2. 1– 2.3-ზე მოყვანილია წყლის ხარჯები ზემოაღნიშნულ კვეთებში. ამავე ნახაზებზე ნაჩვენებია საშუალო დეკადური სიმ-
ღვრივები.



სურ. 2.1 მდინარე ცხენისწყალი (რცხმელური საგუშაგოს მონაცემებით)



სურ. 2.2 მდინარე ლაჯანური (ორბელის საგუშაგოს მონაცემებით)



ნახ. 2.3 მდ. რიონი (ნამახვანის საგუშაგოს მონაცემებით)

გუმათის წყალსაცავი წაგრძელებულია მდინარის ხეობის მიმართულ-
თულებით. უდიდესი სიგრძეა 11 კმ, სიგანე 60 მ-დან 550 მ-მდე.



ნახ.2.4 გუმათის წყალსაცავი ჰესის წყალმიმღების წინ

წყალსაცავის ნორმალური შეტბორვის დონეზე წყალსაცავის სიგრძე 5 – 7 კმ-ია. წყალსაცავში მინიმალური საშუალო დონე 199.5 მეტრია. ამ დონეზე წყალსაცავის სიგანე მხოლოდ 200-300 მეტრია. წყალმიმღები მუშაობს შეუფერხებლად, მუშაობის ისეთი რეჟიმია, რომ ნატანის მოძალებისთანავე ხდება ლოკალური გარეცხვები, იღება გამრეცხი ფარები და ნატანი პრაქტიკულად ტურბინაში არ ხვდება.

რიონჰესის სათავე ნაგებობის უბეში გისოსის გაჭედვა იწვევს წყლის გადაკეტვას ჰესისაკენ, იჭედება წყალსადენის მიმღები, ჰესზე შეიძლება გავიდეს 75 მ³/წმ წყლის ხარჯი. თუ წყლის ხარჯი საკმაოდ დიდია, მაგალითად, 250 მ³/წმ იღება გამრეცხი დიდი ფარები და ირეცხება კაშხლის მიმდებარე არე 20 – 30 მეტრის მანძილზე და ფაქტიურად ეს არე ყოველთვის დაუღეპავია, ვინაიდან პერიოდულად ირეცხება, ნატანის ჩამოსვლისთანავე.

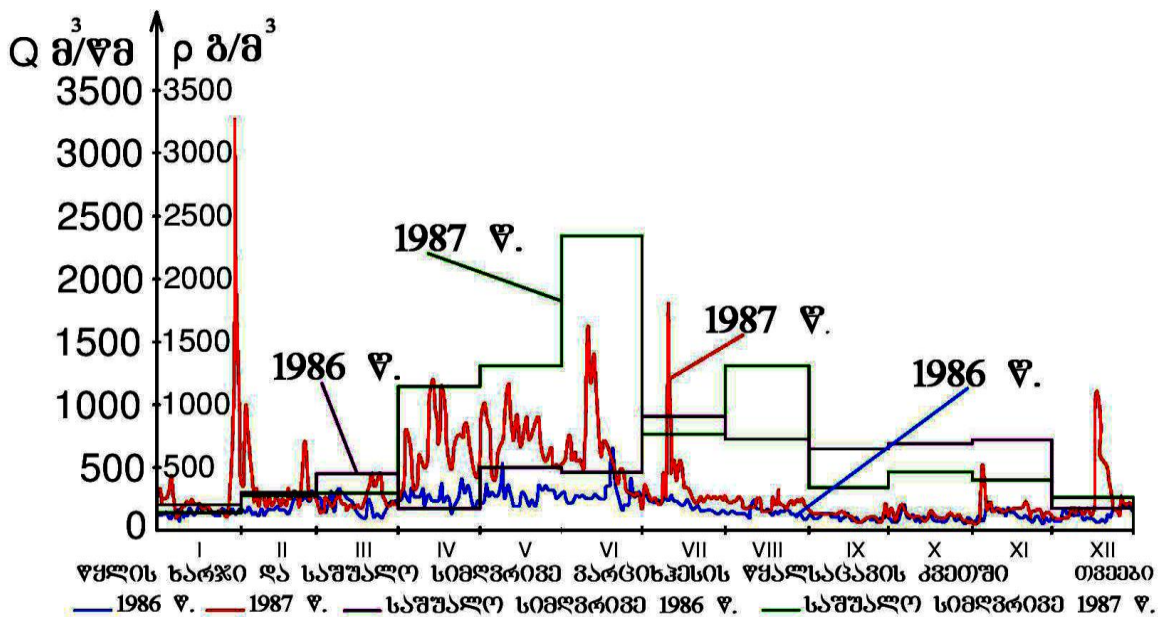


ნახ. 2.5 რიონჰესის კაშხლის წყალსაცავის მოლამული მხარე

ვარციხის წყალსაცავის ძირითადი სასარგებლო მოცულობა მოლამულია. წყალსაცავის საშუალო დონეა 87.02 – 86.6 მ. დონის დამუშავება ხდება იმ შემთხვევაში, თუ ხარჯი წყალსაცავში 350 მ³/წმ-ზე ნაკლებია და საჭიროა სიმძლავრის გაზრდა.

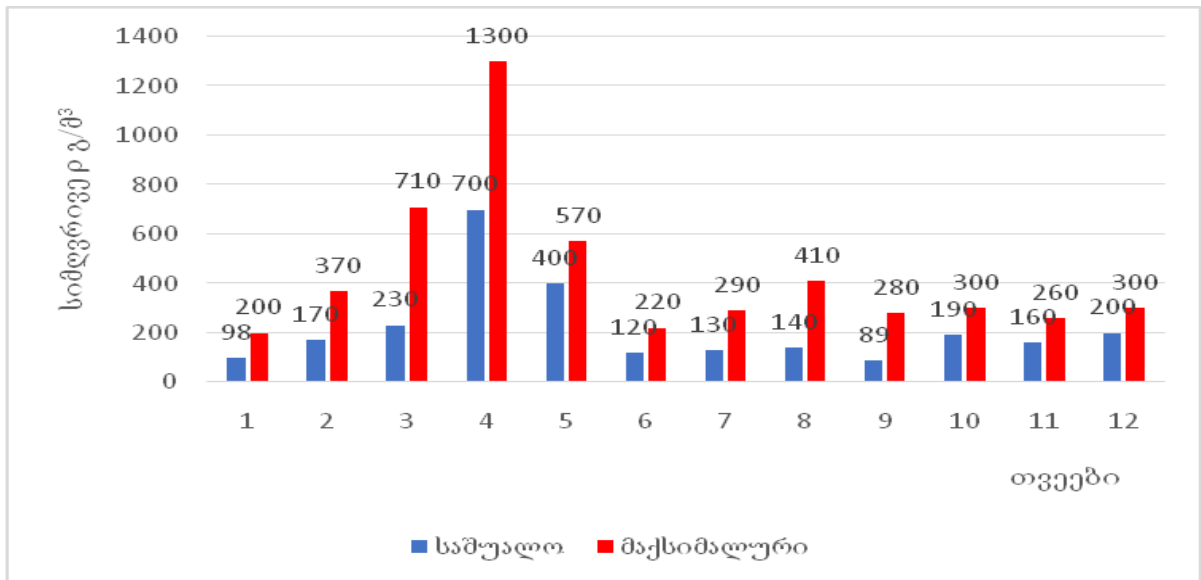
მყარი ნატანის მოჭარბებული შემოსვლა წყალსაცავში ქმნის დამატებით სირთულეებს. თუ ვერ მოხერხდა სალექარის დროული გარეცხვა, ნატანი შედის არხის წყალმიმღებში. აზიანებს გამაცივებელ სისტემას, მაცივრების რადიატორები გაიბიდნებიან ნატანით და ხდება აუცილებელი მათი გარეცხვა წყლის მიმართულების შეცვლით. ასეთ დროს ხდება ჰესის გამორთვა.

ნახ. 2. 6-ზე მოყვანილია მდ. რიონი-ვარციხის წყალსაცავის კვეთებში 1986 და 1987 წლების წლიური ხარჯები და საშუალო დეკადური სიმღვრივები.



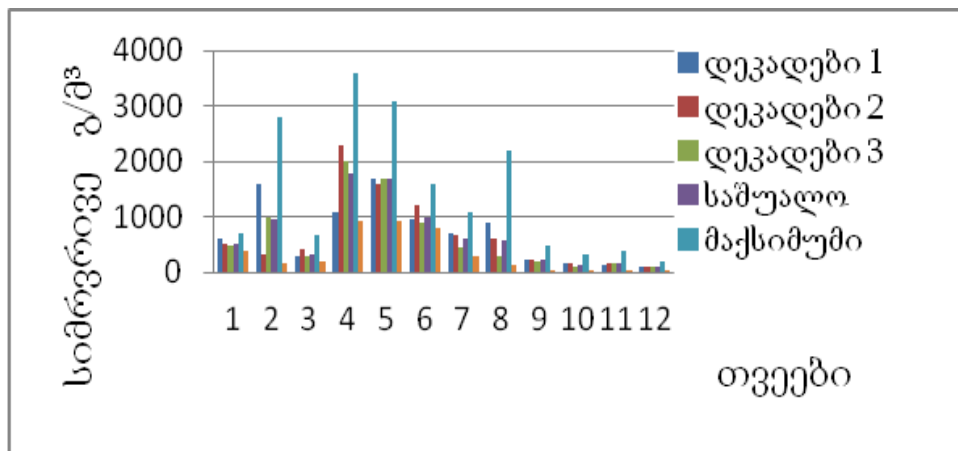
სურ. 2. 6 მდინარე რიონი (ვარციხის წყალსაცავის კვეთში)

ნახ. 2.7-ზე წარმოდგენილია მდ.ყვირილა-ზესტაფონის საგუმბაგოს კვეთში სიმღვრივეთა საშუალო დეკადური, მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები (გ/მ³) უხვწყლიანი 1987 წლის მონაცემებით.



ნახ. 2.7 სიმღვრივის საშუალო თვიური მნიშვნელობა

ნახ. 2.8-ზე წარმოდგენილია მდ. რიონი-საკოჩაკიძის საგუშაგოს კვეთში სიმღვრივეთა საშუალო დეკადური, მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები (გ/მ³) უზვწყლიანი 1987 წლის მონაცემებით.



ნახ.2.9 სიმღვრივეთა საშუალო დეკადური მნიშვნელობა

მესამე თავში შესწავლილია მდინარე რიონის აუზის კაშხლების სისტემების ფუნქციონირების ეფექტურობის ფორმირება. იგი დაიწყო 1923 წლიდან, როდესაც რიონის აუზში დაიწყო პირველი ჰესის (რიონჰესი) მშენებლობა. მდინარე ცხენისწყალის ყველაზე მეტი სიახლოვე მდინარე რიონის შუა წელთან ქმნიდა იმის საშუალებას, რომ განხორციელებულიყო ამ მდინარეთა ერთობლივი ჰიდრო-

გუმათის წყალსაცავი შექმნილია მდინარე რიონზე გრავიტაციული ტიპის ბეტონის კაშხალით. სადაწნეო ფრონტს წყალსაცავში ქმნის კაშხალი და ჰესის შენობა (გუმათჰესი -I). კაშხალის ტანში ოთხი 14 მეტრიანი წყალსაშვის მალია საერთო გამტარუნარიანობით 2560 მ³/წმ. ნორმალური შეტბორვის დონე 200 მეტრია.

რიონჰესის წყალსაცავი შექმნილია მდ. რიონზე დაბალზღურბლიანი ბეტონის კაშხლით. სადაწნეო ფრონტს ქმნის კაშხალი, სიფონური წყალსაგდები, ტივსავალი და წყალმიმღები. ნორმალური შეტბორვის დონე 158 მეტრია.



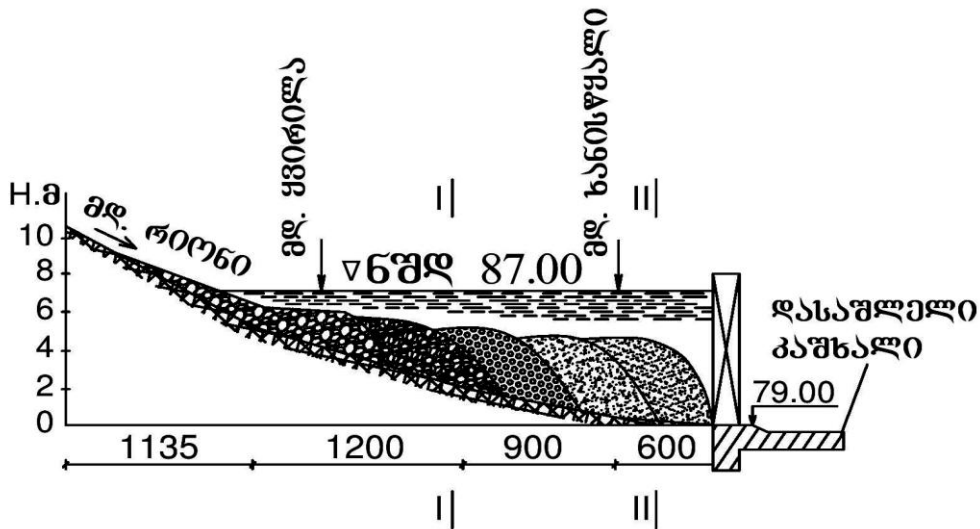
ნახ.3.3 რიონის ჰიდროკვანძი

ღია ტიპის 5 მალიანი წყალმიმღები წყალგამტარობით 80 მ³/წმ მდებარეობს კაშხლის მარცხნივ, მდინარე რიონის კლდოვან ნაპირზე. წყალმიმღების გაწმენდა ნალექისაგან ხდება გამრეცხი რაბებით, რომელთაც 70 მ³/წმ წყლის გაშვება შეუძლიათ. წყალმიმღებიდან იწყება უდაწნეო გვირაბი, რომლის სიგრძე 3860 მეტრი, ხოლო გამტარუნარიანობა 80 მ³/წმ-ია.

რიონის წყალსაცავი პრაქტიკულად მოლამულია, წყალსაცავის გარეცხვას აწარმოებენ სხვა წყალსაცავებთან ერთად.

ვარციხის წყალსაცავის ჰიდროკვანძის ნაგებობათა შემადგენლობაში შედის: სათავე ჰიდროკვანძი და ოთხი ერთნაირი ტიპის ჰიდროელექტროსადგური, რომლებიც განლაგებული არიან სადე-

რივაციო არხზე. თითოეული ჰესის საანგარიშო დაწნევა შეადგენს 15 მ, კასკადის დადგმული სიმძლავრეა 184 მგვტ.



ნახ. 3.4. ვარციხის წყალსაცავის გრძივი პროფილი

ვარციხის ჰესის სათავე კვანძი მდებარეობს მდინარე რიონის შენაკადების ყვირილასა და ხანისწყლის შესართავეების მახლობლად და უზრუნველყოფს დერივაციაში საანგარიშო ხარჯის 350 მ³/წმ მიღებას, ხოლო ქვედა ბიეფში 0.5 % უზრუნველყოფის მაქსიმალური ხარჯის - 3640 მ³/წმ გატარებას.

ნახ. 3.4-ზე წარმოდგენილია ვარციხის წყალსაცავის გრძივი პროფილი. ნახაზიდან ჩანს, რომ წყალსაცავი მოლამულია და მყარი ჩამონადენი განაწილებულია წყალსაცავში გრანულომეტრიული ფრაქციების მიხედვით. ფრაქციების სიმსხო კაშხალისაკენ თანდათანობით მცირდება. წყალსაცავში შეიმჩნევა დინება, რომელიც წარმოქმნის წყალსაცავში მდინარის კალაპოტს.

მეოთხე თავში შესწავლილია მდ. რიონის აუზის წყალსაცავების მოლამული მოცულობის დადგენის მეთოდები. ამ მიზნით სადისერტაციო ნაშრომის შესრულების დროს გამოთვლები ვაწარმოეთ მდ.რიონის 7.6 კმ-ის სიგრძის მონაკვეთზე. ყოველ პროფილზე ვსაზღვრავდით მოლამვის ფართობს (მ²)-ში და კვეთებს შორის მოლამვის ფართობს ვასაშუალოებდით ფორმულით:

$$F = \frac{F_n + F_{n+1}}{2} \quad (4.1)$$

სადაც F_n - წინა კვეთის მოლამვის ფართობი, მ²;

F_{n+1} - მომდევნო კვეთის მოლამვის ფართობი, მ².

იმისათვის, რომ მოცულობა განვსაზღვროთ, ეს სიდიდე უნდა გამრავლდეს კვეთებს შორის სიგრძეზე (სიგრძეს ვადგენთ ტოპორუკის საშუალებით)

$$l = \frac{l_{\text{მარჯ}} + l_{\text{მარცხ}}}{2} \quad (4.2)$$

სადაც $l_{\text{მარჯ}}$ - მარჯვენა ნაპირის სიგრძე, მ;

$l_{\text{მარცხ}}$ - მარცხენა ნაპირის სიგრძე, მ.

დანაღეჯი ნატანი მასალის მოცულობას ვანგარიშობთ ფორმულით:

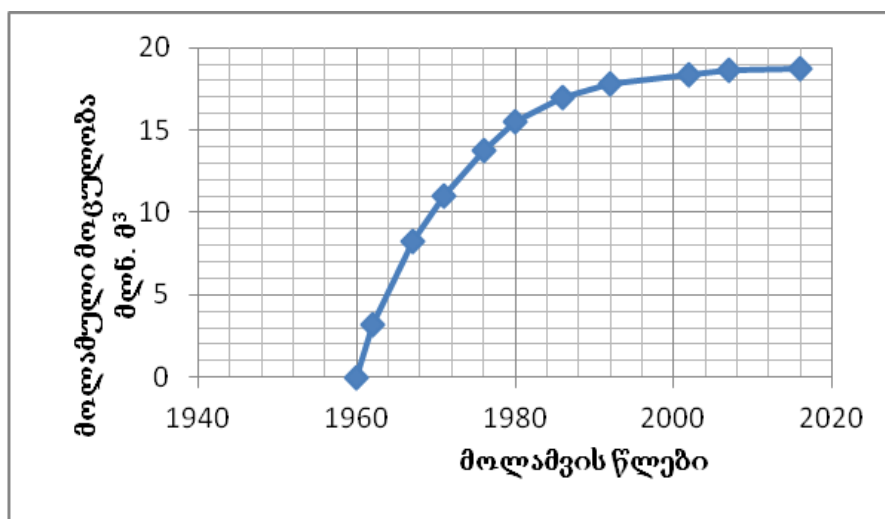
$$W = F \cdot l, \quad (\text{მ}^3) \quad (4.3)$$

სადაც F - გასაშუალოებული კვეთის ფართობი (მ²); l - აღებულ კვეთებს შორის მანძილი, (მ).

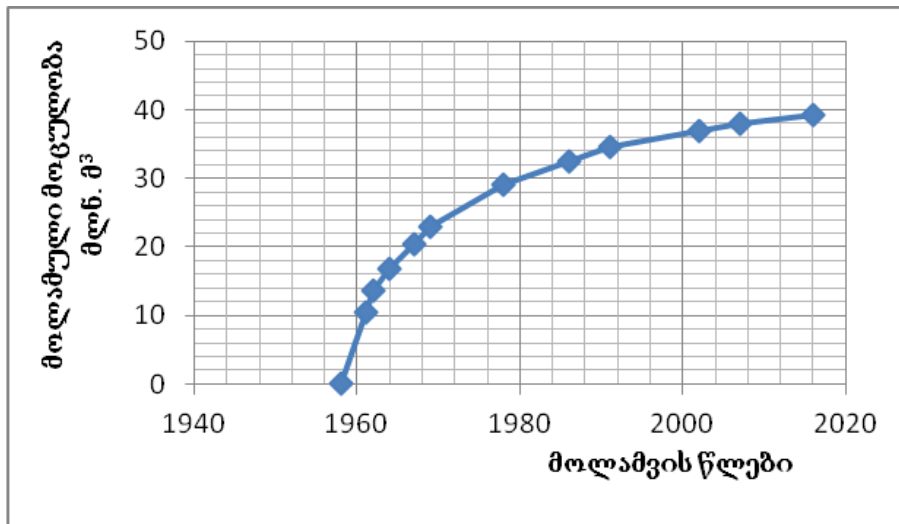
ასე ვაგრძელებთ ანგარიშს დანარჩენი კვეთებისათვის.

განგარიშების შედეგად დადგენილია, რომ 2016 წლისათვის გუმათის წყალსაცავის მოლამვის მოცულობა შეადგენს 39.2 მლნ. მ³.

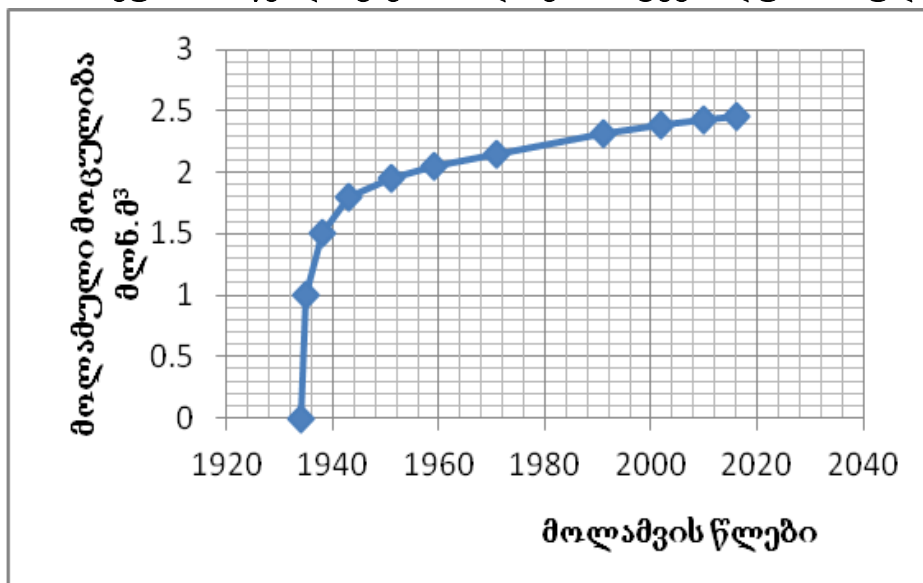
ნახ. 4.1-4.4-ზე მოყვანილია მოლამვის ინტეგრალური მრუდები ზემოაღნიშნული წყალსაცავებისათვის.



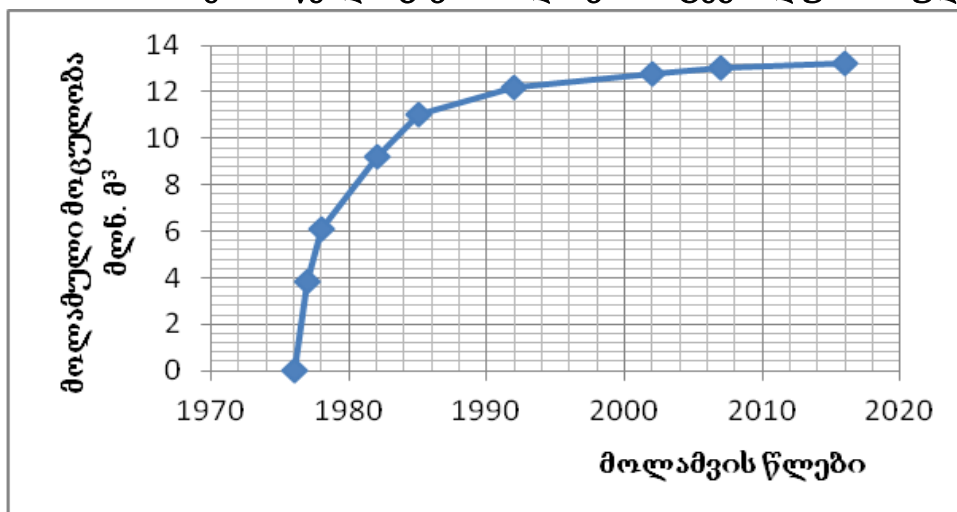
ნახ.4.1 ლაჯანურის წყალსაცავის მოლამვის ინტეგრალური მრუდი



ნახ 4.2 გუმათის წყალსაცავის მოლამვის ინტეგრალური მრუდი



ნახ.4.3 რიონჰესის წყალსაცავის მოლამვის ინტეგრალური მრუდი



ნახ.4.4 ვარციხეს წყალსაცავის მოლამვის ინტეგრალური მრუდი.

ცხრილში 4.1 წარმოდგენილი მდ. რიონის ფსკერული და ტივტივა ნატანის მონაცემები საგუშაგოების კვეთებში: აუზის ფართობი F კმ², მასალის საერთო ხარჯი ათასი ტ., ნატანი მასალის მოდული ტ/მ³.

ნატანი მასალის მოცულობა მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობის ზრდასთან ერთად იზრდება და როგორც ცხრილი 4.1-დან ჩანს, შავი ზღვის შესართავთან აღწევს მაქსიმალურ მოცულობას.

მდ. რიონის წყალსაცავების მოლამვის კვლევის დროს გამოვიყენეთ კომპიუტერული პროგრამის Mathcad 15 ბაზაზე სტატისტიკური მიდგომის მეთოდი მდინარის კალაპოტის მოლამვის გაანგარიშებისათვის.

ცხრილი 4.1

მდ. რიონის ფსკერული და ტივტივა ნატანის მონაცემები

№	დაკვირვების წლები	მდ. რიონის საგუშაგოები	შემკრები აუზის ფართობი, F კმ ²	ნატანი მასალის ხარჯი, ათასი ტ.	ნატანი მასალის მოდული, ტ/მ ³
1	1985	სოფ. უწერა	707	190	270
		ქ. ონი	1060	310	1060
		სოფ. ხიდიკარი	2010	850	420
		სოფ. ალპანა	2830	910	320
		სოფ. ნამახვანი	3450	1900	550
		სოფ. საკოჩაკიძე	13300	4700	350
		ქ. ფოთი ჩრდილოეთის ტოტი	13400	6600	490
		ქ. ფოთი სამხრეთის ტოტი	13400	-	-
		მდ.ლაჯანური სოფ. ორბელი	231	91	390
		მდ. ყვირილა სოფ. ზესტაფონი	2490	600	240
		მდ. ძირულა სოფ. წევა	1190	230	190

ღია კალაპოტების მოლამვის საკითხის ანალიზური კვლევა დაკავშირებულია ნაკადის ტურბულენტობასთან. საკითხის გადაწყვეტა ხდება რეინოლდს-ბუსინესკის მოდელის წესების თანახმად.

დასკვნაში აღვნიშნოთ, რომ გვაქვს რა ძვირადღირებული ექსპერიმენტული მონაცემების ტაქოგრამების ფართო სპექტრი, ზემომოყვანილი მსვლელობებით შეიძლება მიღებულ იყოს უფრო ფართო ინფორმაცია მდ.რიონის გრანულომეტრიული შემადგენლობის ცალკეული ფრაქციების წვლილის შესახებ მოლამვის პროცესში გუმათჰესის მიდამოებში.

საქართველოში 1989 წლიდან მიმდინარე პროცესების გამო მდ. რიონზე პრაქტიკულად ფუნქციონირება შეწყვიტა ჰიდროლოგიურმა სამუშაოებმა. შესაბამისად შეწყდა ჰიდროლოგიური მონაცემების მიღების პროცესი. აქედან გამომდინარე საჭირო გახდა ნატურაში დაკვირვება და მოდელირების მეთოდის გამოყენება.

მთის მდინარეთა შეუსწავლელ ან ნაკლებად შესწავლილ უბნებზე წყალსაცავების პროექტირებისას მყარი ნატანის საანგარიშო მახასიათებლები განისაზღვრება მოდელირების მეთოდით, რაც გულისხმობს განსახილველი მდინარის შესწავლილი და საანგარიშო კვეთების წყალშემკრები აუზების თანაფარდობის მიხედვით მყარი ნატანის ხარჯების თანაფარდობის განსაზღვრას:

$$R_x = R_0 \frac{F_x}{F_0} \quad (4.4)$$

სადაც - R_x და R_0 მყარი ნატანის საშუალოწლიური ხარჯებია, შესაბამისად საანგარიშო და შესასწავლ კვეთებში, (კგ/წმ); F_x და F_0 - მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობები შესაბამის კვეთებში, (კმ²).

ამ მეთოდის გამოყენებით მთის მდინარეთა მყარი ჩამონადენის საანგარიშო სიდიდეების დადგენის მართებულობის დასაბუთების მიზნით შევასრულეთ მდინარეთა მთისა და მთისწინა უბნებზე ტივტივა ნატანის ჩამონადენის პარამეტრების ანალიზი მდინარის სიგრძის წყალშემკრები ფართობის ცვლილების მიხედვით.

ანალიზი შესრულდა საქართველოს მდინარეების - ბზიფის, კოდორის, ენგურის, რიონის, აჭარისწყალის, მტკვარის, თეთრი არაგვის, ალაზნის და სომხეთის მდინარე პამბაკის მაგალითებზე.

შესრულებულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ 0.1 და 1% უზრუნველყოფის მოდულური კოეფიციენტები საწყისი ჰიდროლოგიური რიგის სიგრძის მიხედვით მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, ხოლო 5, 10, და 20 % უზრუნველყოფისა - უმნიშვნელოდ.

ზემომოყვანილიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნად, რომ მდინარეთა მთის უბნის შეუსწავლელ და ნაკლებად შესწავლილ კვეთებში ტივტივა ნატანის 5, 10, და 20 % უზრუნველყოფის საშუალოწლიური ხარჯების დასადგენად შეიძლება ვისარგებლოთ ანალოგიის მეთოდით, ხოლო 0.1 და 1 % უზრუნველყოფისა და საშუალოწლიური ხარჯების დასადგენად ამ მეთოდის გამოყენება არასაიმედო და არასაკმარისია, ამიტომ ამ შემთხვევაში საჭიროა დამატებითი კვლევების ჩატარება.

მეხუთე თავში წარმოდგენილია მდ.რიონის აუზის წყალსაცავების სისტემების მოლამვის წინააღმდეგ ბრძოლის ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდები. ამოცანის ამოსახსნელად ვიყენებთ დიფუზიის განტოლებას.

$$U \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} (K_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (K_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial(\omega C)}{\partial c} - \frac{\partial C}{\partial t} \quad (5.1)$$

ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ ასეთნაირად დასმული ამოცანის ამოსხნა შეიძლება გამოყენებულ იყოს მდ. რიონის აუზის წყალსაცავების გარეცხვის პროცესის ანგარიშისათვის.

გამრეცხი ნაკადის სიმღვრივის დასადგენად ვიყენებთ შემდეგ ფორმულას:

$$\rho = 8.97 \frac{\nu^3}{R \cdot \omega} \quad , \quad (5.2)$$

სადაც, ν - ნაკადის დინების საშუალო სიჩქარეა; მ/წმ

R - ჰიდრაულიკური რადიუსი, მ

ω - ტივტივა ნატანის ჰიდრაულიკური სიმსხოს საშუალო

შეტივნარებული სიდიდე, მ/წმ,

საანგარიშო (საშუალო მრავალწლიური) მონაცემები აღნიშნული პერიოდისათვის შემდეგია:

ლაჯანურჰესის წყალსაცავში - 6 მლნ მ³ ; გუმათჰესის წყალსაცავში - 1,5 მლნ მ³ ; რიონჰესის წყალსაცავში - 1,0 მლნ მ³; ვარციხის წყალსაცავში - 1,6 მლნ მ³. ზემოთ მოყვანილი სქემით რიონის წყალსაცავის გარეცხვისას მათი მოცულობები გაიზრდება შესაბამისად ლაჯანურის -1 მლნ მ³; გუმათის- 0,5 მლნ მ³ და ვარციხის-0,5 მლნ მ³-ით. ცხრილში 5.1-ში წარმოდგენილია მდინარე რიონის კასკადის წყალსაცავების ჰიდრავლიკური გარეცხვის ექსპერიმენტის წარმოების დროს დაღვრილი წყლის მოცულობის ზოგადი დახასიათება.

აღდგენილი (გარეცხილი) მოცულობების მოლამვის ვადა და შესაბამისად გარეცხვის ინტენსივობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$W_{\text{გ}} = \frac{V_{\text{წ}} + V_{\text{ა}}}{V_{\text{წ}}} W_{\text{ბღ}} \left(1 - e^{-\frac{v_w}{W_{\text{ბღ}}} t} \right) - W_{\text{ბ}} \sum_{k=1}^n f(t-t_k) e^{-\frac{v_w}{W_{\text{ბღ}}}(t-t_k)} \quad (5.3)$$

ცხრილი 5.1

ჰიდრავლიკური გარეცხვის მახასიათებლები

№	წყალსაცავების დასახელება	წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	წყალსაცავში წყლის სავარაუდო მოცულობა, მლნ. მ ³	ჰიდრავლიკური გარეცხვის წარმოების დრო, სთ	წყალსაცავის დაცლის დრო, სთ	წყალსაცავის მოცულობა გაიზარდა, მლნ. მ ³ -ით
1	ლაჯანურის	30	6,0	108	24,0	1,0
2	გუმათი I	აღპანა, 70. გუმათი, 100.	1,5	67	2,0	0,5
3	გუმათი II	70	1,2	67	2,0	
4	რიონის წყალსა-	100	1,0	66	ჰესი გაჩერებულია	

	ცავი					
5	ვარცი- ხის	180	1,6	74	ჰესი გაჩე რებულია	0,5

ამ ფორმულაში შესაბამისი მონაცემების ჩასმის შემდეგ ვღებულობთ, რომ გარეცხილი მოცულობის მოლამვის ვადა გუმათის წყალსაცავში არის ერთი წელი.

ნაშრომში შესწავლილია ჰიდრომასის ტრანსპორტირება ჰიდრაგლიკურად (ჰიდროტრანსპორტი), რომელიც რელიეფის მდებარეობის დამოკიდებულების მიხედვით შეიძლება იყოს უდაწნეო და დაწნევიანი. უდაწნეო ჰიდროტრანსპორტირების შემთხვევაში ჰიდრომასის მოძრაობის კრიტიკული სიჩქარის გამოსათვლელად ვიყენებთ ფორმულას:

$$v_{კრ} = B^4 \sqrt{\frac{1}{F_r}} \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{\delta} - \gamma_0}{\gamma_0} \cdot \left(\frac{\gamma_{\text{მჟ}} - \gamma_{\delta}}{\gamma_0}\right)^2} \quad (5.4)$$

სადაც $B = 3,85$ - კოეფიციენტი ა ქვიშა-ხრებიანი გრუნტისათვის, $B = 2,86$ - მსხვილნატეხებიანი მასალისათვის.

სადაწნეო ჰიდროტრანსპორტირების მეთოდს ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში. ამ დროს მილსადენის განიკვეთი მთლიანადაა შევსებული და ჰიდრომასა გადაადგილდება წნევის ქვეშ. ჰიდრომასისათვის, როდესაც მოცულობითი წონაა $\gamma_{\delta} \geq 1.05 \text{ ტ/მ}^3$, კრიტიკული სიჩქარის განსაზღვრისათვის ვიყენებთ ა.პ. იუფინის ფორმულას:

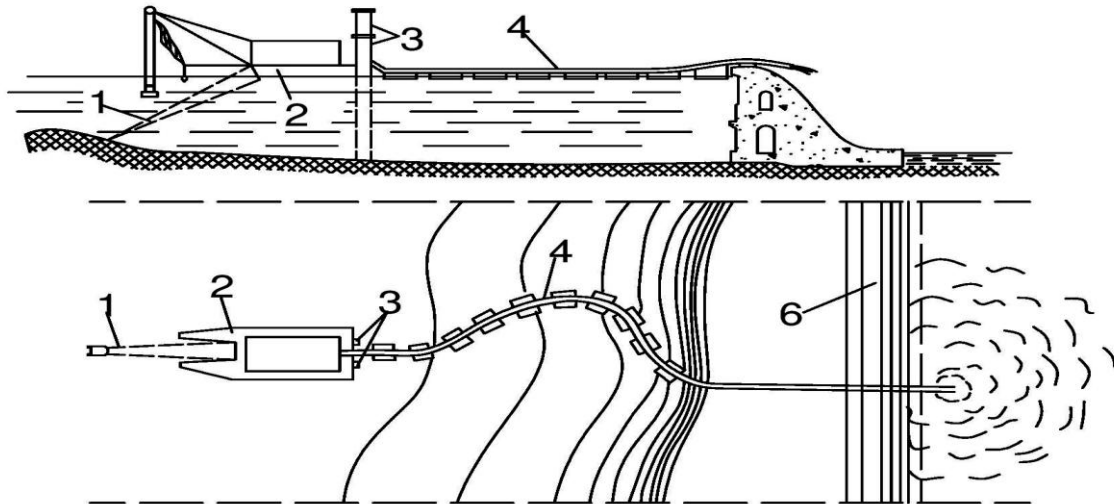
$$v_{კრ} = 7,53 \sqrt{\frac{\omega D}{\sqrt{gd}}} \left(\frac{\gamma_{\delta}}{\gamma_0} - \frac{\gamma_0}{\gamma_{\text{მჟ}}}\right) \text{ მ/წმ} \quad (5.5)$$

სადაც D - მილსადენის დიამეტრია (მ), d - მყარი ნაწილის საშუალო შეწონილი დიამეტრი (მ), ω - ნაწილაკის ჰიდრაგლიკური სიმსხო მ/წმ, γ_{δ} - ჰიდრომასის (პულპის) მოცულობითი წონა ტ/მ³, წყლის მოცულობითი წონა ტ/მ³, მყარი მასალის მოცულობითი წონა ტ/მ³.

თუ $Q_{კრ} < Q_{\text{მოც}}$ ტრანსპორტირების რეჟიმი არამოლამვადია, ხოლო თუ $Q_{კრ} > Q_{\text{მოც}}$ გვექნება მოლამვის რეჟიმი.

ჰესების წყალსაცავების ნატანი მასალისაგან გაწმენდის ეკონომიკურ და ეფექტურ მეთოდს წარმოადგენს წყალსაცავების მოლამური მასალისაგან გაწმენდის ჰიდრომექანიკური მეთოდი.

პულპის წნევით ტრანსპორტირების დროს დამატებით ეწყობა მიწასაწოვი სადგურები და წნევითი პულპსატარები.



ნახ. 5.1. გრუნტის ჰიდრომონიტორით დამუშავება პულპის მიწასაწოვით ტრანსპორტირებით:

1. სატუმბო სადგური; 2. მილსადენი წყლის მისაწოდებლად;
3. ჰიდრომონიტორი; 4. მიწასაწოვი სადგური; 5. წნევითი პულპსადენი;
6. დასალექი უბანი.

წნევითი სატუმბო სადგური (წნევით 4-12 ატმოსფერო) წყალს აწვდის ჰიდრომონიტორებს, რომლებიც წყალსაცავში წყლის ჭავლით ფსკერულ ნატანს წარეცხავს, აქცევს მას ჰიდრომასად.

გრუნტის ჰიდრომონიტორით წარეცხვა ორი ხერხით ხორციელდება: შემხვედრი სანგრევით (ქვემოდან ზემოთ) და თანამგზავრული სანგრევით (ზემოდან ქვემოთ). მეორე ხერხის გამოყენება უპირატესად ეფექტურია შეუკავშირებელი გრუნტის დამუშავებისას.

შემუშავებულია წყალსაცავის მოლამული მასალისაგან წარეცხვის მეთოდიკა: მოცულობა, რომელიც მუშავდება მიწასაწოვის ერთ პოზიციაში დგომის დროს, გამოითვლება ფორმულით:

$$W_{სა} = b \cdot h \cdot l_{გაგ} \quad \text{მ}^3 \quad (5.6)$$

მიწასაწოვის საჭირო მწარმოებლურობა პულპის მიხედვით

$$Q_3 = \frac{\Pi(1-m+q)}{n \cdot K_{\text{გრ}}} \text{ მ}^3/\text{სთ} \quad (5.7)$$

მიწასაწოვის საჭირო დაწნევას პულპის მიხედვით ვანგარიშობთ ფორმულით:

$$H_3 = h_3 \cdot \gamma + 1,1K \cdot i \cdot L_3 + 2\text{მ} \quad \text{წყლის სვეტისა.} \quad (5.8)$$

მიწასაწოვის საჭირო სიმძლავრე

$$N = H_3 \frac{Q_3}{367\eta} \text{ კვტ} \quad (5.9)$$

აქ η - მიწასაწოვის მქვ ($\eta = 0.7$)

ვანგარიშობთ ჰიდრომონიტორის წყალმწარმოებლურობას Q'_3

$$Q'_3 = \frac{\Pi \cdot q}{n \cdot K_{\text{გრ}}} \text{ მ}^3/\text{სთ.} \quad (5.10)$$

ჰიდრომონიტორების ტექნიკური მახასიათებლები შევარჩიოთ ცხრილიდან.

ნაშრომში პირველად არის გაანგარიშებული ჰიდრომექანიკური მეთოდით გუმათის წყალსაცავის მოლამული მასალისაგან გაწმენდის პერსპექტივები.

გუმათის წყალსაცავის დღე-ღამური გასაწმენდი ნატანი მასალა გრუნტის მიხედვით მ³/დღე-ღამეში; გრუნტის სახე - მძიმე ქვიშნარი; გეოდეზიურ ნიშნულთა სხვაობა $h_3 = 23$ მ; ; პულპასადენის მთლიანი სიგრძე $L_3 = 450$ მ; სამუშაო საათები დღე-ღამეში $n = 15$ სთ; მიწასაწოვის მქვ $\eta = 0,7$, გრუნტის ფორიანობა $m = 0,19$, გრუნტის სიმკვრივე $\gamma_{\text{გრ}} = 1,85$ ტ/მ³; დანალექის სიმაღლე $h = 13$ მ; სანგრების სიგანე $b = 50$ მ; ვსაზღვრავთ დასამუშავებელ მოცულობას:

$$W_{\text{ს3}} = b \cdot h \cdot l_{\text{გად}} = 50\text{მ} \cdot 13\text{მ} \cdot 38\text{მ} = 24700 \quad (5.11)$$

მიწასაწოვის საჭირო მწარმოებლურობა პულპის მიხედვით :

$$Q_3 = \frac{\Pi(1-m+q)}{n \cdot K_{\text{გრ}}} = \frac{2350 \cdot (1-0,19+8)}{15 \cdot 0,676} = 2050 \text{ მ}^3 \text{ დღე-ღამე}$$

ვირჩევთ ГМСД – 300 მონიტორს, რომლისთვისაც გამოყენებული ნაცმის დიამეტრი ცვალებადობს 100-140 მმ საზღვრებში.

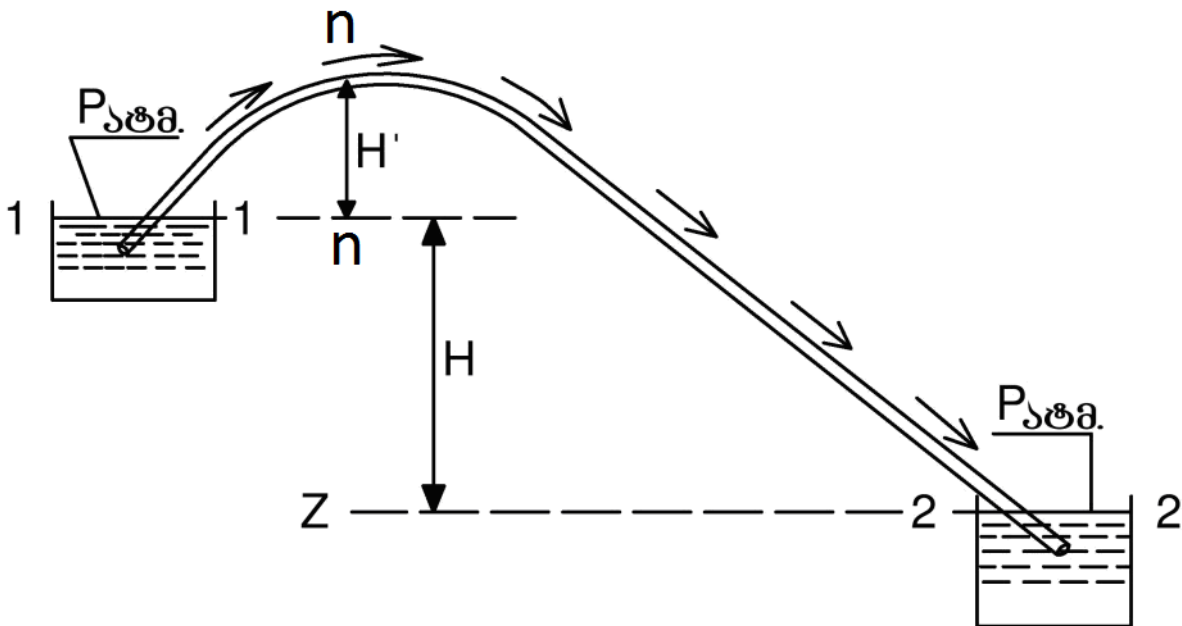
თუ დღე-ღამეში მიწასაწოვით გუმათის წყალსაცავის ზედა ბი-

ეფიდენ ქვედა ბიეფში გადავითანთ $Q_3 = 2050 \text{ მ}^3$ მაშინ ერთი წლის განმავლობაში წყალსაცავიდან გაწმენდილი იქნება

$$Q'_a = 2050 \text{ მ}^3 \cdot 360 \text{ დღე-ღამე} = 738000. \quad (5.12)$$

გუმათჰესის წყალსაცავის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის საჭიროა ორი აღნიშნული აგრეგატი. ორი აგრეგატის მიერ შესრულებული სამუშაოს მოცულობა ტოლი იქნება $Q'_a = 1476 \text{ მლნ მ}^3$.

წყალსაცავის გარეცხვის მეტად მნიშვნელოვან მეთოდს წარმოადგენს სიფონური მეთოდი. ამ მეთოდის მუშაობის პრინციპი დამყარებულია სიფონის მუშაობის პრინციპზე. მოკლე მილსადენების ჯგუფს მიეკუთვნება სიფონური მილსადენი, რომელიც, გარდა მოკლე სიგრძისა,



ნახ. 5. 2. სიფონის გაანგარიშების სქემა

ხასიათდება იმით, რომ დინების რომელიმე უბანში უთუოთ იქნება ვაკუუმი. ვაკუუმის სიდიდეს გამოვთვლით ფორმულით:

$$H_{\text{ვკ}} = H' + \frac{v_n^2}{2g} (a + \xi) \quad (5.13)$$



ნახ. 5.2. წყალსაცავის გარეცხვის იმიტაციური მოდელი

ნაშრომში განხილულია წყალსაცავების სისტემების ფუნქციონირების იმიტაციური მოდელი. (ამ მიმართულაბით გამოირჩევა არჩილ გეგუჩაძის შრომები). მილსადენების საშუალებით მოლამული მასალის გადატანა ზედა ბიეფიდან ქვედა ბიეფში ხდება წყლის ხარჯისა და სიფონში შექმნილი ვაკუმის მეშვეობით.

სადისერტაციო ნაშრომში განხილული წყალსაცავების მოლამვის წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდებიდან განსაკუთრებით ეკონომიურ და პრაქტიკულ მეთოდს წარმოადგენს წალსაცავების გაწმენდა სიფონური მეთოდით.

ძირითადი დასკვნები

1. მდ. რიონზე კვლევის მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე ვასკვნი, რომ უხვნატანიან მდინარეებზე მდებარე წყალსაცავების ნორმალური ექსპლუატაციის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს წყალსაცავებიდან მყარი ნატანის სისტემატიური გატანა ან შეჩერება მდინარის წყალშემკრებ ფართობზე.
2. წარმოდგენილია ლაჯანურის, გუმათის, რიონჰესის და ვარციხის

წყალსაცავის კვეთში მდ. რიონის უხვწყლიან (1987 წ.) და მცირე წყლიან (1986 წ.) წლებში წყლის ხარჯები და საშუალო დეკადური სიმღვრივები.

3. წარმოდგენილია სიმღვრიეთა საშუალო დეკადური, მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები მდ. ყვირილა-ზესტაფონის საგუშაგოსა და მდ. რიონი-საკოჩაკიდის საგუშაგოს კვეთში სიმღვრივეთა საშუალო დეკადური, მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები გ/ მ³ უხვწყლიანი 1987 წლ-ის მონაცემებით.
4. შემუშავებულია მდ. რიონის აუზის წყალსაცავების მოლამული მოცულობის დადგენის მეთოდები. ამ მიზნით ნაშრომის შესრულების დროს გამოთვლები ვაწარმოე 7.6 კმ-ის სიგრძეზე. ყოველ პროფილზე განვსაზღვრე მოლამვის ფართობები (მ²) და მათ კვეთებს შორის მანძილის ნამრავლით მივიღე მონაკვეთის მოლამული მოცულობა, მონაკვეთების აჯამვით საერთო მოლამული მოცულობა. ჩემი გამოთვლებით 2016 წლისათვის გუმათის წყალსაცავის მოლამული მოცულობა შეადგენს 39.2 მლნ. მ³.
5. მიღებული შედეგების საფუძველზე ლაჯანურის, გუმათის, რიონჰესის და ვარციხის წყალსაცავის კვეთებში ავაგე მოლამვის ინტეგრალური მრუდები.
6. დადგენილია მდ. რიონის აუზის მთელ სიგრძეზე გრანულომეტრიული შემადგენლობისა და სიმკვრივის მნიშვნელობები. ნაწილაკების შემადგენლობა (%) და დიამეტრები (მმ). (რიონის საგუშაგოები: უწერა, ონი, ხიდიკარი, ნამახვანი, საკოჩაკიძე. ლაჯანური-ორბელი, ყვირილა- ზესტაფონი, ძირულა-წევა).
7. დადგენილია მდ. რიონის წყალშემკრები აუზის ფართობის მთელ სიგრძეზე მოძრავი ნატანი მასალის მოცულობის ცვლილების მნიშვნელობა. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ შავი ზღვის შესართავთან ნატანი მასალის მოძრავი მასის ინტენსიური მოცულობა აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას.
8. კომპიუტერული პროგრამის Mathcad 15 ბაზაზე სტატისტიკური მიდგომის მეთოდის გამოყენებით დავადგინეთ მდ. რიონის

წყალსაცავების მოლამული მასის მოცულობა. აღვნიშნოთ, რომ გვაქვს რა ძვირადღირებული ექსპერიმენტული მონაცემების ტაქოგრამების ფართო სპექტრი ზემომოყვანილი მსვლელობებით შეიძლება მიღებულ იყოს უფრო ფართო ინფორმაცია მდ.რიონის გრანომეტრიული შემადგენლობის ცალკეული ფრაქციების ცვლილების შესახებ დალამვის პროცესში გუმათჰესის მიდამოებში.

9. წარმოდგენილია გუმათჰესის წყალსაცავის მონაკვეთზე ღია კალაპოტის მოლამვის დიაგნოსტიკა. თეორიული გაანგარიშების (სამდინარო შეწონილი ნაწილაკების მოლამვის გამო) ჩატარება შეიძლება უკუმშველი სითხის მოდელის საფუძველზე. ბლანტი უკუმშველი სითხის მოძრაობის განტოლებას წარმოვადგინეთ ნავიე-სტოქ სამი განტოლების სისტემის
- $$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_\alpha \frac{\partial u_i}{\partial x_\alpha} = f_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_\alpha^2}; \quad \alpha, i = 1, 2, 3. \quad \text{და სიჩქარის სამი გეგმილის } (u_1, u_2, u_3) \text{ დახმარებით.}$$

10. მოდელირების მეთოდით დადგენილია მყარი ნატანის საანგარიშო მახასიათებლები, რაც გულისხმობს განსახილველი მდინარის შესწავლილი და საანგარიშო კვთების წყალშემკრები აუზების თანაფარდობის მიხედვით მყარი ნატანის ხარჯების თანაფარდობის განსაზღვრას.

11. გამრეცხი ნაკადის სიმღვრივის დასადგენად ჩემს მიერ შემოთავაზებულია შემდეგი ფორმულა:

$$\rho = 8.97 \frac{\nu^3}{R \cdot \omega}$$

12. პირველად არის წარმოდგენილი ჰიდრომექანიკური მეთოდით გუმათის წყალსაცავის მოლამული მასალისაგან გაწმენდის ანგარიში. თუ დღე-ღამეში მიწასაწოვით გუმათის წყალსაცავის ზედა ბიეფიდენ ქვედა ბიეფში გადავიტანთ $Q_3 = 2050 \text{ მ}^3$ მაშინ ერთი წლის განმავლობაში წყალსაცავიდან გაწმენდილი იქნება

$$Q'_a = 2050\text{მ}^3 \cdot 360\text{დღე-ღამე} = 738000 \text{ მ}^3/\text{წელი}$$

გუმათჰესის წყალსაცავის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის საჭიროა ორი აღნიშნული აგრეგატი. ორი აგრეგატის მიერ შესრულებული სამუშაოს მოცულობა ტოლი იქნება $Q'_a = 1476 \text{ მლნ}\cdot\text{მ}^3$.

13. შესწავლილია და დადგენილია წყალსაცავის მოლამული მოცულობის გაწმენდის ჰიდრავლიკური, ჰიდრომექანიკური და სიფონური მეთოდები:

გაანალიზებულია წყალსაცავის გარეცხვის მეტად გავრცელებული ჰიდრავლიკური გარეცხვის მეთოდის დადებითი და უარყოფითი მხარეები. ამ მეთოდის მუშაობის პრინციპი დამყარებულია წყლის დიდი მოცულობის გამოყენებაზე და წყალსაცავის მთელი მოცულობის დაცლაზე, რის შედეგად ჰესი გაჩერებულია სამი დღე-ღამის განმავლობაში.

შესწავლილი და გაანალიზებულია წყალსაცავის გარეცხვის ჰიდრომექანიკური მეთოდის დადებითი და უარყოფითი მხარეები. წყალსაცავის გაწმენდა ხორციელდება ჰიდროელექტროსადგურის მუშაობის პარალელურად, რაც ჰიდრომექანიკური მეთოდით გაწმენდის დადებით მხარეს წარმოადგენს. უარყოფით მხარედ ჩაითვლება დანადგარის გადაადგილების დრო.

პირველადაა წარმოდგენილი სიფონური მეთოდით წყალსაცავის გაწმენდის მეთოდი, რომელიც დამყარებულია სიფონის მუშაობის პრინციპზე, რომლის დროსაც ხდება წყალსაცავის ფსკერიდან გრუნტის ამოწოვა და მისი სიფონური მილსადენით ტრანსპორტირება კაშხლის ქვედა ბიეფში ან მოსალექ ადგილამდე. აღნიშნული მეთოდის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს სიფონის მუშაობის დაწყება.

14. ნაშრომში შემოთავაზებულია გაანგარიშების პრინციპები და მდ.რიონის წყალსაცავების მოლამვის კვლევისა და მის წინააღმდეგ ბრძოლის მიღებული მეთოდები შეიძლება გამოყენებულ იქნას მოქმედი და აგრეთვე ახლადმშენებარე წყალსაცავების ანა-

ლოგიური ჰიდროკვანძებისა და ჰესების მშენებლობისა და პროექტების დროს.

ნაშრომის ძირითადი შინაარსი ასახულია შემდეგ პუბლიკაციებში

1. Носелидзе Д.В., Шаутидзе О.Д., Момцемлидзе Ш.А. Заиление водохранилища Гумати ГЭС и борьба с ним. /Тр. Международной научно-практической конференции. Том I. Пермь. 2009 г. с.108-111.
2. Носелидзе Д.В., Шаутидзе О.Д., Момцемлидзе Ш.А. Исследование гранулометрического состава донных отложений по длине р. Риони. /Тр. VII конференции Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. Российский университет дружбы народов. Масква, 2009. с. 351-356.
3. შაუთიძე ო., ნოსელიძე ჯ., მომცემლიძე შ. ბორცვისებრი ფსკერული ნატანის მოძრაობა მდ.რიონის ქვედა წელში (ზემოჭალადიდთან). /„მეცნიერება და ტექნოლოგიები“. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სამეცნიერო-რეფერირებული ჟურნალი, №1-3, 2011. თბილისი., გვ.52-55.
4. ნოსელიძე ჯ., შაუთიძე ო., მომცემლიძე შ. მდ.რაჩხის გამოყენება ქ.ქუთაისისა და კურორტ წყალტუბოს სასმელი წყლით მომარაგების მიზნით (წინასწარი კვლევის შედეგები). /„მეცნიერება და ტექნოლოგიები“. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სამეცნიერო-რეფერირებული ჟურნალი, №4-6, 2011., თბილისი, გვ. 70-72.
5. მამასახლისი ვ., ნოსელიძე ჯ., მომცემლიძე შ. მდ. ჭოროხის ნაპირდამცავი ნაგებობების ექსპლოატაციის ანალიზი. / „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სამეცნიერო-რეფერირებული ჟურნალი, №4-6, 2011,თბილისი., გვ.73-77.
6. ნოსელიძე ჯ., მამასახლისი ვ., მომცემლიძე შ. არაწარეცხვადკა-

ლაპოტიანი მდინარეების კრიტიკული შევიწროების სიდიდის განსაზღვრა ნაპირების ცალმხრივი გამაგრებისას. /„მეცნიერება და ტექნოლოგიები“. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სამეცნიერო-რეფერირებული ჟურნალი, №4-6, 2012.,თბილისი., გვ.65- 69.

7. Носелидзе Д.В., Шаутидзе О.Д., Момцемлидзе Ш.А. Заиление водохранилище Ладжанурской ГЭС и методы борьбы. /Труды Международной научно-практической конференции, Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. 28-30 мая 2013г., Пермь, с. 260- 263.
8. Бандзеладзе Б. Р., Момцемлидзе Ш.А. Диагностика заиливания открытого русла реки Риони в близи гуматской ГЭС. /Georgian engineering news., No. 2 (vol. 66), 2013. GFID GEN LTD, P. 94- 98.
9. ნოსელიძე ჯ., ბანძელაძე ბ., მომცემლიძე შ., კალაძე დ. ვარციხჰესის წყალსაცავის მოლამვა. /საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. „მდგრადი ენერგეტიკა: გამოწვევები და განვითარების პერსპექტივები“, ქუთაისი, აწსუ, 2015, გვ 61-66 .
10. ნოსელიძე ჯ., მომცემლიძე შ., კალაძე დ., გ.ნოსელიძე. მრავალ-მიზნობრივი დანიშნულების ჰესების წყალსაცავების სისტემების მოლამვა და მასთან ბრძოლის მეთოდები. /მეექვსე საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ინტერნეტ-კონფერენციის შრომების კრებული „ბიოუსაფრთხო კვების პროდუქტთა პრობლემები და ბიზნეს გარემო“, ქუთაისი, 2016, გვ.125-131.
11. გეგუჩაძე ა, ნოსელიძე ჯ, მომცემლიძე შ, კალაძე დ, ნოსელიძე გ, ყურაშვილი ს, კამკამიძე თ. კაშხლიანი წყალსაცავის ფსკერის ნატანისაგან თვითგამწმენდი სიფონური მოწყობილობა. საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი „საქპატენტი“. საკანცელარიო № 182901 თარიღი: 2016-06-24.გამოგონების საგანაცხადო მასალების მიღების შესახებ. საიდენტიფიკაციო ნომერი: 14189/01.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF GEORGIA
Akaki Tsereteli State University

Faculty of Technical Engineering

Manuscript copyright

Shorena Momtsemlidze

**STUDY OF SILTING THE RIONI RIVER'S
RESERVOIRS AND METHODS TO COMBAT IT**

**The Author's Abstract
of the Doctoral Thesis Nominated for Ph Doctor Degree
in Engineering (0406)**

Kutaisi, 2016

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF GEORGIA

The given work is executed at the Department of Civil Engineering and Transport of the Faculty of Technical Engineering, at the Akaki Tsereteli State University.

Scientific Advisor: **Badri Bandzeladze**, Doctor of Technical Science, Professor, Emeritus of the Akaki Tsereteli State

Reviewers: **Omar Zivzivadze** – Doctor of Academical, Professor
Amiran Bregvadze – Doctor of Academical, Associate Professor

Defense of a thesis will be held 12 January 2017, 14⁰⁰ hours at the session of the Dissertation Commission created by Dissertation Council of the Faculty of Technical Engineering. Address: Auditorium №1114, Building I, 59 Tamar Mepe Street, 4600, Kutaisi.

Dissertation is available in the library of the Akaki Tsereteli State University at the address: 59 Tamar Mepe Street, 4600, Kutaisi

The Author's Abstract has been sent out “ 12 ” December 2016

Dissertation Council

Secretary _____ /N. Sakhanberidze/

General Description of Work

The urgency of the problem. River discharges, as the constantly renewable and available resources are widely used in power industry, construction, irrigation, water supply and in nearly all economic sectors. Stability and state of balance of sea and ocean coasts depend on river discharges. Economic and social development in society largely depends on the efficiency of water resource management and water reservoir regulation process. Thus, the rational use of river discharges and cleaned storage volume of reservoirs is a highly urgent and global problem.

Existence of contemporary civilization is impossible without intensive use of water bodies, for which the forms and scales of anthropogenic interference with hydrological objects are increasing immeasurably. In this context, assessment of the environmental impact of reservoir is a highly urgent problem.

The Rioni River is an essential riverine arteria of Georgia. There are arranged numerous reservoirs in its basin, as a result of operation of which river discharges have changed considerably, in both quantitative and qualitative terms. It is also important to reduce the amount of solid silt loads that is mostly conditioned by water-related use of rivers.

Studies of the Rioni River reservoirs have shown that they have lost a great part of their storage volume, and due to this, their everyday retention capacity has fallen sharply. In fact, they no longer perform the role of peaking capacity regulator, and they operate on natural river discharges, and because of this, in winter (November-March) the power grid loses the peak power.

Operation experience of reservoirs existing on the rivers abounding in silt demonstrates that cleaning of silted materials requires the use of a particular optimal way.

When using water resources and studying and determining their management parameters, we encounter two interesting aspects – environment and society. The main reason for such a collision consists in fact that the society seeks to change the volume, operating regime and quality of natural water in favor of its own interests.

Proceeding from this, one of the urgent problems is to upgrade and

improve the operating parameters of water-related systems.

Goal of Research. The goal of the proposed thesis work is to study the operation of the systems of large multi-purpose modern water reservoirs, as well as to improve methods for calculating optimal operation regimes of these reservoirs.

Analysis of different natural-economic changes and creation of data for their assessment represent a prerequisite for the effective functioning of the water reservoir systems. In order to reach the set goals, we should attain the following interrelated objectives:

- Studying the hydrological and water-related management aspects of the Rioni River's basin water resources;
- Studying the effective functioning of the water-related systems;
- Studying the progress in the siltation processes of the systems of multi-purpose water reservoirs;
- Studying the methods of addressing the silting of the systems of multi-purpose water reservoirs.

Scope and Object of Research. The object of research is represented by the multi-purpose water-related systems of the Rioni River, which comprise four reservoirs: Lajanuri HPP, Gumati HPP-I, Gumati HPP-II, Rioni HPP and cascade of Vartsikhe HPPs I, II, III and IV.

Research Novelty. Methodological part of the thesis work is represented by study of protection and rational use of the river basin resources taking into account the interests of the public and environmental protection.

The main research novelty consists in:

- developing methodology and analysis of operating modes of the multi-purpose water-related systems;
- developing and implementing research and diagnosis of silting of the reservoir systems;
- determining the volume of the silted part of the Rioni River basin reservoirs;
- generating the integral curves of silting of the Rioni River basin reservoirs;
- determining methodology of movement of the hydro-mass in the conditions of hydrotransport in the pipelines;

- developing diagnosis of silting of the Rioni River's free flowing channel at a section of Gumati HPP;
- developing the methods of addressing silting of the systems of water reservoirs;
- presenting the methods of treating the Rioni River's reservoirs;
- determining and taking into account the values of the Rioni River's annual water discharge rate in exploitative conditions of reservoirs;
- analyzing and scientifically assessing the effective functioning of the Rioni River's reservoir systems.

Practical Bearing of Research. The use of the results of this work allows us for a science-based determination of diagnosis of silting of the Rioni River's basin reservoirs and problems related to their treatment. By using the obtained methods of treating reservoirs, it is possible to regulate reservoirs of the similar rivers abounding in silt, as well as providing their operating modes.

Following research carried out, it has been established that of the methods addressing silting of reservoirs, the most convenient way is to treat soil by means of dredging machines, dredging of wet soil from the bottom of reservoirs and its transportation through the pipeline to the place of deposition. For the first time ever, there have been calculation of cleaning by siphon method the reservoir from silted material. The operating principle of this method is based on operating principle of siphon. A siphon pipeline which along with a short length, is characterized by inevitable vacuum at some segment of flow. Transfer of material silted by means of pipelines from a upstream into down stream is carried at by means of water discharge and vacuum created in a siphon.

By applying the obtained methodology, it is possible to take back and preserve the designed capacity and mode of the operation of silted reservoirs, in order not to reduce environmental impact of reservoirs and restore the ecological balance of the transportation of transported soil.

Approbation of Work. Information on the results of research was presented on the following scientific conferences and workshops:

- 1) Scientific workshops of the Department of Civil Engineering and Transport at the Akaki Tsereteli State University (2009-2016);
- 2) The People's Friendship University of Russia, Moscow. Scientific

- Conference “Dynamics and Thermal of Rivers, Reservoirs and Coastal Areas of the Seas” (RUDN, 25 November, 2009);
- 3) Perm State University. Perm, Russia. International Scientific-Practical Conference “Contemporary Problems of Reservoirs and Watersheds (May 26-28, 2008);
 - 4) Perm State University. Perm, Russia. International Scientific-Practical Conference May 28-30, 2013);
 - 5) Akaki tsereteli State University, Kutaisi, Georgia. International Scientific Conference “Sustainable Energy: Challenges and Development Prospects” (2015)

Publications. 21 research papers have been published concerning the subject of dissertation. The list of main publications (9) from them is given below at the end of this author’s abstract.

Brief Content of Dissertation

The introduction describes the urgency of the problems, sets the main goal and objectives of the proposed thesis work, and shows reliability and practical bearing of the obtained results. There is also described the urgency of research of silting of the Rioni River’s reservoirs and methods addressing it.

The author mentions the great respect and gratitude to Professor Otar shautidzes, which call for professional advice and caused the creation of this paper. Akaki Tsereteli State University expresses its gratitude to the staff for their support and help.

The first chapter refers to the methodology for determining the rational operating modes of the sytem of reservoirs. Naturally, the Rioni River stream channel creates good conditions for the construction of hydro-power plants. The use of these natural conditions for the creation of reservoirs allows the country for rapid developing, from both material and economic standpoints. However, when constructing water reservoirs, it is necessary to minimize their environmental impacts.

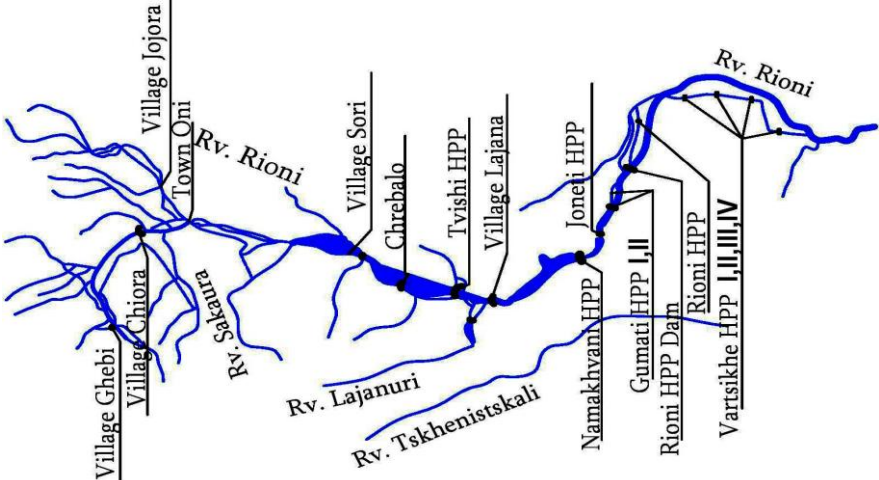
There are also described modern directions of designing and constructing hydro-power plants. In accordance with the projects on the Rioni

River, the Namakhvani cascade comprises three HPPs, such as Tvishi, Namakhvani and Zhoneti.

The Namakhvani cascade, which will be constructed in the near future and will be added to the HPPs on the Rioni River basin, will cause changes in operating modes of reservoirs.

Thus, when we talk about normal operating conditions of reservoirs of Gumati and Vartshikhe HPP cascade, it is necessary to consider the location of the Namakhvani cascade’s reservoirs and their operating conditions.

Pic. 1.1 illustrates the Tvishi Dam axis of the Rioni River’s Namakhvani cascade, where reservoir must be constructed, overall volume of which is 150 mln m³.



Pic. 1.1. The location of reservoirs of the Rioni River basin cascades

There are examined the trends in the utilization of hydro-resources of rivers in Georgia, as well as their urgency. An abundance of water in Georgian rivers, types of the river-valleys and large stream-channel slope condition a fairly high hydropower potential. The energy of the country’s overall surface and transit run-off is approximately 229 bln kWh, but the appropriate capacity makes up 26 bln kWh. Similarly to water resources, hydropower resources are also quite unevenly distributed throughout the territories. West Georgia accounts for 72% of energy resources of large and medium rivers, but East Georgia accounts for 28%.

Georgia still has a great potential for hydropower development, which currently represents the most ecologically sound source of electric power. Due to this, in many countries rich in hydropower resources, these resources will be harnessed first of all.

The growth rates in the electricity consumption throughout the world are high enough. For example, according to the forecast of the International Energy Agency (IEA), after 2000, the electricity consumption by 2010 was increased from 15 trillion kWh to 21 trillion kWh, and the upward trends will continue in subsequent years as well. Here, we should note that the annual amount of CO₂ emissions in Energy sector is mostly associated with the functioning of thermal power plants, and consequently, the use of hydro resources becomes even more urgent. The pursuit of harnessing hydropower resources is clearly reflected in the structure of the energy systems of the world's leading countries. According to The International Journal on Hydropower & Dams 1, the world's theoretical hydro potential is estimated at 40 204 865 gigawatt-hours, including technically feasible - 14 606 559 gigawatt-hours, and economically feasible - 8 721 093 gigawatt-hours. There are functioning more than 25 000 various-capacity HPPs throughout the world. [Published/hosted by Aqua Media International. ISSN: 1352-2523. Trans Electrica Ltd., 2013 2]

There have been studied the existing methods of rational determination of the operating modes of the systems of reservoirs. It has been established that 90-95% of solid run-off are deposited in reservoirs. Due to this, the available storage in reservoirs is gradually decreasing.

Study of hydraulic conditions of the movement of solid alluvial material on the mountain rivers involves some difficulties. In spite of this, the attention should be given to field studies carried out by L. Gvelesiani, N. Shmatsel and O. Shautidze, N.B. Kereselidze, R. Khachalov, G.I. Shamov, V.V. Romashin and Z.D. Kpaliani, J.V. Noselidze, K.I. Rossinskiy, Sh.R. Pozdnyakov and V.V. Romanovskiyy, T.Sh. Mazhidov, who have been able to determine the share of the settled sediments in floating run-off at the stretch of particular rivers.

The second chapter deals with research and diagnosis of the formation and functioning of river run-off flowing in the multi-purpose reservoir systems of the Rioni River. The Rioni River is characterized by floods, regulation of which requires in-depth knowledge of characteristics of solid and liquid run-off.

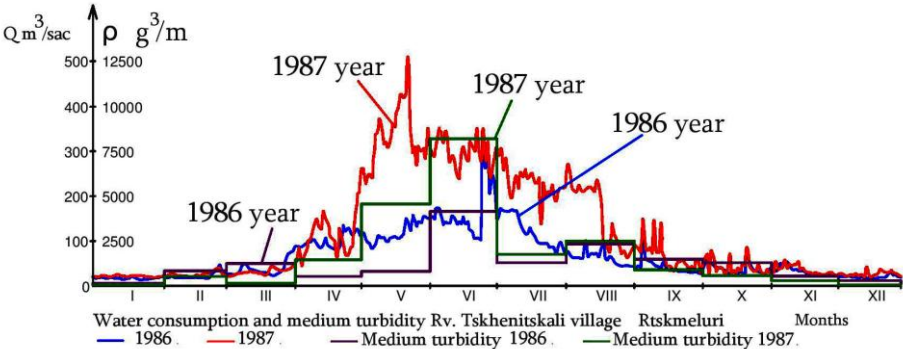
Data on the Rioni River's water discharge for the period between 1910 and 1993 are fixed at the Namakhvani Water Monitoring Station. The outpost

is arranged on the left bank, and is equipped with a staff and a water level controlling device “Valday”. This device is of an island type. The conditions of discharge for 1954 have been changed because of Shaori HPP and the Chala (Sharaula) River. Along with the implementation of Shaori HPP project, the stream existing in a river channel was changed by 5 m³/sec. On the other hand, after construction of Lajanuri reservoir in 1960, water discharge of the Rioni River was increased by 60 m³/sec, since the stream from the Tskheniskali River was carried here.

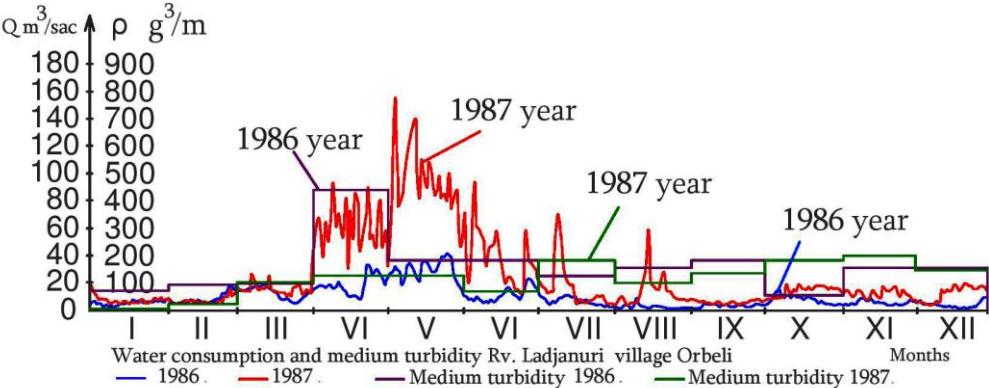
The ongoing processes of silting of the Rioni River basin cascades mostly depend on the volume of alluvial materials accumulated in the channels of supplying rivers and on the transportation capacity of river flows. In order to look into this problem, we should examine hydromorphological characteristics of supplying rivers.

According to hydrological data, the most abundance of water in the Rioni River’s reservoir was observed in 1987, and the most low water level was observed in 1986.

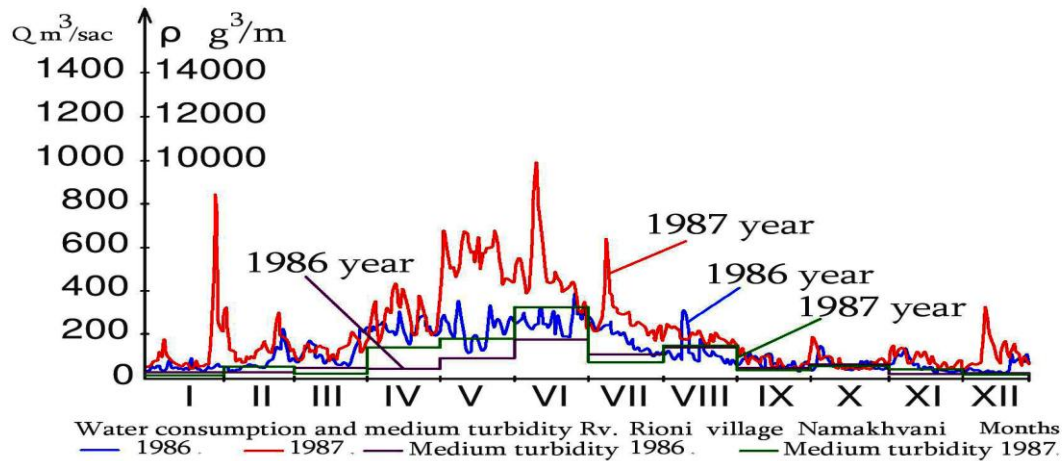
Pictures 2.1-2,3 illustrate the values of water discharge in the mentioned segments. The same drawings show the average decadic turbidities.



Pic 2.1. The Tskhenistskali River – according to data of the Rtskhmeluri Outpost



Pic. 2.2. The Lajanuri River – according to data of the Orbeli Outpost



Pic. 2.3. The Rioni River – according to data of the Namakhvani Outpost

Gumati reservoir has been lengthened in the direction to the river gorge. The maximum length is 11 km, width varies from 60 m to 550 m.



Pic. 2.4. The view in front of Gumati reservoir power intake

At a normal flooding level of reservoir, its length is 5-7 km. The minimum average level in reservoir is 199,5 m. At this level, the width of reservoir varies between 200 m and 300 m. The power intake operates without failing. The operating mode allows for local treatments just immediately after silting, the washer is taken out and silt practically doesn't end up in turbine.

The stopping-up of a large bar screen of the intake heading of Rioni HPP causes water disconnections to HPP, the water-line intake is stopped-up, water discharge on HPP may be 75 m³/sec. If discharge is high enough, for example 250 m³/sec, there are taken the washer and large shields and the area adjacent to the dam is washing at a distance of 20-30 m, and in fact, this area is always without deposits, since it is treated periodically, just immediately after silting.

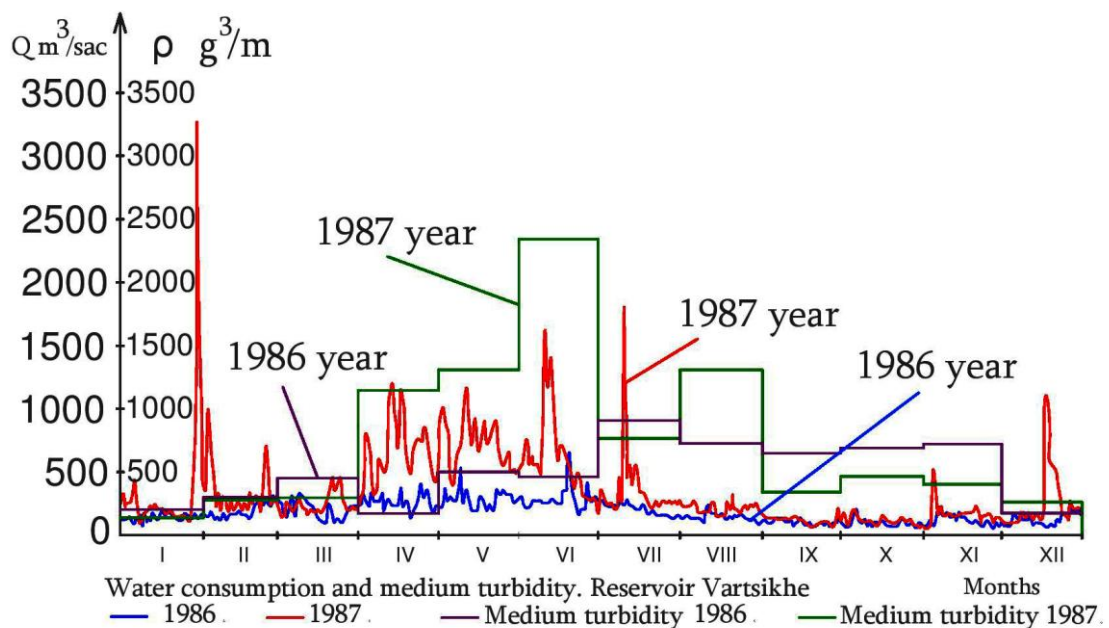


Pic. 2.5. The silted area of the Rioni HPP dam reservoir

The main available storage of Varttsikhe reservoir is silted. The average level of reservoir is 87.02 – 86.6 m. The level is treated if water discharge in reservoir is under 350 m³/sec, and when there is a need to increase capacity.

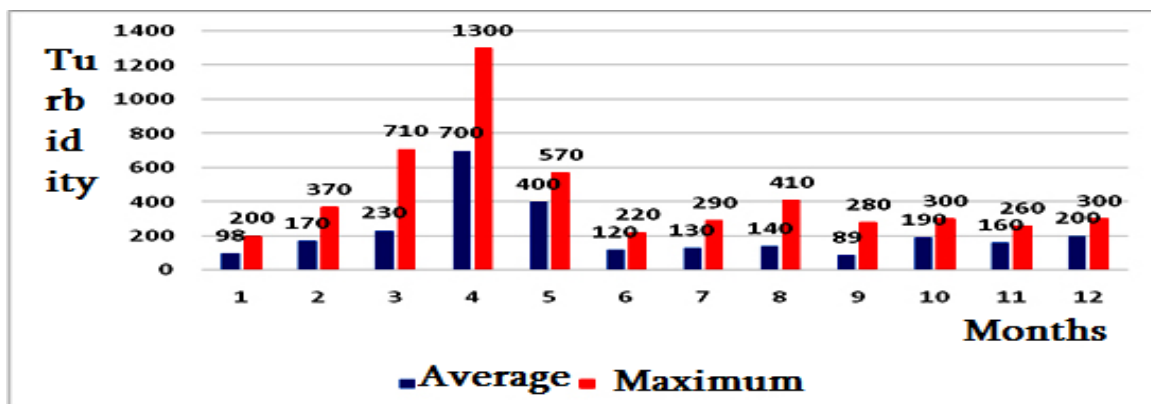
An excessive amount of solid deposits in reservoir causes further difficulties. Unless the dirt collector is washed, silt enters the water intake of channel. It damages the cooling system, the fridge radiators are filled with silt, and it becomes necessary to wash them by changing the direction of water flow. In this period, the HPP is shut down.

Pic. 2.6 illustrates the values of annual water discharge and the average decadic turbidities in the segments of reservoir of the Rioni-Vartsikhe rivers in 1986 and 1987.



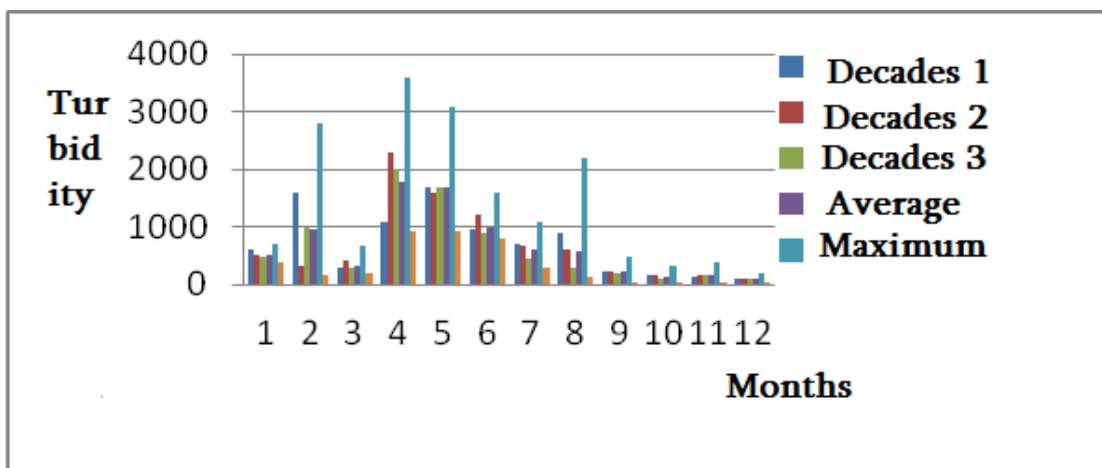
Pic. 2. 6. The segment of reservoir of the Tioni-Vartshikhe rivers

Pic. 2.7 illustrates the average decadic, maximal and minimal values of turbidities in the segment of the Kvirila River-Zestafoni Outpost in g/m^3 , according to data of the year of 1987, which was characterized by an abundance of water.



Pic. 2.7. The average monthly values of turbidity.

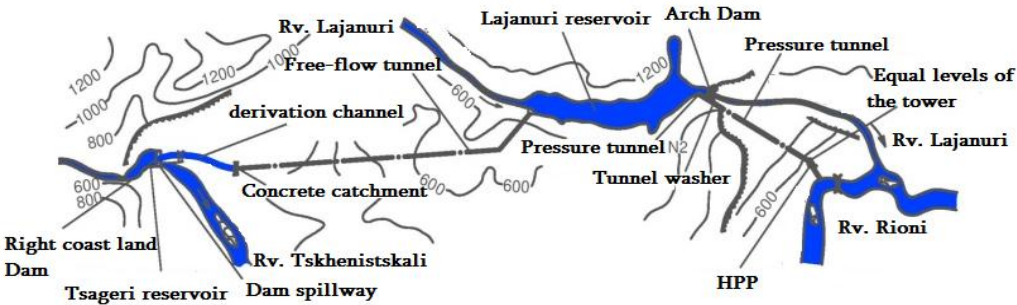
Pic. 2.8 illustrates the average decadic, maximal and minimal values of turbidities at the segment of the Rioni River-Sakochakidze Outpost in g/m^3 , according to data of the year of 1987, which was characterized by an abundance of water.



Pic. 2.9. The average decadic values of turbidity

The third chapter dwells on studying the effectiveness of the functioning of dams system of the Rioni River reservoir. It was started up since 1924, when construction of first HPP (Rioni HPP) began in the Rioni River basin. Due to the greatest proximity of the Tskhenistskali River, it made it possible to provide the combined hydropower application of these rivers near the middle part of the river. This possibility has become a reality.

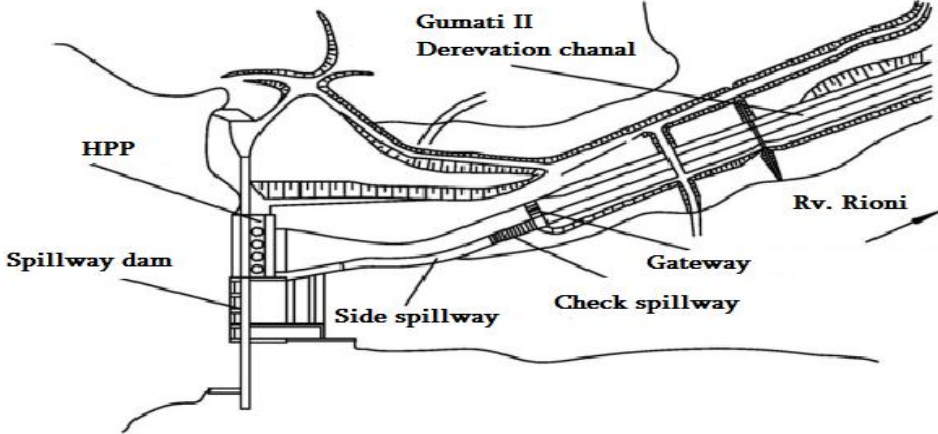
For the first time ever, the arch dam was designed and constructed, and by this, there have been laid the groundwork for introducing a very important technical innovation in the construction of hydroelectric facilities.



Pic. 3.1. Diagram of the Lajanuri hydrological unit

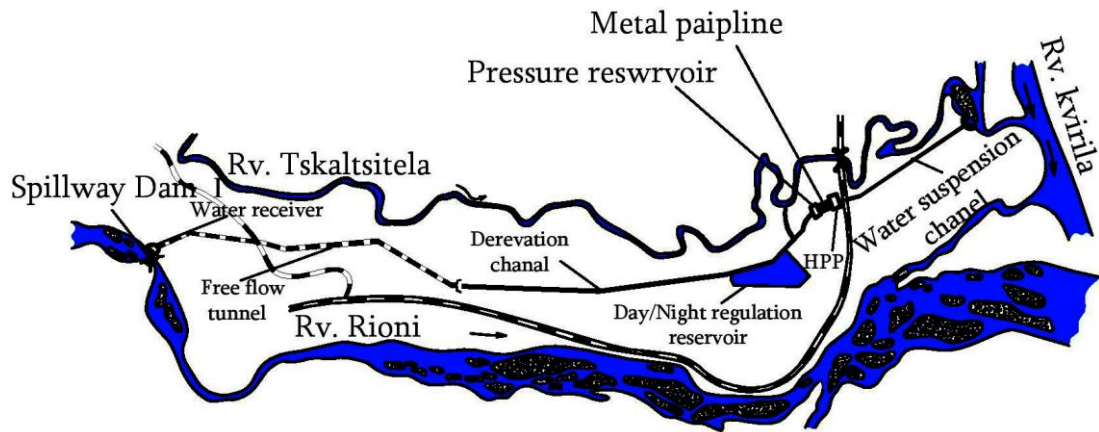
The heading hydrological unit has been constructed at the Tskhenistskali River, near the town of Tsageri. The main structure of this unit is a dam executed from a four-span concrete. At the left side of this dam, there is a water intake, which provides channeling of 60 m³/sec of water per second.

Gumati reservoir has been created on the Rioni River by a gravity-type dam. The waterfront in reservoir is created by a concrete dam and HPP building (Gumati HPP-I). Inside the dam's body, there are four 14-m culvert's spans with the carrying capacity of 2560 m³/sec. A normal underflooding level is 200 m.



Pic. 3.2. Gumati HPP-1 hydrological unit plan

The Rioni HPP reservoir has been created on the Rioni River by a low-level concrete dam. The waterfront is created by a dam, siphon spillway, rafting canal and water intake. A normal underflooding level is 158 m.

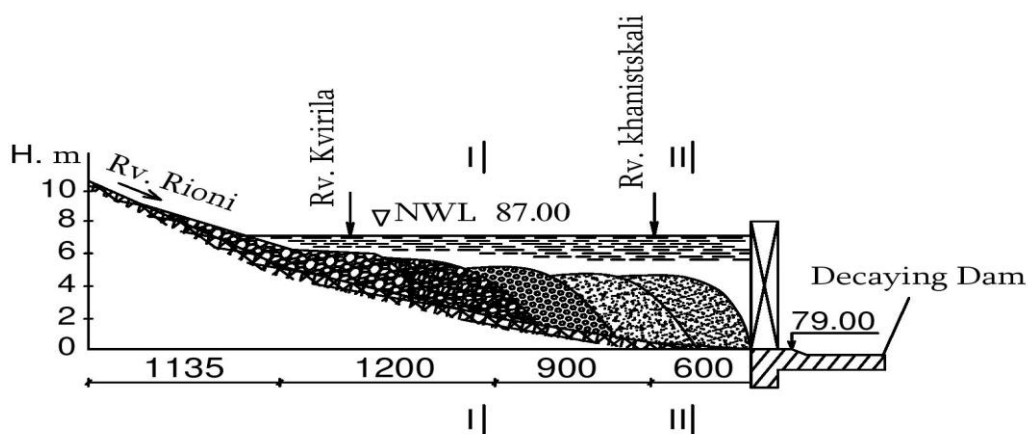


Pic. 3. 3. The Rioni River's hydrological unit

The open-type water intake with the carrying capacity of 80 m³/sec is located at the left of a dam, on the rocky coast of the river. Cleaning of the water intake from deposits is carried out by means of flushing sluices, which are capable of carrying 70 m³sec of water. From this water intake, there begins the free-flow tunnel, whose length is 3860 m, and the carrying capacity is 80 m³sec.

The Rioni River's reservoir is silted. The reservoir is washed simultaneously with other reservoirs.

The hydrological structures of the Vartsikhe reservoir comprise: the heading hydrological unit and four similar-type hydropower plants, which are located on the diversion canal. The design head of each HPP makes up 16 m, and the cascade's installed capacity is 184 MW.



Pic. 3.4. The Vartsikhe reservoir longitudinal profile.

The heading unit of Vartshikhe HPP is located near estuaries of the Rioni River's tributaries Kvirila and Khanistskali, and it provides channeling

of 360 m³/sec design discharge, but in the lower pond – channeling of maximal discharge of 3640 m³/sec.

Pic. 3.4 illustrates the Vartsikhe reservoir longitudinal profile. The drawing shows that reservoir is silted, and solid run-off is distributed in reservoir by granulemotric fractions. The fractions thickness is gradually decreasing as moving towards a dam. In reservoir, there is observed the flow, which creates the river channel in this reservoir.

The fourth chapter dwells on studying the methods for determining silted volumes of reservoirs. Toward this end, the required calculations during the performance of this thesis work we havemade at the length of 7,6 km. We have determined the silted area (m²) at each profile, and the silted area between the segments we have averaged out by the formula:

$$F = \frac{F_n + F_{n+1}}{2} \quad (4.1)$$

where, F_n - is the silted area of the prervious segment, m²;

F_{n+1} - is the silted area of the following segment, m².

In order to determine this volume, this value should be multilied by the length between the segments (this length is determined by means of topographical maps)

$$l = \frac{l_{left} + l_{right}}{2} \quad (4.2)$$

where, l_{right} - is the length of the right bank, m;

l_{left} - is the length of the left bank, m.

The volume of the deposited alluvial materials was calculated by the formula:

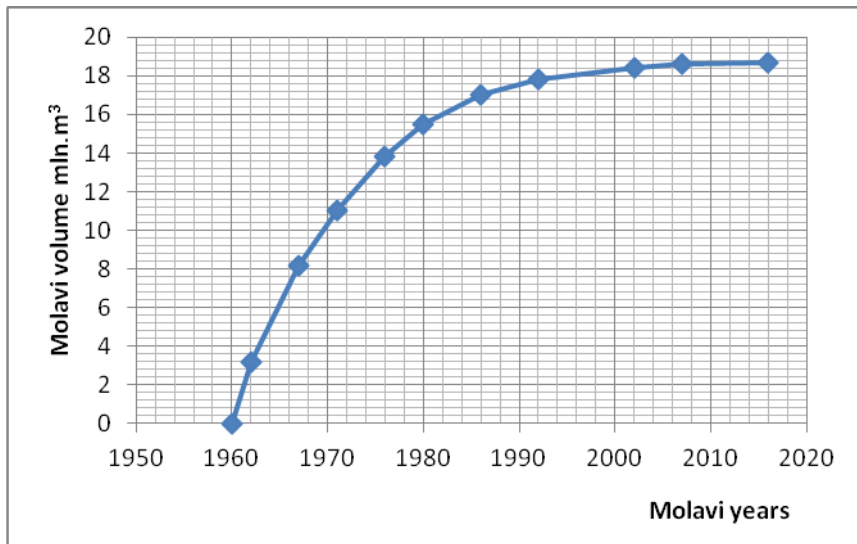
$$W = F \cdot l \quad (m^3) \quad (4.3)$$

where, F - is the area of the averaged segment (m²); l - is the distance between the segments, (m).

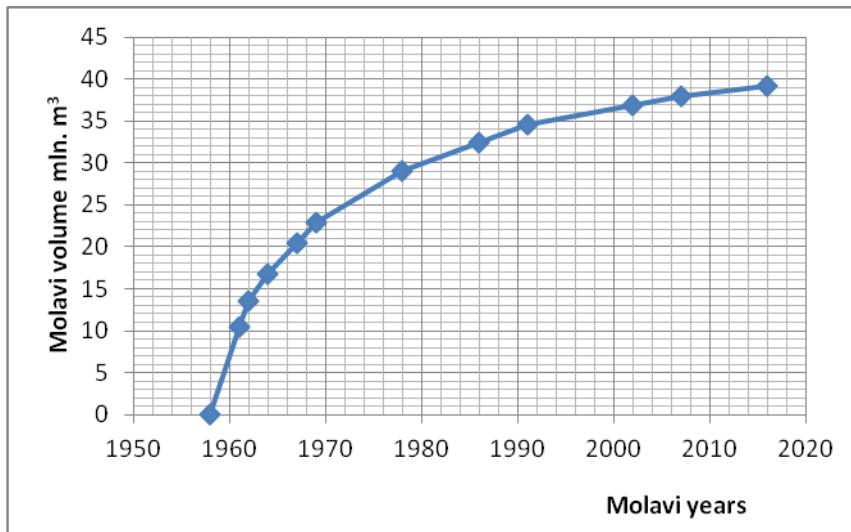
In the same way we continue calculations for other segments as well:

As a result of calculations, ithas been established that by 2016, the volume of silted area oif Gumati reservoir will make up 39,2 mln m³.

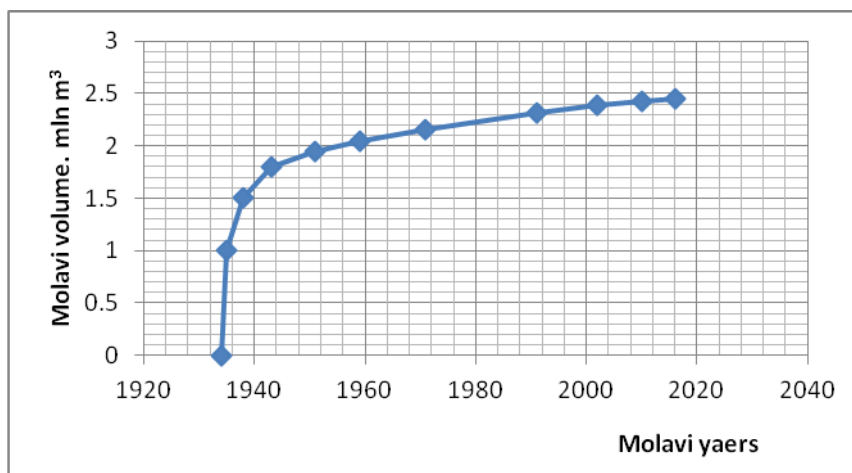
Pic. 4.1-4.4 illustrate the integral curves for the above mentioned reservoirs.



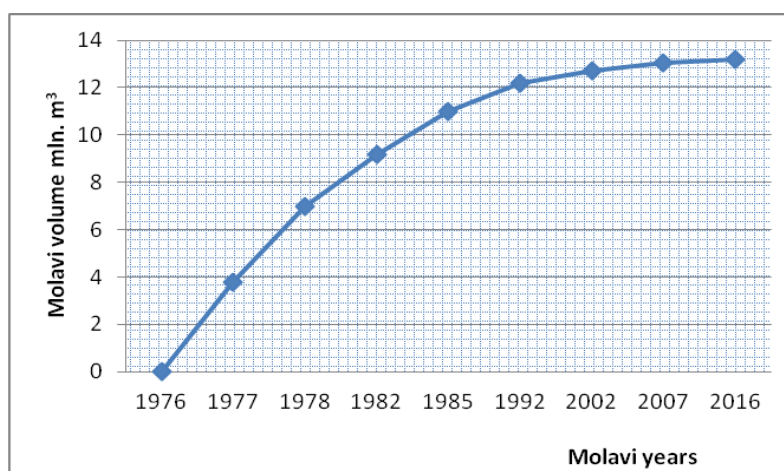
Pic. 4.1. The integral curve of silting of Lajanuri reservoir



Pic. 4.2. The integral curve of silting of Gumati reservoir



Pic.4.3. The integral curve of silting of Rioni HPP reservoir



Pic.4.4. The integral curve of silting of Vartsikhe reservoir

There are shown in Table 4.1. data of the bottom and floating deposits of the Rioni River in the segment of the outposts: the basin area^F km², overall consumption of alluvial materials, t, transported soil module t/m³.

The volume of alluvial materials increases with the increase in the river's catchment basin, and as shown in Table 4.1, it reaches the maximum volume near the Black Sea estuary.

When studying the silting of the Rioni River's reservoirs, we have used the method of statistical approach based on a software package Mathcad for calculation of silting of the river's flow channel.

Table 4.1

Data of the Rioni River's bottom and floating deposits

№	Years of monitoring	The Rioni River's outposts	The catchment basin's area ^F km ²	Consumption of transported soil, t	Transported soil module t/m ³
1	1985	Utsera village	707	190	270
		Oni town	1060	310	1060
		Khidikari village	2010	850	420
		Alpana village	2830	910	320
		Namakhvani village	3450	1900	550
		Sakochakidze village	13300	4700	350
		Poti town, north branch	13400	6600	490
		Poti town, south branch	13400	-	-
		Lajanuri River,Orbeli village	231	91	390
		Kvirila River, Zestafoni village	2490	600	240
		Dzirula river, Tseva village	1190	230	190

An analytical study of the problem of silting of the open-type river flow channels is associated with flow turbulence. This problem is solving by respecting the rules of a Reynold-Businesk model.

In conclusion, we should note that having a wide range of tachograms of the expensive experimental data, by using the above mentioned considerations, it is possible to obtain more broad-based information on share of separate fractions of granulometric composition of the Rioni River.

Because of developments taking place in Georgia since 1989, the hydrological works on the Rioni River have been practically stopped. Consequently, the hydrological data have been stopped as well. Based on this, it has become necessary to organize field monitoring activities and use modeling methods.

When designing reservoirs at the unexplored or scarcely explored segments of the mountain rovers, the design characteristics of solid deposits are determined by modeling methods, which implies determination of the ratio of solid deposits by the ratio of explored and design segments of catchment basins of the exploring rivers.

$$R_x = R_0 \frac{F_x}{F_0} \quad (4.4)$$

where, R_x - and R_0 are the mean annual consumption of solid deposits in the design and exploring segments, accordingly, kg/sec; F_x and F_0 - the areas of the river's catchment basins at the appropriate segments, km².

By using this method, with the purpose of justifying the expediency of the design values of the rivers' solid run-off, we have carried out the analysis of parameters of floating run-off at the mountain and piedmont segments of rivers, in accordance with variation of the water catchment area of the length of the river.

This study was done by using the examples of Georgian rivers: Bzipi, Kodori, Enguri, Rioni, Acharistskali, Mtkvari, Tetri Aragvi, Alazani and Pambak Riverin Armenia.

The study has shown that the 0,1 and 1% modulus coefficients by the length of the intial water-flow record radically differ one from another, but the 5, 10 and 20% coefficients – did not differ significantly.

Based on the foregoing, we can conclude that for determining the 5, 10 and 20-% coefficients of mean annual consumption of floating deposits at the

unexplored and scarcely explored segments of the mountain areas of rivers, we may consider the use of the method of analogy, but using this method for determining the 0,1 and 1-% coefficients of mean annual consumption is unreliable and insufficient. Thus, in this case, further studies should be conducted.

The fifth chapter describes the methods of combating silting of the system of reservoirs in the Rioni River basin. To solve the problem, we use the diffusion equation.

$$U \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} (K_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (K_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial(\omega C)}{\partial c} - \frac{\partial C}{\partial t} \quad (5.1)$$

It appears from the above stated that solving the problem set in such a way can be used for calculating reservoir washing processes.

To determine turbidity of washing stream, we use the following formula:

$$\rho = 8.97 \frac{v^3}{R \cdot \omega} \quad (5.2)$$

where, v – The average speed of the flow stream m/sec

R – The hydraulic radius m

ω – The average-weighted hydraulic thickness of buoy sag.

The estimated (average multiyear) data for the mentioned period of time:

in Lajanuri - 6 mln m³ ; in Gumati - 1,5 mlnm³ ; in Rioni HPP - 1,0 mlnm³; in Vartsikhe - 1,6 mlnm³. When washing the Rioni River's reservoirs according to the above mentioned scheme, their volumes will be increased, accordingly, in Lajanuri – by 1 mln m³; in Gumati – by 0,5 mln m³ and in Vartsikhe – by 0,5 mln m³. A general description of the volume of water poured out during the experiment of washing reservoirs in the Rioni River cascade is presented in Table 5.1.

The silting time of the restored (washed) volumes, and consequently the intensity of washing are calculated by the formula:

$$W_{sag} = \frac{V_{wat} + V_{gr}}{V_{wat}} W_{lim} \left(1 - e^{-\frac{v_w t}{W_{lim}}} \right) - W_{gr} \sum_{k=1}^n f(t - t_k) e^{-\frac{v_w (t - t_k)}{W_{lim}}} \quad (5.3)$$

Table 5.1

Hydraulic washing characteristics

№	Name of reservoir	Water discharge, m ³ /sec	Anticipated volume of water in reservoir, mln m ³ .	Duration of hydraulic washing, hours	Reservoir emptying time, hours	Increas in the volume of reservoir, mln m ³ .
1	2	3	4	5	6	7
1	Lajanuri	30	6,0	108	24,0	1,0
2	Gumati I	Alpana, 70. Gumati, 100.	1,5	67	2,0	0,5
3	Gumati II	70	1,2	67	2,0	
4	Rioni reservoir	100	1,0	66	HPP stopped working	
5	Vartsikhe	180	1,6	74	HPP stopped working	0,5

By inserting the appropriate data into this formula, we obtain that the time of silting of the washed volume in Gumati reservoir is 1 year.

The thesis studies hydro-mass transportation hydraulically (hydro-transport), which by dependence on the location of train, can be free-flow and under pressure. In case of free-flow transportation, for calculation of the critical speed of the hydro-mass movement we use the following formula:

$$v_{lim} = B_4 \sqrt{\frac{1}{F_r}} \cdot \sqrt[9]{\frac{\gamma_{gr} - \gamma_0}{\gamma_0} \cdot \left(\frac{\gamma_{sol} - \gamma_{gr}}{\gamma_0} \right)^2} \quad (5.4)$$

where, $B = 3.85$ is coefficient for sandy-gravel soil; $B = 2.86$ - coefficient for bulk material.

The method of free-flow hydrotransport is commonly used in practice. In this case, the cross-section of the pipeline is completely filled, and the hydro-mass moves under pressure. For determining the critical speed of the hydro-mass, when the volumetric weight is $\gamma_{gr} \geq 1,05 \text{ t/m}^3$, we use the A.P Yufin's formula:

$$v_{cr} = 7,5_3 \sqrt[3]{\frac{\omega D}{\sqrt{gd}} \left(\frac{\gamma_{gr}}{\gamma_0} - \frac{\gamma_0}{\gamma_{sol}} \right)} \text{ m/sec} \quad (5.5)$$

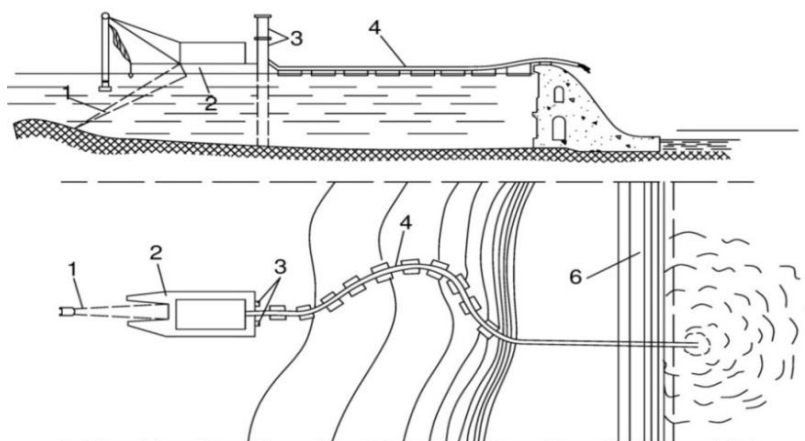
where, D - is a diameter of pipeline (m); d - the weight-average diameter of solid part (m); ω - hydraulic thickness of particle, m/sec; γ_{gr} - the hydro-mass

(pulp) volumetric weight t/m^3 ; the volumetric weight of water t/m^3 ; the volumetric weight of solid material, t/m^3 .

If $Q_{cr} < Q_{volume}$ transportation regime is non-silting, but when $Q_{cr} > Q_{volume}$, we obtain silting regime.

The economic and effective method of cleaning HPP reservoirs from deposits is represented by a hydro-mechanical method of cleaning reservoirs from silted material.

During the pulp transportation under pressure, there organized additionally the dredge stations and the pressure pulp-conductors.



Pic. 5.1. Soil treating by a hydro-monitor through the pulp transportation by a dredge-pump:

The pressurized pump station (with a pressure of 4-12 atmospheres) supplies water to the hydro-monitors, which wash off the bottom deposits by the jet of water inside reservoir, and then transform it into the hydro-mass.

Wasing of soil by a hydro-monitor is carried out in two ways: by a counter headway from bottom to top, and by a co-current headway from top to bottom. The use of the second way is more effective when treating unstable soil.

There has been developed the methodology of washing reservoir from silted material: the volume, which is treated when a dredge-pump stands in one position, is calculated by the formula: $W_{sp} = b \cdot h \cdot l_{mov}$

The required productivity of a dredge-pump with the dependence on pulp

$$Q_3 = \frac{\Pi(1-m+q)}{n \cdot K_{\text{гс}}} \text{ m}^3/\text{h} \quad (5.8)$$

The required pressure of a dredge-pump with the dependence on pulp is calculated by the formula:

$$H_p = h_p \cdot \gamma_{gr} + 1,1K \cdot i \cdot L_p + 2 \text{ m of water column .} \quad (5.9)$$

The required capacity of a dredge-pump

$$N = H_p \frac{Q_p}{367\eta} \quad \text{kW} \quad (5.10)$$

Here, η is dredge-pump efficiency ($\eta = 0.7$)

We shall calculate a hydro-monitor hydraulic capacity

$$Q'_a = \frac{\Pi \cdot q}{n \cdot K_t} \quad (5.11)$$

We shall select the technical characteristics of hydro-monitors from Table.

For the first time ever, by using the hydro-mechanical method, in his thesis, there have been calculated the prospects for cleaning Gumati reservoir from silted material.

Gumati reservoir's daily cleaning alluvial material by soil type m^3/daily ; soil type – heavy sand-clay: difference between the geodesic symbols full length of a pulp-conductor m ; number of working hours, daily $n = 15$ h; dredge-pump efficiency $\eta = 0,7$ soil porosity $m = 0,19$; soil density $\gamma_{gr} = 1,85 \text{ t/m}^3$; height of sediments $h = 13$ m; face width $b = 50$ m; we determine the treated volume.

$$W_{sp} = b \cdot h \cdot l_{mol} = 50\text{m} \cdot 13\text{m} \cdot 38\text{m} = 24700 \quad (5.12)$$

The required productivity of a dredge-pump with the dependence on pulp:

$$Q_p = \frac{\Pi(1-m+q)}{n \cdot K_t} = \frac{2350 \cdot (1-0,19+8)}{15 \cdot 0.676} = 2050 \text{ Day/night} \quad (5.13)$$

We choose a ГМЦД – 300 monitor, for which, the used head piece diameter varies within 100-140 mm.

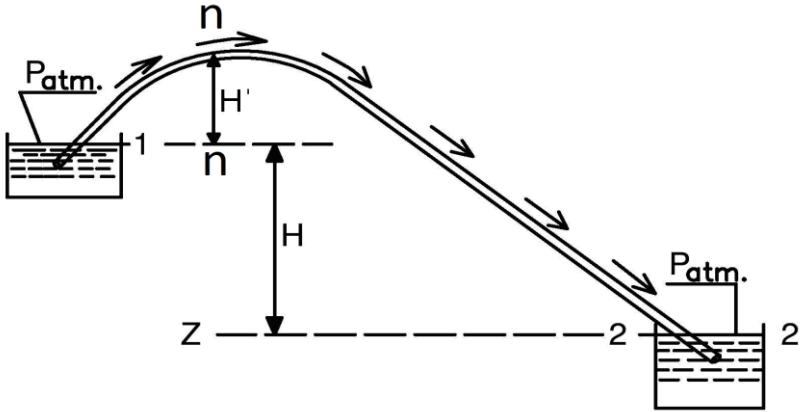
If we transfer daily by means of a dredge-pump from a head pond into a lower pond $Q_p = 2\ 350 \text{ m}^3$, then during one year, there will be cleaned

$$Q'_a = 2050 \cdot 360 = 738000 \quad (5.14)$$

The mentioned two aggregates are required for the normal functioning of Gumati reservoir. Amount of the work performed by these two aggregates will be $Q = 1,476 \text{ mln. m}^3$.

Very important method of reservoir washing is represented by a siphon method. The operating principle of this method is based on operating principle of siphon. A siphon pipeline belongs to the group of the short

pipelines, which, along with a short length, is characterized by inevitable vacuum at some segment of flow.



Pic. 5. 2. Siphon calculation scheme

The value of vacuum is calculated by the formula:

$$H_{hor} = H' + \frac{v_n^2}{2g}(a + \xi) \quad (5.15)$$

The thesis also describes a simulatin model of the functioning of a system of reservoirs. (The works by Archil Geguchadze should be especially highlighted in this regard). Transfer of material silted by means of pipelines from a head pond into a lower pond is carried out by means of water discharge and vacuum created in a siphon.



Pic. 5.2. A simulation of model of reservoir washing

The dissertation discussed soil combating methods in the reservoirs, economical and practical method of clean reservoirs the siphon method.

Basic conclusions

1. As a result of foreign and local literature review, we can conclude that a prerequisite for the normal functioning of reservoirs located on the rivers with an abundance of deposits is a regular removal of solid deposits or blocking them in the water catchment area of the river.
2. There have been presented the water discharge data and average annual turbidities at Lajanuri, Gumati, Riopni HPP and Vartsikhe reservoir segments, the years of most abundance of water (1987) and lowest level.
3. There have been presented the average decadic, maximum and minimum values of turbidities at the segment of the Kvirila River-Zestafoni outpost and the Rioni River-Sakochakidze outpost (g/m^3) according to data of 1987.
4. There have been developed the methods of determining the silted volumes of the Rioni basin reservoirs. Toward this end, the required calculations during the performance of this thesis work we have made at the length of 7,6 km. We have determined the silted area (m^2) at each profile, and by summing – we have obtained the overall silted area. By our calculations, it has been established that by 2016, the volume of silted area of Gumati reservoir will make up 39,2 mln m^3 .
5. There have been obtained the values of the integral curves of silting at the segment of Lajanuri, Gumati, Rioni HPP and Vartsikhe reservoir.
6. There have been determined the values of granulometric composition and density along the full length of the Rioni River basin, as well as the compositions (%) and diameters (mm) of particles. (The Rioni River outposts: Utsera, Oni, Khidikari, Namakhvani, Sakochakidze, Lajanuri-Orbeli, Kvirila-Zestafoni, Dzirula-Tseva).
7. There have been determined the values of variation of the volume of alluvial materials moving along the entire length of the Rioni River's water catchment area. As a result of research, it has been established that the intensive volume of moving mass of alluvial materials reaches its maximum value near the Black Sea estuary.
8. When studying the silting of the Rioni River's reservoirs, we have by using the method of statistical approach based on a software package Mathcad, we have determined the volume of the silted mass of the Rioni

Rivber's reservoirs. It should be noted that having a wide range of tachograms of the expensive experimental data, by using the above mentioned considerations; it is possible to obtain more broad-based information on share of separate fractions of granulometric composition of the Rioni River in surroundings of Gumati HPP.

9. There have been presented the diagnosis of silting of the open flow channel at the segment of Gumati HPP reservoir. Theoretical calculations (due to silting of the weighted riverian particles) can be carried out on the basis of a model of incompressible liquid. Viscose incompressible liquid movement equation, we present in the form of three Navier-Stokes equations system $\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_\alpha \frac{\partial u_i}{\partial x_\alpha} = f_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 u_i}{\partial^2 x_\alpha}$; $\alpha, i = 1, 2, 3$. as well as by means of three projections of speed (u_1, u_2, u_3) .
10. By taking model simulations, there have been determined the design characteristics of solid silt that implies determining the ratio solid silt consumption of the explored and design sections of the exploring river by the ratio of water catchment basins.
11. There have been presented in the prescribed formula stream turbidity by me:

$$\rho = 8.97 \frac{v^3}{R \cdot \omega}$$

12. For the first time ever, there have been made calculation of cleaning by hydro-mechanical method the Gumati reservoir from silted material. If we transfer daily by means of a dredge-pump from a head pond into a lower pond $Q_3 = 2050 \text{ m}^3$, then during one year, there will be cleaned

$$Q'_{dp} = 2050 \text{ m}^3 \cdot 360 \text{ daily} = 738000 \text{ m}^3/\text{year}$$

If we transfer daily by means of a dredge-pump from a head pond into a lower pond $Q'_{dp} = 2050 \text{ m}^3$, then during one year, there will be cleaned.

$$Q'_{dp} = 1.476 \text{ mln. m}^3$$

13. There has been presented a hydraulic, siphon and hydro-mechanical methods of cleaning reservoirs. There have been presented the positive and negative aspects of the commonly used method of reservoir washing – the hydraulic method of washing. The operating principle of this method

is based on consumption of a large volume of water and emptying the entire volume of this reservoir, as a result of which the HPP is out of operation for the period of three days.

There have been presented the positive and negative aspects of this method reservoir washing – the hydro-mechanical method of washing. The positive side of the mentioned method is that hydropower of full operation for the period of when is reservoir washing. The negative side of the existent method of the operation for the period much time.

For the first time ever, there has been calculation of cleaning by siphon method the reservoir from silted material. The operating principle of this method is based on operating principle of siphon. A siphon pipeline which along with a short length, is characterized by inevitable vacuum at some segment of flow. Transfer of material silted by mens of pipelines from a upstream into down stream is carried at by means of water discharg and vacuum created in a siphon. The negative side of mentened method is the start of operation of siphon.

14. The calculation ways and studying the Rioni Rive reservoirs silting and the obtained methods for combating it proposed in this thesis can be used in the construction and designing of hydrological units and HPPs similar to the existing currently being under construction reservoirs too.

The main contents of this thesis are reflected in the following publications:

1. Noselidze J.V., Shautidze, O.D., Momtsemlidze Sh.A. Silting of Gumati HPP reservoirs and the fight against it. Proceedings of the International Scientific-Practical Conference. Vol. I, Perm, 2009. Pp. 108-111.
2. Noselidze J.V., Shautidze, O.D., Momtsemlidze Sh.A. Studying the granulometric composition of bottom deposits along the lebghth of the Rioni River. The People's Friendship University of Russia, Moscow. Scientific

Conference “Dynamics and Thermal of Rivers, Reservoirs and Coastal Areas of the Seas” , 2009, pp. 351-356.

3. Shautidze, O., Noselidze J, Momtsemlidze Sh. Movement of knobby bottom deposits in the Rioni River’s downstream (near Zemochaladidi). “Science and technologies”. Scientific peer-reviewed journal of the Academy of Science of Georgia, №1-3, 2011. Tbilisi pp.52-55.

4. Noselidze J., Shautidze, O., Momtsemlidze Sh. The use of the Rachkha River for provision of Kutaisi and Tskhaltubo resort with drinking water (results of preliminary research). “Science and technologies”. Scientific peer-reviewed journal of the Academy of Science of Georgia, №4-6, 2011. Tbilisi pp.70-72.

5. Mamasakhlisi V., Noselidze J., Momtsemlidze Sh. Analysis of the operation of the Chorokhi River coast-protecting structures. “Science and technologies”. Scientific peer-reviewed journal of the Academy of Science of Georgia, №4-6, 2011. Tbilisi pp.73-77.

6. Noselidze J., Mamasakhlisi V., Momtsemlidze Sh. Determining critical narrowing of rivers with unwashable flow channels during one-sided bank consolidation. “Science and technologies”. Scientific peer-reviewed journal of the Academy of Science of Georgia, №4-6, 2012. Tbilisi pp.65-69.

7. Noselidze J.V., Shautidze, O.D., Momtsemlidze Sh.A. Silting of Lajanuri HPP reservoir and methods to combat it. Contemporary Problems of reservoirs and their watersheds. Proceedings of the International Scientific-Practical Conference. May 28-30, 2013, Perm, Russia, pp. 260- 263.

8. Bandzeladze B.R., Momtsemlidze Sh.A. Diagnosis of silting of the open-type flow channel of the Rioni River near Gumati HPP. Georgian engineering news. No. 2 (vol. 66), 2013. GFIDGEN LTD, pp. 94- 98.

9. Noselidze J., Bandzeladze B., Momtsemlidze Sh., Kaladze D. Silting of Vartsikhe reservoir. Proceedings of the International Scientific Conference “Sustainable Energy: Challenges and Development Prospects”, Kutaisi, Georgia, ATSU, 2015, pp. 61-66.

10. Noselidze J., Shautidze, O., Momtsemlidze Sh. Kaladze D., Noselidze G. -Multipurpose-purpose hydropower reservoirs, the system of molavi and him fight

Akaki Tsereteli state university

Sixth international scientific-practical internet-conferece. Complete works

“the problems of bio-safe food and business environment” Kutaisi 2016. Pp.125-131.

11.Geguchadze A ; Noselidze J.; Momtsemlidze Sh; Kaladze D; Noselidze G; Kurashvili S; Kamkamidze N. Dam reservoir bottom sediments from the Self-cleaning siphon device. National Intellectual Property Center "Sakpatenti". Stationery № 182901 Date: 2016-06-24.gamogonebis acceptance of the application materials. Identification number: 14189/01.

