

**საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის**



**წყალთა მენეჯმენტის ინსტიტუტი**



**სამეცნიერო შრომათა კრებული**

**№68**



**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF GEORGIA  
WATER MANAGEMENT INSTITUTE  
OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY**

**COLLECTED PAPERS**

**№68**



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГРУЗИИ  
ИНСТИТУТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

**№68**



ISSN – 1512 – 2344

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მენეჯმენტის ინსტიტუტი



სამეცნიერო შრომათა კრებული №68



MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF GEORGIA  
INSTITUTE OF WATER MANAGEMENT  
OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

COLLECTED PAPERS №68



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГРУЗИИ  
ИНСТИТУТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ №68



თბილისი – Tbilisi – Тбилиси  
2013

მთავარი რედაქტორი: პროფ. გივი გავარდაშვილი  
მთავარი რედაქტორის მოადგილე: ინგა ირემაშვილი (ტექნ. აკად. დოქტ.)

**სარედაქციო კოლეგია:**

ბილალ აიუბი (აშშ), არონე არმანინი (იტალია), ალისტაირ ბორტვიკი (ინგლისი), ემილ ბოურნასკი (ბულგარეთი), რობერტ დიაკონიძე, ნატივ დუდაი (ისრაელი), პაველ ვლასაკი (ჩეხეთი), იუჯინ ვუ (ჩინეთი), ტელმან ზეინალოვი (აზერბაიჯანი), დიმიტრი ზნამენსკი (ბრაზილია), ფარდა იმანოვი (აზერბაიჯანი), ირინე იორდანიშვილი, კო-ფეი ლიუ (ტაივანი), ლორენც კინგი (გერმანია), პეტრე კოვალენკო (უკრაინა), ზურაბ კოპალიანი (რუსეთი), შორენა კუპრეიშვილი (პასუხისმგებელი მდივანი), ვილიბალდ ლოსიკანდი (ავსტრია), ალა მაგომედოვა (რუსეთი), დიუშენ მამატკანოვი (ყირგიზეთი), ჯონ მეიჯერი (აშშ), მირალი მოჰამადი (ირანი), ოთარ ნათიშვილი, მარტინ ოვსეპიანი (სომხეთი), იაროსლავ რაიჩიკი (პოლონეთი), კადირ სეიპანი (თურქეთი), ჰიროში სუვა (იაპონია), ერუი სობოტა (პოლონეთი), ოვანეს ტოკმაჯიანი (სომხეთი), მიხეილ კუზნეცოვი (რუსეთი), გოგა ჩახაია, სერგეი ჩერნომორეცი (რუსეთი), მიხაილ ჯაბოედოფი (შვეიცარია), რინალდო ჯენეფოსისი (იტალია), ლასზლო ჰაიდე (ნიდერლანდები), დუგლას ჰამილტონი (კანადა).

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: თეიმურაზ ქოჩლაძე

*Сборник издается с 1934 г.*

Главный редактор: Проф. Гавардашвили Г. В.

Заместитель главного редактора: Акад. докт. тех., Иремашвили И.Р.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Аиуб Б.М. (США), Арманин А. (Италия) Бортвик А. (Англия), Боурнаски Е. (Болгария), Диаконидзе Р.В., Джабоедоф М. (Швейцария), Дженовойс Р. (Италия) Дудай Н. (Израиль), Власак П. (Чехия), Ву И. (Китай), Зеиналов Т.С. (Азербайджан), Знаменский Д. (Бразилия), Иманов Ф.А. (Азербайджан), Иорданишвили И.К., Кинг Л. (Германия), Коваленко П. (Украина), Копалиани З.Д. (Россия), Купреишвили Ш.З. (ответственный секретарь), Лиу К. (Таиван), Лоискандл В. (Австрия), Магомедова А. В. (Россия), Маматканов Д. М. (Кыргызская Республика), Мейджер Дж. (США), Могаммади М. (Иран), Натишвили О.Г., Овсепян М.Ш. (Армения), Райчик Я.Э. (Польша), Сейхан К. (Турция), Сува Х. (Япония), Собота Е. (Польша), Токмаджян О.В. (Армения), Кузнецов М.С. (Россия), Чахая Г.Г., Черноморец С.С. (Россия), Гаиде Л. (Нидерланды), Гамилтон Д. (Канада).

Компьютерное обеспечение: Кочладзе Т.Ю.

*The collection is published since 1934*

Chief editor: Prof., Gavardashvili G.V.

Deputy of chief editor: PhD, Iremashvili I.R.

**EDITORIAL BOARD:**

Ayyub B.M. (USA), Armanini A. (Italy) Borthwick A. (United Kingdom), Bournaski E. (Bulgaria), Diakonidze R.V., Dudai N. (Israel), Vlasak P. (Czech), Gene Genevois R. (Italy), Wu I. (China), Zeynalov T.S. (Azerbaijan), Znamensky D. (Brazil), Imanov F.A. (Azerbaijan), Iordanishvili I.K., Jaboyedoff M. (Switzerland), King L. (Germany), Kovalenko P. (Ukraine), Kopaliaini Z.D. (Russia), Kupreishvili Sh.Z. (manager editor), Liu K. (Taiwan), Loiskandl W. (Austria), Magomedova A.V. (Russia), Mamatkanov D.M. (Kyrgyz Republic), Major J.J. (USA), Mohammadi M. (Iran), Natishvili O.G., Hovsepiyan M.Sh. (Armenia), Rajczyk J.E. (Poland), Seyhan K. (Turkey), Suwa H. (Japan), Sobota E. (Poland), Tokmajian O.V. (Armenia), Kuznetsov M.C. (Russia), Chakhaia G.G., Chernomorec S.S. (Russia), Hayde L. (The Netherlands), Hamilton D. (Canada).

Computer support: T.J. Kochladze

ო. ჭავჭავაძის გამზ. 60,  
0162 თბილისი, საქართველო  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ტელ.: (99532) 2-22-72-00, 2-22-40-94  
ფაქსი: (99532) 2-22-73-00  
ელ. ფოსტა: gwmi1929@gmail.com  
ვებ-გვერდი: <http://gwmi.ge>

Грузия, 0162 Тбилиси,  
пр. И. Чавчавадзе, 60  
Институт водного хозяйства  
Тел.: (99532) 2-22-72-00, 2-22-40-94  
Факс: (99532) 2-22-73-00  
E-mail: gwmi1929@gmail.com  
Веб-сайт: <http://gwmi.ge>

I. Chavchavadze av. 60,  
0162 Tbilisi, Georgia  
Institute of water management  
Tel.: (99532) 2-22-72-00, 2-22-40-94  
Fax: (99532) 2-22-73-00  
E-mail: gwmi1929@gmail.com  
Website: <http://gwmi.ge>

პროფესორი გივი გავარდაშვილი –55



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორს, საინჟინრო აკადემიის ნამდვილ წევრს გივი გავარდაშვილს დაბადებიდან 55 წელი, მეცნიერული მუშაობის 33 და პედაგოგიური მუშაობის 22 წელი შეუსრულდა.

გ. გავარდაშვილი 1981 წ. წარჩინებით ამთავრებს საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტს და ენიჭება ინჟინერ-ჰიდროტექნიკოსის კვალიფიკაცია.

1981 წ. აკადემიკოს ოთარ ნათიშვილის რეკომენდაციით გ. გავარდაშვილი საქართველოს ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის (ГрузНИИГиМ) ასპირანტურაში აბარებს მისაღებ გამოცდებს სპეციალობით – ჰიდრაულიკა და საინჟინრო ჰიდროლოგია, რომელსაც ამთავრებს 1984 წელს. 1987 წელს ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სადისერტაციო საბ-

ჭოზე იცავს საკანდიდატო დისერტაციას და ენიჭება ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხი, ხოლო 1991 წ. უმაღლესი საატესტაციო კომისიის (ქ. მოსკოვი) გადაწყვეტილებით მას ენიჭება უფროსი მეცნიერის სამეცნიერო წოდება.

1996 წლის 13 დეკემბერს გივი გავარდაშვილმა ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სადისერტაციო საბჭოზე (სხდომის თავმჯდომარე – აკად. გივი სვანიძე) წარმატებით დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია და მიენიჭა ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი სპეციალობაში – „ხმელეთის ჰიდროლოგია, წყლის რესურსები და ჰიდროქიმია“. 1998 წლიდან იგი უკვე საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტის პროფესორია მელიორაციის მიმართულებით.

1992 წელს იგი დაინიშნა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წყალთა მეურნეობისა და საინჟინრო ეკოლოგიის ინსტიტუტის ეროზიულ-ღვარცოფული პრობლემების ლაბორატორიის ხელმძღვანელად. შემდგომი დროის თხუთმეტწლიან მონაქვეთში (1992-2005 წწ.) მან გამოიჩინა თავი, როგორც ღირსეულმა მკვლევარმა, თეორიული, საველე და ლაბორატორიული სამუშაოების კარგმა ორგანიზატორმა, რაც გახდა საფუძველი იმისა, რომ 2005 წ. აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას რეკომენდაციითა და ინსტიტუტის კოლექტივის ერთსულლოვანი მხარდაჭერით არჩეული ყოფილიყო ქვეყნის ერთ-ერთი სტრატეგიული მნიშვნელობის ინსტიტუტის დირექტორად.

პროფესორ გივი გავარდაშვილს საქართველოსა და საზღვარგარეთის (რუსეთი, ყაზახეთი, სომხეთი, აშშ, გერმანია, პოლონეთი, ავსტრია, იტალია, ჩინეთი, ბულგარეთი, უკრაინა და ა.შ.) სამეცნიერო ჟურნალებში გამოქვეყნებული აქვს 150 სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის არის: 4 მონოგრაფია ქართულ, ინგლისურ და ფრანგულ

ენებზე, 4 მეთოდური მითითება, 2 დამხმარე სახელმძღვანელო და 22 გამოგონება (10 საზღვარგარეთ), მანამდე კი ბულგარეთში მიმდინარე მსოფლიო ახალგაზრდა გამომგონებელთა საერთაშორისო გამოფენის დიპლომი (1985 წ.) და მოსკოვში 1987 წ. ჩატარებული საერთაშორისო მიღწევათა გამოფენის ბრინჯაოს მედალი და ფულადი პრემიები დაიმსახურა. იგი არის საქართველოში და საზღვარგარეთ გამოქვეყნებული 35 სამეცნიერო-პოპულარული სტატიის ავტორი. მის პირველ მონოგრაფიას (1995 წ.), რომელიც ეხებოდა ღვარცოფების რეგულირების საკითხებს (ინგლისურ ენაზე) მსოფლიოს 54 ქვეყნის უნივერსიტეტებისა და მეცნიერებათა აკადემიის ინსტიტუტების მეცნიერ-სპეციალისტები გაეცნენ და მაღალი შეფასება მისცეს. აშშ-ში, ქ. ვაშინგტონში (1999 წ.) სამეცნიერო კონფერენციაზე ყოფნისას შეღვა ბატონ გივის ფრანგულ ენაზე გამოცემული მეორე მონოგრაფიის – „გარემოსდამცავი ახალი კონსტრუქციები და მათი გაანგარიშების მეთოდები“ – განხილვა (ნაშრომი მიედღვნა UNESCO-ს მიერ ბუნების სტიქიურ მოვლენებთან ბრძოლის საერთაშორისო ათწლეულად გამოცხადების თარიღს – 1991-2000 წწ.), რომელსაც 42 ქვეყნისა და იუნესკოს მეცნიერ-სპეციალისტები გაეცნენ. მის მესამე მონოგრაფიაში (2003 წ.) „მდინარე დურუჯის ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების პროგნოზირება და მათი საწინააღმდეგო ახალი საინჟინრო-ეკოლოგიური ღონისძიებები“, ქვეყანაში ცნობილი მეცნიერების – პროფესორ მ. გაგომიძის, აკადემიკოს ც. მირცხულავას, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტის, აკადემიკოს ო. ნათიშვილის, პროფესორების ვ. თევზაძის, ი. ვინოგრადოვის, გ. ხერხეულიძის და დარგის სხვა მეცნიერების ნაშრომებზე დაყრდნობით, მან პირველად კომპლექსურად და სრულყოფილად გააშუქა მდინარე დურუჯის კალაპოტში მიმდინარე დესტრუქციული პროცესები. ნაშრომის მნიშვნელობას აძლიერებს თანდართული ორსაათნახევრიანი ვიდეოფილმი

შესაბამისი კომენტარებით. გ. გავარდაშვილმა, მდინარე დურუჯის კვლევის ისტორიაში პირველმა, ბუნებაში განახორციელა მთლიანი წყალშემკრები აუზის ვიდეო-ვიზუალური აგეგმვა, რაც მდინარის წყალშემკრები აუზის ეკოლოგიური მდგომარეობის თანამედროვე მეთოდებით პროგნოზირების საშუალებას იძლევა.

განსაკუთრებით აღნიშვნის ღირსია 2011 წელს მის მიერ გამოქვეყნებული მე-4 მონოგრაფია „ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფებისას მთის ლანდშაფტების უსაფრთხოების ღონისძიებები“, სადაც განხილულია საქართველოში 2008 წლის აგვისტოში საომარი მოქმედებების შედეგად გადამწვარი ტყის მასივების ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის შეფასება და მთის ფერდობებზე ნიადაგის ეროზიისაგან დამცავი ღონისძიებები. შემუშავებულია საქართველოს მაღლივი კაშხლების შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წარმოშობილი წყალდიდობების მათემატიკური იმიტაცია ჟინვალის, სიონის, ლაჯანურის, ენგურის და შაორის კაშხლების მაგალითზე, რაც მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ ჰიდროკვანძების მიმდებარე ტერიტორიების (ქვედა ბიეფის) უსაფრთხოების პრევენციული ღონისძიებების შერჩევისას, არამედ ასევე იძლევა მოსახლეობის წყალდიდობებისაგან ეფექტური დაცვის საშუალებას. განხორციელებულია ლენტეხის, ცაგერის და ახმეტის რაიონებში, სოფელ ჯვარბოსელში (მთათუშეთი) ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესებისა და წყალდიდობების საწინააღმდეგო საინჟინრო და ფიტომელიორაციული ღონისძიებები. კატასტროფების თეორიის გამოყენებით შეფასებულია მცირე სიმძლავრის მეწყრისა და თოვლის ზვავის მოძრაობის დაწყების ხარისხობრივი ანალიზი, რაც აღნიშნული პროცესების პროგნოზირების საშუალებას იძლევა. უნდა აღინიშნოს რომ, სამუშაო ეხმიანება კატასტროფების შემცირების საერთაშორისო სტრატეგიის (ISDR) 2005-2015 წწ. პიოგოს ჩარჩო-დოკუმენტს.

გ. გავარდაშვილმა, აკადემიკოს ც. მირცხულავას სამეცნიერო შრომებზე დაყრდნობით,

პირველად მოგვცა ეროზიულ-დვარცოფული პროცესებისა და ტრამპლინის ტიპის ახალი დვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების მწყობრიდან გამოსვლის რისკის ხარისხობრივი შეფასება კატასტროფების თეორიის გამოყენებით.

გ. გავარდაშვილი სამეცნიერო-კვლევით მუშაობასთან ერთად ეწევა მეტად ნაყოფიერ პედაგოგიურ მოღვაწეობას. მისი ხელმძღვანელობით დაცულია 4 საკანდიდატო დისერტაცია, ჰყავდა გერმანელი და ჩინელი მაგისტრანტები, რომლებმაც წარმატებით დაიცვეს შესაბამისი სამაგისტრო ნაშრომები, ასეა კი 3 ქართველი დოქტორანტისა და 2 მაგისტრანტის ხელმძღვანელობით. იგი 2012 წლიდან საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სრული პროფესორია და ლექციებს უკითხავს სამშენებლო ფაკულტეტის მელიორაციის სპეციალობის ბაკალავრებს, მაგისტრანტებსა და დოქტორანტებს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორის, აკადემიკოს არჩილ ფრანგიშვილის მხარდაჭერით, პროფესორ გივი გავარდაშვილისა და ასოცირებული პროფესორის ზურაბ ლოქანიძის ხელმძღვანელობით მეცნიერთა ჯგუფმა (პროფ. ვ. თევზაძე, პროფ. ი. იორდანიშვილი, აკადემიური დოქტორები: გ. ჩახაია, შ. კუპრეიშვილი, ვ. შურღაია, რ. დიაკონიძე, ი. ირემაშვილი, ლ. წულუკიძე, ჯ. კახაძე და სხვანი) მოამზადა სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციაში პროფესიული სწავლების ბაკალავრიატის, მაგისტრატურისა და დოქტურანტურის პროგრამები, რომლებმაც წარმატებით გაიარა სახელმწიფო აკრედიტაცია და 2012 წლიდან, პირველად საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ისტორიაში, უკვე მზადდება ამ პროფილის კადრები. აკადემიკოსი ა. ფრანგიშვილი, პროფესორი გ. გავარდაშვილი და აკადემიური დოქტორი ჯ. კახაძე არიან ერთ-ერთი პირველი ორგანიზატორები და აქტიური მხარდამჭერები სამტრედიის რაიონის სოფელ დიდ ჯიხაიში ნიკო ნიკოლაძის სახელობის პროფესიული სწავლების ცენტრის აღდგენისა,

რაც კიდევ ერთი საშვილიშვილო საქმეა ჩვენი ქვეყნისათვის პროფესიული კადრების აღზრდის საქმეში სოფლის მეურნეობის მიმართულებით.

გ. გავარდაშვილი 2005 წლიდან არის საქართველოს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო ჟურნალის მთავარი რედაქტორი, რუსეთში გამომავალი სამეცნიერო ჟურნალის "Экологические системы и принципы" სარედაქციო კოლეგიის წევრი, ერევნის არქიტექტურისა და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის და პოლონეთის ჩესტოხოვას ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის სამეცნიერო ჟურნალების სარედაქციო კოლეგიების წევრი, რაც მისი, როგორც მეცნიერის ავტორიტეტის აღიარებაა.

2008 წ. აგვისტოში საქართველოში საომარი მოქმედების შედეგად გადამწვარი ტყეებისა და ნიადაგის შეფასების სახელმწიფო კომისიის წევრი, წყლის რესურსების პრობლემების, ენერგოუსაფრთხოების, მელიორაციისა და გარემოს დაცვის საკითხებში საერთაშორისო ორგანიზაციების (UNESCO, NATO, EU, SDC, ASCE, UN FAO, FB) მიერ დაფინანსებული მრავალი გრანტის, პროექტის, აგრეთვე ბიზნესის ხელშემწყობი პროექტის ხელმძღვანელი და ძირითადი შემსრულებელი, საერთაშორისო კონგრესების, სიმპოზიუმებისა და კონფერენციების თავმჯდომარე, თანათავმჯდომარე და საორგანიზაციო კომიტეტის წევრი, მათ შორის 2011 წლის 11-13 აპრილს აშშ-ში, მერილენდის უნივერსიტეტის ბაზაზე გამართული პირველი მსოფლიო კონფერენციის "Vulnerability, Uncertainty and Risk" საორგანიზაციო კომიტეტის წევრი და 2011 წლის 14-17 ივნისს იტალიაში, პადუას უნივერსიტეტში გამართული დვარცოფების მე-5 მსოფლიო კონფერენციის "Debris-Flow Hazards, Mitigation, Mechanics, Prediction and Assessment" ძირითადი მომხსენებელი, რომელიც დაფიქსირდა სამხრეთ კავკასიის ქვეყნებიდან დვარცოფების პრობლემებზე მკვლევარ მეცნიერებიდან პირველ მომხსენებლად.

პროფესორი გ. გავარდაშვილი აქტიურად არის ჩაბმული ქვეყნის ისეთ ბუნების

დამცავ პროექტებში, როგორებიცაა: ბაქო-თბილისი-სუფსის ნავთობსადენის ეროზიის ექსპერტი და გარემოს დამცავი 200-ზე მეტი ნაგებობების დამპროექტებლი; შაჰ-დენიზის გაზსადენისა და ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის ნავთობსადენის დერეფნის გარემოს დაცვის ექსპერტი; უწმინდესისა და უნეტარესის, სრულიად საქართველოს პატრიარქის ილია მეორის ღოცვა-კურთხევით მღეთის ეკლესიის, შიომღვიმის მამათა მონასტრის (არქიმანდრიტ მამა მიქაელის ხელშეწყობით) და ტიმოთეს ღვთისმშობლის ეკლესიის გარემოს დაცვის პროექტების მთავარ ინჟინერი; სვეტიცხოვლის სადრენაჟო სისტემის, ცხვარიჭამიის მამათა მონასტრის ნაპირგამაგრების პროექტის მეცნიერ-კონსულტანტი, შინდისის დედათა მონასტრის გარემოს დაცვის ექსპერტი და ა.შ. ქალაქ სიღნაღში გზის რეაბილიტაციის, თუშეთში სოფ. ჯვარბოსლის მიმდებარე ტერიტორიის მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების, „ტრასეკას“ დერეფანში მთის ფერდობზე ეროზიის საწინააღმდეგო ფიტომედიორაციული ღონისძიებების პროექტების ხელმძღვანელი და ა.შ. მისი ხელმძღვანელობით 20-ზე მეტი გარემოს დაცვის პროექტი განხორციელდა უზბეკეთში, ისრაელში და დსთ-ს სხვადასხვა ქვეყნებში. იგი იყო მრავალი საექსპერტო კომისიის ხელმძღვანელი და პროექტის ექსპერტი, მათ შორის: ბოლო ჩქაროსნული მაგისტრალის (ავტობანის) თბილისი-ლესელიძის ალაიანი-იგოეთი-სვენეთი-რუისის მონაკვეთისა და მდინარე სტორის, მისაქციელის, კახარეთის მცირე ჰესების გარემოს დაცვის ექსპერტი და სხვ.

გ. გავარდაშვილს მეცნიერულ-პრაქტიკული, საექსპერტო და პედაგოგიური გამოცდილების პარალელურად საკმაოდ მაღალ დონეზე აქვს მიღებული საორგანიზაციო-მენეჯმენტური პრაქტიკა. მისი დირექტორობის პერიოდში ინსტიტუტმა თანამშრომლობის მემორანდუმები გააფორმა: ჰესენის უნივერსიტეტთან (გერმანია), ვუჰანის ნორმალის ცენტრალურ უნივერსიტეტთან (ჩინეთი), ერევნის არქიტექტურისა და მშე-

ნებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტთან (სომხეთი), ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტთან (აზერბაიჯანი), ყირგიზეთის მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკისა და წყლის პრობლემების ინსტიტუტთან, ბოკუს უნივერსიტეტის წყლის პრობლემებისა და სოფლის მეურნეობის ინსტიტუტთან (ავსტრია), მოსკოვის ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტთან (რუსეთი), ვროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერებების უნივერსიტეტთან (პოლონეთი), მერილენდის უნივერსიტეტთან (აშშ), შვეიცარიის დახმარებისა და განვითარების სააგენტოსთან (SDC).

გ. გავარდაშვილის ხელმძღვანელობითა და სახელმწიფოს მხარდაჭერით 2009 წლის სექტემბერში UNESCO-ს ეგიდით ჩატარდა საერთაშორისო სიმპოზიუმი „წყალდიდობები და მასთან ბრძოლის თანამედროვე პრობლემები“, რომელიც მიეძღვნა საქართველოს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დაარსებიდან 80 წლის იუბილეს. სიმპოზიუმის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღეს მსოფლიოს 22 ქვეყნის მეცნიერ-სპეციალისტებმა, ხოლო სიმპოზიუმის მეცნიერულ დონეს მაღალი შეფასება მისცა UNESCO-მ, რაც გამოიხატა სიმპოზიუმზე მიღებული რეზოლუციის სახელმძღვანელო დოკუმენტად მიღებით UN წევრ ქვეყნებისათვის.

დაუზოგავმა თავდადებულმა შრომამ შედეგიც არ დააყოვნა. 2005 წელს ინსტიტუტის კოლექტივი, საქართველოს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მსოფლიოში ცნობილი ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის ბაზაზე გ. გავარდაშვილის თანამონაწილეობითა და ხელმძღვანელობით განხორციელებული მრავალი სამეცნიერო პროექტის, კვლევებისა და მსოფლიოს ერთ-ერთი საუკეთესო ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის ფუნქციონირების გამო დაჯილდოვდა შვეიცარიის დიპლომით "Century International Quality Era Award". 2009 წელს ინსტიტუტი დაჯილდოვდა ამერიკის ბიოგრაფიის ინსტიტუტის (ABI) ოქროს მედლით, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულმა აკადემიამ ორჯერ, 2008 და 2009 წლებში, ინსტიტუტი

დააჯილდოვა დიპლომებით, როგორც ქვეყნის საუკეთესო სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულება სოფლის მეურნეობის (წყალთა მეურნეობა და მელიორაცია) დარგში.

2012 წლის 23 სექტემბერს პოლონური და ქართული მეცნიერების განვითარებაში შეტანილი დიდი წვლილისათვის პოლონეთში ვიზიტისას ჩესტოხოვას ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის რექტორმა, პროფესორმა მარია ნოვიცკა-სკოვრონმა ინსტიტუტის დირექტორი გივი გავარდაშვილი დააჯილდოვა ვერცხლის მედლითა და დიპლომით, ხოლო 2013 წელს კი იგი დააჯილდოვდა ღირსების ორდენით, რაც მთლიანად ინსტიტუტის კოლექტივის მეცნიერული მოღვაწეობის დიდი აღიარების ნიშანია.

ინსტიტუტის დირექციის, მეცნიერ-თანამშრომლებისა და ახალგაზრდა კადრების მაღალ მეცნიერულ პოტენციალზე მიუთითებს ისიც, რომ ქვეყანაში საგრანტო სისტემის დაარსებიდან (2006 წ.) დღემდე შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდიდან კოლექტივმა მიიღო 19 საგრანტო პროექტზე დაფინანსება, აქედან 6 გრანტი არის პრეზიდენტის სახელობის ახალგაზრდა მეცნიერთათვის, ხოლო 1 – საკონფერენციო სამოგზაურო გრანტი. საერთაშორისო მნიშვნელობის ორი გრანტი, აქედან ერთი დაფინანსდა ამერიკის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიიდან, ხოლო მეორე – ევროკავშირიდან (FP-7).

გ. გავარდაშვილი კვალიფიკაციის ამაღლებისა და ლექციების წაკითხვის მიზნით სტაჟირებით იმყოფებოდა: ისრაელში (1998, 2004-2005, 2007 წწ.), აშშ-ში (1999, 2009, 2011 წწ.), გერმანიაში (2006, 2008, 2009 წწ.); ჩინეთში (2007 წ.), პოლონეთში (2009, 2010, 2011 წწ.) იტალიაში (2011 წ.), ავსტრიაში (2009 წ.), კვიპროსში (2010 წ.) და ღსთ-ს სხვადასხვა ქვეყნებში. 2009 წლის 4 ივლისს გ. გავარდაშვილმა მოხსენება გააკეთა ქ. ბრიუსელში (ბელგია) NATO-ს შტაბ-

ბინაში პროექტზე: "Risk-Based Security Analysis of the Hydraulic Systems in the River Network in South Caucasus Regions (Armenia, Azerbaijan, Georgia)" რამაც ექსპერტების დიდი შეფასება დაიმსახურა. 2010 წლის ოქტომბერში კი ევრო-გრანტის "UP-GRADE, BS-SCENE" ეგიდით მუშა შეხვედრაზე ქ. ბუქარესტში (რუმინეთი), რაც გახდა ევრო-გრანტ-პროექტის დაფინანსების შემდგომი გაგრძელების საფუძველი.

გარდა მეცნიერული აქტივობისა, განსაკუთრებით აღსანიშნავია გ. გავარდაშვილის, როგორც ინსტიტუტის დირექტორის, სტრატეგიული ხედვა. მისი თავდაუზოგავი შრომის შედეგია დღეს ინსტიტუტისა და მისი უნიკალური ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის ფუნქციონირება, რასაც გასულ წლებში გასხვისების საშიშროება ემუქრებოდა.

იუბილარს 55 წლის იუბილე მიულოცეს მსოფლიოს 26 ქვეყნის უნივერსიტეტებისა და ინსტიტუტების პროფესორებმა, მათ შორის არის: საქართველო, აშშ, ინგლისი, იტალია, ბრაზილია, ბულგარეთი, ისრაელი, ჩეხეთი, ჩინეთი, აზერბაიჯანი, სომხეთი, გერმანია, უკრაინა, ავსტრია, საბერძნეთი, ტაივანი, რუსეთი, ყირგიზეთი, ირანი, კანადა, თურქეთი, რუმინეთი, პოლონეთი, იაპონია, ირლანდია და ჰოლანდია.

ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭო, მეცნიერ-თანამშრომლები, და ინსტიტუტის სამეცნიერო ჟურნალის რედაქციის წევრები ინსტიტუტისათვის თავდადებულ დირექტორს, საინჟინრო აკადემიის ნამდვილ წევრს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სრულ პროფესორს გივი გავარდაშვილს ულოცავენ 55 წლის იუბილეს და მომავალში ინსტიტუტისა და მთლიანად ქვეყნის წინსვლისათვის ხანგრძლივ, კვლავაც ასე მრავალმხრივ, ნაყოფიერ მოღვაწეობას უსურვებენ.

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭო,  
ინსტიტუტის სამეცნიერო ჟურნალის რედაქცია**



---

---

## PROFESSOR GIVI GAVARDASHVILI'S 55<sup>th</sup> ANNIVERSARY

This year, Givi Gavardashvili, the Director of the Institute of Water Management of Georgia Technical University, Doctor of Technical Sciences, Professor and Real Member of Georgian Engineering Academy celebrates his 55-th birth anniversary, 33-th anniversary of his scientific work and 22-th anniversary of his pedagogical work.

Givi Gavardashvili finished his school studies and in 1981, graduated from Georgian Agricultural Institute, faculty of water conservation, with honors and was conferred the qualification of a hydraulic engineer. In his studentship, he was a holder of Lenin's scholarship and chairman of the faculty's young scientists.

In 1981, under advice of Academician Otar Natishvili, G. Gavardashvili decided to take entry examinations of post-graduate day courses at the Scientific-Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration of Georgia, with the specialty of hydraulics and engineering hydrology. He graduated from his post-graduate courses in 1984.

In 1987, G. Gavardashvili defended his Candidate's thesis before the Dissertation Council of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University and was conferred the scientific degree of the Candidate of Technical Sciences, and in 1991, by the decision of the State Commission for Academic Degrees and Titles (Moscow), he was conferred the scientific title of a Senior scientist.

Academician Tsotne Mirtskhoulava, then-time director of the Institute of Water Economy and Engineering Ecology of Georgia of the Academy of Sciences of Georgia swiftly noticed the hard-working ability of the young man with great creative potential and wonderful perspectives, his ability to establish business-like and noble relations with his colleagues and Institute employees in general, and as a result, in 1992, G. Gavardashvili was appointed a head of the Laboratory of erosive-debris-flow problems. In the following 15 years (1992-2005), G. Gavardashvili distinguished himself as a dignified researcher and good organizer of theoretical, field and laboratory works, and as a result, in 2005, under advice of Mr. Tsotne Mirtskhoulava and unanimous support of the Institute staff, he was

elected a director of one of the strategic institutes of the country.

Prof. Givi Gavardashvili has published 150 scientific articles in the scientific journals of Georgia and foreign countries (Russia, Kazakhstan, Armenia, USA, Germany, Poland, Austria, Italy, China, Bulgaria, Ukraine, etc.), including 4 monographs in Georgian, English and French, 4 methodic workbooks, 2 supplementary textbooks and 22 inventions (10 inventions registered abroad). He was awarded by a Diploma at the International Exhibition of World Young Inventors in Bulgaria (in 1985) and Bronze Medal and testimonials at the Exhibition of International Achievements in Moscow in 1987. He is the author of 35 popular science articles published in Georgia and abroad.

His first monograph (1995) about the issues of debris-flow regulation (in English) was read by the scientists and specialists of the universities and institutions of the academy of sciences of 54 countries of the world, who highly appraised it.

Another monograph by Mr. Gavardashvili "New environmental structures and methods to calculate them" published in French was discussed at the scientific conference (1999) held in Washington, USA, in the presence of the author (the work was dedicated to the declaration of 1991-2000 as the decade to fight natural calamities by UNESCO), with the science specialists of 42 countries of the world and UNESCO having got acquainted with it.

In his third monograph "Predicting the river Duruji erosive-debris-flow processes and new engineering-environmental measures against them" (2003), Mr. Gavardashvili was the first to thoroughly highlight the destructive processes taking place in the river Duruji bed based on the works by such prominent scientists of Georgia, as Professor M. Gagoshidze, Academician Ts. Mirtskhoulava, Academician O. Natishvili, the Vice-President of the National Academy of Sciences of Georgia, Professors V. Tevzadze, I. Vinogradov, G. Kherkheulidze and other branch scientists. The significance of the work is further evident by a 2.5-hour-long video with comments. G. Gavardashvili was the first in the history of studying the river Duruji to

accomplish the video-visual survey of the river catch basin allowing predicting the ecological condition of the river catch basin by using modern methods.

His fourth monograph "Safety measures of mountain landscapes during natural and technogenic calamities" published in 2011 is worth particular mentioning. The monograph considers the measures to estimate the ecological and economic damage of forest massifs of Georgia burnt down during the military actions in August of 2008 and to protect the soil over the mountain slopes against erosion.

On the examples of Zhinvali, Sioni, Lajanuri, Enguri and Shaori dams, the mathematical imitation of floods taking place during the possible accidents of high dams in Georgia is developed by considering the risk of different provisions. The model is important not only in identifying the safety and preventive measures for the areas adjacent to the hydraulic blocks (downstream the hydraulic block), but it also provides the efficient measures to protect the population against floods.

Engineering and phyto-melioration measures against erosive-debris-flow processes and floods are taken in Lentekhi, Tsageri, Akhmeta regions and village Jvarbosela (Mtatusheti). The qualitative analysis of the movement onset of the landslides of minor strength and snow avalanches is done by using the theory of catastrophes, allowing predicting the said processes. It should be noted that the work echoes with the 2005-2015 Hyogo frame document of International Strategy for Disaster Reduction (ISDR).

Based on the scientific works by Ts. Mirtskhou-lava, Mr. Gavardashvili was the first to give the qualitative estimate of erosive-debris-flow processes and risk of breakdown of a new anti-debris-flow springboard structure by using the theory of catastrophes.

In addition to his scientific and research work, G. Gavardashvili is also actively engaged in pedagogic. Four candidate's theses have been defended so far under his direction. Among his undergraduates were German and Chinese students having defended their Master's theses successfully. At present, he is the director of three Georgian doctoral students. He is a Full Professor at Georgian Technical University and delivers lectures to the students

and doctoral candidates in the specialty of melioration of the Building Faculty.

By the support of Prof. Archil Prangishvili, the Rector of Georgian Technical University, under the leadership of Prof. Givi Gavardashvili and Associated Professor Zurab Lobzhanidze, a group of scientists (including Prof. V. Tevzadze, Prof. I. Iordanishvili, Academic Doctors G. Chakhaia, V. Shurgaia, Sh. Kupreishvili, R. Diakonidze, I. Iremashvili, L. Tsulukidze, J. Kakhadze and others) worked out the curricula for vocational training, undergraduate studies, MA course and doctoral candidate course in agricultural melioration with successful state accreditation, and in 2012, for the first time in its history, Georgian Technical University will bring up the staff with the said profile.

Professors A. Prangishvili and G. Gavardashvili and Academic Doctor J. Kakhadze are one of the first organizers and active supporters of rehabilitation of the Niko Nikoladze Vocational Training Centre in village Didi Jikhaishi, Samtredia region that is another patriotic deed in bringing up professional staff in the field of agriculture for the country.

Since 2005, G. Gavardashvili has been an editor-in-chief of the scientific journal of the Institute of Water Economy; he is also a member of the editorial board of the scientific journal published in Russia "The Ecological Systems and Equipment" and member of the editorial board of the scientific journals of Yerevan State University of Architecture and Construction and Czestochowa University of Technology in Poland. This is the recognition of his authority as of a scientist.

Mr. Gavardashvili was a member of the state commission for estimating the burnt-down forests and soil during the military actions in August of 2008; he is the author of numerous grants and projects in water resource problems, power safety, melioration and environmental protection financed by various international organizations (UNESCO, NATO, EU, SDC, ASCE, UN FAO, FB) and head and principal investigator of the business-supporting project, chairman, co-chairman or member of the organization committees of international congresses, symposia and conferences, including his membership of the organizational committee of the

First World Conference "Vulnerability, Uncertainty and Risk" held at Maryland University, USA on April 11-13, 2011, keynote speaker at the Fifth World Debris-Flow Conference "Debris-Flow Hazards, Mitigation, Mechanics, Prediction and Assessment" held at Padua University (Italy) on June 14-17, 2011 and was registered as the first speaker among the research scientists of debris-flow problems from the South Caucasian countries.

Professor G. Gavardashvili takes active part in such environmental projects of the country, as Baku-Tbilisi-Supsa Oil Pipeline (position of the pipeline erosion expert) and is the designer of over 200 environmental protective structures, environmentalist of Shah-Deniz Gas Pipeline and Baku-Tbilisi-Geyhan Oil Pipeline corridor, head engineer of environmental projects for the Mleta Church, Shiomgvine Monastery (under the support of Archimandrite Father Michael) and Timote Church of Virgin Orans, as well as consulting scientist of the bank-protection projects of the Svetitskhoveli drainage system and Tskhvaritchamia Monastery, environmental expert of the Shindisi Cloister and others by blessings of His Beatitude and Holiness Ilia II, the Catholics-Patriarch of All-Georgia.

He is also a manager of the projects of the road rehabilitation in the city of Signagi, anti-erosion measures for the mountain slope in the area adjacent to village Jvarboseli in Tusheti, anti-erosion phyto-melioration measures for the mountain slope in TRACECA corridor, etc. Over 20 environmental projects in Uzbekistan, Israel and different CIS countries are accomplished under his leadership. He was the head of many expert committees and project expert, including the recent project for Agaiani-Igoeti-Sveneti-Ruisi section of Tbilisi-Leselidze speedway (autobahn) and small hydro-power stations across the river Stori, in Misaktsieli and Kakhareti.

In addition to his scientific-practical, expert and pedagogical work, G. Gavardashvili has advanced organizational and managerial practice. During his directorship, the Institute concluded Memorandums of Cooperation with Hessen University (Germany), Central Wuhan Normal University (China), Yerevan State University of Architecture and Construction (Armenia), Baku State University (Azerbaijan),

Institute of Power Engineering and Water Problems of the Academy of Sciences of Kirgizstan, Institute of Water Problems and Agriculture of BOKU University (Austria), Moscow Lomonosov State University (Russia), Wroclaw University of Environmental and Life Sciences (Poland), University of Maryland (USA), Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), etc.

In September of 2009, under the support of G. Gavardashvili and Georgian state, under the aegis of UNESCO, an international symposium "Floods and modern problems to fight them" dedicated to the 80-th anniversary of the Institute of Water Economy of Georgia was organized. Scientific specialists from 22 countries participated in the symposium, and UNESCO highly appraised the scientific level of the symposium evidenced by accepting the Resolution adopted at the symposium as a guiding document for the UN member states.

Mr. Gavardashvili's selfless work has swiftly produced the desired effect and by the co-participation and under leadership of G. Gavardashvili, in 2005, the staff of the worldly-known hydrological laboratory of the Institute of Water Economy was awarded by a Diploma of Switzerland "Century International Quality Era Award" for accomplishing a number of scientific projects and researches and operating one of the best world laboratories. In 2009, the Institute was awarded by a Gold Medal of American Biographical Institute (ABI) and by Diplomas of Georgian National Academy of Sciences twice, in 2008 and 2009 for being the country's best scientific-research institution in the field of agriculture (water economy and melioration).

On September 23, 2012, Mr. Gavardashvili, on his visit in Poland, was awarded with a Silver Medal and Diploma by Prof. Maria Nowicka-Skowron, Rector of Czestochowa University of Technology, for his contribution to the development of Polish and Georgian sciences, 2013 was awarded the order of Honour as a proof of recognition of the scientific work of the whole staff of the Institute.

High scientific potential of the Institute board, scientific workers and young staff is also evidenced by 19 grant projects of the Institute financed by Shota Rustaveli National Science Foundation since the date of introduction of the grant system to

Georgia (2006), including six President's Grants for young scientists and one Conference Traveler's Grant. The Institute has won two international grants with one of them financed by American National Academy of Science and another – by UNO (FP-7).

G. Gavardashvili was on probation and as a lecturer in Israel (1998, 2004 - 2005, 2007), USA (1999, 2009, 2011), Germany (2006, 2008, 2009), China (2007), Poland (2009, 2010, 2011), Italy (2011), Austria (2009), Cyprus (2010) and different CIS countries. On July 4, 2009, G. Gavardashvili delivered a speech in Brussels (Belgium), at NATO headquarters around the project "Risk-Based Security Analysis of the Hydraulic Systems in the River Network in South Caucasus Regions (Armenia, Azerbaijan, Georgia)" with high expert appraisal. In October of 2010, he delivered a speech at the workshop held in Bucharest (Romania) under the aegis of euro-grant "UP-GRADE, BS-SCENE" followed by the financing of the Euro-grant-project.

In addition to the scientific activity, it is important to mention the strategic vision of prof.

G. Gavardashvili as a director of the institute. For today, the operation of the unique hydro technical laboratory and the institute is a result of his selfless work, which had threatened of alienation in recent years.

Mr. Givi Gavardashvili was congratulated on his 55-th anniversary by the professors of the universities and institutes of 26 countries in the world, including Georgia, USA, England, Italy, Brazil, Bulgaria, Israel, Czech, China, Azerbaijan, Armenia, Germany, Ukraine, Austria, Greece, Taiwan, Russia, Kirgizstan, Iran, Canada, Turkey, Romania, Poland, Japan, Ireland and Holland.

The Institute administration, employees and scientific board, member of editorial board of collected papers, sincerely congratulate Givi Gavardashvili, a dedicated director of the Institute, Real Member of the Engineering Academy, Doctor of Technical Sciences and Full Professor of Georgian Technical University on his 55-th birthday and wish him long, versatile and fruitful work in favor of the Institute and whole country.

**Scientific Board of the Water Management  
Institute of Georgian Technical University,  
members of Editorial Board of Collected Papers**

## ПРОФЕССОРУ ГИВИ ГАВАРДАШВИЛИ 55 ЛЕТ

Директору Института водного хозяйства Грузинского технического университета, доктору технических наук, профессору, действительному члену Инженерной академии **ГИВИ ВАЛЕРИАНОВИЧУ ГАВАРДАШВИЛИ** исполнилось 55 лет, 33 года из которых он посвятил научной деятельности и 22 года педагогической.

В 1981 году он с отличием заканчивает гидромелиоративный факультет Грузинского сельскохозяйственного института и ему присваивается квалификация инженера-гидротехника. В студенческий период он был ленинским стипендиатом и председателем совета молодых ученых факультета.

В 1981 году по рекомендации академика Отара Натишвили Гиви Гавардашвили сдает экзамены в очную аспирантуру Грузинского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (ГрузНИИГиМ) по специальности "Гидравлика и инженерная гидрология", которую заканчивает в 1984 году. В 1987 году на заседании диссертационного совета Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили защищает кандидатскую диссертацию и ему присваивается ученая степень кандидата технических наук, а в 1991 году по решению ВАК (Москва) ему присваивается звание старшего научного сотрудника.

Тогдашний директор Института водного хозяйства и инженерной экологии АН Грузии академик Цотне Мирцхулава не упустил из виду трудолюбие перспективного молодого ученого большого размаха, имеющего огромный творческий потенциал, его способность поддерживать с коллегами деловые и бескорыстные отношения и в 1992 году он назначил его руководителем лаборатории по эрозионно-селевым проблемам. На следующем отрезке времени (1992-2005 г.г.) он проявил себя как блестящий исследователь, хороший организатор теоретических, полевых и лабораторных работ, что стало основанием того, что по рекомендации академика Цотне Мирцхулава и при единодушной поддержке коллектива института он был

избран директором одного из институтов страны стратегического значения.

13 декабря 1996 года, на заседании диссертационного совета Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили (председатель академик Г.Г. Сванидзе) Гиви Гавардашвили успешно защитил докторскую диссертацию, и ему была присвоена ученая степень доктора технических наук по специальности "Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия". С 1998 года он уже профессор гидромелиоративного факультета Грузинского сельскохозяйственного института.

Профессор Гиви Гавардашвили имеет 142 научных работ, опубликованных в грузинских и зарубежных (Россия, Казахстан, Армения, США, Германия, Польша, Австрия, Италия, Китай, Болгария, Украина, и др.) научных журналах, среди них: 4 монографии на грузинском, английском и французском языках, 4 методические указания, 2 учебных пособия и 22 изобретений (10 за рубежом). До этого в Болгарии в 1985 году он получил диплом Всемирной международной выставки молодых изобретателей и в 1987 году в Москве бронзовую медаль и денежную премию на Международной выставке достижений. Он является автором 35 научно-популярных статей, опубликованных в грузинских и зарубежных журналах. С его первой монографией (1995), которая касалась вопросов регулирования селевых потоков (на английском языке) ознакомились научные специалисты Университетов и Академий наук 54 стран мира и дали высокую оценку. Во время научной конференции в г. Вашингтоне (США) была рассмотрена вторая монография господина Гиви, изданная на французском языке "Новые конструкции по охране окружающей среды и методы их расчета" (работа посвящена дате 1991-2000 гг., объявленной ЮНЕСКО десятилетием борьбы с природными стихийными явлениями), с которой ознакомились научные специалисты 42 стран и ЮНЕСКО. В его третьей монографии (2003) "Прогнозирование эрозионно-селевых процессов реки

Дуруджи и новые инженерно-экологические мероприятия по борьбе с ними", основываясь на труды известных ученых – профессора М.С. Гагшидзе, академика Ц.Е. Мирцхулава, вице-президента Национальной академии наук Грузии, академика О.Г. Натишвили, профессоров В.И. Тевзадзе, И.Б. Виноградова, Г.И. Херхеулидзе и на труды других учёных отрасли, он впервые комплексно и полноценно осветил деструктивные процессы, протекающие в русле реки Дуруджи. Значимость работы усиливает прилагаемый 2,5-часовой видеофильм с соответствующими комментариями. За всю историю исследований реки Дуруджи Гиви Гавардашвили первый осуществил в натуре визуальное планирование всего водосборного бассейна, что дает возможность прогнозировать экологическое состояние водосборного бассейна реки современными методами.

Особенного внимания заслуживает 4-ая монография, опубликованная в 2011 году "Мероприятия по безопасности горных ландшафтов во время естественных и техногенных катастроф", в которой рассматриваются, эколого-экономическая оценка ущерба на выжженных лесных массивах, в результате военных действий в августе 2008 года и мероприятия по защите от эрозии почвы на горных склонах.

В случае возможной аварии высоких плотин Грузии, с учетом риска разной степени обеспеченности, разработана математическая имитация возникновения наводнений на примере Жинвальской, Сионской, Ладжанурской, Ингульской, и Шаорской плотин, что важно не только для территорий, прилежащих к гидроузлам (нижний бьеф), при выборе превентивных мероприятий безопасности, а также дает эффективное средство защиты населения от наводнений.

Проведены инженерные и фитомелиоративные мероприятия по борьбе с эрозионно-селевыми процессами и наводнениями в Лентехском, Цагерском и Ахметском районах, в селе Джварбосели (Мтатушети). Проведена оценка качественного анализа оползней малой мощности и начала движения снежных лавин с применением теории катастроф, что дает возможность прогнозирования упомянутых процессов. Следует

отметить, что эта работа – отклик на Хиогскую рамочную программу действий по международной стратегии сокращения катастроф (ISDR) 2005-2015 гг.

Г. Гавардашвили, основываясь на труды академика Ц.Е. Мирцхулава, впервые дал качественную оценку эрозионно-селевых процессов и риска выхода из строя новых противоселевых сооружений трамплинного типа с применением теории катастроф.

Наряду с научно-исследовательской работой Г. Гавардашвили плодотворно трудится на педагогическом поприще. Под его руководством защищены 4 кандидатские диссертации, он руководил также немецкими и китайскими магистрантами, которые успешно защитили соответствующие магистерские труды, в настоящее время он руководитель 3-х грузинских докторантов. Он полный профессор в Грузинском техническом университете и читает лекции студентам и докторантам по специальности "Мелиорация" на строительном факультете. При поддержке ректора Грузинского технического университета профессора Арчила Прангишвили и под руководством проф. Гиви Гавардашвили и ассоциированного профессора Зураба Лобжанидзе группа ученых (проф. В. Тевзадзе, проф. И. Иорданишвили, академические доктора: Г. Чахая, Ш. Купреишвили, В. Шургая, Р. Диаконидзе, И. Иремашвили, Л. Цулукидзе, Д. Кахадзе и др.) были составлены программы профессионального обучения, бакалавриата, магистратуры и докторантуры, которые успешно прошли государственную аккредитацию и с 2012 года впервые в истории Грузинского технического университета подготавливаются кадры этого профиля. Профессора А.И. Прангишвили, Г.В. Гавардашвили и академический доктор Дж. Кахадзе одни из первых организовали и активно поддержали в селе Диди Джихаиши Самтредского района восстановление Центра профессионального обучения им. Нико Николадзе, что является ещё одним деянием для потомства нашей страны в деле обучения профессиональных кадров в отрасли сельского хозяйства.

Г.В. Гавардашвили с 2005 года главный редактор научного журнала Института водного

хозяйства Грузии, член редакционной коллегии научного журнала "Экологические системы и приборы", издаваемого в России, член редакционной коллегии научных журналов Ереванского университета архитектуры и строительства и Ченстоховского технологического университета Польши, что является признанием его авторитета, как ученого.

Он член Государственной комиссии по оценке выжженных лесов и почвы в результате военных действий в августе 2008 года, руководитель и основной исполнитель многочисленных грантов, проектов, которые финансировали международные организации (UNESCO, NATO, EU, SDC, ASCE, UN FAO, FB) по проблемам водных ресурсов, энергобезопасности, мелиорации и охраны окружающей среды, также руководитель и основной исполнитель проекта, содействующего бизнесу, председатель, сопредседатель и член организационных комитетов Международных конгрессов, симпозиумов и конференций, в том числе член организационного комитета первой Всемирной конференции "Vulnerability, Uncertainty and Risk", проведенной 11-13 апреля 2011 года в США на базе Мэрилендского университета, и основной докладчик, зафиксированный как первый докладчик среди исследователей по проблемам селевых потоков из стран Южного Кавказа на 5-ой Всемирной конференции "Debris-Flow Hazards, Mitigation, Mechanics, Prediction and Assessment", проведенной 14-17 июня 2011 года в Италии, в Университете г. Падуа.

Профессор Г. Гавардашвили активно участвует в таких проектах по охране природы страны, как: эксперт по эрозии нефтепровода Баку-Тбилиси-Супса и проектировщик более 200 сооружений по охране окружающей среды; эксперт по защите окружающей среды коридоров Шах-Денизского газопровода и нефтепровода Баку-Тбилиси-Джейхан; по благословлению Святейшего и Блаженнейшего Католикоса-Патриарха всея Грузии Илии II главный инженер проекта по защите окружающей среды Млетской церкви св. Георгия, Шио-Мгвимского мужского монастыря (при поддержке архимандрита отца Михаила) и церкви Успения Пресвятой Богоро-

дицы в Тимотесубани; научный консультант проекта дренажной системы Светицховели и берегоукрепления близ мужского монастыря Вознесения в селе Цхваричамаи, эксперт по защите окружающей среды женского монастыря св. царицы Тамары в селе Шиндиси и т.д. Он также руководитель проектов реабилитации дороги в г. Сигнахи, противоэрозионных мероприятий горного склона в Тушетии, на территории, прилегающей к селу Джварбосели, проекта противоэрозионных фитомелиоративных мероприятий горного склона в транспортном коридоре ТРАСЕКА и т.д. Под его руководством было осуществлено более 20-ти проектов по защите окружающей среды в Узбекистане, Израиле и в других странах СНГ. Он был руководителем многих экспертных комиссий и экспертом проектов, в том числе: эксперт по защите окружающей среды проекта последнего участка Агаиани-Игоети-Свенети-Руиси скоростной автострады Тбилиси-Леселидзе и малых ГЭС рек Стори, Мисакциели, Кахарети и др.

Гиви Гавардашвили наряду с научно-практическим, экспертным и педагогическим опытом довольно на высоком уровне овладел практикой в области менеджмента. За время руководства институтом он подписал меморандумы о сотрудничестве: с Гессенским университетом (Германия), Центральным университетом г. Ухань (Китай), Ереванским государственным университетом архитектуры и строительства (Армения), Бакинским государственным университетом (Азербайджан), Институтом энергетики и водных проблем АН Киргизии, Институтом водных проблем и сельского хозяйства университета БОКУ (Австрия), Московским государственным университетом (МГУ) им. М.В. Ломоносова (Россия), Вроцлавским университетом защиты окружающей среды и наук, изучающих жизнь (Польша), Мэрилендским университетом (США), Швейцарским агентством развития и сотрудничества (SDC) и т.д.

Под руководством Г. Гавардашвили и при поддержке правительства в сентябре 2009 года под эгидой ЮНЕСКО был проведен Международный симпозиум "Наводнения и современные проблемы борьбы с ними", посвященный

80-летнему юбилею со дня основания Института водного хозяйства Грузии. В работе симпозиума приняли участие научные специалисты из 22 стран мира. Научный уровень симпозиума высоко оценен ЮНЕСКО, что отмечено в резолюции, принятой на симпозиуме, которая становится руководящим документом для стран-членов ЮНЕСКО.

Результат самоотверженного труда налицо: при соучастии и под руководством Г. Гавардашвили коллектив Института водного хозяйства Грузии, исполнитель многих научных исследований, проектов на базе крупнейшей гидротехнической лаборатории в Закавказье был награжден швейцарским дипломом "**Century International Quality Era Award**". Американский биографический институт (АБИ) в 2009 году наградил институт золотой медалью, Национальная академия наук Грузии два раза в 2008 г. и в 2009 г. наградила дипломами как лучшую научно-исследовательскую организацию страны в области сельского хозяйства (водное хозяйство и мелиорация).

23 сентября 2012 года ректор Ченстоховского политехнического университета Мария Новицкая-Сковрон наградила директора института Гиви Гавардашвили серебряной медалью и дипломом за участие в развитии польской и грузинской науки во время визита в Польшу, в 2013 г. награжден орденом почета, что является признанием научной деятельности всего коллектива института.

На высокий научный потенциал дирекции института, научных сотрудников и молодых кадров указывает и тот факт, что с начала существования системы грантов в стране (2006 г.) до сегодняшнего дня коллектив института получил финансирование 21 проектов из Национального научного фонда им. Ш. Руставели, из них 6 грантов – президентских для молодых ученых, и один грант для участия в конференции. 2 гранта международного значения, один из них был профинансирован Национальной академией наук США, второй Евросоюзом (FP – 7).

С целью повышения квалификации и для чтения лекций Г. Гавардашвили побывал в следующих странах: в Израиле (1998, 2004-2005, 2007), США (1999, 2009, 2011), Германии (2006, 2008, 2009); Китае (2007), Польше (2009, 2010, 2011), Италии (2011), Австрии (2009). Кипре (2010) и в разных странах СНГ. 4 июля 2009 года Г. Гавардашвили выступил с докладом в г. Брюсселе (Бельгия) на штаб-квартире НАТО по проекту "Risk-Based Security Analysis of the Hydraulic Systems in the River Network in South Caucasus Regions (Armenia, Azerbaijan, Georgia)", который был высоко оценен экспертами, а в октябре 2010 года под эгидой еврогранта "UP-GRADE, BS-SZENE" на рабочей встрече в г. Бухаресте (Румыния), что стало основанием для дальнейшего финансирования проекта.

Кроме научной активности, особенно примечательно стратегическое видение Г. Гавардашвили как директора. Результатом его самоотверженного труда является функционирование института и уникальной гидротехнической лаборатории в настоящее время, в то время как в последние годы угрожала опасность потери здания и лаборатории для института.

С 55-летним юбилеем Гиви Гавардашвили поздравили профессора университетов и институтов 26 стран, в том числе Грузии, США, Англии, Италии, Бразилии, Болгарии, Израиля, Чехии, Китая, Азербайджана, Армении, Германии, Украины, Австрии, Греции, Тайваня, России, Киргизии, Ирана, Канады, Турции, Румынии, Польши, Японии, Ирландии и Голландии.

Администрация института, сотрудники и ученый совет и члены редакционной коллегии научного сборника горячо поздравляют директора, действительного члена Инженерной академии, доктора технических наук, полного профессора Грузинского технического университета Гиви Гавардашвили с 55-летием и желают продолжительной, такой же многосторонней плодотворной деятельности на благо института и всей страны.

**Ученый совет Института водного хозяйства  
Грузинского технического университета,  
члены редакционной коллегии научного сборника**



**აჭარის შავი ზღვის სანაპირო ზოლის თანამედროვე პრობლემები  
მდინარე ჭოროხის ნატანის ჩამონადენის შემცირებასთან დაკავშირებით**

**მ. ალავერდაშვილი, დ. კიკნაძე, ნ. კოკაია, ნ. ხუფენია, ნ. ცინცაძე**  
**Email: merab.alaverdashvili@tsu.ge**

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. №1, 0128, ქ. თბილისი, საქართველო

**შესავალი**

უკვე ათეული წლებია, რაც საქართველოს ფარგლებში შავი ზღვის სანაპირო ზოლი (315 კმ) უკანდახვევის პრობლემების წინაშე დგას. აღნიშნული პრობლემა კი, როგორც ვიცით, დაკავშირებულია მდინარეთა მიერ ზღვაში შეტანილი ნატანის რაოდენობრივ მახასიათებელზე, რომელიც სულ უფრო და უფრო კლებულობს ადამიანის საქმიანობის ზემოქმედების შედეგად, რაც ძირითადად გამოიხატება მდინარეთა ხეობებში ნატანი მასალის მოხმარებისათვის კარიერების სიუხვითა და მდინარეებზე პიდროტექნიკური ნაგებობების – ჰესების მშენებლობით. ამ მიმართულებით განსაკუთრებით დიდი პრობლემის წინაშე დგას აფხაზეთისა და აჭარის სანაპიროები. ამჟამად აფხაზეთის ტერიტორიაზე არსებული მდინარეები ეკოლოგიური კატასტროფის ზღვარზეა, რაც დაკავშირებულია ისედაც

დიდი პრობლემების წინაშე მდგარი სანაპირო ზოლის გაღარიბებასთან მდინარეთა ნატანი მასალით, რომელიც პირდაპირ კავშირშია სოჭში დაგეგმილი 2014 წლის ზამთრის ოლიმპიური თამაშების ინფრასტრუქტურის მშენებლობისათვის მდინარეთა ხეობებიდან ინერტული მასალის ინტენსიურ გატანასთან. კერძოდ, აფხაზეთიდან ქვიშა-ხრეში ძირითადად გაედინება ორი ადგილიდან – „კოდორი-1“ და „კოდორი-2“-დან, საიდანაც სოჭის მიმართულებით ნატანი მასალა გააქვს კომპანია „იუჟნია ნაროდნია“-ს, რომელსაც 2008 წლიდან მოყოლებული 11.3 მლნ. ტონამდე (9 მლნ მ<sup>3</sup>) აქვს გადატანილი. რაც შეეხება აჭარის სანაპიროებს, სულ მალე დიდი კატასტროფის წინაშე დავდგებით მდინარეებზე – ჭოროხსა და აჭარისწყალზე მშენებარე ჰესების შედეგებით.

**ძირითადი ნაწილი**

ცნობილია, რომ ნატანი მასალის ფორმირება, ასევე ნაშალი მასალის რაოდენობა, რომელიც გროვდება ხეობაში და შესართავ რაიონებში, დამოკიდებულია მდინარეთა აუზების ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების რთულ კომპლექსთან. დედამიწის ზედაპირზე მიმდინარე წყალი სიმძიმის ძალის ზემოქმედებით განუწყვეტლივ ასრულებს მუშაობას, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია წყლის მასის მოცულობასა და განსახილველი უბნის დახრილობის სიდი-

დეზე, რაც განსაზღვრავს მდინარის ენერჯის სიდიდეს. ნატანი მასალის ფორმირებაში კი არსებითი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო მდინარის ენერჯიას, არამედ აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებსაც, რადგან წყალი კალაპოტისა და ხეობის გადარეცხვის გარდა აწარმოებს ზემოქმედებას მდინარის აუზის ზედაპირზეც, სადაც გხვდება მცენარეული საფარის სხვადასხვა ხარისხი, გამოფიტვის პროდუქტები და სხვა ამგები ქანები.

სწორედ ამ მიმართულებით განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს მდ. ჭოროხის ნატანის ჩამონადენის ცოდნა თანამედროვე პრობლემებთან დაკავშირებით, რაც გამოიხატება მის აუზში ჰესების აშენების შედეგად გამოწვეული პრობლემებით.

მდინარე ჭოროხზე, თურქეთის ტერიტორიაზე, შენდება ჰესების 16 კასკადი, რომელთა შორის დემირელის კაშხალი ყველაზე დიდია, რომლის მოცულობა 680 მლნ. მ<sup>3</sup>-მდეა. მდინარის სიგრძის 428 კმ-დან საქართველოს ტერიტორიაზე 26 კმ-ია, სადაც ახლა შენდება სამი ჰესი. ამ პრობლემას დამატება ისიც, რომ მდინარე აჭარისწყალზე შენდება ოთხი ჰესი. ჰესების მშენებლობა კი დაკავშირებულია წყალსაცავების შექმნასთან, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მდინარეთა მიერ ნატანის ჩამონადენის რაოდენობრივ მახასიათებელს.

აჭარას, წლეულს გაზაფხულზე, შტორმმა საკმაოდ დიდი ზარალი მიაყენა, ზღვის შემოტევამ 24 მარტს განსაკუთრებით დაზარალა ბათუმი. მიუხედავად იმისა, რომ ადგილობრივ მთავრობას სანაპიროს გამაგრებისათვის ინერტული მასალა ხელოვნურად მუდმივად შეაქვს, ეს პრობლემას მაინც ვერ ხსნის. მცირე შტორმის დროსაც კი ზღვა ხმელეთზე ისევ იჭრება და სანაპიროს რეცხავს. პრობლემა განსაკუთრებით ქობულეთშია, სადაც მყარი ინერტული მასალის სანაპიროზე ჩაყრა ისეთი ინტენსივობით არ ხდება, როგორც ბათუმში.

წლების განმავლობაში სერიოზული პრობლემა იყო ადლიის სანაპიროზე, სადაც 500 მ-მდე ხმელეთის ნაწილი ზღვამ წაიღო, რაც ჯერჯერობით შეჩერდა სერიოზული ნაპირგამაგრებითი სამუშაოებით და ჭოროხის დელტიდან მყარი ნატანის სარისკო უბნებზე ჩაყრით. მაგრამ ერთჯერადად ან თუნდაც 2-3 წელიწადში ერთხელ ნატანის ჩაყრა პრობლემას ვერ მოაგვარებს. იმისათვის, რომ ეს პრობლემა მოგვარდეს, მეორე ვარიანტია ზღვაში მყარი კონსტრუქციების გაკეთება, რაც ძალიან ძვირადღირებული პროექტია და ვერ გეტყვით როგორ მოაგვარებს ამას მთავრობა, ეს კი სასწრა-

ფო და აუცილებელია იმის გამო, რომ 2015 წლისათვის თურქეთის ტერიტორიაზე დაგეგმილი უკვე ყველა ჰესის ამუშავების შემდეგ და საქართველოს ტერიტორიაზე მდინარეებზე – ჭოროხსა და აჭარისწყალზე 2018 წლისათვის შვიდი ჰესის ექსპლუატაციაში შესვლის შემდეგ მდ. ჭოროხის საშუალებით შავ ზღვაში ნატანის მოცულობა მინიმუმამდე შემცირდება. კერძოდ:

ცნობილია, რომ მდინარე ჭოროხის მიერ შავ ზღვაში ჩატანილი ნატანის რაოდენობა სხვადასხვა მეცნიერთა მონაცემების მიხედვით საშუალოდ 11.2 მლნ ტონაა წლიურად. აღნიშნული 16 ჰესის ექსპლუატაციაში შესვლის შემდეგ, მდინარე ზღვაში შეიტანს მხოლოდ 600 ათას ტ-ს წლიურად, საიდანაც 400 ათასი ტ. აჭარისწყალზე მოდის, ხოლო აჭარისწყალზე მშენებარე ჰესების დამთავრების შემდეგ, მისი წილი (400 ათ. ტ/წ) მდ. ჭოროხის ნატანის აღნიშნულ რაოდენობაზე (600 ათ.ტ/წ) მინიმუმამდე დავა, რომელსაც დამატება მდინარე ჭოროხზე (ჩვენს ტერიტორიაზე) სამი ჰესის მიერ შექმნილი დეფიციტი და შედეგად მივიღებთ ჭოროხის ნატანის ჩამონადენის 10%-ზე (100 ათ.ტ/წ) უფრო ნაკლებს.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, საქართველოს ტერიტორიაზე შექმნილი შვიდი წყალსაცავი, რომლებიც მდინარეებზე ჭოროხსა და აჭარისწყალზე ჰესების ასამუშავებლად იქნება საჭირო, მნიშვნელოვნად შეცვლის კლიმატს აჭარაში. მდ. აჭარისწყალზე შექმნილი წყალსაცავებიდან აორთქლებული წყლის მოცულობა მდ. ჭოროხის წყალსაცავებიდან აორთქლებული წყლის რეჟიმის ანალოგიური იქნება, ტენის ეს დამატებითი რაოდენობა კი კიდევ უფრო დაამძიმებს ჭოროხის დელტის კლიმატს. მდ. აჭარისწყალზე წყალსაცავების მოქმედებით კი, ჭოროხის ქვემო ნაწილში ტენის ამართქლებელი ზედაპირი, ანუ სარკის ფართობი, გაიზრდება 44 კმ<sup>2</sup>-ით და მისგან ატმოსფეროში ასული ტენის მოცულობა 40 მლნ მ<sup>3</sup>-ს მიაღწევს, ამ ყველაფერს კიდევ ერთი ფაქტორი – ფილტრაციის ფაქტორი დაემატება. წყალსაცავები

ზრდიან ფილტრაციას, რის გამოც მატულობს გრუნტის წყლების დგომის სიმაღლე და რაოდენობა, რაც გამოიწვევს გზად შესვედრილი მაღალსართულიანი ბინების ფუნდამენტის გამორეცხვას, წყლის დაგუბებას და რა თქმა უნდა ისედაც დამეწერილი აჭარის ტერიტორიაზე მეწერილი მოვლენების საგრძნობ გაზრდას.

ენერგეტიკის განვითარების ფონდის მიერ ტენდერი გამოცხადდა მდ. მაჭახელაზე, სადაც დაგეგმილია ორი ჰესი, ჯამურად 42 მგვტ ენერჯის გამოშუშავებით. ამ წყალსაცავების დამატებით კი, კიდევ უფრო გაიზრდება აჭარის ტერიტორიის კატასტროფული მოვლენები.

### დასკვნა და რეკომენდაცია

საბოლოოდ, რეკომენდაციის სახით შეიძლება დავასკვნათ, რომ სანაპირო ზოლის შენარჩუნებისათვის, სარისკო უბნებზე ნატანი მასალის ხელოვნურად ჩაყრასთან ერთად, აუცილებელია სანაპირო ზოლთან

ახლოს მოხდეს მყარი კონსტრუქციების გაკეთება, რაც საგრძნობლად შეამცირებს დელტის დროს ტალღების ზეგავლენას ნაპირზე.

### ლიტერატურა

1. **ალავერდაშვილი მ.** Условия формирования и методика расчёта стока наносов рек западной Грузии. /Диссертация на соискание учёной степени кандидата географических наук. Тбилиси, 1989 г.
2. Ежегодные данные о режиме и ресурсах

- поверхностных вод суши. Том VI, Грузинская ССР, Обнинск. ВНИИГМИ, МСД, 1988 г.
3. **Хмаладзе Г.** Выносы наносов реками черноморского побережья Кавказа. Гидрометеоздат, Ленинград, 1978 г.

**ОЦЕНКА ПРИХОДНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА  
И РАДИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БАСЕЙНА Р. ЧУ  
УРАН-ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ**

**Буркитбаев М.М.,<sup>1)</sup> Маматканов Д.М.,<sup>2)</sup> Тузова Т.В.,<sup>2)</sup> Уралбеков Б.М.<sup>1)</sup>**

**Email: *tv\_tuzova@mail.ru***

<sup>1)</sup> Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби  
г. Алматы, Казахстан

<sup>2)</sup> Институт водных проблем и гидроэнергетики  
Национальной Академии Наук Кыргызской Республики  
г. Бишкек, Кыргызстан

**ВВЕДЕНИЕ**

Река Чу образуется при слиянии рек Караходжур и Кочкор, берущих начало в высокогорных частях Тянь-Шаня (Кыргызская Республика). Вдоль ее русла походит граница с Казахстаном. Это трансграничная водная артерия общей протяженностью 1100 км с площадью бассейна

148 тыс. км<sup>2</sup> [1, 2]. Нами сделана оценка основных приходных составляющих водного баланса и радиологического состояния этой реки с использованием накопленных за полстолетие уран-изотопных данных.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Изотопный состав урана в водах бассейна р. Чу изучался ранее учеными Кыргызской Республики с целью проверки гипотезы о впадении в прошлом реки в оз. Иссык-куль [3], уточнения элементов водного баланса в зоне формирования стока бассейна [4-6], трассирования и картирования подземных потоков в Чуйской впадине [7-9]. С 2008 г. изучение радионуклидного состава в объектах окружающей среды р. Чу проводилось в рамках проекта МНТЦ К-1474 "Влияние природных залежей урана и технологических работ по его добыче и переработке на состояние окружающей среды на приграничных участках долины реки Шу Южного Казахстана и сопредельного Кыргызстана (2008-2012)" [10, 11]. Места уран-изотопного опробования в 2009-2011 гг. приведены на рисунке.

Ниже проведен обобщенный анализ имеющихся уран-изотопных данных в водах бассейна и показана возможность использования соотно-

шения четных изотопов урана  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  для оценки доли стока поверхностных и подземных притоков в реку Чу на разных участках исследования.

Отношение четных изотопов урана в водах определялось после радиохимической подготовки, которая включала концентрирование урана из 1 л воды на гидроокиси железа, очистку от мешающих излучателей экстракцией трибутилфосфатом и электроосаждение на стальной диск. Альфа-спектрометрические измерения велись на 8-камерном альфа-спектрометре фирмы "Canberra" (Alpha Analyst, Canberra 7404) с программным обеспечением "Genie-2000" для обработки результатов [10,11]. Оценка стока на разных участках бассейна проводилась по данным соотношения  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  и общего содержания урана в сливающихся потоках с помощью уравнений изотопного разбавления [4-6, 9]. Полученные данные приведены в таблице.

Таблица 1

Изотопы урана в водах бассейна р. Чу

Место отбора	Широта			Долгота			Дата отбора	<sup>238</sup> U, Бк/л	<sup>234</sup> U, Бк/л	<sup>235</sup> U, Бк/л	U, мкг/л	
	°	'	"	°	'	"						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
р. Чон-Кемин, устье	42	41	27,2	75	53	42,5	08.07.11	0,049±0,006	0,065±0,006	0,004±0,002	1,32±0,02	4,0±0,4
р. Чу перед впадением р. Чон-Кемин	42	39	22,9	75	53	06,2	08.07.11	0,114±0,009	0,178±0,011	0,006±0,004	1,56±0,02	9,3±0,8
р. Чу после впадения р. Чон-Кемин	42	44	46,9	75	49	34,3	08.07.11	0,093±0,006	0,141±0,007	0,005±0,003	1,52±0,01	7,5±0,5
р. Чу перед вост. БЧК	42	49	43,9	75	33	10,9	08.07.11	0,094±0,008	0,142±0,009	0,006±0,004	1,51±0,02	7,6±0,6
Начало выклинивания вод р. Чу южн. г. Токмок	42	51	27,9	75	17	52,9	08.07.11	0,099±0,005	0,150±0,006	0,005±0,002	1,50±0,01	8,0±0,4
Красная речка перед впадением в р. Чу	42	51	18,4	75	15	06,3	08.07.11	0,103±0,006	0,156±0,007	0,007±0,003	1,51±0,01	8,4±0,5
Среднее для р. Чу на участке							08.07.11	0,097±0,004	0,147±0,005	0,006±0,001	1,51±0,008	7,9±0,3
Подземные воды участка по [5, 6]											2,0±0,01	10±1
р. Чу южнее г. Токмак	42	50	53,4	75	20	36,6	02.07.09	0,114±0,013	0,178±0,020	0,006±0,003	1,56±0,03	9,2±1,0
р. Чу, п. Аукаггы	42	51	09,5	75	13	39,9	02.07.09	0,114±0,014	0,167±0,020	0,006±0,003	1,47±0,03	9,2±1,1
р. Чу, п. Карасу	42	55	06,0	75	02	32,8	02.07.09	0,119±0,014	0,189±0,022	0,009±0,003	1,59±0,03	9,6±1,1
Среднее для р. Чу на участке							02.07.09	0,116±0,010	0,178±0,015	0,007±0,002	1,53±0,02	9,3±0,7
р. Чу у п. Кен-Булуны	42	52	48,0	75	09	28,6	08.07.11	0,099±0,006	0,145±0,007	0,006±0,003	1,45±0,01	8,0±0,5
р. Чу перед устьем р. Норус	42	58	12,9	74	54	18,3	08.07.11	0,145±0,010	0,201±0,010	0,007±0,004	1,39±0,02	11,8±0,8
Норусский подземный поток по [5, 6]											1,11±0,01	15±1
р. Чу южнее с. Миллянфан	42	59	66,6	74	47	15,2	08.07.11	0,168±0,008	0,228±0,009	0,011±0,004	1,33±0,02	13,6±0,7
р. Чу южнее с. Миллянфан	42	59	59,6	74	47	13,3	02.07.09	0,181±0,022	0,241±0,029	0,012±0,004	1,33±0,05	14,5±1,8

**ОЦЕНКА ПРИХОДНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА И РАДИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БАССЕЙНА Р. ЧУ УРАН-ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ**

**Таблица 1 (продолжение)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Среднее для р. Чу за 2009-2011 гг.								0,175±0,007	0,235±0,008	0,011±0,003	1,33±0,01	14,0±0,6
р. Чу, г. Кордай	43	03	44,4	74	38	19,8	02.07.09	0,218±0,027	0,286±0,034	0,014±0,005	1,31±0,05	17,5±2,2
р. Чу, с. Касык	43	06	49,6	74	35	14,4	02.07.09	0,238±0,050	0,290±0,059	0,014±0,013	1,22±0,09	19,1±4,0
р. Чу, п. Карау	42	55	04,3	75	02	33,1	02.07.09	0,182±0,017	0,257±0,019	0,013±0,008	1,41±0,03	14,6±2,3
Среднее для р. Чу на участке											1,32±0,03	16±1
р. Чу, перед п. Камышановка	43	44	27,6	73	46	21,8	08.07.11	0,349±0,018	0,477±0,020	0,021±0,008	1,37±0,02	28,3±1,4
р. Чу, п. Камышановка	43	13	24,2	74	15	01,2	01.07.09	0,542±0,033	0,645±0,033	0,029±0,014	1,19±0,05	43,6±6,6
р. Чу перед Тасоткельским вдхр.	43	20	00,2	74	05	30,2	07.07.11	0,262±0,16	0,334±0,017	0,015±0,07	1,28±0,03	21,2±1,2
Шурф в п. Камышановка	43	13	38,4	74	14	25,8	01.07.09	0,820±0,022	0,930±0,022	0,086±0,010	1,13±0,03	65,9±7,6
Тасоткельское вдхр.	43	21	18,0	74	04	45,2	07.07.11	0,192±0,010	0,246±0,010	0,010±0,004	1,28±0,03	15,6±0,8
Плотина Тасоткельского вдхр.	43	23	32,0	73	55	42,7	07.07.11	0,236±0,014	0,305±0,015	0,015±0,006	1,30±0,03	19,1±1,1
Канал после Тасоткельского вдхр.	43	24	25,4	73	52	29,2	07.07.11	0,236±0,012	0,309±0,013	0,019±0,006	1,31±0,03	19,1±1,0
р. Чу, после Тасоткельского вдхр.	43	23	32,6	73	51	47,0	07.07.11	0,249±0,017	0,314±0,018	0,013±0,007	1,30±0,03	20,2±1,4
р. Чу, с. Новый Путь	43	30	39,3	73	49	11,8	07.07.11	0,247±0,014	0,319±0,015	0,016±0,006	1,29±0,03	20,0±1,1
р. Чу							08.07.11	0,326±0,021	0,427±0,022	0,021±0,009	1,30±0,02	26,4±1,7
Среднее в поверхностных водах участка											1,29±0,01	20±1
Артезианская скважина, п. Кенес							08.07.11	1,037±0,048	1,415±0,052	0,052±0,021	1,36±0,02	84,0±3,8
р. Чу перед впадением р. Курагатты	43	56	21,4	73	32	55,0	08.07.11	0,488±0,032	0,678±0,035	0,032±0,014	1,39±0,03	39,5±2,6
р. Курагатты	43	56	30,4	73	32	54,5	08.07.11	0,277±0,047	0,395±0,052	0,012±0,020	1,40±0,04	22,4±3,8
р. Чу, после впадения Курагатты	43	56	29,0	73	32	41,7	08.07.11	0,467±0,022	0,532±0,022	0,073±0,011	1,14±0,03	37,8±1,8

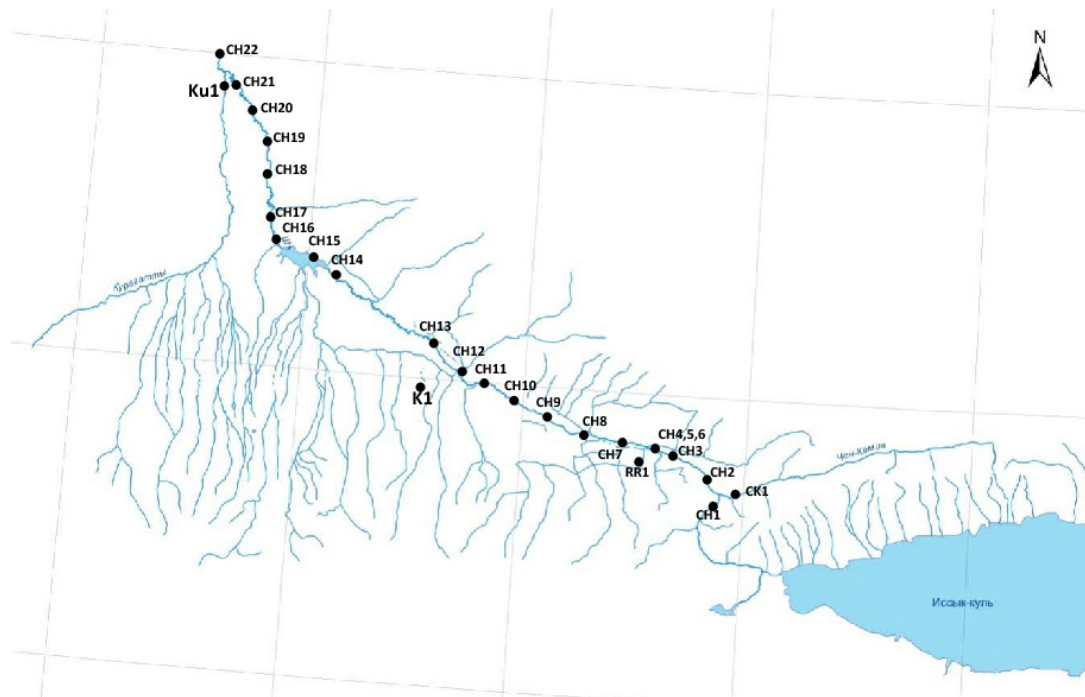


Рис. 1. Схема отбора проб в бассейне р.Чу

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам анализа проб воды, отобранных в июле 2011 г. отношение изотопов  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  и общее содержание урана в водах верхней части бассейна р.Чу после впадения р. Чон-Кемин до выклинивания подруслового потока в районе г. Токмок остается постоянным в пределах погрешностей измерений, что не противоречит данным [3-11] и заметно отличается от тех же параметров в водах р. Чон-Кемин. Это позволило оценить долю стока последней на этом участке бассейна р. Чу, которая оказалась равной  $(30\pm 5)\%$ , что соответствует и гидрологическим данным [2], и полученными нами ранее данным по изотопам урана [4-6].

На участке от г. Токмок до п. Карасу в водах р. Чу несколько повышается и общее содержание урана и избыток  $^{234}\text{U}$ . Это, очевидно, связано с притоком подземных вод со стороны конусов выноса восточных рек Кыргызского хребта, характеризующихся средним изотопным соотношением ( $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ) равном 2 и общим содержанием урана не менее  $1,10^{-5}$  г/л [6, 7], т.е. оцененная доля подземных вод в питании поверхностных вод р. Чу на этом участке не превышает 20%.

Далее ниже по течению р. Чу на участке от

Красной до Черной речки избыток  $^{234}\text{U}$  в поверхностных водах заметно понижается (от 1,54 до 1,33 при погрешности измерений около 1%), а общее содержание урана в них повышается (от 9 до  $16 \cdot 10^{-6}$  г/л при погрешности не более 7%). Столь резкое изменение изотопного соотношения на данном участке скорее всего связано как с притоком подземных вод центральной части конусов выноса Кыргызского хребта с пониженным избытком  $^{234}\text{U}$  (не более 10%) и повышенным содержанием урана ( $1,5 \cdot 10^{-5}$  г/л) [7, 8], так и с приносом техногенного урана из Черной речки. Доля притока подземных вод по изотопному составу урана составляет на этом участке  $(30\pm 15)\%$ .

В нижнем течении р. Чу общее содержание урана в ее водах увеличивается до концентраций выше значения рекомендованного ВОЗ, равного  $15 \cdot 10^{-6}$  г/л. Это может быть связано с выклиниванием в районе Тасоткельского водохранилища подземных вод, обогащенных ураном до опасных уровней ( $10^{-4}$ – $10^{-5}$  г/л). Доля последних в питании поверхностных вод может достигать от 30 до 60%, что требует организации непрерывного контроля качества питьевых вод в этом районе Чуйского бассейна.

## ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе имеющихся к настоящему времени данных по соотношению четных изотопов урана в поверхностных и подземных водах бассейна р. Чу установлено:

- доля поверхностного стока при впадении р. Чон-Кемин в р. Чу составляет  $30 \pm 5\%$ ;
- на участках отсутствия заметного притока подземных вод (г. Чон-Кемин – г. Токмак; с. Кен-Булуь – с. Карасу; р-н Тасоткельского водохранилища) соотношение четных изотопов урана  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  остается постоянным по меньшей мере в течении десятилетий;
- вдоль по течению реки происходит обогаще-

ние поверхностных вод ураном за счет вклада подземных вод;

- доля подземной составляющей с южных склонов Кыргызского хр. на участке от г. Токмак до г. Кордай в питании р. Чу не более 50%, а в районе Тасоткельского водохранилища за счет выклинивания обогащенных ураном вод – не менее 30%;
- наличие урановой аномалии в районе п. Курагатты требует постановки непрерывных наблюдений за содержанием урана в питьевых водах этого участка.

*Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РК в рамках проекта «Оценка радионуклидного загрязнения окружающей среды в местах добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания» (№ госрегистрации 0112РК02582).*

## Л и т е р а т у р а

1. Гидрогеология СССР. Южный Казахстан /Под ред. Сидоренко, А.В. Том XXXVI. М.: Недра, 1970. 473 стр.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 14, Средняя Азия, вып 2. Бассейны озера Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим. М.: Гидрометеиздат, 1973, 353 стр.
3. **Чалов П.И., Тузова Т.В., Мусин Я.А.** Отношение  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  в природных водах и его использование в ядерной геохронологии //Известия АН СССР, серия геофизическая, №10, 1964, стр. 1552-1561.
4. **Чалов П.И., Тузова Т.В., Меркулова К.И.** Неравновесный уран как количественный индикатор при изучении формирования стока рек //Водные ресурсы, №4, 1983, стр.105-111.
5. **Чалов П.И., Тузова Т.В., Иманкулов Б., Филин К.С.** Изучение перераспределения стока Кочкорского артезианского бассейна с помощью неравновесного урана //Известия АН Киргизской ССР, Науки о Земле, №3, 1989, стр. 52-56.
6. **Чалов П.И., Тузова Т.В.** Уран-изотопный метод изучения распределения стока речных бассейнов //Мелиорация и водное хозяйство, М.: Агропромиздат, № 2, 1990, стр. 44-46.
7. **Чалов П.И., Тузова Т.В., Тихонов А.И.** Ураново-изотопный метод получения моделей формирования и циркуляции подземных вод //Исследование природных вод изотопными методами. М.: Наука, 1981, стр. 181-188.
8. **Чалов П.И., Тузова Т.В., Тихонов А.И.** Проверка реальности исходных предпосылок использования неравновесного урана для решения гидрогеологических задач. //Доклады АН СССР, т.242, № 6, 1978, стр. 1296-1298. Bishkek: Ilim, 2006, pp.102-107.
9. **Tuzova, T.V.** Investigations of waters of the Issyk-Kul Basin with use of uranium isotopic method //Study of the Issyk-Kul lake hydrodynamics with the use of isotopic methods, Part II, Bishkek: Ilim, 2006, pp.102-107.
10. **Uralbekov B., B. Smodis and M. Burkitbayev.** Uranium in natural waters sampled within former uranium mining sites in Kazakhstan and Kyrgyzstan. //Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 289, Number 3, 2011, pp. 805-810.
11. **Burkitbayev, M., Uralbekov, B., Nazarkulova, S., Matveyev, I. and L León Vintró.** Uranium series radionuclide in surface waters from the Shu River (Kazakhstan). //Journal of Environmental Monitoring, Vol. 14, Issue 4, pp.1190-1995.



მდინარის ძირითადი მახასიათებლების ბანსაზღვრა

იულონ გაბრიჩიძე, ზურაბ გედენიძე

Email: z.gedenidze@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
მ. კოსტავას ქ. №77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

მდინარეში წყლის სიღრმეების, დინების სინქარების, თხევადი და მყარი ჩამონადენების განსაზღვრა ჩვეულებრივ ტარდება ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის სადგურებსა და საგუშაგოებზე, რომლებიც მათი მთავარი დანიშნულებით, კლასიფიცირდება სახეებად და თანრიგებად. უბნები ჰიდრომეტეოროლოგიური პუნქტების განსათავსებლად შეირჩევა გარკვეული მოთხოვნების დაცვით [1, 2], რომელთა საშუალებით მიღებული ცნობები მუდმივად მიეწოდება დაინტერესებულ ორგანიზაციებს. ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურიდან მიღებული ცნობების გარეშე დღეს წარმოდგენილია წყალთან დაკავშირებული ნებისმიერი საინჟინრო ნაგებობების და დაპროექტება, მშენებლობა და უსაფრთხო ექსპლუატაცია. მდინარის წყლის მახასიათებლები დროში განუწყვეტლივ ცვალებადობას, რომელსაც შემთხვევითი ხასიათი აქვს, ამიტომ მათი

ჰიდროლოგიური რეჟიმების სარწმუნო შეფასებისათვის საჭიროა გექონდეს ნაგებობის კლასის შესაბამისი უტყუარი და საკმარისი ნატურალური დაკვირვების რიგი.

წყალსაზომი ხელსაწყოები თავისი დანიშნულების მიხედვით შეიძლება პირობით დაიყოს მარტივ, გადამცემ, თვითნაწერ (უწყვეტ) და დისტანციურ ტიპებად, რომელთა კონსტრუქცია მრავალფეროვანია [3]. ჰიდრომეტრიულ პრაქტიკაში ჩამოყალიბდა მდინარეთა წყლის დონეების, სინქარებისა და ხარჯების განსაზღვრისათვის უპირატესი გაზომვის ხელსაწყოები და მეთოდები. ფიქსირებული ადგილობრივი პირობების შემთხვევაში მდინარის მახასიათებლები წარმოადგენს მდინარეში წყლის დონის (სიღრმის) ფუნქციას, რომელსაც გაზომვით მიღებული შედეგების დაშუაებაში საბაზო მნიშვნელობა ენიჭება.

ძირითადი ნაწილი

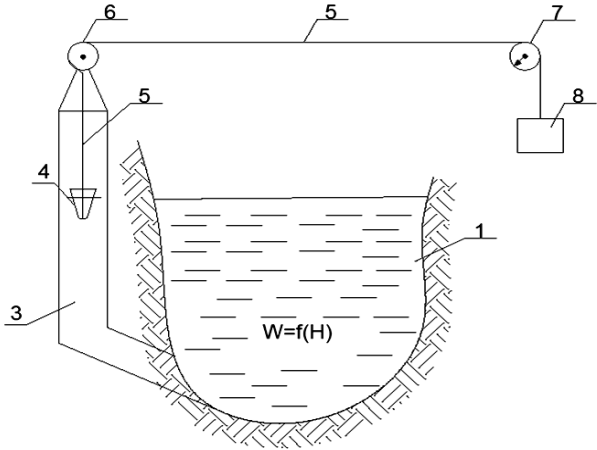
ნაშრომში მოცემულია გარკვეული ცვლილებები მდინარეთა ძირითადი მახასიათებლების (სიღრმე, სინქარე, ხარჯი) განსაზღვრის მეთოდოლოგიის და გამზომი ხელსაწყოების კონსტრუქციაში, მათი სრულყოფის მიზნით.

ნახ. 1-ზე მოცემულია უმნიშვნელოდ სახეცვლილი კონსტრუქციის წყლის სიღრმეების გამზომი ხელსაწყო. აქ 1 არის მდინარის კალაპოტი, წყალსაზომი საგუშაგოს გასწორში; 2 – დონის საზომი ჭა; 3 – დახ-

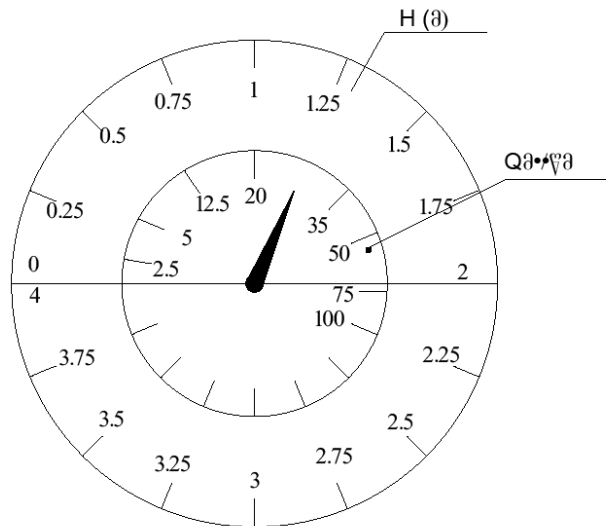
რილი დამაკავშირებელი მილი მდინარის კალაპოტის ათვლის ნულოვან სიბრტყესა და გამზომ ჭას შორის; 4 – ტივტივა; 5 – კბილანა ლარტყა ან ჯაჭვი; 6 – კბილანა; 7 – შკალა კბილანაბორბალით; 8 – საპირწონე.

გამზომი ჭის ტივტივასა და საპირწონეს დიამეტრები შეირჩევა წინააღობის ძალების მიხედვით, ჭის სიგრძე მდინარის კალაპოტში წყლის დონის ცვალებადობის მიხედვით, ხოლო კბილანა-შკალას დიამეტრი

მდინარეში დონის ცვალებადობისა და შკალის დანაყოფის მიხედვით. კონკრეტულ შემთხვევაში არ გამოირიცხება რედუქტორის ჩართვა კინემატიკურ ჯაჭვში, შეიძლება ჭიანჭრისგან გადაცემითაც (დიდ დიაპაზონში დონის ცვალებადობის პირობებში). გამზომ სისტემაში წრიული შკალა შეიძლება მოეწყოს ერთი ან მრავალბილიკიანი. ვთქვათ, მდინარეში საინტერესო პარამეტრს წარმოადგენს წყლის სიღრმე და ხარჯი, მაშინ გვექნება ორბილიკიანი შკალა. თუ მდინარეში წყლის ცვალებადობის დიაპაზონია 4 მ, მაშინ შკალაც შესაბამისი აიღება (ნახ. 2).



ნახ. 1



ნახ. 2

წყლის ფიქსირებული დონის შემთხვევაში საჭიროა, პირველ რიგში, განისაზღვროს მდინარეში კვეთის საშუალო სიჩქარე

ექსპერიმენტალური მეთოდით, რომლის დროსაც გამოიყენება ჰიდრომეტრიული ტრიალა, ტივტივა ან მილაკი. მდინარის ხარჯი ფიქსირებული დონის დროს განისაზღვრება არაპირდაპირი გზით ანუ კვეთის საშუალო სიჩქარითა და ცოცხალი კვეთის ნამრავლით ( $Q = v \cdot \omega$ ). მეორე მხრივ, თუ მდინარეში ნაკადის მოძრაობის სიჩქარეს ჩავთვლით თანაბარს, მაშინ შეხის ფორმულით  $v = C\sqrt{Ri}$ . აქ  $C$  შეხის კოეფიციენტი და მანინგის ფორმულით  $C = \frac{1}{n}R^{1/6}$ , სადაც  $n$  მდინარის კალაპოტის ხორკლიანობის კოეფიციენტი და მისი მნიშვნელობა მდინარეში დიდ დიაპაზონში იცვლება  $n \approx 0.25 \div 1.0$ ,  $R$  – ჰიდრაული რადიუსი (ანუ ცოცხალი კვეთის ფარდობა კვეთის სველ პერიმეტრთან  $R = \frac{\omega}{\chi}$ ),  $i$  – მდინარის ფსკერის ქანობი.

მაშინ მდინარის ხარჯი

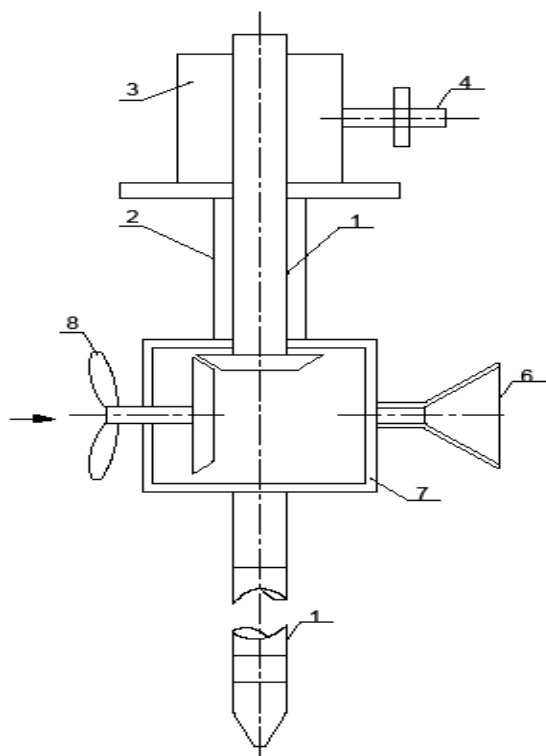
$$Q = \frac{\sqrt{i}}{n} \omega R^{2/3} = \frac{\sqrt{i}}{n} \omega^3 \sqrt{R^2}$$

ფიქსირებული დონის შემთხვევაში მდინარის საანგარიშო კვეთში ექსპერიმენტით დადგინდება  $v$ ,  $\omega$  და შესაბამისად  $Q$  და  $R$  მახასიათებლების მნიშვნელობა, მაშინ, კონკრეტულ შემთხვევაში, უცნობი პარამეტრების მნიშვნელობა ტოლი იქნება

$$\frac{\sqrt{i}}{n} = \frac{Q}{\omega^3 \sqrt{R^2}} = const$$

ეს პარამეტრი მუდმივი იქნება საანგარიშო კვეთისათვის თუ არ მოხდა მდინარეში მნიშვნელოვანი კალაპოტური ცვლილება. ამის შემდეგ შეგვიძლია შეხის ფორმულაში დავუშვათ  $Q$ -ს მნიშვნელობა და თანდათანობითი მიახლოების მეთოდით ვიპოვოთ მდინარეში შეტბორვის დონე. მაგალითად, თუ მდინარის კალაპოტი ატარებს 5, 20, 50, 100 მ<sup>3</sup>/წმ ხარჯს 0.25, 1.0, 1.75 და 2.2 მ და ა.შ. სიღრმეზე, მაშინ დაყოფის შკალას შემდეგი სახე ექნება (ნახ. 2-ის შიგა ბილიკი). თეორიულ-ექსპერიმენტალური მეთოდით მიღებული

შკალის მონაცემები, ვფიქრობთ, უფრო ზუსტი იქნება, ვიდრე მხოლოდ თეორიულს ან ექსპერიმენტალურის



ნახ. 3

ნაშრომში არის გარკვეული მცდელობა უფრო სრულყოფილი და უნივერსალური

გავხადოთ ჰიდრომეტრიული ტრიალას კონსტრუქცია.

ნახ. 3-ზე ნაჩვენებია ასეთი კონსტრუქციის ჰიდრომეტრიული ტრიალას ტიპური სქემა. აქ: 1 – შტანგა, რომელიც დაგრძელება-დამოკლების მიზნით შეიძლება შედგებოდეს სექციებისგან ან იყოს ზამბარიანი დამჭერი შტირებით; 2 – მბრუნავი ლილვი; 3 – ტახოგენერატორი; 4 – გამზომი ხელსაწყო, შეიძლება თვითჩამწვებით; 5 – პულტი; 6 – ჭავლმიმართველი კონუსი, რომელიც უზრუნველყოფს პროპელერის ფრთების (8) ორიენტაციას სითხის ნაკადის მიმართ. ტრიალას ფრთები დამაგრებული უნდა იყოს მბრუნავ ლილვზე სოგმანით, რომ უზრუნველყოფს მისი შეცვლა ნაკადის სიჩქარის დასაშვები ზღვრიდან გამოსვლის პირობებში. ფრთებიდან ბრუნვა, კონუსური ლითონის ან პლასტმასის კბილანებით (7) (ერთსაფეხურიანი რედუქტორით), გადაეცემა ლილვს და მასზე დამაგრებულ ხელსაწყოებს. ტახოგენერატორი, გამზომი ხელსაწყო და მართვის პულტი დაცული უნდა იყოს წყლის მოქმედებისგან.

### დასკვნები და რეკომენდაციები

ნაშრომში წარმოდგენილი კონსტრუქციის ჰიდრომეტრიული ტრიალა მარტივი კონსტრუქციისა, შეიძლება იყოს გადასატანი, უზრუნველყოფს გასაშუალებული (არა პულსაციური) ადგილობრივი სიჩქარის საიმედო სიზუსტით გაზომვას წყალნაკადის ვერტიკალის ნებისმიერ წერტილში უფრო მოსახერხებლად, ვიდრე დღემდე

არსებული კონსტრუქციის ტრიალები. დანაყოფებიანი ვერტიკალური შტანგის პირობებში შეიძლება საველე პირობებში მარტივად აიგოს მდინარის კალაპოტის მიახლოებითი პროფილიც. აღნიშნულიდან გამომდინარე ახალი კონსტრუქციის ჰიდრომეტრიული ტრიალას დანერგვა პრაქტიკაში მიზანშეწონილად შეიძლება ჩაითვალოს.

### ლიტერატურა

1. Железняков Г.В., Неговская Т.А., Огарев Е.Е. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока – Л, Гидрометеоздат, 1984 г.
2. მადლაკელიძე ვ.ა. ჰიდროლოგია, ჰიდრომეტრია და ჰიდროტექნიკური ნაგებობები. თბ. "განათლება", 1990 წ.
3. გაბრიჩიძე ი.დ., გედენიძე ზ.შ. წყალსატევებში წყლის დონის გამზომი მოწყობილობის გაუმჯობესებული კონსტრუქცია. //სსიპ წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული №64, თბილისი, 2009 წ.

## RESTORATION OF THE ARGONAUTS' ROUTE WITH CONSIDERING THE RIVERBED STABILIZATION ON THE RIVER RIONI

Givi Gavardashvili

Email: [givi\\_gava@yahoo.com](mailto:givi_gava@yahoo.com)

Water Management Institute of Georgian Technical University  
60, I. Chavchavadze ave., 1062, Tbilisi, Georgia

### 1. INTRODUCTION

River Rioni (Phasisi is an old Greek name of river Rioni) is the riverine of West Georgia, which length reaches 327 km, as for the water catchments basin area - 13400 km<sup>2</sup>. It heads from mountain Phasi, which is the south slope of the Caucasus and flows into the Black Sea at city Poti at an altitude of 2960 m (see Fig. 1). The section of river Rioni until the Kvirila outfall is addressed as Phasisi, as well as the sections of Kvirila and Dzirula rivers. A main trading line used to pass on Phasisi, between the Black Sea and Caspian Sea. Ancient Greeks considered Phasisi as the border of Europe and Asia. In the ancient world, Phasisi and Kolkhida (Kolkheti) were frequently perceived as one

concept. During the reign of the Roman Empire, Phasisi was the Northern border of their dominions. Phasisi and Kolkheti are the major key locations in the Jason and Argonauts' ancient Greek mythology.

River Rioni flows towards the South-East from its mouth up to village Glola, down into a wide, deep gorge that is rough relief until the outfall of river Zofkhituri. It develops itself a wide grove as well. River Rioni flows west from the city Oni and continues until the village Alpana. At the place the gorge is steep and wide and is characterized by a wide grove, which can be flooded almost entirely during water inundations. The river diverges and forms minor islands.



Fig. 1. A map of water catchment basin of river Rioni

There are terraces that are formed, which height is versatile from 2-3 meters to 20-35 meters, the length 2-3 km and the width is a several hundred meters. Also, villages are set on the terraces, with gardens and vineyards, vegetable gardens and crops. The gorge is narrow in some sections, which creates cliff-walls (cliff-wall of Khidikari). River Rioni turns sharply towards the south from the village Alpani and streams into a narrow ravine that widens and diverges from place to place; it forms a deep cliff-wall at the village Tvishi. It then comes out on the Kolkheti lowland, below city Kutaisi, develops a wide grove, diverges and forms up several isles. The river turns towards the west at village Varcikhe and flows with the same direction to the outfall. The grove is especially wide from village Varcikhe to village Basha. At this location, it is diverged and creates multiple islets, among of which the major part can be flooded in case of water inundations. The floods mainly occur during Spring-Summer time due to seasonal snow and glacier melting, along with shower-rains. The outpouring commences at the upper stream in the begging of April, as for in the middle of the year – in the first half of March, the lower stream – at the end of February. The maximum capacity of floods at the upper stream is in mid-June, mid-year – in the last decade of May, the lower part – in the beginning of May. These outpours last till the end of August. Shower rains take place in the end of September that is the

causing factor of floods alike, which reaches its highest point in October-June. The lowest level is during the winter period (December-February). However, it becomes distorted by floods caused by rains in the lower stream.

River Rioni is less diverged below village Basha, below village Sajavakho, the canal deepens to a certain extent and curves intensively. At village Japana it forms river-made lakes. In the lower stream, it is enclosed between artificial dikes and embankments that is caused, owing to the fact that during strong Western winds the water flow occurs and not only does it not enclose to the sea, but also develops a counter-flow that stretches with several km from the mouth; consequently, the river blocks up and overtops the banks (see Fig. 2).

The stabilization of River Rioni canal from city Kutaisi to city Poti (the river length exceeds 100 km) provides the possibility to restore the ancient traditional water transport and also the route of the Argonauts on this section of the river. One of the most significant mythological stories of the ancient times tells us the event of Jason, obtaining the Golden Fleece. The majority of the act takes place in the dynasty of Kolkheti, which was situated a long time ago on the current region of Samegrelo (West Georgia). This story was firstly recorded by Apollonio of Rodeseus in the 3<sup>rd</sup> century B.C. and was linked to the relation of Medea and Jason that ends tragically.



Fig. 2. General view of river Rioni, near the village of Sajavakho (2013)

## 2. PROJECT TOPICALITY

In the entire world, among which in the South Caucasus region, there are still alive two Georgian legends that are related to the Tskaltubo, i.e. the cavern of Prometheus and the Argonauts. By the means of developing the tourism in Georgia, by using both legends, it will not only introduce Georgia to the world as a share holder in the planet's cultural heritage, but also provide a great economic profit for the country.

The research methodology is based on hydrodynamic, hydrological and hydro-geological researches, as well as on hydraulic design of engineering facilities, mathematical modeling methods etc. at the hydro-technical laboratory of the Water Management Institute,

The indicated proposal is being implemented by the stabilization of river Rioni canal that in parallel, grants the possibility of raising the reliability of protecting the population and the regions landscape from natural disasters.

The project takes the restoration of the tourism route and river transportation into consideration that entails a complex variety of activities, of which the realization, besides the above mentioned, promotes: organized functioning of port of city Poti; development of city Poti and protection of the Black Sea coastal line in area of city Poti; implementation of river-transportation and cargo conveyance on the river Rioni at the Qutaisi-Poti

section; protection of agricultural lands and settled areas from floods and water inundations [1].

Currently, on the river Rioni at the Varcikhe-Poti section, specifically from the rab-regulator to the city coastal line, a serious condition is at hand. A major part of river Rioni canal is filled with sea bed sediments and since the counting expenditure is held, both banks of the river are washed away and the depth decreases essentially, while the sedimentation does not reach the coastal line zone. As the 60 year exploitation of the existing hydro-knot rab-regulator on the river Rioni at city Poti demonstrated (the construction was built by the Water Management Institute of Georgian Technical University, according to the recommendation of the former Georgian Scientific-Research Institute of Hydraulic Engineering Construction and Amelioration), it is thus necessary to increase the flow by 1,5-2 times (see Fig. 3) in the Rioni canal (old canal).

The topicality of the presented project is determined by the research site significance for the development of the country's economy. The given activities ensure port of city Poti, as one of the key location composite part of TRACEKA, sustainable functioning, restoration of river transportation and cargo conveyance, development of tourism infrastructure and protection of river Rioni adjacent territories, among them of the Paliastomi lake, as a relic site.



(1950)



(2013)

Fig. 3. The head knot of city Poti on the river Rioni

The scientific novelty represents the new transportation methods of the accumulated spoil in the river Rioni until the Black Sea coastal zone, the relieving capacity growth of the existing water separator knot rab-regulator on river Rioni at city Poti and effective and sustainable functioning recommendations by the protection means of avoiding the city coastal line from being flooded [2, 3].

In contemporary conditions, the main focus is made on the development of tourism in Georgia. In order to better present and make it more available for the global society to access the existing historic archeological monuments and Georgian culture in the West Georgian regions, it is necessary to restore the route that the Argonauts had passed on.

The restoration of the indicated tourist route and river transportation entails complex activities, of which the realization, besides the above mentioned will promote: organized functioning of port of city Poti; development of city Poti and protection of the Black Sea coastal line in the area of city Poti; implementation of river-transportation and cargo conveyance on the river Rioni at the Qutaisi-Poti section; protection of agricultural lands and settled areas from floods and water inundations.

At the moment, on the river Rioni at the

Varcikhe-Poti section, especially from the rab-regulator to the city coastal line, a severe condition is at hand, that is the following: a major part of river Rioni canal is filled with sea bed sediments and since the counting expenditure is held, both banks of the river are washed away and the depth decreases essentially, while the sedimentation does not reach the coastal line zone [2].

The given tourist route will connect to the Tskaltubo (Prometheus) cavern complex, which will increase the interest of tourists even more regarding the period of the Georgian antique era to the modern era.

The presented project topicality is determined by the site's strategic means for the development of the country's economy; however the activities that are to be held ensure the following:

- Sustainable functioning of the Port of city Poti, as one of the major knot composite part of TRACEKA;
- Restoration of the ancient river transportation on the river Rioni;
- Development of tourism infrastructure;
- Protection of river Rioni adjacent territories from floods and water inundations.

### 3. MAIN GOAL OF THE PROJECT

1. The main goal of the research is to regulate river Rioni at the Kutaisi-Poti section, working out transportation methods for accumulated spoil and processing recommendations for sustainable functioning of bank-shielding flow-director facilities;
2. It is necessary to decide upon the following tasks for implementing the planned aims;
3. Establishing a technology for regulation of river Rioni canal, in terms of protecting the conditions of the river fleet movement and arranging of piers;
4. As a result of deciding the task, tourism development conditions will be established for providing transportation and cargo conveyance in accordance to the requirements of the existing regions of West Georgia (Khobi, Lanchkhuti, Abasha, Samtredia and Vani) on

the adjacent territory of the road; movement of river vessels will stabilize river Rioni fore water, which will significantly support in transporting the accumulated spoil from the river canal to the Black Sea coast that will partially decrease the feasible impacts of flooding; in addition, the previously settled villages will be investigated on the left bank of river Rioni (Saqorqio, Sajotchuo, Sagvichio, etc.) for restoration; observing fertile soil (up to 2,0 thousand hectares);

5. Provision of recommendations for the current watershed knot rab-regulator reconstruction by means of increasing the water relieving capacity;
6. Based on the developed recommendation, the city's coastal line will be protected from elution; as for the fact of excluding the city of

## **RESTORATION OF THE ARGONAUTS' ROUTE WITH CONSIDERING THE RIVERBED STABILIZATION ON THE RIVER RIONI**

- being flooded, the climate will be improved consequently;
7. Formulating an operative management scheme for the regulation of river Rioni canal;
  8. As a result of the agreed scheme strict protection with the Ministry of Energy and Natural Resources of Georgia, hydro meteorological service and Poti Maritime Port administration, the current agricultural lands and population on both banks at Kutaisi-Poti section, the Black Sea coastal line in river Supsa-Khobistskali section that encompasses city Poti coastal line, will be ensured;
  9. Working out the disengagement methods for detaching the formed groves (isles) in river Rioni canal;
  10. By carrying out these activities, the river canal seepage will be decreased significantly, and amplify its water relieving capacity; however the processed part of the soil can be exploited for regulating bogged up areas;
  11. Establishing tourism routes in West Georgia regions (Samegrelo, Guria, Imereti) for sight-seeing of existing notable Historic monuments;
  12. By implementing these activities, means of tourism network optimization will be formed, among them where harbor piers and cultural sites selection will take place for passengers;
  13. Visual material of feasible results will be the implementation of repair-restoration works; Top methodology, water separator's knot exploitation instructions and recommendations, articles, published scientific journals and also an informational web-site

### **4. FEASIBLE RESULTS OF THE RESEARCH AND ITS SIGNIFICANCE FOR SCIENCE, ECONOMY AND SOCIAL SPHERES**

The current water separator knots rab-regulator's functioning regime entails new elements to the agitated sea amount, which determines the uniqueness of the project results [3].

The significance of feasible results is determined as the following:

1. By maintained functioning of Port of city Poti and its sharp growth of bearing rotation; by the protection of the current agricultural lands and population on both banks of the river at the Poti-Kutaisi section; by obtaining additional areas of agricultural lands and employing the local population on the left bank of the river in Khobi and Senaki regions; protecting city Poti from flooding and sea elution; by restoring river Rioni vessel movement, developing transportation and cargo conveyance; developing tourism infrastructure;
2. The potential users of the project are the Municipality of city Poti, Poti Port Rioni vessel team and also existing regional centers on the adjacent territory of river Rioni;
3. The feasible results are inter-related by a logical sequence and provide decisions for existing problems;
4. The proposed methods of cleaning the river Rioni canal will provide growth of the river water drainage factor, stability of the fore water and will significantly decrease the stakes of feasible impact from flooding. The recommendation and instruction of current water separator knots rab-regulator's reconstruction at city Poti infers the opportunity of protecting the city from flooding and its coastal line, by exploiting it. By issuing the recommendation of restoring the river Rioni vessel passing, it will be made possible for the transportation and cargo conveyance, development of the tourism infrastructure and the Argonauts historic route, to be restored

### **5. PROJECT EFFECTIVENESS**

The meaning of the feasible project statement is defined as the following:

- Organized functioning of Port of city Poti;
- Protecting the current agricultural land and population from floods, situated on both banks of river Rioni at the Poti-Kutaisi section;



- Adopting additional agricultural land areas and employing local village population on the left bank of the river in the regions of Khobi and Senaki (up to 1,5 thousand ha);
- Protecting city Poti from flooding;
- Protecting the adjacent Black Sea coastal line of the city Poti from deflation;
- Restoring the ancient Georgian traditional river pass- transportation and cargo conveyance;
- Developing the infrastructure for tourism;
- Realization of the transferred sand of a capacity of 100 thousand m<sup>3</sup> (4% of the processed soil)

on the embankment during the cleaning works on the river Rioni canal.

As a result of the project statement realization, the orientational volume of profit consists of 3,57 mln GEL per year just from the agricultural production and the sold extracted inert material from river Rioni canal, among which an area of 1500 ha from agriculture is – 1,6 mln GEL and from sand selling (100 thousand m<sup>3</sup>) – 1,92 mln GEL. Accordingly, the project orientational profit will be succeeded during the first 7 months of the first year of implementation period.

## 6. ESTIMATE COST OF CONSTRUCTION

The estimate cost of construction, including VAT, consists of 2,525,327 GEL. An average of 100 locals will be employed during the cleaning works of construction material and aggreations.

The orientational costs of the scientific-

research and design-observation works are 30,0-55,0 thousand GEL, as for observation works – 105,0-120,0 thousand GEL; the total sum of the project orientational cost reaches the 3,0 mln GEL.

## 7. CONCLUSION

According to the above mentioned, the project is oriented for the restoration of tourist routes and riverine transports on the river Rioni, which includes the complex measures, and its realisation will contribute, besides the tourism development, to proper operation of the Port of city Poti; to development and protection of city Poti and its

coast line in the Black Sea Waters (aquatoria); to implementation of the freight shipping and riverine-passengers transfer process at the Kutaisi-Poti area of river Rioni and to effective reliable protection of agricultural lands and settlements from floods and flash flood.

## References

1. **Gavardashvili, G.** Measures for the Safety of Mountain Landscapes During Natural and Tehnogenic Disasters. Universal, Tbilisi, 2011, 237 p. (Monograph in Georgian).
2. **Gavardashvili, G., Chakhaia, G., Diakonize, R., Tsulukize, L., Supatashvili, T.** The Results and Analysis of Studies carried out in 2011 in the Black Sea Water Area within the Boundaries of Georgia. 3<sup>rd</sup> Bi-annual BS Scientific Conference and UP-GRADE BS-SCENE Project Joint
- Conference. Odessa, Ukraine, 1-4 November, 2011, 205 p.
3. **Gavardashvili, G., Sobota, J.** Improvement of the social and economic conditions of the local population on the “Kolkheti lowland considering the ecological safety ensuring of agricultural lands. International Conference on Kolkhety lowland Water Ecosystems – Protection and Efficient Use” 22-24 July, 2013, Tbilisi-Poti, p.p. 108-111.

დუშეთის რაიონში მდინარე მლეთის-ხევის კალაპოტში  
ფორმირებული ბუნების სტიქიური მოვლენების კვლევა და მათი  
ბათვალისწინება ბარემოსდამცავი სქემების დამუშავებისას

ნათია გავარდაშვილი, ანა გავარდაშვილი  
Email: [n.gavardashvili@gmail.com](mailto:n.gavardashvili@gmail.com); [a.gavardashvili@gmail.com](mailto:a.gavardashvili@gmail.com);  
WEB: [www.eco1985.ge](http://www.eco1985.ge)

გარემოს დაცვის ეკოცენტრი

ქ. თბილისი, საქართველო

*სამუშაო განხორციელდა ახალგაზრდა მეცნიერთათვის პრეზიდენტის  
2012 წლის სამეცნიერო გრანტის №12/55 ფინანსური მხარდაჭერით*

### 1. შესავალი

მდინარე თეთრი არაგვის (მთიულეთის არაგვის) წყალშემკრებ აუზში ბუნების სტიქიური მოვლენების (წყალდიდობა, ეროზიულ-დვარცოფული და მეწყერული პროცესები, მთის ფერდობის ჩამონგრევა-ჩამოშვება და ა.შ.) წარმოშობის თვალსაზრისით მლეთის ხევის წყალშემკრები აუზი დუშეთის რაიონში ითვლება ერთ-ერთ საშიშ და მაღალი რისკის მქონე წყალსადინარად.

მლეთის ხევის კალაპოტი განსაკუთრებით საშიშია დვარცოფების გავლის პერიოდში (ფოტო 1), რადგან, გარდა იმისა, რომ დვარცოფული მასით ხშირად იკეტება მდ. თეთრი არაგვის კალაპოტი, რაც საშიშროებას უქმნის ზემო მლეთის სოფლის მოსახლეობის სიცოცხლეს, ასევე საფრთხის წინაშეა ქვემო მლეთის მოსახლეობაც,

აგრეთვე საქართველოს სამხედრო გზაზე მდებარე რკინაბეტონის ხიდის მონაკვეთი და ნგრევის დიდი რისკის ქვეშ მყოფი 1876 წელს აშენებული მლეთის წმინდა გიორგის ეკლესია. ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით, ზემო და ქვემო მლეთის მოსახლეობისა და საერთოდ, საქართველოს სამხედრო გზის ამ მონაკვეთის მიმდებარე ტერიტორიაზე მცხოვრები ადგილობრივი მოსახლეობის ბუნების სტიქიურ მოვლენებთან ბრძოლისათვის ეკოლოგიური განათლების ამაღლებასა და სტიქიური მოვლენების საწინააღმდეგო რესურსმზოგი საინჟინრო-ეკოლოგიური ნოვაციური ღონისძიებების განხორციელებას დიდი სასიცოცხლო პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია და ჩვენი ქვეყნისათვის პრიორიტეტულ აქტუალურ მიმართულებას წარმოადგენს [1].



ფოტო 1. მდ. მლეთის ხევის გამოტანის კონუსის საერთო ხედი

## 2. მლეთის ხევის ეროზიულ ღრანტეებში ჩამოშვავებული მასის საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევის მიზნით 2013 წლის 4-12 ივლისს მდინარის კალაპოტში განხორციელდა საველე ექსპედიციური კვლევები (იხ. ფოტო 2).

ადგილზე განხორციელებული კვლევის შედეგად დადგინდა იქნა, რომ მდინარე მლეთის ხევის ეროზიული ღრანტის მარჯვენა ფერდობი წარმოადგენს თიხა-ფიქალეებისაგან წარმოშობილ გეოლოგიურ ქანს (ფოტო 2), ხოლო მარცხენა ფერდობი კი ქვიშა-ქვების და თიხნარის ჩანართებით შევსებული კონგლომერატი, რომლის ზედაპირზეც ე.ი. ფერდობზე აქტიურად მიმდინარეობს გრუნტის მასის ჩამონგრევა-ჩამოშვავების პროცესი.

სამეცნიერო კვლევებმა დაადასტურა, რომ მლეთის ხევის წყალშემკრებ აუზში ფორმირებული ღვარცოფების წარმოშობას ძირითადად ხელს უწყობს სწორედ მთის მარცხენა ფერდობზე მიმდინარე გრუნტის მასის ჩამონგრევა-ჩამოშვავების პროცესები, რაც დასტურდება ღვარცოფული მასის

გეოლოგიური კვლევის შედეგები [2].

ჩვენს მიერ გამოქვეყნებული სამეცნიერო ლიტერატურული წყაროებისა [2, 3] და ჩატარებული კვლევების ანალიზის მიხედვით დადგინდა, რომ მდინარე მლეთის ხევის კალაპოტში, იმის და მიხედვით, თუ როგორ კლიმატურ და მეტეოროლოგიურ პირობებს აქვს ადგილი მდინარის კალაპოტში, შეიძლება ფორმირებულ იქნეს როგორც სტრუქტურული, ასევე ტურბულენტური ტიპის ღვარცოფები, რომელთა გეოლოგიური და ფიზიკურ-მექანიკური მახვენებლები საგრძნობლად განსხვავდება ერთმანეთისგან. მრავალჯერადი ლაბორატორიული და საველე კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ მოცულობითი წონა სტრუქტურული ღვარცოფის შემთხვევაში იცვლება 1,8-2,3 ტ/მ<sup>3</sup>, ხოლო ტურბულენტური ღვარცოფის შემთხვევაში კი – 1,1-1,7 ტ/მ<sup>3</sup>, რაც შეეხება ქვის ჩანართების მოცულობით წონას, მისი საშუალო მნიშვნელობა 2,65 ტ/მ<sup>3</sup>-ის ტოლია. ცხრილში 2.2. მოცემულია მყარი ფრაქციების ღვარცოფულ მასაში წონითი და მოცულობითი მნიშვნელობები.



ფოტო 2. მდ. მლეთის ხევის ეროზიული ღრანტის საერთო ხედი

ცხრილი 2.1

ღვარცოფულ მასაში მყარი ფრაქციების წონით და მოცულობითი მნიშვნელობები

№№	ღვარცოფული მასის შემადგენლობა	% წონის მიხედვით	% მოცულობის მიხედვით
1	ღვარცოფულ მასაში მყარი ფრაქციების შემადგენლობა	80 - 90	60,2 - 77,4
2	ქვის ჩანართები დიამეტრით >30 მმ	30 - 40	22,5 - 34,4
3	ქვიშა, კენჭები, მსხვილი ფრაქცია დიამეტრით 1-30 მმ	20 - 30	15,0 - 25,8
4	წვრილი ფრაქციები დიამეტრით 0,001 - 1,0 მმ	26,7 - 16,5	20,0 - 14,2
5	კოლოიდური ფრაქცია დიამეტრით < 0,001 მმ	3,3 - 3,5	2,5 - 3,3
6	წყლის შემადგენლობა	12 - 20	22,6 - 30,8

მღეთის ხევის ეროზიულ ღრანტეში დაგროვილი ღვარცოფული მასის ძირითადი გეოლოგიური მახასიათებლების დადგენის მიზნით ადგილზე აღებულ იქნა

ეროდირებული მყარი ნაწილაკებისა და ჩამოშვავებული მარცხენა ფერდობიდან გრუნტის ანალიზის 5 ნიმუში, რომელთა მაჩვენებლებიც მოყვანილია ცხრილში 2.2.

ცხრილი 2.2

მღეთის ხევის ეროზიულ ღრანტეში აღებული გრუნტის ნიმუშების გეოლოგიური მაჩვენებლები

ნიმუშის ნომერი	სიმაღლე ზღვის დონიდან, (მ)	კოორდინატები		კალაპოტის ქანობი (i)	მოცულობითი წონა	სიმკვრივე (ტ/მ <sup>3</sup> )	შიგა ხახუნის კუთხე
		X	Y				
1	2	3	4	5	6	7	8
პირველი	1740	42421113	44490809	0,225	1,88	0,192	15°
მეორე	1785	42420526	44499444	0,242	1,89	0,193	15°
მესამე	1795	42420439	44499194	0,258	1,92	0,196	14°
მეოთხე	1807	42420232	44498986	0,276	1,94	0,197	14°
მეხუთე	1811	42420180	44498684	0,292	1,98	0,202	13°

3. მღეთის ხევის წყალშემკრები აუზის მიტაო-კლიმატური, ჰიდროლოგიური და ჰიდრაგლიკური მაჩვენებლების შეფასება

მდინარე არაგვის სისტემაში მთავარია თეთრი არაგვი, რომელიც იწყება ყელის ვულკანური მთიანეთის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში. არაგვი ზემო და შუა დინებაში მთის მდინარეა, ქვემო დინებით მუხრან-საგურამოს ვაკეზე იშლება. შესართავთან კვეთს სხალტბისა და საგურამოს ქედებს. ქ. მცხეთასთან ერთვის მტკვარს მარცხენა მხრიდან.

მდ. არაგვი საზრდოობს მიწისქვეშა, წვიმისა და თოვლის, აგრეთვე მყივარებისა და მარადიული თოვლის წყლით. მიწისქვე-

შა წყალი მდინარის სხვადასხვა ნაწილში წლიური ჩამონადენის 40-70% შეადგენს, წვიმისა და თოვლის წყალი კი - ცალცალკე 16-იდან 30%-მდე აღწევს. წყალდიდობა იწყება გაზაფხულზე და შუა აგვისტომდე გრძელდება; შემოდგომაზე ხშირია წყალმოვარდნა; ზამთარში - წყალმცირეა. არაგვის ნადენი - 39,3% შეადგენს, ზაფხულში - 30,8%-ს, შემოდგომაზე - 19,5%-ს, ზამთარში - 10,4%-ს. არ იყინება.

მდინარე თეთრი არაგვის ერთ-ერთ აქტიურ ღვარცოფული ტიპის მდინარეს

წარმოადგენს მღეთის ხევი, რომელიც სათავეს იღებს ზღვის დონიდან 1950 მ ნიშნულიდან და ერთვის მდ. თეთრ არაგვს სოფ. ქვემო მღეთასთან 1465 მ ნიშნულზე.

მდ. თეთრი არაგვის აუზში, მათ შორის მდ. მღეთის ხევშიც დაფიქსირებულია ერთი ტიპის კლიმატი. საშუალო წლიური ტემპერატურა ამ კლიმატურ რაიონში ტოლია  $2,4-8,2^{\circ}\text{C}$ , ყველაზე ცივი თვის (იანვარი) საშუალო ტემპერატურ კი  $-7,7-3,8^{\circ}\text{C}$ , ხოლო ყველაზე ცხელი თვის (აგვისტო) კი  $-12,9-18,5^{\circ}\text{C}$ , ტემპერატურის საშუალო წლიური ამპლიტუდა მოცემული მეტეოსადგურის მონაცემების მიხედვით ( $20,5-23,2^{\circ}\text{C}$ ) ტოლია  $2,7^{\circ}\text{C}$ .

ნალექების საშუალო წლიური მაჩვენებელი მდ. მღეთის ხევისა და მდ. თეთრი არაგვის შეერთების ადგილში უტოლდება 1 339 მმ-ს. მოსული ნალექების მაქსიმალური მნიშვნელობა ფიქსირდება გაზაფხულისა და ზაფხულის პერიოდში; მაისში, ივნისსა და ივლისში, როდესაც ნალექების მთლიანი წლიური მაჩვენებლის 1/3 მოდის.

ნალექების მაქსიმალური საშუალო დღე-ღამური მაჩვენებელი დაფიქსირებულია 45,6 მმ ფარგლებში, ხოლო ნალექების აბსოლუტური დღე-ღამური მაქსიმალური მაჩვენებელი კი უტოლდება 125,0 მმ-ს.

მდ. მღეთის ხევის წყალშემკრებ აუზში წყალმოვარდნებისა და ღვარცოფების გავლა ფიქსირდება მარტის თვის ბოლოდან ან აპრილის თვის დასაწყისში, პიკს აღწევს მაისს-ივნისის თვეში. სტიქიების ფორმირების შემცირება იწყება ივნისის თვეში, ხოლო აგვისტოში კი ფიქსირდება წყალმცირობის პერიოდი. სტიქიების პიკი ცალკეულ შემთხვევებში ხშირად გადადის შემოდგომის წყალმოვარდნებისა და ღვარცოფების ფორმირების პერიოდში. ღვარცოფის მაქსიმალური ხარჯის მნიშვნელობა ტურბულენტური ნაკადის ფორმირების შემთხვევაში იცვლება  $Q_1 = 80-135$  მ<sup>3</sup>/წმ-ში, ხოლო სტრუქტურული ნაკადის ფორმირები დროს კი  $Q_2 = 50-90$  მ<sup>3</sup>/წმ-ში, ღვარცოფის საშუალო სიჩქარის შესაბამისი მაჩვენებლით  $V = 4-6$  მ/წმ.

#### 4. მღეთის ხევის კალაპოტში ფორმირებული სტიქიების რეზულირებისათვის ბარემოსდამცავი ნაბეობობების ახალი სქემების დამუშავება

მღეთის ხევის წყალშემკრებ აუზში ფორმირებული ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების საწინააღმდეგოდ ქართველ და გერმანელ მეცნიერებთან ერთად დამუშავებულია გარემოსდამცავი ნაგებობების ახალი კონსტრუქციები, რომელთა ნოუ-ჰაუ

დამოწმებულია საქართველოს პატენტის მოწმობებით [4,5].

განვიხილოთ გარემოსდამცავი ნაგებობების ახალი კონსტრუქციების სქემების მოკლე მიმოხილვა და მათი უპირატესობა არსებულთან შედარებით.

##### 4.1. ეროზიის საწინააღმდეგო კონსტრუქცია

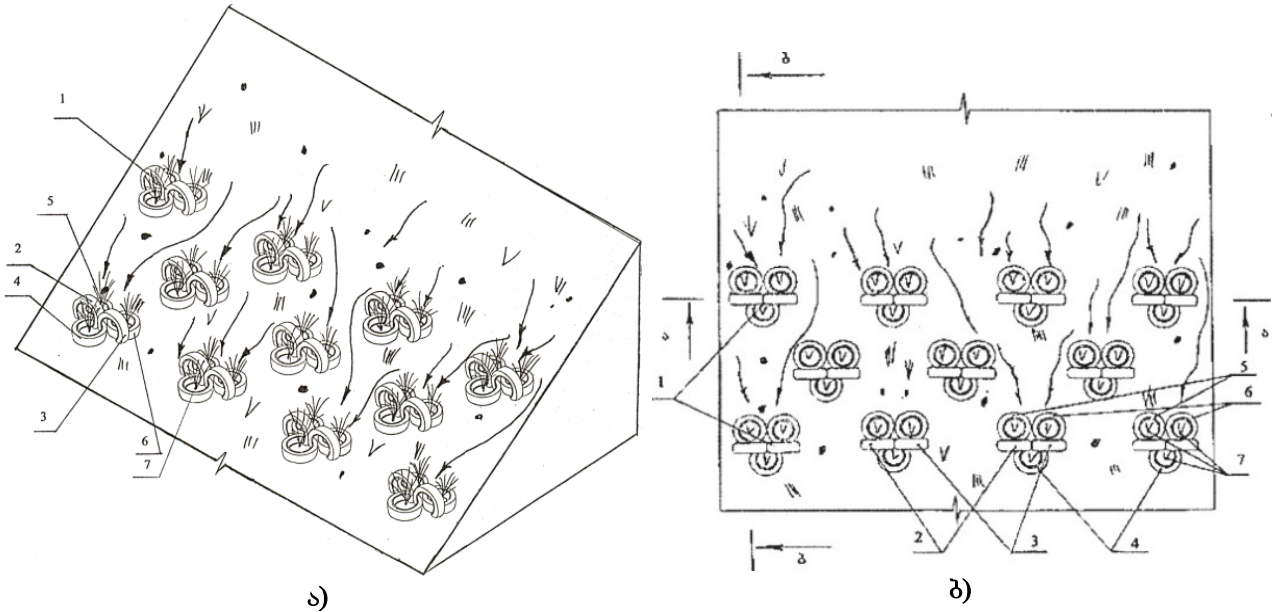
მთის ფერდობის ეროზიისაგან დამცავი ნაგებობის [4] ტექნიკური შედეგია კონსტრუქციის სამშენებლო-სამონტაჟო ხარჯების შემცირება და მთის ფერდობის დაცვის საიმედოობის გაზრდა.

ნახაზზე 4.1 წარმოდგენილია მთის ფერდობის ეროზიისაგან დამცავი ნაგებობის საერთო ხედი აქსონომეტრიაში და გეგმაში, ხოლო ნახ. 4.2-ზე ნაჩვენებია ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობის სქემები [4].

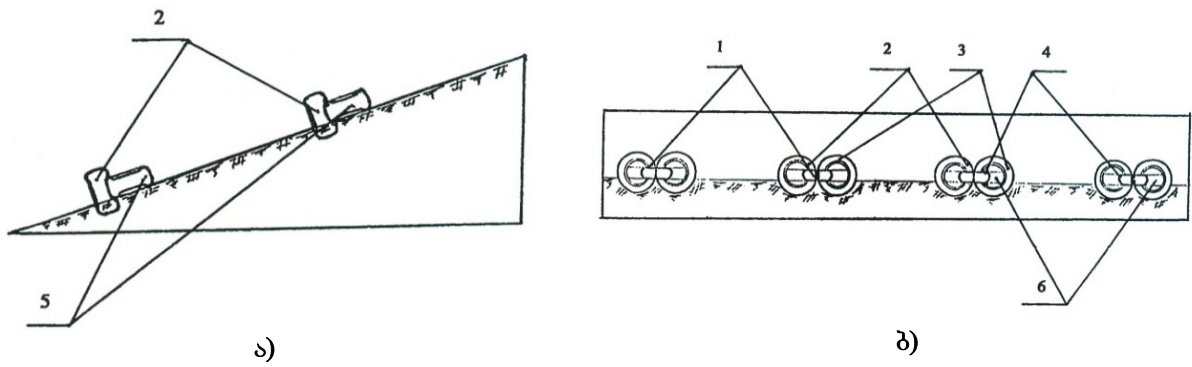
მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობა [5] შედგება ჭადრაკულად განლაგებული ავტომობილის ამორტიზებულ საბურავებით შედგენილი სექციებისაგან 1, ხოლო თითოეული სექცია შედგება ხუთი საბურავისაგან, ორი მათგანი 2 და 3 ჩამაგრებულია ნიადაგში დიამეტრის სიგრძის დაახლოებით 1/3 ნაწილით, ხოლო მესამე საბურავი 4 განთავსებულია ქვედა ბიფში გრუნტის ზედაპირზე და გაყრილია

გრუნტში ჩამაგრებული საბურავების 2 და 3 ღრუ ტანში, სექციის ზედა ბიეფში განთავსებულია ორი საბურავი 5 და 6 ისე, რომ მათი პროტექტორის მხარეები მოთავსებულია გრუნტში ჩამაგრებული საბურავების შიდა მხარეს. მთის ფერდობზე განლაგებულ საბურავებში სექციების მდგრადობის გასაძლიერებლად ჩარგულია მცენარეები 7.

გვების შიდა მხარეს. მთის ფერდობზე განლაგებულ საბურავებში სექციების მდგრადობის გასაძლიერებლად ჩარგულია მცენარეები 7.



ნახ. 4.1. ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობა: ა) ნაგებობის საერთო ხედი; ბ) ნაგებობა გეგმაში



ნახ. 4.2. ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობა: ა) გრძივი ჭრილი; ბ) განივი ჭრილი

მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობას აგებენ შემდეგნაირად: მთის ფერდობზე მოსული ინტენსიური წვიმის შედეგად წარმოქმნილი ზედაპირული წყლის ნაკადების კინეტიკური ენერჯის ჩასაქრობად ფერდობის მთელ სიგანეზე ჭადრაკულად განალაგებენ საბურავებისაგან შემდგარ სექციებს ნაკადის მოძრაობის საპირისპიროდ ისე, რომ გრუნტში ჩამაგრებული საბურავების დიაგონალური მართობუ-

ლი იყოს ფერდობის სიბრტყისა, სექციის ქვედა ბიეფში გრუნტზე გვერდითი ზედაპირით ათავსებენ რადიუსზე წინასწარ გაკვეთილ საბურავს, რომლის ნაკვეთ ბოლოებს ათავსებენ გრუნტში ჩამაგრებული საბურავების ღრუ ტანში, რაც მჭიდროდ აკავშირებს ერთმანეთთან გრუნტში ჩამაგრებულ საბურავებს და ნაგებობას უფრო მდგრადს ხდის. სექციის ზედა ბიეფში გრუნტზე გვერდითი ზედაპირებით ასევე განათავსებენ

ორ საბურავს, რომლებიც მიწყობილია გრუნტში ჩამაგრებულ საბურავებზე ისე, რომ მათი პროტექტორის მხარეს ზედაპირები ედებოდეს ჩამაგრებული საბურავების შიდა დიამეტრს, რათა აღნიშნული საბურავები არ დაცურდეს და, აქედან გამომდინარე, არ დაირღვეს კონსტრუქცია. სექციები-სათვის დამატებითი სიმტკიცის მისანიჭებლად, ასევე მთის ფერდობის განაშენიანების მიზნით გრუნტზე განლაგებულ საბურავებში ჩარგულია მცენარეები.

მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობის ეფექტური მუშაობისათვის ჭადრაკულად განლაგებულ სექციებს შორის მანძილი ისე უნდა შეირჩეს, რომ წყლის ნაკადის ენერჯიამ მთის ფერდობის ზედაპირზე ვერ წარმოქმნას ნაღვარეები

და წყლის ნაკადმა ვერ შეძლოს მთის ფერდობის სიბრტყითი ეროზია.

მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობის სექციების ფერდობზე განლაგების სქემა შეირჩევა ამ ტერიტორიაზე მოსული წვიმის ინტენსივობის, გრუნტის გეოლოგიური თვისებების, გამრეცხი დასაშვები სიჩქარეების, ბუნებრივ-ტოპოგრაფიული პირობებისა და სხვა ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით. მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები მაღალია, რადგან ნაგებობა არ საჭიროებს დამატებითი კონსტრუქციების შექმნას, ხოლო მის დასამზადებლად გამოიყენება მხოლოდ ავტომობილის ამორტიზებული საბურავები.

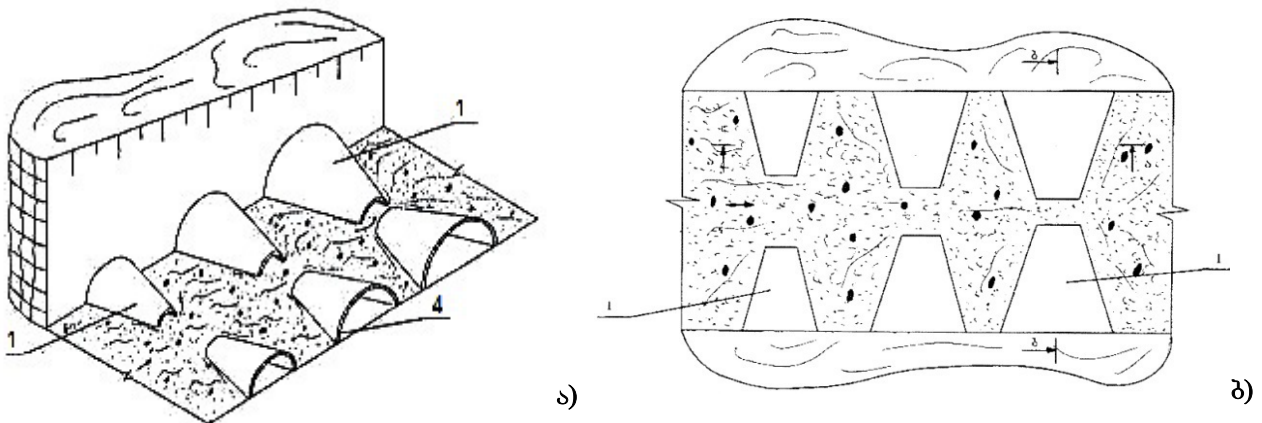
**4.2. ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარაჟი**

ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარაჟის [5] გამოგონების ტექნიკური შედეგია ნაგებობის ექსპლუატაციის ვადისა და საიმედოობის გაზრდა. ტექნიკური შედეგი მიიღწევა იმით, რომ ბარაჟის ელემენტები წაკვეთილი კონუსის ფორმისაა, ჩამაგრებულია ბეტონის ფუძეში, ხოლო ღრუ დიდი ფუძეებით ჩამაგრებულია მდინარის კალაპოტის ნაპირებში, ხოლო წაკვეთილი კონუსის ფუძეების დიამეტრები იზრდება ღვარცოფის მოძრაობის მიმართულებით. 4.3 ნახაზზე მოცემულია ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარაჟის სართო ხედი და გეგმა, ხოლო

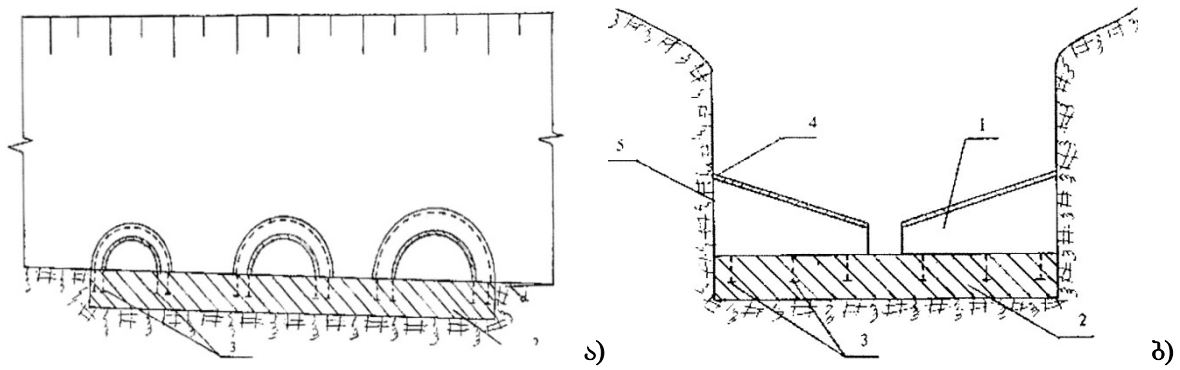
ნახაზზე 4.4. ნაგებობის სქემები.

ბარაჟი შედგება წაკვეთილი კონუსის ფორმის მქონე ელემენტებისაგან (1), რომლებიც ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ჩამაგრებულია ბეტონის ფუძეში (2) ანკერებით (3), ხოლო დიდი ფუძეებით (4) მიმაგრებულია მდინარის კალაპოტის ნაპირებზე (5).

წაკვეთილი კონუსის ფორმის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარაჟი შეიძლება დამზადდეს რკინაბეტონისაგან ან ჩამოსხას ლითონისაგან. ბარაჟის ელემენტები ცალცალკე ჩამაგრებულია ბეტონის ფუძეში, მაგალითად ანკერებით.



ნახ. 4.3. ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარაჟი:  
ა - სართო ხედი; ბ - ხედი გეგმაში



ნახ. 4.4. ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარაჟი:  
 ა - გრძივი ჭრილი; ბ - განივი ჭრილი

ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარაჟი მუშაობს შემდეგი პრინციპით: ბმული ღვარცოფული ნაკადის მოძრაობისას ნაგებობის წაკვეთილი კონუსის (1) ფორმის თაღოვან, ღრუ ელემენტებით შედგენილ საფეხურებზე ღვარცოფის ენერჯის ჩაქრობას განაპირობებს კალაპოტში ნაგებობის განლაგებაც. კერძოდ, ნაგებობის პირველ საფეხურზე ღვარცოფის ზემოქმედებისას ხდება ნაკადის გარდატეხა და კალაპოტის ცენტრის მიმართულებით მათი დაჯახება, იგივე პროცესი გრძელდება ნაგებობის შემდგომ საფეხურებზე, რაც საბოლოოდ იწვევს ღვარცოფის ენერჯის ჩაქრობას. აღსანიშნავია, რომ ნაგებობის ელემენტების წვეროებს შორის მანძილი მცირდება ღვარცოფის მოძრაობის მიმართულებით, რაც აგრეთვე განაპირობებს ღვარცოფის ენერჯის ჩაქრობას.

წაკვეთილი კონუსის ფორმის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარაჟი შეიძლება დამზადდეს რკინაბეტონისაგან ან ჩამოსხას ლითონისაგან. ბარაჟის ელემენტები ცალცალკე ჩამაგრებულია ბეტონის ფუძეში, მაგალითად ანკერებით.

ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარაჟი მუშაობს შემდეგი პრინციპით: ბმული ღვარცოფული ნაკადის მოძრაობისას ნაგებობის წაკვეთილი კონუსის (1) ფორმის თაღოვან, ღრუ ელემენტებით შედგენილ საფეხურებზე ღვარცოფის ენერჯის ჩაქრობას განაპირობებს კალაპოტში ნაგებობის განლაგე-

ბაც, კერძოდ, ნაგებობის პირველ საფეხურზე ღვარცოფის ზემოქმედებისას ხდება ნაკადის გარდატეხა და კალაპოტის ცენტრის მიმართულებით მათი დაჯახება, იგივე პროცესი გრძელდება ნაგებობის შემდგომ საფეხურებზე, რაც საბოლოოდ იწვევს ღვარცოფის ენერჯის ჩაქრობას. აღსანიშნავია, რომ ნაგებობის ელემენტების წვეროებს შორის მანძილი მცირდება ღვარცოფის მოძრაობის მიმართულებით, რაც აგრეთვე განაპირობებს ღვარცოფის ენერჯის ჩაქრობას.

ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარაჟის საფეხურების ზომები, მათი რაოდენობა და განლაგება კალაპოტში შეირჩევა ღვარცოფის დარტყმის ძალისა და მდინარის ბუნებრივ ტოპოგრაფიული პირობების გათვალისწინებით.

ბარაჟის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები მაღალია, რადგან წარმოდგენილ შემთხვევაში ბარაჟის გამოყენება შესაძლებელია უავარიოდ და ხანგრძლივად, რაც გამორიცხავს დამატებით ხარჯებს მისი რემონტისათვის.

მდ. მლეთის ხევის მიმდებარე ტერიტორიებისა და იქ განთავსებული მოსახლეობის ბუნების სტიქიური მოვლენებისაგან დაცვის მიზნით რეკომენდებულია ახალი გარემოსდამცავი ნაგებობების გამოყენება, რომლებიც უზრუნველყოფენ მოსახლეობისა და ტერიტორიის უსაფრთხოებისათვის საჭირო საიმედოობის გაზრდას.



## 5. დასკვნა

ამრიგად, ღუშეთის რაიონში სოფელ ზემო და ქვემო მღეთის მოსახლეობის, საქართველოს სამხედრო გზაზე მდინარე თეთრი არაგვის კალაპოტში აშენებული რკინა-ბეტონის ხიდისა და მე-18 საუკუნის მღეთის წმინდა გიორგის ეკლესიის ღვარცოფებისაგან დაცვის მიზნით 2012-2013 წწ.

განხორციელებულია სავსე კვლევები და დამუშავებულია გარემოსდამცავი ნაგებობების ახალი სქემები, რომელთა პრაქტიკაში გამოყენება მინიმუმამდე შეამცირებს სტიქიების ზემოქმედებას როგორც მოსახლეობაზე, ასევე ზემოთ დასახელებულ ობიექტებზე.

## ლიტერატურა

1. გავარდაშვილი ნ., გავარდაშვილი ა. მდინარე მღეთის ხევის კალაპოტში ღვარცოფული მყარი გამონატანისათვის გრანულომეტრიის ინტეგრალური მრუდების აგება. /მე-3 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“. თბილისი-ბორჯომი, 29 ივლისი – 4 აგვისტო, 2013, გვ. 27-36.
2. Gavardashvili, N., Gavardashvili, A. Study and Assessment of the Natural Disasters in the Bed of the River Mleta Gully. //Proceedings of the 5<sup>th</sup> International conference on Contemporary Problems in Architecture and Construction. June 24-27, Saint-Petersburg, Russia, 2013, p. 6.
3. გავარდაშვილი გ., გავარდაშვილი ნ., კასაბური ი. სტიქია საქართველოს სამხედრო გზის მღეთა-გუდაურის სერპანტინიან უბანზე და მისი შეფასება. //„მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №7-9 თბილისი, 2006, გვ. 20-22.
4. გავარდაშვილი გ., წულუკიძე ლ., გავარდაშვილი ნ., კინგი ლ., შეფერი მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობა. საქართველოს პატენტი №P 4554, საქპატენტის ოფიციალური ბიულეტენი №13 (257), თბილისი 2008, გვ. 14;
5. გავარდაშვილი გ., ჩახაია გ., გავარდაშვილი ნ., კინგი ლ., შეფერი მ. ღვარცოფსა-წინააღმდეგო საფესურიანი ბარაჟი. საქართველოს პატენტი №P 4553, საქპატენტის ოფიციალური ბიულეტენი №13 (257), თბილისი 2008, გვ. 14.

**ზობიერთი შენიშვნა მდ. აჭარისწყალზე შუახევი ჰესის  
მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პროექტის მიმართ**

**თეიმურაზ გველესიანი**  
**Email: [tgveles@yahoo.com](mailto:tgveles@yahoo.com)**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
მ. კოსტავას ქ. №77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

დასაწყისში მოკლედ შევეხეთ მდ. აჭარისწყალზე შუახევი ჰესის მშენებლობის და ექსპლუატაციის პროექტს (გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიშს).

შპს „აჭარისწყალი ჯორჯია“-ს აჭარის ავტონომიურ რესპუბლიკაში, კერძოდ მდ. აჭარისწყლის ხეობაში, დაგეგმილი აქვს ჰიდროელექტროსადგურების კასკადის მშენებლობის და ოპერირების პროექტის განხორციელება. ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების პროექტის მიხედვით, ჰიდროელექტროსადგურის კასკადის საერთო დადგმული სიმძლავრე 400 მგტ იქნება.

საქმიანობის განმახორციელებელი შპს „აჭარისწყალი ჯორჯია“ წარმოადგენს ნორვეგიული კომპანია Clean Energy Invest-ის (CEI) შვილობილ კომპანიას, რომელმაც გაიმარჯვა საქართველოს მთავრობის მიერ მდ. აჭარისწყალზე ჰესების კასკადის მშენებლობის თაობაზე გამოცხადებულ ტენდერში და მოიპოვა ამ კასკადის მშენებლობის და ოპერირების განხორციელების უფლება.

პროექტის ფარგლებში დაგეგმილია სამსაფეხურიანი ჰესების კასკადის მოწყობა და ოპერირება, რომლის ყველა საფეხური იფუნქციონირებს დამოუკიდებლად, მათ შორის: შუახევი ჰესი 185 მგტ (ამ საფეხურის შემადგენლობაში იქნება შუახევი ჰესი 175 მგტ სიმძლავრით და სხალთა ჰესი 10 მგტ სიმძლავრით), კორომხეთი ჰესი 150 მგტ და ხერთვისი ჰესი 65 მგტ. კასკადის ერთი ან სამივე ჰესის პროექტის განხორციელების შესაბამისად, ელექტროენერჯის (განახლებადი ენერჯის) საშუალო წლიუ-

რი გამომუშავება იქნება 500–დან 1200 გვტ.სთ-მდე. გამომუშავებული ელექტროენერჯის რეალიზაცია ნავარაუდევია საქართველოსა და თურქეთის ენერჯო ბაზრებზე. საქართველოს ენერჯოსისტემისათვის ელექტროენერჯის მიწოდება ხდება ზამთრის თვეებში, რაც ქვეყნისათვის ძალზე მნიშვნელოვანია ამ პერიოდისათვის დამახასიათებელი ენერჯოდეფიციტის პირობებში.

პროექტი წარმოადგენს საქართველოს ენერჯეტიკული პოლიტიკის ნაწილს, რომლის მიზანია, როგორც სექტორის ეკონომიკური დამოუკიდებლობისა და მდგრადობის მიღწევა, ასევე ადგილობრივი რესურსებით ენერჯეტიკული უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. ამასთან ერთად, საქართველო ელექტროენერჯიას მოიაზრებს, როგორც საქსპორტო საქონელს და მიზნად ისახავს ამ პოტენციალის განვითარებას [1–3].

საქართველოს მთავრობასთან გაფორმებული ხელშეკრულების შესაბამისად, შპს „აჭარისწყალი ჯორჯია“ პროექტს განახორციელებს ეტაპობრივად, კერძოდ: პირველ ეტაპზე აშენდება შუახევი ჰესი, მეორე ეტაპზე კორომხეთი ჰესი, ხოლო ბოლოს ხერთვისი ჰესი. დღეისათვის ძირითადი საპროექტო სამუშაოები დამთავრებულია შუახევი ჰესისათვის. შესაბამისად „აჭარისწყალი ჯორჯიას“ გადაწყვეტილებით, ამ ეტაპზე ეკოლოგიურ ექსპერტიზაზე წარდგენილი იქნება კასკადის პირველი საფეხურის – შუახევი ჰესი, სხალთა ჰესი (შემდგომში შუახევი ჰესი) გარემოზე ზემოქმედების შეფასების დოკუმენტაცია, ხოლო

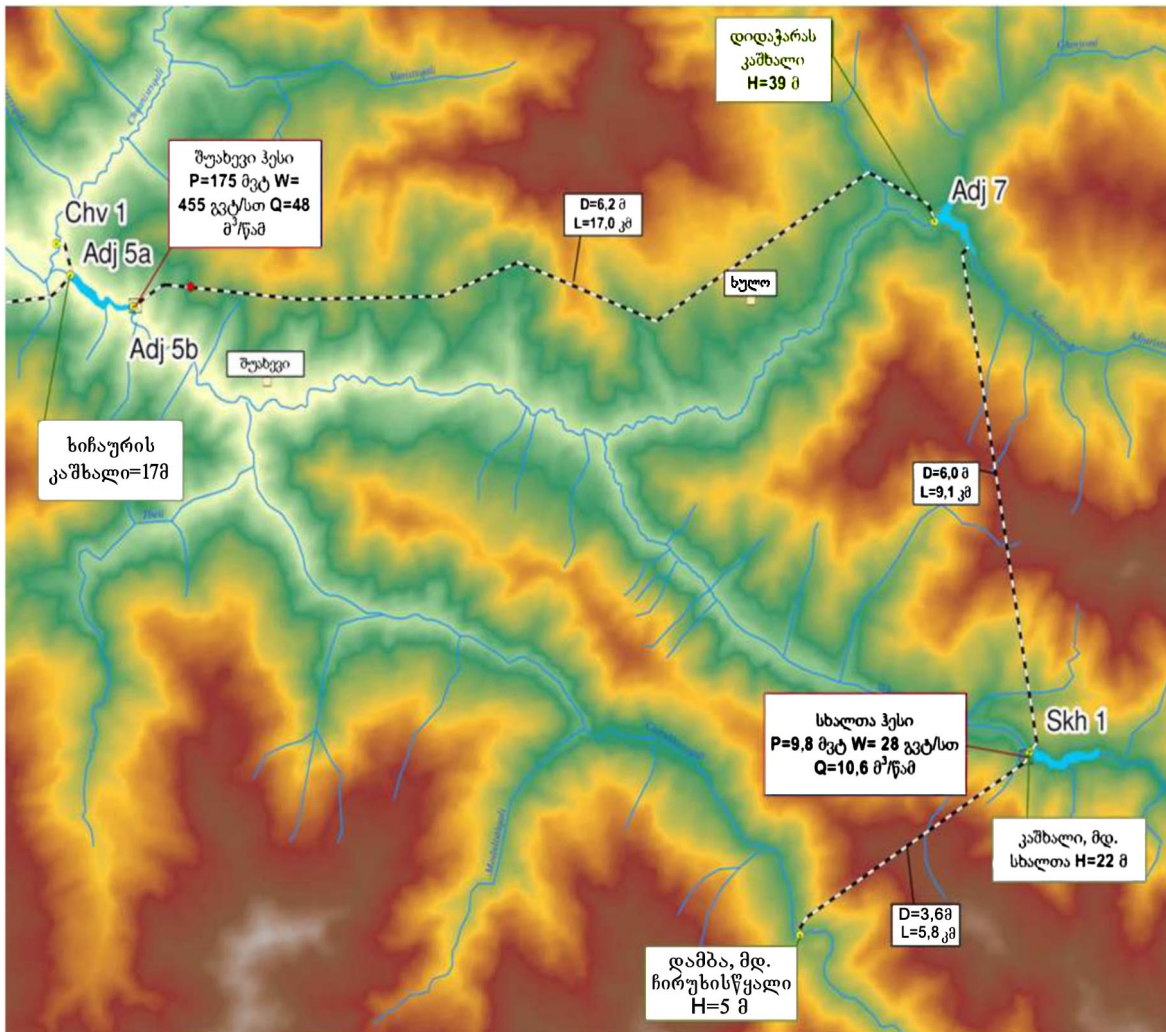
კორომხეთი და ხერთვისი ჰესების გარემო-ზე ზემოქმედების შეფასების პროცედურა ჩატარდება დეტალური საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავების შემდეგ (ნახ. 1, ნახ. 2)

გამომდინარე აღნიშნულიდან, საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტროში წარდგენილ ანგარიშში მოცემულია შუახევი ჰესის (დადგმული სიმძლავრით 185 მგვ) მშენებლობის და ოპერირების პროექტის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების მასალები.

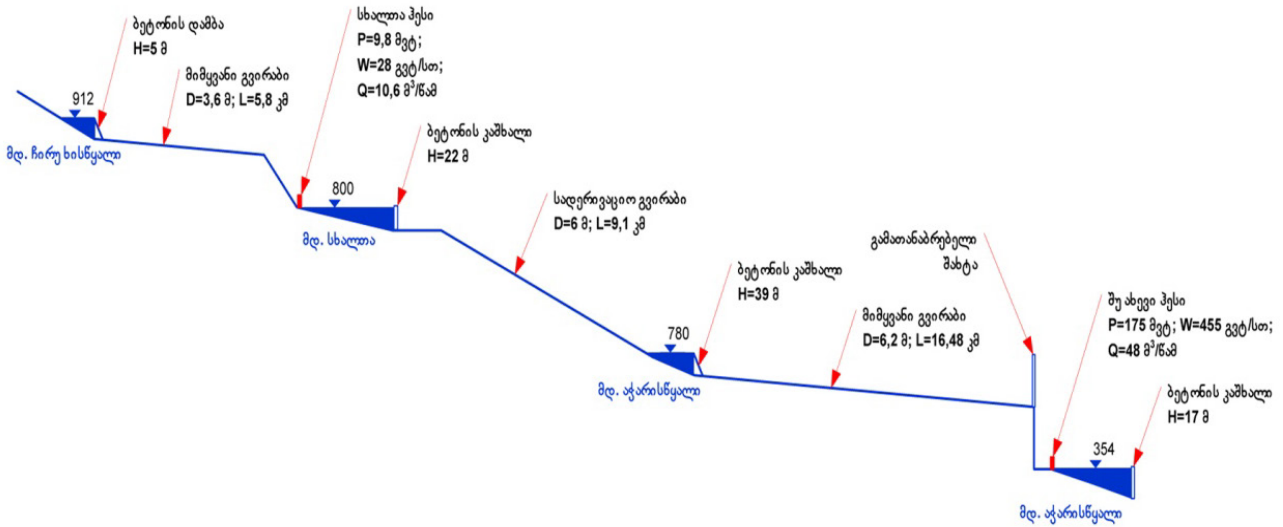
თუ გავითვალისწინებთ, რომ პროექტის მიხედვით მდ. აჭარისწყალზე ჰესების კასკადის პირველი საფეხურის (შუახევი ჰესი, სხალთა ჰესი) საერთო დადგმული სიმძლავრე იქნება 185 მგვ, პროექტის განხორციელება უნდა მოხდეს ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის საფუძველზე. ეკოლო-

გიური ექსპერტიზის დასკვნის გაცემა ხდება საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტროს მიერ, დაგეგმილი საქმიანობის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების (გზშ) ანგარიშის ეკოლოგიური ექსპერტიზის საფუძველზე.

საერთაშორისო საფინანსო ორგანიზაციების გარემოსდაცვითი და სოციალური პოლიტიკის შესაბამისად გათვალისწინებულია პროექტის რანჟირება კატეგორიების მიხედვით. პროექტისათვის კატეგორიის მინიჭება დამოკიდებულია მის განხორციელებასთან დაკავშირებულ ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე შესაძლო ნეგატიური ზემოქმედების ხარისხზე, ზემოქმედების გავრცელების არეალზე, ბუნებრივი და სოციალური გარემოს შესაძლო ცვლილებების შექცევადობაზე და სხვა.



ნახ. 1. შუახევი ჰესის საპროექტო სქემა



ნახ. 2. შუახევი ჰესის კომუნიკაციების პროფილი

რეკონსტრუქციის და განვითარების ევროპული ბანკის (EBRD) გარემოსდაცვითი და სოციალური პოლიტიკის (ESP 2008) პროექტების შეფასების ნუსხის მიხედვით წინამდებარე პროექტი მიეკუთვნება A კატეგორიას. აღნიშნული ნუსხა სხვა პროექტებთან ერთად მოიცავს, მაღალი კაშხლების, მარეგულირებელი წყალსაცავების, მაღალი ძაბვის ელექტროგადაცემის ხაზების მშენებლობის პროექტებს და თუ გავითვალისწინებთ რომ მდ. აჭარისწყალზე ჰესების კასკადის პროექტი მოიცავს დასახელებულ პროექტის კომპონენტს, იგი მიეკუთვნება A კატეგორიას.

A კატეგორიის პროექტი კი, საერთაშორისო საფინანსო ორგანიზაციების პოლიტიკის შესაბამისად, საჭიროებს ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე შესაძლო ზემოქმედების დეტალურ შეფასებას, შესაბამისი შემარბილებელი ღონისძიებების განსაზღვრას და ამ ღონისძიებების შესრულების მონიტორინგს, როგორც მშენებლობის, ასევე ოპერირების ფაზებზე.

აღნიშნული შეფასების მიზანია:

- პროექტის განხორციელების არეალში ბუნებრივ გარემოსა და საზოგადოებაზე/თემზე სავარაუდო ზემოქმედების განსაზღვრა და შეფასება;
- ბუნებრივ გარემოსა და საზოგადოებაზე/თემზე ნეგატიური ზემოქმედების

თავიდან აცილება, ან მისი შემცირება, შერბილება და შესაბამისი კომპენსაციის გაცემა, თუ თავიდან აცილება შეუძლებელია;

- შესაძლო ზემოქმედების საკითხებთან დაკავშირებით, ზეგავლენის არეალში მოქცეული თემების, შესაბამისი ჩართულობის უზრუნველყოფა;
- მართვის სისტემების ეფექტური გამოყენების გზით, სოციალური და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების განხორციელების ხელშეწყობა.

შუახევის ჰესის პროექტი ითვალისწინებს ორი კაშხლის, შესაბამისი წყალსაცავებით და ერთი დამბის მოწყობას მდ. აჭარისწყალზე, მდ. სხალთასა და მდ. ჩირუხისწყალზე. დერივაცია დაგეგმილია სადერივაციო ვეირაბების საშუალებით. მცირე სიმძლავრის ძალური კვანძის მოწყობა დაგეგმილია სხალთის კაშხლის ზედა ბიფეში, ხოლო ძირითადი ძალური კვანძი მოეწყობა დაბა შუახევის სიახლოვეს, კერძოდ მდ. აჭარისწყლისა და მდ. ჭვანისწყლის შესართავის ზემო ნაწილში; პროექტის მიხედვით ჰესი გათვალისწინებულია ელექტროენერჯის პიკური გამოშვებისათვის. ჰესი მაქსიმალური დატვირთვით იმუშავებს ელექტროენერჯიაზე მაღალი მოთხოვნის პერიოდში, როცა თურქეთის რესპუბლიკაში მაღალი ფასებია (ამ

ქვეყანაში დღის სხვადასხვა პერიოდში ელექტროენერგიაზე დაწესებულია სხვადასხვა ფასები).

ჰესის მიერ გამომუშავებული ელექტროენერგიის რაოდენობა დამოკიდებულია წყლის არსებულ რესურსებზე. შესაბამისად, წყალუხვობის პერიოდში შესაძლებელი იქნება ჰესების სრული დატვირთვით ოპერირება მთელი დღის განმავლობაში, ხოლო წყალმცირობის პერიოდში წყლის დაგროვება მოხდება სადღეღამისო რეგულირების წყალსაცავში (ამ პერიოდში ჰესებისათვის წყლის მიწოდება არ მოხდება) და პიკური გამომუშავება მოხდება თურქეთში ენერგიაზე პიკური მოთხოვნის პერიოდში.

ჰესის მიერ გამომუშავებული ელექტროენერგიის სახელმწიფო ენერგოსისტემაში ჩართვა გათვალისწინებულია 220 კვ ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზის საშუალებით, რომლის საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავება მოხდება შემადგენელი ჰესების მშენებლობის პერიოდში, ხოლო გარემოზე ზემოქმედების შეფასება შესრულდება „გარემოზე ზემოქმედების ნებართვის შესახებ“ საქართველოს კანონის მოთხოვნების გათვალისწინებით.

ქვემოთ მოყვანილია ჩვენი, როგორც საქართველოს ბუნების დაცვის სამინისტროს დამოუკიდებელი ექსპერტის შენიშვნები ძირითადად, პროექტის 3.6.14-ში წარმოდგენილი საკითხის მიმართ, რომელიც ეხება კაშხლის გარღვევის ანალიზის შეფასებას.

1. პროექტში, სამწუხაროდ, არ არის მოყვანილი განხილული დიდაჭარისა და სხალთის წყალსაცავების ისეთი ძირითადი პარამეტრების მნიშვნელობები, როგორცაა წყალსაცავის მაქსიმალური სიღრმე (ან ნორმალური მეტბორვის დონის (ნშდ) და ფსკერის დონის ნიშნულები), სიგრძე, საშუალო სიგანე და კაშხლის სიგრძე (მასშტაბი კაშხლების გეგმაზე (ნახ. 3.4 და 3.5) ნაჩვენები არ არის). მოცემულია მხოლოდ თითოეული წყალსაცავის მოცულობისა ( $V_w$ ) და წყლის სარკის ზედაპირის ფართობის

(A) მნიშვნელობები. ამ პარამეტრების მიახლოებითი შეფასებაც გარკვეულ შეუსაბამობასთან არის დაკავშირებული. მართლაც, თუ წყალსაცავის გრძივ პროფილს მიახლოებით წარმოვიდგინოთ, როგორც ჩვეულებრივ არის მიღებული, სამკუთხედის სახით, მაშინ საშუალო სიღრმე წყალსაცავში უხეშად შეიძლება განისაზღვროს ასე  $h_{av} = V_w/A$  [4]. დიდაჭარის წყალსაცავისათვის გვექნება  $h_{av} = 623.103/169.103 = 3.7$  მ, რაც აბსურდული შედეგია, ვინაიდან კაშხლის სიმაღლეა  $H_d = 39$  მ. იგივე სხალთას წყალსაცავისათვის:

$$h_{av} = 493.103/194.103 = 2.5 \text{ მ,}$$

როდესაც  $H_d = 22$  მ. რა არის ამის მიზეზი? ეს არის შეცდომა რიცხვით მონაცემში ან წყალსაცავებს გააჩნიათ უჩვეულო გრძივი პროფილი (რისი აღნიშვნა პროექტში აუცილებელი იყო).

2. დიდაჭარისა და სხალთის კაშხლები მიეკუთვნება დიდი კაშხლების რიცხვს, ამიტომ მათი შესაძლო გარღვევის საკითხი პროექტში განიხილება ინტერნეტში მოძიებული ერთგანზომილებიანი ჰიდროდინამიკური მოდელის HEC\_RAS 4.10 გამოყენებით, შემდეგი ორი სცენარის მიხედვით: ა) კაშხლის გარღვევა ხდება მდინარეში მაქსიმალური ხარჯის გავლის პირობებში და ბ) წყალსაცავში მეწყერული მასის სანაპირო ფერდობიდან წყალსაცავში შემოსვლის შედეგად.

პირველ შემთხვევაში ალბათური მაქსიმალური ჰიდროლოგიური ხარჯი შეფასებული იქნა, როგორც PMF, ნიადაგის კონსერვაციის სამსახურის (SCS) მეთოდის საშუალებით და ამის გარდა, ჰიდროლოგიაში ცნობილი და კარგად აპრობირებული მეთოდის საფუძველზე (კერძოდ, როგორც 0.01% უზრუნველყოფის ხარჯი, რომელიც ხდება 10 000 წელიწადში ერთხელ). პროექტში PMF მიღებული ხარჯები საშუალოდ ორჯერ აღემატება ჰიდროლოგიური მეთოდით მიღებულ ხარჯებს

(კერძოდ 0.01% ხარჯს). ამიტომ, პროექტში PMF ხარჯების წარმოდგენა ძირითადი საანგარიშო ხარჯების სახით, ვფიქრობთ, რომ საჭიროებს დამატებით დასაბუთებას.

- კაშხლის გარღვევის ჰიდროგრაფის განსაზღვრისათვის პროექტში გამოიყენება მიახლოებითი მეთოდის კერძოდ, მაქსიმალური ხარჯის განსაზღვრა წარმოებს Froehlich-ის აპროქსიმაციული ფორმულით, განიხილება კაშხლის უეცარი და მთლიანი გარღვევის შემთხვევა, შესაბამისი ჰიდროგრაფი მიიღება სამკუთხა ფორმის და მისი ხანგრძლივობის შეფასება ხდება შერჩევის გზით. აქვე აღვნიშნოთ, რომ ბეტონის გრავიტაციული კაშხლის უეცარი და მთლიანი გარღვევა არატექნოგენური მიზეზით წარმოადგენს არარეალურ სცენარს. ამ საკითხის განხილვა მიზანშეწონილი იქნებოდა უფრო ზუსტი მეთოდის საშუალებით, რომლის თანახმად, შესაბამის ჰიდროდინამიკური ამოცანის სასაზღვრო პირობებში (წყალსაცავის საწყის კვეთში) უშუალოდ გაითვალისწინება მოცემული საანგარიშო ჰიდროგრაფი ანუ  $Q(t)$  ფუნქცია [1]. კაშხლის ნაწილობრივი გარღვევის შედეგად, კაშხლის კვეთში წყლის გამოდინება ხდება წყალსაცავში დონის შემცირებასთან ერთად, ამასთან წყალსაცავის შესაბამისი (რეალური) მოცულობებიც ცვლილებას განიცდის; ქვედა ბიეფში ვრცელდება სპეციფიკური ფორმის ტალღა, რომელიც იქნება შედეგი ერთდროულად კაშხლის რღვევით წარმოქმნილი ხარჯებისა და მდინარის მახასიათებელი ჰიდროგრაფისა. ქვედა ბიეფში, გავრცელების კვალობაზე, იცვლება ამ ტალღის როგორც ფორმა, ასევე მისი სხვა პარამეტრების (ხარჯი, სიჩქარე, სიღრმე, ტერიტორიის დატვირთვის სივანე და სხვ.) მნიშვნელობები, რისი დადგენაც წარმოებს კომპიუტერული გათვლების მეშვეობით. აღვნიშნოთ აგრეთვე, რომ გარღვევის ჰიდროგრაფს უფრო

რთული ფორმა ექნება ვიდრე სამკუთხედი, რისი ერთ-ერთი ფაქტორია კაშხლის ნაწილობრივი რღვევა.

- რაც შეეხება პროექტში განხორციელებულ კაშხლის თხემზე წყლის გადადინების რისკის შეფასების მეთოდისა და წყალსაცავში მეწყერული მასის ჩამონგრევის (შემოსვლის) შედეგად, ის არასწორია. საქმე იმაშია, რომ პროექტში ორივე განხილულ წყალსაცავისათვის გამოყენებულია ე.წ. „ვაიონტის სცენარი“ [2]. სახელდობრ, იგულისხმება, რომ თითოეულ წყალსაცავში შემოდის კატასტროფული, 1.0 მლნ. მ<sup>3</sup>-ზე მეტი მოცულობის მეწყერი, რის შედეგად ხდება  $V_w$  მოცულობის წყალსაცავის მეწყერული მასით სრული ამოვსება და მთელი წყლის „ამოგდება“. შესაბამისად, წყლის ერთი ნაკადი მიემართება ზედა ბიეფისაკენ, მეორე კი ქვედა ბიეფისაკენ და გადაიდგრება კაშხალზე. პროექტში ყოველივე არგუმენტის გარეშე მიღებულია, რომ წყალსაცავში მეწყერის შემოსვლა ხდება  $t_e = 5.0$  წუთის განმავლობაში და ამის შემდეგ, კი მარტივად განისაზღვრება კაშხალზე გადადგრილი ნაკადის საშუალო ხარჯი  $Q_p = 0.5 V_w/t_e$ , რომელიც გამოდის ნაკლები (ორჯერ მეტად) ვიდრე PMF ხარჯი. ამ სცენარის მიხედვით განიხილება მაღალი ზემოქმედების არარეალური მოვლენა, ვინაიდან პროექტში ბევრ ადგილას და ხაზგასმით არის აღნიშნული, რომ განხორციელებულ იქნა კაშხლებისა და წყალსაცავების განლაგება მოშორებით იმ მეწყერების კერებიდან, რომლებიც შეფასებულია, როგორც მაღალი ან კრიტიკული რისკის შემცველი. მაშ რატომ განიხილება პროექტში ისეთი უზარმაზარი მეწყერი, რომელიც მთლიანად ფარავს წყალსაცავს?

აღნიშნული საკითხის კორექტურად გადაწყვეტის მიზნით საჭიროა ეს რთული პროცესი აღწერილ იქნეს შესაბამისი გეოდინამიკური და ჰიდროდინამიკური

მოდელირების საფუძველზე, რის შედეგად პრაქტიკისათვის საკმარისი სიზუსტით და მეცნიერულად დასაბუთების საფუძველზე იქნება პროგნოზირებული, კერძოდ: მეწყერის (ან ღვარცოფის) სანაპირო ფერდობზე და ფსკერზე მოძრაობის პროცესი და მისი ხანგრძლივობა, წყალსაცავში ტალღის გენერაცია და მისი ზემოქმედება კაშხალზე სამგანზომილებიანი (3D) ამოცანის ჩარჩოებში, ტალღის კაშხალზე გადაღვრის პარამეტრები და სხვ. [1-2]. განსხვავებით ზემოაღნიშნულისაგან, განხილული უნდა იყოს ბევრად უფრო რეალური სცენარი, როდესაც მეწყერის მოცულობა ნაკლებია 1.0 მლნ. მ<sup>3</sup>-ზე, კერძოდ, იცვლება 200±250 ათას მ<sup>3</sup> ფარგლებში. ასეთი მეწყერის რეიტინგი შეიძლება შევაფასოთ, როგორც მაღალი ალბათობის და საშუალო ზემოქმედების მქონე, ხოლო მეწყერული რისკების მატრიცაში (იხ. ცხრ. 6.64) მას შეესაბამება დიდი მაგნიტუდა – 4.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ როგორც ჩვენი სამეცნიერო გამოცდილება გვიჩვენებს (იხ. მაგალითად [1-2]. პროექტში განხილული, შედარებით მცირე ზომის წყალსაცავებში, ზემოაღნიშნულ პირობებში, კაშხლის თხემზე გადაღვრილი ნაკადის ხარჯი მნიშვნელოვნად მეტი იქნება PMF ხარჯებზე, ის დიდი სიჩქარით გავრცელდება ქვედა ბიეფში და შეიძლება გამოიწვიოს კატასტროფული შედეგები, მით უმეტეს, თუ დამატებით გავითვალის-

წინებთ მდინარის ექსტრემალურ ჰიდროლოგიურ ხარჯებს. ამიტომ ეს საკითხი აუცილებელია, რომ სპეციალურ კვლევის საგანი გახდეს.

აღვნიშნოთ, რომ ზემოთ მე-3 და მე-4 პუნქტებში მოხსენებული გეოდინამიკური და ჰიდროდინამიკური საკითხების გადაწყვეტა მთელი რიგი კონკრეტული ობიექტებისათვის, World Bank, British Petroleum, Trans Electrica (ინდოეთი) დაკვეთით (ხუდონის, სიონის, ალგეთის და სხვა ჰიდროკვანძებისათვის) წარმატებით იქნა განხორციელებული თბილისში არსებულ სამეცნიერო-ტექნიკურ ორგანიზაციებში („Hydro-diagnostics” LTD, JSC “Saqtskalproekti”) საქართველოს გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიური საშიშროების მართვის დეპარტამენტთან თანამშრომლობის საფუძველზე.

5. როგორც ცნობილია, სეისმური ზემოქმედება წარმოადგენს მეწყერის წარმოქმნის ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს. ამასთან დაკავშირებით მიზანშეწონილი იქნებოდა, პროექტში განხილული ყოფილიყო საკითხი, რომელიც შეეხება ბეტონის კაშხალზე მიწისძვრით და მეწყერული ტალღის ზემოქმედებით გამოწვეული ჰიდროდინამიკური წნევების (დატვირთვის) პროგნოზირებას. ამ პარამეტრის კომპიუტერული გათვლის მოდელები ჩვენს მიერ არის დამუშავებული [2].

### დასკვნები და რეკომენდაციები

1. შუახვევი ჰესის მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პროექტში გარემოზე ზემოქმედების შეფასების საკითხი ფართოდ და მრავალმხრივ არის წარმოდგენილი. ჩვენი რეკომენდაციები პროექტის მიმართ გამოიხატება შემდეგში.
2. კაშხლის გარღვევის რისკის შეფასებისას აუცილებელია:
  - დამატებით დასაბუთებულ იქნეს PMF

- ხარჯების წარმოდგენა საანგარიშო ხარჯების სახით;
- კაშხლის გარღვევის შედეგად წარმოქმნილი ტალღის მათემატიკური აღწერა უფრო სრულყოფილი მეთოდის საშუალებით.
- 3. წყალსაცავში მეწყერის შედეგად წარმოქმნილი ტალღის კაშხალზე გადაღვრის შედეგი მიღებულია არასწორი მეთოდის

გამოყენებით. ეს საკითხი საჭიროებს ახალ სპეციალურ კვლევას მათემატიკური მოდელირების საფუძველზე.

4. პროექტში უნდა იყოს განხილული საკით-

ხი, რომელიც შეეხება კაშხალზე მიწისქვე-  
რის დროს და მეწყერული ტალღის ზემო-  
ქმედების შედეგად წარმოქმნილი ჰიდრო-  
დინამიკური წნევების პროგნოზირებას.

### ლიტერატურა

1. გველესიანი თ., ჩოხახიძე დ. საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოება „უნივერსალი“, თბილისი, 2011, 468 გვ.
2. გველესიანი თ. ჰიდროკვანძების წყალსაცავებში ექსტრემალური ჰიდროდინამიკური (ტალღური) პროცესების მოდელირება და

- გარემოზე ზემოქმედების პრევენცია. „უნივერსალი“, თბილისი, 2011, 357 გვ.
3. Jaoshvili Sh. The rivers of the Black Sea. Tbilisi, 2003, p 186.
4. Иорданишвили И.К., Иорданишвили К.Т. Вопросы эко-эволюции горных водохранилищ Грузии. «Универсал», Тбилиси, 2012, 186 стр.



კლიმატის ცვლილების ზონზე მდინარე ჭოროხის და აჭარისწყლის  
წყალდიდობების რისკის შეფასება

გურამ გრიგოლია,<sup>1)</sup> დავით კერესელიძე,<sup>2)</sup> ვაჟა ტრაპაიძე<sup>2)</sup>

Email: [davit.kereselidze@tsu.ge](mailto:davit.kereselidze@tsu.ge); [vazha.trapaidze@tsu.ge](mailto:vazha.trapaidze@tsu.ge)

1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

2) ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

სტიქიურ მოვლენებს შორის თავისი სიხშირითა და ზარალით გამოირჩევა წყალდიდობები და წყალმოვარდნები. მსოფლიოში მომხდარი სტიქიური მოვლენების 40% დაკავშირებულია წყალდიდობებთან და წყალმოვარდნებთან, რომლებიც საქართველოშიც ყველაზე ხშირია სხვა სტიქიურ მოვლენებთან შედარებით.

კლიმატის ცვლილების მიმართ ერთ-ერთ ყველაზე მოწველად (მგრძობიარე) სისტემას საქართველოში წარმოადგენს შავი ზღვის სანაპირო ზონა, რომელიც გლობალური დათბობის ფონზე ორმაგ ხეწოლას განიცდის როგორც გაზრდილი მდინარეული ჩამონადენისა და მასთან დაკავშირებული წყალმოვარდნების მხრიდან, ასევე ზღვის დონის აწევის გამო მის მიერ ხმელეთის მოტაცების შედეგად.

ყოველივე ეს იწვევს სანაპირო ზონის წარეცხვა-დატბორვას და საფრთხეს უქმნის იქ არსებული და დაგეგმილი მეტად მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ობიექტების ფუნქციონირებას და აგრეთვე მოქმედ ინფრასტრუქტურას.

წყალდიდობებსა და წყალმოვარდნებს ზემოქმედების ორი განსხვავებული სახე აქვს:

- სხვადასხვა სახის საინჟინრო ნაგებობების (კაშხალი, ხიდი, ნაპირდამცავი ნაგებობა და სხვა) დაზიანება და ნგრევა;
- მდინარის ნაპირიდან გადმოსვლა და

ჭალების, დასახლებული პუნქტებისა და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დატბორვა, მდინარეთა შესართავებში სანაპირო ზოლის შეტბორვა.

ჭოროხი შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მდინარეა. ის სათავეს იღებს თურქეთში და საქართველოს ტერიტორიაზე მოდის მდინარის მხოლოდ 26 კმ სიგრძის ქვედა დინება. ხელვაჩაურიდან დაახლოებით 10 კმ-ზე მდინარე ჭოროხს უერთდება მდინარე აჭარისწყალი.

მდინარე ჭოროხსა და აჭარისწყალს აქვს შერეული საზრდოობა, რომელთა ძირითადი წყაროებია ჭოროხისათვის მიწისქვეშა წყლები 32%, თოვლის ნაღობი წყლები – 29% და წვიმის წყლები – 39%. ხოლო აჭარისწყლისათვის მიწისქვეშა წყლები – 30,6%, თოვლის ნაღობი წყლები – 25,9% და წვიმის წყლები – 43,5%. მდინარეთა რეჟიმი ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობით და შემოდგომის წყალმოვარდნებით. გაზაფხულზე დონის აწევა გრძელდება 1-2 თვე და მაქსიმუმს აღწევს მაისში. წყალდიდობის დაწყება ხდება არაერთგვაროვნად და ირღვევა რამდენიმე წვიმის პიკებით. წყალმოვარდნები ყველაზე ხშირად არის შემოდგომაზე, სიმაღლით ისინი ამ დროს ხშირად არ ჩამოუვარდებიან წყალდიდობის მაქსიმუმს.

წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების

**კლიმატის ცვლილების ფონზე მდინარე ჭოროხის და აჭარისწყლის წყალდიდობების რისკის შეფასება**

სარისკო პერიოდების (თვეების) დასადგენად გამოყენებულია მდ. ჭოროხის ს. ერგესთან და მდ. აჭარისწყლის ს. ქედასთან არსებული ჰიდროლოგიური სადგურის დაკვირვების მონაცემები, რომლებიც განსახილველი მდინარეებისათვის საკმაოდ რეპრეზენტატიულია. წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების სარისკო პერიოდების დასადგენად შეფასდა თვის საშუალო, მყისური მაქსიმალურის საშუალო, დღიური მაქსიმალურის საშუალო, დაკვირვებული მყისური მაქსიმალური და დაკვირვებული დღიური მაქსიმალური წყლის ხარჯები, რომელთა მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 1.

ასევე შეფასდა დაკვირვების პერიოდში

ცალკეულ თვეში წლის მაქსიმალური ხარჯის მოხვედრის რაოდენობა, რომელიც მოცემულია ცხრილში 2.

ამ მონაცემის ანალიზით, წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების სარისკო თვეებად შეირჩა მდინარე ჭოროხისათვის III-VI და IX-XII, ხოლო მდინარე აჭარისწყლისათვის – III-XII თვეები.

აღნიშნულ თვეებში წყლის ხარჯების საანგარიშო ინტერვალად შეირჩა მდ. ჭოროხისათვის 600 მ<sup>3</sup>/წმ-დან 1800 მ<sup>3</sup>/წმ-მდე მნიშვნელობები, ყოველი ბიჯი 200 მ<sup>3</sup>/წმ, ხოლო აჭარისწყლისათვის 200 მ<sup>3</sup>/წმ-დან 600 მ<sup>3</sup>/წმ-მდე მნიშვნელობები, ყოველი ბიჯი – 100 მ<sup>3</sup>/წმ. შედეგები მოცემულია ცხრილებში 3, 4.

**ცხრილი 1**

**მდ. ჭოროხი ჰ/ს ერგე (ა) და მდ. აჭარისწყლის ჰ/ს ქედა (ბ) წყლის ხარჯები**

თვის საშუალო		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Q <sub>ს.ა.</sub>
	ა	142	178	263	553	654	422	211	128	133	200	202	184	272
ბ	27.5	35.1	57.3	107.1	98.2	43.3	23.4	18.4	21.3	37.0	40.1	36.3	45.4	
მყისური მაქსიმალურის საშუალო	ა	247	356	572	1075	1049	691	403	261	428	678	577	582	576
	ბ	61.1	83.1	143.5	212	180.9	102.6	70.1	55.7	93.4	144.2	133.9	116.4	116
დღიური მაქსიმალურის საშუალო	ა	228	331	516	963	991	638	366	233	367	559	495	476	513
	ბ	54,1	74,9	125,9	187,7	160,0	85,3	56,5	45,5	69,6	113,2	104,9	95,1	98
დაკვირვებული მყისური მაქსიმალური	ა	541	875	1500	2900	3840	1360	1220	878	1260	1875	2200	2090	
	ბ	127	215	520	640	640	299	360	218	320	442	770	435	
დაკვირვებული დღიური მაქსიმალური	ა	450	787	900	2200	3370	991	1020	852	1260	1490	1980	1490	
	ბ	109	207	342	550	334	221	334	156	304	412	366	343	

**ცხრილი 2**

**დაკვირვების პერიოდში ცალკეულ თვეში წყლის მაქსიმალური ხარჯის მოხვედრის რაოდენობა – ჭოროხი (ა) და აჭარისწყალი (ბ)**

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ჯამი
დღეთა რაოდენობა	ა	0	0	0	13	9	3	1	0	2	5	3	5	41
	ბ	0	1	1	14	10	1	2	1	2	5	2	6	45
%	ა	0,0	0,0	0,0	31,7	21,9	7,3	2,4	0,0	4,9	12,2	7,3	12,2	99,9
	ბ	0	2	2	31	22	2	4	2	4	11	4	13	100

მდ. ჭოროხის დაკვირვების პერიოდის მაქსიმალური ხარჯების (მ<sup>3</sup>/წმ) სხვადასხვა ინტერვალებში მოხვედრის დღეთა რაოდენობა

	III		IV		V		VI		IX		X		XI		XII	
	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ
1799-1600	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1599-1400	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1399-1200	0	0	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1199-1000	0	0	17	20	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
999-800	1	0	45	65	44	52	1	1	0	0	2	2	1	1	2	3
799-600	9	13	87	152	167	219	36	37	0	0	6	8	0	1	0	3

მდ. აჭარისწყლის დაკვირვების პერიოდის მაქსიმალური ხარჯების (მ<sup>3</sup>/წმ) სხვადასხვა ინტერვალებში მოხვედრის დღეთა რაოდენობა

	III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ		
599-500	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
499-400	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
399-300	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
299-200	6	6	51	55	15	15	2	2	0	0	0	0	1	1	3	3	0	0	2	2

მე-3 და მე-4 ცხრილში (Σ) აღნიშავს ხარჯების დგომის ხანგრძლივობას, ანუ საანგარიშო პერიოდში დღეთა რიცხვს, როდესაც დაფიქსირებულია მოცემულ ხარჯზე მეტი ან ტოლი მნიშვნელობა.

ჭოროხისათვის წყალდიდობის განსაკუთრებული სიდიდით და სიხშირით გამოირჩევა აპრილ-მაისი, როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს – 800 მ<sup>3</sup>/წმ-ზე მეტი ხარჯებით ხასიათდება აპრილი (65 დღე), ხოლო 600-800 მ<sup>3</sup>/წმ-ით – მაისი (219 დღე). წყალმოვარდნები ძირითადად არის X-XII თვეებში და მათ შორის სიხშირით გამოირჩევა ოქტომბრის თვე. როგორც ჩანს, წყალმოვარდნის მაქსიმალური ხარჯები თავისი სიდი-

დით და სიხშირით გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯები. აჭარისწყლისათვის გამოირჩევა აპრილ-მაისი, როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, 300 მ<sup>3</sup>/წმ-ზე მეტი ხარჯებით ხასიათდება აპრილი (4 დღე), ხოლო 200-300 მ<sup>3</sup>/წმ-ით – აპრილ-მაისი (55 დღე).

წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების დინამიკის დასადგენად შეფასდა ცალკეული თვეების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები, რომელიც მოცემულია მე-5 ცხრილში, სადაც ნათლად ჩანს, რომ მდ. ჭოროხზე (ერგე) არავითარი ტენდენცია არ ფიქსირდება, ხოლო აჭარისწყლის შემთხვევაში ტრენდი შეინიშნება III და XI თვეებში.

ცხრილი 5

მდ. ჭოროხი (ა) და აჭარისწყლის (ბ) მაქსიმალური ხარჯების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლ.
ა	-	-0,05	-0,12	-0,08	-	-	-0,05	-0,04	-0,06	0,21	0,04
ბ	0,44	-0,05	0,05	-0,26	-0,14	0,12	0,11	0,23	0,37	0,09	-0,15

ცხრილი 6

კორელაციური კავშირები მდ. ჭოროხის ს. ერგესა (1) და ს. მირვეთს (2) შორის

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$H_{\max(1)} - H_{\max(2)}$	0,72	0,87	0,8	0,86	0,84	0,63	0,72	0,85	0,89	0,87	0,95	0,95
$H_{\max(2)} - Q_{\max(1)}$	0,67	0,87	0,84	0,85	0,89	0,65	0,74	0,89	0,88	0,91	0,92	0,94

ცხრილი 7

ნალექების დღიური მაქსიმუმის და იმავე დღის მაქს. ხარჯის (1), დღის მაქს. ხარჯის და იმავე დღის ნალექების (2) კორელაციის კოეფიციენტები (მდ. ჭოროხისათვის)

$r$	III	IV	V	VI	IX	X	XI	XII
1	0,06	0,25	-0,13	0,23	-0,04	0,38	0,37	-0,04
2	-0,28	0,35	0,23	0,02	0,26	0,30	0,46	0,29

ცხრილი 8

ნალექების დღიური მაქსიმუმის და იმავე დღის მაქს. ხარჯის (1), დღის მაქს. ხარჯის და იმავე დღის ნალექების (2) კორელაციის კოეფიციენტები (მდ. აჭარისწყლისათვის)

$r$	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0,01	0,09	0,13	0,64	0,68	0,81	0,41	0,84	0,33	0,86
2	0,21	0,29	0,54	0,52	0,55	0,52	0,41	0,58	0,39	0,78

$$1 - Q_{\text{დღ}} = f(X_{\text{დღ}}^{\max}); \quad 2 - Q_{\text{დღ}}^{\max} = f(X_{\text{დღ}})$$

რადგანაც ს. ერგესაზე 1986 წლის შემდგომ დაკვირვებები აღარ წარმოებდა, რეალური სურათის წარმოსადგენად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მდინარე ჭოროხზე ს. მირვეთთან არსებული დონეებზე დაკვირვებული მონაცემები. შეფასდა კორელაციური კავშირები ს. ერგესა და ს. მირვეთს შორის მაქსიმალურ დონეებსა და მაქსიმალურ ხარჯებს შორის, რომელიც მოყვანილია მე-6 ცხრილში.

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, საკმარისად მჭიდრო კავშირებია და ს. მირვეთის მაქსიმალური დონეებით, შესაძლებელია დახასიათდეს ს. ერგესთან მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობის დინამიკა.

წლის მაქსიმალური დონეების ცვალებადობის ტრენდები შეფასდა მდ. ჭოროხზე ს. მირვეთთან კორელაციის კოეფიციენტით  $r = -0,16$  და მდ. აჭარისწყალზე ს. ქედასთან კორელაციის კოეფიციენტით  $r = 0,15$ , რომელიც ორივე შემთხვევაში პრაქტიკულად ნულთან არის ახლოს. III-VI და IX-XII

წლის მაქსიმალური დონეების ცვალებადობის ტრენდები შეფასდა მდ. ჭოროხზე ს. მირვეთთან კორელაციის კოეფიციენტით  $r = -0,16$  და მდ. აჭარისწყალზე ს. ქედასთან კორელაციის კოეფიციენტით  $r = 0,15$ , რომელიც ორივე შემთხვევაში პრაქტიკულად ნულთან არის ახლოს. III-VI და IX-XII

თვეებისათვის შეფასდა კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობები, ნალექის დღიურ მაქსიმუმსა და შესაბამისად იმ დღის ხარჯს შორის და მაქსიმალურ დღიურ ხარჯსა და იმავე დღის ნალექებს შორის, რომელიც მოყვანილია ცხრილი 7-ში.

მე-7 ცხრილში მოყვანილი სიდიდეები X-XI თვეების გარდა მცირეა, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ბათუმის ნალექების მონაცემები არ არის წყალდიდობის და წყალმოვარდნების ძირითადი განმსაზღვრელი ფაქტორი. მდინარე ჭოროხის დარეგულირების შემდეგ შესაძლებელია, ამ ატმოსფერული ნალექების როლი გაიზარდოს წყალდიდობის ფორმირებაში. მე-8 ცხრილში მოყვანილი V-XII თვეების კორელაციის კოეფიციენტების სიდიდეები მნიშვნელოვანია, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ქედას ნალექების მონაცემები არის ერთ-ერთი განმსაზღვრელი ფაქტორი წყალდიდობების და წყალმოვარდნებისა და წინა დღის ნალექების მონაცემებზე დაყრდნობით შესაძლებელი იქნება წყალდიდობის მოკლევადიანი პროგნოზის გაცემა.

გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, რომ მდ. აჭარისწყალზე ს. ქედასთან წყალდიდობები და წყალმოვარდნები ძირითადად IV-V და X-XII თვეებში ფიქსირდება. IV-V თვეების პერიოდის მაქსიმალური ხარჯები ძირითადად ფორმირდება მდ. აჭარისწყლის აუზში დაგროვილი თოვლის მარაგის რაოდენობით, დნობის ინტენსივობითა და მოსული ატმოსფერული ნალექების ზედდებით ჩამონადენზე, ხოლო X-XII თვეებში ამავე თვეებში მოსული ატმოსფერული ნალექებით.

მდინარე ჭოროხზე დარღვეულია ჩამონადენის ბუნებრივი რეჟიმი. თურქეთის ტერიტორიაზე უკვე აშენებულია ორი ჰიდროელექტროსადგური წყალსაცავებით (მურატლი და ბორჩხა) და მიმდინარეობს ართვინის წყალსაცავის მშენებლობა. მდინარე ჭოროხზე დაგეგმილია 10 ჰიდროელექტროსადგურის აშენება. მდინარე ჭოროხის წყალსაცავებით დარეგულირება საგრძნობლად შეამცირებს წყალდიდობები-

სა და წყალმოვარდნების რისკებს. შემცირდება მაქსიმალური ხარჯების პიკების რეალური სიდიდეები. დარეგულირების გამო განსაკუთრებით შემცირდება გაზაფხულის წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების სიდიდე და სიხშირე, რადგან გაზაფხულის წყალდიდობის დაწყების წინ წყალსაცავები, როგორც წესი დაცლილია და სასარგებლო მოცულობა ემსახურება ჩამონადენის რეგულირებას.

რაც შეეხება წყალმოვარდნებს, დღევანდელ სიტუაციაში მათი ფორმირება ძირითადად ხდება მურატლის კაშხლის ქვემოთ (ე.ი. ძირითადად აჭარის ტერიტორიაზე) მდინარე ჭოროხის აუზში მოსული ატმოსფერული ნალექებითა და წყალსაცავიდან გამოშვებული წყლის რაოდენობით. წყალმოვარდნის რისკები დამოკიდებული იქნება ამ ნალექების რაოდენობასა და ინტენსივობაზე. ამ რეალობაში მდინარე აჭარისწყლის წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების წვლილი საგრძნობლად გაიზრდება, კვლევა ამ მიმართულებით კიდევ უნდა გაგრძელდეს.

მდინარე ჭოროხის წყალსაცავებით რეგულირება, რასაკვირველია დადებით გავლენას ახდენს წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების პიკებისა და რისკების შემცირებაზე, მაგრამ მას თან ახლავს მეორე ფაქტორი, წყალსაცავებში ნატანი მასალის დაკავება, რაც მნიშვნელოვან უარყოფით ზეგავლენას მოახდენს მდინარე ჭოროხის დელტაში სანაპირო ზოლზე. მიმდინარე დაკვირვების მიხედვით 2003-2006 წლებში, ანუ მას შემდეგ, რაც შეწყდა მდინარე ჭოროხის ნატანის ტრანზიტი ზღვის ნაპირზე, შტორმების მიერ წარეცხილი ხმელეთის სივანე 6-8 მეტრიდან 8-10 მეტრამდე გაიზარდა. 2005-2007 წლებში ზღვამ მიიტაცა ადლიის შიდა საავტომობილო ტრასა. წყალსაცავების მშენებლობის დაწყების შედეგად ნაპირის წარეცხვის სიჩქარე გაიზარდა 3-5 მეტრამდე წელიწადში, მაშინ, როდესაც XX საუკუნის განმავლობაში იგი შეადგენდა 2.2 მ/წელი. მდინარე ჭოროხის დელტაში ნატანის შემცირების

**კლიმატის ცვლილების ფონზე მდინარე ჭოროხის და  
აჭარისწყლის წყალდიდობების რისკის შეფასება**

---

გამო მკვეთრად გაიზრდება ევსტაზია, რაც გამოიწვევს ევსტაზიისმიერი შეტბორვის რისკის გაზრდას.

მდინარე ჭოროხის ქვემო წელში და შესართავში მნიშვნელოვანი სტიქია იქნება არა წყალდიდობები და წყალმოვარდნები,

არამედ ზღვის დონის აწევა, შტორმები, ნაპირების წარეცხვა, დელტის შეცვლა, რაც გამოიწვევს განსახილველ ტერიტორიაზე შეტბორვის რისკების ზრდას, რასაც განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს.

**ლიტერატურა**

1. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009.
2. **Владимиров В. А., Шакарашвили Д. И., Габричидзе Т. И.** Водный баланс Грузии. Тбилиси, Мецნიერება, 1974.
3. **Джаошвили Ш. В.** Речные наносы и пляжеобразование на Черноморском побережье Грузии. Тбилиси, 1986.

## ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СМЕТНОГО НОРМИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ

Гулян А.Б.

Ереванский Государственный Университет Архитектуры и Строительства  
ул. Теряна №109, г. Ереван, 375009, Армения

Государство выполняло функцию регулирования экономики на протяжении всего периода своего существования, однако возможности и рамки регулирования изменялись с развитием производственных отношений [1, 2]. Политэкономические концепции по-разному относились к данной проблеме, однако ни одна из них не обходила ее. К примеру, меркантилисты ратовали за активное вмешательство государства в экономику, физиократы – напротив руководствовались принципом *laissez faire*, что означало предоставление свободы действий [4].

Классическая школа политэкономии в лице Адама Смита и Давида Рикардо также приветствовала экономические свободы и ограничение роли государства.

Сторонники рыночного равновесия – неоклассицисты признавали принцип саморегулирования экономики. Однако в конце XIX века конкуренция, а в первой половине XX века мировые войны и глобальный кризис способствовали признанию регуливающей роли государства.

Сторонники "теории экономического спроса" считали, что государство должно стимулировать предложение производственных факторов и товаров посредством кредитно-налоговой политики.

Сегодня никто не сомневается в воспроизводственной роли государства, предметом дискуссий являются рамки и формы государственного регулирования.

Направления, формы государственного регулирования, безусловно, зависят от значения и характера социально-экономических проблем, однако роль государства на современном этапе

развития экономических отношений заключается не в усилении степени воздействия, а в создании благоприятных условий для развития национальных государств [3].

Государственное регулирование строительства в Республике Армения, как одной из ведущих отраслей экономики, предполагает решение целого круга проблем, признанных объектами государственного регулирования законом "О градостроительстве", принятым в РА 1998 году.

В частности, по данному закону государство в лице министерства по градостроительству должно:

- обеспечивать государственную политику в строительстве;
- утвердить порядок разработки и утверждения градостроительных документов;
- утвердить правовыми актами государственные программы градостроительного и регионального развития;
- политику экономического стимулирования градостроительной деятельности;
- обеспечить инвалидам доступность жилых, общественных и производственных зданий и сооружений, а также возможность беспрепятственного пользования объектами транспортной инфраструктуры;
- разрабатывать проекты государственных программ в области строительства и контролировать в рамках своих полномочий их дальнейшую реализацию;
- проекты по развитию строительной отрасли;
- утверждать и регистрировать градостроительные нормативно-технические документы, за исключением национальных стандартов;
- осуществлять ведение градостроительного

кадастра РА, а также мониторинга градостроительной деятельности;

- осуществлять в законном порядке государственный инспекционный контроль и лицензирование градостроительной деятельности;
- обеспечивать стратегию устойчивого развития регионов и населенных пунктов РА;
- в рамках закона и данных правительством РА полномочий осуществлять государственное управление земельными ресурсами;
- обеспечивать разработку и систематизацию научных и научно-технических целевых программ, осуществлять техническую политику на территории РА;
- участвовать в разработке республиканских программ социально-экономического, регионального развития, а также отраслевых целевых программ в части, относимой к градостроительству.

Таким образом, казалось бы все насущные проблемы в области градостроительства охвачены данным законом. Однако, на практике, существует множество проблем, которые требуют скорейшего решения. Между тем не решаются, либо решаются частично. К таковым, к примеру, относятся:

- стимулирование безотходных технологий добычи рудного сырья и производства экологически чистых строительных материалов и конструкций, эффективных теплоизолирующих ограждающих конструкций и материалов местного производства;
- создание благоприятных экономических условий для налаживания производства строительной техники, особенно средств малой механизации, а также внедрения новейших технологий в области строительства;
- содействие разработке наукоемких технологий, стимулирование национальных научно-технических целевых программ;
- обеспечение соответствия национальных систем нормирования и стандартизации международным требованиям.

В части стандартов, работа продвигается, хотя и не должными темпами, однако в области

нормирования, в частности сметного – дела обстоят намного хуже.

Думается, что дело не только в факторах субъективного характера, препятствующих государственному регулированию прибыльных сфер. Проблемой слишком затянувшегося переходного периода от социализма к капитализму (социализм просуществовал примерно 70 лет, а уже четверть века от него невозможно отойти), является отсутствие четкого механизма реализации законов и адекватной нормативной базы.

Для республик постсоветского пространства проблемы усугубляются тем, что вся нормативная база в прошлом создавалась в централизованном порядке в Госстрое СССР и в профильных центральных научно-исследовательских, методологических институтах и лабораториях, обладающих по нынешним меркам огромным научно-техническим потенциалом. Сложилась такая система, которая требовала четкого исполнения предписаний законов и норм, механического выполнения стандартных шаговых процедур.

Анализ состояния сметного нормирования в Российской Федерации, показывает что, несмотря на то что нормативная база, в частности на примере ГЭСН, уже трижды пересматривается, однако охвата на должном уровне новых технологий, не наблюдается.

Всесильная нормативная база 1984 года остается "призраком" по нескольким весьма объективным причинам:

- старая база сметного нормирования – результат высококвалифицированного труда огромной армии самоотверженных специалистов-профессионалов разных национальностей, каковых сейчас очень мало;
- поколение пожилых сметчиков и представителей среднего возраста находят в старой системе ту единственную доходную нишу, в которой они востребованы более, чем молодые специалисты, ибо студентам сегодня довольно трудно объяснить почему расценка умножается на постоянно изменяемый коэффициент, после чего все равно не отражает реальных затрат;
- наконец, в "мутной воде легче поймать рыбку": сложная система составления смет



затрудняет их проверку и экспертизу, между тем проведенные нами расчеты подтверждают, что применение приблизительных сметных расчетов, основанных на ресурсном подходе, дает отклонения от точных расчетов на основании расценок 1984 года на величину, соизмеримую с инфляционными изменениями на период согласования, экспертизы и утверждения смет. Таким образом, приблизительный, но своевременный расчет может оказаться эффективнее подробного длительного расчета.

Со сменой поколения сметчиков менять систему придется безусловно. Однако задача государства – обеспечить плавный и "безболезненный" переход, создание такого нормативного наследия, которое можно будет использовать, совершенствуя и дополняя.

Изучение международного опыта в сфере нормирования и стандартизации свидетельствует, что в мире известно два принципа стандартизации технических решений – регламентирование конечного результата и регламентирование путей его достижения [5]. Не секрет, что советская система нормирования почти полностью применяла второй.

С точки зрения сметного нормирования первый принцип соответствует ресурсному нормированию, а следовательно возможности отражения новых технологий в строительстве. Второй принцип приводит к неустойчивости и неадекватности системы.

Исходя из этого, нами предлагается следующая схема для системы сметного нормирования:

Область применения	Нормативная база
1. Производственная деятельность подрядчика. 2. Сметы заказчика. 3. База для следующего уровня нормирования.	1. Обновляемые элементные сметные нормы. 2. Технологические карты на новейшие технологии, не вошедшие в элементные нормы. 3. Каталоги цен на ресурсы. 4. Фирменные цены.
1. Предпроектные расчеты цен. 2. Тендерная документация. 3. База для следующего уровня нормирования.	1. Укрупненные цены на конструктивные элементы и виды работ. 2. Фирменные цены.
1. ТЭО, бизнес-планы. 2. Целевые и долгосрочные программы.	1. Укрупненные цены на аналоговые объекты. 2. Укрупненные цены на конструктивные элементы и виды работ. 3. Укрупненные фирменные цены.

### Л и т е р а т у р а

1. **Аристотель.** Политика. Сочинения в 4 т., т.4, М.: Мысль, 1983, стр. 376-644.
2. **Афанасьев В.Т.** Научное управление обществом. М.: Политиздат, 1986, 384 стр.
3. **Коршунов А.М.** Диалектика социального познания. М.: Политиздат, 1988, 383 стр.
4. **Философский словарь** /Под ред. И.Т. Фролова, М.: Республика, 2001, 719 стр.
5. **Серых А.** Современные методы нормирования в строительстве. Чикаго (США): 2011, стр.12, <http://info.snip.kz/downloads/publications/asBuildRegAppr.pdf>.

თბილისის ზღვის ეკოლოგიური პრობლემები  
და მათი პრევენციის ღონისძიებები

რობერტ დიაკონიძე,<sup>1)</sup> გოგა ჩახაია,<sup>1)</sup> ლევან წულუკიძე,<sup>1)</sup> ზურაბ ვარაზაშვილი,<sup>1)</sup>  
შორენა კუპრეიშვილი,<sup>1)</sup> თამრიკო სუპატაშვილი,<sup>1)</sup> ნიკოლოზ მთიულეშვილი<sup>2)</sup>

Email: robertdia@mail.ru

<sup>1)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, თბილისი, საქართველო

<sup>2)</sup> შპს „მარჯანი“

აღ. ყაზბეგის გამზ. №1, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

**ზოგადი აღწერილობა**

სამგორის წყალსაცავი ანუ ე.წ. „თბილისის ზღვა“ (შემდგომში – თბილისის ზღვა), რომელიც ქ. თბილისის ჩრდილო-აღმოსავლეთით, ივრის ზეგანზე, მდებარეობს, მარაგდება მდინარეების: ივრისა და არაგვის წყლით. მისი ფართობი უდრის 10,8 კმ<sup>2</sup>-ს, საპროექტო მოცულობა – 215,2 მლნ. მ<sup>3</sup>, საშუალო სიღრმე – 26,6 მ, მაქსიმალური სიღრმე – 37 მ. გაზაფხულსა და ზაფხულში მისი დონე იმატებს, ხოლო

ზღვის წყლის ინტენსიური გამოყენების შედეგად, 7-10 მ-ით იკლებს (სურ. 1).

თბილისის ზღვის წყლის მინერალიზაცია მერყეობს 300-500 მგ/ლ ფარგლებში. ის პირველი კატეგორიის წყალსაცავს მიეკუთვნება, რომლის წყალიც გამოიყენება თბილისის მოსახლეობის სასმელი წყლით მომარაგებისათვის (დაუზუსტებელი ინფორმაციით, მარაგდება ქალაქის მოსახლეობის 25-30%), სარწყავად, თევზის სარეწად, საწყლოსნო სპორტისა და სარეკრეაციო მომსახურებისათვის.



სურ. 1. თბილისის ზღვის ხედი

## ძირითადი ნაწილი

### *წყალსაცავების დაბინძურების ძირითადი მიზეზები:*

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, თბილისის ზღვის წყალი გამოიყენება სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში. ჩვენს განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს მისი გამოყენება თბილისის მოსახლეობისათვის სასმელი წყლით მომარაგების, თევზის რეწვისა და სარეკრეაციო მომსახურებისათვის, რადგანაც სწორედ ამ მიმართულებით გააჩნია მას უამრავი ეკოლოგიური პრობლემა.

როგორც ცნობილია, წყლის პათოგენური მიკრობებით დასნებოვნება შესაძლებელია სხვადასხვა გზით. მათ შორის ძირითადია გაუწმენდავი ფეკალური წყლების შერევა ჩამდინარე წყლების საშუალებით, რომელსაც წყალსატევებში ჩააქვს მრავალი ორგანული, არაორგანული ნივთიერება და სხვადასხვა სახის მიკროორგანიზმები.

წარმოშობის მიხედვით ჩამდინარე წყლებს ძირითადად 3 ჯგუფად ყოფენ: 1. სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო; 2. სამრეწველო; 3. ატმოსფერული.

არასაკმარისად გაწმენდილ ჩამდინარე წყალს შეუძლია დაარღვიოს წყალსაცავის თვითგაწმენდის უნარი. ჩამდინარე წყლის შეტინარებული ნაწილაკები იწვევს წყალსაცავის ფსკერზე ლამის წარმოქმნას, რომელიც მდიდარია გარხწინილი ორგანული ნივთიერებებით. ცნობილია, რომ წყალსატევებში, ქვედა ფენებში გახსნილი ჟანგბადი ისედაც მცირეა (0-იდან 40%-მდე) და თუ ლამი ორგანული წარმოშობისაა, იგი იწვევს ბიოქიმიური ჟანგვის პროცესების დაჩქარებას, რაზეც იხარჯება წყალში გახსნილი ჟანგბადი და იწვევს მის შემცირებას (ზოგ შემთხვევაში გამოდევნასაც) და ცოცხალი ორგანიზმების, მათ შორის, თევზის მოსპობას. ჩამდინარე წყლებში ჟანგბადი ხვდება ჰაერიდან დიფუზიის გზით, ის შეიძლება წარმოიქმნას წყალში ფიტოსინთეზის გზითაც. ცნობილია ისიც,

რომ წყლის ტემპერატურის 100°C-ით მომატება ბიოლოგიური პროცესების დაჩქარებას 2-3-ჯერ ზრდის.

ჩამდინარე წყლების ძირითადი მახასიათებლებია: ჟანგბადის ქიმიური მოხმარება (ჟ.ქ.მ.) და ჟანგბადის ბიოქიმიური მოხმარება (ჟ.ბ.მ.).

სამეურნეო ფეკალურ ჩამდინარე წყლებში შემავალ ნაერთთა ძირითადი ჯგუფებია: ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები. გახსნილი ჟანგბადის შემცველობა ჩამდინარე წყლებში დიდ ფარგლებში მერყეობს, რაც დამოკიდებულია წყლის მინარევების ხასიათზე, კონცენტრაციაზე, ტემპერატურასა და სხვა პირობებზე.

წყლის ხარისხზე გავლენას ახდენს ორგანული და რიგი არაორგანული ნივთიერებების შემცველი ჩამდინარე წყლები, რომლებიც მნიშვნელოვნად ცვლიან წყლის ხარისხის მაჩვენებელს.

ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური დაბინძურების წყაროებს მიეკუთვნება: მიკროორგანიზმები, საფუარისა და ობის სოკოები, წყალმცენარეები, ბაქტერიები, რომლებიც იწვევენ სხვადასხვა პათოგენურ დაავადებებს, ასეთებია: მუცლის ტიფი, პარატიფი, დიზენტერია, ციმბირული წყლული და ქოლერა. დაბინძურების ეს სახეები მარტო ფეკალური წყლებისათვის როდია დამახასიათებელი, ისინი გვხვდება ზოგ სამრეწველო ჩამდინარე წყალშიც, მაგალითად: ხორცკომბინატების, ტყავის ქარხნების, ბიოფაბრიკებისა და სხვა ობიექტების ჩამდინარე წყლებში. ქიმიური შემადგენლობით ისინი ორგანული ნივთიერებებია, მაგრამ სანიტარული საშიშროების გამო მას ცალკეულ ჯგუფებად გამოყოფენ.

წყლის დასნებოვნების ერთ-ერთი მიზეზია პირუტყვის გადადენა და მისი ყოფნა უშუალოდ წყალსაცავების მიმდებარედ, სადაც ხდება პირუტყვის დარწყულება (ცნობისათვის პირუტყვის შარდი 47%-მდე აზოტს შეიცავს) (სურ. 2) [1].



სურ. 2. პირუტყვის დარწყულება ზღვის წყლით

წყალმცენარეების მასობრივი განვითარება წყალსაცავებში და მათი გახრწნა წარმოქმნის წყლის არასასურველ სუნსა და გემოს, წყალს მოედება ბრკე. თბილისის ზღვის ეუტროფიკაციის პროცესმა, რომელიც დაჩქარებული ტემპით მიმდინარეობს შეიძლება გამოიწვიოს წყალსაცავის ეკოლოგიური კატასტროფა (სურ. 3, 4).

განსაკუთრებით საშიშია მომწამლავ ნივთიერებათა შემცველობა ჩამდინარე წყლებში. ზოგი მათგანი იწვევს წყლის ბიოლოგიურ სტერილიზაციას და ხელს უწყობს ორგანიზმისათვის საშიში პათოგენური მიკროორგანიზმების განვითარებას, ამიტომ წყალსატევებში ჩამდინარე წყლები უნდა ჩაუშვან მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ტოქსიკურ ნივთიერებათა კონცენტრაცია მასში დასაშვები ნორმის ფარგლებში იქნება. ამ თვალსაზრისით საყურადღებოა პრობლემა, რომელიც თბილისის ზღვის სამხრეთ-დასავლეთით, წყალსაცავთან ახლოს, გაშენებული ქალაქის



სურ. 3. წყალმცენარეები თბილისის ზღვაში



სურ. 4. წყალმცენარეები ლპობის სტადიაში

სასაფლაოსთანაა დაკავშირებული.

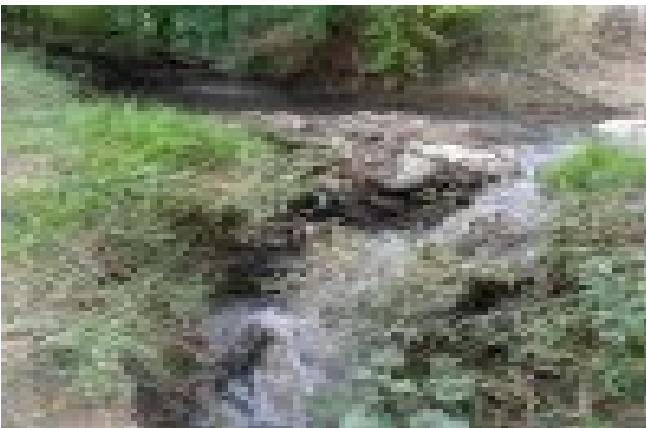
მოგესხენებათ, რომ გახრწნილი გვამებიდან გამოიყოფა ძლიერი მომწამლავი ნივთიერებები (შხამები): კადავერინი, პულრეცინი, სპერმიდინი და სპერმინი. ისინი გვამების ლპობის პროდუქტს და მათ ბიოგენურ დიამინებს, ანუ სტომატოიდებს წარმოადგენს. აღნიშნული ნივთიერებებიდან სწორედ კადავერინი ითვლება ერთ-ერთ ძლიერ მომწამლავ ნივთიერებად. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ყოველთვის არსებობს იმის ალბათობა, რომ მიწისქვეშა ფილტრაციის (გაჟონვის) შედეგად, აღნიშნული მომწამლავი ნივთიერება ზღვის წყალში მოხვდეს და წყალსაცავის ეკოლოგიური კატასტროფის მიზეზი გახდეს (სურ. 5) [2].

თბილისის ზღვაში ჩამდინარე დაბინძურებული წყლების ჩადინების მიზეზია საცხოვრებელი და საყოფაცხოვრებო მომსახურების ობიექტები, საიდანაც გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლები პირდაპირ ჩაედინება ზღვის წყალში. სწორედ ეს შეიძლება იყოს მრავალი პრობლემის, მათ შორის, წყალსაცავში განვითარებული წყალმცენარეების ლპობის პროცესის მიზეზი (სურ. 6, 7).

ზემოაღნიშნული მიზეზები ქვეყანაში დაბალი ეკოლოგიური კულტურის არსებობაზე მიანიშნებს, რასაც დიდად შეუწყობს ხელი 2012 წლის 20 მარტს „გარემოს დაცვის“ შესახებ კანონში შესულმა შესწორებებმა, რომელსაც ნამდვილად არ შეიძლება ვუწოდოთ გარემოს დაცვის კანონი. ამ კანონში შესულმა ცვლილებებმა ეკოტერორიზმის საფრთხის წინაშე დააყენა ქართველი ხალხი.



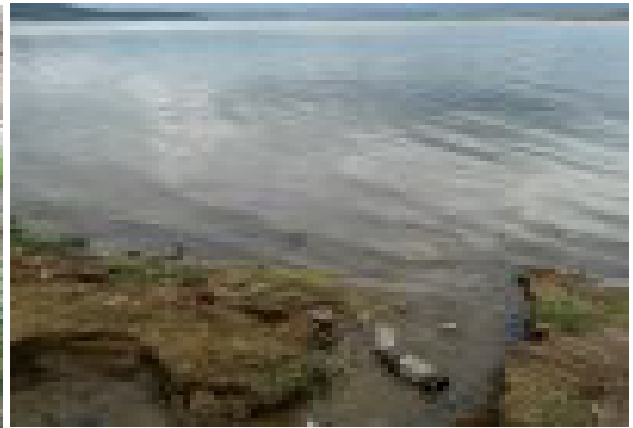
სურ. 5. ქალაქის სასაფლაოს ხედი ზღვასთან მიმდებარე



სურ. 6. თბილისის ზღვაში ჩამდინარე ფეკალური წყლები

**თბილისის ზღვის თანამედროვე მდგომარეობის შეფასება**

არასამთავრობო ორგანიზაცია „უსაფრთხო სივრცის“ კვლევების მონაცემებით (ერთჯერადი კვლევა), რომელიც გ. ნათაძის სახელობის სანიტარიის, ჰიგიენისა და სამედიცინო ეკოლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის სპეციალისტებმა შეასრულეს, აღმოჩნდა, რომ წყალაღების სიახლოვეს წყლის ხარისხი დადგენილ ნორმებს შეესაბამება, ხოლო დაბინძურებული ჩამდინარე წყლების სიახლოვეს ის დაბინძურებულია და, მკვლევარების აზრით, „ზომიერი დაბინძურების“ წყლის ობიექტებს მიეკუთვნება. „ზომიერი დაბინძურება“ კი, ჯანდაცვის სამინისტროს 2001 წლის 16



სურ. 7. თბილისის ზღვაში ჩამდინარე გაუწმენდავი წყლები

აგვისტოს ბრძანების თანახმად, წყლის კულტურულ-სამეურნეო წყალმომარების შემთხვევაში საშიშროებას წარმოადგენს.

თბილისის ზღვის დაბინძურების მრავალი მიზეზი არსებობს: ჩამდინარე გაუწმენდავი წყალი; ზღვის წყლით ხდება პირუტყვის დარწყულება და ავტომანქანების რეცხვა; წყალსაცავზე მოწყობილია სარეკრეაციო ზონა და წყალში მოძრაობს საზღვაო ტრანსპორტი; ზღვის გარშემო მიმდინარეობს ახალი საცხოვრებელი სახლებისა და საკვები ობიექტების მშენებლობა, რომლებსაც არ გააჩნია კანალიზაცია; ზღვის ჩრდილო-აღმოსავლეთი მიმართულებით შენდება რკინიგზა და ოლიმპიური სოფელი; აღშფოთებას იწვევს სასმელი

**თბილისის ზღვის ეკოლოგიური პრობლემები  
და მათი პრევენციის ღონისძიებები**

წყლის ობიექტთან ახლოს სასაფლაოს არსებობა; არ არის დაცული სანიტარული ზონები, არადა ცნობილია, რომ პირველი სანიტარული ზონა 50 მ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს, თბილისის ზღვის შემთხვევაში კი ასეთი რამ არ არსებობს. მხედველობაშია მისაღები ზღვის მიმდებარე ტერიტორიის რელიეფური (ქვაბური) მდებარეობაც და ამიტომ, ასეთ ვითარებაში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სანიტარული ზონების დადგენა და მისი დაცვა.

თბილისის ზღვის თანამედროვე ხარისხის შესაფასებლად ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა გარემოს ეროვნული სააგენტოს 2009-2012 წწ. მონაცემები (მონიტორინგის მასალები) [წერ. №12-15/330; 25.03. 2013 წ.]. მონიტორინგის მასალებში მოცემული მახასიათებლების სიდიდე შედარებულ იქნა მათ ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციებთან.

შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროს მიერ დამტკიცებული ნორმატივები [3], რომელიც ყოფილი საბჭოთა კავშირის ნორმატივების იდენტურია, უბრალოდ, ის თარგმნილია ქართულად და დამტკიცებულია. გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონიტორინგის მასალები, რომელიც წყალსაცავის მხოლოდ ორ წერტილშია განსაზღვრული, შევადარეთ ზემოხსენებულ ნორმატივებს, რის შედეგადაც ზღვის წყლის მნიშვნელოვანი დაბინძურება არ გამოვლინდა, რაც ნამდვილად არის ეჭვის მიზეზი, რადგანაც თბილისის ზღვაში თითქმის მთელ ფართობზეა განვითარებული წყალმცენარეები და სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს წყალსაცავის ეუტროფიკაცია, რაც ერთ-ერთი უტყუარი ნიშანია წყლის დაბინძურებისა. მხოლოდ ზოგ შემთხვევაში ნიტრატების, ნიტრიტებისა და ნიტრიტის აზოტის უმნიშვნელო მომატება აღინიშნება, თუმცა ბოლო წლებში აშკარად შეინიშნება მათი მატების ტენდენცია. მაგალითისათვის, ნიტრიტის აზოტი 0,001 მგ/ლ-დან (2009 წ.) გაიზარდა 0,097 მგ/ლ-მდე (2012 წ.). საქართველოში დამტკიცებული ნორმატივების მიხედვით,

ნიტრიტის აზოტის ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ) სასმელი წყლისათვის 0,02 მგ/ლ-ს უდრის.

თბილისის ზღვის წყლის ხარისხის გადასამოწმებლად ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ევროპის ქვეყნების ურთიერთდახმარების საბჭოს (CЭB) რეკომენდაციები [4], რომლის თანახმადაც ნიტრიტის აზოტის ზდკ სასმელი წყლისათვის 0,002 მგ/ლ-ს შეადგენს და, ზემოაღნიშნული რეკომენდაციების მიხედვით, ეს მახასიათებელი მრავალ შემთხვევაში მეტია დასაშვებ კონცენტრაციაზე. განსაკუთრებით მომატებულია დაბინძურების მაჩვენებელი ზღვის წყლის მეთეზუობისათვის (თეზის რეწვა) გამოყენების შემთხვევაში. ევროპის ქვეყნების ეკონომიკური ურთიერთთანხმობის საბჭოს („წყლის ხარისხის საერთო კრიტერიუმები“) რეკომენდაციების თანახმად არსებობს ორი სახის კლასიფიკაცია:

პირველი სახეობის კლასიფიკაცია ასეთია: I კლასი – წყალი ძალიან სუფთაა; II კლასი – წყალი სუფთაა; III კლასი – წყალი ძალიან მცირედაა დაბინძურებული; IV კლასი – წყალი მცირედაა დაბინძურებული; V – წყალი ძლიერაა დაბინძურებული; VI კლასი – წყალი ძალიან ძლიერაა დაბინძურებული.

მეორე სახის კლასიფიკაცია ასეთია:

I ხარისხი – წყალი ძალიან სუფთაა, II ხარისხი – წყლის გამოყენება დასაშვებია სათანადო დამუშავების შემდეგ; III ხარისხი – წყალი უვარგისია.

ზემოაღნიშნული რეკომენდაციების თანახმად, თბილისის ზღვა პირველი კლასიფიკაციის მიხედვით, მიეკუთვნება IV კლასს, ხოლო მეორე კლასიფიკაციის მიხედვით, ის II ხარისხისაა და მისი გამოყენება, დღევანდელი მონაცემებით, სათანადო დამუშავების შემდეგაა შესაძლებელი, თუმცა, აქვე აღვნიშნავთ, რომ ზემოაღნიშნული შეფასების საშუალებას იძლევა დღევანდელი მდგომარეობა, ხოლო მომავალი შეფასება შესაძლებელი გახდება დამატებითი კვლევების გაგრძელებისა და მუდმივი მონიტორინგის საფუძველზე.

დასკვნა

1. ჩვენს ხელთ არსებული თბილისის ზღვის წყლის ხარისხის მონაცემების ანალიზის მიხედვით, დაფიქსირებულია ზღვის წყლის ხარისხის ზოგიერთი მახასიათებლით, ძირითადად: ნიტრიტებით, ნიტრატებითა და ნიტრიტის აზოტით დაბინძურების (ერთჯერადი შემთხვევები) ტენდენცია. თუმცა, აქვე აღვნიშნავთ, რომ ზემოხსენებული მონაცემები, ზღვის წყლის დაფიქსირებული ეუტროფიკაციის გამო, სარწმუნოდ არ მიგვაჩნია;
2. წყალქვეშა სურათების გადაღებით დადგინდა, რომ ზღვაში, თითქმის ყველა მონაკვეთზე, აღმოცენებულია წყალმცენარეები და დაწყებულია მათი ლობობა, რაც წყალსაცავის დაბინძურების ერთ-ერთი ძირითადი ნიშანია;
3. ზღვის წყლის დღევანდელი ხარისხის მდგომარეობა, ევროპის ქვეყნების ურთიერთდახმარების საბჭოს რეკომენდაციების თანახმად, პირველი კლასიფიკაციის მიხედვით, ძირითადად განეკუთვნება IV კლასს, ხოლო მეორე კლასიფიკაციის მიხედვით – II ხარისხისაა;
4. თბილისის წყლის ხარისხის უსაფრთხოებისათვის აუცილებელია დადგინდეს ზღვის სანიტარული ზონები და განუხრებლად განხორციელდეს მათი დაცვა, რისთვისაც საჭიროა განისაზღვროს წყალსაცავის მიწისქვეშა და მიწისზედა წყლების წყალგამყოფი ხაზები;
5. სასტიკად აიკრძალოს ზღვის წყალში გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლების ჩაშვება;
6. აიკრძალოს ზღვის მიმდებარედ, სამხრეთ-დასავლეთით მდებარე ქალაქის სასაფლაოზე მიცვალებულების დაკრძალვა. დაუყოვნებლივ განხორციელდეს არსებული კონსერვაცია;
7. რკინიგზის შემოვლითი გზის მშენებლობასთან დაკავშირებით, განხორციელდეს ზღვის დაბინძურების საწინააღმდეგო პრევენციული ღონისძიებები;
8. ოლიმპიური სოფელი, რომლის მშენებლობაც მიმდინარეობს, უზრუნველყოფილ იქნეს გამართული საკანალიზაციო სისტემით და მოხდეს ჩამდინარე წყლების გაწმენდა;
9. ზღვის ჩრდილოეთ და ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში მშენებარე საცხოვრებელი კვარტალი უზრუნველყოფილ იქნას კანალიზაციითა და ჩამდინარე წყლების შესაბამისი გამწმენდი ნაგებობებით;
10. განხორციელდეს წყალსაცავის დაცვა საყოფაცხოვრებო და სამშენებლო ჩამდინარე წყლებისაგან. მოხდეს წყლიდან გოგირდწყალბადის, კალციუმისა და რკინა 2-ის მარილების მოცილება;
11. წყლის გაუსნებოვნების მიზნით, პერიოდულად განხორციელდეს წყალსატევის ფსკერისა და ნაპირების გაწმენდა წყალმცენარეებისა და დამაბინძურებელი კერებისაგან;
12. თუ დაუყოვნებლივ არ შესრულდება დაბინძურებისაგან დამცავი ზემოაღნიშნული ღონისძიებები, მაშინ აუცილებელია აიკრძალოს თბილისის ზღვით მოსახლეობის სასმელი წყლით მომარაგება და სხვა სამეურნეო დანიშნულებისათვის მისი გამოყენება;
13. თბილისის ზღვის წყლის სასმელი და საყოფაცხოვრებო მოხმარების შემთხვევაში, აიკრძალოს მასში საწყლოსნო სპორტული ღონისძიებების გამართვა და მისი სარეკრეაციოდ გამოყენება;
14. თბილისის ზღვის დღევანდელი ეკოლოგიური მდგომარეობა უნდა ჩაითვალოს საგანგაშოდ.

ლიტერატურა

1. დიაკონიძე რ., ჩახაია გ., წულუკიძე ლ., მამასახლისი ჟ. მდ. არაგვის წყლის რესურსების ხარისხი ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების ფონზე. //საქ. განათლების და მეცნიერების სამინისტრო, საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო სამეურნეო უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, XXXIII, თბილისი, 2005, გვ. 146-153.
2. დიაკონიძე რ., ჩახაია გ., წულუკიძე ლ., კუპრეიშვილი შ., სუპატაშვილი თ. დედამიწის წყლის რესურსები, ეკოლოგიური პრობლემები და ადამიანის როლი აღნიშნულ პრობლემებზე. საქართველოს საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნოლოგიური ჟურნალი, ტომი 5 №1-2, ნიუ-იორკი, 2013, გვ. 27-33 (ინგლისურ ენაზე).
3. ჰიგიენური მოთხოვნები წყლის შემადგენლობასა და ხარისხზე სასმელ-სამეურნეო და კულტურულ საყოფაცხოვრებო წყალ-მოთხოვნილების ობიექტებში და წყალში მავნე ნივთიერებების შემცველობის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზდკ). საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობის და სოციალური დაცვის მინისტრის 2001 წლის 16 აგვისტოს №297/6 „გარემოს ხარისხობრივი მდგომარეობის ნორმების დამტკიცების შესახებ“. საქართველოს ოფიციალური ბეჭდვითი ორგანო. „საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე“ (სსმ), №90, 24.08. 2001, გვ. 91-93.
4. Рекомендации – «Единые критерии качества вод», Совет Экономической Взаимопомощи (СЭВ), Секретариат СЭВ, 1982, 68 стр.



მოუხსნადი ყალიბები მონოლითურ სახლთმშენებლობაში

ზურაბ ეზუგბაია<sup>1)</sup>, ინგა ირემაშვილი<sup>2)</sup>, ლევან ჩალაძე<sup>1)</sup>, ალექსანდრე ეზუგბაია<sup>1)</sup>  
Email: [ingairema@yahoo.com](mailto:ingairema@yahoo.com)

- 1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
მ. კოსტავას ქ. №77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო
- 2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების აგების პროცესში, რომელიც წარმოადგენს ტექნოლოგიურად დაკავშირებულ და თანმიმდევრობით შესრულებულ მარტივ პროცესებს, ერთ-ერთ ძირითად პროცესად ითვლება საყალიბე სამუშაოთა წარმოება.

ბოლო პერიოდში მონოლითურ მშენებლობაში ეფექტურად გამოიყენება “მოუხსნადი ყალიბები”, რომლებიც ბეტონის ჩაგებისა და სხვა ოპერაციების დასრულების შემდეგ რჩება დაბეტონებული კონსტრუქციის ტანში და მასთან მუშაობს როგორც ერთი მთლიანი ელემენტი. ის ქმნის ნაგებობის ფორმას, აფორმებს არქიტექტურულად,

იცავს მის ზედაპირს ატმოსფერული ზემოქმედებისაგან, ზრდის კონსტრუქციის სიმტკიცის მახასიათებლებს, აუმჯობესებს ბეტონის გამყარების რეჟიმს და, რაც მეტად მნიშვნელოვანია, ამცირებს შრომის დანახარჯებს, ვინაიდან საყალიბე სამუშაოთა პროცესი არ ითვალისწინებს სადემონტაჟე სამუშაოებს.

მოუხსნად ყალიბებში მასალად გამოიყენება ფოლადის პროფილირებული ფენილი, კერამიკული, მინის და ბეტონის ბლოკები, პროფილის ფილები რკინაბეტონის, ბეტონის, არმოცემენტის, მინაცემენტის, ფიბროცემენტისაგან, ქაფპოლისტიროლის ფილები და სხვ.

ძირითადი ნაწილი

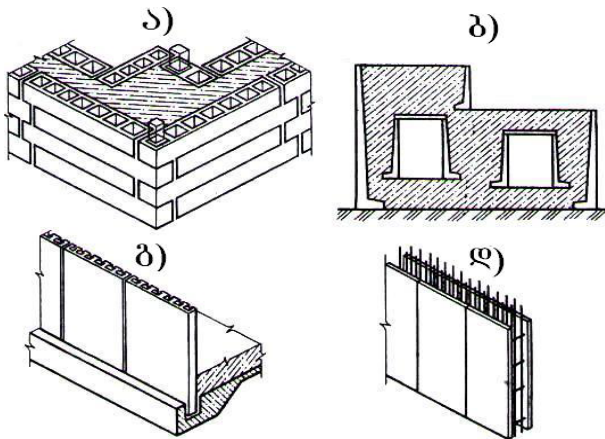
ფუნქციური დანიშნულების მიხედვით ყალიბი გამოიყენება, როგორც ფორმაშემქმნელი კონსტრუქცია, ყალიბი-მოპირკეთება და ყალიბი-იზოლაცია. ნებისმიერ შემთხვევაში, ეს ელემენტები არის ასაგები კონსტრუქციის გარე ზედაპირი, ამიტომ მას შეიძლება ჰქონდეს ნებისმიერი ფაქტურა. ყალიბი შეიძლება დამზადდეს ქარხანაში ან პოლიგონზე და მას მიეცეს სხვადასხვა ფორმა და კონფიგურაცია პროექტის შესაბამისად.

საცხოვრებელი შენობების აგებისას ხშირად გამოიყენება სპეციალური ორფე-

ნიანი ფილები, რომლებიც ერთდროულად ასრულებენ ყალიბის ფუნქცია და შენობის ფასადის კედლების დეკორატიულ თბოიზოლაციას.

მშენებლობაში ფართოდ გამოიყენება მოუხსნადი ყალიბები თხელკედლიანი რკინაბეტონის ფილებისაგან (ნახ. 1, 2).

მოუხსნად ყალიბებთან ერთად მსუბუქი ბეტონების (ქაფბეტონი, პერლიტბეტონი და სხვ.) გამოყენება საგრძნობლად ზრდის გადახურვების მახასიათებლებს: ბგერა-, ხმაურ-, ვიბრო- და თბოიზოლაციას.



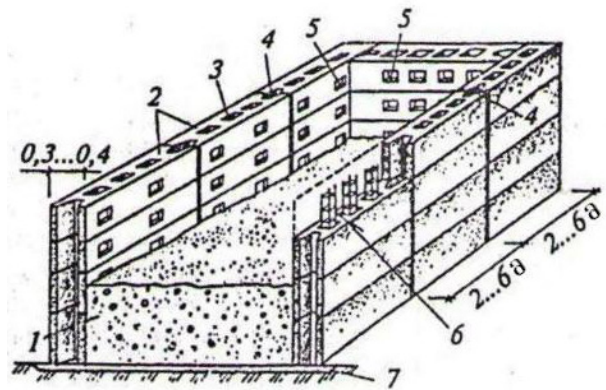
ნახ. 1. მოუხსნადი ყალიბების ტიპები:  
 ა – ბეტონის ბლოკებისაგან; ბ – რკინაბეტონის ფილებისაგან; გ – T-ესებრი პროფილის წიბოებიანი ფილებისაგან; დ) – ბრტყელი ფოლადბეტონის ფილებისაგან

**მოუხსნადი საყალიბე სისტემა ქაფპოლისტიროლისაგან**

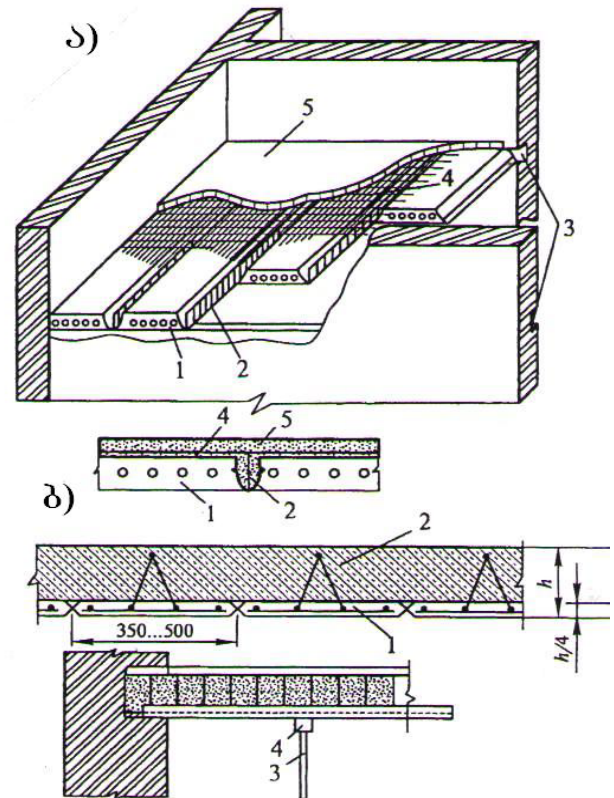
თანამედროვე მშენებლობაში შემომფარგლავი კონსტრუქციების მიმართ მოქმედებს ხისტი და მკაცრი მოთხოვნები: შემცირდეს მათი თბოდაცვლების მაჩვენებლები, გაიზარდოს კონსტრუქციებში სათავსებიდან თბოდაცვლების წინააღმდეგობის მაჩვენებლები, რაც ითხოვს სამოქალაქო მშენებლობაში სამშენებლო მასალებისა და ნაკეთობების წარმოების ეფექტური ენერგოდამზოგი ტექნოლოგიების დამუშავებასა და დანერგვას. ერთი ასეთი გზა არის მოუხსნად ყალიბებში ქაფპოლისტიროლის ბლოკების, ფილების ან პანელების გამოყენება (ნახ. 3).

ასეთი ყალიბები ხასიათდება მცირე მასით, საკმარისი სიმტკიცითა და არააღებადობით. ელემენტების მცირე მასა უმრავლესი ოპერაციების ხელით შესრულების საშუალებას იძლევა ხარახობისა და განაწილებული დგარების გამოყენებით, რაც გამორიცხავს ახლად ჩალაგებული და გამკვრივებული ბეტონის დეფორმაციებს.

ქაფპოლისტიროლის ყალიბის ელემენტების მონტაჟს ასრულებენ შემდეგი თანმიმდევრობით:



ნახ. 2. მოუხსნადი ბლოკური ყალიბის ფრაგმენტი: 1 – შეფესები (ბეტონის ნარევი); 2 – მოუხსნადი ყალიბის დრუტანინი ბლოკები; 3 – ჭები (გამჭოლი ნახვრეტები); 4 – შემაერთებელი სოგმანი; 5 – ნახვრეტები ანკერებისათვის; 6 – არმატურის კარკასი; 7 – ბეტონის მომზადება



ნახ. 3. ასაწყობ-მონოლითური გადახურვები ქაფპოლისტიროლის პანელებისაგან:  
 ა – დაარმატურებული კარკასითა და დაბეტონებული ზედაპირით: 1 – ქაფპოლისტიროლის პანელი; 2 – არმოკარკასი; 3 – ფეხურა აგურის კედელში; 4 – არმატურის ბადე; 5 – ბეტონის ფენა;  
 ბ – არმოგემბანიანი ქაფპოლისტიროლის პანელებისაგან: 1 – მოუხსნადი ყალიბის პანელი; 2 – მონოლითური ბეტონის ფენა; 3 – ტელესკოპური დგარი; 4 – გრძივი

- პანელების ბოლოები შეჰყავთ კედელში დატოვებულ ფეხურებში, ფილებს შორის აყენებენ არმატურის კარკასს;
- ყალიბის ფილების ზედაპირზე ალაგებენ არმატურის მზიდ ბადეს და აკავშირებენ არმატურის კარკასთან;
- არმატურის ჩალაგების შემდეგ ასრულებენ დაბეტონებას.

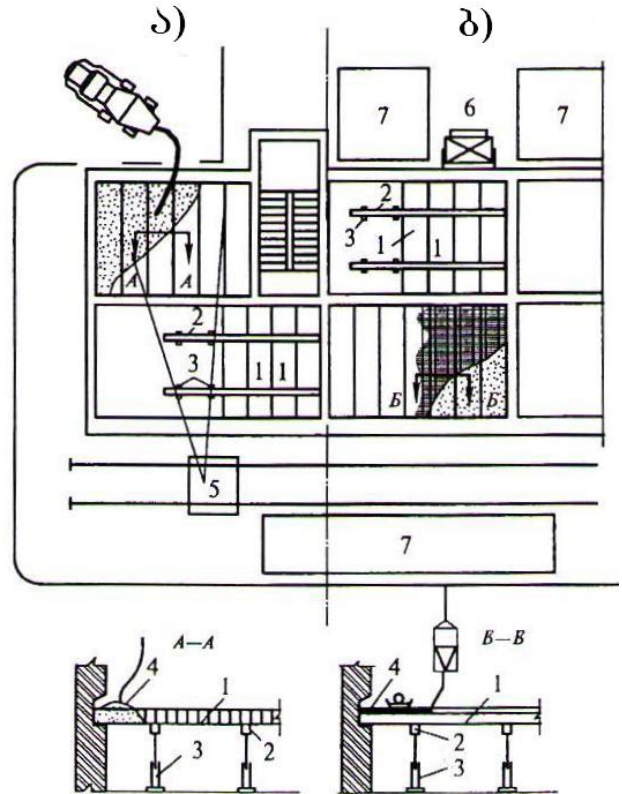
აქ ქაფპოლისტიროლის პანელების გამოყენება ითვალისწინებს ფილების გამოყენებას, რომლის სიგრძე მალის ტოლია. პანელები ეყრდნობა ფეხურებს, მათი სიგრძის მიხედვით აყენებენ გამანაწილებელ დგარებს, რაც გამორიცხავს არასასურველ დეფორმაციებს, შემდეგ ასრულებენ დაბეტონებას.

ანაკრებ-მონოლითური გადახურვის მოწყობა მოუხსნადი ყალიბების გამოყენებით დიდად ეფექტურია შენობის რეკონსტრუქციის დროს. აქ შესაძლებელია მცირე ტვირთამწეობის კოშკური ამწის გამოყენება გადახურვების მოწყობის ტექნოლოგიური პროცესი ითვალისწინებს ფეხურების მოწყობას შენობის მთელ პერიმეტრზე სიღრმით არანაკლებ 15 სმ-ისა და სიმაღლით – 10 სმ; ერთიანი სამონტაჟო ჰორიზონტის შექმნას ფეხურების გასწორებით ცემენტ-ქვიშის დუღაბით; ტელესკოპურ დგარებზე გამანაწილებელი კოჭების დაყენებას; მოუხსნადი ყალიბის ელემენტების დალაგებას. ყალიბის პანელები პირაპირების ადგილებზე ერთმანეთს უკავშირდება გამანაწილებელი დეროებით, საჭიროების შემთხვევაში დამატებით ასრულებენ ბადისებრ დაარმატურებას. პანელების დალაგების შემდეგ ამოწმებენ მათ ჰორიზონტალობას – დასაშვებია გადახრა მხოლოდ 3-4 მმ-ზე. გადახურვის დაბეტონება შეიძლება განხორციელდეს ორი სქემით – სამონტაჟო ამწის საშუალებით ან ბეტონტუმბოებით (ნახ. 4).

მოუხსნადი ყალიბის მოცულობითი ბლოკები არ ასრულებენ მზიდი კონსტრუქციის როლს, მის სივრცეში აყენებენ არმატურის კარკასებს და შემდეგ ავსებენ მაღალძვრადი ბეტონის ნარევით (ნახ. 5).

მე-5 ნახ-ზე მოყვანილია გარე კედლები-სა და გადახურვის მოწყობის ტექნოლო-

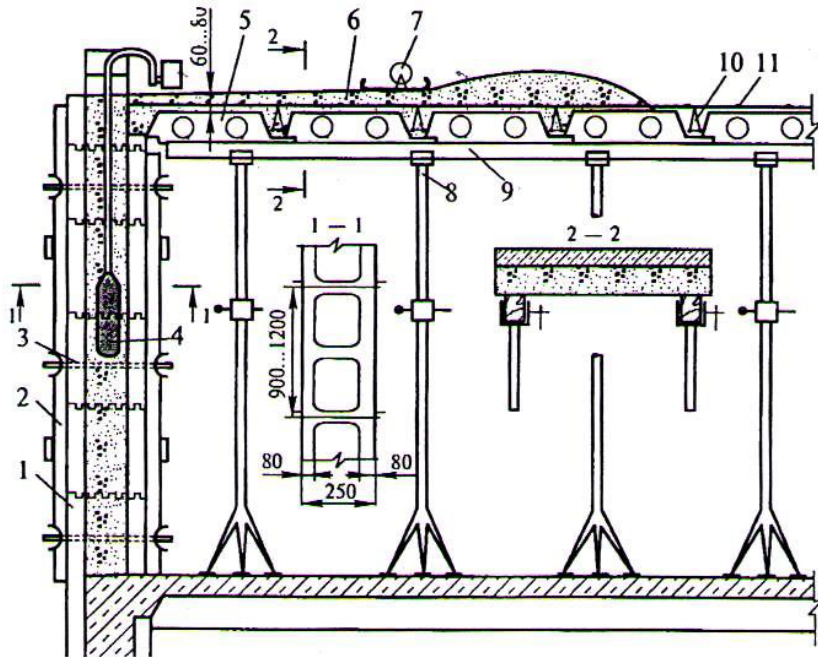
გიური სქემა, მე-6 ნახ-ზე – გადახურვის შეუღლების კონსტრუქციული სქემა კედელთან.



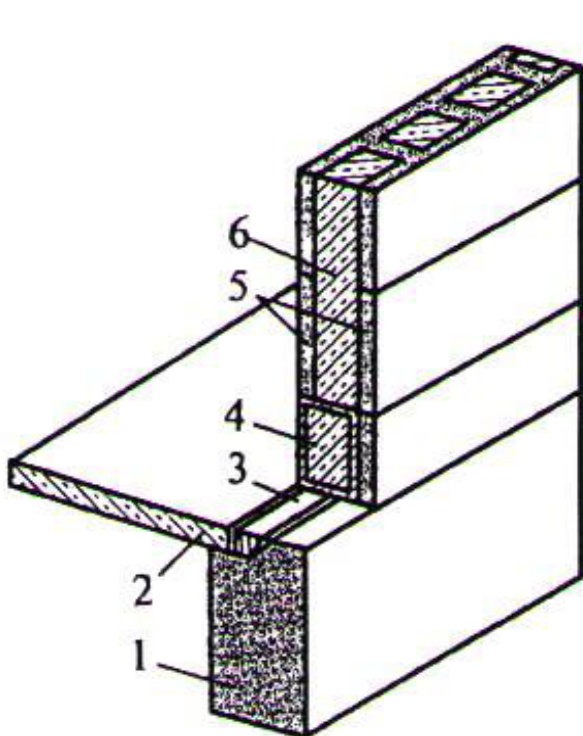
ნახ. 4. ანაკრებ-მონოლითური გადახურვის მოწყობა მოუხსნად ყალიბებში:

- ა – რკინაბეტონის ფილები არმატურის ნაშვერებით;
- ბ – ქაფპოლისტიროლის ფილებისაგან;
- 1 – მოუხსნადი ყალიბი; 2 – რიგელები;
- 3 – ტელესკოპური დგარები; 4 – მონოლითური ბეტონი; 5 – სამონტაჟო ამწე; 6 – საწვეველა;
- 7 - საწყობის ზონები

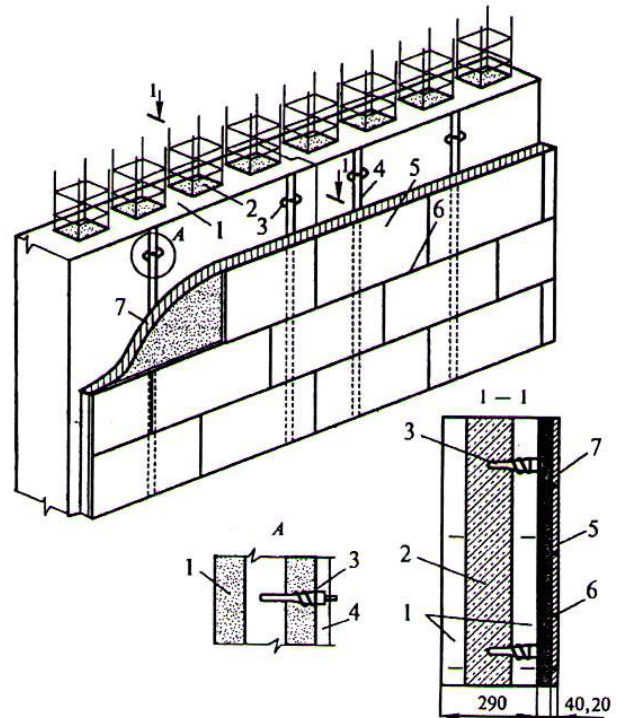
ქაფპოლისტიროლის ყალიბში აგებული შენობების ფასადების ზედაპირებს სჭირდება დაცვა მექანიკური დაზიანებისაგან. ამისათვის ახორციელებენ ფასადების საიმედო მოპირკეთებას. ქაფპოლისტიროლის ბლოკების კედლებში საჭირო ბიჯით აყენებენ ანკერებს. ანკერებზე შემდგომში ამაგრებენ კრონშტეინებს ვერტიკალური მიმართულებით (ნახ. 7). მოსაპირკეთებელი პანელების მონტაჟის პროცესში ავსებენ თავისუფალ სივრცეს მცირემარცვლოვანი მსუბუქი ბეტონის ნარევით, ქაფბეტონით ან ცემენტ-ქვიშის დუღაბით.



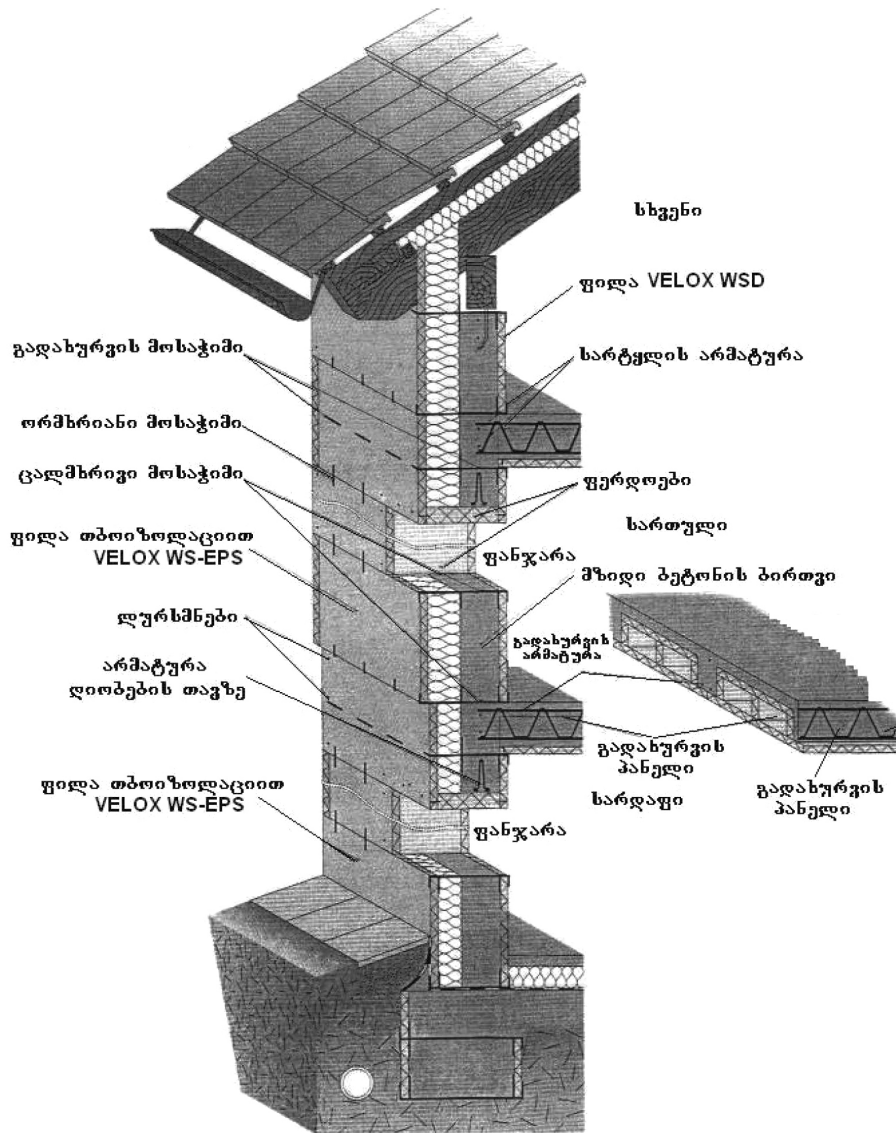
ნახ. 5. გარე კედლების და გადახურვების მოწყობის სქემა მოუხსნად ყალიბში:  
 1 – კედლის ბლოკი; 2 – გამანაწილებელი დგარები; 3 – მომჭერები; 4 – ვიბრატორი;  
 5 – გადახურვის პანელი ქაფპოლისტიროლისაგან; 6 – ბეტონის ნარევი; 7 – ვიბროლარტყვა;  
 8 – ტელეკოპური დგარები; 9 – გამანაწილებელი კოჭები; 10 – არმოკარკასი;  
 11 – ბადისებრი დაარმატურება



ნახ. 6. გადახურვის შეუღლების სქემა დასაშენებელ კედელთან:  
 1 – შენობის არსებული კედელი; 2 – გადახურვა; 3 – არმოკარკასი; 4 – მონოლითის უბანი; 5 – მოუხსნადი ყალიბის ბლოკი; 6 – მონოლითური ბეტონი



ნახ. 7. მოუხსნად ყალიბებში აგებული კედლების მოპირკეთების სქემა:  
 1 – ქაფპოლისტიროლის ბლოკი; 2 – მონოლითური ბეტონი; 3 – ანკერი; 4 – მიმართველები კუთხოვანისაგან; 5 – მოსაპირკეთებელი პანელი; 6 – მოსახსნელი სადები; 7 – სივრცის შევსება დულაბით



ნახ. 8. VELOX-ის საძირკვიდან სახურავამდე

**მოუხსნადი საყალიბე სისტემა VELOX-ის  
ნაფოტცემენტის ფილებისაგან**

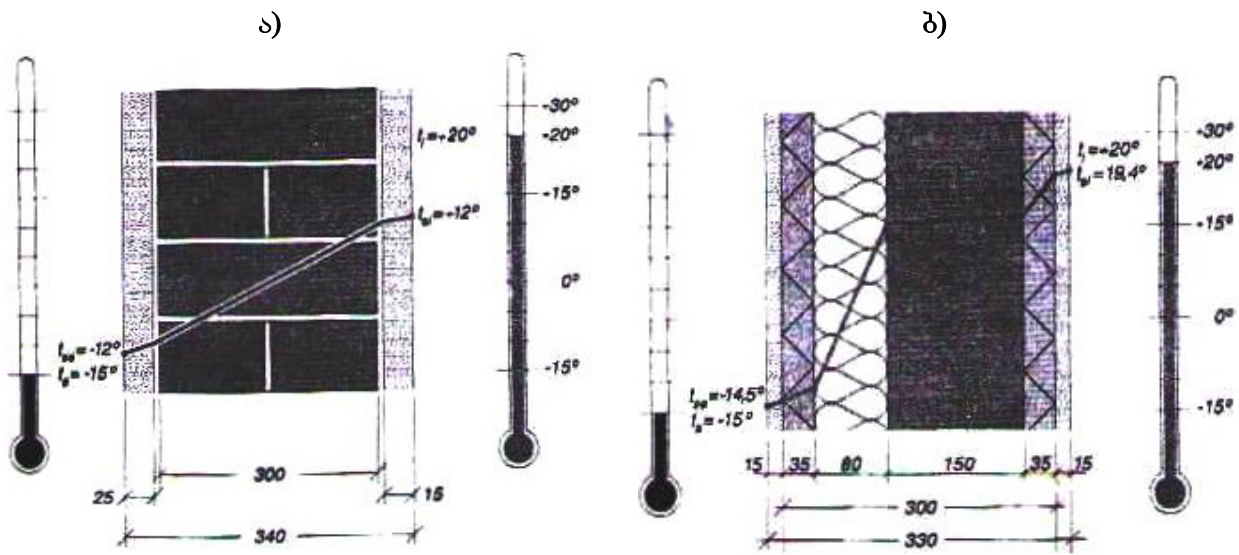
VELOX-ის სისტემის მოუხსნადი ყალიბები მზადდება ნაფოტცემენტის ფილებისაგან. ძირითადი კომპონენტები ფილების შესრულებისათვის: წიწვოვანი ხის ნაფოტები, ცემენტი და თხევადი მინა. მიღებული ფილები ხასიათდება მაღალი ტექნოლოგიური თვისებებით – იოლად იჭრება, მუშავდება ხელით დაზგაზე, მსუბუქია, ყალიბის ფაქტურა უზრუნველყოფს ნაღესის მაღალ ხარისხს, მჭიდროდ ეკრობა ბეტონს და სხვ.

ნაფოტ-ცემენტიანი ფილების ძირითადი

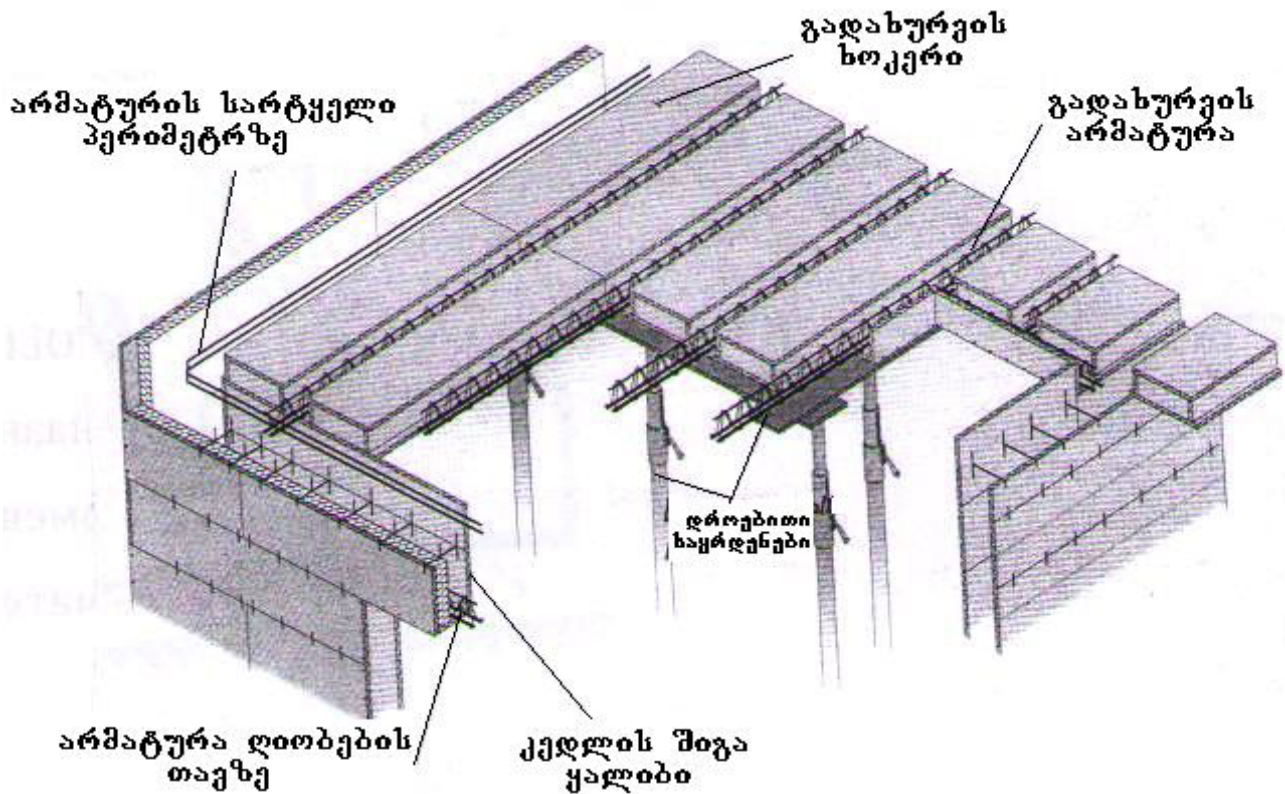
ზომაა 2000×500 მმ, ეს არის VELOX-ის სამშენებლო სისტემის ძირითადი ელემენტი და უზრუნველყოფს კომპლექსურ მშენებლობას საძირკვიდან სახურავამდე (ნახ. 8).

ქვემოთ წარმოდგენილია სქემები, სადაც ნათლად ჩანს VELOX-ის სისტემის კედლების უპირატესობა ჩვეულებრივ აგურის კედელთან (ნახ. 9).

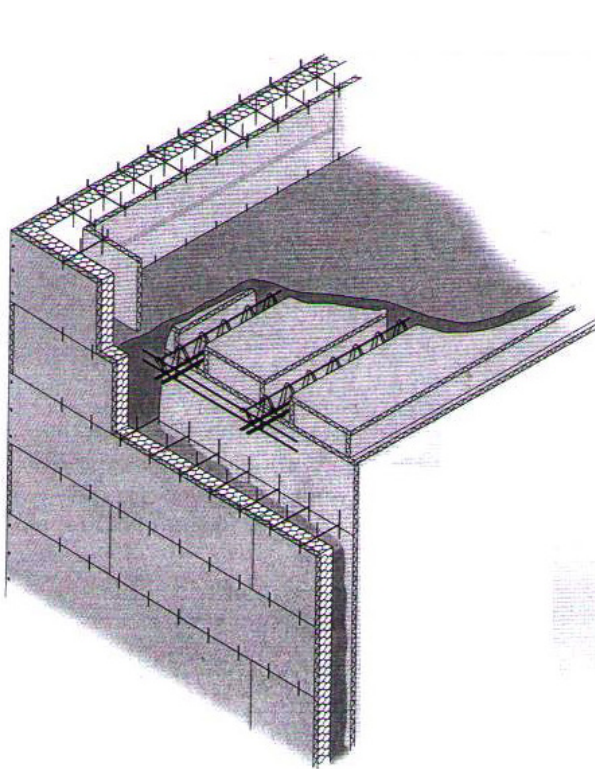
გრაფიკებიდან აშკარა არის VELOX-ის სისტემის უპირატესობა. ფირმა VELOX-ის სისტემის მოუხსნადი ყალიბები გამოიყენება ფართო დიაპაზონში – გადახურვებისა და სხვადასხვა დანიშნულების კედლების ასაგებად (ნახ. 10, 11, 12, 13).



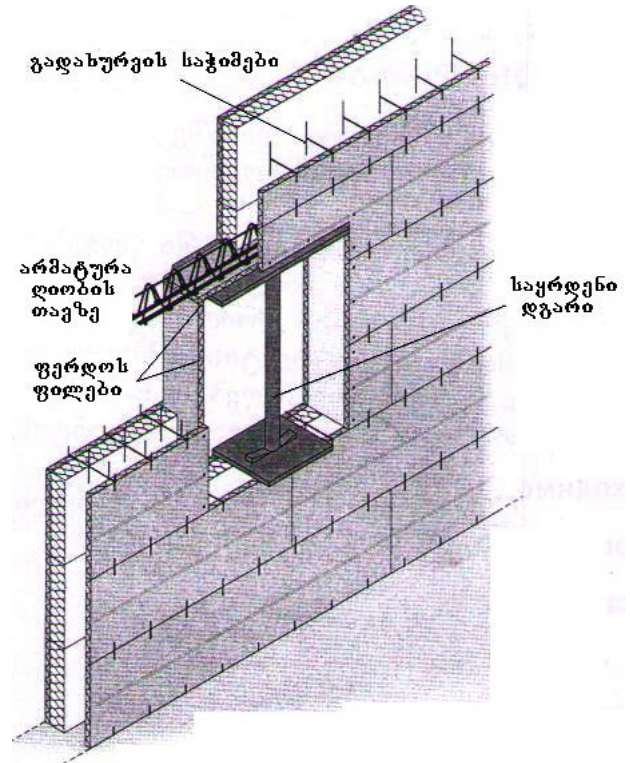
ნახ. 9. კედლის კვეთში ტემპერატურის განაწილების შესადარებელი მრუდები:  
 ა – კლასიკური აგურის წყობა, სისქე 300 მმ;  
 ბ – სამშენებლო სისტემის VELOX-ის სენდვიჩ-სისტემა, სისქე 300 მმ.



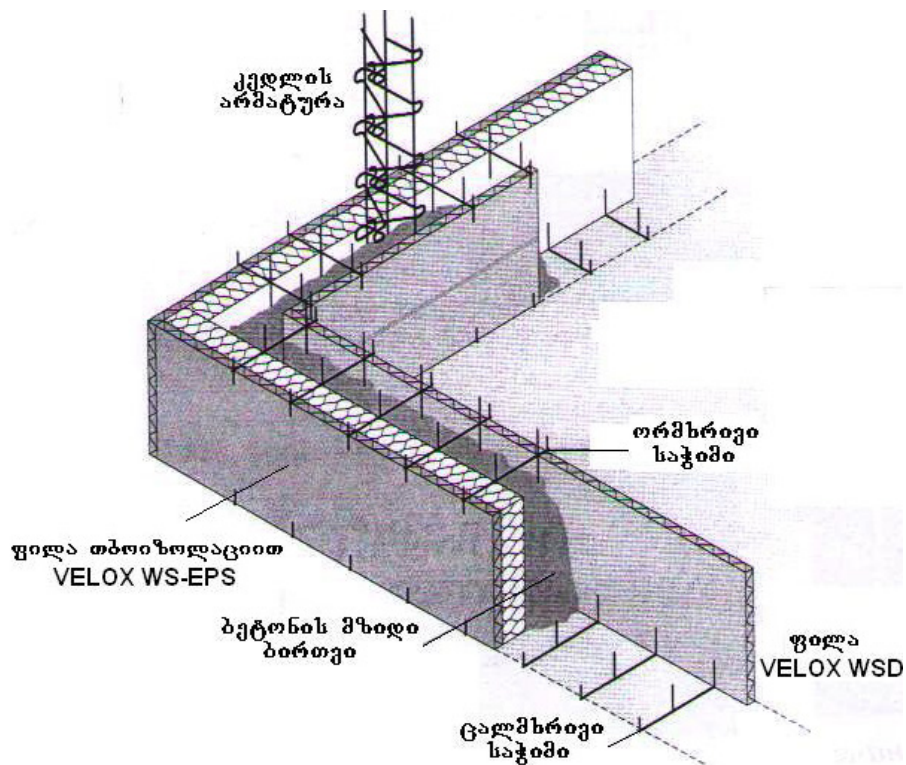
ნახ. 10. გადახურვის აგება VELOX-ის ყალიბებით – ფრაგმენტი



ნახ. 11. კედლის და გადახურვის აგება VELOX-ის მოუხსნადი ყალიბებით – ფრაგმენტი



ნახ. 12. ფანჯრის ლიობიანი კედლის აგება VELOX-ის მოუხსნადი ყალიბებით – ფრაგმენტი



ნახ. 13. კედლის აგება VELOX-ის მოუხსნადი ყალიბებით – კუთხის ფრაგმენტი

### დასკვნა

მოუხსნადი ყალიბების გამოყენება მონოლითურ მშენებლობაში ხასიათდება მაღალი ეფექტით: საყალიბე სამუშაოთა წარმოებისას შრომის დანახარჯები ყალიბების მონტაჟსა და დემონტაჟზე მცირდება 30-40%-ით, ღირებულება კი – 20-25%-ით.

ამავდროულად კონსტრუქციის აგება შესაძლებელია განხორციელდეს მოპირკეთებით, თბო- და ჰიდროიზოლაციით, რაც მნიშვნელოვანია ენერგორესურსების დაზოგვისათვის ნაგებობების ექსპლუატაციის პერიოდში.

### ლიტერატურა

1. ჟორდანიას თ., ეზუგბაია ზ. და სხვ. სამშენებლო წარმოების ტექნოლოგია. თბილისი, სტუ, 2006, 280 გვ.
2. Теличенко В. и др. Технология возведения зданий и сооружений. М.: "Высшая школа", 2004.
3. VELOX BAU-SYSTEME. Инструкция для проектирования строительства". Hranice: VELOX-WERK, 2008.
4. ეზუგბაია ზ., იოსებაშვილი გ., ირემაშვილი ი. შენობებისა და ნაგებობების აგების ტექნოლოგია. თბილისი, სტუ, 2012. 420 გვ.



**УТОЧНЕНИЕ СВОБОДНОГО СТОКА ОЗЕРА СЕВАН В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ УРОВНЯ СТОЯНИЯ, ЕГО ПРОГНОЗ И ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ  
ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

**Варданян Л.Р.**

Институт водных проблем и гидротехники имени академика И.В.Егиазарова  
г. Ереван, Армения

Озеро Севан относится к числу самых крупных высокогорных озер мира. Его высота до начала спуска уровня составляла около 1916 м над уровнем моря, площадь зеркала – 1416 км<sup>2</sup>. По высоте своего расположения и площади зеркала оно уступает только четырем озерам, каковыми являются – Тенгри-нор (Тибет), Титикака (Перу, Боливия), Поопо (Боливия), Куку-нор (Центральный Китай). По площади зеркала уступает, но по высоте расположения превосходит озёра Тана (Эфиопия), Ван (Турция), Иссык-куль (Кыргызстан) [1].

Благодаря большой площади зеркала озера по сравнению с водосборной площадью, свободный сток составлял незначительную величину приходной части водного баланса озера. Отметим, что свободный сток озера является объёмом воды, который можно выпустить из озера, не изменяя его уровень или не касаясь его векового запаса воды.

С целью уменьшения бесцельных потерь воды на испарение и, следовательно, увеличения свободного стока озера, в начале тридцатых годов прошлого столетия правительством Армении было принято постановление по уменьшению площади зеркала озера Севан путем увеличения попусков воды и спуска его уровня на 50 м. В дальнейшем, когда уровень озера уже был спущен на 18 м, было решено приостановить дальнейший спуск и сохранить уровень на этой отметке, т.е. на 18 м ниже естественного уровня. Но в дальнейшем, оказалось, что понижение уровня озера и уменьшение площади его зеркала и объёма воды имело ряд отрицательных (экологических, хозяйственных, социальных и др.) последствий, поэтому было принято

новое постановление правительства Армении о повышении уровня на 6-7 метров и сохранить его уровень на отметке на 12 м ниже естественного уровня.

Исследования показывают, что величина свободного стока озера Севан зависит от уровня его стояния и из года в год изменяется в больших пределах [1÷5]. Так, для естественного уровня, т.е. до начала использования вековых запасов воды озера, амплитуда колебания годовой величины свободного стока почти в 9,5 раз превышает его среднее многолетнее значение, для уровня на 6 метров ниже естественного амплитуда колебания больше в 5,5 раз, для уровня на 12 метров ниже – в 3,5 раз [5].

Методики определения годовой фактической величины свободного стока озера Севан, а также ее оценка в зависимости от уровня стояния озера приведены в [2, 6], здесь на них останавливаться не будем, отметим лишь, что в данной работе использованы те же методы определения и оценки, но использованы уточненные величины подземного стока из озера в зависимости от уровня стояния, которые приведены в [7]. Эта зависимость представлена на рис. 1.

Расчеты и оценки произведены на основании данных наблюдений с 1927 по 2012 гг.

Фактическое поверхностное среднее годовое значение свободного стока оз. Севан за период 1927-2012 гг., в течение которого имели место колебания уровня примерно на 20 м, составляет около 223 млн м<sup>3</sup>.

Оценки проводились для четырех уровней – для естественного уровня, для уровней на 6, 12 и 18 метров ниже естественного уровня.

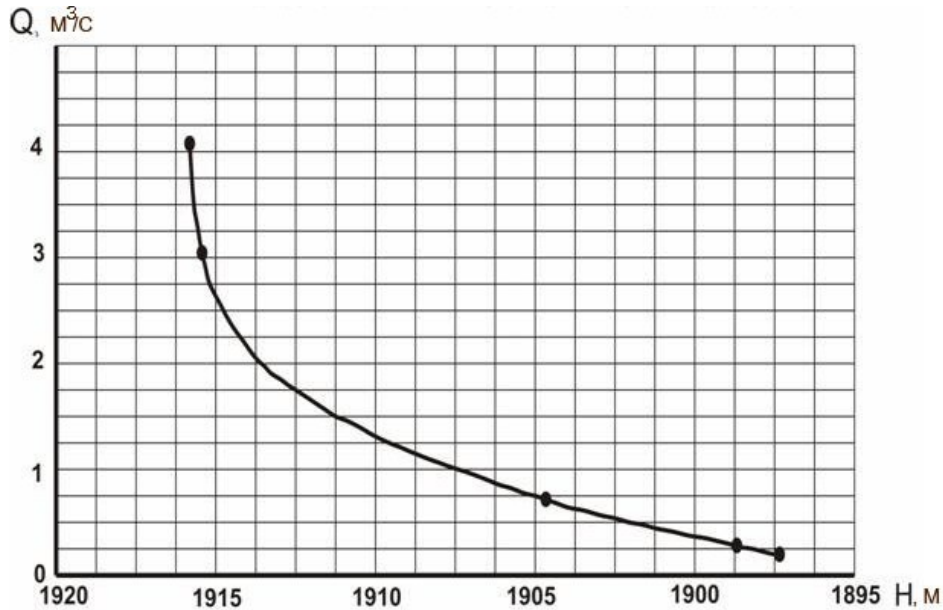


Рис. 1. График зависимости подземного расхода воды из озера Севан ( $Q$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ) от уровня его стояния ( $H$ , м)

Таблица 1

Оценочные годовые величины свободного стока озера Севан в зависимости от уровня стояния

Уровень стояния озера	Свободный сток, млн $\text{м}^3$					
	поверхностный		подземный		общий	
	по [2,6]	уточн.	по [2,6]	уточн.	по [2,6]	уточн.
Естественный (1915,6 м)	117	103	84	101	201	204
На 6 м ниже естеств. уровня	195	191	32	40	227	231
На 12 м ниже естеств. уровня	231	239	23	20	254	259
На 18 м ниже естеств. уровня	267	280	14	6	281	286

В табл. 1 приведены результаты оценок. Из таблицы видно, что между ранее оцененными величинами подземного стока воды из озера [2, 6] и настоящими оценками есть некоторая разница, причем сравнительно большие различия получены для естественного уровня и для уровня на 18 м ниже естественного, причем в первом случае уточненный подземный сток на 17 млн.  $\text{м}^3$  в год, больше ранее оцененного, а для уровня на 18 м ниже, наоборот, на 8 млн.  $\text{м}^3$  меньше, а для уровней на 6 и 12 метров ниже естественного эта разница небольшая. Отмеченные различия обусловили соответствующие различия в оценках как поверхностного, так и общего свободного стока.

По данным табл. 1 построен график зависимости свободного стока озера Севан от уровня стояния, который представлен на рис. 2.

Представленные на рис. 2 зависимости можно выразить следующими формулами:

$$W_{\text{пов}} = 0,33 H^2 + 15,52 H + 104,65, \quad (1)$$

$$W_{\text{общ}} = 4,57 H + 203,9, \quad (2)$$

где  $W_{\text{пов}}$  – поверхностный свободный сток,  $W_{\text{общ}}$  – общий свободный сток, который равен сумме поверхностного и подземного стоков;  $H$  – величина падения уровня озера от естественного, причем для естественного уровня  $H = 0$ .

Как уже было отмечено, правительством Армении было решено поднять уровень озера Севан и сохранить его на отметке на 12 м ниже естественного стояния, поэтому прогноз годового свободного стока озера для отмеченного будущего уровня, необходимого планирующим организациям, приобретает актуальное значение.

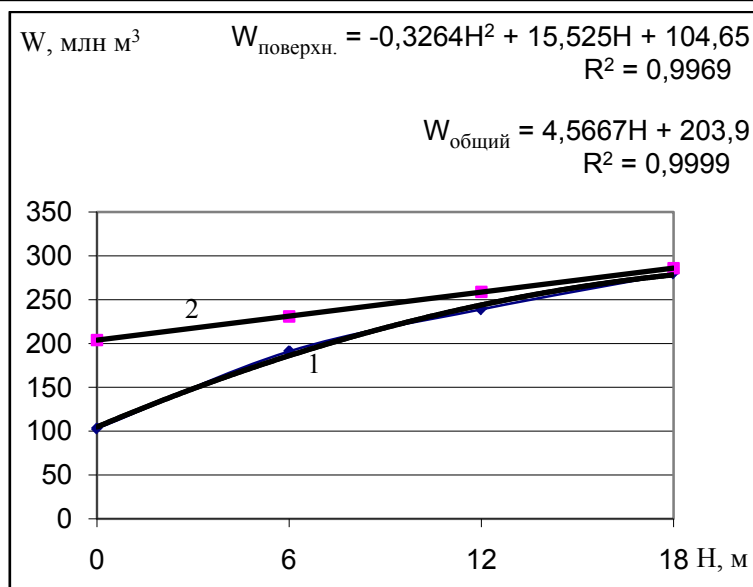


Рис. 2. График зависимости поверхностного (1) и общего (2) свободного стока озера Севан ( $W$ , млн  $\text{м}^3$ ) от уровня его стояния ( $H$ , м)

Вопросами гидрологических прогнозов в разное время занимались разные авторы, из них можно отметить работы Г.П. Калинина [8], Е.Г. Попова [9,10], А.И. Важнова [11], Б.А. Аполлонова, Г.П. Калинина, В.Д. Комарова [12], Н.Ф. Бефани, Г.П. Калинина [13] и др.

В данной работе применен физико-статистический метод прогноза стока, который основан на установлении многофакторных корреляционных связей между стоком и обуславливающими факторами, каковыми являются атмосферные осадки и температура воздуха. Нужно отметить, что указанный метод широко и успешно применяется в практике гидрологических расчетов и прогнозов.

Для установления связей использованы оцененные данные о годовых величинах свободного стока озера Севан для его будущего уровня, т.е. для уровня на 12 м ниже естественного, и данные по атмосферным осадкам и температуре

воздуха по метеостанциям Севан-ГМО, Гавар, Мартуни, Масрик и Шоржа, расположенным в бассейне озера Севан.

Полученное прогностическое уравнение представлено ниже:

$$\begin{aligned}
 W = & 956 + 2,43 \tilde{Q}_{11} + 0,98 \tilde{Q}_{12} + 2,29 \Sigma Q_{1-3} + \\
 & + 2,08 \Sigma Q_{4-5} + 1,07 \Sigma Q_{6-8} + 1,82 \Sigma Q_{9-10} + \\
 & + 0,66 \Sigma Q_{11-12} - 22,21 \tilde{T}_{11} - 5,54 \tilde{T}_{12} - 15,31 T_{1-3} - \\
 & - 49,42 T_{4-5} - 82,20 T_{6-8} \quad (3)
 \end{aligned}$$

где  $W$  – свободный сток в млн  $\text{м}^3$ ;  $Q$  – атмосферные осадки, мм;  $T$  – температура воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ; знак  $\Sigma$  означает сумма. Индексы при  $Q$  и  $T$  показывают данный месяц или период в месяцах, а волнистые черточки сверху относятся к соответствующему периоду предыдущего года.

Статистические характеристики уравнения (1) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Уровень озера	Свободный сток, млн $\text{м}^3$	Ср. квадрат. отклонение, $\sigma$ , млн $\text{м}^3$	S/ $\sigma$	Коэффициент корреляции, R	Обеспеченность, %
На 12 м ниже естественного стояния	240	113,3	0,53	0,85	80

Здесь  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение членов ряда от средней величины, S – среднее

квадратическое отклонение прогнозируемой величины от средней величины исходного ряда.

**УТОЧНЕНИЕ СВОБОДНОГО СТОКА ОЗЕРА СЕВАН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ СТОЯНИЯ, ЕГО ПРОГНОЗ И ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

По уравнению (3) произведены проверочные прогнозы, результаты которых представлены на рис. 3, из которого следует достаточно хорошее соответствие фактических и расчетных значений свободного стока как по величине, так и по знаку.

Были проведены оценки по распределению отклонений расчетных величин свободного стока от фактических, результаты которых представлены на рис. 4.

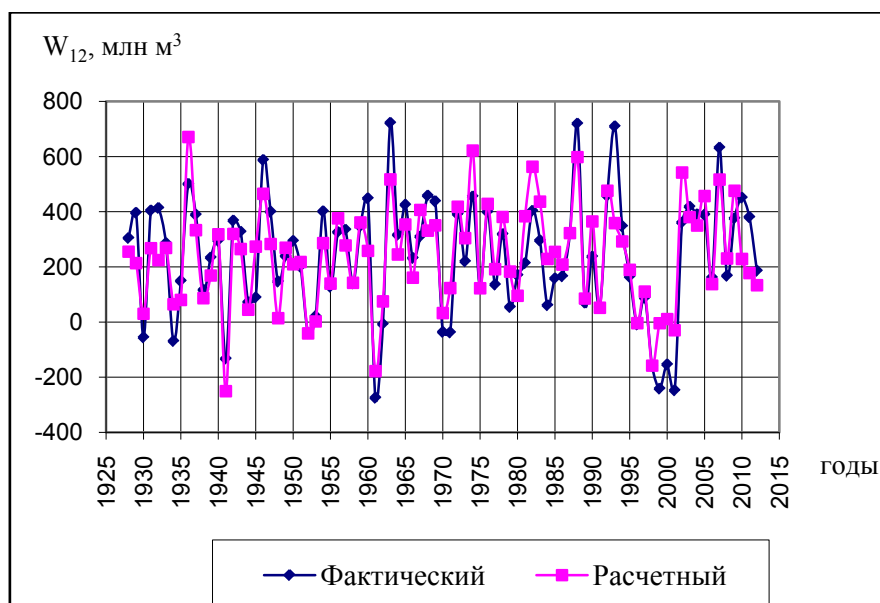
Обеспеченность отклонений ( $P, \%$ ) опреде-

ляется по следующей формуле:

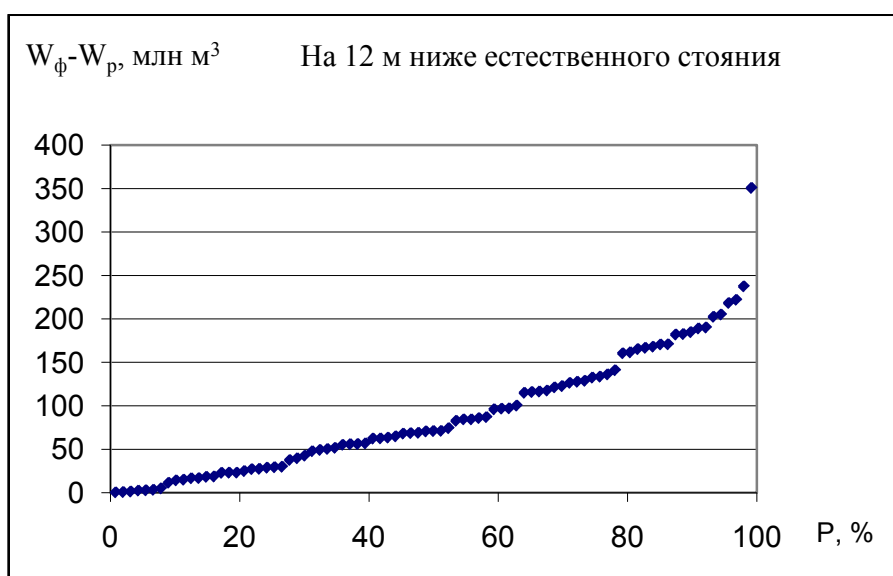
$$P = \frac{m - 0,3}{n + 4} \quad (4)$$

Здесь  $m$  – порядковый номер члена ряда,  
 $n$  – общее число членов ряда.

Из рис. 4 следует, что, например, величина ошибок расчета свободного стока менее 70 млн.  $m^3$ , что составляет около 30% его средней величины, обеспечены 50%, т.е. в 50% случаев ошибки не превышают 30%.



**Рис. 3. Многолетний ход годовых фактических и расчетных величин свободного стока озера Севан для уровня на 12 м ниже естественного**



**Рис. 4. Интегральная кривая отклонений расчетных величин ( $W_p$ ) свободного стока озера Севан от фактических ( $W_\phi$ ) в зависимости от обеспеченности ( $P, \%$ )**

По уравнению (3) произведены оценки уязвимости свободного стока озера Севан для будущего уровня его стояния, т.е. для уровня на 12 м ниже естественного стояния по разным сценариям изменения климата, результаты которых приведены в табл. 3, где  $T$  – температура воздуха в °C,  $Q$  – атмосферные осадки в мм.

Из данных табл. 3 следует, что при повышении температуры воздуха на 1°C, при неизменных осадках, величина свободного стока может умень-

шаться почти наполовину, а при повышении температуры воздуха на 2°C, при неизменных атмосферных осадках, величина свободного стока может уменьшаться почти на 100%, это означает, что озеро Севан может стать бессточным.

При повышении температуры воздуха на 3 и 4°C свободный сток может уменьшаться примерно на 150 и 200%. В таких случаях уровень озера Севан не может оставаться на прежних отметках.

Таблица 3

Оценочные величины свободного стока оз. Севан для уровня на 12 м ниже естественного по разным сценариям изменения климата

№	Сценарий	Сток, млн м <sup>3</sup>	Изменение стока		№	Сценарий	Сток, млн м <sup>3</sup>	Изменение стока	
			млн м <sup>3</sup>	%				млн м <sup>3</sup>	%
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Базис	240,55	0	0		Базис	240,55	0	0
1	T+1, 0,8Q	-19,47	-260,02	-108,1	21	T+3, 1,1Q	-41,34	-281,89	-117,2
2	T+1, 0,85Q	16,11	-224,45	-93,3	22	T+3, 1,15Q	-5,76	-246,32	-102,4
3	T+1, 0,9Q	51,68	-188,87	-78,5	23	T+3, 1,2Q	29,81	-210,74	-87,6
4	T+1, 1Q	122,83	-117,72	-48,9	24	T+3, 1,3Q	100,97	-139,59	-58,0
5	T+1, 1,1Q	193,99	-46,57	-19,4	25	T+4, 0,8Q	-372,45	-613,01	-254,8
6	T+1, 1,15Q	229,56	-10,99	-4,6	26	T+4, 0,85Q	-336,88	-577,43	-240,0
7	T+1, 1,2Q	265,14	24,58	10,2	27	T+4, 0,9Q	-301,30	-541,85	-225,3
8	T+1, 1,3Q	336,29	95,73	39,8	28	T+4, 1Q	-230,15	-470,70	-195,7
9	T+2, 0,8Q	-137,13	-377,68	-157,0	29	T+4, 1,1Q	-159,00	-399,55	-166,1
10	T+2, 0,85Q	-101,55	-342,11	-142,2	30	T+4, 1,15Q	-123,42	-363,98	-151,3
11	T+2, 0,9Q	-65,98	-306,53	-127,4	31	T+4, 1,2Q	-87,85	-328,40	-136,5
12	T+2, 1Q	5,17	-235,38	-97,8	32	T+4, 1,3Q	-16,70	-257,25	-106,9
13	T+2, 1,1Q	76,32	-164,23	-68,3	33	T+5, 0,8Q	-490,11	-730,67	-303,7
14	T+2, 1,15Q	111,90	-128,65	-53,5	34	T+5, 0,85Q	-454,54	-695,09	-289,0
15	T+2, 1,2Q	147,48	-93,08	-38,7	35	T+5, 0,9Q	-418,96	-659,52	-274,2
16	T+2, 1,3Q	218,63	-21,93	-9,1	36	T+5, 1Q	-347,81	-588,36	-244,6
17	T+3, 0,8Q	-254,79	-495,34	-205,9	37	T+5, 1,1Q	-276,66	-517,21	-215,0
18	T+3, 0,85Q	-219,21	-459,77	-191,1	38	T+5, 1,15Q	-241,08	-481,64	-200,2
19	T+3, 0,9Q	-183,64	-424,19	-176,3	39	T+5, 1,2Q	-205,51	-446,06	-185,4
20	T+3, 1Q	-112,49	-353,04	-146,8	40	T+5, 1,3Q	-134,36	-374,91	0,0

## ВЫВОДЫ

1. Проведена уточненная оценка свободного стока озера Севан для его будущего уровня, т.е. на 12 м ниже естественного стояния.
2. На основе применения физико-статистического метода предложена методика прогноза годового свободного стока озера Севан.
3. Произведена оценка уязвимости свободного стока озера Севан в зависимости от разных сценариев изменения климата.

Л и т е р а т у р а

1. **Давыдов В.К.** Водный баланс озера Севан. //В кн. "Материалы по исследованию оз. Севан и его бассейна". Ч. 6. Л.-М. Гидрометеиздат, 1938, 83 стр.
2. **Никогосян Г.Т.** Оценка свободного стока озера Севан с учетом его уровня. //Журнал «Водные ресурсы». М., изд-во Наука, № 3, стр. 37-46.
3. **Никогосян Г.Т.** Многолетние колебания свободного стока озера Севан. //Сборник работ ГМЦ АрмУГКС. 1986, вып.2, стр. 100-107.
4. **Варданян Л.Р., Токмаджян О.В.** Влияние изменения климата на активную отдачу озера Севан (на армянском языке). //Известия ЕрГУАС, № 4, Ереван, 2010, стр. 19-22.
5. **Никогосян Г.Т., Мелконян Г.А., Айрапетян К.А.** Долгосрочный прогноз свободного стока озера Севан и оценка его уязвимости под влиянием изменения климата. /Материалы Международной конференции "Актуальные проблемы гидрометеорологии и экологии". Тбилиси, 2011, стр. 24-26.
6. **Варданян Л.Р.** Пути повышения экономической эффективности гидрометеорологической обеспеченности республики Армения //(Авто-реферат диссертации), Ереван, 2010, 24 стр.
7. **Варданян Л.Р., Никогосян Г.Т.** Новая оценка подземного стока воды из озера Севан (на армянском языке). В печати.
8. **Калинин Г.П.** Основные методы краткосрочных прогнозов водного режима. //Труды ЦИП, 28 (55). Л., Гидрометеиздат, 1952, 164 стр.
9. **Попов Е.Г.** Гидрологические прогнозы. Л., Гидрометеиздат, 1979, 256 стр.
10. **Попов Е.Г.** Современные методы гидрологических прогнозов. //Журнал "Водные ресурсы". 1983, № 6, стр. 51-56.
11. **Важнов А.Н.** Анализ и прогнозы стока рек Кавказа. М., Гидрометеиздат, 1956, 274 стр.
12. **Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д.** Курс гидрологических прогнозов. Л., Гидрометеиздат, 1974, 419 стр.
13. Наставление по службе прогнозов. Л., Гидрометеиздат, раздел 3, ч. 1, 1962, 193 стр.

**სამელიორაციო სისტემების მიქანიკური ნაწილის  
და ელექტროდინამიკის სამსახურატაციო ნორმები**

**მარტინ ვართანოვი**  
**Email: v.martin.hm @ mail.com**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, ქ. თბილისი, საქართველო

**შესავალი**

მელიორაციისა და წყალთა მეურნეობის სფეროში საბაზრო ურთიერთობების ფორმირების მნიშვნელოვან პირობას წარმოადგენს მელიორაციული სისტემების შენახვაზე გაწეული სამსახურატაციო ხარჯების, მათ შორის მათი მიქანიკური და ელექტრული ნაწილების ექსპლუატაციასთან დაკავშირებული ხარჯების სწორი დაგეგმვა. ამ მხრივ გარკვეულ პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს გეგმიური რემონტების ნორმების შემუშავება, ასევე მელიორაციული ფონდების რემონტთაშორისი პერიოდის სიდიდის დადგენა, რომელთაც

საკმაოდ დიდი ფიზიკური ცვეთა აქვს. სტატიაში განხილულია ზოგიერთი ნორმა, რომელთა გამოყენება სამსახურატაციო ხარჯების შიდასაფორმო დაგეგმვის პრაქტიკაში, საშუალებას მოგვცემს საკმაოდ ზუსტად განისაზღვროს სარემონტო სამუშაოების მოცულობა და ვადები, რაც უზრუნველყოფს წყალსამეურნეო სისტემების ისეთი მნიშვნელოვანი ელემენტების ნორმალურ მდგომარეობას, როგორცაა სატუმბო სადგურები, ფარები, ელექტროტექნიკური მოწყობილობა.

**სამელიორაციო სისტემების მიქანიკური ნაწილის რემონტი,  
რემონტის სახეები და განხორციელების ძირითადი პირობები**

სამელიორაციო სისტემების მიქანიკური ნაწილის რემონტის სახეები:

- ა) ზერეული რემონტი;
- ბ) მიმდინარე რემონტი;
- გ) პერიოდული-აღდგენითი რემონტი;

ზერეული რემონტი ხორციელდება სატუმბო სადგურის მომსახურე პერსონალის ძალებით. ზერეული რემონტის ძირითადი ამოცანაა – პროფილაქტიკური ღონისძიებების გატარება.

მიმდინარე რემონტი წარმოადგენს პროფილაქტიკურ ღონისძიებას და ტარდება ყოველწლიურად სამელიორაციო სისტემის მიქანიკური ნაწილის მოვლა-შენახვის სამუშაოების ფარგლებში (აგრეგატების ცვეთა აღემატება 20%-ს).

მიმდინარე რემონტის ძირითადი ამოცა-

ნაა მელიორაციული სისტემების მიქანიკური ნაწილის ნორმალური ფუნქციონირების შემაფერხებელი ყველა სახის ადგილობრივი დაზიანებების აღმოფხვრა.

მიმდინარე რემონტის სამუშაოთა შემადგენლობა და მოცულობა დგინდება თითოეული სატუმბო სადგურის და აგრეგატის დათვალიერების გზით. ჩატარებული დათვალიერების საფუძველზე დგება დეფექტური უწყისები, რომლებიც წარმოადგენს ძირითად დოკუმენტს მიმდინარე რემონტის სამუშაოების დასაგეგმად.

პერიოდული-აღდგენით რემონტს მიეკუთვნება კომპლექსური სამუშაოები მიქანიკური ნაწილის მთლიანად ან მისი ცალკეული ელემენტების არსებული ცვეთის სრული აღმოფხვრის (20-დან 50%-მდე) მიზნით.

**სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის  
და ელექტროდინამიკის სამსახურატაციო ნორმები**

პერიოდული-აღდგენითი რემონტის აუცილებლობა დგინდება დეფექტური აქტების საფუძველზე და ტარდება საპროექტო დოკუმენტაციის შესაბამისად.

სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის ექსპლუატაციასთან დაკავშირებული დანახარჯების გაანგარიშების ნორმები:

წყალსამყურნეო ორგანიზაციებისათვის რეკომენდებულია სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის ექსპლუატაციასთან დაკავშირებული დანახარჯების ძირითადი მუხლების შემდეგი ნომენკლატურა:

- ა) სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის მოვლა-შენახვის ხარჯები;
- ბ) სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის მიმდინარე რემონტის ხარჯები;
- გ) სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის პერიოდული-აღდგენითი რემონტის ხარჯები.

სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის მოვლა-შენახვის ხარჯები მოიცავს:

- ა) მომსახურე პერსონალის ხელფასს: ისაზღვრება ობიექტების სიმძლავრის მიხედვით;
- ბ) მოხმარებული ელექტროენერჯის ღირებულებას: ისაზღვრება დამონტაჟებული სიმძლავრეებით და სარწყავი სეზონის პირობებით;
- გ) ყოველწლიური მოთხოვნილებების მასალებს: წელიწადში მოწყობილობის საბალანსო ღირებულების 0.3%.

სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის ყოველწლიური მიმდინარე რემონტის ხარჯები დაგეგმვა ხდება ცხრ. 1-ში მოყვანილი ნორმების შესაბამისად.

სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის პერიოდული-აღდგენითი რემონტის ხარჯების დაგეგმვა ხდება მე-2 ცხრილში მოყვანილი ნორმების შესაბამისად.

**ცხრილი 1**

**სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის  
ყოველწლიური მიმდინარე რემონტის ხარჯების ნორმები**

№	სამელიორაციო სისტემის ელემენტების დასახელება	მიმდინარე რემონტის მოცულობა, % საბალანსო ღირებულებიდან
1	2	3
1	სატუმბო სადგურის შენობა	2.2
2	ელექტროგადამცემი საჰაერო ხაზები	
2.1	მეტალის ან რკინაბეტონის საყრდენებზე	1.0
2.2	გაუქმებული ხის საყრდენებზე	2.0
3	ბალღვანი ელექტროტექნიკური და გამანაწილებელი მოწყობილობა	6.0
4	ელექტროძრავები	
4.1	სიმძლავრით 100 კვტ-მდე	6.0
4.2	სიმძლავრით 100 კვტ-ზე მეტი	6.0
5	შიდრამძრავები	5.0
6	ცენტრიდანული ტუმბოები	
6.1	ჰორიზონტალური	14.0
6.2	ვაკუუმტუმბოები	5.0
6.3	არტეზიული	15.0
6.4	დაძირული	15.0
7	სატუმბო სადგურის სარეგულაციო და დამცავი არმატურა	0.5



ცხრილი 1 (გაგრძელება)

1	2	3
8	ამწე მექანიზმები სატუმბო სადგურის შენობაში	5.0
9	საკეტი	1.0
10	ფოლადის წყალსატარი ქსელი (ჭებით, ჰიდრანტებით, ურდულებით)	0.5
11	სამომსახურე შახტა	0.6
12	ლიფტი	5.2
13	საგენტილაციო მოწყობილობა	2.0
14	ელექტროსახომი ხელსაწყოები	2.0
15	საექსპლუატაციო გზები	
15.1	ასფალტბეტონის	4.0
15.2	შავი ღორღიანი და შავი ხრეშოვანი	4.0
15.3	გრუნტის	2.0

ცხრილი 2

სამელიორაციო სისტემების მექანიკური ნაწილის ნაგებობების და მოწყობილობების პერიოდულ-აღდგენით რემონტთა შორის ინტერვალები და მოცულობა

№#	სამელიორაციო სისტემის ელემენტების დასახელება	ნაგებობების ექსპლუატაციის სავარაუდო ვადა, წელი	ინტერვალი რემონტთა შორის, წელი	მორიგე პერიოდული აღდგენითი შეკეთების მოცულობა, % საბაზანსო ღირებულებიდან
1	2	3	4	5
1	სატუმბო სადგურის შენობა	40	5	11.0
2	ელექტროგადამცემი საჰაერო ხაზები			
2.1	მეტალის ან რკინაბეტონის საყრდენებზე	50	10	8.0
2.2	გაუქვნილი ხის საყრდენებზე	30	5	10.0
3	ძალოვანი ელექტროტექნიკური და გამანაწილებელი მოწყობილობა	30	5	15.0
4	ელექტროძრავები			
4.1	სიმძლავრით 100 კვტ-მდე	15	5	18.5
4.2	სიმძლავრით 100 კვტ-ზე მეტი	25	5	18.0
5	ჰიდროამპრავები	25	5	18.0
6	ცენტრიდანული ტუმბოები			
6.1	ჰორიზონტალური	12	4	32.0
6.2	ვაკუუმტუმბოები	12	4	7.6
6.3	არტეზიული	4	2	10.0
6.4	დაძირული	4	2	10.0

**სამელიორაციო სისტემების მუშაობის ნაწილის  
და ელექტროდინამიკის სამსახურსა და ნორმების**

**ცხრილი 2 (გაგრძელება)**

1	2	3	4	5
7	სატუმბო სადგურის სარეგულაციო და დამცავი არმატურა			
8	ამწე მექანიზმები სატუმბო სადგურის შენობაში	20	5	11.6
9	საკეტი	25	5	8.0
10	ფოლადის წყალსატარი ქსელი (ჭებით, ჰიდრანტებით, ურდულებით)	30	10	8.0
11	სამომსახურე შახტა	40	5	7.5
12	ლიფტი	8	4	41.2
13	სავენტილაციო მოწყობილობა	15	5	12.5
14	ელექტროსაზომი ხელსაწყოები	20	5	4.0
15	საექსპლუატაციო გზები			
15.1	ასფალტბეტონის	40	10	19.0
15.2	შავი ღორღიანი და შავი სრეშოვანი	30	10	23.0
15.3	გრუნტის	20	5	20.0

**სამელიორაციო სისტემების ელექტროდინამიკის რემონტი**

სამელიორაციო სისტემების ელექტროდინამიკის რემონტის სახეები:

- ა) ზერეული რემონტი;
- ბ) მიმდინარე რემონტი;
- გ) პერიოდული-აღდგენითი რემონტი;
- დ) ავარიულ-აღდგენითი რემონტი.

ზერეული რემონტი ხორციელდება ელექტროდინამიკის მომსახურე პერსონალის ძალებით. ზერეული რემონტის ძირითადი ამოცანაა – პროფილაქტიკური ღონისძიებების გატარება.

მიმდინარე რემონტი წარმოადგენს პროფილაქტიკურ ღონისძიებას და ტარდება ყოველწლიურად სამელიორაციო სისტემის ელექტროდინამიკის მოვლა-შენახვის სამუშაოების ფარგლებში (ავრეგატების ცვეთა აღემატება 20%-ს).

მიმდინარე რემონტის ძირითადი ამოცანაა მელიორაციული სისტემების ელექტროდინამიკის ნორმალური ფუნქციონირების შემაფერხებელი ყველა სახის ავარიული დაზიანებების აღმოფხვრა.

მიმდინარე რემონტის სამუშაოთა შემადგენლობა და მოცულობა დგინდება თითო-

ეული დანადგარისა და ავრეგატის დათვალიერების გზით. ჩატარებული დათვალიერების საფუძველზე დგება დეფექტური უწყისები, რომლებიც წარმოადგენს ძირითად დოკუმენტს მიმდინარე რემონტის სამუშაოების დაგეგმვისა.

პერიოდული-აღდგენით რემონტს მიეკუთვნება კომპლექსური სამუშაოები ელექტროდინამიკის მთლიანად არსებული ცვეთის სრული აღმოფხვრის (20-დან 50%-მდე) მიზნით.

პერიოდული-აღდგენითი რემონტის აუცილებლობა დგინდება დეფექტური აქტების საფუძველზე და ტარდება საპროექტო დოკუმენტაციის შესაბამისად.

ავარიულ-აღდგენით რემონტს მიეკუთვნება სამუშაოები, რომლებიც საჭიროებენ დაუყოვნებლად განხორციელებას, საგანგებო სიტუაციებით, ელექტროდინამიკის ან ელექტროგადამცემი სახეების მნიშვნელოვანი დაზიანებების აღმოსაფხვრელად.

ავარიულ-აღდგენითი რემონტის ჩასატარებლად საჭირო საპროექტო დოკუმენტაცია მოიცავს ერთ ან რამდენიმე უწყისს,

რომლებშიაც, თანმიმდევრობით ჩატარებული დათვალიერებების აქტების საფუძველზე მითითებული უნდა იქნეს სარემონტო სამუშაოების ჩატარების ადგილი, სახე, მოცულობა და წინასწარი, საორიენტაციო ღირებულება.

წყალსამეურნეო ორგანიზაციებისათვის რეკომენდებულია სამელიორაციო სისტემების ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციასთან დაკავშირებული დანახარჯების ძირითადი მუხლების შემდეგი ნომენკლატურა:

- ა. სამელიორაციო სისტემების ელექტროდანადგარების მოვლა-შენახვის ხარჯები;
- ბ. სამელიორაციო სისტემების ელექტროდანადგარების მიმდინარე რემონტის ხარჯები;
- გ. სამელიორაციო სისტემების ელექტროდანადგარების პერიოდული-აღდგენითი

რემონტის ხარჯები.  
სამელიორაციო სისტემების ელექტროდანადგარების მოვლა-შენახვის ხარჯები მოიცავს:

- ა. მომსახურე პერსონალის ხელფასს (ისაზღვრება ობიექტების სიმძლავრის მიხედვით);
- ბ. მოხმარებული ელექტროენერჯის ღირებულებას (ისაზღვრება დამონტაჟებული სიმძლავრეებით და სარწყავი სეზონის პირობებით);
- გ. ყოველდღიური მოთხოვნების მასალებს (წელიწადში მოწყობილობის საბალანსო ღირებულების 0.3%).

სამელიორაციო სისტემების ელექტროდანადგარების ყოველწლიური მიმდინარე რემონტის ჩასატარებლად საჭირო დანახარჯების დაგეგმვა ხდება მე-3 ცხრილში მოყვანილი ნორმების შესაბამისად.

**ცხრილი 3**

**სამელიორაციო სისტემების ელექტროდანადგარების ყოველწლიური მიმდინარე რემონტის ხარჯების ნორმები**

№	სამელიორაციო სისტემის ელემენტების დასახელება	მიმდინარე რემონტის ხარჯები, % საბალანსო ღირებულებიდან
1	2	3
1	<b>სამრეწველო შენობები</b>	1.5
2	<b>ელექტროგადამცემი ხაზები 35-150 კვ</b>	
2.1	გაუდენთილი ხის საყრდენებზე	0.5
2.2	მეტალის ან რკინაბეტონის საყრდენებზე	0.4
3	<b>ელექტროგადამცემი ხაზები 220 კვ და მეტი</b>	
3.1	გაუდენთილი ხის საყრდენებზე	0.5
3.2	მეტალის ან რკინაბეტონის საყრდენებზე	0.4
4	<b>საკაბელო ხაზები</b>	
4.1	10 კვ-მდე	1.5
4.2	35 კვ-მდე	2.0
4.3	100 კვ-მდე	2.0
5	<b>ელექტროქვესადგური</b>	
5.1	35-150 კვ	3.0
5.2	220 კვ და მეტი	2.0
6	<b>ელექტროგადამცემი ხაზები და ქვესადგური 10 კვ-მდე</b>	3.0
7	<b>ძალოვანი ელექტროტექნიკური და გამანაწილებელი მოწყობილობა</b>	6.0

1	2	3
8	ელდანადგარი და მოწყობილობა	5.0
9	ელექტროძრავები	
9.1	სიმძლავრით 100 კვტ-მდე	6.0
9.2	სიმძლავრით 100 კვტ-ზე მეტი	6.0
10	სარეგულაციო და დამცავი აპარატურა	5.0
11	კომპრესორი	22.8
12	საგენტილაციო მოწყობილობა	2.0
13	ელექტროსაზომი ხელსაწყოები	2.0
14	ამწე - სატრანსპორტო მექანიზმები	17.2
15	საექსპლუატაციო გზები	
15.1	ასფალტბეტონის	4.0
15.2	შავი ღორღიანი და შავი ხრეშოვანი	4.0
15.3	გრუნტის	2.0

### პირითაღი დასკვნები

წყალსამეურნეო სისტემების საექსპლუატაციო ხარჯების საიმედო დაგეგმვის და ამის საფუძველზე მელიორაციისა და წყალთა მეურნეობის სფეროში საბაზრო ურთიერთობების შემდგომი სრულყოფის მნიშვნელოვან პირობას წარმოადგენს შესაბამისი ნორმატიული ბაზის შექმნა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს საკმაოდ ზუსტად დადგინდეს მელიორაციული სისტემების შენახვის ფაქტობრივი ხარჯები, მათ შორის მათი მექანიკური და ელექტრული ნაწილების ექსპლუატაციასთან დაკავშირებული ხარჯები.

გეგმიური რემონტების შემუშავებული ნორმები, ასევე საკმაოდ დიდი ფიზიკური ცვეთის მქონე მელიორაციული ფონდების რემონტაშორისი პერიოდების სიდიდის დადგენა საშუალებას მოგვცემს საკმაოდ ზუსტად განისაზღვროს სარემონტო სამუშაოების მოცულობა და ვადები, რაც უზრუნველყოფს წყალსამეურნეო სისტემების ისეთი მნიშვნელოვანი ელემენტების ნორმალურ მდგომარეობას, როგორცაა სატუმბო სადგურები, ფარები, ელექტროტექნიკური მოწყობილობა.

### ლიტერატურა

1. ვართანოვი მ. საქართველოს წყლის რესურსების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა. //საქ. განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო, საერთაშორისო სამართლისა და მართვის ქართულ-ბრიტანული უნივერსიტეტი, სამეცნიერო შრომათა კრებული ლიტერატურა II, 2009.
2. ვართანოვი მ. საირიგაციო წყალსაცავების ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასების საკითხისათვის. //საქ. განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო, საერთაშორისო

- სამართლისა და მართვის ქართულ ბრიტანული-უნივერსიტეტი, სამეცნიერო შრომათა კრებული ლიტერატურა II, 2009.
3. Вартанов М.В., Иорданишвили К.Т. Методы тарификации водных ресурсов, используемых в орошаемом земледелии. //Известия аграрной науки, том 6, №4, 2008.
4. Вартанов М.В., Махарадзе Т.Д. К вопросу оптимизации тарифов на подачу оросительной воды. Вестник аграрной науки, т. II, 2008.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОБМЕНА В  
БАКИНСКОЙ БУХТЕ НА ОСНОВЕ ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ  
ТУРБУЛЕНТНОСТИ**

**Татараев Т.М., Гасанова Н.И., Агарзаева Б.А., Велиев А.Р., Аскерова С.А.**

**Email: *t.tatarayev@mail.ru***

Национальное Аэрокосмическое Агентство (Институт Экологии)  
AZ 1106, ул. С.С. Ахундова 1, корпус 2, квартал 3123, г. Баку, Азербайджан,

**ВВЕДЕНИЕ**

Исследование процессов обмена в океанах и морях, а также в их отдельных акваториях, в настоящее время имеет огромное значение, т.к. их техногенное загрязнение стремительно возрастает. В связи с возрастающей добычей транспортировки нефтяных углеводородов, а также увеличением промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов Каспийское море находится на грани экологической катастрофы. Экологическое состояние вод в его прибрежных зонах и в районах нефте-газодобычи и транспортировки является критическим.

Особенно тяжёлое состояние вод наблюдается в Бакинской бухте, на берегу которой расположены ряд зон отдыха и огромные жилые массивы. Разработка мер борьбы с загрязнением и его прогноз непосредственно связаны с изученностью особенностей турбулентного обмена на акватории бухты. Для изучения характеристик обмена на основе полуэмпирической теории турбулентности использованы данные длительных наблюдений над течениями в Бакинской бухте.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Распространение различных примесей и собственных свойств воды в море в основном определяется турбулентностью морских течений. Несмотря на развитие теории турбулентности в жидкостях, для оценки коэффициентов горизонтального обмена в море более удобными являются подходы полуэмпирической теории турбулентности, которые широко использовались различными авторами. Подробная информация об исследовании процентов турбулентного обмена в морях и океанов содержится в работах [1-3]. Большинство из указанных авторов, проведя формальную аналогию между микро- и макротурбулентным обменом, воспользовались тензором турбулентного обмена Эртеля.

Тензор турбулентного обмена Эртеля является симметричным тензором второго ранга с шестью компонентами:

$$\tau_{xx}, \tau_{yy}, \tau_{zz}, \tau_{xy} = \tau_{yx}, \tau_{xz} = \tau_{zx}, \tau_{yz} = \tau_{zy} \quad (1)$$

В настоящей работе исследован горизонтальный турбулентный обмен в центральной части Бакинской бухты Каспийского моря по данным длительных инструментальных наблюдений над течением на глубине 2 метра. Из шести компонент тензора обмена Эртеля было вычислено три: в направлении параллели (вдоль оси  $x$ )

$$A_x = \overline{\rho u' \cdot l_x}, \quad (2)$$

в направлении меридиана (вдоль оси  $y$ ),

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОБМЕНА В БАКИНСКОЙ  
БУХТЕ НА ОСНОВЕ ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ**

$$A_x = \overline{\rho v' \cdot l_y} \quad (3)$$

и величины

$$\begin{aligned} A_{xy} &= \overline{\rho v' \cdot l_x} \\ A_{yx} &= \overline{\rho u' \cdot l_y} \end{aligned} \quad (4)$$

где  $u'$  и  $v'$  – пульсационные составляющие горизонтальных компонент скорости;  $l_x$  и  $l_y$  – компоненты пути смещения молярных масс жидкости в духе Прандтля (которые определялись из формулы, предложенной Леттау,

$$l = \frac{1}{2 \int_{t_i}^{t_i+\tau_i} u' \cdot dt}$$

где  $\tau_i$  – промежуток времени, в течение которого сохраняется знак пульсационных отклонений  $u'$ ,  $\rho$  – плотность жидкости. В силу симметричности тензора обмена выражения (4) должны быть равными.

Для вычисления  $A_x$  и  $A_y$  пульсации  $u'$  и  $v'$  группировались по знаку во временной последовательности этих отклонений. По каждой из составляющих пульсаций в отдельности было получено некоторое число групп, которые обозначали через  $2N$  с  $n$  отклонениями в каждой группе. Затем вычисляя соответствующие каждой группе отклонений сумм в отдельности, т.е.  $\sum_{k=1}^n u'$  и  $\sum_{k=1}^n v'$  возводим их в квадрат и делим на число отклонений в каждой группе  $n$ . Суммируя полученные выражения в каждом ряду пульсации, далее умножая каждого из них на промежуток времени в сек., соответствующего периоду пульсации, полагая  $\rho = 1$ , получим следующие выражения для горизонтальных коэффициентов:

$$\begin{cases} A_x = \frac{\tau}{2N} \sum_1^{2N} \frac{(\sum_1^n u')^2}{n} \\ A_y = \frac{\tau}{2N} \sum_1^{2N} \frac{(\sum_1^n v')^2}{n} \end{cases} \quad (5)$$

По аналогичным соображениям выражения для расчета  $A_{xy}$  и  $A_{yx}$  могут быть представлены в следующем виде:

$$\begin{cases} A_{xy} = \frac{\tau}{2N} \sum_1^{2N_x} \frac{(\sum_1^{n_x} u' \cdot \sum_1^{n_y} v')^2}{n_x} \\ A_{yx} = \frac{\tau}{2N} \sum_1^{2N_y} \frac{(\sum_1^{n_y} u' \cdot \sum_1^{n_x} v')^2}{n_y} \end{cases} \quad (6)$$

где  $n_x$  и  $n_y$  – число элементов в каждой группе отклонений  $u'$  и  $v'$ , соответственно, а  $2N_x$  и  $2N_y$  – число групп по знаку пульсации  $u'$  и  $v'$ .

Эти формулы были использованы для вычисления коэффициентов обмена для периодов осреднения 3, 6, 9 и 12 часов. Необходимо заметить, что в основу вычисления коэффициентов макрообмена положен принцип систематичности группирования положительных и отрицательных отклонений  $u'$  и  $v'$ , т.е. в отличие от чисто случайного распределения частот самих пульсаций, взаимосвязь положительных и отрицательных пульсаций не случайна.

В таблице 1 приводится пример вычисления по вышеприведенной методике коэффициентов турбулентного макрообмена на глубине 2 м в центральной части Бакинской бухты [4]

**Таблица 1  
Зависимость коэффициентов турбулентного обмена от времени осреднения**

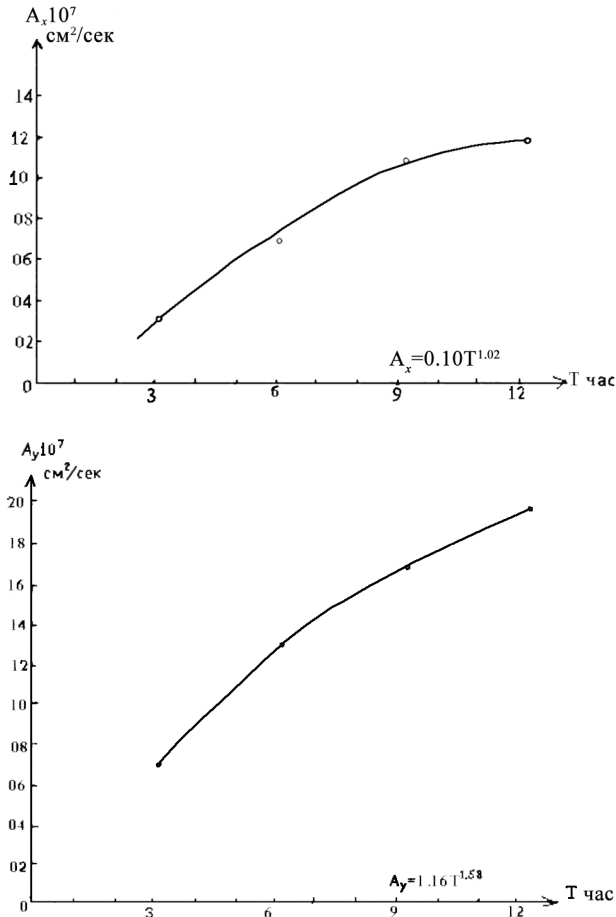
Период осреднения T час	$A_x \cdot 10^7$ см <sup>2</sup> /с	$A_y \cdot 10^7$ см <sup>2</sup> /с	$A_{xy} \cdot 10^7$ м <sup>2</sup> /с
3	0,3	0,7	- 0,03
6	0,7	1,3	0,04
9	1,1	1,7	0,08
12	1,2	2,0	0,12

Из таблицы 1 видно, что коэффициенты турбулентного обмена растут с увеличением периода осреднения.

Таблица 1 и график зависимости коэффициентов горизонтального обмена (рис. 1) четко показывают возрастание их с возрастанием периода осреднения пульсации и анизотропности процесса макрообмена в море. Следует отметить, что временной период осреднения играет роль масштаба явления турбулентного макрообмена.

Закон зависимости коэффициентов турбулентной диффузии от масштаба явления эмпирически был обнаружен Ричардсоном в 1926-ом году, а теоретически выведен Обуховым в 1941-ом году [1, 2]. В настоящее время указанная зависимость называется законом "степени 4/3" и показывает, что в турбулентных течениях

коэффициенты диффузии возрастают в соответствии с ним. До настоящего времени в океанах, морях и озерах выполнено огромное число натуральных экспериментальных работ, подтверждающих или отрицающих закон Ричардсона-Обухова [1, 2, 5].



**Рис. 1. Зависимость горизонтальных коэффициентов обмена от периода осреднения турбулентных пульсаций**

Результаты огромного числа морских диффузионных экспериментов с применением различных методов и источников примесей показали, что несмотря на наблюдающиеся отклонения от закона "степени 4/3", в среднем коэффициенты турбулентной диффузии в зависимости от масштаба явления меняются почти в соответствии с ним. Результаты экспериментов различных авторов показали, что в первом приближении зависимость коэффициента турбулентного обмена может быть аппроксимирована выражением вида:

$$A_i = c \cdot T^n \quad (7)$$

Величины коэффициентов турбулентного обмена, полученные по данным наших измерений, оказались довольно близкими к величинам, полученным Штокманом В.Б., Озмидовым Р.В., Мамедовым Р.М. и Татараевым Т.М. [1, 3, 5]. Результаты диффузионных экспериментов, проведенных на Каспийском море показали, что величины коэффициента турбулентного обмена меняются в пределах ( $10^3 \div 10^7$  см<sup>2</sup>/с) в зависимости от масштаба явления, волнения, скорости течения и физико-географических условий.

Результаты изучения зависимости коэффициента турбулентного обмена от времени осреднения (масштаба явления) по вышеуказанным наблюдениям приведены на рисунке 1. Аппроксимация полученных связей по формуле (7) позволили представить указанные зависимости выражениями:

$$A_x = 0,12 \cdot T^{1,03}, \quad A_y = 1,14 \cdot T^{1,18}, \quad (8)$$

которые вполне согласуются с теоретическими выводами и натурными экспериментами многих авторов.

Обработка и анализ длительных наблюдений в центральной части Бакинской бухты позволили построить, так называемые, "эллипсы обмена" в избранной системе координат, параметры, которых зависят от коэффициентов турбулентности. Уравнение "эллипса обмена", при совпадении его центра с началом декартовой системы координат, имеет вид:

$$A_x \cdot x^2 + 2 \cdot A_{xy} \cdot A_{yx} \cdot xy + A_y \cdot y^2 = 1 \quad (9)$$

Представляя в (9) значение коэффициентов  $A_x, A_y, A_{xy}$  из табл. 1, можно получить ряд уравнений, приведение которых к каноническому виду позволяют получить величины большой и малой осей эллипса обмена и угол поворота координатных осей  $\beta$ . В качестве примера приведем здесь уравнение эллипса макрообмена для периода осреднения 3 часа, которое имеет вид:

$$0,3 \cdot 10^7 \cdot x^2 - 2 \cdot 0,3 \cdot 10^7 \cdot y^2 - 1 = 0 \quad (10)$$

После приведения его к каноническому виду получим уравнение эллипса макрообмена, отнесенное к новой системе координат, совмещенной с главными осями эллипса:

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОБМЕНА В БАКИНСКОЙ БУХТЕ НА ОСНОВЕ ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ**

$$\frac{x^2}{\frac{1}{0.7 \cdot 10^7}} + \frac{y^2}{\frac{1}{0.3 \cdot 10^7}} = 1 \quad (11)$$

Отсюда можно получить величин большой и малой полуосей эллипса макрообмена:

$$a_x = \sqrt{\frac{1 \cdot 10}{0.7 \cdot 10^7}} \approx 4 \cdot 10^{-4}, \quad b_x = \sqrt{\frac{1 \cdot 10}{0.3 \cdot 10^7}} \approx 6 \cdot 10^{-4},$$

а угол поворота координатных осей  $\beta$  равен  $0,5^\circ$  (при вращении координатных осей по часовой стрелке).

Подобные преобразования были проделаны для всех периодов осреднения и получены величины больших и малых осей эллипсов макрообмена и углы их поворота. Указанные величины приведены в таблице 2, а на рис. 2 изображены и сами эллипсы, построенные по каноническим уравнениям.

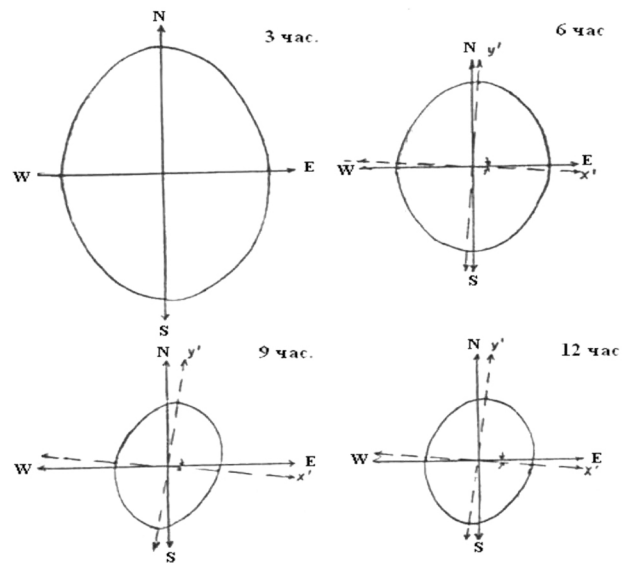
**Таблица 2**

**Характеристики "эллипсов обмена" для различных периодов осреднения**

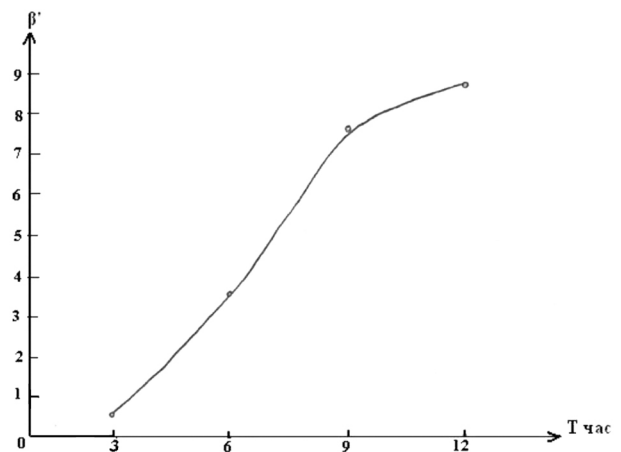
Период осреднения $T$ , час	$a_x \cdot 10^7$	$b_y \cdot 10^7$	$\beta$ , град
3	4	6	0,5
6	3	4	3,5
9	2	3	7,5
12	2	3	8,5

Приведенные на рис. 2 "эллипсы обмена" дают возможность судить о величинах коэффициента турбулентного макрообмена в любых горизонтальных направлениях в рассматриваемой области Бакинской бухты. Как видно из рисунка, максимальные значения коэффициентов макрообмена соответствуют малым осям эллипсов, в направлении же больших осей эллипса обмен оказывается наименее интенсивным. Эти результаты показывают анизотропность турбулентного обмена.

Как следует из таблицы 2, изменение угла поворота координатных осей также находится в зависимости от периода осреднения  $T$ . Эта зависимость приведена на рис. 3. Как видно из рис.3, угол поворота координатных осей возрастает с увеличением периода осреднения, который играет роль масштаба явления.



**Рис. 2. "Эллипсы обмена", полученные по данным длительных наблюдений в центральной части бухты**



**Рис. 3. Изменение угла поворота координатных осей с изменением периода осреднения**

Одной из важнейших характеристик морской турбулентности является ее кинетическая энергия, определяющую степень развития интенсивности турбулентности потока. Средняя величина энергии турбулентности, отнесенная к единице массы жидкости, определяется выражением:

$$\bar{E} = \overline{[u'^2 + v'^2]}, \quad (12)$$

где  $u'$  и  $v'$  – пульсации продольной и поперечной составляющих скорости течения. По формуле была оценена энергия горизонтальной макротурбулентности при временах осреднения 3, 6, 9 и 12 часов (табл.3).



Таблица 3

Зависимость энергии горизонтальной турбулентности от масштаба явления

Период осреднения $T$ , час	Энергия турбулентности $E$ , эрг/см <sup>3</sup>
3	395
6	387
9	379
12	375

По результатам указанных расчетов построена зависимость энергии макротурбулентности от периода осреднения пульсаций скорости (рис. 4).

Из рисунка следует, что энергия турбулентности уменьшается с увеличением периода осреднения. Дело в том, что с ростом периода осреднения возрастают размеры вихрей пронизывающих воду, которые вызывают пульсации скорости. Следовательно, с возрастанием масштаба вихревых образований дисперсия турбулентных пульсаций и энергия турбулентности уменьшаются.

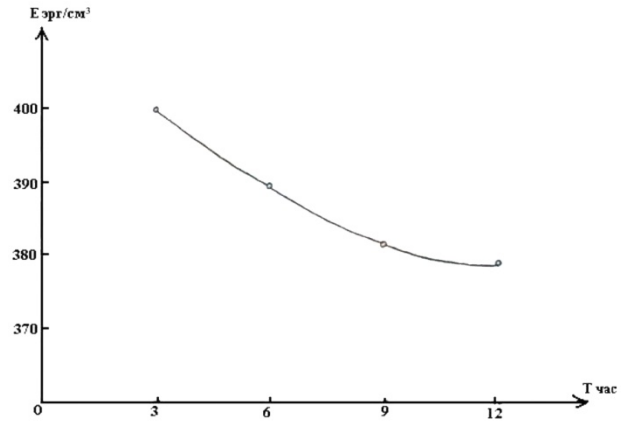


Рис. 4. Зависимость энергии мезотурбулентности от периода осреднения турбулентных пульсаций

Этот результат находится в полном согласии с теорией локально-изотропной турбулентности Колмогорова-Обухова [6]. Согласно этой теории турбулентный поток является суперпозицией вихрей самых разнообразных масштабов, в которых диссипация энергии возрастает с уменьшением размеров вихрей.

## ВЫВОДЫ

1. По данным длительных наблюдений над течениями в Бакинской бухте показано, что коэффициенты турбулентного обмена в её центральной части возрастают с увеличением периода осреднения по закону близкому "степени 4/3" Ричардсона-Обухова.
2. Процесс турбулентного макрообмена в рассматриваемом районе является анизотропным, причем в направлении параллели он более интенсивен. По-видимому, это можно

объяснить тем, что здесь в направлении параллели течение более изменчиво, чем в направлении меридиана, а интенсивность турбулентности определяется изменчивостью течения.

3. По данным вышеуказанных измерений оценена зависимость кинетической энергии турбулентности и показано, что она с возрастанием масштаба осреднения уменьшается.

## Л и т е р а т у р а

1. **Озмидов Р.В.** Горизонтальная турбулентность и турбулентный обмен в океане. Москва: "Наука", 1968, 200 стр.
2. **Озмидов Р.В.** Диффузия примесей в океане. Ленинград, Гидрометеоздат, 1986, 436 стр.
3. **Мамедов Р.В.** Гидрометеорологическая изменчивость и экогеографические проблемы Каспийского моря. Баку: "Элм", 2007, 436 стр.
4. **Агарзаева Б.А.** Современные физико-географические условия Бакинской бухты по данным

комплексных наблюдений. //Материалы междунаро. конфер. "Cooperative governance and innovation development of economic". Baku: "Elm", 2011, стр. 161-165.

5. **Татаряев Т.М.** Изменчивость гидрофизических полей, как объект подспутникового полигона. Дисс. на соискание уч. степени д.г.н. Москва, 1990 г.
6. **Монин А.С., Яглом А.М.** Статистическая гидромеханика. Ч.1, М.: "Наука", 1967, 720 стр.

**ეროზიული მოვლენებისაგან დამცავი  
ფიტობიოლოგიური ღონისძიებების ბიოტექნიკური ასპექტები**

**თარხან თევზაძე, მარინე შავლაყაძე, გიორგი ომსარაშვილი**  
**Email: marishavlakadze@gmail.com**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
მ. კოსტავას ქ. №68, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

**შეჯავალი**

ეროზიული პროცესი წარმოადგენს იმ დამანგრეველ მოქმედებას, რომელსაც აყენებს მდნარი თოვლის, წვიმისა და კოკისპირული ნალექების წყლები და ქარი ნიადაგის ფენასა და მის საგებში განლაგებულ ქანებს.

ეროზიის ნაირსახეობას წარმოადგენს ბიოლოგიური ეროზია, როდესაც ადგილი აქვს მცენარეების (ხე, ბალახი, ხავსი და სხვა) ფესვთა სისტემის ზემოქმედებას ამა თუ იმ გეოლოგიურ წარმონაქმნებზე.

ნაპრალოვან მთიან რეგიონებში ადგილი აქვს უარყოფითი ტემპერატურის გამო წყლის გაფართოებას, კლდოვანი ქანების ზედაპირული შრეების დისლოცირებას, დაშლასა და ჩამოშლას.

თანამედროვე ეროზიულ პროცესებზე დაკვირვების შედეგად გამოიყოფა ორი სახის ეროზია: ნორმალური (ანუ გეოლოგიური) და აჩქარებული (დამანგრეველი) [1].

ნორმალური ეროზია მიმდინარეობს იქ, სადაც ზედაპირი დაფარულია ბუნებრივი მცენარეული საფარით, რომელიც არ არის შეცვლილი ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით, ხოლო დაჩქარებული ეროზია გავრცელებულია დანაწევრებული რელიეფის მქონე პირობებში ან ქვიშიანი ნიადაგების გავრცელების ზონაში, სადაც მიწათსარგებლობა ხორციელდება სპეციალური დამცავი ღონისძიებების გარეშე.

მიმდინარეების ხეობების უმეტესობა წარმოადგენს ადამიანების ცხოვრებისა და მოღვაწეობის სფეროს. ამიტომ ბუნებრივია, რომ ის გეოლოგიური პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს ხეობებსა და მათ ფერ-

დობებზე, არღვევს მათ მდგრადობას და ემუქრება არსებული ან დაპროექტების სტადიაში მყოფ ნაგებობებს და ხელს უშლის ცხოვრების ნორმალურ მიმდინარეობას, ადამიანთა გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს. ასეთ გეოლოგიურ პროცესებს პირველ რიგში ეროზიული მოვლენები.

ადამიანის საინჟინრო მოღვაწეობის ნებისმიერი ზემოქმედება ბუნებაზე (სხვადასხვა ტიპისა და დანიშნულების ნაგებობები, საავტომობილო და სარკინიგზო, მაგისტრალური წყალსადენის, ნავთობისა და გაზის, სარწყავი არხების წრფივი ტრასები, ელექტროგადამცემი ხაზები, კაშხლები და სხვა) წარმოადგენს წონასწორობაში მყოფი ძირითადი კლდოვანი (ან ნახევრადკლდოვანი) და დისპერსული გრუნტების (თიხა, კენჭნარი, ქვიშა, ღორღნარი) მასივების წონასწორობის დარღვევას.

ეროზიის საწინააღმდეგო დამცავი ღონისძიებები ზემოთ მოყვანილი სხვადასხვა ტიპის ნაგებობებისათვის ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება, ვინაიდან ეროზიული მოვლენები ვითარდება განსხვავებულ გეოგარემოში, დროსა და სივრცეში.

წონასწორობის პირობებში მყოფ გეოგარემოში ნებისმიერი საინჟინრო ჩარევა განსაკუთრებით ნეგატიურად აისახება წრფივი ნაგებობების (საავტომობილო, სარკინიგზო, მელიორაციული დანიშნულების მაგისტრალური არხები, ენერგომატარებლების მილსადენები და ა. შ.) მშენებლობისას მთიან რეგიონებში, რადგანაც განვითარებას იწყებენ ახალი წონასწორობის ჩამოყალიბების პროცესები, რაც სათავეს

უღებს ნიადაგების ეროზიის კერების ჩასახვასა და განვითარებას.

ნიადაგების ეროზია უაღრესად ნეგატიური მოვლენაა და მას დიდი ზიანი მოაქვს სოფლის მეურნეობისათვის. ნიადაგის ფენის წარმოშობა ძალიან ნელა მიმდინარეობს და ერთი საუკუნის განმავლობაში, ხელსაყრელ პირობებში მხოლოდ 5-10 სმ სისქეს აღწევს.

წრფივი საინჟინრო ნაკებობების გასწვრივ ნიადაგის ფენის გადარეცხვა და ფერდობის შედარებით დაბალი ჰიფსომეტრული ნიშნულების მიმართულებით გრავიტაციულ გადაადგილებას თან სდევს ნიადაგის ფენის საგებში გავრცელებული გრუნტების (დელუვიონი, ელუვიონი, ნახევრადკლდოვანი, ადვილადდაღობითი კლდოვანი, ხსნადი და ნახევრადხსნადი მარილების შემცველი ქანები და ა.შ.) ჩარეცხვა, ნეგატიური ფერდობული პროცესების განვი-

თარება.

გადარეცხილი ნიადაგის ფენის შემდგომი ეროზიისაგან დაცვის ერთ-ერთი შედარებით იაფი და საიმედო საშუალებაა ფიტოგენური ღონისძიებების განხორციელება, რაც მდგომარეობს ასეთ ტერიტორიებზე ადგილობრივი ჯიშის ბალახების ერთი ან რამდენიმე შრიანი ფენის მოწყობაში.

ბალახის ფესვები, იღებენ რა ტენს შედარებით დიდი სიღრმეებიდან ასრულებენ მაარმირებელ ფუნქციას როგორც ჰუმუსირებული შრის, ისე მინერალური გრუნტის მასივებში, მნიშვნელოვნად ზრდიან გრუნტის მდგრადობას, შეჭიდულობას აგრეგატებს შორის და შინაგანი ხახუნის კუთხეს. სიმტკიცის მახასიათებლების მნიშვნელოვანი ამაღლება კი – მთლიანად ეროზირებული ტერიტორიის მდგრადობის ამაღლების საუკეთესო პირობაა.

### ძირითადი ნაწილი

2008 და 2013 წლებში ჩვენს მიერ განხორციელდა ბორჯომის რაიონის სოფლების წაღვერისა (რუსის დელე, მტს-ის დასახლება) და დაბას (ნაღვარევის დელე) ნახანძრავი ტერიტორიებიდან აღებული დარღვეული და დაურღვეველი სტრუქტურის მქონე ნიადაგ-გრუნტების ნიმუშების კომპლექსური შესწავლა. გამოკვლევების შედეგად გამოყოფილი იქნა სამი საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტი (სგე), [2; 3]:

სგე-1 – წარმოადგენს დამწვარ და ნაწილობრივ დამწვარ, შავი ფერის ჰუმუსირებულ შრეს, რომელიც შეიცავს დიდი რაოდენობით მცენარეების ფესვებს და ხვინჭასა და ღორღის ჩანარებს. მისი სისქე სხვადასხვა უბნებზე 0.05-0.1 მ ფარგლებში იცვლება.

გრანულომეტრული შემადგენლობის ანალიზის შედეგები გვიჩვენებს, რომ თიხოვანი ფრაქციის შემცველობა შეადგენს 11.4%-ს, მტვრის – 35.42%-ს.  $d > 2$  მმ-ზე მეტი დიამეტრის მქონე ფრაქცია აქ ძირითადად წარმოდგენილია დამწვარი ორგანული ნარჩენებით, ხვინჭას თანაზომადი ფრაქცია  $d > 2$  მმ-ზე – 14.76%-ს. მათი საერთო რაოდენობა 42.58%-ია.

ტენიანობა  $9.2 \pm 15.0\%$ -ის საზღვრებში იცვლება და საშუალოდ შეადგენს  $W = 11.06\%$ , მინერალური და ორგანული ნაწილაკების სიმკვრივე  $\rho_s = 2.13$  გ/სმ<sup>3</sup>, ბუნებრივი სიმკვრივე  $\rho = 1.09 \pm 1.17$  გ/სმ<sup>3</sup> (საშუალო – 1.12 გ/სმ<sup>3</sup>), ჩონჩხის სიმკვრივე  $\rho_s = 1.00 \pm 1.02$  გ/სმ<sup>3</sup> (საშუალო – 1.01 გ/სმ<sup>3</sup>), ფორიანობა  $n = 52.1 \pm 53.0\%$  (საშ. – 52.6%). ფორიანობის კოეფიციენტი  $e = 1.088 \pm 1.130$  (საშ. – 1.109). წყალშემცველობის ხარისხი  $Sz = 0.17 \pm 0.29$  (საშ. – 0.21).

სიმტკიცის მახასიათებლების გაზომვა განხორციელდა როგორც ბუნებრივი სტრუქტურისა და შედგენილობის ნიმუშებისათვის, ისე იმ ნიმუშებისთვისაც, რომლებიდანაც მოცილებული იქნა მცენარეთა ფესვები და ღორღისა და ხვინჭას ფრაქციების თანაზომადი ორგანული ნარჩენები. ექსპერიმენტების შედეგები გვიჩვენებს, რომ ბუნებრივი გრუნტების შინაგანი ხახუნის კუთხე ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში შეადგენს  $\phi = 33^\circ \pm 40^\circ$ , ხოლო შეჭიდულობა  $c = 0.50 \pm 0.60$  კგძ/სმ<sup>2</sup>, წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში კი ისინი შესაბამისად შეადგენს

$\phi_w = 21^\circ \div 37^\circ 30'$ ,  $c_w = 0.40 \div 0.50$  კგძ/სმ<sup>2</sup>.

ფესვებისა და ორგანული ნარჩენებისაგან გათავისუფლებული ნიმუშებისათვის კი აღნიშნული პარამეტრები შეადგენენ:

ა) ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში

$$\phi = 11^\circ \div 12^\circ, c = 0.20 \div 0.25 \text{ კგძ/სმ}^2;$$

ბ) წყალგაჯერებულ პირობებში

$$\phi = 7^\circ \div 8^\circ, c = 0.20 \div 0.25 \text{ კგძ/სმ}^2;$$

როგორც მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს ზედაპირულ ჰუმუსირებულ შრეში მცენარეების (როგორც ერთწლიანი ისე მრავალწლიანის) ფესვთა სისტემა ასრულებს მარმირებელ როლს და ამუხრუჭებს ნეგატიური ფერდობული პროცესების განვითარებას. აღნიშნული აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იქნეს დამცავი და დამცავი ღონისძიებების შემუშავებისას.

შინაგანი ხახუნის კუთხისა და შეჭიდულობის სიდიდეების საანგარიშო პარამეტრები სგე-1 გრუნტებისათვის შეადგენს:

ა) ბუნებრივი სიმკვრივე-ტენიანობის პირობებში:

$$\phi^b = 34^\circ 32', c^b = 0.29 \text{ კგძ/სმ}^2;$$

ბ) წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში:

$$\phi_w^b = 22^\circ, c_w^b = 0.283 \text{ კგძ/სმ}^2.$$

იგივე პარამეტრები ფესვებისა და ორგანული ნარჩენებისაგან გათავისუფლებული ნიმუშებისათვის შესაბამისად უდრის:

ა) ბუნებრივი სიმკვრივე-ტენიანობის პირობებში:

$$\phi^b = 10^\circ 22', c^b = 0.15 \text{ კგძ/სმ}^2;$$

ბ) წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში:

$$\phi_w^b = 6^\circ 33', c_w^b = 0.122 \text{ კგძ/სმ}^2.$$

ანალოგიური ექსპერიმენტები, რომლებიც განხორციელდა 2008 წლის ოქტომბერში, იმავე სადამკვირვებლო წერტილებში, შესრულებული იქნა 2013 წლის აპრილში და აგვისტოში, ბორჯომის რაიონის სოფ. წაღვერის მიმდებარე ნახანძრალ ტერიტორიაზე – რუსის დელეგატი.

ისევე, როგორც 2008 წელს, დაურღვეველი სტრუქტურის მქონე ნიმუშები აღებული იქნა 0.0 $\div$ 0.05 და 0.05 $\div$ 0.17 სიღრმის გრუნტებიდან (სგე-1, ნიადაგის ფენა, დიდი რაოდენობით მცენარეების ფესვებით, ძლიერ

ჰუმუსირებული, დამწვარი ორგანული ნარჩენებით, ხვინჯას და ღორღის ჩანარებით) და 0.1 $\div$ 0.15 მ და 0.15 $\div$ 0.20 მ სიღრმის გრუნტებიდან (სგე-2, თიხნარი, მცენარეების ფესვებით, მცირე რაოდენობით ღორღისა და ხვინჯას ჩანარებით).

ექსპერიმენტები განხორციელდა როგორც ბუნებრივ პირობებში (მცენარეების ფესვებით), ასევე მცენარეების ფესვების მოცილებული იმავე ტენიანობა-სიმკვრივის ნიმუშებისათვის და წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში.

სგე-1 და სგე-2 გრუნტების სიმტკიცის მახასიათებლების (შინაგანი ხახუნის კუთხე  $\phi^\circ$ , შეჭიდულობა  $c$  კგძ/სმ<sup>2</sup>) ნორმატიული და საანგარიშო პარამეტრები, განსაზღვრული ზემოთ მოყვანილი პირობების გათვალისწინებით წარმოდგენილია ცხრ. 1.

როგორც ცხრილი 1-დან ჩანს, დიდი რაოდენობით მცენარეების ფესვებისა და დამწვარი ორგანული ნარჩენების შემცველი შრე სგე-1 გრუნტების შინაგანი ხახუნის კუთხის ნორმატიული მახასიათებლები საკვლევე პერიოდში (X-2008; IV-2013; VIII-2013) შესაბამისად შეადგენენ  $\phi^b = 10^\circ 22'; 31^\circ 42'; 28^\circ 56'$ , ხოლო მათი ფესვებდაცლილი ნიმუშის ანალოგები კი  $\phi^b = 11^\circ 21'; \phi^b = 12^\circ; \phi^b = 11^\circ$ . ასეთივე მდგომარეობაა წყალგაჯერებული გრუნტის ნიმუშებისათვის:  $\phi_w^b = 22^\circ, 18^\circ 36', 17^\circ 15'$ , ხოლო მათი ფესვებდაცლილი ნიმუშებისათვის კი  $\phi^b = 7^\circ 33', 6^\circ 24', 7^\circ$ .

ბალახის ფესვების შემცველი გრუნტების სიმტკიცის მაღალი მახასიათებლები  $\phi^b = 28^\circ \div 38^\circ$ , იმავე გრუნტების უფესვო ნიმუშებთან შედარებით ( $\phi^b = 11^\circ \div 12^\circ$ ) როგორც ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში, ასევე წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში ( $\phi_w^b = 17^\circ \div 22^\circ$  ფესვებით და  $\phi_w^b = 6^\circ \div 7^\circ$ ) მიუთითებს იმაზე, რომ ადამიანის საინჟინრო მოღვაწეობის შედეგად დაზიანებულ უბნებზე ადგილობრივი (ენდემური) ჯიშის ბალახოვანი საფარის მოწყობა მნიშვნელოვნად აამაღლებს მოწყვლადი ტერიტორიების მდგრადობას და შეამცირებს ახალი ეროზირებული კერების ჩამოყალიბებას.

ცხრილი 1

სიმეტრიის მახასიათებლების (ფ, ც, ტფ), ნორმატიული და საანგარიშო პარამეტრების განსაზღვრის შედეგები ბორჯომის რაიონის სოფ. წაღვერის (რუსის დელე) ფიქსირებულ ტერიტორიაზე 2008-2013 წ.წ.

ქანის დასახელება და ექსპერიმენტის პირობები	ოქტომბერი 2008 წ.						აპრილი 2013 წ.						აგვისტო 2013 წ.					
	ფესვებით		ფესვების გარეშე		ფესვებით		ფესვებით		ფესვების გარეშე		ფესვებით		ფესვებით		ფესვებით		ფესვების გარეშე	
	ფ <sup>ნ</sup>	ც <sup>ნ</sup>	ტფ <sup>ნ</sup>	ფ <sup>ნ</sup>	ც <sup>ნ</sup>	ტფ <sup>ნ</sup>	ფ <sup>ნ</sup>	ც <sup>ნ</sup>	ტფ <sup>ნ</sup>	ფ <sup>ნ</sup>	ც <sup>ნ</sup>	ტფ <sup>ნ</sup>	ფ <sup>ნ</sup>	ც <sup>ნ</sup>	ტფ <sup>ნ</sup>	ფ <sup>ნ</sup>	ც <sup>ნ</sup>	ტფ <sup>ნ</sup>
სტ-1 ნიადაგის ფენა დიდი რაოდენობით მცენარეების ფესვებით, ძლიერ პუშუსირებული დაშვარი ორგანული ნარჩენებით, ღორღისა და ხვინჯას ჩანარებით																		
ა) ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში	38°22'	0,442	0,791	11°52'	0,442	0,791	31°42'	0,442	0,791	12°	0,442	0,791	28°56'	0,442	0,791	11°	0,24	0,1944
	34°32'	0,294	0,688	10°22'	0,150	0,183	26°44'	0,37	0,537	10°27'	0,16	0,185	25°42'	0,558	0,481	9°39'	0,16	0,17
ბ) წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში	22°	0,295	0,404	7°33'	0,184	0,1325	18°36'	0,33	0,3365	6°24'	0,18	0,1122	17°15'	0,42	0,31	7°	0,170	0,123
	18°24'	0,196	0,337	6°33'	0,122	0,115	16°14'	0,22	0,295	5°36'	0,12	0,098	15°19'	0,28	0,270	6°6'	0,113	0,107
სტ-2 თიხნარი მცირე რაოდენობის ფესვებით, ღორღისა და ხვინჯას ჩანარებით																		
ა) ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში	17°13'	0,393	0,30	16°	0,38	0,287	21°51'	0,51	0,4116	20°	0,36	0,364	23°13'	0,688	0,4312	19°36'	0,37	0,356
	15°6'	0,262	0,260	13°42'	0,253	0,249	19°51'	0,34	0,3580	16°47'	0,24	0,316	21°6'	0,458	0,375	17°12'	0,246	0,309
ბ) წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში	15°42'	0,085	0,2505	7°36'	0,075	0,1334	17°48'	0,487	0,322	6°18'	0,09	0,011	9°14'	0,52	0,144	6°34'	0,09	0,121
	13°48'	0,057	0,218	6°18'	0,05	0,116	15°42'	0,324	0,28	5°26'	0,06	0,0095	7°6'	0,35	0,125	6°	0,06	0,105

შენიშვნა: მრიცხველში – ფ<sup>ნ</sup>, ც<sup>ნ</sup>, ტფ<sup>ნ</sup> – ნორმატიული სიდიდეები; მნიშვნელში – ფ<sup>ნ</sup>, ც<sup>ნ</sup>, ტფ<sup>ნ</sup> – საანგარიშო სიდიდეები.

## დასკვნა

ნეგატიურ, ეროზიისადმი განსაკუთრებული მიდრეკილების მქონე უბნებზე, უმჯობესია მრავალშრიანი ფიტოგენური ღონისძიებების განხორციელება.

III–IV კლასის მიწის კაშხლების ფერდობებზე, განსაკუთრებით ზედა, სველ ფერდობზე წყლის ჰორიზონტის ცვლილებისას წყალმონხმარების პერიოდში (ნორმალური შეტბორვის ჰორიზონტიდან მკვდარ ჰორიზონტამდე), ზედა ბიეფის გრუნტების ჩამორეცხვისაგან დასაცავად, ხორციელდება მისი მობელტვა, რაც უაღრესად შრომატევადია და მნიშვნელოვან ხარჯებთანაა

დაკავშირებული. ადგილობრივი ენდემური ბალახების ჯიშებისაგან მრავალშრიანი (1-3 შრე) ფენის მოწყობა მნიშვნელოვნად შეამცირებს ასეთი დამცავი ღონისძიების განხორციელების ღირებულებას.

ფიტოგენური ღონისძიებები დადებით შედეგს გვაძლევს მაღალი კლასის (I–II) კაშხლების ქვედა ფერდობზე, წრფივი ნაგებობების (საავტომობილო გზა, მაგისტრალური არხი, ენერგომატარებლების ტრასა და ა.შ.) გასწვრივ არსებული ეროზიასაშიშ ტერიტორიებზე.

## ლიტერატურა

1. **Соболев С.С.** Эрозия почв и борьба с ней. Государственное издательство географическая литература, Москва 1950, стр. 5-13.
2. **თევზაძე თ., შურღაია ვ., იტრიაშვილი ლ.** ბორჯომის რაიონის სოფლების წაღვერისა და დაბას მიმდებარე ნახანძრალი ტერიტორიების გეოეკოლოგიური გამოკვლევა. საქ. წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სპეციალური გამოკვლევა, თბილისი, 2008 წ.
3. **შავლაყაძე მ.** კურორტ წაღვერის ნახანძრალ მთის ფერდობებზე მიმდინარე ეროზიული პროცესების ინტენსივობის შეფასება კლიმატური ნიადაგ-გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური და ქიმიური მახასიათებლების დადგენის საფუძველზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2012-2013 წ.

**WATER BALANCE RESEARCH OF GARASU (DARAYURD)  
WATERSHED WITH THE HELP OF GIS**

**Farda Imanov, Heydarali Hedari Aranchi**

**Email: *farda@azdata.net***

Baku State University  
Halilov str., 23, Baku, Azerbaijan

**INTRODUCTION**

Runoff as the first main parameter of watershed water balance is an important to measure and determine the diameter of parameter in the wide watershed, which stimulates to put the hydrometric stations using and establishment practice.

However, the single watershed combines a various number of sub-watersheds one hydrometric station will not be able to work with each sub-watershed

Actually the runoff which is related to sub-watersheds has a great significance; runoff does not have the same statistical data toward the lakes watershed, because the hydrometer stations are using the different kind of methods to estimate the

runoff parameters. Such methods are more inventive for other regions of land surface and watersheds.

The flow coefficient design of lake watersheds and sub-watersheds runoff is prepared with the help of GIS and has been scrutinized by the use of statistics of hydrometric stations, which are basically situated on the main rivers of the region.

The great progress followed by the using of GIS technical knowledge in water resource management. The study and research of main characteristics of watersheds were made possible with the using of such technical knowledge and acquaintances.

**MATERIALS AND METHODS**

The various kinds of methods are used to survey the region water balance and at lengthy period, the following formula of region water balance may be used for certain regions:

$$R = P - E, \quad (1)$$

where: R – Runoff depth (mm);

P – Average rain depth of watershed;

E – Average evaporation depth at watershed.

This method is acceptable in following condition:

- Groundwater substrates, feed rivers;
- Between groundwater substrate 2 near water-

sheds do not change the water flow;

– Due to rain the flow on watershed surface does not change the near watersheds;

– Groundwater substrate does not feed river watersheds.

From following formula should be used for selected lengthy balance sheet

$$R = P - E \pm RY, \quad (2)$$

where: –RY – Water infiltration depth;

+RY – River feed from groundwater sources of out watershed

**ESTIMATE ANNUAL SURFACE FLOW TO (RATIONAL) METHOD IN GIS ENVIRONMENT**

Rational method is the one common and acceptable method to accurate the surface flow that all the world use of its perfect. At this method

runoff consists percent of rain that estimate runoff like percent of rain and use of formula that runoff height and volume connects to parameters of water-

**WATER BALANCE RESEARCH OF GARASU (DARAYURD)  
WATERSHED WITH THE HELP OF GIS**

shed area, rainfall height and runoff coefficient. General formula of rational method at metric system is like:

$$h_{\text{Runoff}} = C_{\text{Runoff}} \cdot h_{\text{pe}}, \quad (3)$$

where:  $h_{\text{Runoff}}$  – Direct Runoff depth;

$C_{\text{Runoff}}$  – Runoff coefficient;

$h_{\text{pe}}$  – Rainfall depth.

At one watershed runoff coefficient depend on flow feature. Because of this feature is different at another parts of one watershed therefore cannot

consider one coefficient for all of one watershed. At this research one raster network was established Garasu watershed area and raster models related to distribution of plant cover, agrology, slop, rainfall, runoff coefficient and surface flow where made. Remember this point is necessary that evaporimeter station measure only potential evaporation and actual evaporation do not be clear at one watershed surface. Therefore water balance calculations are account upon raster model of actual evaporation. Table1 show runoff coefficient at rational method.

**Table 1**

**Values of Runoff Coefficient (C) for Rational Formula**

Land Use	C	Land Use	C
<b>Business:</b> Downtown areas Neighborhood areas	0.70 - 0.95 0.50 - 0.70	<b>Lawns:</b>	
		Sandy soil, flat, 2%	0.05 - 0.10
		Sandy soil, avg., 2-7%	0.10 - 0.15
		Sandy soil, steep, 7%	0.15 - 0.20
		Heavy soil, flat, 2%	0.13 - 0.17
		Heavy soil, avg., 2-7%	0.18 - 0.22
		Heavy soil, steep, 7%	0.25 - 0.35
<b>Residential:</b> Single-family areas Multi units, detached Munti units, attached Suburban	0.30 - 0.50 0.40 - 0.60 0.60 - 0.75 0.25 - 0.40	<b>Agricultural land:</b>	
		<i>Bare packed soil</i>	
		*Smooth	
		*Rough	0.30 - 0.60
		<i>Cultivated rows</i>	0.20 - 0.50
		*Heavy soil, no crop	0.30 - 0.60
		*Heavy soil, with crop	0.20 - 0.50
		*Sandy soil, no crop	0.20 - 0.40
		*Sandy soil, with crop	0.10 - 0.25
		<i>Pasture</i>	0.15 - 0.45
		*Heavy soil	0.05 - 0.25
		*Sandy soil	0.05 - 0.25
		Woodlands	
<b>Industrial:</b> Light areas Heavy areas	0.50 - 0.80 0.60 - 0.90	<b>Streets:</b>	
		Asphaltic	0.70 - 0.95
		Concrete	0.80 - 0.95
		Brick	0.70 - 0.85
Parks, cemeteries	0.10 - 0.25	Unimproved areas	0.10 - 0.30
Playgrounds	0.20 - 0.35	Drives and walks	0.75 - 0.85
Railroad yard areas	0.20 - 0.40	Roofs	0.75 - 0.95

**\*Note:** The designer must use judgment to select the appropriate "C" value within the range. Generally, larger areas with permeable soils, flat slopes and dense vegetation should have the lowest "C" values. Smaller areas with dense soils, moderate to steep slopes, and sparse vegetation should assigned the highest "C" values.



Garasu watershed is one of sub-watersheds of Aras River. This watershed position has been shown at figure 1. This watershed is limit of south to Savalan and Bozgosh height from southeast to Baghro height and from west to Arshag height and from west to Garadagh height. Ahar Chay River is annexed at location Dostbeyli village to this river. Garasu River at east Moghan Aslandoz city puts to Aras River. Garasu river is one of branch of Aras river and its watershed area is 14310km<sup>2</sup>. The Garasu River watershed is divided into three sub-watersheds and regions:

1. Top sub-watershed limit to Samiyan hydrometric station
2. Central sub-watershed limit to Dostbeyli hydrometric stations
3. Ahar chay sub-watershed limit to Tazeh kand hydrometric station.

4. Down sub-watershed limit to Borran hydrometric station.

Ahar Chay River is originated from Kasabe height. This river annexes to Garasu River at Dostbeyli village. Figure 2 shows Garasu sub-watershed and figure 3 shows the watershed altitudinal model.

At this research statistic period of 38 years between 1969-1970 until 2006-2007 has been used. Borran hydrometric station is located at the passage of Garasu watershed. Due to measured statistics for 38 years the average amount of runoff in the station was equal to 585 mcm. Garasu river annual flow at long statistics period has been shown at figure 4. At this figure moving average 5 years runoff has been shown to comparison. As observed in 10 last year's period river runoff statistics has reduced as considerable.

### THE EVALUATION OF SURFACE FLOW RATE WITH THE HELP OF RASTER MODELS AT GIS ENVIRONMENT

The main topic in the evaluation of surface flow rate is the runoff coefficient determination process with the attention of watershed physiographic feature

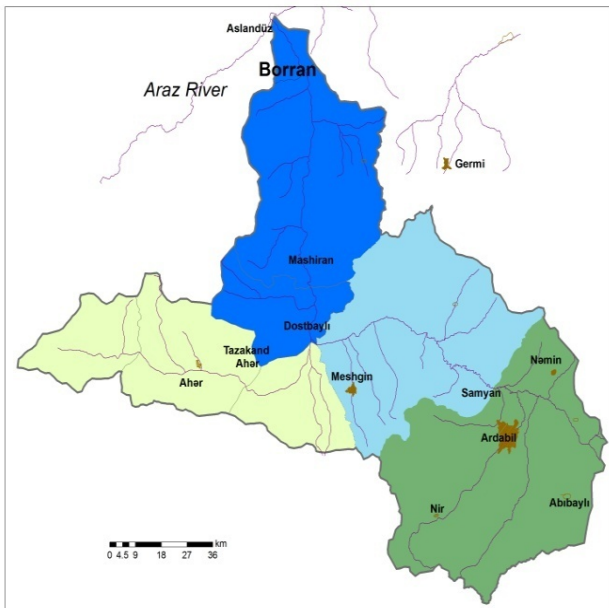
In order to determine the flow coefficient the plant cover, soil type and region topography should be found out. For the raster model preparation the

runoff coefficient at GIS environment was prepared the numeral map for the first time, which is related to the plant cover, agrology, topographic preparation and then respective raster models. On Figure 5, the preparation stages of runoff raster model and its implementing processes are shown.

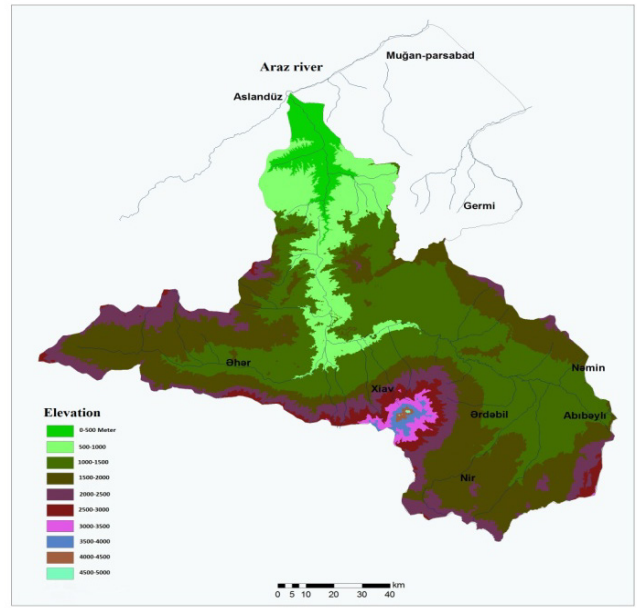


Figure 1. Garasu watershed position

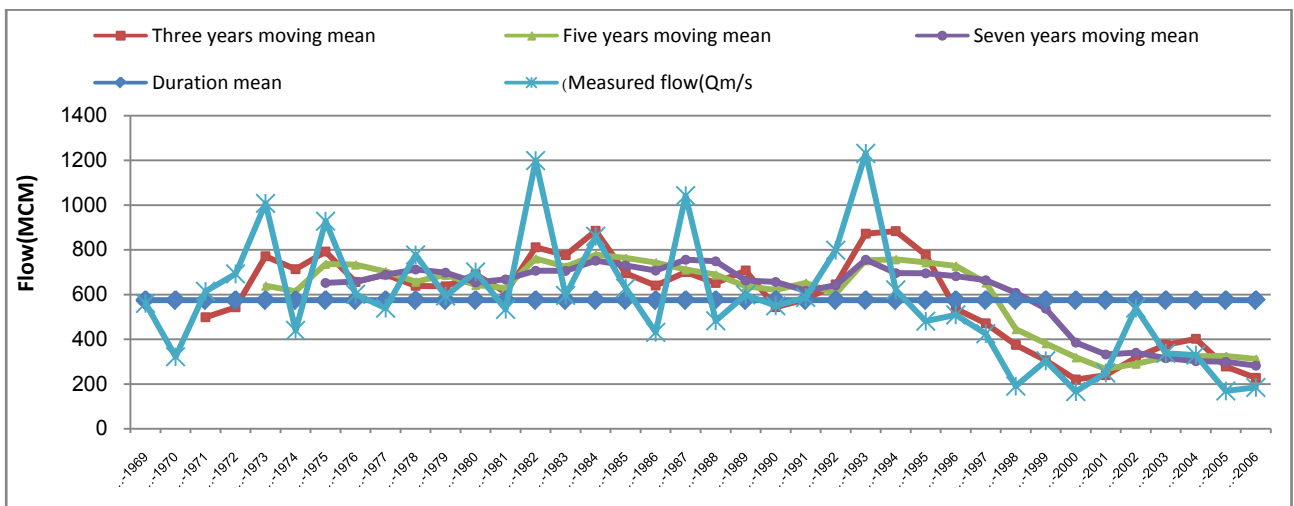
**WATER BALANCE RESEARCH OF GARASU (DARAYURD)  
WATERSHED WITH THE HELP OF GIS**



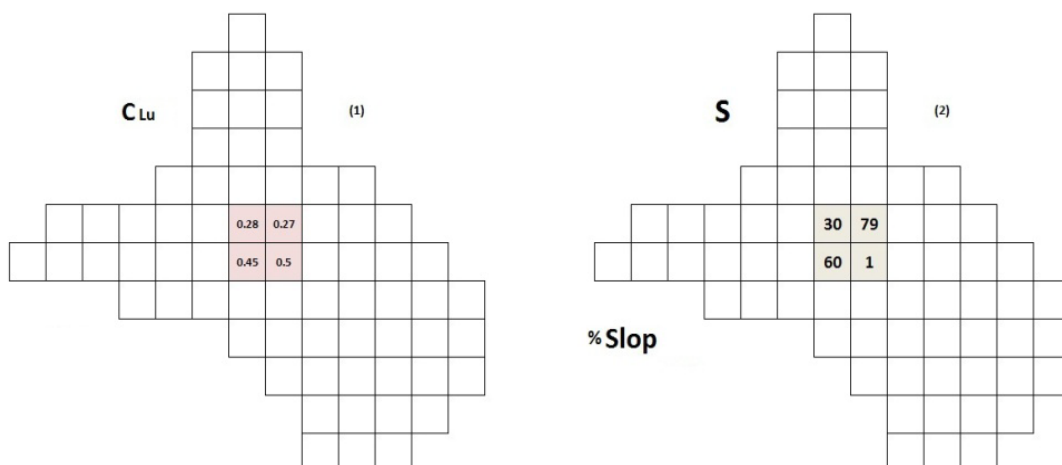
**Figure 2. Garasu sub-watersheds**



**Figure 3. Watershed altitudinal model**



**Figure 4. Garasu river annual flow at long statistics period**



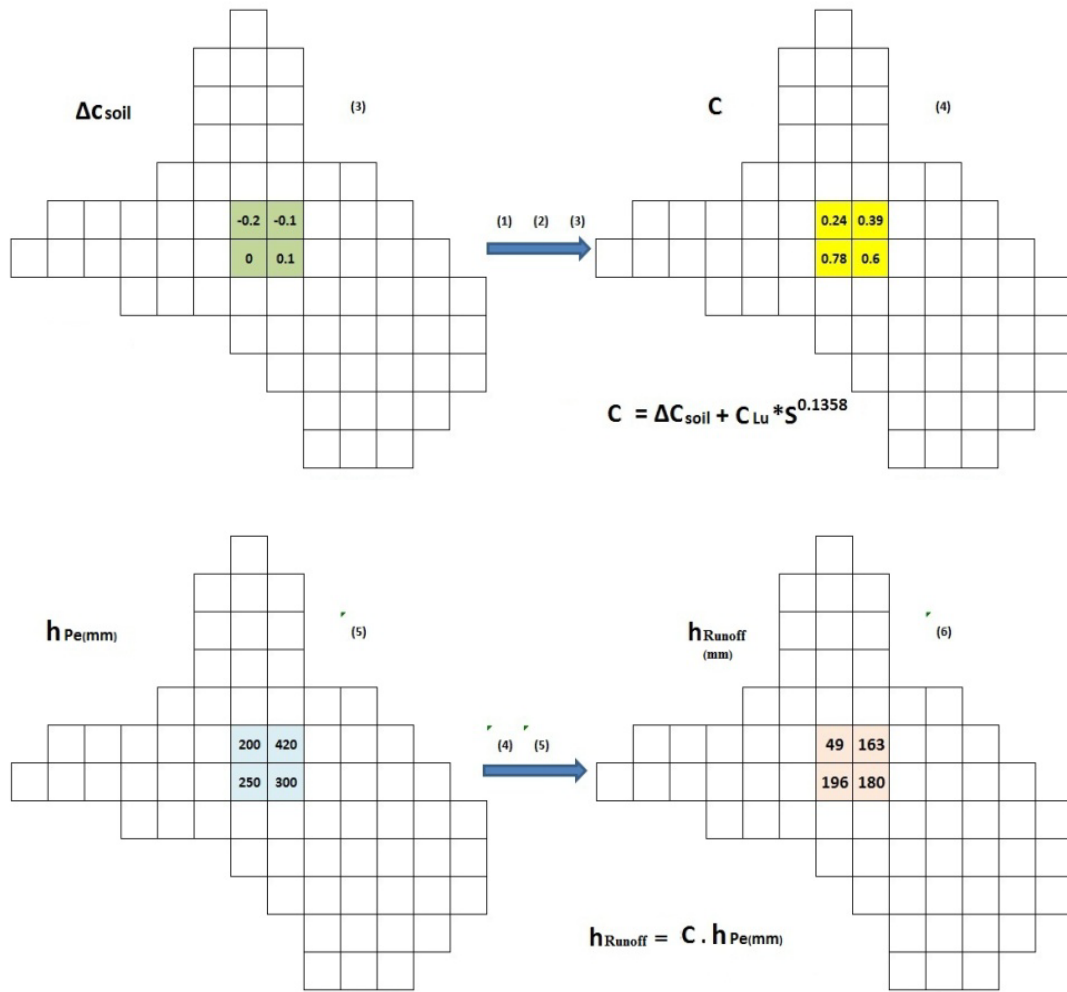


Figure 5. The stage of preparation runoff raster model and its performance

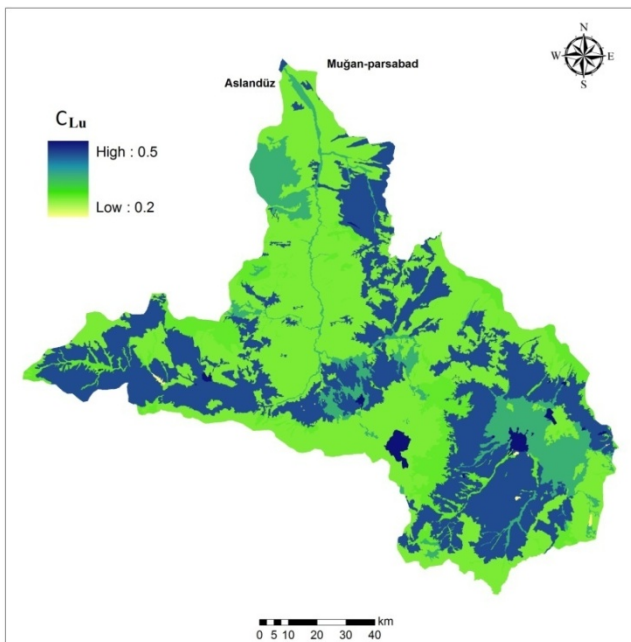


Figure 6. Garasu watershed raster model related to coefficient of plant cover or lands

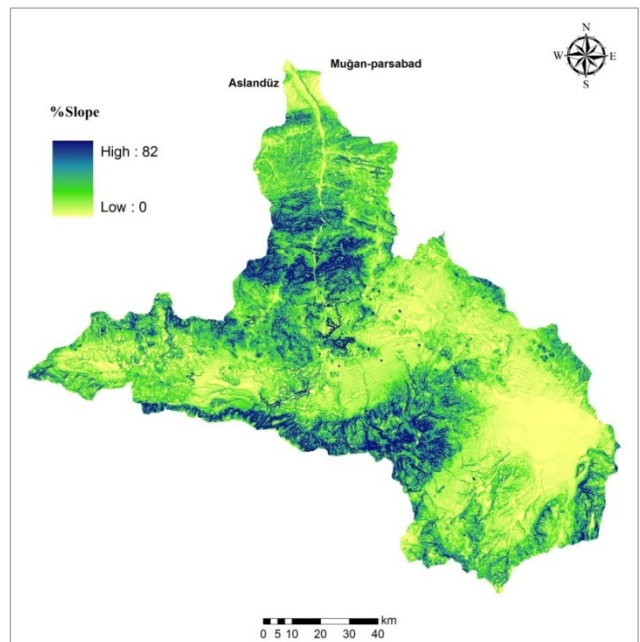


Figure 7. Raster model of slop percent at Garasu watershed

**THE PREPARATION STEPS OF CALCULATION AT THE GIS MODEL:**

1 – Preparation raster model related to coefficient of plant cover by use of numeral table 1, and numeral map of plant cover. Figure 6 shows the raster model related to coefficient of plant cover or lands at Garasu watershed;

2 – Preparation raster model for slopes with the use of the table1 and numeral map of region topography. Figure 7 shows the raster model of slop percent at Garasu watershed;

3 – Preparation raster model related to coefficient of soil by use of table 1 and numeral map of agrology. Figure 8 shows the raster model of soil coefficient at Garasu watershed;

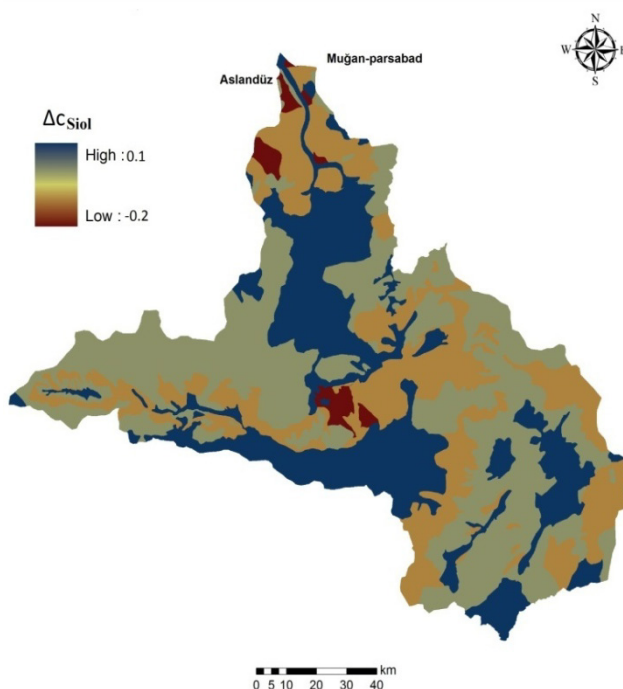
4 – Accounting the coefficient of surface flow by use of raster models related to coefficient land control, soil and slop percent by use of bellowing

correlation formula. Formula has been extract of correlation between parameters table 1:

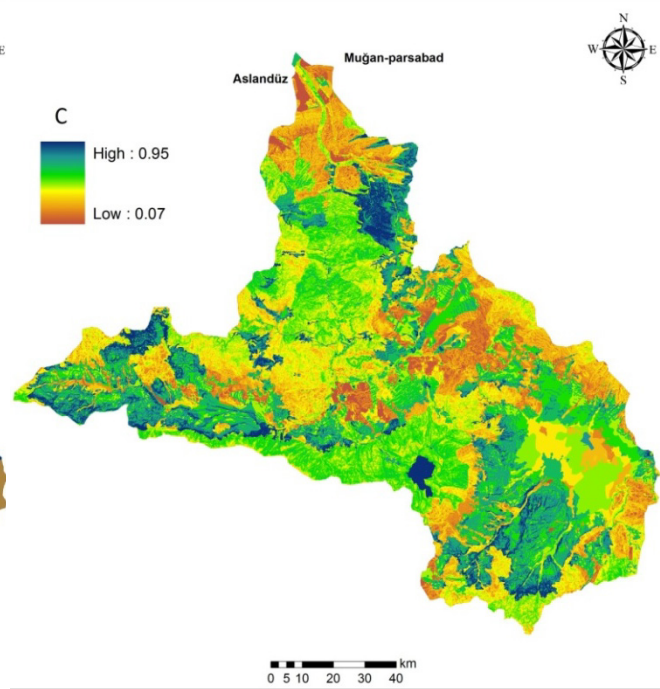
$$C_{\text{Runoff}} = \Delta C_{\text{soil}} + CLu \cdot S^{0.1358} \quad (4)$$

where:  $C_{\text{Runoff}}$  – Runoff coefficient;  
 $\Delta C_{\text{soil}}$  – Coefficient related to soil;  
 $CLu$  – Coefficient of plant cover;  
 $S$  – Slop percentage.

Figure 9 shows the raster model of surface flow coefficient in Garasu watershed. Preparation of annual rainfall raster model was made by use of rain numeral map. Figure 10 show raster model of annual rain at Garasu watershed. Accounting and preparation of annual runoff raster model was made by use of runoff coefficient raster model and rain raster model. Figure 11 show raster model of annual flow in Garasu watershed.



**Figure 8. Raster model related to soil coefficient on Garasu watershed.**



**Figure 9. Raster model related to coefficient surface flow on Garasu watershed**

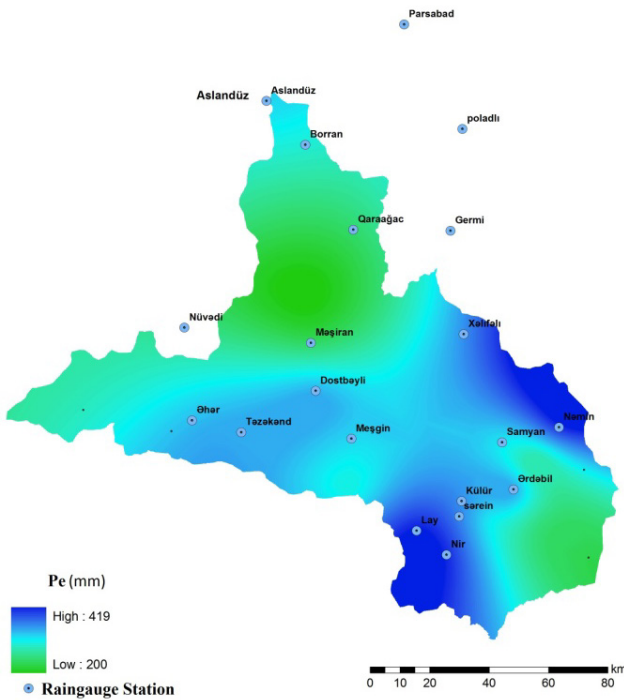


Figure 10. Raster model related to annual rain on Garasu watershed

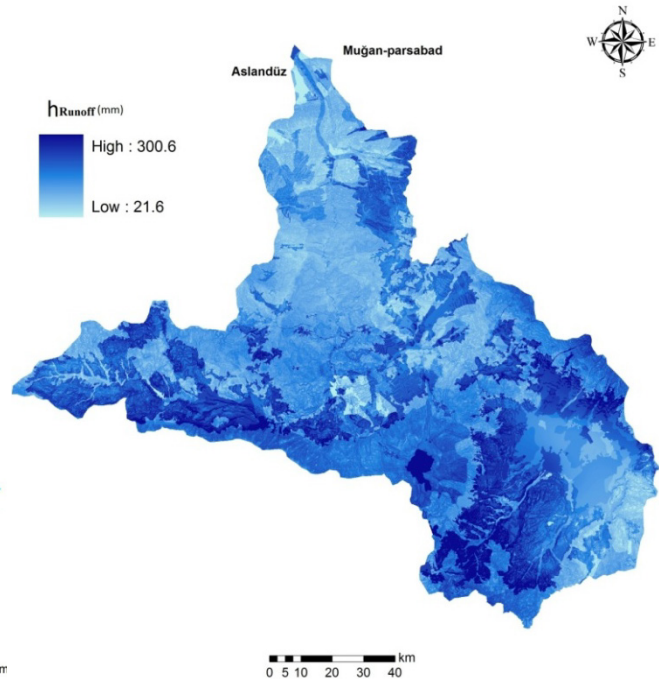


Figure 11. Raster model of annual flow in Garasu watershed.

### CONCLUSION

At a watershed part of rainfall that absorb to plants branch, leaf and soil surface and the rest exits as surface flow from place. Figure 10 shows raster model of annual flow on Garasu watershed. At each of Garasu sub-watersheds average depth of annual surface flow can be calculated by help surface flow raster model and also average depth of annual rain can be calculated by help rain raster model. Part of rain which is absorption plant branch and leaf or soil surface ( $E_1$ ) gradually vaporizes and sensitive part to soil surface also or vaporizes directly or put to use plant. Amount of  $E_1$  at Garasu sub-watersheds was calculated according to following formula and has been shown in Table 2.

$$E_1 = P - h_{\text{Runoff}} \quad (5)$$

where:  $E_1$  – Part of rain that is absorb plan blanch and leaf and soil surface;

$h_{\text{Runoff}}$  – Surface flow;

$P$  – Rain depth.

Calculated surface flow by help GIS model indicates the part of rain that flows in the watershed surface and is divided into 4 parts

$$h_{\text{Runoff}} = h_{\text{in}} + h_{\text{use}} + h_{\text{out}} + h_{\text{other}} \quad (6)$$

where:  $h_{\text{in}}$  – the part of calculated surface flow that absorb to river branch alluvium inside and then partial of it is taking on help wells and reach to different use;

$h_{\text{use}}$  – another part of surface flow is taking on help ditch traditional and reaches to agriculture use;

$h_{\text{out}}$  – remainder be accounting surface flow also exit at locale hydrometer station of watershed;







$h_{\text{other}}$  – unknown use that do not be census yet. Must be calculated

The imprecise using parameter ( $h_{\text{other}}$ ) was calculated by other parameters and has been shown in Table 3.

**WATER BALANCE RESEARCH OF GARASU (DARAYURD)  
WATERSHED WITH THE HELP OF GIS**

**Table 2**

**Calculated Surface flow and E1 on Garasu sub-watersheds**

№	Station	River	Area (km <sup>2</sup> )		P <sub>mean</sub>	h <sub>Runoff</sub>	E <sub>1</sub>
					Annual rain (mm)	Calculated (mm)	
1	Samyan	Qarasu	4116		304	145	159.00
2	Dostbayli	Qarasu	7428		302.5	138.8	163.70
3	Tazakand Ahar	Aharchay	2149		280.3	140.4	139.90
4	Mashiran	Qarasu (Darayurd)	11343		295.7	138	157.70
5	Borran	Qarasu (Darayurd)	14044		283	131.6	151.40

**Table 3**

**Parameters of surface flow at Garasu sub-watersheds**

№	Station	River	H <sub>Runoff</sub> (mm)	h <sub>out</sub> (mm)	h <sub>use</sub>		h <sub>in</sub>		h <sub>other</sub> (mm)
					(mcm)	(mm)	(mcm)	(mm)	
1	Samyan	Qarasu	145	45.74	71.05	17.26	233.6	56.75	25.25
2	Dostbayli	Qarasu	138.8	36.23	164.35	22.13	286.8	38.61	41.84
3	Tazakand Ahar	Aharchay	140.4	59.21	63.72	29.65	40.5	18.84	32.70
4	Mashiran	Qarasu (Darayurd)	138	43.76	272.38	24.01	327.3	28.86	41.37
5	Borran	Qarasu (Darayurd)	131.6	40.91	339.79	24.19	342.6	24.39	42.10

## References

1. **Бэфани Н.Ф., Позднякова В.Б., Тюхтя К.К.** Экспериментальные формулы впитывания стока с малых горных бассейнов. //Труды Укр.НИГМИ, 1967, вып.69, стр. 57-71.
2. **Виноградов Ю.Б.** Вопросы гидрологии дождевых паводков на малых водосборах Средней Азии и Южного Казахстана. //Тр.Каз.НИГМИ, 1967, вып.14, стр. 71-81.
3. **Водогрецкий В.Е., Крестовский О.Н.** Водобалансовые экспедиционные исследования. Л. Гидрометеиздат, 1975, 144 стр.
4. **Литовченко А.Ф.** Полевые экспериментальные исследования потерь дождевых вод на инфильтрацию в горах северного склона заилийского Алатау. //В сб. Вопросы гидрологии горных районов. Алма-Ата, Изд-во КГУ, 1971, 99 стр.
5. **Гасанов Х.Н.** О гидрологической роли лесов в Азербайджанской Республике. Баку, 1992, 90 стр.
6. **Махмудов Р.Н.** Прогноз дождевых паводков на реках Азербайджана. Баку, Изд-во «Нурлан», 204 стр.
7. **Махмудов Р.Н., Мамедов М.А.** Некоторые результаты экспериментального определения коэффициента стока в условиях горной зоны Ленкорани. //Уч. зап. АГУ., Сер. геол. и геогр., 1979, т.6, стр. 39-44.
8. Водные ресурсы и водный баланс территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1987, 301 стр.
9. Водные ресурсы России и их использование /Под ред. проф. И.А. Шикломанова. СПб.: Государственный гидрологический институт. ил., 2008, 600 стр.
10. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. /Под ред. В.И.Корзуна. Л.: Гидрометеиздат, 1974, 638 стр.

წყალსაცავიანი სისტემების მოწყვლადობის შეფასება

ირინა იორდანიშვილი, კონსტანტინე იორდანიშვილი, ელენე ხოსროშვილი

Email: irinaord48@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

XX საუკუნის მეორე ნახევრის დასაწყისიდან საქართველოში დაიწყო ჰიდროტექნიკური ობიექტების მშენებლობა.

მრავალი მათგანი შევიდა დაძველების (“დაბერების”) სტადიაში, რომელსაც თანახლავს შიდა და გარე ზემოქმედების წინააღმდეგ წინააღმდეგობის შესუსტება.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების **მოწყვლადობის** მთავარი განზომილებაა **ინტენსივობა** და **რისკი**. **მოწყვლადობა** – ესაა თვისება, რომელიც უზღვევს ობიექტის უვნარობას შეეწინააღმდეგოს გარე და

შიდა ზემოქმედებას. ჰიდროტექნიკური ობიექტების მოწყვლადი მდგომარეობის დადგომის *რისკის* დროული პროგნოზირება და სტრატეგიული მოქმედების დანიშვნა საავარიო სამუშაოების კარდინალური ამოცანაა.

ობიექტის წყობიდან გამოსვლის *ინტენსივობის* შემცირების ერთ-ერთი მთავარი ღონისძიებაა – მოწყვლადობის დროული შეფასება და მის საფუძველზე უკუქმედების სტრატეგიის დაგეგმვა.

პირითაღი ნაწილი

მოწყვლად ობიექტებზე ჩატარებულმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ რაც უფრო მოწყვლადია ობიექტი (ან მისი ელემენტები) შიდა და გარე ზემოქმედებაზე, მით უფრო მცირეა მისი საიმედოობა. ობიექტის მოწყვლადობის შეფასება ხორციელდება საიმედოობის მეთოდის გამოყენებით.

მოწყვლადი სისტემების მდგომარეობა განპირობებულია მრავალი შემთხვევითი ფაქტორით, ამიტომ ანალიზის და საანგარიშო დამოკიდებულებების გამოყენების დროს აუცილებელია ფიზიკური და ქიმიური პროცესების ცვლადი ხასიათის გათვალისწინება.

პრობლემა – *რამდენ ხანს იმუშაებს ობიექტი* – ყოველთვის იპყრობდა სპეციალისტების და მეცნიერების ყურადღებას და ახლაც აქტუალურია. კრიტიკულ (*კრიზისულ*) მდგომარეობაში მყოფი ობიექტის

უსაფრთხო ექსპლუატაციის პერიოდის გაგრძელება მოითხოვს ობიექტის ფუნქციონირების განმსაზღვრელი დომინირებადი ფაქტორების გამოვლენას.

ჩვენ შევეცადეთ თეორიულად განვსაზღვროთ *წყალსაცავების* კრიტიკული დაბინძურება სისტემის განვითარების დიალექტიკური კანონის გამოყენებით [1–7].

ამ კანონის შესაბამისად სისტემის განვითარების შედეგი დამოკიდებულია ორ ტენდენციაზე, რომელთაგან ერთი – ამუხრუჭებს, ხოლო მეორე – ხელს უწყობს განვითარების პროცესს. წყალსაცავის კრიტიკული მდგომარეობის შეფასებისას აუცილებელია დადგინდეს დატვირთვების შესაბამისი მოქმედება და შემდეგ – წინააღმდეგობის ზღვრული მახასიათებლები. წყალსაცავის ზღვრული მდგომარეობა დადგება მაშინ, როცა დამაბინძურებელი



ფაქტორების მაქსიმალური მნიშვნელობა გაუტოლდება იმ პარამეტრების მნიშვნელობას, რომელიც განსაზღვრავს გარეგანი ფაქტორებისადმი წინააღმდეგობას. წყალსაცავის დეგრადირების დამოკიდებულების მონოტონური დინამიკური პროცესის შეფასებისათვის გამოყენებულია იტოს სტატისტიკური დიფერენციალური განტოლება [2]:

$$dy(t) = m(t)dt + \sigma(t)dx(t), \quad (1)$$

სადაც  $dy(t)$  – განმსაზღვრელი (დამაბინძურებელი) პარამეტრია;  $m(t)dt$  – პარამეტრის ცვლილების საშუალო სიჩქარე;  $\sigma(t)$  – პარამეტრის ცვლილების საშუალო კვადრატული გადახრა;  $dx(t)$  – ნორმალური განაწილების მდგენელია.

ამოცანა დაიყვანოთ დეგრადაციის პროცესის ინდიკატორის მოცემული სიდიდეების მიღწევამდე. ცნობილი პირობითი სიმკვრივის შემთხვევაში მარკოვის დიფუზური ტიპის ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლისას ამოცანა იხსნება ფოკერ-პლანკ-კოლმოგოროვის განტოლების გამოყენებით [1, 7].

ფოკერ-პლანკ-კოლმოგოროვის განტოლების გამოყენებით და რიგი მათემატიკური გარდაქმნებით მოწყველადი მდგომარეობის დადგომის დროის საანგარიშოდ მიღებულია შემდეგი დამოკიდებულება:

$$t = \mu \left[ \frac{2 + z^2 v^2 \pm \sqrt{(4 + z^2 v^2) z^2 v^2}}{2} \right], \quad (2)$$

სადაც  $\mu$  – არის დეგრადაციის პროცესის განმსაზღვრელი ძირითადი პარამეტრის ზღვრული მნიშვნელობა, რომლის მიღწევასაც თბიექტი ხდება მოწყველადი;  $Z$  – წინააღმდეგობის სტატისტიკური მარაგია, რომელიც განსაზღვრავს თბიექტის ფუნქციონირებას მოწყველადი მდგომარეობის მიღწევამდე;  $1,00 \leq Z \leq 4,99$ ;  $\nu$  – ვარიაციის კოეფიციენტი, რომელიც წარმოადგენს ცვლადის საშუალო კვადრატული გადახრის შეფარდებას საშუალო მნიშვნელობასთან:

$$\nu = \frac{\sigma}{x} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}, \quad (3)$$

სადაც  $k$  – არის მოდულის კოეფიციენტი, რომელიც წარმოადგენს ცვლადის კონკრეტული მნიშვნელობის შეფარდებას საშუალო მნიშვნელობასთან.

ამოცანების გადაწყვეტისას შეიძლება შეგვხვდეს შემდეგი სიტუაციები: დაკვირვებების მონაცემები საკმარისია, არასაკმარისია ან პრაქტიკულად არ არსებობს.

დაკვირვებების არარსებობის დროს ინფორმაცია მოიპოვება ანალოგების გამოყენებით.

დაკვირვებების არასაკმარისი რაოდენობის დროს გამოიყენება ბუტსტრეფ-მეთოდი, მონტე კარლოს ან ექსპერტების შეფასების მეთოდი.

დაკვირვებების საკმარისი რაოდენობის დროს გამოიყენება სტატისტიკური მონაცემების გაანალიზება კორელაციური მეთოდის გამოყენებით.

**ამოცანა 1.** რამდენ ხანს ( $t$ ) იქნება სიონის წყალსაცავი ნორმალური ფუნქციონირების მდგომარეობაში საიმედოობის დონის  $P = 0.97$  და რისკის  $r = 0.03$  დროს, თუ საშუალო კვადრატული გადახრა  $\sigma = 0.049$ ; ხოლო ვარიაციის კოეფიციენტი  $\nu = \frac{\sigma}{m} = \frac{0,049}{18,9} = 0,0026$ , სადაც ( $m$ ) დადგენილია

ნილია ჩვენი კვლევების საფუძველზე, სიონის წყალსაცავში ფოსფორის დაგროვების (ნარჩენის სახით) საშუალო სიჩქარე  $m_{საშ} = 18.9$  ტ/წელი (ანუ 0.058 მგ/ლ), ცხრ. 1.

განმსაზღვრელი პარამეტრის – ფოსფორის ზღვრული მნიშვნელობა წყლის ხარისხის ეკოლოგიური პოზიციების მიხედვით მე-7 კლასისათვის, რომელიც მიღებულია წყლის ხარისხის ერთიანი კრიტერიუმების მიხედვით, ტოლია 3.0 მგ/ლ, მაშინ ფოსფორის დაგროვების ზღვრული სიჩქარის მნიშვნელობა, რომლის გამო შეიძლება დაგროვდეს სიონის წყალსაცავში წყალცვლის ერთი წლის მანძილზე, ტოლია:

$$m_{\text{ხლვრ}} = V_{\text{სრ}} \cdot 3.0 \text{ მგ/ლ} = 32500000000 \text{ ლ} \cdot 3.0 \text{ მგ/ლ} = 1000 \text{ ტ/წ}$$

რისკის  $r = 0.03$  და საიმედოობას

$$P = \Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{x^2}{2}} dx = 0,97$$

შეესაბამება შემთხვევითი სიდიდე  $z = 1.88$ , რომელიც მოყვანილია საიმედოობის და ალბათობის თეორიების ცნობარებში [1, 2]. ამ მონაცემების ამონარიდი მოყვანილია ცხრილში 2.

მაშინ სიონის წყალსაცავის ნორმა-

ლური ფუნქციონირების ხანგრძლივობის ანუ საფრთხის დადგომის დრო – ტოლია:

$$t = \frac{1000}{18.9} \left[ \frac{2 + 1,88^2 \cdot 0,0026^2}{2} \pm \frac{\sqrt{(4 + 1,88^2 \cdot 0,0026^2)1,88^2 \cdot 0,0026^2}}{2} \right] = 53 \text{ წ.}$$

მაშასადამე, სიონის წყალსაცავის მოწყველადი მდგომარეობის დადგომის ალბათური დრო (წყალცვლის გათვალისწინების გარეშე) შეიძლება დადგეს 53 წლის ექსპლუატაციის შემდეგ.

**ცხრილი 1**

**სიონის წყალსაცავში ფოსფორისგან დატვირთვის ნარჩენის (E<sub>ფ</sub>) ანგარიში**

დაბინძურების წყაროები	ფოსფორის დატვირთვა E <sub>დ</sub> – ტონა წელიწადში	შთანთქმული ფოსფორი E <sub>ფ</sub> – ტონა წელიწადში	ნარჩენი ფოსფორი E <sub>ფნ</sub> = E <sub>დ</sub> - E <sub>ფ</sub> ტონა წელიწადში	ფერდის დახრილობა	ღონისძიებების სიმძლავრე (ბალებში) ფოსფორისგან
მეფრინველეობა	0.046	0.028	0.018	7°	7
მეღორეობა	18.00	0.006	17.99	6°	6
მესაქონლეობა	0.582	0.041	0.541	8°	5
სელიტური ტერიტორიები:					
ს. სიონი	0.439	0.442	შთანთქმულია	5°	-
ს. ჩეკურიანთგორი	0.263	0.377	– “ –	8°	-
სახნავი მიწები	0.239	0.07	0.169	7°	4
სულ	19.75	0.954	18.79	7°	-

**ცხრილი 2**

Z	Φ(Z)= P	Z	Φ(Z) = P	Z	Φ(Z) = P
0	0.5000	2.0	0.97725	4.0	0.9468
0.5	0.6915	2.5	0.9237	4.5	0.9566
1.0	0.8413	3.0	0.9286	5.0	0.9600
1.5	0.93319	3.5	0.9376		

ნათელია, რომ რაც უფრო მაღალია წყალსაცავის წყალცვლის მნიშვნელობა, წყალსაცავი მით უფრო უმოწყვლადოა დამაბინძურებელი ნივთიერებების მიმართ.

რა თქმა უნდა, განხილული მაგალითი არ შეიძლება ჩაითვალოს ერთადერთ სწორ გადაწყვეტილებად, რამდენადაც წყალსაცავის არასასურველი მდგომარეობა შეიძლება გამოიწვიოს რადიოაქტიური დაბინძურების ან სხვა ნივთიერებების ჩადინებამ, რომელთა უმნიშვნელო მოცულობამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს წყალსაცავის მოწყვლადი მდგომარეობა უფრო ადრე.

**ამოცანა 2.** *ქინვალის* წყალსაცავის ნაპირდამცავი ნაგებობის ხანგრძლივობის გაანგარიშებისას განმსაზღვრელი პარამეტრია – აბრაზიის ინტენსივობა. ჩვენი კვლევების თანახმად დადგინდა, რომ ქინვალის წყალსაცავის მარჯვენა ნაპირზე განლაგებულია აგარაკების კაპიტალური ნაგებობები თავისი კომუნიკაციებით სულ რაღაც 30 მ-ის მანძილზე. რამდენი დრო დასჭირდება 30 მ მანძილზე აშენებული ობიექტის მოწყვლადი მდგომარეობის დადგენას ნაპირების აბრაზიის გამო, თუ  $P = 0.975$ ,  $r = 0.025$ ,  $z = 1.96$ .

ამ შემთხვევაში – განმსაზღვრელი პარამეტრი ერთი წლის მანძილზე – აბრაზიის სიდიდეა (30 მ).

აბრაზიის ინტენსივობის ყოველთვიური დაკვირვებების საფუძველზე დადგინდა, რომ აბრაზიის სიჩქარეა  $m = 0.09$  მ/თვეში. ობიექტი გახდება მოწყვლადი, თუ ნაპირი მიუახლოვდება წყალსაცავის წყლის ზედაპირს 5 მ-ით, ანუ როდესაც აბრაზიის სიგანე მიაღწევს  $30 - 5 = 25$  მ. სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებისას დადგინდა, რომ  $m = 0.09$ ,  $\sigma = 0.01$ ,  $\nu = 0.25$ .

მოცემულ საიმედოობის მნიშვნელობას  $P = 0.975$  შეესაბამება ნორმირებული სიდიდე  $z = 1.96$ . მაშინ ობიექტის მოწყვლადი მდგომარეობის დადგენისათვის საჭირო დრო იქნება, (ანუ წყალსაცავის ნაპირის  $30 - 5 = 25$  მ აბრაზიისათვის):

$$t = \frac{25}{0.09} \left[ \frac{2 + 1,96^2 \cdot 0,25^2}{2} \pm \frac{\sqrt{(4 + 1,96^2 \cdot 0,25^2)1,96^2 \cdot 0,25^2}}{2} \right] = 450 \text{ თვე}$$

ან  $t = 37.5$  წელი.

**ამოცანა 3.** დაბინძურების განმსაზღვრელი ფაქტორია წყალბადის Ph მაჩვენებელი. თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ მთლიანობაში სიონის წყალსაცავის დამაბინძურებელი ნივთიერებების ბალანსი შედარებით გაწონასწორებულია, ანუ მდინარეებიდან შემოსული და გამოშვებული წყლის რაოდენობა ერთი წლის მანძილზე ტოლია,<sup>1</sup> ასევე თუ გავითვალისწინებთ განმსაზღვრელი პარამეტრის-წყალბადის მაჩვენებელი (Ph) = 6.75 და სიონის წყალსაცავის კრიტიკული მდგომარეობის მაჩვენებელი (Ph) = 6.5, მაშინ წყალსაცავის უმტყუნო ფუნქციონირება იანგარიშება ფორმულით [2]:

$$P_{(t)} = \phi \left[ \frac{C_k - C_\ell}{\delta_{ce}} \right], \quad (4)$$

სადაც

$$\delta_{CK} = \frac{0,2C_\ell}{6} = 0,033 \cdot 6.5 = 0,214$$

(რადგან ლანდშაფტის კომპონენტების დეგრადაცია – მრავალფაქტორიანია, მაშინ შეიძლება გამოვიყენოთ *პაუსის* ნორმალური განაწილება, რომლის დროს “სამი სიგმის” წესის გამოყენება – დასაშვებია). მაშინ:

$$P_{(t)} = \phi \left[ \frac{6.5 - 6.75}{0.214} \right] = \phi[1.168] \quad P_{(t)} = 0.91$$

რისკი  $r = 1 - P = 1 - 0,91 = 0,09$ , აქედან გამომდინარეობს, რომ წყალდამცავი ზომები მაინც სასარგებლოა, რამდენადაც  $r < 0,01$  (ცხრ. 3).

როგორც ჩანს, ჩვენს შემთხვევაში წყალდამცავი ღონისძიებების ჩატარება სასარგებლოა. ანალოგიური გამოთვლები შეიძლება ჩატარდეს ყველა სახის დამაბინძურებელი ნივთიერებებისთვის.

<sup>1</sup> სიონის წყალსაცავის წყალცვლის პერიოდი ერთი წელია

არახელსაყრელი ხდომილების დადგომის სიხშირის შესაბამისი რისკების მნიშვნელობები

$r > 0.2$	რისკი ხშირია – დაბინძურების მნიშვნელობა ძალიან მაღალია დატვირთვის კრიტიკული მნიშვნელობაზე. წყალდამცავი ღონისძიებების ჩატარება – აუცილებელია.
$0.1 < r < 0.7$	რისკი ალბათურია – დაბინძურება კრიტიკული მნიშვნელობის ფარგლებშია წყალდამცავი ღონისძიებების ჩატარება – აუცილებელია.
$0.01 < r < 0.1$	რისკი იშვიათია – წყალდამცავი ღონისძიებების ჩატარება – სასარგებლოა.
$r < 0.01$	რისკი ძალიან იშვიათია – წყალდამცავი ღონისძიებების ჩატარება – არ არის აუცილებელი.

დასკვნა

ამგვარად, საიმედოობის და რისკის თეორიის დახმარებით, ფორმულირებულია წყალსაცავების მდგომარეობის შეფასების ამოცანა, მიღებულია მოდელები და კრიტერიუმები, რომლებიც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს სხვადასხვა ბუნების დამაბინძურებელი ფაქტორების მოქმედების პოტენციური საშიშროების პირობები; ბუნებრივია მიღებული გადაწყვეტილებები საჭიროებს შემდგომ გამოკვლევებს.

ავტორები გამოთქამენ ღრმა რწმენას, რომ ყველა, ვისთვისაც ძვირფასია ჩვენი პლანეტის ეკოსისტემის შენარჩუნება და დაცვა, რომლის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან რგოლს წყალსაცავები წარმოადგენს, არ დაიშურებს თანხების გამოყოფას შემდგომი გამოკვლევების და ბუნების დაცვის კომპლექსური ღონისძიებების შემუშავებისათვის.

ლიტერატურა

1. **Колмогоров А.Н.** Об аналитическом методе в теории вероятностей. Успехи математических наук. Вып. 5, 1938.
2. **Мирицхулава Ц.Е.** Опасности и риски на некоторых водных и других системах. Виды, анализ, оценка. В двух книгах. Тбилиси, Наука, 2003, 537 стр.
3. **Мирицхулава Ц.Е.** Оценка надежности плотин и других сооружений с учетом интенсивности старения. //Сб. тр. «Современные проблемы водного хозяйства и инженерной экологии». Институт водного хозяйства и инженерной экологии. Тбилиси, 1999, стр. 80-100.
4. **Мирицхулава Ц.Е.** Об экологически целесооб-

- разном сроке эксплуатации потенциально опасных сооружений различного назначения. //Сб. тр. «Экологическая безопасность, устойчивость и надежность водохозяйственных и гидромелиоративных объектов». Тбилиси, Грузгидроэкология, 2005, стр. 112-128.
5. **Мирицхулава Ц.Е.** Экологические нарушения (предсказание риска нарушения, меры по снижению опасности). Институт гидроэкологии АН Грузии, Тбилиси, 1993, 438 стр.
6. **Свешников Л.Л.** Прикладные методы теории случайных функций. М., Наука, 1998.
7. **Котляров В.М.** Природа, общество, окружающая среда. М., Наука, 1997.

**РЕКОНСТРУКЦИЯ КЛИМАТА АЗЕРБАЙДЖАНА  
В РАННЕМ И СРЕДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ**

**Исмаилова Н.А.**

**Email: *fiziki-co@rambler.ru***

Бакинский Государственный Университет  
ул. Халилова 23, г. Баку, Азербайджан

Для реконструкции палеогеографической обстановки важное значение имеет изучение растительности, которая очень чувствительна к природно-климатическим изменениям и лучше отражает природные условия мест и времени своего обитания. Кроме того, изучение растительности дает ценный материал для целей стратиграфии и корреляции разрезов. Для восстановления растительного покрова и прослеживания истории развития его в раннем и среднем плейстоцене, помимо листовой флоры, в широком масштабе были изучены палиноспектры ранне- и среднеплейстоценовых отложений. В общей сложности палинологическим исследованиям подверглись более 30 разрезов, расположенных в различных климатических зонах и районах республики. Однако не все разрезы были одинаково результативны.

В частности, в Прикаспийской области были изучены разрезы Рустов, Дер-Гендаб, Шабранчай, Гильгильчай, Сиазань, Атачай, Тахта-Керпи, в Гобустане – разрез Колейсар; на Апшеронском полуострове – разрез г. Бакинский Ярус; в Нижнекуруинской депрессии – разрезы Мишовдаг, Малый Харамы, Гарамарьям (Кюрд-Кобу), у сел: Ушталь; на южном склоне Большого Кавказа – разрезы у сел. Кашкачай, Кишчай, в долинах Агричай, Алинджанчай; в Западном Азербайджане разрезы у с. Пирили, Юхары-Салахлы, Демирчиляр; на Юго-востоке Малого Кавказа – Солтанлы, Физули, Азых; в Нахичевани – разрезы р. Арпачай, Саласузчай и др.

Прежде чем перейти к анализу полученных

данных, вкратце, для сравнения, остановимся на характеристике растительности и климата, существовавших на рассматриваемой территории в апшеронском веке (эоплейстоцен). Согласно результатам исследований Х.М. Шейдаевой-Кулиевой и др. (1965), Л.С. Исаевой-Петровой (1972), А.А. Величко и др. (1980), А.В. Мамедова и Б.Д. Алескерова (2002) в эоплейстоцене на территории Азербайджана существовали почти все ныне имеющиеся вертикальные ландшафтные зоны, но состав растительности был тогда гораздо богаче современного. Некоторые роды и виды растительности, которые встречаются в эоплейстоценовых отложениях и характеризуют теплые и влажные климатические условия, ныне не произрастают не только в Азербайджане, но и на Кавказе в целом.

Так, например, в разрезе у г. Физули (в 15 км к западу от города), в отложениях верхнего Апшерона, над которыми залегают нижнеплейстоценовые отложения, в составе пыльцы древесных пород преобладают *Ostrya*, *Tsuga*, *Arbitus*, *Mirica*, *Laugus*, которые сейчас в Азербайджане не встречаются. Они сейчас произрастают в Японии, Западном Китае и Северной Индии, где являются компонентом хвойных, а также смешанных лесов. Пыльца *Ostrya* в Азербайджане не встречается, а наблюдается на побережье Чёрного моря, где встречается в ассоциациях с другими широколиственными породами (1000-1900 м). В спорово-пыльцевых спектрах отложений эоплейстоцена встречается также пыльца *Arbitus* (земляничное дерево), родиной которого является Греция, Малая Азия, Сирия, Палестина и

## РЕКОНСТРУКЦИЯ КЛИМАТА АЗЕРБАЙДЖАНА В РАННЕМ И СРЕДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

встречается в Крыму. Растёт на высоте 200-300 м.

Эти приведённые данные свидетельствуют о том, что в конце эоплейстоцена в предгорных и низкогорных территориях Азербайджана существовали более тёплые и влажные субтропические климатические условия.

Физико-географическая обстановка, сложившаяся в конце эоплейстоцена, претерпевает существенные изменения в плейстоцене. Усилившиеся в плейстоцене тектонические движения приводят к увеличению высоты горных сооружений Большого и Малого Кавказа, появлению на них горно-долинных оледенений и изменению ландшафтной структуры рассматриваемого региона.

Результаты изучения палиноспектров раннеплейстоценовых отложений показывают на неоднократное изменение климата и состава растительности территории Азербайджана в течение рассматриваемого отрезка геологического времени. В разрезах нижнего плейстоцена выделяются пять спорово-пыльцевых зон, каждая из которых отражает определенные ландшафтно-климатические условия.

**Первая зона** характеризуется преобладанием травянистой растительности (60-70%) при значительном участии пыльцы древесных пород. Основным доминирующим компонентом среды последних является пыльца *Betula alba* (30-35%), при максимальном участии *Betula nana* (40-50%). В группе широколиственных пород отмечается пыльца *Salix* (15%), *Quercus* (5%) и единичные зерна вяза. Пыльца хвойных (*Picea*, *Pinus*, *Juniperus*) не играет в спектрах существенной роли.

В группе трав доминируют *Plantaginaceae* (15%), *Urticaceae* (18%), *Violaceae* (20%). Среди спор значительная роль принадлежит *Bryales* (30-40%) и *Lycorodium* (25-30%).

Таким образом, спектры первой зоны нижнего плейстоцена отражают фазу березового редколесья с элементами перигляциальной или субарктической (карликовая берёза) растительности. Они, несомненно, свидетельствуют о холодном климате на территории Азербайджана в соответствующем отрезке времени.

Следует отметить, что в настоящее время

берёза на территории Азербайджана произрастает на границе верхнего горно-лесного пояса Большого и Малого Кавказа, на высоте 2200-2300 м, изредка отмечается на высоте 2400 м. А карликовая берёза (*Betula nana*), имеющая сейчас широкое распространение в субарктической области, на территории Азербайджана не встречается.

Находки остатков субарктической растительности на территории Азербайджана указывают на сильное похолодание климата в начале раннего плейстоцена. В связи с похолоданием климата и оледенением происходило постепенное вымирание ряда теплолюбивых растений (*Laurus*, *Ostrya*, *Tsuga*, *Arbutus*, *Miyrika*).

Изменение климата привело не только к вымиранию теплолюбивых и образованию холодоустойчивых видов, но и к смещению границ ландшафтных поясов в начале раннего плейстоцена. Исследование палиноспектров культурных отложений пещеры Азых показывает, что верхняя граница лесного пояса опустилась на 1000-1200 м (Величко и др., 1980). В это время верхняя граница лесного пояса находилась на высоте 1000-1200 м.

В составе растительности низменной части Большого и Малого Кавказа присутствовали широколиственные породы (бук, граб, дуб, клён и др.), являющиеся в настоящее время представителями среднегорной и нижней частей высокогорной полосы. Проникновение этой холодолюбивой древесной растительности в низменные районы было, по-видимому, обусловлено сильным похолоданием климата, связанным с оледенением в раннем плейстоцене, которое соответствует Новохоперскому похолоданию по ледниковой шкале Русской равнины.

**Вторая зона** четко прослеживается в разрезах с.с. Солтанлы, Физули, Чартаз (Малый Кавказ), Кялва, Нуран (Большой Кавказ) и характеризуется резким увеличением пыльцы теплолюбивых широколиственных пород (*Quercus*, *Cornus*, *Acer*, *Fagus*, *Tilia*, *Juglans*) с незначительным участием пыльцы *Castanea*, *Populus*, *Ulmus*, *Berberidaceae*.

В отличие от первой зоны, здесь совершенно исчезает *Betula nana* (представитель тундровой

растительности) и отмечаются единичные зёрна *Betula alba*. Из хвойных в незначительном количестве отмечается пыльца *Yuniperus*.

В составе травянистой растительности средне- и низкогорного поясов Малого и Большого Кавказа доминируют *Plantaginaceae*, *Urticaceae*, *Violaceae*, *Cyperaceae*. В Кура-Аракской низменности и на Апшеронском полуострове преобладают *Artemisia*, *Chenopodiaceae*.

Таким образом, увеличение в спектрах пыльцы теплолюбивых широколиственных пород (бук, граб, дуб, клён, липа, тополь, боярышник и др.) и сокращение или выпадение из состава растительности пыльцы холодолюбивых растений (карликовой берёзы и берёзы) свидетельствует о том, что в период формирования этой растительности на данной территории господствовали теплые и влажные климатические условия.

**Третья зона** четко прослеживается в разрезах с.с. Солтанлы, Физули, Чартаз, Кялва, Нуран и характеризуется вновь увеличением пыльцы *Betula* (45-50%), из них *Betula alba* (25-30%), *Betula nana* (15-20%), *Salix* (20-30%), *Yuniperus* (15%). Резко сокращается содержание пыльцы широколиственных древесных пород, но по сравнению с вышеуказанными разрезами (с.с. Солтанлы, Чартаз, Кялва, Нуран) в разрезе Физули содержание их (*Quercus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Acer*) относительно большее. Однако и здесь, по сравнению с предыдущей пыльцевой зоной, содержание пыльцы широколиственных заметно снижается. В спорово-пыльцевых спектрах также несколько увеличивается содержание пыльцы *Picea*, *Pinus*.

В группе травянистой растительности в разрезах Малого Кавказа доминирует пыльца *Urticaceae* (15%), *Violaceae* (15-20%), *Plantaginaceae* (15%), *Compositae* (10-12%), в разрезах южного склона Большого Кавказа пыльца *Ephedra* (20-25%) и споры *Licopodium* (20%). В незначительном количестве отмечается также пыльца представителей лесного и лугового мезофильного разнотравья *Caryophyllaceae*, *Umbelliferae*, *Labiatae*. В группе спор доминируют *Bryales* (50-60%), *Polypodiaceae*. Встречается *Licopodium*, *Sphagnum*.

Таким образом, состав спорово-пыльцевых спектров свидетельствует о чрезвычайно своеобразных климатических условиях, существовавших на территории Азербайджана во время формирования отложений третьей зоны (в середине раннего плейстоцена). Резкое сокращение в спектрах пыльцы представителей теплолюбивых широколиственных пород (бука, дуба, граба, ореха, липы и др.), увеличение и доминирующее положение в этой зоне *Betula alba*, особенно *Betula nana*, а также сокращение в составе травянистой растительности пыльцы *Artemisia*, *Chenopodiaceae* свидетельствует о значительном похолодании климата. По стратиграфическому положению это похолодание может быть сопоставимо с Донской эпохой похолодания согласно шкале Русской равнины.

**Четвертая зона** отчетливо прослеживается в разрезах Солтанлы, Физули, Чартаз, Кялва, Нуран и отличается от третьей зоны резким увеличением пыльцы тепло- и влаголюбивых широколиственных пород – *Carpinus*, *Quercus*, *Acer*, *Fagus*, *Tilia*, *Crataegus*, *Berberidaceae*, *Populus*. Из состава древесных пород совершенно исчезает пыльца *Betula nana*, *Betula alba*, *Betula Pinus*, уменьшается также содержание пыльцы *Yuniperus*, *Salix*.

В составе травянистых преобладают *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae* (особенно в разрезе с. Чартаз), *Plantaginaceae* (в разрезе г. Физули), *Urticaceae*, *Artemisia*, *Ephedra*, *Gramineae*. Относительно разнообразно представлена пыльца лесного и лугового разнотравья – *Labiatae*, *Caryophyllaceae*, *Umbelliferae*, *Compositae*, *Leguminosae*. Увеличивается содержание спор *Sphagnum*, *Polypodiaceae*.

Увеличение в составе растительности зоны бука, дуба, граба, клёна и выпадение из состава берёзы и кустарниковой берёзы свидетельствуют о существовании в это время теплых и влажных климатических условий. О влажности климата свидетельствует и присутствие в спектрах каштана и ореха. Данная зона нами сопоставляется с Мучкапским межледниковьем Русской равнины.

**Пятая зона** характеризуется господством пыльцы травянистых растений (до 65-70%),

## РЕКОНСТРУКЦИЯ КЛИМАТА АЗЕРБАЙДЖАНА В РАННЕМ И СРЕДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

среди которых доминируют Gramineae, Urticaceae, Violaceae. Сокращается содержание Chenopodiaceae. Несколько повышенное содержание этой пыльцы отмечается в разрезах г. Бакинского яруса (Апшеронский полуостров) и в с. Чартаз.

В составе древесных вновь появляются *Betula pana*, *Betula alba*, *Salix*. Резко уменьшается содержание пыльцы *Fagus*, *Acer*, *Tilia*, *Carpinus* и совершенно отсутствует пыльца *Juglans*, *Castanea*. Отмечаются единичные зерна *Crataegus*, *Populus*, *Berberidaceae*, *Cornus*.

В целом состав растительности пятой зоны позволяет заключить, что в течение рассматриваемой стадии на территории среднего и низкого поясов Большого и Малого Кавказа существовали берёзовые редколесья, а в предгорных аллювиально-пролювиальных и делювиально-пролювиальных наклонных равнинах и по долинам рек Кура и Араз и их притоков произрастали приречные ценозы с хорошо развитым травянистым покровом.

Климат, несомненно, был холодный и сравнительно влажный. Похолодание климата привело не только к сокращению содержания теплолюбивой растительности, но и к смещению верхней границы лесного пояса вниз на 1000-1200 м. Данная эпоха похолодания по стратиграфическому положению соответствующих отложений нами коррелируется с Окским оледенением Русской равнины.

Итак, анализ спорово-пыльцевых спектров нижнеплейстоценовых отложений свидетельствует о пятикратном изменении климата и состава растительности на территории Азербайджана в течение раннего плейстоцена.

Тёплый климат, существовавший в позднем зоплейстоцене (Апшероне), в начале раннего плейстоцена сменяется холодным климатом. После сравнительно кратковременного похолодания в начале среднебакинского века (вторая зона) происходит потепление климата. Во второй половине среднебакинского века климат снова становится тёплым (четвёртая зона) и в конце позднего баку происходит вновь резкое похолодание (пятая зона), связанное с Окским оледенением Русской равнины.

Переход от раннего плейстоцена к началу

среднего плейстоцена знаменуется резким изменением состава растительности. В частности, в разрезах устья Агричай, Саманлыг, Рустов и др. в составе спорово-пыльцевого спектра резко увеличивается пыльца древесной растительности. Так, например, из теплолюбивых увеличиваются бук, дуб, граб, клён, липа, общее количество которых составляет 75-80%. Из холодоустойчивых видов, в отличие от конца раннеплейстоценовой эпохи, в начале среднего плейстоцена резко сокращается количество пыльцы берёзы, отмечаются единичные её зёрна в разрезе с. Саманлыг, находящимся в среднегорном поясе (1450м), а карликовая берёза совершенно исчезает. Резко уменьшается и пыльца хвойных. Её можно наблюдать в разрезах с.с. Саманлыг и Рустов (всего составляет 5-6%). В разрезах устья Агричай, Азых, Демирчиляр (в пределах Куринской депрессии) в составе древесных видов преобладает пыльца тополя белолистого, ивы, лоха, составляющие до 20-25%.

В составе кустарниковых растений преобладает пыльца гранатника, ежевики, тёрна, барбариса и тамарикса. В составе травянистых растений в разрезах с.с. Саманлыг, устья Агричай и Рустов преобладает пыльца крапивных, злаковых, фиалковых, подорожниковых, лугово-болотных растений. В разрезах Демирчиляр, Азых и Агричай, кроме вышеназванных, встречается полынь и маревые.

Как видно из спорово-пыльцевого состава, в начальном этапе на территории Азербайджана уже были сформированы все современные ландшафтные пояса. Вся центральная часть Куринской впадины до устья Гянджачая была покрыта водами Каспийского моря, а на правом побережье этого обширного водоёма существовали Гарабахская, Гянджа-Газахская и на левом – Джейранчель-Аджиноур и Ширванская равнины, на которых произрастали низинные и тугайные леса, в составе которых преобладали тополь белолистный, дуб, ива, лох, миндаль и другая растительность.

Участие в составе кустарниковых растений гранатника, ежевики, барбариса указывает, что в пределах Куринской впадины наряду с низинными и тугайными лесами местами существовала



густая кустарниковая растительность. Участие в составе травянистых растений осоковой и водно-болотной растительности свидетельствует о том, что местами здесь существовали и болотистые участки.

В пределах низкогорных областей Большого и Малого Кавказа произрастали на высоте до 1000 м смешанные леса, в составе которых участвовали каштан, орех, ольха, кизил. Однако и здесь преобладающими видами были бук, граб, липа, дуб, клён.

В среднегорном поясе Большого и Малого Кавказа, выше 1000-1200 м из состава растительности совершенно исчезают каштан, орех, кизил, тополь белolistный. Но при этом увеличивается содержание бука (25-30%), липы (15%), дуба (20-22%), уменьшается клён мелколистный и увеличивается клён широколистный.

В верхнем поясе, выше 2000 м, по долинам рек южного склона Большого Кавказа и на Северо-Восточном склоне Малого Кавказа появляются кустарниковые рощи из берёзы и ивы. На высокогорном поясе Большого и Малого Кавказа существовала субальпийская и альпийская растительность, представленная низкорослыми злаковыми и чабрецовыми видами.

Во второй половине среднего плейстоцена на территории Азербайджана происходит резкое изменение в физико-географической обстановке. В верхней части разрезов с.с. Саманлыг, Рустов и устья р. Агричай увеличивается содержание пыльцы берёзы (25%), хвойных (сосна и ель) – 20-25%, отмечается и карликовая берёза (15%), увеличивается пыльца ивы (15-20%). Значительно сокращается пыльца теплолюбивых (бук, клён, липа, дуб, граб и др.), уменьшается также пыльца каштана, ореха, кизила. Из теплолюбивых древесных видов участвуют дуб, бук, граб, клён и боярышник, общее количество которых составляет 15-20%.

В пределах Куринской впадины (разрез с. Демирчиляр, Азых, устья Агричай) наряду с хвойными и берёзой относительно повышенное количество содержится и тополя белolistного, ивы, лоха и единичная пыльца миндаля.

В пределах Куринской впадины в составе кустарниковых растений уменьшается или совершенно исчезает гранатник, тёрн и барбарис, по-прежнему сохраняется ежевика, появляется кустарниковая берёза (секция папа).

В спорово-пыльцевом спектре травянистых растений во второй половине среднего плейстоцена в Куринской впадине несколько увеличивается пыльца полыни и маревых, уменьшается содержание осоковых и других водно-болотных растений.

В районах низкогорного пояса Большого Кавказа, в пределах южной, юго-восточной и северо-восточной частей, произрастали смешанные леса, где преобладали берёза, хвойные и частично бук, граб, дуб, клён, липа и др. В районах низкогорного пояса (до высоты 1000-1200 м) на северо-восточном и юго-восточном склонах также были распространены берёзово-хвойные леса, среди которых доминировали берёза, ель, сосна с участием бука, граба, липы, дуба и др. Выше 1000 м до 1200-1400 м на Большом и Малом Кавказе произрастали берёзово-хвойные леса, но другие листопадные деревья участие не принимали. Начиная с высоты 1200-1300 м и до 2000 м, были сформированы субальпийские и альпийские пояса, а выше 2000 м территория была покрыта среднеплейстоценовыми ледниками.

Таким образом, из вышеизложенных данных видно, что в течении среднего плейстоцена происходило двукратное изменение климата. В начале среднего плейстоцена существовала более тёплая и влажная климатическая обстановка, и широкое распространение получила теплолюбивая растительность, такая как бук, дуб, граб, клён, липа и др.

Вторая половина среднего плейстоцена характеризуется коренными изменениями в физико-географической обстановке территории Азербайджана. В горах Большого и Малого Кавказа формируется горно-долинное оледенение, происходит крупномасштабная регрессия и море полностью покидает Куринскую впадину и повсюду низменные территории, что приводит к расширению областей суши. Сокращаются ареалы распространения теплолюбивых видов,

## РЕКОНСТРУКЦИЯ КЛИМАТА АЗЕРБАЙДЖАНА В РАННЕМ И СРЕДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

---

изменяется вертикальная зональность. Верхняя граница лесного пояса снижается до 1000-1200 м,

увеличиваются ареалы распространения холодоустойчивых видов и др.

### Л и т е р а т у р а

1. **Величко А.А., Антонова Т.В., Зеликсон Э.М. и др.** Палеогеография стоянки Азых – древнейшего поселения первобытного человека на территории СССР. // Изв. АН СССР, серия географическая, 1980, № 3, стр. 20-35.
2. **Исаева-Петрова Л.С.** Реконструкция вертикальной поясности восточной части Большого Кавказа в апшеронском веке. / Палинология
3. **Мамедов А.В., Алескеров Б.Д.** Плейстоцен Азербайджана. Баку: "Nafta-Press", 2002, 190 с.
4. **Шейдаева-Кулиева Х.М., Джабарова Х.С., Искендеров Н.А.** К стратиграфии апшеронского яруса Ленгебизской гряды. // Докл. АН Азерб. ССР, т. 21, №8, 1965, стр. 34-37.

**МАКСИМАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ КАК ВАЖНЕЙШАЯ  
ФИЗИЧЕСКАЯ КОНСТАНТА ПОЧВОГРУНТОВ**

**Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З., Шавлакадзе М.Л., Маисая Л.Д., Кикнадзе Х.Л.**  
**Email: *itriashvili@mail.ru***

Институт водного хозяйства Грузинского Технического Университета  
пр. И. Чавчавадзе, 60, г. Тбилиси, Грузия

**ВВЕДЕНИЕ**

Известно, что вся почвенная вода подразделяется на две основные категории: несвязную (свободную или гравитационную) самоуполяющуюся под действием гравитационной силы тяжести и связанную определенными силами с частицами грунтов, удаляемую под действием приложения определенных сил. Известно также, что связанная вода также подразделяется на две категории: прочносвязанную и рыхлосвязанную [1÷4.]

В настоящее время в практике грунтоведения возможно лишь определение общего количества содержания в грунтах воды – текущая влажность (ТВ) свободной (гравитационной)

воды (ГВ), общего количества воды теми или иными силами связанной с грунтами – связанная вода ( СВ или иначе наименьшая влажность – НВ), прочносвязанную воду – максимальная гигроскопичность (МГ) и общее количество т.н. рыхлосвязанной воды  $PC = НВ - МГ$  [1, 2, 4, 5, 6].

Однако, в силу того, что рыхлосвязанная вода не является однородной, а силы ее связи с грунтами убывают по мере удаления от поверхности, общее количество этой категории воды не может дать представление о ее свойствах, тем более, что именно она оказывает наиболее большее влияние на многие важнейшие свойства грунтов [4, 8, 9].

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

В связи с вышеуказанным представляется перспективным обратить пристальное внимания на введенный А.Ф Лебедевым показатель – максимальную молекулярную влагоемкость (ММВ) который по ряду причин до сих пор не принят как официальный количественный показатель содержания в грунтах конкретной части рыхлосвязанной воды.

Основной причиной этого является тот факт, что А.Ф Лебедев, исходя из представления о связанной воде, как о воде образующейся под влиянием молекулярных сил притяжения, считал ММВ показателем содержания всех видов связываемой воды. Между тем, как результаты исследований самого А.Ф Лебедева, так и других многочисленных исследований, (в том числе автора статьи) [1÷4,9,10] показывает, что

ММВ не может быть показателем всей связываемой воды т.к. она всегда меньше таких показателей, как наименьшая влагоемкость, верхняя граница текучести, максимальная влажность набухания, влажность предела пластической прочности и всегда больше максимальной гигроскопичности, влажности начала набухания, нижнего предела пластической прочности, влажности раскатывания и т.д., в силу чего не может быть количественным показателем всей связанной воды.

Однако несмотря на вышеуказанное, ММВ является важной водно-физической константой грунтов, узловой точкой качественных изменений физических свойств и поведения грунта т.к. представляет собой показатель содержания той части связываемой воды при которой и

**МАКСИМАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ КАК  
ВАЖНЕЙШАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КОНСТАНТА ПОЧВОГРУНТОВ**

происходят эти изменения, что убедительно обосновывается рядом нижеприведенных фактов.

1. При определении ММВ тремя различными методами (центрифугирование, метод высоких колонн, метод влагоемких сред) в самых различных грунтах А.Ф. Лебедев получал практически идентичные результаты, подтверждающие физическое существование этого показателя [2, 4, 10] (табл. 1).

**Таблица 1**

**Сравнительные данные определения ММВ  
разными методами**

Почва	Метод высоких колонн	Центри- фуга	Пресс
Горфяно-подзолистая	41,7	42,7	41,2
Чернозем	29,0	29,5	29,1
Суглинок	19,0	19,2	19,0
Солонцеватая почва	13,5	13,6	13,4
Подзол	7,3	7,6	7,5
Глина	30,8	21,0	30,5
Супесь	8,4	8,2	8,5

2. На величину ММВ не влияют такие факторы, как коагуляция, предварительная

просушка при 105°C, насыщение различными катионами, давление [табл. 2, 3, 4, 5], что кроме данных А.Ф. Лебедева, подтверждается результатами полученными многими исследователями.

**Таблица 2**

**Влияние коагуляции на максимальную  
молекулярную влагоемкость ( $W_m$ )  
глинистых грунтов**

Наименование грунта	$W_m$ в процентах	
	По осадку до коагуляции	По осадку после коагуляции
Сланцевая глина	32	31
Глинистый мергель	17	18
Боровичская глина	21	22
Маткожинская глина	21	21
Часов-ярская глина	32	33
Дарьяльский суглинок	21	22
Кудиновская глина	20	20

**Таблица 3**

**Влияние длительности прессования на ММВ**

Наименование грунта	Длительность прессования в мин.				
	5	10	15	20	25
Грунты с быстрой водоотдачей					
Селижаровская глина	27	26	28	26	28
Юрская глина	30	32	31	32	30
Каштановая глина	18	18	18	18	18
Курский чернозем	21	21	21	20	19
Кудиновская глина	20	21	21	21	19
Воронежская глина	22	22	22	-	22
Лессовидный суглинок	11	12	12	-	12
Сантонская глина	30	31	31	30	31
Краснозем из Чаквы	36	35	37	35	35
Смесь 50% лесса и 50% аскангеля	21	21	22	22	22
Смесь песка, пыли и глины с пористостью 23%	15	15	15	15	15
Глина хвалынская	26	26	25	25	25
Курский чернозем	23	22	23	23	22
Кембрийская глина	18	19	19	18	19

Таблица 4

Влияние просушки грунта на величину максимальной молекулярной влагоемкости

Наименование грунта	Состояние грунта до опыта	Длительность прессования в мин.				
		2	5	10	15	20
Юрская глина естественная	Воздушно-сухое	30	32	31	32	30
Та же глина, насыщенная натрием	Влажное	51	37	–	36	34
То-же	Сухое	30	–	31	–	30
Часовярская глина, естественная	Воздушно-сухое	31	–	30	31	–
Та же глина, насыщенная натрием	Влажное	37	–	35	–	–
То-же	Сухое	31	–	29	–	30

Таблица 5

Максимальная молекулярная влагоемкость грунтов, насыщенных различными катионами

Наименование грунта	Максимальная молекулярная влагоемкость в %			
	Естественная	При насыщении катионами		
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>
Мергель глинистый	17	18	17	18
Боровическая глина	20	20	22	20
Селижаровская глина	27	27	27	27
Юрская глина	30	30	31	31
Кембрийская глина	19	20	19	20
Кудиновская глина	21	20	22	22
Часов-ярская глина	31	30	31	31
Хвалынская глина	25	25	24	25
Ульяновская глина	24	23	24	24

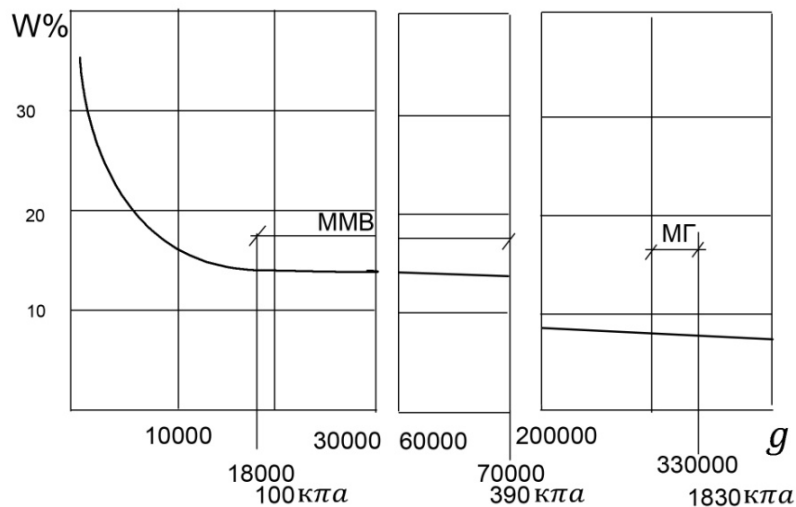


Рис. 1. Зависимость между силой центрифугирования g и влажностью W% кПа

## МАКСИМАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ КАК ВАЖНЕЙШАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КОНСТАНТА ПОЧВОГРУНТОВ

Таким образом ММВ является стабильным показателем и может достоверно определяться вне зависимости от изменения грунтовых условий и состояния.

1. Анализируя результаты своих исследований А.Ф.Лебедев резюмирует: "... вода, удерживаемая частицами почвы, имеет весьма резкую границу, как бы вдруг обрываясь в одном направлении с чрезвычайной быстротой нарастает в противоположенном направлении (нормальном и по направлению к поверхности почвенных частиц). Причем этот резкий перелом происходит для всех грунтов всегда в пределах приложения сил соответствующих 1800÷70000 г [5]. (Исходя из условия опытов А.Ф. Лебедева и конструкции исследуемой центрифуги эти пределы соответствуют 100кПа–3900 кПа. На этом отрезке разница между показателями влажности составляет не более 1,5% [11]. В дальнейшем рядом исследователей (в том числе автором статьи) при изучении связанной воды различными методами было получена та же картина соответствующей зоны перелома и установлено, что дальнейшее повышение отнятия воды из грунта происходит равномерно без всяких переломов, а при 330000 г в грунте остается влага численно соответствующая максимальной гигроскопичности (МГ) [3,7,8,10].

Та же картина подтверждается также результатами исследования по кинетике сушки грунтов, [3, 5, 10, 11], которые показывают, что потеря влаги происходит в два этапа. Первый этап (1-5 часов) характеризуется быстрой потерей влаги, как правило до влажности количественно приближающейся к ММВ. Второй этап – медленная потеря воды (4-12 час.) до влажности равной МГ, т.е. зона перелома находится в пределах влажности соответствующей ММВ.

4. Значение ММВ всегда ниже предела текучести ПТ и выше предела раскатывания [1, 3, 8, 11]. Это очевидно указывает на то что ММВ должна соответствовать максимальной пластичности грунтов ниже которой грунт

постепенно переходит к твердой консистенции, а выше – к текучему состоянию.

Вышеуказанное подтверждается результатами получаемыми при исследовании пластической прочности грунтов на коническом пластометре П.А. Ребиндера. [12]. Преимущество этого метода заключается в том, что величина пластической прочности  $P_m$  является инвариантной, т.е. независимой от нагрузки и глубины погружения конуса, изменяется только вместе с изменением влажности и точно фиксирует состояние пластической прочности грунта (степень пластичного состояния) в зависимости от консистенции.

Как показывают результаты исследования (табл.7, рис. 2) максимальная пластичность всех грунтов проявляется при  $P_m = 3,8÷3,9$  кг/см<sup>2</sup> и влажности соответствующей ММВ, причем пластическая прочность резко изменяется в соответствии с влажностью [3, 8, 10, 11].

Кроме того идентичная картина характерна для липкости грунтов, максимальное значение которой проявляется в пределах влажностей практически совпадающей с ММВ, а также для способности к размоканию, критический влажностный предел которой также совпадает с ММВ [1,2,3,10].

**Таблица 7**  
**Пластическая прочность при разных влажностях**

Грунт	$P_m$ кг/см <sup>2</sup>	Влажность в %	ММВ в %
Асканлгель	3,8	86,0	87,0
Гумбрин	3,8	58,0	57,0
Лессовый суглинок	3,9	28,0	30,0
Суглинок(Самгори)	3,9	21,0	20,0
Супесь (Мцхета)	3,9	11,0	11,0
Юрская глина	3,8	31,0	30,0
Каолин	3,8	47,0	48,0
Глина (Хорга)	3,9	32,0	33,0
Глина (Чаладиди)	3,9	33,0	32,0

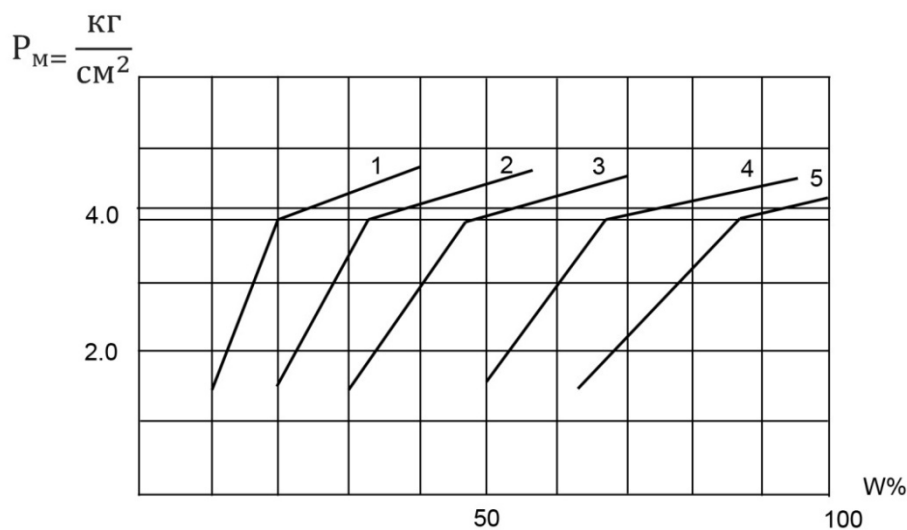


Рис. 2. Графики зависимости пластической прочности  $P_m = \text{кг/см}^2$  от влажности  $W_5$   
1-суглинок, 2-глина, 3- каолин, 4-гумбрин, 5-аскангель

## ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом вышеприведенное позволяет сделать следующие заключения.

Максимальная молекулярная влагоемкость является энергетически эквивалентным показателем для всех типов почвогрунтов, т.к. определяется в радиусе приложения сил 100-390 кПа и отображает энергетическую и количественную точку (зону) перелома состояния связанной воды.

Этот показатель следует рассматривать значительно шире, не ограничивая его рамками только разновидностей грунтовой воды и может считаться за один из основных показателей свойств грунтов т.к. является, своеобразным, но весьма точным паспортом грунта, который сохраняется вне зависимости от внешних временных факторов, воздействующих на грунт.

Максимальная молекулярная влагоемкость связана тесной корреляционной зависимостью с рядом других физических и даже физико-химических свойств глинистых грунтов, а поэтому

может претендовать на роль эталонного показателя среди остальных свойств, используемых в грунтоведении.

Максимальная молекулярная влагоемкость является узловой точкой качественных изменений физических свойств и поведения грунта.

Так, глинистый грунт при этой влажности переходит от пластичной консистенции в твердую; при влажности, выше молекулярной, образец, сформованный из глинистого грунта в воде неразмокаем, а при меньшей влажности – размокает очень быстро; деформации при постоянной нагрузке сильно возрастают, если влажность глинистой массы превышает молекулярную влагоемкость и т.д.

С этой точки зрения максимальная молекулярная влагоемкость имеет право носить наименование физической константы и должна быть наконец-то принята для широкого использования в практике грунтоведения.

## Л и т е р а т у р а

1. **Овчаренко Ф.Ф.** Гидрофильность глин и глинистых минералов, Изд. АН УССР, Киев, 1971, 291 стр.
2. **Рибендер П.А.** Физико-химическая механика дисперсных структур, М., Наука, 1966, 286 стр.
3. **Круглицкий Н.Н.** Физико-химические основы регулирования свойств дисперсии глинистых минералов, Наукова думка, Киев, 1978, 360 стр.
4. **Сергеев Е.М.** Грунтоведение, Изд. МГУ, М., 1983, 388 стр.
5. **Роде А.А.** Почвенная влага, Изд. АН СССР, М., 1962, 386 стр.

## ВОДНЫЕ ЦИКЛЫ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Итриашвили Л.А., Дадиани К.З., Нибладзе Н.Ш.

Email: [itriashvili@mail.ru](mailto:itriashvili@mail.ru)

Институт водного хозяйства Грузинского Технического Университета  
пр. И. Чавчавадзе, 60, г. Тбилиси, Грузия

### ВВЕДЕНИЕ

Циклическая изменчивость гидросферы Земли обсуждается в многочисленных статьях и монографиях, посвященных исследованию колебаний уровней водоемов, грунтовых вод и

расходов воды в реках.

Очевидно, что ответить, на эти вопросы, опираясь только на данные статистики невозможно.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В.И. Найденовым и В.И. Шведовой предложена гипотеза о существовании водных циклов, автоколебаний речного стока, запасов влаги, осадков, альбедо суши и среднегодовой температуры приземного слоя атмосферы. Ими обнаружен тепловой механизм неустойчивости режима испарения с поверхности суши и водоемов, который позволяет подойти к решению проблемы с позиции гидрологии суши [1, 2, 3].

Логическим стержнем нелинейного механизма возникновения водных циклов является тепловлагообменная неустойчивость испарения с поверхности речных бассейнов.

Для возникновения автоколебаний необходима система, описываемая двумя уравнениями [4], со следующими переменными состояниями:  $X$  – влагозапас в речном бассейне (запасы поверхностных и подземных вод, почвенная и растительная влага, вода озер и болот),  $Y$  – речной сток (расход воды, приведенный к площади бассейна). Уравнения водного бассейна и движения воды в бассейне запишем в простейшей форме:

$$\frac{dx}{dt} = P - E(X), \quad \frac{dy}{dt} = G - \frac{Y}{K(X)},$$

где  $P$  – осадки,  $E(X)$  – испарение,  $G$  – ускорение силы тяжести в направлении движения воды в замыкающий створ бассейна,  $1/K(X)$  – коэффициент сопротивления этому движению (сопротивление склоновому и подземному стоку и

движению почвенной влаги).  $K(X)$  тесно связан с гидрогеологическими особенностями строения бассейна. Например, одно и тоже количество атмосферных осадков –  $0.50 \div 0.55$  м/год – собирают бассейны рек Онеги и Оки, однако их стоки резко различаются между собой. Сток Онеги составляет 50-70% годовых атмосферных осадков, а Оки – только 30-40%. Это вполне объясняется различными физико-географическими характеристиками бассейнов. Коэффициент  $K(X)$  ввиду указанных особенностей изменяется в очень широких пределах, а испарение  $E(X)$  – более стабильная характеристика. В соответствии с тепловым механизмом будем считать, что  $E(X)$  – убывающая функция влагозапаса, а  $K(X)$  – возрастающая, так как рост влагозапаса в бассейне приводит к сильному увеличению речного стока («сухой» бассейн оказывает большое сопротивление переводу осадков в сток: большая часть может уйти на увлажнение почвы, заполнение неровностей поверхности земли, переход этих осадков в бессточные области, где они испарятся в атмосферу и т.д.). Многочисленными статистическими исследованиями показано, что водопроницаемость ненасыщенных грунтов экспоненциально увеличивается с ростом влажности [6].

Величина влагозапаса  $X$  сильно зависит от географического района. Некоторое представление



об этой величине дают запасы влаги в метровом слое почвы: в лесной зоне они занимают  $0.65 \div 0.30$  м. лесостепной –  $0.616 \div 0.552$  м., степной  $0.387 \div 0.235$  м. полупустынной –  $0.256 \div 0.120$  м. и пустынной –  $0.05 \div 0.26$  м.

Упрощенно существуют две области влагозапасов с характерными испарением и коэффициентом сопротивления, разделенные некоторым значением влагозапаса  $X_p$ . В первой области  $E(X)$  и  $K(X)$  – линейны, а во второй, в которой уже проявляются эффекты насыщения, они постоянны. Таким образом,

$$\left. \begin{aligned} E(X) &= E_p - \lambda(X - X_p) \\ K(X) &= K_p + \beta(X - X_p) \end{aligned} \right\} X < X_p$$

$$\left. \begin{aligned} E(X) &= E_p \\ K(X) &= K_p \end{aligned} \right\} X \geq X_p$$
(2)

Величину  $X_p$  приближенно можно оценить по пористости грунта, которая меняется в очень широких пределах от 0.3 до 0.8. Значения  $\lambda$  в основном зависит от климатических параметров (радиационного баланса, скорости ветра, влажности и температуры воздуха), а также от теплофизических свойств грунтов бассейна. Параметр  $\beta$  существенно зависит от вязкости воды, пористости почв, наличия трещинно-карстовых отложений и т.д.

По существу второе уравнение в системе представляет собой хорошо известное в гидрологии уравнение многолетних колебаний речного стока, записанной в дифференциальной связью его влагозапасами бассейна. Параметры  $G$  и  $K$  могут быть приближенно оценены через среднее многолетнее значение речного стока  $Y_{cp}$  коэффициент корреляции  $r$  между смежными значениями стока.

$$G = Y_{cp}/K; K = 1/(1-r).$$

Например, при  $r = 0.5$  –  $Y_{cp} = 0.2$  м/год.  $K = 2$  года, а  $G = 0.1$  м<sup>2</sup>/год. Именно вариациями коэффициента сопротивления и испарения (для разных бассейнов эти величины могут отличаться на порядок) объясняется большой разброс коэффициента корреляции речного стока по регионам.

Стационарные точки системы  $X_{cp}$  и  $Y_{cp}$  определяются из условий  $dX/dt = 0$ ,  $dY/dt = 0$ . При определенных условиях эта система уравнений

имеет устойчивое автоколебательное решение с различными периодами и амплитудами, определяемыми собственными внутренними нелинейными свойствами природной системы «атмосфера-суша». Периоды и амплитуды зависят от соотношения параметров  $\lambda$  и  $\beta$ ,  $G$ , соотношения осадков и испарения т.е. определяются как климатическими, так и гидрогеологическими особенностями речного бассейна. Именно этими факторами объясняется пестрота периодов циклов уровня подземных вод.

С точки зрения указанного механизма автоколебаний легко объясняется, хорошо известный гидрогеологам факт: чем выше уровень подземных вод, тем короче цикл их колебаний. Действительно, верхний деятельный слой суши при высоком уровне подземных вод более насыщен влагой, чем при низком; расстояние между неустойчивым стационарным состоянием и состоянием насыщения мало, в результате этот слой быстро насыщается, и фаза автоколебательного цикла заканчивается. Нелинейность и неустойчивость процесса испарения, запаздывание потенциального стабилизирующего элемента системы речного стока – необходимые атрибуты автоколебаний в системах с запаздыванием. Например, натурные исследования [6] определили, что речные воды представляют собой смесь из разновозрастных, преимущественно подземных вод: 50% составляют воды с «возрастом»  $10 \div 12$  лет. Математически это означает, что описывать такое явление необходимо с помощью нелинейных дифференциальных (или дискретных) уравнений с запаздывающим аргументом.

Тепловая неустойчивость испарения с поверхности водосбора исключительно важна для возникновения колебаний, однако, колебательные режимы возможны и при постоянном слое испарения, т.е. при  $\lambda = 0$ . В этом случае стохастическое возбуждение системы белым шумом (в котором колебания разной частоты представлены в равной степени)  $\zeta(t)$  может привести к нетривиальным результатам.

Тогда спектр процесса колебаний стока имеет максимум на циклической частоте уравнения, а корреляционная функция этого процесса затухает с осцилляциями. И.Л. Антоновым [1]

доказан удивительный факт: даже при малом изменении случайной величины  $\zeta(t)$  амплитуда колебания процесса  $Y(t)$  около равновесного состояния может достигать больших величин. Значит, речной сток и влагозапас речного бассейна изменяются в очень широких пределах. Соответственно должны резко меняться климатические характеристики бассейна.

Если колебания осадков и испарения происходят с некоторой частотой, то при совпадении этой частоты с циклической частотой собственных колебаний речного стока (т.е. возникновении резонанса) амплитуда его колебаний будет максимальна.

Таким образом, речной бассейн представляет собой осциллятор, генерирующий колебания запасов влаги и речного стока определенной частоты. Следовательно, спектр колебаний уровня большого бессточного водоема, например Каспийского моря, должен содержать характерные частоты колебаний стока рек его бассейна.

Указанный механизм также естественным образом объясняет асинхронность и синхронность колебаний речного стока: два различных

притока одной и той же реки могут колебаться в противофазе, а несколько бассейнов генерирующих колебания одинаковой частоты, образуют центры маловодья или многоводья, которые способны мигрировать.

Если количество осадков циклически меняется, то при совпадении периодов автоколебаний и циклов осадков возможны резонансные явления: амплитуды колебаний влагозапаса и стока резко возрастут. Большое количество выпавших осадков увеличивает запас влаги и следовательно, уменьшает интенсивность испарения. Оба эти фактора действуют совместно, что приводит к взрывообразному накоплению влаги в бассейне.

Многочисленные экспериментальные исследования [7] зависимости испаряемости (потенциального испарения) от степени увлажненности территории показывают, что испарение с поверхности насыщенной влагой суши на 50% больше, чем с поверхности рядом расположенного водоема (хотя на первый взгляд должно быть наоборот) [8].

## ВЫВОДЫ

Таким образом, поведение средних значений запасов влаги, речного стока, испарения, амплитуды температурных колебаний поверхности суши за многолетний период времени имеет автоколебательный характер. Этот факт находится в резком противоречии с существующими постулатами гидрологии. Описание многолетних колебаний речного стока и уровней

водоемов простыми цепями Маркова (или их усложненными модификациями) т.е. линейными уравнениями, совершенно неудовлетворительно с физической точки зрения. Вышесказанное является одной из причин невозможности прогноза таких экстремальных явлений, как неожиданные паводки и наводнения.

## Л и т е р а т у р а

1. **Найденов В.И., Швейкина В.И.** Земные причины водных циклов. //Ж. «Природа» №5, 1997, стр. 19-30.
2. **Найденов В.И.** //Мат. моделирование 1992. Т.4, №6. стр.50-64.
3. **Найденов В.И., Кожевникова И.А., Крутова И.М.** // Наука и технология в России, 1995. №9-10 (15-16) стр. 9-10.
4. **Дружинин И.П., Смага В.Р., Шевнин А.Н.** Динамика многолетних колебаний речного стока. М. 1991.
5. **Ланда П.С., Розенблум М.Г.** (см. например) Автоколебания в живых организмах. //Журн. "Природа" 1992, №8, стр. 18-27.
6. **Соколов Б.Л. Завилейский С.В., Морунин С.В.** // "Метеорология и гидрология", 1994, №10, стр. 82-91.
7. **Найденов В.И., Юшманова О.О.** // "Изв. АН. Физика атмосферы и океана", 1996, т.32, №1, стр.125-132.
8. **Монин А.С.** Прогноз погоды как задача физики. М. 1969.

ზედაპირული რწყვების ჰიდრაულიკა,  
პროცესის კომპიუტერული იმიტაცია,  
ოპტიმალური მართვის შესაძლებლობები

რევაზ კილაძე, ვლადიმერ შურღაია, ლენა კეკელიშვილი  
Email: vshurgaia@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

პარამეტრების (ან მათი ნაწილის) შერჩევის აუცილებლობა იმგვარად, რომ მორწყვის ხარისხი, რომელიც ასევე პარამეტრების სახითაა წარმოდგენილი, საუკეთესო იყოს. ამისათვის უნდა დაკმაყოფილდეს შემდეგი ძირითადი მოთხოვნები: საჭიროა ნიადაგის აქტიური ფენის დატენიანება მოხდეს ზოლებისა და კვლების მთელ სიგრძეზე მისაღები სითანაბრით, თავიდან უნდა იქნეს აცილებული ეროზია, დარეგულირდეს ფილტრაცია, უზრუნველყოფილი იქნეს წყლის დანაკარგების მინიმიზაცია, დაცულ იქნეს აგროტექნიკური მოთხოვნები, უნდა მოხდეს სარწყავი ფართობის მაქსიმალური გამოყენება, მისი მორწყვის რეჟიმთან მისადაგება, შრომის ნაყოფიერების გაზრდა და სხვა.

უნდა ითქვას, რომ ამ მოთხოვნათა სრულად დაკმაყოფილება შეუძლებელია. მსჯელობა მათ ნაწილობრივ დაკმაყოფი-

ლებაზე თუ შეიძლება. ამიტომ ეს ამოცანა თავისი ბუნებით მიეკუთვნება მრავალკრიტერიუმისანი (ანუ ვექტორული) ოპტიმიზაციის ამოცანებს.

იმის შესაფასებლად, თუ რამდენად იქნება ეს მოთხოვნები დაკმაყოფილებული, არსებობს ორი გზა: სასინჯი საველე ცდების ჩატარება და მორწყვის პროცესის კომპიუტერული იმიტაცია სათანადო თეორიული ბაზის გამოყენებით [1, 2]. მორწყვის შესაძლო ვარიანტების რაოდენობამ პარამეტრების სხვადასხვა მნიშვნელობის დროს შესაძლოა რამდენიმე ასეულს მიაღწიოს. ამ და სხვა სიძნელეების გამო დასახული ამოცანის გადაწყვეტა საველე ცდების მეთოდის გამოყენებით პრაქტიკულად შეუძლებელია, ამიტომ საჭიროა მორწყვის პროცესის მათემატიკური მოდელირება და მისი იმიტაცია კომპიუტერზე.

ძირითადი ნაწილი

ზედაპირული მორწყვა ზოლებსა და კვლებში განიხილება ზოგადად როგორც წყლის არასტაციონარული მოძრაობა ნიადაგში წყლის ჩაუნვის (ინფილტრაციის) გამო სიგრძეზე კლებადი ხარჯით, რომელიც აისახება დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემით:

$$\begin{cases} U \frac{dU}{dx} + \frac{dU}{dt} + g \frac{dH}{dx} = gi - g \frac{U^2}{C^2 H} + q \frac{U}{H}, \\ H \frac{dU}{dx} + U \frac{dH}{dx} + \frac{dH}{dt} + q = 0. \end{cases} \quad (1)$$

სადაც  $U$  – ცოცხალ კვეთში გასაშუალოებული ნაკადის სიჩქარეა;  $H$  – წყლის სიღრმე;

$g$  – სიძიმის ძალის აჩქარება;  $C$  – შეხის კოეფიციენტი;  $x$  – მანძილი;  $t$  – დრო;  $q$  – ხარჯის ართმევა ფართობის ერთეულზე ინფილტრაციის გამო, რომელიც გამოისახება კოსტიაკოვის ფორმულით [2],

$$q = A \cdot \tau^{-\alpha}, \quad (2)$$

სადაც  $A$  და  $\alpha$  ნიადაგის ინფილტრაციის მახასიათებლებია, ხოლო  $\tau$  – წყლის დგომის დრო ნიადაგის ზედაპირზე. მორწყვის პროცესის იმიტაციას საფუძვლად უდევს (1) სისტემის ამოხსნის რიცხვითი (სასრულსხვაობიანი) მეთოდი [1, 2].

აქ შევეხებით მხოლოდ მის ძირითად საკითხებს. წარმოებულები გამოსახულია არაცხადი სასრულსხვაობიანი სქემით, რის შედეგადაც ყოველ ზედა  $(K+1)$  შრეზე  $U$ -სა და  $H$ -ის განსაზღვრისათვის მიიღება არაწრფივი ალგებრული სისტემა, რომელიც ამოიხსნება მატრიცული “პროგონკის” მეთოდით.

სასრულსხვაობიანი სქემის მდგრადობის გამოსაკვლევად გამოყენებულია ნეიმანის მიდგომა. (1) სისტემისათვის მიიღება განტოლებები ვარიაციებით და ხდება გარდასახვითი მატრიცის საკუთრივი მნიშვნელობების შეფასება, საიდანაც გამოდინარეობს მდგრადობის პირობა. ჩატარებულმა გამოკვლევებმა ასევე ცხადყო, რომ გამოყენებული სქემა არის კონსერვატიული (დივერგენტული) და კრებადი მეორე რიგის სიზუსტით  $\tau$ -ს მიმართ. მორწყვის იმიტაციის შედეგების შედარება სავსე ცდების მონაცემებთან საკმაოდ კარგ შედეგს იძლევა [2].

მიუხედავად აღნიშნულ საკითხზე გამოქვეყნებული მრავალი ნაშრომისა, მორწყვის კომპიუტერული იმიტაციისა და ოპტიმიზაციის ამოცანა არსებული მათემატიკური მოდელების არასისრულისა და შეზღუდული შესაძლებლობების გამო ასეთი ფორმით დღემდე არ დასმულა. ამოცანის ამ სახით დასმა განაპირობა რიცხვითი მეთოდებისა და მათი კომპიუტერზე რეალიზაციის ფართო შესაძლებლობებმა. ეს

მეთოდები მორწყვის პროცესის ასახვის მიზნით პირველად გამოყენებულ იქნა საქართველოს ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (ამჟამად ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი) [3, 4]. მოგვიანებით ეს მეთოდები გამოიყენეს სხვა ავტორებმაც [5, 6], მაგრამ ამ ნაშრომებში მორწყვის ვექტორული ოპტიმიზაციის საკითხი განხილული არაა.

მიუხედავად იმისა, რომ ზოლებსა და კვლებში მორწყვას ერთმანეთთან ბევრი საერთო აქვს, მათ შორის განსხვავებაც არსებობს. ასე მაგალითად, სივანის ერთეულზე მიწოდებული სარწყავი წყლის ხარჯი ზოლებში მორწყვისას ბევრად უფრო მეტია, ვიდრე კვლებში მორწყვისას. შესაბამისად ნიადაგის დატენიანების დროც გარკვეული თვალსაზრისით განსხვავებულია, რადგან კვლებში მორწყვისას წყლის ჩაქონვა ხდება შედარებით მცირე სველი პერიმეტრიდან ყველა მიმართულებით, ხოლო ზოლებში მორწყვისას წყალი მთელ სივანეზე მხოლოდ ვერტიკალურად იქონება.

თუ კვლებში მორწყვისას იძულებული ვართ წყალი მცირე რაოდენობით დიდხანს ვაწოდოთ, რათა წინა ფრონტმა კვლის ბოლომდე მიაღწიოს, ზოლებში მორწყვისას წყლის დიდი ხარჯის გამო სარწყავი ნორმის მიწოდების დრო, როგორც წესი, უფრო მცირეა, ვიდრე წინა ფრონტის გარბენის დრო ზოლის ბოლომდე. აღნიშნული გარემოება ზოლებში მორწყვისას იძლევა ახალი მიდგომის შემუშავების საშუალებას. მორწყვის კომპიუტერული იმიტაციის ალგორითმში შესაძლებელია გათვალისწინებულ იქნეს ვექტორული ოპტიმიზაციის ოთხი მნიშვნელოვანი პირობის დაკმაყოფილება:

- სივანის ერთეულზე მიწოდებული წყლის ხარჯი ისეთნაირად უნდა შეირჩეს, რომ ზოლის დასაწყისში მოხდეს ნიადაგის დატენიანება საჭირო ნორმით;
- ზოლის ბოლოში გარკვეული სიმაღლის ზღუდის არსებობის გამო არ უნდა მოხდეს წყლის გადადინება;

- ნაკადის სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს მაქსიმალურად დასაშვებ დონეს, რათა არ გამოიწვიოს ნიადაგის გარეცხვა;
- წყლის სიღრმე ზოლში არ უნდა აღემატებოდეს ზოლების გვერდითი ჯებირების სიმაღლეს.

მანქანურ გაანგარიშებათა შემცირების მიზნით გათვალისწინებულია ასევე ზოლებში მორწყვის დაგროვილი გამოცდილებაც. მაგალითად, რეკომენდებულია შესრულდეს უტოლობა  $0,6L < S < L$ , სადაც  $L$  ზოლის სიგრძეა,  $S$  – ნაკადის გარბენის სიგრძე სარწყავი წლის ხარჯის განულების დროს.

მორწყვის კომპიუტერულ იმიტაციასთან ერთად აღნიშნული ოთხი პირობისა და უტოლობის შესრულება შემუშავებულ ალგორითმში გათვალისწინებულია უწყვეტად.

იმის გამო, რომ კვაზიოპტიმალურ ამონახსნთა ძიება დაკავშირებულია ალგორითმის ცოდნასა და კომპიუტერის გამოყენებასთან, მიზანშეწონილად იყო მიჩნეული ამის შემცველი მათემატიკური ფორმულის მიღება. ამისათვის კვაზიოპტიმალურ ამონახსნთა ალგორითმის საფუძველზე გამოვითვალეთ ზოლებში მორწყვის მრავალი ვარიანტი პარამეტრების გარკვეულ დიაპაზონში და შევადგინეთ ცხრილები, რომლებშიც მოცემულია როგორც კომპიუტერში შესაყვანი, ასევე მორწყვის ხარისხის განმსაზღვრელი გამოსაყვანი მონაცემები.

ამ ცხრილების დამუშავების საფუძველზე მივიღეთ შესაყვანი და გამოსაყვანი პარამეტრების დამაკავშირებელი მათემატიკური ფორმულები:

არავეგეტაციური მორწყვისათვის

$$W = 5,35 \left( \frac{L}{Q} \right)^{\frac{1-a}{a}} \cdot \frac{m^{\frac{1}{a}}}{\sqrt[4]{i}} + 165, \quad (3)$$

ვეგეტაციური მორწყვისათვის

$$W = 6,4 \left( \frac{L}{Q} \right)^{\frac{1-a}{a}} \cdot \frac{m^{\frac{1}{a}}}{\sqrt[4]{i}} + 148, \quad (4)$$

პარამეტრების შემდეგი დიაპაზონებისათვის:

$$i = 0,0005 \div 0,008; m = \frac{A}{1-a} = (0,5 \div 2) \text{ დმ};$$

$$L = 200 \div 500 \text{ მ}; \alpha = 0,4 \div 0,6.$$

წყლის მიწოდების დრო მიიღება მიწოდებული წყლის რაოდენობის გაყოფით სარწყავ ხარჯზე:

$$t = \frac{W \cdot L}{36000 \cdot Q},$$

სადაც  $L$  გამოისახება მეტრებით,  $W$  – მ<sup>3</sup>/ჰა;  $Q$  – ლ/წმ/მ;  $m$  – დმ.

(3) და (4) ფორმულებით სარგებლობისას უნდა გვახსოვდეს, რომ ისინი ერთმანეთთან აკავშირებენ კვაზიოპტიმალური მნიშვნელობის მქონე პარამეტრებს, როცა ზემოთ აღნიშნული ოპტიმალურობის ოთხი პირობა შესრულებულია. აქედან გამომდინარე დატენიანების სითანაბრეც ზოლის მთელ სიგრძეზე დამაკმაყოფილებელი უნდა იყოს.

(3) და (4) ფორმულების გამოყენებით შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს ნებისმიერი ერთი პარამეტრი, თუ დანარჩენები ცნობილია.

განვიხილოთ მაგალითი: მოცემულია:  $L = 400$  მ,  $Q = 10$  ლ/წმ/მ,  $\alpha = 0,5$ ,  $i = 0,002$ ,  $m = 1$  დმ, სარწყავი ნორმა, რომელიც უნდა მიეწოდოს, და წყლის მიწოდების დრო არავეგეტაციური მორწყვისას იქნება:

$$W = 5,35 \cdot \frac{400}{10} \cdot \frac{1^2}{\sqrt[4]{0,002}} + 165 = 1175 \text{ მ}^3/\text{ჰა};$$

ვეგეტაციური მორწყვისას:

$$W = 6,4 \cdot \frac{400}{10} \cdot \frac{1^2}{\sqrt[4]{0,002}} + 148 = 1360 \text{ მ}^3/\text{ჰა};$$

$$i = \frac{1360 \cdot 400}{36000 \cdot 10} = 1,52 \text{ სთ.}$$

### დასკვნა

მაგალითის ანგარიშიდან გამომდინარეობს: 400 მ-იან ზოლზე შეიძლება რეალიზებულ იქნეს ასევე (ოპტიმალურობის დაურღვევლად) ნაკლები  $W-Q$ -ს გაზრდის ხარჯზე, ან  $W$ -ს იმავე მნიშვნელობისათვის შეიძლება გაზრდილ იქნეს  $L$  ისევე  $Q$ -ს გაზრდის ხარჯზე. ასე რომ, პარამეტრების ოპტიმალური ნაკრები შეიძლება იყოს

რამდენიმე, რაც აადვილებს ამა თუ იმ ნაკრების არჩევას ყოველი კონკრეტული პირობისათვის, როცა რაღაც დამატებითი მოთხოვნებიც არსებობს.

ანალოგიური მათემატიკური ფორმულების მიღება შეიძლება ასევე კვლევებში მორწყვის შემთხვევისათვის, მაგრამ უფრო რთული გზით.

### ლიტერატურა

1. **Киладзе Р.М.** Имитация поверхностного орошения с помощью численных методов. //Журн. Водные ресурсы. М., 1987, №3, стр. 146-153.
2. **Киладзе Р.М.** Алгоритмы расчёта оптимальных параметров при поверхностных способах полива. В.О. Союзводпроект, М.1979, стр.123.
3. **Киладзе Р.М.** Математическое моделирование самотечного полива и вопросы его оптимизации. //Совещание по применению математических методов в мелиорации и водном хозяйстве. Тезисы докладов. 1969, стр.118-119.
4. **Киладзе Р.М.** К вопросу оптимизации самотечного полива путём математического моделирования и применения ЭВМ. //Труды Груз. НИИГиМ, вып.28.1 1971, стр. 179-193.
5. **Strelkoff T., Katapodes N.** Border irrigation Hydraulics Zero with Inertia. //J. Irrig. and Drain. Div. ASCE, v.NoGR3, 1977, p. 325-342.
6. **Kataporodes N., Strelkoff T.** Hydrodynamics of Border irrigation Complete Model. //J. Irrig. and Drain. Div. ASCE, v.NoGR3, 1977, p. 309-324.

ბგული ღვარცოვის გამოტანის კონუსებზე მოძრაობის  
პირობების პრობლემა

ელუარდ კუხალაშვილი,<sup>1)</sup> კონსტანტინე ბზიავა,<sup>2)</sup> ირმა ინაშვილი <sup>3)</sup>  
Email: e.kukhalashvili@agrni.edu.ge, k\_bziava@yahoo.co.uk, irmainashvili@yahoo.com

1) საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი  
დიდის საუნივერსიტეტო კამპუსი,  
დავით აღმაშენებლის მე-13 კმ., ქ. თბილისი 0131, საქართველო

2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, ქ. თბილისი, საქართველო

3) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
კოსტავას ქ. 77, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

ღვარცოფები სხვა ბუნებრივ კატასტროფული ხასიათის პროცესებთან ერთად გამოირჩევიან დამანგრეველი ზემოქმედების განსაკუთრებულობით, რასაც ხშირად მატერიალურ ზარალთან ერთად, არც თუ ისე იშვიათად, ადამიანის მსხვერპლიც ახლავს [1, 2, 3].

ღვარცოფული ხასიათის სადინარებს გამოტანის კონუსებზე, ღვარცოფის მოძრაობის პირობების შეფასებისას, ძალზე

მნიშვნელოვანი როლი იმ თვალსაზრისით ენიჭება, რომ, ძირითადად, აქ არის განლაგებული დასახლებული პუნქტები და სახალხო-სამეურნეო ობიექტების მნიშვნელოვანი ნაწილი.

ესე იგი, გამოტანის კონუსები წარმოადგენს იმ ადგილს, სადაც ღვარცოფის დამანგრეველ მოქმედებას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის მიზანია ხევიდან გამოტანის კონუსზე გამოსული ნაკადის მოძრაობის დროის, გაჩერების სიგრძის, მოძრაობის წინააღმდეგობის და სინქარის კოეფიციენტების შეფასება, რის საფუძველზეც შესაძლებელი გახდება ღვარცოფებთან ბრძოლის ღონისძიებების საპროექტო პარამეტრების დაპროექტება. ბუნებაში ხშირად ფიქსირდება ასეთი ნაკადების ხევიდან გარკვეულ მანძილზე მოძრაობის სინქარის შემცირება და მისი გაჩერება.

ხევიდან გამოსვლის მომენტში მუდმივი სიღრმით მოძრაობის ბმული ღვარცოფის

მოძრაობის პირობის შესაფასებლად მიღებულია მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლება [4]

$$\frac{d^2x}{dt^2} = a + b, \tag{1}$$

სადაც

$$a = \frac{K\bar{V}^2}{L}$$

და

$$b = g \left[ 1 - \frac{\sin \alpha \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{h_0}{2H} \left( \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi} - \operatorname{tg} \varphi \right) \right] = gK_2,$$

სადაც  $K$  – კოეფიციენტი და დამოკიდებულია ღვარცოფის დამრტყმელ ძალაზე;

$V$  – ღვარცოფის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე (მ/წმ);

$L$  – გამოტანის კონუსზე ნაკადის მოძრაობის სიგრძეა (მ);

$\alpha$  – გამოტანის კონუსის დახრის კუთხეა;

$\varphi$  – შინაგანი ხახუნის კუთხეა;

$h_0$  – ნაკადის გულის სიმაღლეა (მ);

$H$  – ნაკადის სიღრმეა (მ).

თუ (1)-ლ განტოლებას ამოვხსნით  $t$ -ს მიმართ, გვექნება

$$t = \frac{1}{g} \left( 1 + \sqrt{1 + 0,5V^2} \right). \quad (2)$$

საინჟინრო ღონისძიებების შერჩევის თვალსაზრისით ენერჯის დანაკარგისა და მოძრაობის ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

დარსი-ვეიესბახის ცნობილი დამოკიდებულების საფუძველზე, ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტის საანგარიშო დამოკიდებულებას აქვს სახე

$$\lambda = \frac{16h(1 - 0,5K_2)g^2 H}{K_1 V^4}. \quad (3)$$

მე-(3) განტოლებაში სიჩქარის მნიშვნელობის გათვალისწინებით, სიჩქარის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი მიიღებს სახეს

$$\ell = \frac{V}{\sqrt{\frac{\mu}{\gamma} \frac{K}{1 - 0,5K_2} \frac{V^3}{gHL}}}. \quad (4)$$

მიღებულ საანგარიშო დამოკიდებულებებში სიჩქარის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი ნაკადის განვლილი მანძილის ( $L$ ), მოცულობითი მასის ( $\gamma$ ), სიმაღლის ( $H$ ), ქანობის ( $\sin\alpha$ ) და შინაგანი ხახუნის კუთხის ( $\varphi$ ) ფუნქციას წარმოადგენს.

### დასკვნა

მიღებული საანგარიშო დამოკიდებულებებით შესაძლებელია ბმული ღვარცოფის მოძრაობის პროგნოზირება და ნაგებობათა

განლაგების სქემების ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევა.

### ლიტერატურა

1. **Гагошидзе М.С.** Селевые явления и борьба с ними. Издательство «Сабчота сакартвело», г. Тбилиси, 1970 г., 386 стр.
2. **Иорданишвили З.С., Махарашвили П.А.** Результаты лабораторных исследований воздействия селевого потока на селегаситель трамплинного типа. /Сб. Эрозионные и селевые процессы и борьба с ними. Вып. 6, г. Тбилиси, 1976 г., стр. 55-60;
3. **Тевзадзе В.И.** Борьба с эрозионно-селевыми явлениями. //Гидротехника и мелиорация, №2, 1977 г., стр. 107-111.
4. **კუხალაშვილი ე., ომსარაშვილი გ.** ბმული ღვარცოფის მოქმედი დამრტყმელი ძალის საანგარიშება. //საქართველოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული. ტ. 3, №2(5), თბილისი, 2010 წ., გვ. 70-73.



## ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Мамедов Ш.А., Гасанова Т.Д.

Email: [shakir-mamedov@rambler.ru](mailto:shakir-mamedov@rambler.ru); [atika2014@rambler.ru](mailto:atika2014@rambler.ru)

Азербайджанский Архитектурно-строительный Университет  
AZE-1073, ул. А. Султановой 5, г. Баку, Азербайджан

Целью настоящих экспериментальных исследований является определение параметров колебаний объекта наблюдений, в данном случае, макета четырехэтажного здания и шестнадцатипятиэтажного каркасного здания, построенного в г. Баку с диафрагмой жесткости при натуральных вибрационных сейсмических воздействиях. Блок-схема данного эксперимента приведена на рис. 1.

В данных экспериментах для записи колебаний макета 4-х и 16-и этажного каркасного здания были использованы сейсмоприемники СМ-3. Прибор СМ-3 универсален и может быть использован для регистрации как вертикальных, так и горизонтальных колебаний. Период собственных колебаний  $T = 2$  сек. Максимальная амплитуда колебаний  $A_{\max} = 5$  мм. Сейсмоприемники регистрируют механические колебания, которые преобразовывают в электрические и передают их в осциллограф, но через так называемую шунтовую коробку ШК-2. Коробка

ШК-2 предназначена для включения в сейсмические каналы между датчиками-сейсмоприемниками и гальванометрами осциллографа для ступенчатого снижения величины электрического сигнала в 1, 2, 5, 10, 20, 50 и 100 раз по каждому из шести каналов.

Светолучевые осциллографы НО44.3 предназначены для регистрации световым лучом на специальной фотографической "осциллографной" бумаге изменяющихся во времени электрических процессов, а также различных физических процессов, преобразованных в электрические. Принцип действия их основан на преобразовании регистрируемой электрической величины осциллографическим зеркальным гальванометром отклонения светового пятна. При колебаниях рамки гальванометра меняется угол отражения в горизонтальной плоскости. Отраженный луч света перемещается, далее записывается развернутый во времени исследуемый процесс (рис. 2).

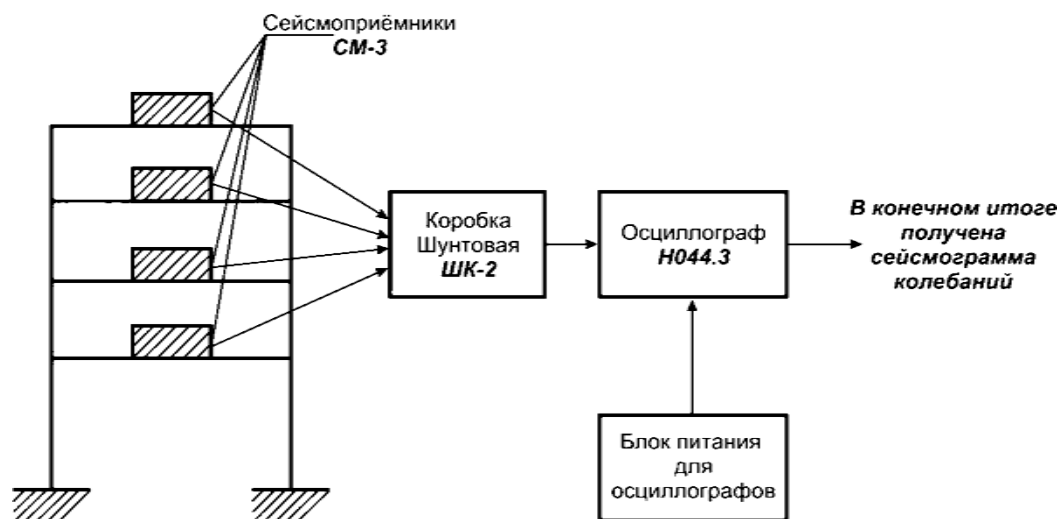


Рис. 1

**ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО  
ЗДАНИЯ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

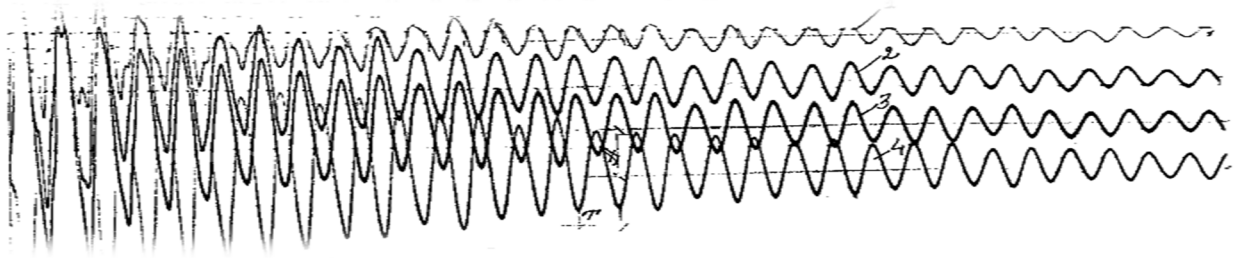


Рис. 2

На рисунке 2 представлены записи колебательного движения макета, где:

- 1 – записи на уровне 1-го этажа,
- 2 – записи на уровне 2-го этажа,
- 3 – записи на уровне 3-го этажа
- 4 – записи на уровне 4-го этажа

Обрабатывая полученные сейсмограммы, определяем следующие параметры колебаний исследуемого объекта: длительность всей записи и участка наиболее интенсивных колебаний, максимальную амплитуду колебаний, видимый период колебаний соответствующий максимальной амплитуде и преобладающий период колебаний, логарифмический декремент затуханий. Для пересчета амплитуд в размерность физических величин используются характеристики и результаты тарировки приборов, то есть определения коэффициента увеличения сейсмоприемников СМ-3. Истинная величина амплитуда в нашем случае

$$A_{\text{ист.}} = \frac{A_{\text{запись}}(\text{мм})}{\gamma} = \frac{A}{1250}$$

Периоды колебаний определяются как интервалы времени, заключенные между экстремумами. Видимый период, соответствующий максимальной амплитуде определяется интервалом между экстремумами. Преобладающие периоды находятся как среднее арифметическое значение в групповых выборках характерных периодов, различающихся между собой более чем на 20%. Амплитуды колебаний отсчитывают от нулевой линии. На осциллограммах нулевая линия отсутствует и ее определяют следующим образом: в начале и в конце записи амплитуды близки к нулю, поэтому соединив эти участки записи, можно получить хорошее приближение к нулевой линии. Логарифмический

декремент колебаний определяется по следующей формуле

$$\lambda = \ln \frac{A_1}{A_2} = \ln \frac{A_n}{A_{n+1}} .$$

По вышеизложенной схеме были проведены динамические эксперименты по испытанию макета четырехэтажного здания и шестнадцатиэтажного каркасного здания, построенного в городе Баку. Макет для испытания был использован для проверки и тарировки приборов, а также в научно-исследовательских целях.

Суть испытания динамических характеристик зданий по этому способу сводится к тому, что на определенном расстоянии от испытуемого объекта с определенной высоты от земли в зависимости от величины требуемого импульса, сбрасывается металлический груз, имеющий форму цилиндра весом 3,5 тонн, который вызывает сотрясение грунта. При этом испытываемый объект выводится из состояния равновесия, переходящий затем в фазу свободных колебаний. Как вынужденное, так и свободное колебание здания, колебание грунта от сотрясения, вызванного падением груза фиксируются соответствующей виброизмерительной аппаратурой.

Для получения данных о возмущающих силах, то есть о сейсмическом эффекте колебаний, взаимовлиянии между фундаментом и основанием, а также о вынужденных и собственных колебаниях 16-ти этажного здания, более ясного представления о форме и величине перемещения, сейсмометры устанавливаются на уровне подошвы фундамента на первом, четвертом, восьмом, двенадцатом и шестнадцатом этажах. Полученная осциллограмма поперечных колебаний представлена на рис 3.

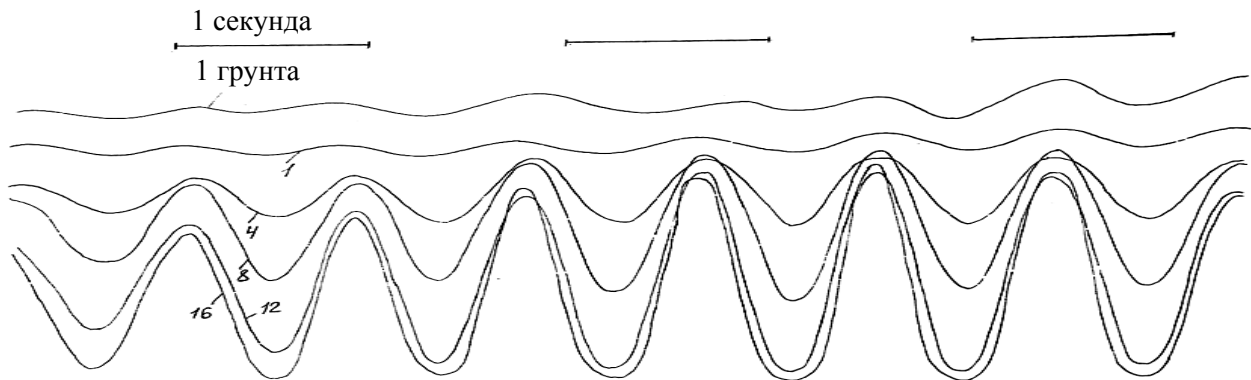


Рис. 3

Изменяя направления расположения виброизмерительных приборов, получена также

осциллограмма продольных собственных колебаний здания.

### ВЫВОДЫ

Изменяя направления расположения виброизмерительных приборов, получена также осциллограмма продольных собственных колебаний здания. Обработывая полученные сейсмограммы и определяя параметры колебаний здания, можно сделать следующие выводы:

1. Динамические испытания проведены с целью определения динамических и жесткостных характеристик, несущей способности конструктивных элементов здания, выявления скрытых дефектов.
2. Скорость распространения продольных волн в грунте, на котором расположено здание, составляет  $a = 850$  м/сек:
3. По результатам расчетов нормативные значения периодов собственных колебаний  $T_{расч.} = 1,4$  сек, коэффициент динамичности  $\beta = 0,714$ . По результатам испытаний в поперечном направлении период собственных колебаний  $T_{экс} = 0,8$  сек, логарифмический декремент колебаний  $\lambda = 0,18$ , коэффициент затухания  $\varepsilon = 0,23$ . В продольном направлении  $T_{экс.} = 0,7 - 0,75$  сек;  $\lambda = 0,25$ ;  $\varepsilon = 0,33$ , преобладающий период собственных колебаний грунта  $T = 0,12$  сек. Коэффициент динамичности для поперечных

колебаний  $\beta = 1,023$ , продольных колебаний  $\beta = 0,03$ , расчетный  $\beta = 0,64$ . В зависимости от изменения фактического периода собственных колебаний здания по сравнению с нормативным установлено, что степень повреждения здания умеренная.

4. Периоды собственных колебаний по этажам здания не изменяются как в продольном направлении, так и в поперечном направлении. Это означает, что прочность бетона по всем этажам одинакова, не меняется и соответствует классу В25.
5. С помощью специально составленной программы на алгоритмическом языке ТУРБО ПАСКАЛ 7.0. построены спектры ускорения грунта в зависимости от периода и проведен анализ полученных этих и частотных спектров.
6. Результаты проведенных испытаний показали, что прочность бетона соответствует классу В25 и здание сейсмостойкое, построено по нормам СНиП-82 "Строительство в сейсмических районах".

Л и т е р а т у р а

1. **Мамедов Ш.А.** О распространении вязко-нелинейно-упругих волн в стержнях. //Материалы IV Республиканской конференции молодых ученых по математике и механике, посвященной 60-летию образования СССР, Баку, Изд-во "Элм", 1983, стр.181-184.
2. **Агаларов Д.Г., Мамедов Ш.А.** Об одной теории распространения волн в вязко-нелинейно-упругих стержнях. //Изв. А.Н. Азерб. ССР, серия физ-тех. и матем. наук, Баку, 1984, №2, стр.53-55.
3. **Мамедов Ш.А.** Динамическая теория поливинилхлоридной нити. //Материалы V Республиканской конференции молодых ученых, посвященной 25-летию образования ИММ АН Азерб. ССР, Баку, Изд-во "Элм", 1984, стр. 95-97.
4. **Мамедов Ш.А., Кязимова Р.А.** Численный метод исследования распространения и отражения волн в материалах, конструкциях и сооружениях. //Сборник научных трудов факультета ГМС, АЗИСУ, Баку 1995, стр. 99-104.
5. **Мамедов Ш.А. и другие.** Пьезоэлектрический датчик. Авторское свидетельство №1377629, Москва, 1987.
6. **Агаларов Д.Г., Мамедов Ш.А.** Исследование распространения волн в стержнях с нелинейными реологическими эффектами. //Тезисы докладов VIII Всесоюзного симпозиума по распространению упругих и упруго-пластических волн, г. Новосибирск, 1987 г, стр.122.
7. **Мамедов Ш.А. Даянов Ф.М.** Об определении динамических свойств материалов при несимметричном точечном ударе. //Известия АН Азерб.ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1988, №3, стр.49-53.
8. **Мамедов Ш.А.Агаларова Т.Д.** Об одном методе оценки влияния волновых явлений, возникающих при ударе на материалы, конструкции и сооружения. //№4, АЗИСУ, Баку, 1994, стр. 108-114.

## ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК БАССЕЙНА РЕКИ ОКИ

Мажайский Ю.А., Гусева Т.М.  
Email: [director@mntc.pro](mailto:director@mntc.pro); [guseva.tm@yandex.ru](mailto:guseva.tm@yandex.ru)

Государственное научное учреждение Всероссийский НИИ  
сельскохозяйственного использования мелиорированных земель Россельхозакадемии  
390013, Россия, г. Рязань, п. Типанова 7

### ВВЕДЕНИЕ

Многолетние наблюдения за состоянием крупных рек России свидетельствуют о сохраняющейся тенденции ухудшения гидрохимических характеристик и качества воды в результате длительного и продолжительного антропогенного воздействия. Одними из приоритетных загрязняющих веществ гидросферы являются тяжелые металлы (ТМ), источники которых – сточные воды и сток с поверхности почвы [1].

Река Ока – наиболее крупный приток реки Волги и главный водоток Рязанской области. Бассейн р. Оки включает 895 малых и средних рек, общей протяженностью 105 255 км [2]. Вода реки Оки оценивается как "загрязненная". Существующая сеть наблюдений за гидрохимическими характеристиками Окских вод не в состоянии оценить реальную экологическую ситуацию, складывающуюся в бассейне р. Оки,

так как не охвачены мониторингом малые реки, которые во многом определяют качество воды в ней.

Основная часть малых и средних рек региона протекает в районах сельскохозяйственного использования земель, являясь компонентом преобразованных ландшафтов, и испытывающих значительную антропогенную нагрузку, так как именно эти водные объекты принимают стоки с сельскохозяйственных земель, которые приносят в водные объекты значительное количество биогенных веществ и тяжелых металлов. Однако загрязнение водных источников Окского бассейна ТМ в результате эксплуатации агроландшафтов на территории Рязанской области не достаточно изучено и является актуальной проблемой.

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ И МЕТОДИКА

С целью выявления степени загрязнения ТМ поверхностных вод малых рек Окского бассейна проводится многолетний мониторинг на экологическом полигоне – крупномасштабной природной модели, созданной для проведения комплексных исследований, оценки степени воздействия антропогенных нагрузок на состояние экосистем и получения информации, необходимой для решения проблем рационального природопользования, как на локальном, так и региональном уровнях [3]. Экологический

полигон имеет площадь 3000 га и представляет собой ландшафт лесостепной зоны, типичный для Мещерской низменности. Структурно он представлен следующими элементами: пашня, пастбище, орошаемые и осушаемые земли, дачные участки, лес, акватория. На территории исследуемого ландшафта находится малая река, непосредственно связанная с водной системой р. Оки, которая и явилась объектом исследований.

Программа наблюдений включает оценку

**ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ  
СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА РЕКИ ОКИ**

экологического состояния поверхностных и грунтовых вод, гидробиологические исследования. Отбор проб воды проводится по стандартным методикам. Определение валового содержания ТМ в воде и растительности проводится методом атомно-абсорбционной спектрометрии. В рамках мониторинга был осуществлен также гидробиологический и микробиологический анализ поверхностных вод модельного ландшафта [4].

Исследуемый водоем в течении длительного времени испытывает антропогенную нагрузку в результате функционирования на опытном ландшафте системы орошения, искусственного дренажа, наличия дачных участков, земель частного использования. Водный объект является коллектором, принимающим с ландшафта, как поверхностный, так и внутрипочвенный сток. Следовательно, можно предположить, что все это отразится на гидрохимической характеристике водоема.

На протяжении ряда лет в рамках проводимого мониторинга содержания ТМ в воде опытного водоема ежемесячно отбирались пробы воды в 3 створах: 1 – исток (гидрометрический пост 1), 2 – дренажный сток (гидрометрический

пост 2), 3 – место впадения в водную систему р. Оки (гидрометрический пост 3). Содержание тяжелых металлов в водном объекте представлено в таблице 1.

Можно отметить, что концентрация Pb находится в пределах предельно допустимых концентраций для рыбохозяйственных водоемов (ПДК<sub>р/х</sub>), а содержание Cd, Cu и Zn в ряде случаев превышает этот показатель. Содержание Cu и Zn, находится в пределах предельно допустимых концентраций для водоемов санитарно-бытового назначения (ПДК<sub>с/б</sub>), но наблюдается превышение данного норматива по Cd и Pb. Концентрация Pb, в основном, в осенне-зимний период больше ПДК для оросительной воды.

Следовательно, сложившаяся ситуация на водоеме, принимающем только стоки с земель сельскохозяйственного использования, представляет потенциальную экологическую опасность для Окского бассейна, о чем свидетельствует содержание ТМ в воде на замыкающем створе, то есть наблюдается эффект суммирования содержания загрязняющих веществ загрязнителей на замыкающем створе и неспособность водоема к процессам самоочищения.

**Таблица 1**

**Содержание тяжелых металлов в воде малой реки, 10<sup>-3</sup> мг/л  
(по данным многолетних наблюдений)**

Створы наблюдений	Cu	Zn	Pb	Cd
1	2	3	4	5
Исток (ГП 1)	<u>1,0 ÷ 10,0</u> 3,2	<u>1,1 ÷ 218,0</u> 11,8	<u>0,8 ÷ 36,7</u> 8,7	<u>0,1 ÷ 6,5</u> 1,6
Дренажный сток	<u>0,6 ÷ 61,0</u> 3,4	<u>0,3 ÷ 221,0</u> 14,6	<u>2,0 ÷ 33,3</u> 9,3	<u>0,2 ÷ 7,2</u> 1,7
Место впадения в водную систему р. Оки	<u>0,5 ÷ 13,2</u> 3,7	<u>0,9 ÷ 72,3</u> 23,1	<u>2,7 ÷ 23,3</u> 9,6	<u>0,5 ÷ 6,5</u> 2,0
ПДК <sub>р/х</sub> , 10 <sup>-3</sup> мг/л	1	10	100	5
ПДК <sub>с/б</sub> , 10 <sup>-3</sup> мг/л	1000	1000	30	1
ПДК <sub>в оросит. воде</sub> , 10 <sup>-3</sup> мг/л (по Бездниной С.Я.)	200	1000	30	10

*\*Примечание:* в числителе - пределы колебаний, в знаменателе средние концентрации.

Анализ информации, полученной в ходе мониторинга, позволил установить, что максимум содержания Cd в воде отмечается в зимний период, минимум – летний. Наименьшее содержание Zn – февраль-март, максимальная концентрация - январь, май-июнь, ноябрь. В динамике содержания Cu и Pb отмечалась следующая зависимость: наименьшие их концентрации – февраль-март, рост содержания до мая, затем постепенное снижение концентрации в летний период и увеличение содержания элементов в осенне-зимний период с максимумом – в декабре.

Сезонное изменение концентрации ТМ в воде объясняется влиянием атмосферных осадков, постепенной седиментацией водных взвесей, адсорбирующих ТМ, а также аккумуляцией ТМ водной биотой, которая, отмирая осенью, обогащает воду ТМ.

На территории экополигона пробурены скважины для определения уровня и качества грунтовых вод. Скважины расположены в наиболее типичных местах ландшафта, перпендикулярно водному объекту. Отбор проб воды проводился по 4 скважинам: 7, 8, 13, 14 – наиболее приближенным к водному объекту (расстояние от 7 скважины до малой реки – 140 м, от 8 скважины – 400 м, от 13 скважины – 110м, от 14 скважины – 500м) и перехватывающим подземный приток с территории ландшафта. Результаты определения концентраций ТМ в грунтовых водах представлены в табл. 2.

**Таблица 2**

**Содержание тяжелых металлов в грунтовых водах,  $10^{-3}$  мг/л\***  
(по данным многолетних наблюдений)

№ скважины	Cu	Zn	Pb	Cd
7	$\frac{1,0 \div 5,2}{3,7}$	$\frac{0,9 \div 20,0}{5,8}$	$\frac{2,0 \div 22,0}{10,3}$	$\frac{1,0 \div 4,5}{2,2}$
8	$\frac{0,8 \div 20,0}{4,7}$	$\frac{1,3 \div 58,0}{24,9}$	$\frac{1,5 \div 32,0}{10,4}$	$\frac{4,4 \div 5,5}{2,2}$
13	$\frac{1,1 \div 14,8}{3,5}$	$\frac{0,9 \div 516,7}{58,6}$	$\frac{2,5 \div 40,7}{10,8}$	$\frac{0,8 \div 4,6}{2,6}$
14	$\frac{0,7 \div 5,6}{3,3}$	$\frac{0,7 \div 46,0}{19,6}$	$\frac{2,1 \div 20,0}{7,7}$	$\frac{0,5 \div 2,0}{1,2}$

\* **Примечание:** в числителе - пределы колебаний, в знаменателе – среднее значение концентраций.

Полученные данные показывают, что в содержании ТМ в грунтовых водах, так же, как и в воде водоема, наблюдается определенная зависимость. Для Cu, Pb, Cd – увеличение концентрации в грунтовой воде с апреля по июль, для Zn – с марта по апрель. Затем концентрация ТМ в грунтовых водах постепенно снижается и достигает минимума в августе. С августа наблюдается постепенное увеличение концентраций ТМ во всех скважинах и достигает своего максимального значения – в декабре, затем – постепенное снижение до марта-апреля. Такое распределение концентраций ТМ в грунтовых водах зависит, как от природных, так и от антропогенных факторов.

Повышение концентрации ТМ в весенний период можно объяснить таянием снежного покрова, в котором происходит значительное накопление ТМ [5]. Проникая в почву, снеговые осадки приносят значительное количество ТМ в грунтовые воды. В летний период источником ТМ в грунтовых водах могут явиться также и дождевые осадки, однако содержание поступления ТМ в этот период наименьшее, по-видимому, в этот период активно развиваются растения, потребляющие почвенную влагу, а следовательно, и находящиеся в ней ТМ. В осенне-зимний период идет постепенное нарастание концентрации ТМ в грунтовых водах, именно в это время в почве происходит разложение растительных остатков, которые содержат определенное количество ТМ.

Исследования по изучению гидрогеологического режима опытного ландшафта, проводившиеся ранее, показали, что поверхностный сток отсутствует, скважина №7 перехватывает приток грунтовых вод, который попадает непосредственно в водоем с орошаемых земель, пастбища и пашни, скважина №8 – с осушаемых земель, скважина №13 – с дачных участков, скважина №14 – с лесного массива. Таким образом, сетью 4 скважин перехватывается весь возможный приток воды с исследуемого ландшафта.

Проведенные нами наблюдения позволили сделать следующие выводы: наименьшее содержание ТМ характерно для грунтовых вод,

**ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ  
СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК БАССЕЙНА РЕКИ ОКИ**

поступающих от лесного массива, наибольшее – для грунтовых вод, формирующихся в районе дачных участков, пашни, пастбища, орошаемых земель. Причем для грунтовых вод, поступающих с дачных участков, характерно доминирование Zn, Pb, что является доказательством наибольшей антропогенной нагрузки именно на этот элемент ландшафта.

Проведенные исследования грунтовых вод, позволяют сделать вывод, что территории сельскохозяйственного использования также являются источником поступления ТМ в водные потоки, причем доминирующими в этом процессе являются земли частного использования, во внутрипочвенных стоках которых содержится наибольшее количество ТМ.

Одним из информативных показателей антропогенной нагрузки на водные экосистемы является качественный состав гидробионтов, претерпевающий существенные изменения под влиянием загрязняющих веществ. Видовой состав гидробионтов можно рассматривать как индикатор экологического состояния водных объектов, так как поступление загрязняющих

веществ в водоем, в том числе и ТМ, вызывает диспропорцию в развитии отдельных видов гидробионтов, что приводит к нарушению взаимоотношений в экосистеме, вследствие чего происходит замена одних видов другими, более приспособленными к сложившимся условиям.

С целью определения видового разнообразия биоты исследуемого водоема, был проведен гидробиологический анализ (табл. 3). Сравнение табличных данных со списком организмов-индикаторов сапробности показало, что большая часть обнаруженных в водном объекте гидробионтов принадлежит к  $\beta$ -мезосапробам, что соответствует 2 классу чистоты вод, но в то же время в изучаемом водном объекте присутствуют и полисапробы (жгутиковые, личинки хирономид), что указывает на существующее загрязнение воды. Присутствие в воде жгутиковых и инфузорий указывает на ухудшении условий обитания. Таким образом, обеднение видового состава гидробионтов исследуемого водоема является адекватным показателем его загрязнения.

**Таблица 3**

**Приоритетные виды гидробионтов в исследуемом водоеме**

Представители гидробионтов	Основные виды
<b>Водоросли:</b> Диатомовые (Bacillariophyta) Сине-зеленые (Cyanophyta) Зеленые (Chlorophyta)	Synedra, Navicula, Melosira Anabena Scenedesmus
<b>Простейшие:</b> Жгутиковые (Flagellata) Инфузории (Ciliata)	Euglena, Bodo, Monas Paramecium, Lionotus, Oxytricha, Vorticella (conica), Didinium, Epistylis (bimarginata)
<b>Многоклеточные беспозвоночные:</b> Веслоногие раки (Copepoda) Личинки хирономид (Chironomus)	Cyclops Chironomus plumosus
<b>Высшие водные растения:</b> Погруженные Плавающие Воздушно-водные	Elodea canadensis Lemna Phragmites australis
<b>Моллюски:</b> Брюхоногие (Gastropoda)	Limnaea auricularia



В воде природных водоемов и водотоков содержится большое количество микроорганизмов, способствующих самоочищению этих экосистем. Исследование влияния ТМ на автотонные бактерии воды является актуальным на сегодняшний день. В рамках мониторинга, проводимого на территории экологического полигона, был разработан и проведен микробиологический эксперимент с водой, имеющей различный диапазон загрязнения. Для охвата диапазона загрязнения воды были разработаны 3 варианта опыта (табл. 4).

Таблица 4

Схема микробиологического эксперимента

Металл	Варианты опыта (содержание ТМ в воде, мг/л)			
	Контроль (исходная вода)	1 (3 ПДК)*	2 (6 ПДК)	3 (9 ПДК)
Cu	0,0019	0,0011	0,0041	0,0071
Zn	0,004	0,026	0,056	0,086
Pb	0,0064	0,2936	0,5936	0,8936
Cd	0,002	0,013	0,028	0,043

\*ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Вода, отобранная из водного объекта расположенного на территории экополигона, исследовалась на общее микробное число. Исследования проводились по стандартной методике. Результаты эксперимента приведены в табл. 5.

Количество колоний, выросших на чашках

Петри, равняется числу микробов, содержащихся в 1 мл исследуемой воды (т.к. одна бактерия образует одну колонию).

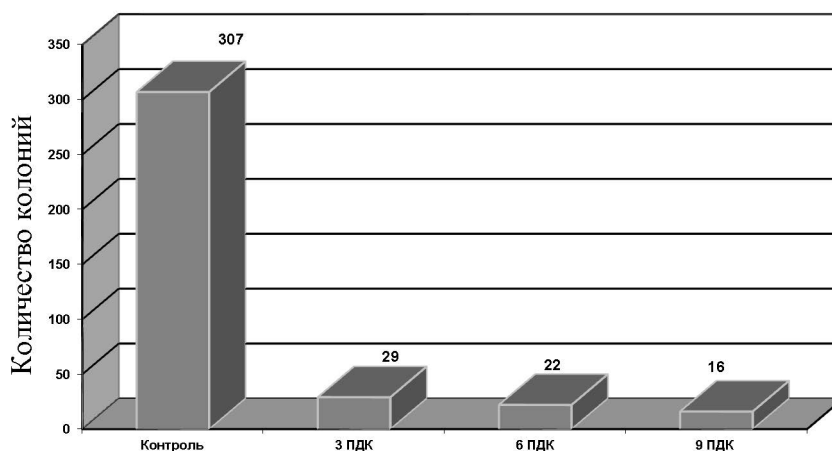
Таблица 5

Результаты исследования воды на общее микробное число

Варианты опыта	Концентрация ТМ в воде, мг/л	Количество колоний			Среднее количество
		1	2	3	
1	Контроль	280	303	338	307 ± 1,11
2	3 ПДК	28	29	29	29 ± 0,02
3	6 ПДК	20	19	27	22 ± 0,15
4	9 ПДК	14	18	16	16 ± 0,12

Как видно из таблицы, во всех трех повторностях наблюдается резкое уменьшение количества колоний, выросших на чашках, при увеличении концентрации вносимых металлов. Причем, начиная с концентрации 3 ПДК, общее микробное число снижается на порядок, что свидетельствует о гибели различных видов микроорганизмов, наиболее чувствительных к данным концентрациям. Проведенный анализ экспериментальных данных показал, что между степенью загрязнения воды водного объекта и количеством бактерий существует обратная сильная взаимосвязь, о чем наглядно свидетельствует значение коэффициента корреляции ( $r = -0,8$ ).

Результаты исследований представлены на диаграмме (рис 1).



Концентрации тяжелых металлов в исследуемой воде

Рис 1. Зависимость численности микроорганизмов в 1 мл исследуемой воды от концентрации тяжелых металлов

## ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА РЕКИ ОКИ

---

Тяжелые металлы, находясь в воде в концентрациях начиная с 3 ПДК, вызывают гибель большинства микроорганизмов, что может

негативно отразиться на самоочищающей способности водоема.

### ВЫВОДЫ

Проведенные комплексные исследования важнейшего компонента ландшафта Окского бассейна – малой реки, свидетельствуют о значительной антропогенной нагрузке на ее экосистему, обусловленной сельскохозяйственной деятельностью, о чем свидетельствует повышенное содержание ТМ в поверхностных и

грунтовых водах и гидробиологические показатели. Таким образом, на ландшафтах Окского бассейна, где находится значительное количество подобных водоемов и агроландшафтов, являющихся источниками загрязняющих веществ, складывается потенциально опасная экологическая ситуация.

### Л и т е р а т у р а

1. **Безднина С.Я.** Экосистемное водопользование: концепция, принципы, технологии. М.: Изд-во "Рома", 1997, 137 стр.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Рязанской области в 2003 году. Рязань, 2004, 210 стр.
3. **Евсенкин К.Н., Мажайский Ю.А., Гусева Т.М.** Комплекс экологических исследований на экополигоне в бассейне р. Оки. //Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы: Всерос. Науч.-практ. Конференция, Рязань, 1998, стр. 94-95.
4. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М.: ЦИНАО, 1992.
5. **Штыков В.И., Даишев Ш.Т.** Методические основы защиты природных вод от загрязнения при эксплуатации транспортных магистралей. //Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: Сб. трудов Междун. Конгр. Т.2. – Спб., 2000, стр. 154-156.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕДЛОЖЕНИЯ И СПРОСА  
НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ**

**Маркосян А.Х., Мартиросян Т.С.**

Ереванский Государственный Университет Архитектуры и Строительства  
ул. Теряна №109, г. Ереван, 375009, Армения

Рассмотрение проблем управления предложением и спросом на водные ресурсы приводит к необходимости комплексного исследования количественных и качественных особенностей воды. Загрязненность воды негативно влияет на то количество воды, которое можно использовать в разных сферах жизнедеятельности людей и употреблять в хозяйстве. Иными словами, ухудшение качества воды значительно сокращает количество водных ресурсов, пригодных для употребления. Вследствие использования некачественной воды значительно возрастают случаи смертности и заболевания людей. Количество и качество воды влияет на снижение урожайности сельскохозяйственных обрабатываемых земель, в результате чего ухудшается также качество водной флоры и фауны.

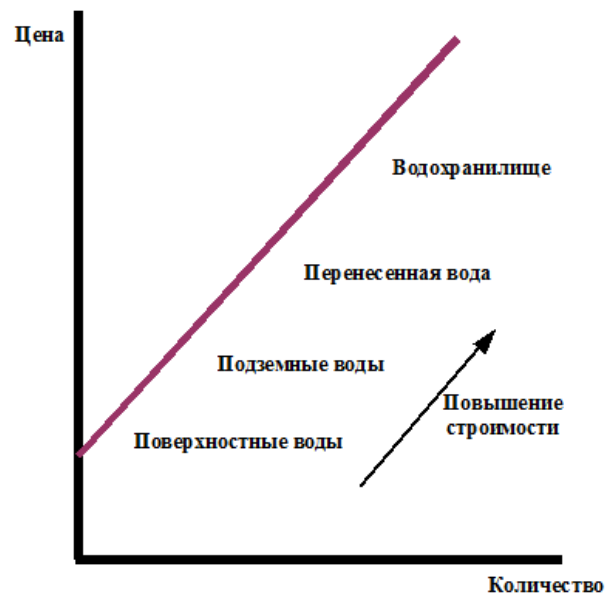


**Рис. 1. Спрос воды**

На рис. 1 представлено изменение спроса на воду. Связь между количеством и ценой воды свидетельствует, что рост цены и количества

воды, в основном, обусловлен ростом населения, экономическим развитием страны и ее урбанизацией (централизацией населения в городах) [1].

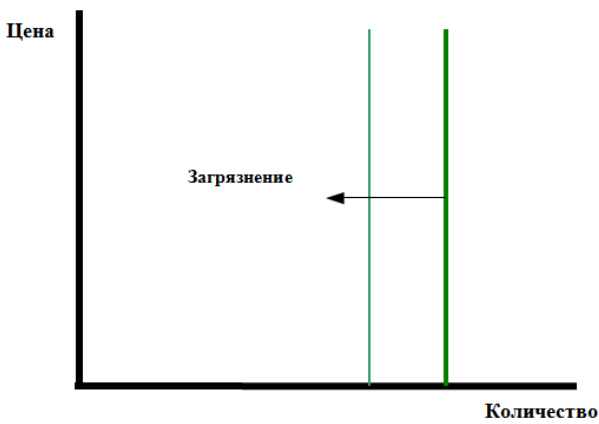
На рис. 2 представлена кривая предложения воды. Как видно из рисунка, количество используемой воды возможно увеличить за счет увеличения использования поверхностных, подземных, перенесенных вод и вод водохранилищ, что, естественно, приводит к росту стоимости воды, и соответственно, ее цены.



**Рис. 2. Предложение воды**

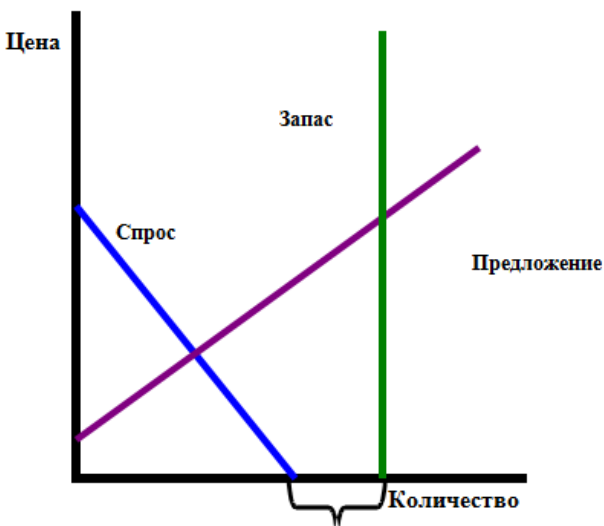
Из указанного следует, что для обеспечения спроса на воду необходимо увеличить объем водных запасов, который не только мал вследствие ограниченности возможностей хранения воды, но и уменьшается в результате загрязненности водных ресурсов. Именно по этой причине растет цена на запасы водных ресурсов (рис. 3).

**НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕДЛОЖЕНИЯ  
И СПРОСА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ**



**Рис. 3. Запасы воды**

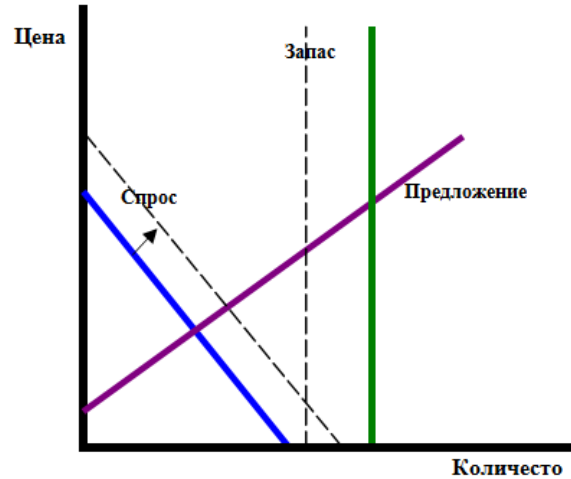
Если изобразить вышеуказанные кривые предложения, спроса и запасов воды, а также связь их цены и количества на одном рисунке (рис. 4), то получается, что даже в случае нулевой цены существует остаточное предложение воды, и в этом случае основной вопрос управления водными ресурсами – покрытие его цены. И, поскольку, спрос на воду неуклонно увеличивается, а предложение – уменьшается, то остаточное предложение исчезает и основной задачей становится распределение и управление водными ресурсами (рис.5).



**Рис. 4. Остаточное предложение воды**

Даже с нулевой ценой существует остаточное предложение.

Основная проблема - покрытие расходов.



**Рис. 5. Ликвидация остаточного предложения воды**

Остаточное предложение ликвидируется, основным вопросом становится распределение и управление

Известно, что такое изменение количества товара, которое зависит от изменения цены по различным иным причинам, называется изменением спроса. В противовес этому, если решение о покупке в какой-то степени обусловлено изменением цены товара, то это называется изменением необходимого количества [2]. Интересно рассмотреть, например, изменение спроса на питьевую воду, которое выражается смещением кривой спроса и принципиально отличается от изменения количества спроса на питьевую воду, когда в результате изменения тарифа, двигаясь по кривой спроса, имеем новую кривую спроса [3]. В этом случае добавочные покупки – следствие снижения тарифа. Указанное проанализируем на чертежах, приведенных на рисунке 6. Рисунок 6а демонстрирует случай роста спроса (смещение кривой спроса), где уравнивающее количество с  $W_{opt}$  увеличивается до единицы  $W_1$ .

В случае движения предложения вдоль кривой спроса (рисунок 6б), точка равновесия  $E$  перемещается к  $E^{(1)}$ , в результате требуемое количество  $W_{opt}$  становится  $W_1$ . В этом случае спрос не меняется, а растет необходимое количество. В обоих случаях количество воды меняется равномерно –  $\Delta W = W_1 - W_{opt}$ . Однако,

логика изменения количества воды существенно различается для обоих случаев. В первом случае (рисунок 6а) – кривая предложения остается неизменной. Иными словами, это та рассчитанная кривая, когда увеличение тарифа дает возможность объективного увеличения количества поставляемой воды (с применением рыночных механизмов). Проанализируем такой случай. Допустим, что имеется некая область, где фермеры по оптимальному тарифу  $S_{opt}$  получают количество оросительной воды  $W_{opt}$ . Исходя из определенных факторов, происходит рост спроса на производимые в этой области сельскохозяйственные продукты, что сопровождается ростом цен на эти продукты на рынке. С целью увеличения количества производимых продуктов на рынке и, таким образом, получения дополнительной прибыли фермеры принимают решение увеличить обрабатываемые земельные участки (что требует дополнительного количества орошаемой воды) или, в некоторых случаях, увеличить интенсивность орошения. Однако, снабжение дополнительной водой возможно лишь посредством осуществления дополнительных расходов, в результате чего кривая спроса

$D-D$  поплывет вверх и точка равновесия  $E$  перенесется в  $E^{(1)}$ . В этом случае, фермеры предпочтут покупать воду для орошения по более высокому тарифу ( $S_1$ ), только бы было обеспечено необходимое количество орошаемой воды  $W_1$ , которое, как косвенное последствие, обеспечит дополнительную прибыль. В третьем случае (рисунок 6б) кривая спроса остается неизменной. В этом случае фермеры имеют спрос на оросительную воду в количестве  $W_1$ , однако их продукция на рынке не пользуется таким спросом и не имеет такую цену, в случае которой, покупая оросительную воду за более высокий тариф, они могут обеспечить дополнительный доход. В этом случае решением может стать владелец водного объекта, который возмещением некоторых расходов искусственно снижает стоимость тарифа с  $S_{opt}$  до нового  $S_1$ . Таким образом, для фермеров создается возможность покупки необходимого количества воды  $W_1$ . Здесь, в отличие от других сфер экономики, кривая предложения оросительной воды своеобразна. Во-первых, следует отметить, что с точки зрения ценовой гибкости (эластичности) предложение воды – неэластичное предложение.

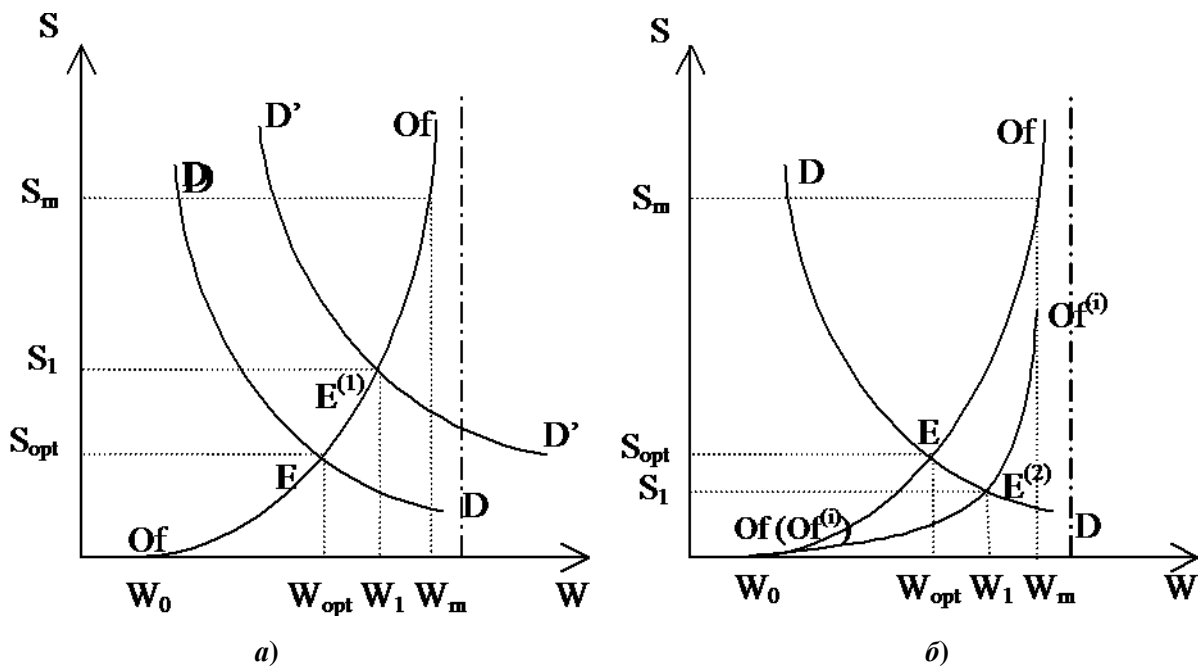


Рис. 6. Изменения количества спроса и предложения на питьевую воду

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕДЛОЖЕНИЯ И СПРОСА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

В случае движения предложения вдоль кривой спроса (рисунок 6б), точка равновесия  $E$  перемещается к  $E^{(1)}$ , в результате требуемое количество  $W_{opt}$  становится  $W_1$ . В этом случае спрос не меняется, а растет необходимое количество. В обоих случаях количество воды меняется равномерно –  $\Delta W = W_1 - W_{opt}$ . Однако, логика изменения количества воды существенно различается для обоих случаев. В первом случае (рисунок 6а) – кривая предложения остается неизменной. Иными словами, это та рассчитанная кривая, когда увеличение тарифа дает возможность объективного увеличения количества поставляемой воды (с применением рыночных механизмов). Проанализируем такой случай. Допустим, что имеется некая область, где фермеры по оптимальному тарифу  $S_{opt}$  получают количество оросительной воды  $W_{opt}$ . Исходя из определенных факторов, происходит рост спроса на производимые в этой области сельскохозяйственные продукты, что сопровождается ростом цен на эти продукты на рынке. С целью увеличения количества производимых продуктов на рынке и, таким образом, получения дополнительной прибыли фермеры принимают решение увеличить обрабатываемые земельные участки (что требует дополнительного количества орошаемой воды) или, в некоторых случаях, увеличить интенсивность орошения. Однако, снабжение дополнительной водой возможно лишь посредством осуществления дополнительных расходов, в результате чего кривая спроса  $D-D$  поплывет вверх и точка равновесия  $E$  перенесется в  $E^{(1)}$ . В этом случае, фермеры предпочтут покупать воду для орошения по более высокому тарифу ( $S_1$ ), только бы было обеспечено необходимое количество орошаемой воды  $W_1$ , которое, как косвенное последствие, обеспечит дополнительную прибыль. В третьем случае (рисунок 6б) кривая спроса остается неизменной. В этом случае фермеры имеют спрос на оросительную воду в количестве  $W_1$ , однако их продукция на рынке не пользуется таким спросом и не имеет такую цену, в случае которой, покупая оросительную воду за более высокий тариф, они могут обеспечить дополнительный доход. В этом случае решением может

стать владелец водного объекта, который возмещением некоторых расходов искусственно снижает стоимость тарифа с  $S_{opt}$  до нового  $S_1$ . Таким образом, для фермеров создается возможность покупки необходимого количества воды  $W_1$ . Здесь, в отличие от других сфер экономики, кривая предложения оросительной воды своеобразна. Во-первых, следует отметить, что с точки зрения ценовой гибкости (эластичности) предложение воды – неэластичное предложение.

Ее запасы очень ограничены, и даже в условиях обеспечения наибольшего притока денежных средств, увеличение тарифа, после некоторой границы, мало повлияет на количество поставок воды [4]. В случае определенной стоимости тарифа  $S = S_m$  предлагаемое количество воды доходит до пороговой цены  $W_m$ , после которой асимптотически стремится от  $W \rightarrow W_m + \epsilon$ , и получаем случай абсолютно неэластичного предложения. В точке пересечения оси абсцисс ( $S = 0$ ) природа обеспечивает количество воды  $W_0$  (пояс свободного водопотребления). Очевидно, что любое перемещение кривой предложения представляет собой деформацию кривой предложения, поскольку, в определенной ситуации, крайние условия  $(W_0, 0)$  и  $(W_m, S_m)$  для всех кривых предложения одинаковы.

Полученная закономерность формирования кривой предложения дает основания для изучения особенностей функциональной связи количества и тарифа оросительной воды с другой точки зрения. На рисунке 7 изображены возможные кривые изменения предложения оросительной воды. 1-я кривая – расчетная кривая предложения оросительной воды, когда увеличение тарифа дает возможность объективного увеличения количества поставляемой воды. 2-я и 3-я кривые могут возникнуть в случае монополии на владение и поставку оросительной воды. Причем, ситуация 3 может иметь место на практике в том случае, когда монополия принадлежит государству. Государство, в определенных случаях, может взять на себя все расходы по поставке воды и предоставить ее водопотребителям бесплатно. 2-ая ситуация может иметь место и в том случае, когда монополия принадлежит

какому-либо лицу (или клану), и в том случае, когда она принадлежит государству. В случае 2-ой кривой хозяин монополии может предложить цену выше реальной ( $S_{mon}$ ), в результате чего величина спроса на оросительную воду уменьшится. В Армении это может привести к политическому, экономическому и социальному взрыву, поэтому следует исключить возможность возникновения подобной ситуации. В переходный период наиболее реалистичным считается применение 4-го случая. В этом случае, собственник водного ресурса – государство, сдав право на эксплуатацию водных объектов и систем водоснабжения частным управляющим (операторам), будет проводить тарифную политику таким образом, чтобы предоставление воды для орошения стало взаимоуступкой между "эффективным использованием" и принципом "справедливости" [4]. С течением времени кривая 4 должна трансформироваться с расчетной кривой 1.

Несомненно, задачи управления предложением и спросом намного сложнее и разнообразнее. В рамках статьи лишь кратко было представлено их общее содержание. Далее в этой части указанные задачи будут рассмотрены более подробно.

Водопотребление требует учета, планирования, урегулирования и нормирования, с учетом дальнейших потребностей в воде и значения водных ресурсов по сравнению с другими природными ресурсами. Иными словами, водные ресурсы нуждаются в обдуманном, хорошо ор-

ганизованном и запланированном управлении.

В течение предыдущих десятилетий задачи естественного развития и перестройки внутренних сетей водоснабжения городов и населенных пунктов, их пояности, рационального распределения, использования и учета питьевой воды на практике оставались вне внимания органов, планирующих развитие и финансирование системы. В частности, остались без внимания задачи осуществления структурных преобразований, соответствующих рыночным требованиям, а также внедрения четких и эффективно действующих механизмов управления. Деятельность системы осуществлялась без внедрения и применения полноценных рыночных принципов, полномочия управления водной отраслью были распределены между различными государственными органами, которые не проводили единой политики. Посредством установления тарифов ниже себестоимости воды в данной сфере государство проводит политику бюджетного кредитования или субсидирования, однако по отношению к деятельности компаний осуществляется недостаточный мониторинг и надзор.

Отсутствие четкой системы учета крайне отрицательно сказывается на эффективной организации экономики, прибыльности и управляемости, приводя к неэффективному использованию финансовых и человеческих ресурсов, росту утечек и потерь, неуправляемости ресурсами, повышению тарифов на поставляемую воду, снижению конкурентоспособности и, в конечном счете, приводит компании к банкротству.

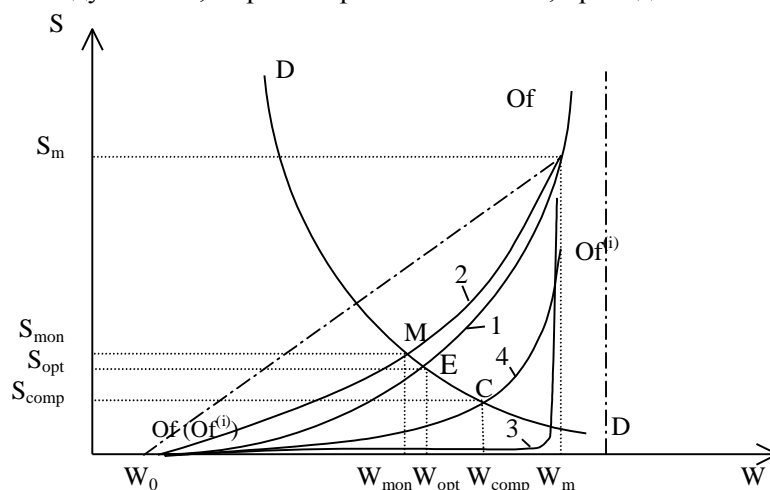


Рис. 7. Возможные кривые изменения предложения оросительной воды

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕДЛОЖЕНИЯ И СПРОСА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Около 60% водопроводных сетей, действующих в системе, были сооружены более чем 20 лет назад, трубопроводы находятся в аварийном состоянии и очень часто не выдерживают давления воды. В результате значительного износа труб в системах водоснабжения и водоотведения, а также низкого уровня строительных и восстановительных работ, количество аварий в сетях водоснабжения значительно возросло. Согласно проведенным исследованиям и оценкам в системе водоснабжения средний коэффициент потерь составляет 80%. Такой уровень потерь не только удваивает фактическую себестоимость поставляемой воды, но и создает благоприятные условия для возникновения эпидемий, появления вредных для здоровья человека веществ в водопроводной воде, что можно считать более опасным воздействием.

Несмотря на то, что на сегодняшнем этапе очень часто показатель потерь чисто оценочный и пока не существует всеобъемлющей системы учета, тем не менее, сокращение потерь должно стать основной, первоочередной задачей на ближайшие годы. В связи с этим очень важна классификация потерь и их причин, а также разработка отдельной программы мероприятий для решения проблем по каждой группе причин.

Для определения нормативных потерь по отдельным населенным пунктам и системам водоснабжения необходимо:

- осуществление исследования технического состояния действующих головных структур, водоводов и сетей;
- внедрение всеобъемлющей расчетной системы с установлением водомерных систем на головных структурах и водоводах, делителях и входных линиях многоквартирных зданий.

Восстановление и охрана действующей системы водоснабжения и водоотведения представляет собой насущную важнейшую задачу, является ключом к раскрытию возможностей эффективности деятельности компаний. Составной частью является внедрение технической системы учета питьевой воды, которая включает в себя:

- учет воды, извлекаемой из родника;

- учет воды, используемой в технологическом процессе;
- учет воды, поставляемой в город по водопроводам;
- учет воды в точках разделения филиалов водоснабжающих компаний;
- учет воды на входных линиях многоквартирных домов и по водомерам, установленным у отдельных водопотребителей.

Основным принципом использования систем водоснабжения и водоотведения, экономического регулирования, восстановления и охраны водных ресурсов является платность водопользования.

Поскольку не установлена реальная цена за воду и не ведется учет оплат за воду, не просто расточаются водные ресурсы, но и расходуются большие средства для установления новых приборов учета воды и увеличения мощности существующих.

Платы, взимаемые за воду, должны стимулировать ее эффективное использование, восстановление и охрану водных ресурсов. По нашему мнению, они должны быть установлены таким образом, чтобы можно было обеспечить на достойном уровне:

- выплаты за использование водных ресурсов;
- расходы на финансирование восстановления и охраны водных ресурсов, использование и охрану систем водоснабжения и водоотведения;
- расходы на эффективное управление водными ресурсами (включая мероприятия по дебиюрократизации отрасли, публичные обсуждения проблем с общественностью, по мониторингу, планированию и внедрению новых технологий);
- создание системы экономических рычагов (стимуляторов), благоприятствующих эффективному использованию систем водоснабжения и водоотведения, и поддержания качества воды на должном уровне.

Неэффективность практики управления водными ресурсами Армении на сегодняшний день в большей степени обусловлена существующей



неэффективной тарифной политикой, проводимой регулирующим органом. Установленные тарифы на воду не позволяют возмещать расходы на водоснабжение, а необходимые объемы субсидий не могут быть обеспечены по причине бюджетного дефицита и наличия большого внешнего долга.

Тарифы, действующие на сегодняшний день, установлены в виде единой цены за 1 м<sup>3</sup> использованной воды и не содержат переменных составляющих, ставящих цену за воду в зависимость от других факторов (вида использования, качества поставляемой воды, источника, степени загрязнения и др.).

Вообще, тарифы на питьевую воду, согласно Водному кодексу РА, могут включать стоимость услуги, возмещение амортизации основных средств, величину допустимой (благоразумной) прибыли, расходы на обслуживание кредитов, обоснованные и необходимые страховые расходы, обоснованные технологические потери и иные обоснованные и необходимые расходы, предусмотренные законодательством. Включение указанных расходов в тариф на практике возможно осуществить постепенно. На начальном этапе капитальные расходы, по нашему мнению, все еще должны осуществляться непосредственно государством, в основном, в рамках кредитных программ, финансируемых МБ и другими организациями-донорами. Далее, когда система будет развита до состояния возможной оптимальной деятельности, в контексте инвестиционной политики может возникнуть необходимость включения в тарифы на воду также определенной части амортизационных отчислений – в качестве источника финансирования дальнейших капитальных инвестиций.

Улучшение тарифной политики должно сопровождаться внедрением системы учета посредством решения проблемы накопленных за прошедший период обязательств. Для того, чтобы тариф установленный за 1 м<sup>3</sup> потребленной воды действовал полноценно, необходимо знать сколько воды используется вообще, т.е. создать систему учета воды. Учет вод представляет возможность решения двух важнейших задач:

1. при наличии индивидуального учета и желания, решение вопроса предоставления целевых пособий (субсидий) социально необеспеченным, неплатежеспособным потребителям;
2. исключение применения в качестве меры наказания лишения воды за неуплату. Согласно показателю водомера, при указании количества воды, израсходованной неплатившим потребителем, проблема может быть решена в правовом поле. В этом контексте будут обеспечены также положения принятой ООН резолюции относительно неприменения лишения воды в качестве средства наказания.

На сегодняшний день в Армении осуществляется полный переход деятельности ЗАО Ереванский "Водоканал", осуществляющего водоснабжение и водоотведение города Еревана на рыночные принципы, что предполагает перевод взаимоотношений поставщика и потребителя из сферы неопределенности учета и выплат в сферу технически измеряемых, рассчитываемых стоимостей с целью уравнивания интересов поставщика, потребителя и государства, а также обеспечения 24-часового непрерывного водоснабжения.

## Л и т е р а т у р а

1. **Маркосян А.Х., Мартиросян Г.А., Токмаджян О.В.** Экономика водных ресурсов. Издательство ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева, Санкт-Петербург 2005 г., 508 стр.
2. **Самюэльсон П.А., Нордхаус У.Д.** Экономика. том II, Микроэкономика: Ереван, 1997, 455 стр.
3. **Токмаджян О.В., Оганесян Г.С., Маркосян А.Х.** Особенности изменения спроса и

- предложения на оросительную воду. //Доклады Национальной академии наук, Водные ресурсы, № 3, 2002.
4. **Макеян П.С., Токмаджян Г.В., Завадян Ю.Л., Маркосян А.Х.** О влиянии денежных поступлений на тариф оросительной воды //Агронаука, № 11-12, 1998, стр. 654-657.

**ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕОЦЕНКИ И ИНВЕНТАРИЗАЦИИ НЕЗАВЕРШЕННЫХ  
ВНЕОБОРОТНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ И ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ  
ОРГАНИЗАЦИЙ, ПРЕДОСТАВЛЯЮЩИХ УСЛУГИ В СФЕРЕ  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

**Мкртумян М.М., Григорян Г.С.**

Ереванский Государственный Университет Архитектуры и Строительства  
ул. Теряна №109, г. Ереван, 375009, Армения

Из основных проблем и недостатков управления в водоснабжающих и ирригационных организациях республики можно выделить большой физический износ гидротехнических сооружений, в особенности, за последние годы в условиях расточительного использования и недостаточных финансовых вложений, низкой технической оснащенности неэффективности в деятельности организаций данной сферы. При этом, чтобы система была в технически удовлетворительном состоянии нужны инвестиции в несколько сотен миллионов долларов США [1].

Система водного хозяйства республики была одна из тех сфер, где в компаниях, созданных еще во времена Советского Союза, кроме организационно-правовых реформ, другие реформы не проводились. Несмотря на то, что такие перемены были продиктованы временем, эти перемены были недостаточны для улучшения дел в области.

Можно выделить основные подходы управленческой политики в сфере и ее отдельных частях:

- выбор дальнейшей формы управления,
- тарифная политика,
- выбор формы собственности и фиксация связанных с нею положений инвестиционной политики.

Для реформ надо иметь правильное представления о сфере, в частности, владеть информацией выраженной в физической и ценностной форме.

Для этого нужно переоценить и инвентаризировать основные средства системы. Однако,

выполнение этих работ связано с некоторыми трудностями (в системе имеются многочисленные недостатки связанные с учетом), в частности:

- в следствие проведенной в области реструктуризации некоторая часть основных средств в документах не была оформлена и осталась неучтенной;
- в следствие реструктуризации бухгалтерские проводки делались не всегда правильно;
- в некоторых случаях бухгалтерский учет проводился по отдельным объектам, в составе которых стоимость всех основных средств выражалось общей стоимостью объекта;
- капитальные вложения направленные на ремонт отдельной части объекта прибавились к стоимости всего объекта или отдельной строкой были зарегистрированы, как основное средство;
- одноименные основные средства, имеющие идентичное техническое состояние, часто оценивались по разному.

Имеющийся в республике опыт переоценочных работ (1993 г. /предприятия/, 1995 г. /гос. организации и бюджетные учреждения/) показывает, что эти переоценки не дали ожидаемый результат и не описывали реальную ситуацию в области, поскольку основой для выбранных подходов переоценки являлись только бухгалтерские данные.

В сфере водного хозяйства большое значение имела переоценка и инвентаризация незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств водоснабжающих и водоотводящих организаций. В деле реализаций

данного процесса важное значение имел закон РА "О переоценке и инвентаризации незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств компаний", принятый 15-го ноября 2001 г. (отныне Закон) [2]. По Закону предусматривалось переоценить незавершенные внеоборотные материальные активы и основные средства компаний в установленные сроки и при координации лица уполномоченного правительством РА.

При этих переоценках основных средств, переоценочная стоимость выглядела как реальная стоимость (без износа), т.е. рыночная стоимость основного средства установленная экспертизой.

Если основное средство отличалось оригинальностью или продаваемостью и у него не было сформировавшейся рыночной стоимости, то оно оценивалось по восстановительной стоимости за вычетом накопленного износа.

По Закону предусматривалось переоценить основные средства компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА только после инвентаризации. Результаты переоценки должны были быть подтверждены правительством РА.

Для выполнения положений Закона по решению правительства РА, было установлено [4], что государственный комитет водного хозяйства при правительстве РА должен до 1-го июля 2002 г. по установленным нормам, обеспечить завершение работ по переоценке и их результаты показать в годовом бухгалтерском балансе 2002 г. Государственному комитету водного хозяйства при правительстве РА и министерству Финансов и экономики было поручено в одномесячный срок, по установленным нормам, представить правительству РА предложения о необходимых финансовых источниках для выполнения работ по переоценке и инвентаризации основных средств.

Государственному комитету водного хозяйства при правительстве РА было поручено:

а) в 15-дневный срок совместно с министерствами Финансов и экономики РА и Управления государственным имуществом РА создать

межведомственный экспертный комитет, разработать его устав и по представленным комитетом данным до 1-ого июля 2002 г. установить переоценочные стоимости основных средств, отражаемых в бухгалтерских балансах компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА;

б) до 1-ого сентября 2002 г. представить для одобрения правительством РА переоценочные стоимости основных средств компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА.

В дальнейшем, по решению правительства РА №1605-Н, 10 октября 2002 г. [5] были сделаны изменения в решение правительства РА №1302, 29 декабря 2001 г. "О процессе переоценки незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА".

Исходя из соответствия принципов закона РА "О переоценке и инвентаризации незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА" и из требований решения правительства РА №1302, 29 декабря 2001 г. по решению правительства РА были утверждены результаты переоценки незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА согласно таблице 1 [6].

Председателю государственного комитета водного хозяйства при правительстве РА было поручено по установленным нормам обеспечить отражаемость результатов переоценки незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств в годовых финансовых отчетах 2002 года рассматриваемых компаний.

**ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕОЦЕНКИ И ИНВЕНТАРИЗАЦИИ НЕЗАВЕРШЕННЫХ ВНЕОБОРОТНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ И ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИЙ, ПРЕДОСТАВЛЯЮЩИХ УСЛУГИ В СФЕРЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

**Таблица 1**

**Результаты учета, инвентаризации и переоценки по рыночным и расходным методам незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА (тыс. драм)**

Наименование ЗАО	Учетная стоимость			Переоценочная стоимость		
	баланс	износ	остаток	стоимость восстановления	переоценочная стоимость	переоценочный износ
"Водоканал" Еревана	4252533,5	741393,5	3511139,9	83483473,9	28517211,3	54966262,6
"Армводоканал"	4064623,4	589650,3	3474973,1	99481256,3	37335879,0	62145377,3
"Орошение- водозабор"	4978666,1	558645,8	4420020,2	200627314,5	97325914,0	103301400,5
"Арагатское орошение"	3535594,1	123242,7	3412351,3	27885359,2	9007919,9	18877439,3
"Армавир- орошение"	1398501,5	17232,8	1381268,7	20386935,5	6457453,6	13929481,9
"Эджмиадзин- орошение"	884527,7	34399,5	850128,2	19906367,5	3968754,3	15937613,1
"Арзни- Шамирам- орошение"	3951748,5	140971,1	3810777,4	29520673,9	9167897,1	20352776,8
"Талин- орошение"	1834801,7	112007,8	1722793,9	27603269,5	11583019,5	16020250,0
"Матуни- орошение"	29118,5	4370,8	24747,7	3459209,2	437358,5	3021850,7
"Котайк- орошение"	507222,6	62018,4	445204,2	11077938,4	2447536,9	8630401,5
"Ереван- орошение"	179757,6	39958,1	139799,5	9115115,3	1518690,5	7596424,7
"Ширак- орошение"	318234,8	19839,9	298394,9	18690943,3	4842235,2	13848708,1
"Спитак- орошение"	125,3	87,6	37,7	287971,1	37861,1	250109,9
"Ехегнадзор- орошение"	112620,3	5030,6	107589,7	2626765,4	799145,2	1827620,2
"Вайк- орошение"	485735,9	9928,5	475807,3	2665342,1	1244795,5	1420546,7
"Ноемберян- орошение"	26352,9	2244,3	24108,6	7590440,5	2280431,4	5310009,1
<b>Всего</b>	<b>26560164,7</b>	<b>2461022,1</b>	<b>24099142,5</b>	<b>564408376,2</b>	<b>216972103,4</b>	<b>347436272,8</b>

При этом, по вышеуказанному решению правительства РА, компаниям, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при

правительстве РА, было разрешено ликвидировать или продать ненужные компаний основные средства и незавершенные внеоборотные материальные активы на 180.9 млн. драм.

В дальнейшем, по решению правительства РА N 2073-Н, 20 октября 2005 г. [7] были утверждены также результаты переоценки открытых и закрытых коллекторно-дренажных сетей. В результате, во исполнение решения правительства РА №1383-А, 16 октября 2003 г. "О переоценке основных средств ГЗАО "Мелиорация", правительства РА подтвердил результаты переоценки открытых коллекторно-дренажных сетей, находящихся на балансе ГЗАО "Мелио-

рация" и было поручено отразить их в годовом отчете бухгалтерского баланса 2005 г. согласно таблице 2.

Также были утверждены закрытая коллекторно-дренажная сеть (балансовой стоимостью 641754711 драм, таблица 3) и открытая коллекторно-дренажная сеть (балансовой стоимостью 88708007 драм, таблица 4) которые остались вне учета.

Таблица 2

Результаты переоценки открытых коллекторно-дренажных сетей, находящихся на балансе ГЗАО "Мелиорация" (2004 г.) по областям (драм)

Наименование области	Переоценочная балансовая стоимость	Износ	Остаточная стоимость (балансовая стоимость)
Арагатская	5331803142	5051410612	280392530
Армавирская	2567587673	2424211682	143375991
Гехаркунинская	90678373	85976211	4702161
Лорийская	139442738	132293710	7149027
Ширакская	125836250	119150238	6686012
Котайкская	6150500	5842975	307525
<b>Всего</b>	<b>8261498676</b>	<b>7818885431</b>	<b>442613245</b>

Таблица 3

Результаты оценки закрытых коллекторно-дренажных сетей, оставшихся вне учета (2004 г.) по областям (драм)

Наименования области	Оценочная балансовая стоимость	Износ	Остаточная стоимость (балансовая стоимость)
Арагатская	3442453872	3151620115	290833757
Армавирская	3979024462	3628103509	350920955
<b>Всего</b>	<b>7421478334</b>	<b>6779723623</b>	<b>641754711</b>

Таблица 4

Результаты оценки открытых коллекторно-дренажных сетей, оставшихся вне учета (2004 г.) по областям (драм)

Наименования области	Оценочная балансовая стоимость	Износ	Остаточная стоимость (балансовая стоимость)
Арагатская	571783808	539886987	31896821
Армавирская	418030481	396876231	21154250
Гехаркунинская	300334630	285383622	14951008
Лорийская	70943850	67386254	3557596
Ширакская	117725363	111839094	5886269
Котайкская	91991900	87392305	4599595
Арагацотнская	133249355	126586887	6662468
<b>Всего</b>	<b>1704059387</b>	<b>1615351380</b>	<b>88708007</b>

Вышеупомянутое имущество, было положено в уставной капитал ГЗАО "Мелиорация", тем самым увеличился уставной капитал за счет увеличения номинальной стоимости акций.

В общем, оценка и переоценка имущества компаний водного хозяйства позволила создать более точное представление о техническом состоянии и стоимости имущества.

### **Л и т е р а т у р а**

1. **Маркосян А.Х., Мкртумян М.М.** Государственное урегулирование естественных монополий (на армянском языке). Ереван, изд. "АРТ", 2002 г., 308 стр.
2. Закон РА "О переоценке и инвентаризации незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА", принятый 15-го ноября 2001 г.
3. Закон РА "О применении изменения в законе РА "О переоценке и инвентаризации незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА", принятый 16-го декабря 2002 г.
4. Решение правительства РА №1302, "О процессе переоценки незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА" принятый 29-го декабря 2001 г.
5. Решение правительства РА №1605-Н, "О применении изменения в решении правительства РА №1302 и №173", принятый 10-го октября 2002 г.
6. Решение правительства РА №1952-Н, "Об утверждении результатов переоценки незавершенных внеоборотных материальных активов и основных средств компаний, в которых управление 50% и больше акций осуществляется государственным комитетом водного хозяйства при правительстве РА", принятый 13-го декабря 2002 г.
7. Решение правительства РА №2073-Н, "Об утверждении результатов переоценки открытых и закрытых коллекторно-дренажных сетей РА", принятый 20-го октября 2005 г.

**PROBLEMS OF LAKE SEVAN WATER BALANCE DETERMINATION**

**Mher Mkrtumyan, Vladimir Movsisyan, Levon Vardanyan, Tigran Martirosyan**

Yerevan State University of Architecture and Construction  
Teryan str. 109, Yerevan 375009, Armenia

**INTRODUCTION**

Lake Sevan is a fresh-water high-altitude lake which in the nearest future can become one of the main potable water sources of the region. The lake is situated in the central part of the Republic of Armenia at the altitude of 1,900 m above sea level. It has two parts – Big and Small Sevan separated by Artanish and Noratus capes and an underwater hillock. Before artificial lowering of the lake water level its length was 75 km, average width 19 km (maximum – 32 km), average depth 41.3 m, deepest point was in Small Sevan reaching up to 98.7 m and the general volume was 58.5 billion cubic meters. After human intervention the lake water level its volume reduced by 32.9 billion cubic meters. Lake Sevan is fed by 28 rivers and feeders – Dznaget, Gavaraget, Argichin, Vardenis, Karchaghbiur, Masrik etc. The lake is also fed by underground springs and precipitation water. Only one river springs from the lake – Hrazdan.

In the time period from 1930 to 1960 on the Hrazdan River the Sevan-Hrazdan cascade of six hydroelectric power plants was built. As a result of wasteful usage of water resources and power potential the level of the lake fell. However, such water discharge has dramatically changed the Lake Sevan ecosystem. The lake has lost 40 per cent of its age-old; the water level has fallen by 13.5 m,

oxygen content in water decreased. To 2001 the lake level fell by 19.25 m. As a result of change of physicochemical properties of water stagnation of the lake began, and on its bottom growing of bluish green vegetation started. To prevent disaster it was decided to stop water discharge from the lake to produce energy (today a limited amount of water is charged for irrigation only). To protect Lake Sevan and raise effectiveness of its water resources construction of the Vorotan-Arpa-Sevan hydraulic structure was of prime importance. In an attempt to increase the volume of water in Lake Sevan and bring the level of water near to its natural level a part of the Vorotan and Arpa rivers is taken to the lake. It has been planned to raise the level of the lake by 6.0 m [1] compared with the 2001 level. At present the problem of Lake Sevan has entered a new very important phase of water economic based on minimal-optimal rise of the lake level. Therefore it is required accurate, reliable and integral approach in determination of the lake water balance and values of its components. First of all it concerns to the most important component – determination of vaporization value which strongly affects the most important component – active water yield which predetermines the rise of the lake level.

**RESULTS AND DISCUSSION**

On Lake Sevan and in its basin hydro-meteorological monitoring is conducting over one hundred years. Measurable magnitudes necessary for evaluation of water balance components are measured by which their volumetric values are determined. From the moment in 1933 when the volume of water

discharged from the lake prevailed its natural drain, save the natural indices, controlled water outlet to the Hrazdan River was also measured. In addition, artificial increase of the lake water resources by water importation through Arpa-Sevan tunnel since 1981 which also is a water balance controlled

component. The measured and designed values enable to form both monthly and annual water and water economic balances. Yet, design values of water balance components and especially of evaporation are not reliable, the fact that cast doubt on the entire balance estimation. There are several reasons for this situation - the lack of enough observation points where monitoring of the balance components is conducted, outdated equipment and poor methods used to determine design values. This implies that improvement of methods employed for conducting monitoring and making relevant computations has become imperative [2].

To increase Lake Sevan water balance and its components determination integrity, accuracy, and reliability can be provided only by implementation of hydrology monitoring and improvement of balance forming methodology. It will enable:

- to receive valuable and reliable hydrological information on Lake Sevan and its reservoir water bodies for designed intervals;
- to make grounded decisions on water economic measures, for designed time interval, in order to get exact values of the lake water resource and water regime change;
- to draw up a harmonized water and water economic balances which can illustrate integrity of components of those balances, their accuracy and reliability.

The average annual quantity of evaporation from the lake total surface area amounts to 85 per cent of the natural inflow which 3.5 times greater than water yield of the lake. Hence the importance of determination of evaporation amount and its cumulative value today.

At present the evaporation value is determined by a method of calculation, using statistical and other empiric data based on previous measurement relationships [3]. The main task here is restoration of previous measurement facilities which means to revive the Sevan Lake evaporation basin of hydro-meteorology observing station and evaporators at the same site and other stations, as well as review calculation techniques related to employing of new data obtained by evaporators.

The lake surface inflow is the main part of the natural inflow. Rivers streams measurements are

not sufficient and the methodology of determination of the entire surface inflow based on the results of these measurements is not reliable. It is necessary to develop a new methodology which will take into account streams of rivers which are not measured, water intake from rivers, change of streams from the observing station to the lake, from "dry" areas to the lake intake.

The average annual precipitation in the lake basin, as a rule, is less than in the lakeshore zone and is of time-dependent behavior. Therefore, precipitation should be measured directly (mainly over Big Sevan) and create new empiric relationship to determine seasonal quantity of precipitation.

The lake water level measurements which determine the volume of accumulated water in the lake together with measurements of controllable components of the lake allow the active water yield of the lake and water balance error to be determined directly.

The intake of the lake underground water in the current water balance is assumed constant during years and equal to 93 million cubic meters yearly and 93/12 monthly. This measure and assumption of its being constant and monthly distribution uniformity are questionable. The measure of underground water intake, as a rule, for sequential phases of the lake problem development had different estimate values. Particularly, after lowering of the water level stopped it was esteemed 120 million cubic meters which also is questionable. For the phase of raising the lake water level it is necessary to develop a new method of calculation taking into account the circumstance that parallel to the water level raise activation of filtration phenomena in lakeshore soils may be assumed. To determine the deep stream it will be necessary to prepare water balance of water catchment basin of the lake while reviewing underground water intake calculation and to determine water filtration measure the previous calculation results should be reviewed.

To provide water balance accuracy and reliability it is desired to draw balance of the lake water catchment basin water balance, according it with the lake balance, as well as to evaluate the lake underground water intake yearly and seasonal variations. To this end it will be necessary to perform additional weather observations and casual measurements.



## CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

The reliability of drawing up the lake water balance will rise in case of the balance components full-value determination, the above mentioned observation enlargement their development methods reviewing and improvement.

The following research program is suggested:

1. Reviewing and improving of methodology of determination of evaporation volumes from the lake surface; development of a program package.
2. Improving of surface intake assessment methodology.
3. Revaluating yearly and seasonal precipitation over the lake basin and water water-mirror surface; calculation methods improvement.
4. Improving methodology of the lake natural stream (active water yield) prediction.
5. Drawing up the lake water catchment basin water balance; hydrological – balance assessment of the lake underground water intake.

6. Improving the methodology of the lake underground inflow and outflow determination according to variation of the lake level.

7. Upgrading of the water and water economic balanced balance forming method; developing of a guide for correction of previous errors and balances. Reviewing and improving of the lake water and water economic current balance preparing methodology and presentation form.

8. Developing of methodology for determination of climate change influence on the lake and its basin water resources, and calculated characteristics. Developing scenarios of air temperature, humidity, wind velocity change based on the results obtained by global and regional models.

The above suggested measures can be successfully being applicable for a number of other lakes.

## References

1. Sevan Lake // <http://www.encyclopedia.am/pages.php?bld=1&hld=723>
2. Resolution No 987 of 14 July 2011 of the Government of the Republic of Armenia "On adopting the program of measures for conduction of Lake Sevan ecosystem and hydrological monitoring developed by the Commission at the President of the Republic of Armenia".
3. **Vardanyan, L.R., Nikoghosyan, H.T., Tokmajyan, L.V., Martirosyan, T.S.** "On evaporation from Lake Sevan ". //Bulletin of Yerevan State University of Architecture and Construction, Yerevan, Armenia, 2012, No6 (320) pp. 32-35.

**ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ  
ГИПЕРКОНЦЕНТРИРОВАННОГО НАНОСАМИ (СВЯЗНОГО) СЕЛЯ  
С ПЕРЕМЕННЫМ РАСХОДОМ ВДОЛЬ ПУТИ**

Натишвили О.Г., **Тевзадзе В.И.**, Чарбадзе З.Д., Нибладзе Н.Ш.

Email: zemfira42@mail.ru

Институт водного хозяйства Грузинского Технического Университета  
пр. И. Чавчавадзе, 60, г. Тбилиси, Грузия

Одним из грозных проявлений стихии, приносящей большие бедствия, сопровождающиеся часто человеческими жертвами, являются селевые потоки. Сформировавшаяся смесь движется по руслу водотока в виде гиперконцентрированного (связного, структурного грязекаменного потока (если количество ливневых осадков находится в пределах 10 ÷ 20% веса селевой смеси) или несвязного (низкоконцентрированного турбулентного) потока (количество ливневых осадков 70 ÷ 80% веса всей смеси) или ливневого паводка (количество ливневых осадков более 95% веса смеси) [ 1]. Плотность гиперконцентрированной смеси 1.8 ÷ 2.3 т/м<sup>3</sup>; движущая среда – пластический грязекаменный конгломерат.

Турбулентный (низкоконцентрированный, несвязной) селевой поток – эта водная среда, часто обогащенная коллоидной взвесью, он

транспортирует щебенистую массу и отдельные крупные камни; его плотность меняется от 1,1 до 1,7 т /м<sup>3</sup>, твёрдые включения 10 ÷ 70% по массе. Транспортирующая среда вода или водокolloидная смесь [1].

При движении гиперконцентрированного селя в русле водотока, поток часто захватывает селевые отложения и расход потока увеличивается вдоль пути.

Изменение количества движения объема селя между сечениями 1 ÷ 1 и 2 ÷ 2 равно (см. рис . 1), а количество движения потока в створе (1 ÷ 1) за единицу времени будет:

$$\frac{\gamma}{g} \cdot QV, \tag{1}$$

где :  $\gamma$  – удельный вес,  $g$  – ускорение силы тяжести,  $Q$  – расход потока,  $V$  – средняя по живому сечению скорость потока.

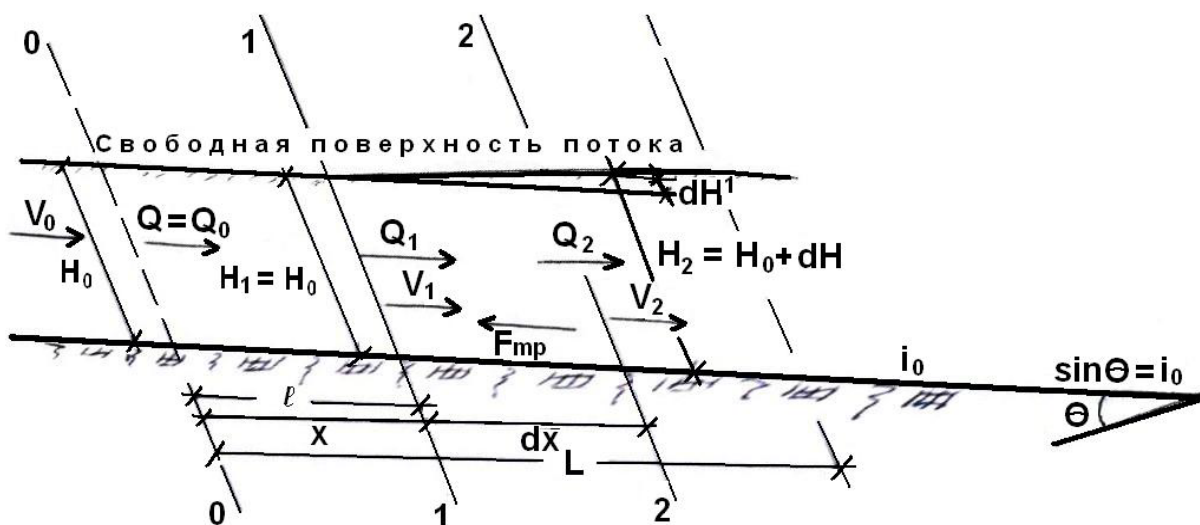


Рис.1. Схема изменения расхода селя вдоль движения

Аналогично, количество движения в створе 2 ÷ 2 будет:

$$\frac{\gamma}{g} \cdot (Q + dQ)(V + dV). \quad (2)$$

Изменение количества движения между створами будет:

$$\begin{aligned} \frac{\gamma}{g} \cdot (Q + dQ)(V + dV) - \frac{\gamma}{g} \cdot QV = \\ = \frac{\gamma}{g} \cdot [QdV + (V + dV)dQ] \end{aligned} \quad (3)$$

Вес объема селя  $G$  между сечениями (1 ÷ 1) и (2 ÷ 2) с учётом уклона водотока будет:

$$G \sin \theta = \gamma \cdot i_0 \cdot (\omega + \frac{1}{2}d\omega) \cdot dx, \quad (4)$$

где:  $i_0 = \sin \theta$  – уклон водотока на рассмотренном участке. Член, содержащий  $dx d\omega$  из-за малости опускается, тогда в замен (4) будем иметь:

$$G \sin \theta = \gamma \cdot i_0 \cdot \omega \cdot dx \quad (5)$$

где:  $\omega$  площадь живого сечения.

Потери напора на трение между сечениями будут:

$$h_{mp} = i_{mp} dx \quad (6)$$

где из [2]:

$$i_{mp} = \frac{v}{gH^3 \cdot t(\beta)} \quad (7)$$

$$f(\beta) = \frac{\beta}{2}(\beta^2 - 1) + \frac{1}{3}(1 + \beta^2) \quad (8)$$

$\beta = \frac{h_0}{H}$  – относительная глубина потока;  $h_0$  – глубина ядра потока;  $H$  – полная глубина [3]:

$$h_0 = H \left( 3 \frac{V}{V_0} - 2 \right) \quad (9)$$

где:  $V_0 = V_{\max}$  – скорость ядра потока (безградиентного слоя) т.е. скорость на свободной поверхности потока.

Сила трения действующая вдоль русла, эквивалентна давлению, обусловленному напором израсходованным на преодоление суммарного трения, умноженному на среднюю площадь в живом сечении будет:

$$F_{mp} = \gamma \cdot \left( \omega + \frac{1}{2}d\omega \right) \cdot i_{mp} \cdot dx = \gamma \cdot \omega \cdot i_{mp} dx \quad (10)$$

В зависимости (10) член  $dx d\omega$  из за малости опущен.

Сила давления в створе 1 ÷ 1 в направлении движения потока, равна гидростатическому давлению в центре тяжести площади живого сечения  $\omega$ , умноженному на площадь живого сечения т.е.

$$P_1 = \gamma \cdot \bar{Z} \cdot \omega, \quad (11)$$

где  $\bar{Z}$  – глубина погружения центра тяжести площади живого сечения отсчитанная от свободной поверхности потока.

Аналогично для створа (2 ÷ 2) получим:

$$P_2 = \gamma(\bar{Z} + dH)\omega + \frac{\gamma}{2}d\omega dH;$$

так как  $d\omega dH \approx 0$  получим:

$$P_2 = \gamma(\bar{Z} + dH)\omega, \quad (12)$$

где:  $dH$  – разность глубин между створами (1 ÷ 1) и (2 ÷ 2).

Результирующая сила давления между створами будет:

$$P_1 - P_2 = -\gamma \cdot \omega \cdot dH \quad (13)$$

Приравнивая изменение количества объёма между сечениями (1 ÷ 1) и (2 ÷ 2), с учётом (3) ко всем внешним силам, действующим на объём между сечениями (1 ÷ 1) и (2 ÷ 2), получим:

$$\begin{aligned} \frac{\gamma}{g} [Q \cdot dV + (V + dV)dQ] = \\ = P_1 - P_2 + G \sin \theta - F_{mp} \end{aligned} \quad (14)$$

Пренебрегая членами  $dV$  и  $dQ$ , и подставляя в (14) соответственно (5), (10) и (13), заменяя дифференциалы на конечные приращения, взамен (14) получим:

$$\begin{aligned} \frac{\gamma}{g} [Q\Delta V + (V + \Delta V)\Delta Q] = \\ = - \int_0^{\Delta H} \omega dH + \gamma i_0 \int_0^{\Delta x} \omega dx - \gamma i_{mp} \int_0^{\Delta x} \omega dx = \\ = \gamma \bar{\omega} \Delta H - \gamma i_0 \bar{\omega} \Delta x - \gamma i_{mp} \bar{\omega} \Delta x \end{aligned} \quad (15)$$

где:  $\bar{\omega}$  – средняя площадь живого сечения между створами:

**ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ ГИПЕРКОНЦЕНТРИРОВАННОГО НАНОСАМИ (СВЯЗНОГО) СЕЛЯ С ПЕРЕМЕННЫМ РАСХОДОМ ВДОЛЬ ПУТИ**

$$\bar{\omega} = \frac{Q_1 + Q_2}{V_1 + V_2} \quad (16)$$

Тогда зависимость (15), допуская что  $\Delta V \Delta Q$  можно переписать таким образом получаем:

$$\frac{\gamma}{g} [Q \Delta V + V \Delta Q] = -\gamma \bar{\omega} \Delta H + \gamma i_0 \bar{\omega} \Delta x - \gamma \bar{\omega} i_{mp} \Delta x$$

Принимая во внимание (16) а также что  $Q = Q_1; V + \Delta V = V_2$  получим:

$$\Delta H \gamma \frac{Q_1 + Q_2}{V_1 + V_2} = -\frac{\gamma}{g} Q \Delta V + \frac{\gamma}{g} V \Delta Q + \gamma i_0 \frac{Q_1 + Q_2}{V_1 + V_2} \Delta x - \gamma \frac{Q_1 + Q_2}{V_1 + V_2} i_{mp} \Delta x$$

или

$$\Delta H = -\frac{Q_1}{g} \left( \frac{V_1 + V_2}{Q_1 + Q_2} \right) \left( \Delta V + \frac{V_2}{Q_1} \Delta Q \right) + i_0 \Delta x - i_{mp} \Delta x \quad (17)$$

Полученное уравнение (17) мало отличается от общеизвестных уравнений для построения кривых свободной поверхности с привлечением численных методов расчета, но специфика в данном случае заключается в определении члена сопротивления для гиперконцентрированных селевых потоков.

Так как уклон дна русла положительный, следует учесть очевидное соотношение:

$$\Delta H' = -\Delta H + i_0 \Delta x \quad (18)$$

Тогда зависимость (17) примет вид:

$$\Delta H' = -\frac{Q_1}{g} \left( \frac{V_1 + V_2}{Q_1 + Q_2} \right) \left( \Delta V + \frac{V_2}{Q_1} \Delta Q \right) + i_{mp} \Delta x \quad (19)$$

Зависимость (19) позволяет построить кривую свободной поверхности гиперконцентрированного наносами селевого потока за счет захвата селевых отложений в селеносном водотоке (передвижение головной части связного селевого потока при легкодеформируемой поверхности русла [2]).

Аналогично можно рассчитать кривую свободной поверхности при трудно деформируемой поверхности русла когда наблюдается кривая спада свободной поверхности потока [2].

**Пример:**

Допустим русло прямоугольное. В створах 1÷1 и 0÷0  $B = 10 м$ , расход селя

$Q_0 = Q = Q_1 = 600 м^3 / с$ , уклон селеносного водотока  $i_0 = 0,009$ , коэффициент кинематической вязкости  $\nu = 0,003 м^2 / с$ .

**Решение:**

Допустим  $\beta = 0,6$ . тогда  $f(\beta) = 0,069$ . Определим глубину потока в створах 0÷0, 1÷1 при равномерном режиме движения [2]:

$$H_1 = \sqrt[3]{\frac{Q_1 \nu}{B i_0 g f(\beta)}} = \sqrt[3]{\frac{600 \cdot 0,003}{10 \cdot 9,81 \cdot 0,069 \cdot 0,02}} = 2,38 м$$

Допустим  $Q_2 = 700 м^3 / с$

$$H_2 = \sqrt[3]{\frac{700 \cdot 0,003}{10 \cdot 9,81 \cdot 0,02 \cdot 0,069}} = 2,49 м$$

$$H_1 + H_2 = 2,38 + 2,49 = 4,87 м$$

$$\frac{H_1 + H_2}{2} = \frac{4,87}{2} = 2,435 м$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{H_1 B} = \frac{600}{2,38 \cdot 10} = 25,2 м/с;$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{H_2 B} = \frac{700}{2,49 \cdot 10} = 28,11 м/с$$

$$Q_{cp} = \frac{600 + 700}{2} = 650 м/с$$

$$i_{mp} = \frac{650 \cdot 0,003}{10 \cdot 9,81 \cdot 2,435^3 \cdot 0,69} = 0,135$$

$$\Delta H = H_2 - H_1 = 2,49 - 2,38 = 0,11 м.$$

Принимая во внимание (17) будем иметь:

$$\Delta x (i_{mp} - i_0) = \Delta H + \frac{Q_1}{g} \left( \frac{V_1 + V_2}{Q_1 + Q_2} \right) \left( \Delta V + \frac{V_2}{Q_1} \Delta Q \right)$$

тогда:

$$\Delta x (0,135 - 0,02) = 0,11 + \frac{600}{9,81} \left( \frac{25,2 + 28,11}{600 + 700} \right) \times \left( 2,91 + \frac{28,11}{600} \cdot 100 \right)$$

$$\Delta x \times 0,115 = 19,68$$

$$\Delta x = \frac{19,68}{0,115} = 171,1 м.$$

Получается, что для рассмотренного случая от сечения 1÷1 на расстоянии  $\Delta x = 171,1 м$  расход увеличивается на  $\Delta Q = 100 м/с$  и

станет  $Q_2 = 700 \text{ м}^3/\text{с}$ . Увеличение расхода осуществляется за счет захвата рыхлого материала, отложенного в русле водотока. Добавочный расход на единицу длины будет  $q = \frac{100}{171.1} = 0.584 \text{ м}^2/\text{с}$ , скорость потока увеличится на  $\Delta V = 2.92$

м/с, а глубина потока увеличится на  $\Delta = 0.11 \text{ м}$ .

Принимая во внимание уклон водотока:

$$\Delta H' = -\Delta H + i_0 \Delta x = -0,11 + 0,02 \cdot 171,1 = 3,312 \text{ м}.$$

Изложенная методика позволяет в любом сечении водотока определить все необходимые гидравлические параметры потока.

### Л и т е р а т у р а

1. Гагошидзе М.С. Селевые явления и борьба с ними. Тбилиси, изд. «Сабчота Сакартвело», 1970 г., 381 стр.
2. **ნატიშვილი ო.გ., ტევზაძე ვ.ი.** Основы динамики селей. Тбилиси, 2007 г., 213 стр.
3. **ნატიშვილი ო.გ., ტევზაძე ვ.ი.** Оценка глубины безградиентного и градиентного слоев гиперконцентрированного потока //Ж. «Гидротехническое строительство», 2011 г., №12, стр. 57-59.

## ПОГЛОТИТЕЛЬ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Овсепян Г.Ш., Калантарян М.А.

Email: [gohar2007@mail.ru](mailto:gohar2007@mail.ru); [kalantaryanm@mail.ru](mailto:kalantaryanm@mail.ru)

Ереванский Государственный Университет Архитектуры и Строительства  
0009, Армения, г. Ереван, ул. Теряна 105

Проблема защиты водоемов от загрязнений и сохранения водных ресурсов нашей планеты с каждым годом становится все более острой и стала одной из самых важных проблем для любой страны мира.

В мировом масштабе одним из самых распространенных и самых опасных загрязняющих веществ в гидросфере сегодня является нефть и нефтепродукты, попадающие в водную среду в результате естественных выходов в районах залегания, при грубых нарушениях технологии и добычи нефти, ее транспортировки, переработки и использования в качестве топлива и промышленного сырья, а так же в результате различных аварий [1].

Нефть представляет собой сложную смесь углеводородов ( $C_xH_y$ ) и их производных; каждое из этих соединений рассматривается как самостоятельный токсикант.

Разлив нефтепродуктов на воде является очень серьезной экологической катастрофой, последствия которой страдают мелкие живые организмы, флора, птицы и многие морские млекопитающие.

Чтобы не допустить всех этих последствий необходимо оперативно устранить последствия разлива нефтепродуктов в водоемах. Для этих целей разработаны и разрабатываются разные методы устранения очистки вод от нефти и нефтепродуктов.

Для удаления нефти и нефтепродуктов от водной поверхности широко применяются разные сорбенты, которые удовлетворяют требования нефтяных сорбентов [2].

В наших предыдущих работах мы проводили исследования возможности применения вспученного обсидиана в качестве поглотителя нефти и нефтепродуктов.

Для осуществления этой цели, отбирали три разные фракции 2,5÷5,0 мм, 5,0÷10,0 мм и 10,0÷20,0 мм измельченного вспученного обсидиана и исследовали поглощаемую способность по керосину<sup>\*</sup>), трансформаторному маслу<sup>\*\*</sup>), машинному маслу<sup>\*\*\*</sup>) [3,4].

Исследования показали, что вспученный обсидиан проявляет поглощаемую способность по отношению к вышеуказанным нефтепродуктам.

Целью настоящей работы является исследование поглотительной способности разных фракций (2,5÷5,0; 5,0÷10,0; 10,0÷20,0 мм) вспученного обсидиана смеси керосина, трансформаторного масла и машинного масла с поверхности воды.

На поверхность воды наливали смесь вышеуказанных нефтепродуктов (равными объемами) и поместили туда вспученный обсидиан. Опыты

<sup>\*</sup>) в состав входят: предельные алифатические углеводороды – 20-60 %, нафтеновые 20-50 %, бициклические ароматические 5-25 %, непредельные – до 2 %.

<sup>\*\*</sup>) представляют собой сложную смесь парафиновых, нафтеновых, ароматических и нафтоароматических углеводородов, а также их кислородных, сернистых и азотсодержащих производных.

<sup>\*\*\*</sup>) представляют собой смеси остаточного и дистиллятных компонентов, а также синтетические продукты.

проводились весовым методом, при комнатной температуре (20<sup>0</sup>С). Проведенные опыты представлены на рис. 1-3.

Даже визуально четко видно, что при размерах частиц вспученного обсидиана 2,5÷5,0 мм;

5,0÷10,0 мм происходит очищение воды от нефтепродуктов.

Ниже приведены кривые зависимости поглощаемости нефтепродуктов от фракционного состава и времени поглощения из поверхности воды.



Рис. 1. Химические стаканы со смесью нефтепродуктов



Рис. 2. Химические стаканы со смесью нефтепродуктов и вспученным обсидианом

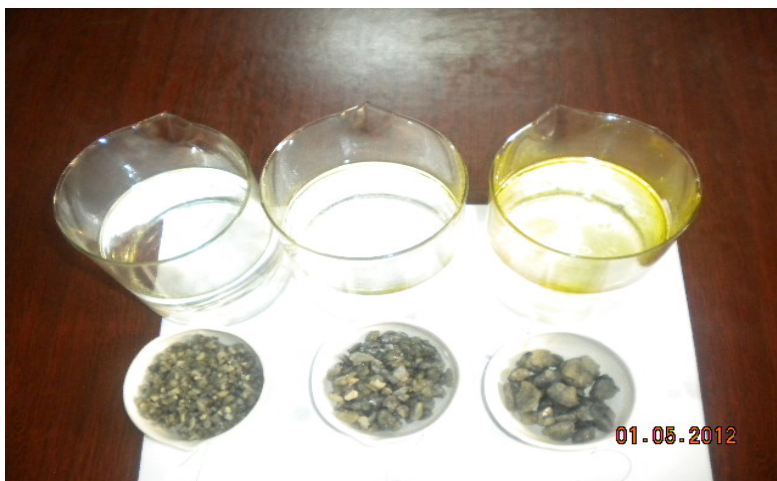
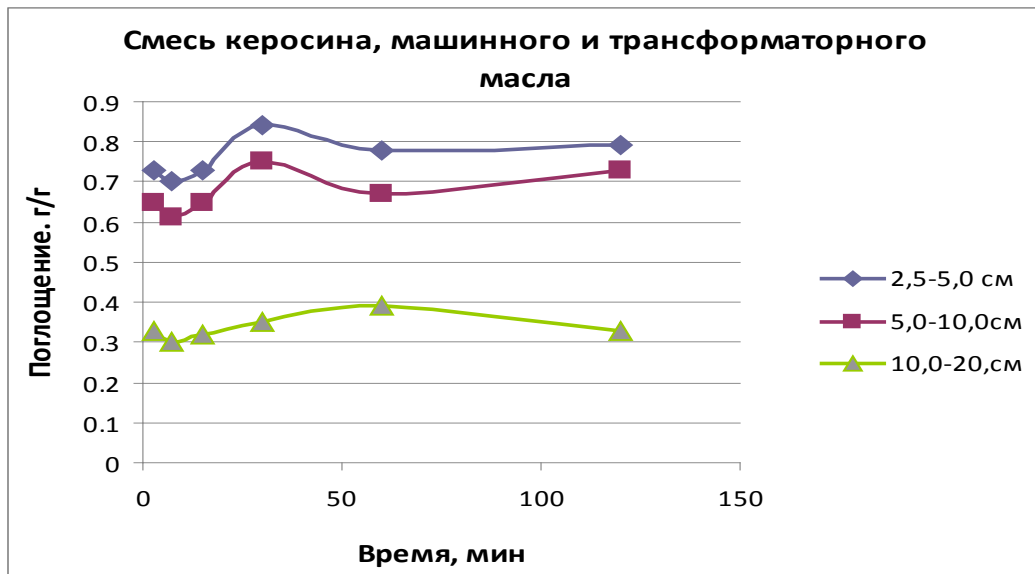


Рис. 3. Очищенная вода и вспученный обсидиан после поглощения

**ПОГЛОТИТЕЛЬ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ  
ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**



**Рис. 4. Кривые зависимости поглощаемости нефтепродуктов от фракционного состава и времени поглощения из поверхности воды**

Из приведенных кривых очевидно, что образцы вспученного обсидиана проявляют значительную поглощаемость, при этом наибольшей поглощаемостью выделяется фракция 2,5÷5,0 мм и 5,0÷10,0 мм, которая достигается за 30 минут. Для фракций 2,5÷5,0 мм наибольшая поглощаемость 0,84 г/г (степень очистки ≈ 96%), а для фракции 5,0÷10,0 мм наибольшая поглощаемость 0,75 г/г (степень очистки ≈ 94%), и достигается за 30 минут, а для 10,0÷20,0 мм наибольшая поглощаемость 0,39 г/г (степень очистки ≈ 82%) и достигается за 60 минут.

Все образцы вспученного обсидиана прояв-

ляют некоторую водопоглощаемость. Так как вспученный обсидиан по своей сути гидрофобный материал и имеет разнородную структуру [5], то для увеличения нефтепоглощаемости в дальнейшем намечается модифицировать поверхность вспученного обсидиана для изменения соотношения размеров пор.

Таким образом, проведенные исследования показали, что вспученный обсидиан удовлетворяет требованиям нефтяных поглотителей и может успешно применяться для очистки водной поверхности от нефтепродуктов, в частности, керосина, трансформаторного и машинного масел.

### Л и т е р а т у р а

1. Садовникова Л.К., Орлов Д.С., Лозановская И.Н. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении. М.: "Высшая школа", 2008 г., 333 стр.
2. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты. М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003, 268 стр.
3. Hovsepian G., Safaryan A., Kalantaryan M., Sargsyan T. Bloated obsidian as oil sorbent. //Proceedings of the 4<sup>th</sup> international conference on contemporary problems in architecture and construction. Volume 2, September 24-27, 2012, Czestochowa, Poland. pp. 479-482.
4. Հովսեփյան Գ.Շ., Սաֆարյան Ա.Մ., Քալանտարյան Մ.Ա., Մարգարյան Թ.Մ. Զրի մակերևույթը նավթից և նավթամթերքից մաքրման կլանիչ//Արտոնագիր N2767 А, 2013 թ.
5. Саркисян Т., Израелян В. Вспученные обсидианы. //Сб. науч. трудов Ереванского государственного университета архитектуры и строительства Т. I (34), Ереван 2009, стр. 124-127.



## VISCOUS LIQUID CONSTANT MOTION IN THE OPEN CYLINDRICAL BEDS

Arestak Sarukhanyan,<sup>1)</sup> Hovhannes Tokmajyan,<sup>1)</sup> Karapet Ohanyan<sup>2)</sup>

Email: [vtokmajyan@ysuac.am](mailto:vtokmajyan@ysuac.am)

<sup>1)</sup> Yerevan State University of Architecture and Construction  
Teryan ave. 109, Yerevan 375009, Armenia

<sup>2)</sup> C.C. "Yerevan Jur"  
Abovyan ave. 66a, Yerevan 375025, Armenia

### 1. INTRODUCTION

The cylindrical open beds could be different in the length surface of the river. In these types of beds viscous liquid laminar motion probably has low speed or high amount of viscous liquid at the time of motion.

In the open cylindrical beds at the time of viscous liquid laminar motion, liquid elements do only length changes.

If the direction of liquid equal to axle spindle then  $U_x = U_y = 0$ ,  $U_z = U_z(x, y)$  (see Fig. 1.). In this conditions the deferential equation of liquid motion will have the following appearance [1, 2, 3].

$$\nu \left( \frac{\partial^2 U_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_z}{\partial y^2} \right) + F_z = 0, \quad (1)$$

$$\nu \left( \frac{\partial^2 U_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_z}{\partial y^2} \right) + F_z = 0, \quad (2)$$

where  $F_z$  is the component force of  $z$  axle spindle.

In the open beds mass force are in the direction of motion (see Fig. 1.), then

$$F_z = g \cdot \sin \alpha, \quad (3)$$

where  $\alpha$  is the beds stoop angel to the axle spindle.

According to the (2), the deferential motion of liquid in the open beds will have the following appearance.

$$\nu \left( \frac{\partial^2 U_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_z}{\partial y^2} \right) = -g \cdot \sin \alpha. \quad (4)$$

To integrate this equation should be defined the final conditions, which depend on the surface of bed.

We would like to examine more frequent, open surface cylindrical ad prismatic beds viscous liquid motion regularities.

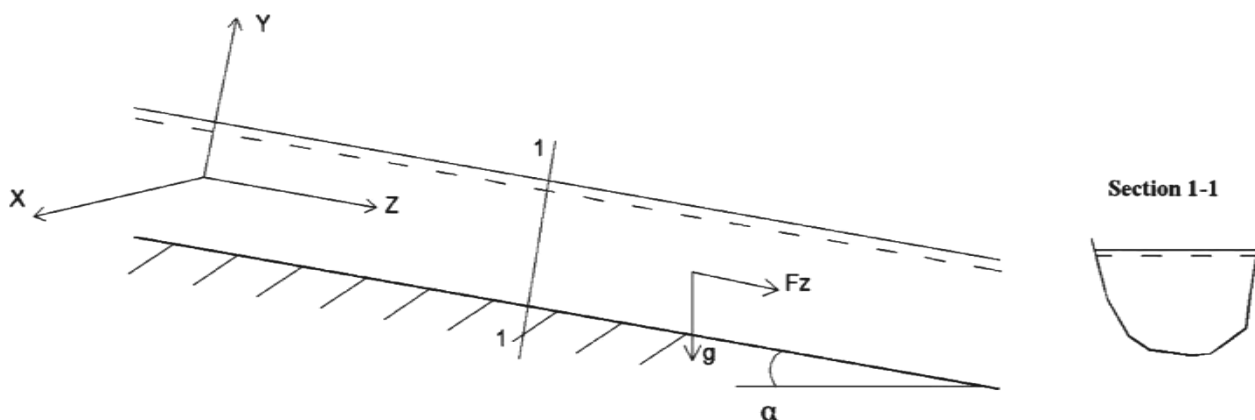


Fig. 1. Open cylindrical beds

2. ROUND SURFACE CYLINDRICAL BEDS

Let's examine the mass force of viscous liquid motion in round cylindrical beds surface when liquid occupied the half of surface (see Fig. 2). Now, let's put coordinating surface starting points in the middle of liquid and air contact surface.

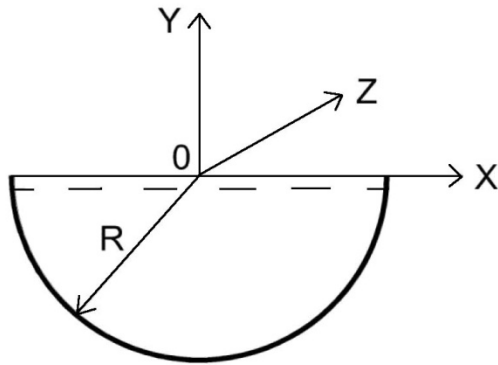


Fig. 2. Round surface cylindrical bed

At this time (4) for integration of equation for the edge conditions could be

$$U_z = 0, \text{ when } \sqrt{x^2 + y^2} = R, \tag{5}$$

$$\frac{\partial U_z}{\partial y} = 0, \text{ when } y = 0.$$

The equation will be like this

$$U_z = A \left( 1 - \frac{x^2}{R^2} - \frac{y^2}{R^2} \right)$$

(4) is an equation solution, (5) is edge conditions [1].

$$U_z = A \left( 1 - \frac{x^2}{R^2} - \frac{y^2}{R^2} \right), \tag{6}$$

where A – is a constant value, the estimation of which should be done as the following: to determine  $U_z$  in equation (4), we could get as a result

$$4 \frac{\nu \cdot A}{R^2} = g \cdot \sin \alpha,$$

where

$$A = \frac{R^2 g \cdot \sin \alpha}{4\nu}. \tag{7}$$

Submitting the constant value A in (5), we could get the regularity distribution of speed in the open round beds

$$U_z = \frac{R^2 g \cdot \sin \alpha}{4\nu} \left( 1 - \frac{x^2}{R^2} - \frac{y^2}{R^2} \right). \tag{8}$$

From this is shown that the speed vectors are the part of the surface point parabolits and the constant values stoops are concentrated in the cemi circles (see Fig. 4.).

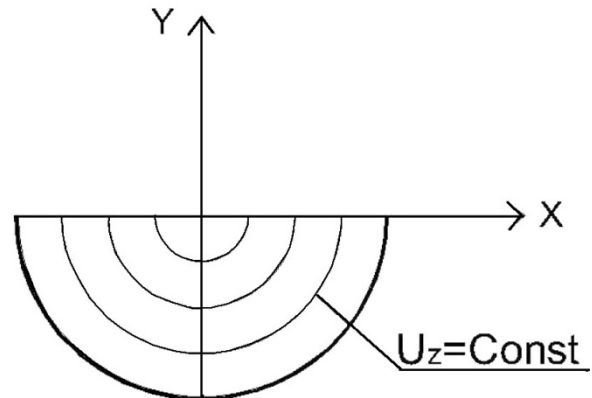


Fig. 3. Equal speed cones X=0, Y=0

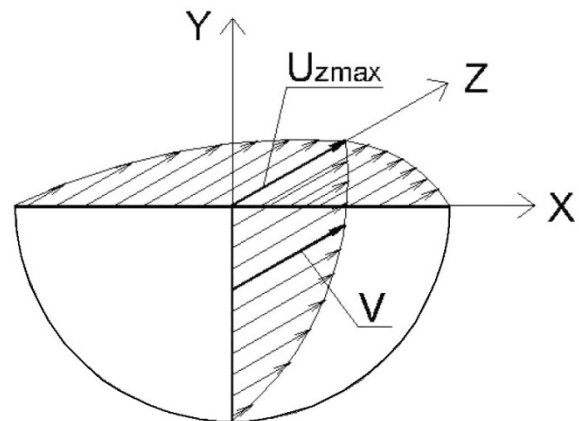


Fig. 4. Speed epures on the surface

The maximal speed occurs in the core of the surface, when  $x = y = 0$ ,  $U_z = U_{z\text{max}}$ , we will have the following

$$U_{z\text{max}} = - \frac{R^2 g \cdot \sin \alpha}{4\nu}. \tag{9}$$

According to formula (9), the equation of speed distribution on the surface will have the following appearance

$$U_z = U_{z\text{max}} \left( 1 - \frac{x^2 + y^2}{R^2} \right). \tag{10}$$

Mass force surface will be

$$Q = \iint_A U_z dz dy = U_{z_{\max}} \iint_A \left(1 - \frac{x^2 + y^2}{R^2}\right) dx dy.$$

To clarify the integration, we will do the following [1]

$$x = Rx', \quad y = Ry', \quad r' = \sqrt{x'^2 + y'^2}.$$

After finding mass force, we will have

$$\begin{aligned} Q &= U_{z_{\max}} R^2 \iint_A (1 - x'^2 + y'^2) dx' dy' = \\ &= U_{z_{\max}} R^2 \int_0^1 (1 - r'^2) 2\pi r' dr' = \frac{\pi}{2} U_{z_{\max}} R^2. \end{aligned}$$

Submitting here the value of speed  $U_{z_{\max}}$ , we will have

$$Q = \frac{\pi \cdot R^4 g \cdot \sin \alpha}{8\nu}. \quad (11)$$

The average speed of surface will be

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^2 g \cdot \sin \alpha}{8\nu} = \frac{U_{z_{\max}}}{2} \quad (12)$$

Which means that the average speed is equal to half of maximum speed.

The vantage distribution regulation could be determined by Newton's Law [2, 3]

$$\tau = \pm \mu \frac{dU}{dy}. \quad (13)$$

### 3. CYLINDRICAL BEDS FOR ELLIPSE FORMS

Open beds ellipse form cuts (see Fig. 5.)  $xoy$  in the coordinated surfaces determined as the following equation

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad (17)$$

where  $a$  and  $b$  are ellipse semi reduce.

Viscous liquid motion could be examined on the particular occasion, when the liquids free surface pass through ellipse core. In these conditions the problem could be solved by equation (4) integration in particular conditions, such as:

$$\begin{aligned} U_z(x, y) &= 0, & \text{when } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} &= 1, \\ \frac{\partial U_z}{\partial y} &= 0, & \text{when } y &= 0. \end{aligned} \quad (18)$$

And distribution of speed is shown in the formula

$$\tau = \frac{\rho \cdot g \cdot \sin \alpha}{2} r. \quad (14)$$

From the last formula it is obvious that vantage distribution in the open bed is shown by the law. The maximum vantage appear on the wall of bed, after which we will have  $r = R$ , accordingly we will have

$$\tau = \tau_0 = \frac{\rho \cdot g \cdot \sin \alpha}{2} R. \quad (15)$$

The vantage on the wall creates the loss of force on the beds length, which is considered to be beds hydraulic stoop [2, 3]

$$h_s = i = \frac{F}{G} = \frac{\frac{\pi \cdot R \cdot \rho \cdot g \cdot \sin \alpha}{2}}{\rho \cdot g \frac{\pi \cdot R^2}{2}} = \sin \alpha,$$

where

$$i = i_0. \quad (16)$$

This equation is the open beds motion equation. In the open beds, at the time of liquid motion, the power and beds geometric stoops are parallel to each other. This solution could be distributed at the time of both laminar and turbulent motions.

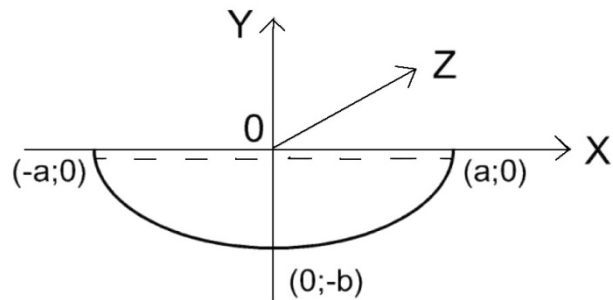


Fig. 5. Cylindrical beds for ellipse form

(4) here is shown the general solution of equation, which is covering conditions of edge conditions. Then we could see this form (18)

$$U_z(x, y) = A \left(1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right), \quad (19)$$

where  $A$  – is constant value and to get the value of (19), we should submit on equation (4) to get (19)

$$-2A \cdot \nu \left( \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right) = -g \sin \alpha,$$

where

$$A = \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot a^2 \cdot b^2}{2\nu(a^2 + b^2)}. \quad (20)$$

After getting the constant value of  $A$ , we will get the regularity of speed distribution in the open beds at the time of laminar motion of liquid.

$$U_z(x, y) = \frac{g \cdot a^2 \cdot b^2 \cdot \sin \alpha}{2\nu(a^2 + b^2)} \left( 1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right). \quad (21)$$

The maximum speed will be set up on 0 point, where in 0 point it will be  $x = y = 0$

$$U_{z \max} = \frac{g \cdot a^2 \cdot b^2 \cdot \sin \alpha}{2\nu(a^2 + b^2)}. \quad (22)$$

According to the last equation, we will have

$$U_z(x, y) = U_{z \max} \left( 1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right). \quad (23)$$

From (23) it is obvious, that at the time of equal speed  $U_z = \text{const}$ , the cors appear as the same cor ellipses, which has equal semi reduce shape (see Fig. 6).

Epirane liquid open surface will be ( $y = 0$ )

$$U_z(x, 0) = \frac{g \cdot a^2 \cdot b^2 \cdot \sin \alpha}{2\nu(a^2 + b^2)} \left( 1 - \frac{x^2}{a^2} \right), \quad (24)$$

which is parabola equation, the top of which is in the  $x = 0$  (see Fig. 7.)

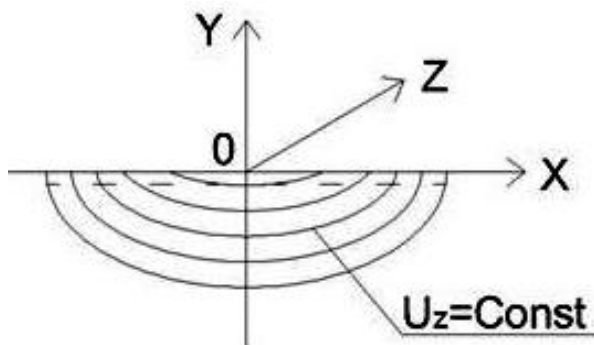


Fig. 6. Equal speed stoops

$xoy$  in the surface coordinates ( $y = 0$ ) speed distribution epure will have parabola shape, the top

of which is located in  $x = 0$  point (see Fig. 7).

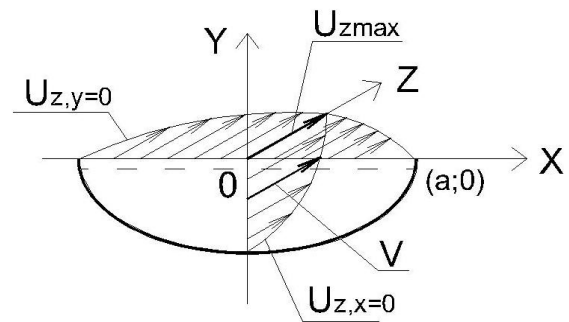


Fig. 7. Spood speed distribution in  $X=0, Y=0$

The average speed of open surface is equal to

$$U_{z \text{ average}} = \frac{Q}{A}, \quad (25)$$

where  $q$  – is the exit of cut, where  $Q$  – is the exit of surface,  $A$  – is a surface, expressed as a surface of cut  $A = \frac{\pi ab}{2}$ .

To determine the exit of cut, we should do the following: to separate  $dA = dx dy$  surface and we will get the following formula

$$Q = \iint_A U_z(x, y) dz dy = \iint_A U_{z \max} \left( 1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right) dx dy$$

To determine the last expression, we should do the followings [1]

$$x = ax', \quad y = by', \quad r' = \sqrt{x'^2 + y'^2} \quad (26)$$

After which, we will have

$$Q = U_{z \max} a \cdot b \iint_A (1 - x'^2 - y'^2) dx' dy' = U_{z \max} a \cdot b \int_0^1 (1 - r'^2) \pi r' dr' = U_{z \max} \frac{a \cdot b \cdot \pi}{4} \quad (27)$$

To get the average speed estimation, we should have  $Q$  - the average speed

$$U_{z \text{ average}} = \frac{U_{z \max}}{2} = \frac{g \cdot a^2 \cdot b^2 \cdot \sin \alpha}{4\nu(a^2 + b^2)} \quad (28)$$

The  $xy$  coordinate points of the valltage could be

$$\tau_{xoz} = \mu \frac{\partial U_z}{\partial x} = \frac{\rho \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot a^2 \cdot b^2}{2(a^2 + b^2)} \left( 1 - \frac{2y}{b^2} \right), \quad (29)$$

$$\tau_{yoz} = \frac{\rho \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot a^2 \cdot b^2}{2(a^2 + b^2)} \left( 1 - \frac{2x}{a^2} \right). \quad (30)$$

From (30) it is becoming clear, that in the open surface liquid layers ( $y = 0$ ) appear only in parallel structures  $\tau_{xoz}$  walltage appear, which also changed according to Linear Law with this formula and it is

possible to calculate the walltages on the beds stable wall  $\tau_{yoz}$ , which is giving the opportunity to realize the possibilities of lose of energy in the length of beds.

#### 4. CONCLUSIONS

The examinations of viscous liquid motion in the round and ellipse cut cylindrical beds give us an opportunity to understand the speed in the open surfaces, the regulations of walltage changes to

calculate the average speed and the amount of flooding liquids as well as the lose of energy in the length of beds.

#### References

1. **Loycensky, L.G.** The mechanics gaz and liquid. M. "Nauka", 1973, 848 p.
2. **Slezkin, N.A.** The dynamics of unsqueezed liquid, M., 1955, 519 p.
3. **Emcev, B.T.** Technical hydro-mechanics. M., Engineering, 1978, 463 p.
4. **Shlikhting, G.** Theory of the edging layer. M., "Nauka", 1974, 711 p.

## ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ И ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОКОВ МЕТОДОМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ

Саруханян А.А., Шамян В.Л.

Ереванский Государственный Университет Архитектуры и Строительства  
ул. Теряна №109, г. Ереван, 375009, Армения

В настоящее время в технологии очистки сточных и природных вод все большее место занимают мембранные процессы низкого давления: микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация. Это происходит из-за недостаточной эффективности работы традиционных сооружений: проскоков в воду взвешенных веществ, различных бактерий и вирусов.

Микрофильтрационные мембраны имеют поры размером от 0,075 до 3 мкм, ультрафильтрационные – поры меньшего размера, обычно в диапазоне 0,0015...0,2 мкм. В зависимости от выбранного типа мембран из воды и стока можно удалить взвешенные вещества, неорганические примеси, органические соединения, а также – бактерии, цисты и другие патогенные микроорганизмы, размеры которых превышают размеры пор. Весомое преимущество мембранных методов состоит еще и в том, что очистка и дезинфекция воды проводится без применения химических реагентов.

Среди мембранных методов наиболее стремительно развивается и внедряется ультрафильтрация -74% всех мембранных методов [1].

В зависимости от состава производственных стоков и природных вод ультрафильтрационная технология применяется в чистом виде или в комбинации с другими методами.

Широко распространенным типом ультрафильтрационных мембран являются капиллярные и аппараты на их основе. Капиллярные мембраны имеют трубчатую форму (капилляр) диаметром 0,7...1,9 мкм, существуют аппараты с фильтрованием изнутри наружу и снаружи вовнутрь. Мембраны изготавливаются на основе ацетата целлюлозы или ароматических полиамидов, их помещают в напорный трубчатый

корпус диаметром 20...30 см и длиной 1 м.

Альтернативной капиллярной мембраной являются плоские мембраны, поры которых дают возможность задержать более мелкие коллоидные частицы. Поэтому плоские мембраны обычно используют в технологии обратного осмоса.

Процесс глубокой очистки производственных стоков, как правило, редко состоит из одной стадии очистки. Обычно это сочетание нескольких методов параллельно или последовательного применения.

В последнее время все более широкое применение имеет метод ультрафильтрации, которая составляет заключительную стадию и причем обеспечивает глубокую очистку сточных вод без фазовых переходов с низкими энергозатратами, а также гарантирует высокую селективность от любых соединений минерального и органического характера.

В частности, глубокую очистку общих стоков текстильных предприятий [2; 3] и отдельных потоков сточных вод хлопчатобумажной промышленности [4; 5] были осуществлены физико-химическими методами последовательно в тонкослойных отстойниках, в каркасно-засыпных фильтрах и ультрафильтрацией.

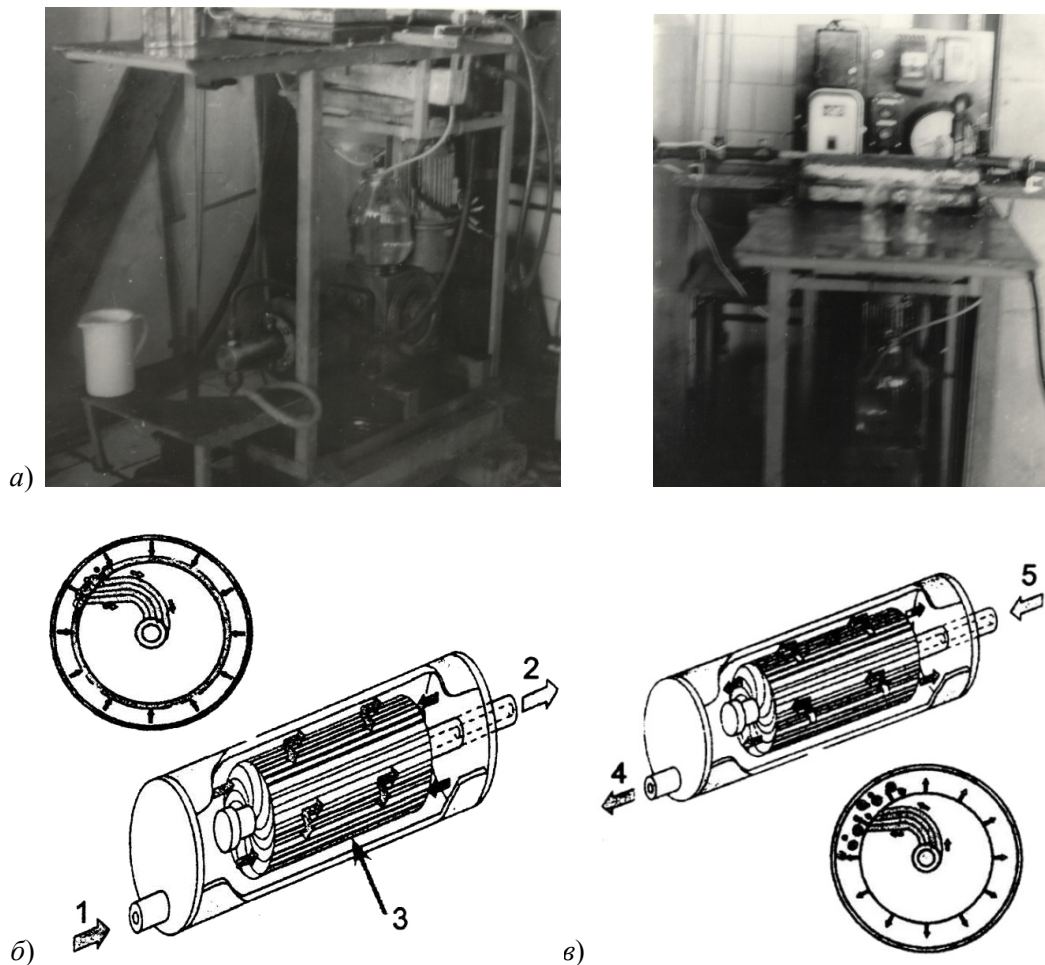
Основными загрязнителями этих стоков являются трудно окисляемые искусственные красители и синтетические поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые предпочтительно очищать методом ультрафильтрации, так как только этот метод позволяет рекупировать ПАВ. Кроме того, величины доли молекулярных масс основных загрязнений – красителей и ПАВ не превышают радиус пор для ультрафильтрационных мембран.

Исследования по изучению селективности полиамидной (УПМ-П-450), полисульфамидной (УПМ-50) и ацетат-целлюлозных (УАМ от 100 до 500) мембран проводили на лабораторной трубчатой ультрафильтрационной установке (рис. 1), принципиальная схема очистки которой представлена на рис. 2.

Из емкости 1 поток исходной сточной воды перекачивается насосом 2 на ультрафильтрационный модуль 9, скорость которого согласно показаниям ротаметра 8 регулируется вентилем 7. Далее сточная вода под давлением проходит через полупроницаемые мембраны 10. При непредвиденном превышении шкалы манометра 4 предельного давления система автоматически отключается через датчики 6. В этом случае предусмотренная для циркуляции избыточного

потока байпасная линия 3 циркулирует уже весь поток сточной воды до устранения неполадки. После ультрафильтрационной очистки в специальных емкостях 11 и 13 собираются соответственно фильтрат 12 для дальнейшего использования в технологических процессах производства и концентрат 14 – для его обработки с целью извлечения ПАВ, красителей и других ценных компонентов загрязнений [6].

При величине скорости потока над мембранной в пределах 0,5...2,0 м/с, давлении 0,2...0,3 МПа и активной реакции  $pH = 6,5...8,5$  качество полученного от ультрафильтрационной установки фильтрата превосходит качеству технологической воды, рекомендуемой к повторному использованию в предприятиях текстильной промышленности [5].



**Рис. 1. Лабораторный ультрафильтрационный трубчатый модуль**  
**а) внешний вид; б) рабочий режим; в) режим промывки**  
**1-подача исходного стока; 2-выход фильтрата; 3-рулоновый (трубчатый) элемент;**  
**4-сбор концентрата; 5-обратная промывка фильтратом**

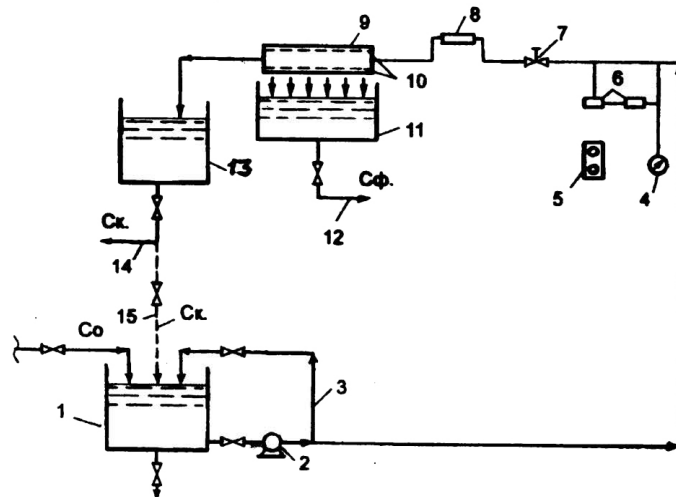


Рис.2. Принципиальная схема очистки

лабораторной одноступенчатой ультрафильтрационной установки

1 – емкость исходной сточной воды; 2 – питающий насос; 3 – байпасная линия; 4 – манометр; 5 – блок управления установкой; 6 – датчики отключающие систему при превышении предельного давления; 7 – регулировочный вентиль; 8 – ротаметр (РС-5); 9 – ультрафильтрационный модуль; 10 – полупроницаемая мембрана; 11 – емкость для сбора фильтрата; 12 – фильтрат на технологические нужды; 14 – концентрат на обработку;  $C_0$ ,  $C_к$  и  $C_ф$  и – концентрации растворенного вещества соответственно в исходной сточной воде, концентрате и фильтрате. При необходимости может быть предусмотрена; 15-циркуляционная линия (иногда с отдельным циркуляционным насосом) для полной очистки концентрата ( $C_е$ ) по данному компоненту до определенного предела.

Следует отметить, что с целью повышения эффективности по отстаиванию взвешенных веществ при очистке общего стока текстильной промышленности и отдельных потоков сточных вод хлопчатобумажной промышленности были использованы минеральные коагулянты сульфат ( $FeSO_4$ ) и хлорид ( $FeCl_3$ ) железа. В результате необходимая эффективность очистки обеспечивалась не только по взвешенным веществам, но и по ХПК, БПК и красителям.

Однако, применение этих коагулянтов привлекает за собой увеличение общего железа в остаточной концентрации осветленного стока.

Исследования по удалению железа были проведены отдельно, упрощенная лабораторная схема которой представлена на рис. 3.

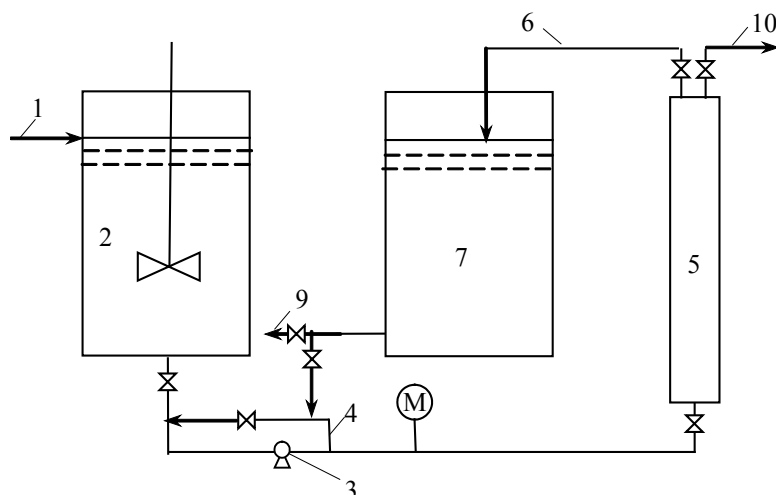
Для поддержания осадка коллоидного железа во взвешенном состоянии раствор в баке 2 принудительно перемешивался.

Особое внимание было уделено глубокой очистке сточных вод сернистого крашения, которые в текстильной промышленности в среднем составляют всего 3,4% от всех производст-

венных стоков [7], а в хлопчатобумажной промышленности – 3...4%. Сточные воды сернистого крашения рассматриваются как отдельный поток со специфическим подходом их очистки от сульфидов. В работе [5] рекомендуется отстаивание при использовании минерального коагулянта сульфата двухвалентного железа ( $FeSO_4$ ) дозами 2,5...3,4 г/л, при этом достигается эффект снижения концентрации сульфидов до 99...100% [6].

Согласно альтернативной технологии, можно дозу реагента намного снизить с таким расчетом, чтобы в осветленном стоке концентрация остаточного железа не превышало 5...10 мг/л. Результаты экспериментальных исследований показали, что именно при этих концентрациях уровень задержания железа ультрафильтрационной мембранной наивысшая и составляет 96...99%. При больших концентрациях остаточного железа эффективность их задержания существенно снижается (85...92%) и к тому же возникает необходимость более частой промывки мембран.





**Рис. 3. Лабораторная ультрафильтрационная установка по обезжелезиванию сточных вод**  
 1 – подача исходной сточной воды; 2 – емкость исходного стока с мешалкой; 3 – насос;  
 4 – байпасная линия; 5 – ультрафильтрационная установка; 6 – фильтрат; 7 – емкость сбора фильтрата;  
 8, 9 – подача фильтрата соответственно на промывку трубчатых мембран и на технологические процессы; 10 – выход концентрата; М – манометр.

Поэтому рекомендуется сточные воды сернистого крашения текстильных и хлопчатобумажных предприятий сначала очистить в тонкослойных отстойниках с применением  $FeSO_4$  дозой всего с 400...700 мг/л и затем подвергать глубокой очистке на ультрафильтрационной установке.

Ввиду очень малого количества сточных вод сернистого крашения, высокая эффектив-

ность перекрывает дополнительные энергозатраты на ультрафильтрацию.

Качество фильтрата по основным показателям представлено в таблице, из которой видно, что фильтрат можно использовать как для промывки мембран и приготовления красительных растворов, так и в различных технологических процессах текстильной и хлопчатобумажной промышленности.

**Таблица**

**Основные показатели качества фильтрата от ультрафильтрационной установки**

Наиболее значительные показатели	Технологическая вода, рекомендуемая к повторному использованию в предприятиях текстильной промышленности	Допустимые концентрации загрязнений в оборотной воде		Характеристика фильтрата от ультрафильтрационной установки
		Для промывок	Для приготовления красильных растворов	
Прозрачность по шенлену, см	30...35	18...20	-	25...35
Интенсивность окраски по разведению	Без цвета	1:5	1:1	Без цвета
Взвешенные вещества, мг/л	5,0...20,0	≤ 30	≤ 8,0	Следы
ХПК, мг/л	-	-	-	42...48
БПК, мг/л	-	-	-	16...20
ПАВ, мг/л	-	≤ 15...20	≤ 20	1,0...2,0
Жесткость общая, мг-экв/л	4,0...5,1	≤ 8,0	≤ 30	2,0...2,4
Содержание железа, мг/л	0,18...0,35	≤ 0,4	-	0,18...0,25

**Л и т е р а т у р а**

1. **Перов А.Г., Дудкин Е.В., Мотовилова Н.Б., Андрианов А.П.** Ультрафильтрация – технология будущего. //Водоснабжение и санитарная техника. -М.: 2001, №9, стр. 9-10.
2. **Шамян В.Л.** К вопросу использования метода ультрафильтрации в очистке сточных вод предприятий текстильной промышленности. //Тезисы докладов. “Окружающая среда, развитие строительство-образование”. М.: МГСУ. 1998,. стр. 72.
3. **Ласков Ю.М., Шамян В.Л.** Разработка новой технологической схемы глубокой очистки сточных вод текстильных предприятий с целью повторного использования. //Сборник тезисов. "Человек-общество-наука", М. 1993, стр. 79-80.
4. **Трунова Н.А., Шамян В.Л.** Доочистка сточных вод от ПАВ и красителей методом ультрафильтрации. //Материалы конференции: "Строительство – формирование среды жизнедеятельности". М.: МГСУ, 1999, стр. 22-24.
5. **Трунова Н.А., Шамян В.Л.** Технология очистки сточных вод хлопчатобумажной промышленности с целью оборотной системы водоснабжения. //Известия академии промышленной экологии, М., 1993, №3 стр. 46-51.
6. **Шамян В.Л.** Определение параметров ультрафильтрационной очистки сточных вод. //Жилищное строительство. М., 2000, №9, стр. 22-23.
7. **Шамян В.Л.** Глубокая очистка сточных вод предприятий текстильной промышленности. //Водоснабжение и санитарная техника. М., 1997, №4, стр. 21-23.

საქართველოს მდინარეების ჰიდროტექნიკური კლასიფიკაცია  
კალაპოტების მახასიათებლების მიხედვით

პაატა სიჭინავა, ზურაბ ლობჯანიძე, შორენა კუპრეიშვილი  
Email: shorena\_12@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

თანამედროვე მელიორაციის ერთ-ერთ ძირითად აქტუალურ საკითხად რჩება წყლის-მიერი ეროზიის მოვლენების გავლენის შესწავლა გარემომცველ სამყაროზე, წყლის აქტიური ზემოქმედების კანონზომიერების ანალიზი და ამ მოქმედების შედეგად გამოწვეული პროცესების რეგულირება. პრობლემა მოიცავს არა მარტო ცალკეულ გეოგრაფიულ რეგიონებს, არამედ გლობალურ ხასიათს ატარებს და ჩვენი პლანეტის მეტად მნიშვნელოვან პრობლემას შეეხება.

მდინარეების ნაპირების დაცვის საკითხი კალაპოტური პროცესების რეგულირების გზით ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულებაა უკანასკნელი ათწლეულის განმავლობაში. მეცნიერებისა და ტექნიკის სწრაფი ზრდის შედეგად შეიქმნა პროგრესული მეთოდები და რეკომენდაციები ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დაპროექტებისა და მშენებლობის შემდგომი სრულყოფისათვის.

პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ წყალსაცავების საშუალებით მდინარეთა ჩამონადენის რეგულირება ყოველთვის არ წარმოადგენს საკითხის ერთადერთ ოპტიმალურ გადაწყვეტას და დღემდე წყალდიდობასთან ბრძოლის ძველ ეფექტურ ღონისძიებად რჩება მდინარეების ნაპირების გასწვრივ ნაპირდაცვა ნაგებობების მოწყობა. ამჟამად არსებული მათემატიკური მეთოდები შესაძლებლობას იძლევა ოპტიმიზაციის ამოცანისა და დინამიკური პროგრამირების გამოყენებით განვაითაროთ და გავაუმჯობესოთ წყალდიდობის საწინააღმდეგო დამბების დაპრო-

ექტების საკითხები (ტრასირება, დამბებს შორის მანძილები, სიმაღლე და გვერდების დაფერდება), მდინარის კალაპოტში მიმდინარე რთული პროცესები არ იძლევა საშუალებას ანალოგიური მიდგომა განვახორციელოთ მათი ნაპირების გამაგრების მათემატიკური მოდელის შედგენაში და ამ მიმართულებით ძიება გრძელდება. უკანასკნელი 20 წლის განმავლობაში უცხოელმა და ქართველმა ინჟინრებმა და მეცნიერებმა (ამერიკა, ბელგია, გერმანია, იაპონია, ინგლისი, რუსეთი, საფრანგეთი) შემოგვთავაზეს 250-ზე მეტი მეთოდი და რეკომენდაცია მდინარეებისა თუ არხების გამრეცხი ნაპირების სტაბილურობის შენარჩუნების მიზნით.

ბოლო წლებში ჩატარებული საველე დაკვირვებები [1, 2, 3] ადასტურებს, რომ კალაპოტში მიმდინარე პროცესები ინტენსიურ ხასიათს ღებულობს, რაც გამოწვეულია მათი მრავალსაუკუნოვანი რეჟიმის დარღვევით და ბუნებაში მიმდინარე გლობალური პროცესებით. ბოლო ათწლეულში გახშირებული წვიმებისა და სხვადასხვა დანიშნულებით მდინარეების აქტიური ათვისების შედეგად დაირღვა მათი ჰიდროლოგიური და ჰიდრაულიკური რეჟიმი, ფსკერული და შეტივნარებული ნატიანის ტრანსპორტირების უნარი, რამაც გამოიწვია ჰიდროტექნიკური ნაგებობების, დამბების, ხიდების, ნაპირდაცვა ნაგებობების საძირკვლის და ნაპირების ინტენსიური გამორეცხვა. გაიზარდა წყალდიდობების შედეგად დატბორილი ფართობები. ზემოთ ჩამოთვლილმა პრობლემებმა

შექმნა აუცილებლობა, განხორციელდეს წყალდიდობების საწინააღმდეგო დიდმასშტაბიან ღონისძიებათა კომპლექსი. უკანასკ-

ნელ დროს დაპროექტდა და აშენდა სხვადასხვა ტიპის (აქტიური და პასიური) ნაპირდამცავი ნაგებობები.

### პირითაღი ნაწილი

პირველი მეთოდით ნაპირების გამაგრება მოიცავს ასაწყობი რკინაბეტონის კონსტრუქციების ქვაყრილის დეზების, გაბიონის წყობის, ბეტონისა და ბუტო-ბეტონის კუბიკების გამოყენებას. აღნიშნული ნაგებობები აშენებულია საქართველოს მდინარეებზე: რიონზე, მტკვარზე, ენგურზე, ცხენისწყალზე, კოდორზე, ჭოროხზე და სხვ.

მეორე მეთოდით ნაპირების დაცვა ხორციელდება სხვადასხვა ტიპის სარტყლების მოწყობით ხიმინჯოვანი რიგებისაგან, მძიმე ფაშინებისაგან, ნაყარი ქვისაგან, ბეტონისა და რკინაბეტონის ფილებისაგან და ა.შ. სხვადასხვა დროს აღნიშნული კონსტრუქციები აშენდა მდინარეებზე: მტკვარზე, რიონზე, ჭოროხზე, სუფსაზე და აღმოსავლეთ საქართველოს თითქმის ყველა მშრალ ხეზე.

ნაპირდამცავი ნაგებობების ექსპლუატაციის მრავალწლიანმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა მათი არადაამაკმაყოფილებელი მუშაობა. ადვილად რეცხვად გრუნტებში მძიმე ტიპის (ბეტონი, რკინაბეტონი) მონოლითური კონსტრუქციები ხასიათდება დაბალი დეფორმაციულობით, რის გამოც ირღვევა მათი მდგრადობა, ფერდებიდან ჩამოცურების შედეგად შიშვლდება დასაცავი ნაპირი, იხერგება მდინარის კალაპოტი, მახინჯდება ლანდშაფტი. ასეთ შემთხვევებში მუშაობის გაცილებით მაღალი ეფექტი მოგვცა ადგილობრივი მასალებისაგან აშენებული ნაგებობების გამოყენებამ (გაბიონების წყობა, მათი საფარი, ქვა-ფიხის ნაკადმიმართველი დეზები და სხვ.).

კლასიფიკაციის შედგენის დროს გამოყენებულ იქნა ტიპური უბნები, სადაც აღწერილია კალაპოტში მიმდინარე პროცესები მის ცალკეულ მონაკვეთებზე. მდინარის ჰიდრაულიკური პარამეტრები, განსაზღვრულია გრძივი ქანობით, საშუალო სიღრმის

შეფარდებით ნატანის დიამეტრთან  $h/d$ ,  $C$  კოეფიციენტით, ნაკადის კინემატიკური მახასიათებლით ( $A$ ), ფრუდის რიცხვით ( $Fr$ ) მდინარეების კალაპოტების მიმდებარე ტერიტორიების ათვისებით, წყალდიდობებით გამოწვეული გართულებების და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ჩვენებით. თითქმის ყველა სახის ნაპირდამცავი ნაგებობის მოწყობა ძვირადღირებული ღონისძიებაა. ხასიათდება დიდი ხარჯთაღრიცხვით და დიდი შრომატევადობით, რთულია მათი მშენებლობის ტექნოლოგია. უკანასკნელ პერიოდში ტრადიციული სამშენებლო მასალების გვერდით ადგილს იკავებს არატრადიციული, ახალი ტიპის ხელოვნური, სინთეტიკური თუ პლასტიკური სახის მასალები, რომელთა გავლენა გარემოზე ნაკლებადაა შესწავლილი. არანაკლები მნიშვნელობა ენიჭება დამცველი ნაგებობის ფორმას, მის მასიურობას და განლაგებას დასაცავი ობიექტის ზედაპირზე (კაშხლების და დამბების ფერდობები, მდინარეების ნაპირები და ფსკერი, წყალსაცავების ნაპირები, ირიგაციული და ენერგეტიკული არხების ფერდობები, ფსკერი და სხვ.) [4, 5, 6]. მასიური ტიპის დამცველი ნაგებობები, ნებისმიერი ფორმის და ნებისმიერი მასალისაგან (ბეტონის და რკინაბეტონის ფილები, ნაყარი ქვა და ქვის გაბიონები, ასფალტ-ბეტონი და სხვ.), რომლებიც ერთიანად ფარავს დასაცავი ობიექტის ზედაპირს მის ბუნებრივ მდგომარეობაში, გამანადგურებლად მოქმედებს ბიოლოგიურ გარემოზე, წყალმცენარეების ფოტოსინთეზის პროცესებზე და იხტიოფაუნის გამრავლებაზე. ხშირად მდინარეების კალაპოტებში მიმდინარეობს ინერტული მასალების მოპოვება ყოველგვარი ნორმებისა და კანონზომიერების დაცვის გარეშე.

საქართველოს მდინარეების ჰიდროტექნიკური კლასიფიკაცია კალაპოტების მახასიათებლების და მიხედვით

№	იღვცღს, დიდიწყალი	მდინარეების დახასიათება	კალაპოტებში მიმდინარე პროცესების ძირითადი სახეები, ნატანის მოძრაობის ფორმები	კალაპოტის ჰიდროლოგიური და მდგრადობის მახასიათებლები						მდინარეების კალაპოტების მიმდებარე ტერიტორიების ათვისება	
				5	6	7	8	9	10		
1.	იფიადეაღაღაღ	ხდება მდინარის ნახსება, ნაკადის ფორმირება, რომლისთვისაც დამახასიათებელია ზემოაფორი და მხოლოდ დინებები, რომლებიც შესაძლებელია აღარებდეს ღვარცოფულ ხასიათსაც. მდინარეს გააჩნია ჩანჩქერები და წყალგარდნილები.	4	0,01	1	10	1±12	0,5	0,75	II	აღნიშნული უბნები წარმოადგენს ვიწრო ხეობებს, ნაკლებად ათვისებული, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში საავტომობილო გზების ტრასებსა და ხეობის ფერდობებს, რომელიც გამოყენებულია საძოვრებად, ვიწრო კანიონი იძლევა საშუალებას მდინარის ენერგეტიკული ათვისებისთვის, კაშხლებისა და წყალმიმღები ნაგებობების მშენებლობისათვის.
2.	იფიადე	მდინარის ნაკადი იღებს ჩამოყალიბებულ ფორმას, მას გააჩნია შენაკადები უფრო დიდი ქანობებით, ვიდრე ძირითადად ნაკადს, რაც ქმნის ვეგლა პირობას ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობისათვის. ძირითადი ნაკადის სიქარე მძაფრია ან ახლოს არის კრიტიკულთან, მდინარეს გააჩნია წყალგარდნილები.	0,01±0,02	1±3	10±20	1,2±0,8	0,5	0,9	აღნიშნული უბნები წარმოადგენს შედარებით გაშლილ ხეობებს, რაც მდინარის მიმდებარე ტერიტორიების სხვადასხვა დანიშნულებით ათვისების საშუალებას იძლევა. გეგვლება დასახლებული პუნქტები, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ობიექტები, ფერმები, საძოვრები, საგარეულები, აქაც კანიონი იძლევა მდინარის ენერგეტიკული ათვისების, კაშხლების და წყალმიმღები ნაგებობების მშენებლობის საშუალებას.		

საქართველოს მდინარეების ჰიდროტექნიკური კლასიფიკაცია  
კლასიფიკაციის მახასიათებლებს მიხედვით

ცხრილი 1 (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	
3.	მდინარე გამოდის ვიწრო ხეობიდან გაშლილზე, მისი ქანობი საგრძობლად მცირდება, რაც იწვევს ნაკადის სიჩქარის გადახვლას შედარებით წყნარ მდგომარეობაში და მისი ტრანსპორტირების უნარის შემცირებას.	მდინარის კალაპოტში შეიმჩნევა ალუვიური დანალექები, რივის ქვიშა, ხრეში, როგორც კალაპოტის სივრცეზე ასევე მის სივრცეზე, დარღვეულია კალაპოტის დინამიკური წონასწორობის პირობა, შეიმჩნევა ნაკადის განტოტვა და ხეტილი, როგორც კალაპოტის სივრცეზე, ასევე სივრცეზე ქალის არსებობის პირობებში. ნატანის მოძრაობის ფორმა გარდამავალი კვალის მსგავსია. კალაპოტში ძირითადად ვითარდება პირიზონტალური ეროიული პრაორციები, ნაპირების გამორეცხვა, სოლო ვერტიკალიზაცია კი უფრო ადგილობრივ ხასიათს ატარებს სხვადასხვა ნაგებობებთან (ნაპირდამცავი, ხიდის ბურჯები, ქვედა ბიუვი და ა.შ.).	0.02±0.002	3÷30	20÷25	0.8±0.4	0.9	1.0	მდინარის კალაპოტს გააჩნია გამშლილი ჭალა, ნაყოფიერი მიწებით, რომელიც მაქსიმალურად არის ათვისებული სასოფლო-სამეურნეო საურავლებით. ამ ზონაში განლაგებულია დასახლებული პუნქტები, სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტები: წყალმომარაგების და კანალიზაციის ქსელები, საკომუნიკაციო საშუალებები, რკინიგზის და საავტომობილო გზები, სახმელ-სამეურნეო დანიშნულების წყალმომარაგების ხაზები და ა.შ.	II	
4.	მდინარე ძირითადად მოძრაობს დაბლობის (ვაკის) პირობებში, ქანობი საგრძობლად არის შემცირებული, სიჩქარე მცირე.	მდინარის კალაპოტში ჩამოყალიბებულია მთლიანად მის ალუვიურ დანალექებში, წვირულ ქვიშაში. კალაპოტს გააჩნია თავისუფალი შენადრების საშუალება, გეგმაში კლასილობა, კალაპოტი შედგება სქარი და მრედე უბნებისაგან შესაბამისი ჩაღრმავებული და თხელწელიანი ადგილებით. კალაპოტი ძირითადად განიცდის პირიზონტალურ ეროიულ პროცესებს ნაპირების გამორეცხვით, სოლო ვერტიკალიზაციას განიცდის ადგილობრივი ხასიათის სხვადასხვა ტიპის ნაგებობებთან.	0.001 და ნაკლები	250÷1000	45÷60	0.2±0.04	1.15	1.45	მდინარის მემკვიდრე ტერიტორიები მთლიანად არის ათვისებული სასოფლო-სამეურნეო საურავლებით, მჭიდროდ არის დასახლებული, განლაგებულია სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტები, საკომუნიკაციო საშუალებები, დასავლეთ საქართველოს დიდი მდინარეების დედაქალაქების მიერთების ადგილას განთავსებულია ქალაქები და ნაგებობები.		

## დასკვნა

მდინარეებისათვის, რომელთა კალაპოტების ფორმირების პროცესში დიდი როლი ეკუთვნის ფსკერული ნატანის არსებობას, მარეგულირებელი ნაგებობების დაპროექტების საფუძვლები უნდა ითვალისწინებდეს ნაკადის ფსკერული დინებების განსაკუთრებულობას. თანახმად ჰიდროდინამიკის კანონებისა, ნაგებობებზე გარშემოდინების კონტური ძირითადად დამოკიდებულია მის ფორმასა და ორიენტირებაზე ნაკადის მიმართ, კალაპოტის შევიწროების (შეზღუდვის) ხარისხზე და სხვ. თავისთავად, ნაპირდამცავი და მარეგულირებელი ნაგებობების ოპტიმალური ვარიანტები მოითხოვს მათი ცალკეული ელემენტების სწორ კონსტრუქციულ გადაწყვეტას. თანა-

მედროვე ნაპირდამცავი ნაგებობების კონსტრუქციები, მათი ფორმები და ელემენტები მრავალფეროვანია. ჰიდროტექნიკური მშენებლობის მასშტაბმა, დედამიწაზე დეფიციტური სამშენებლო მასალების მარაგისა და ენერგეტიკული რესურსების კატასტროფულმა კლებამ დღის წესრიგში დააყენა არსებული ტრადიციული მიდგომების სრულყოფა თანამედროვე მოთხოვნების გათვალისწინებით, რაც საშუალებას იძლევა გადაწყდეს ენერგო და მასალატევალობის საკითხები, მუშაობის საიმედოობა, მშენებლობის და ექსპლუატაციის სიმარტივე, გარემოს დაცვის მოთხოვნების მაქსიმალურად დაკმაყოფილება.

## ლიტერატურა

1. **Гавардашвили Г.В.** Новые виды противоселевых сооружений и методика их расчёта. //В кн.: Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков (Материалы Международной конференции по селям), Новочеркасск- Пятигорск, 2003, стр.79-81.
2. **Гавардашвили Г.В., Цулукидзе Л.Н.** Противоэрозийное сооружение для горных откосов. Патент Грузии №1080И, бюлл.№5(153), Тбилиси, 2004, 18 стр.
3. **Черкасов А.А.** Мелиорация и сельскохозяйственное водоснабжение. Сельхозгиз. М., 1958, 376 стр.
4. **Чугаев Р.Р.** Гидравлика. "Энергия" Ленинградское отделение, 1971, 541 стр.
5. **Шатберашвили П.А., Панчулидзе Д.Н., Мамасახлиси Ж.Г.** Методика гидрологического расчета осушительной системы Колхиды на поверхностный сток. //Тезисы докладов научно-производственной сессии по проблеме "Осушение и освоение переувлажненных земель Колхидской низменности", Тбилиси-Хоби, 1975, стр. 68-70.
6. **Gavardashvili G., Chakhaia G.** The analysis of possible failure of spring-board type mudflow-protective new structures in transport corridor. //International Scientific Journal "Problems of Applied Mechanics", №4(13), Tbilisi, 2003, pp. 38-42.

## WATER SECTOR EDUCATION DEVELOPMENT PROSPECTS OF TECHNICAL UNIVERSITIES IN THE REPUBLIC OF ARMENIA

Sofia Tokmajyan

Email: [vtokmajyan@ysuac.am](mailto:vtokmajyan@ysuac.am)

Yerevan State University of Architecture and Construction  
Teryan ave. 109, Yerevan 375009, Armenia

### 1. INTRODUCTION

In recent years higher education institutions in the Republic of Armenia have become the main subjects of productive activity in which public funds are invested in tangible results, including increased revenues from the state budget. According to statistical data, the state universities are in the high taxpayers list [1]. In particular, the tangible results are achieved in the Yerevan State University of Architecture and Construction, are the main programs of which are presented in the [2] point. The University includes the water sector engineering based number of faculties, which prepare highly educative (Bachelor and Master degrees) specialists, such as "Construction and operation of water systems", "Natural (water) resources, rational use and protection", "Economics of nature utilization", "Environmental assessment", etc. It is obvious, that for such a strong compound process for the effective organization of education is essential to have the followings:

1. Scientific and practical activities, conducting by teaching staff;
2. Modern academic laboratory bases;
3. Organize effective educational practices /interns/;
4. Provide better trained applicants for admission to the University.

These all are carried out by following directions at the University.

Firstly, majority of lecturers of the University are included in the hydro technical structures, such as irrigation, water supply, sewerage systems, power stations engineering, and in the technical control of construction of engineering as well as

implementation and safety operation. They designed and built water supply system in Stepanakert city, studied by 625 million cubic meter long reservoir Sarsang dam technical conditions, control technical systems of irrigation constructions. Then, on the basis of the obtained information, data are processed and published in the numerous monographs, textbooks, manuals, theses are defended. The university's teaching staff has sufficient practical experience, combining theoretical knowledge with sufficient professional training conditions for providing proper level classes on water engineering education.

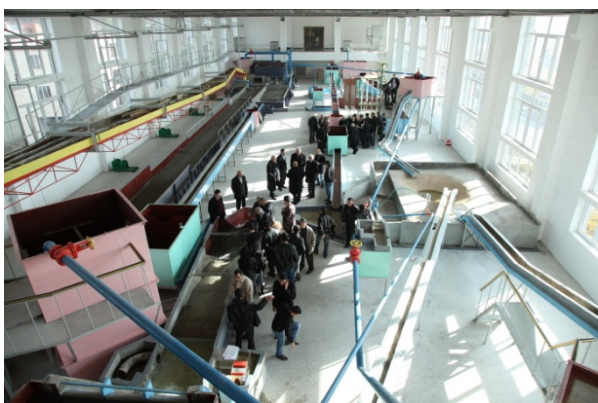
It is important to create academic bases laboratories in the contest of scientific Institutions as well as in Expertise and Research centers.

This will be not only more modern demand, but also could promote the development of science in general. The students will be able not only be involved in educational programs, but also with the researchers participate in realizing the scientific experiments. In this regard, the implementation of research institutes, together with the creation of academic and experts' centers, we consider the one important issue. Particularly, on the base of Institute of Water Problems and Hydraulic Engineering Laboratory after academician I.V. Yeghiazarov, modern academic center was created, which is unique among the best abilities and equipment experimental laboratories in the region (see Fig.1).

Hydraulic Research Laboratory is carrying out an educational programs within the covered professional training programs, as well as various kinds of research works, that are included the professional



disciplines of laboratory, where are combined teaching and practical training processes. The mentioned laboratory has 18 to 60 m in size; each floor height is about 8 m. On the level of 2.5 m height on the first floor, there is a pool with 280m<sup>2</sup> size. The built models of laboratory enable us to perform coefficient determination of Reynolds's, Bernoulli's contact resistance, the local loss coefficients, holes flooding, filtering coefficient determination, free sheet resolution, using local materials for mooting drinkable water treatment.



**Fig. 1. Hydraulic Laboratory of University**

In order to study siphon station air accumulation behavior (see Fig. 2), removal of the cascade flows the approved maximum reservoir level, flooding dam and the water depths shape decision well parameters determination, valves working parameterize decision, intake capacity of as called "Margaritka" kind water intake, flooding surface coordinates of water free flow, flooding single sector average speed and water tract to determine the free surface attempts.

On hydro contacting models it can be implemented at the time of emergency exits and trench



**Fig. 2. The equipment for Sap materials using for treatment of drinkable water**

water bandwidth, and the emergence of water cutoff sizes of the lateral tract, channel strip incomes (mainly in the form of quartz sand and partly of clay) and qualifying for filtering sedimentation and water speed dependence between the size, the quantity of water removal of consumables for testing. The other hydro masses and laboratory models (such as Yelegis and Arpa-Sevan tunnel hydro connections, station hydraulic pipeline Mkhchyan hit protective loop, Fluid container, etc.) collected along the wonderful facilities that can serve the water industry specialties for students' academic and industrial practices. They can also be used as topics for graduate theses and experimental studies.

## 2. THE ROLE OF THE LABORATORY

The role of the laboratory is important for starting the researches on the 3<sup>rd</sup> educational level. It will be presented here number of priority topics for the republic, which could be carried out here.

Emergency rain structures in mountainous and pre mountainous countries. Emergency rain causes great damages to the economy; they ruin the motor and rail roads, engineering communications, and

living areas. There is not lack of human victims too. It should be done research on hydro technical structures, emergency rain dams and canals, barriers and on other destinations. Those canals and beds have a wide spread measurement role in protection of roads, living areas and other important objects. They have a purpose to protect the buildings, and save the removal process, but still now the

## WATER SECTOR EDUCATION DEVELOPMENT PROSPECTS OF TECHNICAL UNIVERSITIES IN THE REPUBLIC OF ARMENIA

---

reliable methods have not been developed to determine bed size and power for capacity of energy recourses. This is the reason that some time after the operation of those canals they are filled in rain damps and ceases to couldn't serve. In fact the funds are being spent and useless and big losses are determined in the protection of objects. The existing equipment in the laboratory provide an opportunity to study the possibility of various rain canals and balks, determine their concentration levels and stream bed slope values in different outcomes.

As a result, it is possible to find the initial conditions for reliable calculation methods. The main goal of those rain structures, in contrast to the previous ones, build on balks or the upper river tributaries, is to keep the flow. Doing their function, they defend homes, railroads and different other constructions from destructions. Those structures advocated by Lori Zangezour roads, railways, and residential areas, including Alaverdi and Kapan cities. They also have a very wide distribution in Europe, China and in the U.S.A. These patterns present as soil or concrete dams, reticulate and prefabricated structures consist of various barriers and etc. Despite the wide application of those structures, all of them have a number of serious shortcomings. a) with heavy, very dangerous rains,

are kept more frequent small and medium rain flooding, keeping the structure of the upper part of unnecessarily large volumes into the flow internal parts and spend considerable resources necessary to clean it, b) the patterns keeping the all flow internal parts in fact destroying the natural conditions that lead to ecological phenomena of the river, which could be a reason of unwelcoming ecological result. Taking into account the above-mentioned disadvantages, it will be possible to taste in the laboratory the development of a fundamentally new type of heavy rain structures. The results of the first researches have already been received.

Balk formulating phenomena. During the spring and autumn flooding of rivers to the bed floor and the coast become more intensive. Therefore coast preventing and other structures of the river often exposed collapsed. There is equipment here in the laboratory for studying phenomena of balk formulation and particular structures as well as for testing models. Regarding on which it is possible to realize the stability of the river mouth of many rivers flowing into the Lake Sevan. On the same model it is possible to implement at the time of flood on the river Arax the study of balk formulation processes.

### 3. CONSTRUCTION OF NEW EQUIPMENTS

It is designed to build in the hydro laboratory the following equipments:

- a) gravity water models, on the proposed of air removal water testing equipment for 14 water pumping stations in the Republic of Armenia;
- b) The testing equipment for the optimal quantity of water flow to increase the productivity of the pumping stations;
- c) The equipment for testing small hydro electronic stations of hydro turbine aggregates.

The same achievements are reached in the Institute of Mechanics of the National Academy of Sciences of Republic of Armenia, in the academic laboratory of "Ground mechanics" and also in the chemical and environmental laboratory of the National Bureau of Expertise's. And this will be continued.

Effective management system of internships is an important component of the educational process. The content and duration of the interns are determined according to the appropriate state educational standards and the educational plans of the university. The organization of interns is for student's professional possession, which constantly and consistently promote the quality of education.

The education process at the University includes education, practice and pre-education interns.

Interns could be practiced in several phases.

- a) Cognitive practice could be carried out in the research and experimental laboratories, construction and design organizations and banking system, which aims to improve pre-vocational skill acquisition;

- b) Measuring practice could be carried out in the fields, as well as in construction, architectural and cultural organizations;
- c) The industrial practice could be carried out in accordance with the proper sphere organizations;
- d) Pre-graduation practice as a key component of the educational program is proposed the final stage for the students after their theoretical and practical programs, which is related to the content of completion work and is carried out in accordance with proper sphere organization.

The interns in the organization are based on an agreement, signed between an organization and the university according with the organization then after standing the responsibility of organizing internship within the organization.

The university has a number of agreements signed with 22 organizations to implement practices in relevant specialties.

Academic and industrial practices can be carried out as a continuous cycle as well as with theoretical training, following by days or weeks, if it is possible to provide the connection between the content of practice and theoretical courses.

The term of practice is set by the university according to the curriculum. The program of the practice shall take into consideration the students' theoretical skills and fundamental educational opportunities.

It is necessary to analyze and determine the "Pre-school – primary school – high school – university – graduate education" areas and, accordingly, distribute the optimal expenses in a sphere of education policy. High schools and universities are involved in the Universities contests and provide the real opportunities for scholars to continue higher education in specific field for the effective preparation.

## References

1. The first 1,000 taxpayers, paid taxes and duty values. [www.taxinfo.am/taxpayers.htm](http://www.taxinfo.am/taxpayers.htm).
2. Strategic plan of Yerevan State University of Architecture and Construction /2011-2016/. Yerevan, YSUAC, 2011, 48 p.

**ახალი ტიპის შტორმშემარბილებელი სისტემის  
მოტივტივი ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსი  
და მისი ბამოქმენების პერსპექტივა**

**არჩილ ფრანგიშვილი, ზაურ ციხელაშვილი, თეიმურაზ გველესიანი,  
თამაზ ბაციკაძე, ნოდარ ჩხეიძე, გურამ დოლიძე**  
**Email: zaur\_tsikhe@mail.ru; tgveles@yahoo.com; nodarchxeidze@gmail.com**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო

**1. შესავალი**

ბოლო ხანს ბათუმსა და სხვა ქალაქებში ძლიერმა შტორმმა სანაპირო ზოლს მნიშვნელოვანი მატერიალური ზიანი მიაყენა: სანაპირო რამდენჯერმე დაიტბორა, პლაჟები წაირცხა. აი რას წერდა გაზეთი „ყველა სიახლე“ 23-29 ოქტომბერი 2013 წ.: „რამდენიმე დღის წინ საქართველოს ზღვისპირეთს სუთბალიანმა შტორმმა შეუტია. ძლიერმა დევამ ბათუმში ინფრასტრუქტურას ზიანი მიაყენა. ახალი ბულვარის ტერიტორიაზე საფეხმავლო გზები და ველობილიკები ჩარცხა. სტიქიამ ახალი ბულვარის ზღვისპირა ზოლში მდებარე რესტორნებიც აზარალა – ინვენტარი გაანადგურა, ნაგებობები დააზიანა, ფოთში კი შტორმმა ნაპირზე ბორანი გამოორიყა“ [1]. სწორედ ამ სტიქიასთან ბრძოლის ინო-

ვაციური პროექტი იქნა შემუშავებული აკადემიკოს არჩილ ფრანგიშვილის ხელმძღვანელობით ტექნიკური უნივერსიტეტის მეცნიერ-თანამშრომლების ჯგუფთან ერთად, მათ მიერ „საქპატენტში“ დარეგისტრირებული გამოგონების საფუძველზე [2]. სტატიაში წარმოდგენილ იქნება ახალი ტიპის შტორმშემარბილებელი სისტემის მოტივტივე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსის გამოყენების რიგი ასპექტები, რომელიც შეეხება ზღვისპირა ქალაქების საინჟინრო ინფრასტრუქტურაში არსებული ეკოლოგიური პრობლემების (პლაჟების ეკოლოგიური დაცვა, პორტების აკვატორიის დაცვა შტორმული ტალღებისაგან, სანიაღვრე წყალარინების სისტემის ეფექტური ორგანიზაცია და სხვა) გადაწყვეტას.

**2. ახალი ტიპის შტორმშემარბილებელი სისტემა  
და მისი ქმედების ეფექტურობა**

ახალი ტიპის შტორმშემარბილებელი სისტემის მოტივტივე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსის ქმედების ეფექტურობა დასაბუთდა ჰიდროდინამიკური და ფიზიკური მოდელირების საფუძველზე [3, 4]. ნაგებობათა კონსტრუქციის საპროექტო ვარიანტებიდან ეფექტური შტორმშემარბილებელი სისტემის შემადგენელი ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსის შერჩევის მიზნით შემუშავებულ იქნა „ნეგატიურ ეკოლოგიურ

გარემოს ანალიზის“ მეთოდის, რომელიც ემყარება კვალიფიციური ექსპერტის ცოდნის გამოყენებას და მის მიერ გენერირებული „არამკაფიო“ სახის აპრიორული ინფორმაციის დამუშავებას სტოქასტიკური განუსაზღვრელობის პირობებში [5]. მეთოდის გამოყენებით გაანალიზდა შემოთავაზებული შტორმშემარბილებელი სისტემის შემადგენელი ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსის საპროექტო ვარიანტები

და შერჩეულ იქნა ეფექტური ვარიანტი საკვლევი “ეკოლოგიური გარემოს” ფაქტორთა ველში ექსპერტის მიერ სიტუაციურად გენერირებულ პირობებში.

შემოთავაზებული შტორმშემარბილებელი სისტემის მოტივტივე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსი დგება ზღვის შეღწევი სანაპირო ზოლიდან 70-100 მ-ის დაშორებით საცურაო-რეკრეაციული ზოლის არეალში. ნაგებობები წყალში ერთმანეთის მიმდევრობით სანაპირო ზოლის პარალელურად უნდა ჩაეწყოს, მასზე შერჩევით ადგილებში შესაძლებელია კულტურულ-რეკრეაციული, დასასვენებელი გარემოს შექმნაც: გასარეჯად, პლაჟიდან მოცილებით ზღვაში მყუდრო გარემოს შესაქმნელად. კომპლექსი თავისი დიზაინით არც პეიზაჟს ამძიმებს. ეს ტივტივა-კომპლექსი თავისებურ შემომზღუდავ ზოლს ქმნის, ფსკერზე ღუხებით მაგრდება. ის სანაპირო

ზოლის წარეცხვის ინტენსივობას და შესაბამისად ტალღის ენერჯიასა და სიმაღლეს, წინასწარი შეფასებით, 40%-დე ამცირებს. ტივტივა-კომპლექსის ნაგებობები თანამედროვე მსუბუქი და მედეგი პოლიმერული მასალისაგან მზადდება, ის წყლის ზედაპირიდან 3 მეტრითაა ამოწეული, ხოლო წყლის ქვემოთ 3,5 მ-ით არის ჩაძირული. ნაგებობებზე წყლის დიდი ამომტევი ძალა მოქმედებს – ყველაზე ძლიერი ტალღაც ვერ ჩაძირავს. ის დაცულია ჰერმეტიკული ქაფით. კომპლექსი ეკონომიკურად და ეკოლოგიურად მეტად ეფექტურია, მისი მოწყობა ბევრად იაფი და მომგებიანია, ვიდრე თითქმის ყოველწლიურად მდინარის აუზში მოპოვებული ინერტული მასალის, ქვიშალორდის ზღვაში ჩაყრა, რითაც მდინარის კალაპოტი ზიანდება, ირღვევა ეკოლოგიური წონასწორობა, რაც აუნაზღაურებელ და შეუქცევად ზიანს აყენებს გარემოს.

### 3. შტორმული ტალღები და სანიაღვრე წყალარინების სისტემების ეფექტური ორგანიზაცია

სანაპირო ზოლებში პროგრესირებადი ტალღების ზემოქმედების შესწავლას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში, მიმდებარე გარემოს დაცვასა და სხვა საინჟინრო ამოცანების გადაწყვეტაში [3]. სისტემური მიდგომის გამოყენებით ნაშრომში გადაწყვეტილია რთული ძნელად ფორმალიზებადი საინჟინრო ამოცანა: შტორმული ტალღების ზემოქმედების პირობებში ზღვისპირა ქალაქების სანიაღვრე წყალარინების სისტემის საშუალებით ტერიტორიებიდან ფორმირებული დაბინძურებული ზედაპირული წყლის შეკრება-გაყვანის, გაწმენდისა და ჩაშვების ეფექტური ორგანიზაცია სანაპირო ზოლიდან დისტანციურად ღუხებზე განთავსებული ახალი ტიპის შტორმშემარბილებელი სისტემის მოტივტივე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსის გამოყენებით.

შტორმული ტალღების ინტენსიური ზემოქმედების პირობებში ზღვისპირა ქალა-

ქების ინფრასტრუქტურის ინჟინრული კეთილმოწყობა მნიშვნელოვანი საინჟინრო პრობლემაა (როგორც საპროექტო, ასევე საექსპლუატაციო ეტაპზე განსახორციელებლად). შესაბამისად საჭიროა დაიგეგმოს და განხორციელდეს სანიაღვრე წყალარინების სისტემის ეფექტური ორგანიზაცია შტორმული ტალღების ზემოქმედების პირობებში: ქალაქის წყალშემკრები ტერიტორიებიდან ფორმირებული დაბინძურებული ზედაპირული წყლის შეკრება-გაყვანის, გაწმენდისა და ჩაშვების მიზნით, რომელიც უნდა სრულდებოდეს კომპლექსურად ქალაქმშენებლობისა და სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმებისა და წესების ძირეული მოთხოვნების შესაბამისად.

აღნიშნულ კონტექსტში საკითხი აქტუალურია და მისი გადაწყვეტა კი მნიშვნელოვანი საქართველოს (ქ. ბათუმი, ქ. ფოთი და სხვა) ზღვისპირა ქალაქებისთვის (და არა მარტო საქართველოს ზღვისპირა

ქალაქებისთვის).

საკითხის სპეციფიკურობა განპირობებულია აღნიშნული ქალაქების როგორც ვაკე-რელიეფური განთავსების, ასევე შავი ზღვის შტორმული ტალღების ზემოქმედების არსებობის გამო. შტორმული ტალღები პერიოდულად ეწინააღმდეგება ჩამშვებ კოლექტორებში მოღინებულ ნაკადებს, რითაც სანიაღვრე სისტემის კოლექტორების ნორმალური ფუნქციონირება ფერხდება: აღინიშნება ქალაქის ტერიტორიების მნიშვნელოვანი დატბორვა, მატერიალური ზიანი, ტრანსპორტის ფუნქციონირების შეფერხება და სხვა. ამას ისიც ემატება, რომ ზღვაში დაბინძურებული ზედაპირული ჩანადენის გაუწმენდავად ჩაშვება, თუ ის აღემატება ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის (ზღკ) დონეს, შეუქცევადად იწვევს მიმდებარე სანაპირო ზოლის შეღფის აკვატორიის წყლის „კრიზისულ ეკოლოგიურ დაბინძურებას“. აღნიშნული მდგომარეობა ძირითადად ფიქსირდება, ნალექების მოსვლის შემთხვევებში: ბინძურდება ქუჩები, მოედნები და სხვა ტერიტორიები. დამაბინძურებელ ინგრედიენტების წყაროს შეადგენს: მანქანების გამონაბოლქვიდან წარმოქმნილი ნავთობპროდუქტების ნარჩენები, ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები (ზან), რკინა და სხვა ტოქსიკური ინგრედიენტები და შეწონილი ნაწილაკები, რომლებიც ხშირად ზღკ-ას კონცენტრაციებს აღემატება. ვინაიდან უმრავლეს ქალაქებში ზღვის სანაპირო ზოლები საბანაო-გამაჯანსაღებელ რეკრეაციულ დანიშნულების როლს ასრულებს (განსაკუთრებით ინტენსიური ტურისტული სეზონის პერიოდში), ადვილი წარმოსადგენია დაბინძურების მავნეობა და ნეგატიური გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

ექსპლუატაციის პროცესში სანიაღვრე წყალარინების სისტემის ნორმალური ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად (რაც ქალაქის სანიაღვრე წყალარინების სამსახურის ძირეული მოვალეობაა) გეგმიურად და სისტემატურად უნდა სრულდებოდეს სანიაღვრე წყალარინების სისტემის და

შემდგენი ელემენტების შემოვლითი პროფილაქტიკური დათვალიერება სათვალთვალო-საკონტროლო ჭების, კოლექტორების და სხვა ქსელური მოწყობილობების საექსპლუატაციო მდგომარეობის გამართულობის შემოწმება. სისტემატურად უნდა სრულდებოდეს „შემწნეული“ ჭების და კოლექტორების მონაკვეთების ღამისა და სხვა ნაგვისაგან გაწმენდა. ექსპლუატაციის პროცესში აგრეთვე განსაკუთრებულ სირთულეს ქმნის ქალაქის განთავსების ვაკე-რელიეფური პირობებიც, რაც სატუმბო სადგურების მოწყობასთანაა დაკავშირებული. ამ შემთხვევაში, საკითხის დარეგულირების მოტივით, სატუმბო სადგურებით მიწოდებული წყალი შეიძლება დაგროვდეს ე.წ. ტბორ-სალექებში (წყლის პირველადი მექანიკური გაწმენდის მიზნით) და აქედან ჩაიშვას ზღვაში. ამასთან ერთად, ჩვენი შემოთავაზებით, ეფექტური იქნება სანიაღვრე კოლექტორების ჩაშვების ადგილებში, ნაპირიდან დისტანციურად 70-100 მ-ზე, ზღვის შეღფში ღუზებზე ჩაბმული სპეციალური ტიპის მოტივტივე-მოცურავე ტალღაშემარბილებელ ჰიდროტექნიკური ნაგებობების კომპლექსის განთავსება. აღნიშნული კომპლექსი ზედაპირული ჩანადენის ჩაშვებას უზრუნველყოფს ზღვის შტორმული დელვის პირობებში. ქალაქების სანიაღვრე კანალიზაციის სისტემის დაპროექტებისას (ან რეაბილიტაცია-განახლების ამოცანის გადაწყვეტის დროს) გათვალისწინებულ უნდა იყოს ქალაქმშენებლობის შემდეგი ნორმები და წესები, კერძოდ:

– თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად ქალაქის ტერიტორიებიდან ფორმირებული ზედაპირული ჩანადენი, წყალსატევში ჩაშვებამდე, გაწმენდილ უნდა იქნეს. შესაბამის ბუნებისდაცვით სამსახურთან შეთანხმებით. გაუწმენდავად მხოლოდ მცირე ტერიტორიებიდან (0,2 კმ<sup>2</sup> ფართობიდან და ტყე-პარკებიდან) ფორმირებული ჩანადენის ჩაშვება შეიძლება;

– რეკომენდებულია წყალარინების სრული განცალკევებული სისტემის გამოყენება, რომლის დროსაც წყალგამყოფი

საკნის საშუალებით ქუჩების, მოედნების და სხვათა ჩანარეცხი წყლის პირველი პორცია მიემართება გამწმენდ სადგურში. შემდეგ პერიოდში, ჩანადენის ზრდასთან დაკავშირებით, ე.წ. პირობითად სუფთა წყლის ხარჯი გაუწმენდავად ჩაიშვება წყალსატევში. ასეთი სისტემა კომპლექსურად ითვალისწინებს ცალ-ცალკე სანიაღვ-

რე და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ქსელების და შესაბამისად გამწმენდი სადგურის ეფექტურ მუშაობას;

– ქალაქების კაპიტალური განაშენიანებისთვის მოთხოვნილი სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმების თანახმად რეკომენდებულია დახურული სახის სანიაღვრე წყალარინების სისტემის მოწყობა.

#### 4. დასკვნა

ამრიგად, შემოთავაზებული ახალი ტიპის შტორმშემარბილებელი სისტემის მოტივივებე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსის დანერგვა ბათუმის, ფოთისა და სხვა სანაპირო ზოლის ფარვარტერში, აგრეთვე

აღნიშნული ქალაქების პორტების აკვატორიის შემოსაზღვრულ მნიშვნელოვანია როგორც ეკოლოგიური, ისე ეკონომიკური თვალსაზრისით.

#### ლიტერატურა

1. ციხელაშვილი ზ. ქართული შტორმდამცავი სისტემა. გაზეთი „ყველა სიახლე“ (ნინო კვიციანიშვილის ინტერვიუ) 23-29 ოქტომბერი, 2013 წ.
2. ციხელაშვილი ზ., ფრანგიშვილი ა., ჩხეიძე ნ., ბაციკაძე თ., გველესიანი თ., დოლიძე გ. საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი „საქპატენტის“ პატენტი P 5600, გამოგონება. მცურავი ნაპირდამცავი ნაგებობა. ძალაში შესვლის თარიღი: 2010-03-31, გაცემის თარიღი: 2012-09-14.
3. ფრანგიშვილი ა., ციხელაშვილი ზ., ბაციკაძე თ., გველესიანი თ., ჩხეიძე ნ., დოლიძე გ. მოსახლეობისა და ტურისტების კულტურული დასვენებისა და გართობისათვის განკუთვნილი კომპლექსი „დედფინი“-ს პერსპექტიული მოდელი. //სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებელი“,
- 1997 წ. №1 (16, 2010), გვ. 26-293.
4. გველესიანი თ.ლ., ბერძენაშვილი გ.მ. Установление основных принципов гашения волн посредством плавающей конструкции (демпфера) на основании аналитической модели. /მე-3 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის „გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“ შრომათა კრებული. 29 ივლისი-4 აგვისტო, 2013, თბილისი-ბორჯომი, საქართველო, გვ. 37-48.
5. Цхелашвили З.И., Прангишвили А.И., Чхенкели Б.Дж. Основы построения интеллектуальных систем управления пространственно-временными сетевыми потоками. Под редакцией академика В.В Чавчанидзе. "Мецниереба" 1997 г. 264 стр.

სააღსაქმაციო ღონისძიებების განხორციელება  
კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლად რეგიონებში

ლიანა ფურცელაძე  
Email: L.Purceladze@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

კლიმატი (ჰავა) (ბერძნულად klima – დახრილობა; იგულისხმება ძველად ბერძენთა წარმოდგენა, რომ გეოგრაფიულ განედებზე ჰავის სხვადასხვაობის მიზეზია დედამიწის ზედაპირის სხვადასხვაგვარი დახრილობა მზის სხივების მიმართ). ჰავა მეტეოროლოგიური ელემენტების ატმოსფეროს აეროზოლური და აირული შემადგენლობისა და მათი შერწყმის მრავალწლიური რეჟიმია, რომელსაც განაპირობებს მზის რადიაცია, ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათი, ატმოსფეროს ცირკულაცია და ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა. მრავალწლიურ რეჟიმში იგულისხმება ყველა მეტეოროლოგიური ელემენტის (რადიაცია, ტემპერატურა, სინოტივე, ქარი და სხვა), ჰაერის აეროზოლური და აირული შემადგენლობის (ბუნებრივი და ხელოვნური წარმოშობის სხვადასხვა მინარევები) ერთობლიობა მრავალათეულწლიანი პერიოდისათვის. კლიმატის ცნება, რომელიც ადრე მხოლოდ დედამიწის ზედაპირის პირობებს გულისხმობდა, XX საუკუნის შუახანებში გავრცელდა დედამიწის ატმოსფეროს მაღალ ფენებზე (თავისუფალი ატმოსფეროს კლიმატი), მიწისქვეშა სიღრმეებზე (მღვიმის კლიმატი) და ხელოვნურად შექმნილ გარემოზეც (დახურული სათავისის კლიმატი); უფრო გვიან პლანეტებსა და თანამგზავრებზე.

დედამიწაზე არსებობს კლიმატის შემდეგი ძირითადი სახეობები: ეკვატორული ჰავა, ტროპიკული ჰავა, სუბტროპიკული ჰავა, ზომიერი განედების ჰავა, ხმელთაშუა

ზღვის ჰავა, მუსონური ჰავა.

კლიმატის მხრივ საქართველოს ტერიტორია ხასიათდება დიდი მრავალფეროვნებით: მუდმივთოვლიანი და მყინვარულიდან – ნოტიო სუბტროპიკულ და სტეპის კონტინენტალურამდე. ტემპერატურული რეჟიმის ცვლილება დამოკიდებულია არა მარტო მაღლივ მდებარეობაზე, არამედ რელიეფის ფორმაზეც. ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმებიდან საშუალო შეადგენს  $+12\div 40^{\circ}\text{C}$ , მინიმუმებიდან  $0\div 30^{\circ}\text{C}$ .

ნალექის განაწილება მერყეობს  $300\div 4000$  მილიმეტრის ფარგლებში და დამოკიდებულია ადგილის სიმაღლესა და ზონალურობაზე.

ქარები არაერთგვაროვანია სხვადასხვა ზონებში. ჰაერის მასების საერთო გადაადგილება ხდება დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ. მთელი საქართველოსათვის, კოლხეთის დაბლობის გამოკლებით, დამახასიათებელია ქარები, რომელთა სიჩქარე  $30\div 40$  მ/წმ-ს აღწევს.

ძირითად კლიმატწარმომქნელ ფაქტორებიდან ადამიანის სამეურნეო საქმიანობაა ქვეფენილი ზედაპირის სახის შეცვლა (ატმოსფეროს, ხმელეთის წყლების, ნიადაგისა და ოკეანეების გაჭუჭყიანება). კლიმატზე გავლენას ახდენს გეოგრაფიული გრძედი და განედი, სიმაღლე ზღვის დონიდან, რელიეფის ფორმა, აგრეთვე ქვეფენილი ზედაპირის თავისებურებანი (ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა და ფიზიკური



თვისებები, მისი ტენიანობა, ზედაპირის მცენარეულობით, წყლით, თოვლით ან ყინულით დაფარულობის ხარისხი, მზის

სხივების არეკლების უნარი, ზღვის დინებები. განარჩევენ მიკრო, მეზო და მაკრო კლიმატს.

### პირითაღი ნაწილი

მდგრადი განვითარების კონტექსტში საქართველოსათვის კლიმატის ცვლილება და მისი უარყოფითი გავლენა ეკოსისტემებსა და ეკონომიკაზე სერიოზული საფრთხეა. კლიმატის ცვლილების პროცესი, რომლის ნიშნები საქართველოში მე-20 საუკუნის 60-იანი წლებიდან შეიმჩნევა, მკვეთრად გამძაფრდა საუკუნის ბოლოდან. უკანასკნელი 10 წლის განმავლობაში პაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის მატებამ დასავლეთ საქართველოს ცალკეულ რეგიონებში  $0.7^{\circ}\text{C}$ -ს, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს ცალკეულ რეგიონებში  $0.6^{\circ}\text{C}$ -ს მიღწია. ამ ცვლილების შედეგად ბოლო წლების განმავლობაში გაიზარდა გლობალური დათბობით გამოწვეული ექსტრემალური მოვლენების ინტენსივობა და სიხშირე; გახშირდა გვალვები და გაზაფხულის ქარები სემიარიდულ რეგიონებში, შავი ზღვის სანაპირო ზონაში გაძლიერდა ნაპირის ეროზიისა და ჩარეცხვის პროცესი.

კლიმატის ცვლილების მიმართ განსაკუთრებით მოწყვლადია შავი ზღვის სანაპირო ზონა, სემიარიდული რეგიონები, კერძოდ კი – აქ არსებული სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები და საძოვრები, მაღალმთიანი რეგიონები.

სანაპირო ზონა განიცდის სხვადასხვა პროცესების (ტექტონიკური მოძრაობა, ზღვის დონის აწევა, შტორმული მოდენები, წყალდიდობები, ზღვის წყალქვეშა დინებები, სედიმენტაცია მდინარეთა შესართავში და სხვა) ზემოქმედებას, რომელთაგან ზოგიერთი კლიმატის ცვლილების ნეგატიური ზემოქმედება ვლინდება გვალვების სიხშირისა და სიძლიერის ზრდის, ტემპერატურული რეჟიმის, ნალექების რაოდენობის, ხასიათის ცვლილების და სხვა მრავალი მოვლენის სახით. ეს მოვლენები გავლენას

ახდენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობაზე, რამაც შეიძლება სერიოზული საფრთხე შეუქმნას „სასურსათო უსაფრთხოებას“ კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შესაფასებლად და კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო ღონისძიებების შესამუშავებლად. ბოლო პერიოდში ტემპერატურის მატებისა და ძლიერი ქარების გახშირების გამო შეიმჩნევა მიწის დეგრადაციის პროცესების გააქტიურება. მაღალმთიან რეგიონებში წყალმოვარდნების, მეწყერებისა და ღვარცოფების სიხშირისა და ინტენსივობის ზრდა საგრძნობლად აზარალებს სოფლის მეურნეობას, ტყეებს, გზებსა და სხვა კომუნიკაციებს. ქვემო სვანეთი (ლენტეხის რაიონი) შესწავლილი იქნა, როგორც გლობალური დათბობისა და შედეგად საგრძნობლად გააქტიურებული ექსტრემალური მოვლენების მიმართ მოწყვლადი მაღალმთიანი რეგიონი. ტემპერატურის პროგნოზირებული ზრდის პირობებში 2050 წლისთვის მოსალოდნელია ამ რეგიონში მდებარე მყინვარების საგრძნობი შემცირება.

კლიმატის ცვლილების საკითხების შესახებ ინფორმირებულობის დაბალი დონე და ამ საკითხების არასაკმარისი ინტეგრაცია სხვადასხვა სექტორების განვითარების გეგმებში ართულებს პრობლემების გადაჭრის ეფექტიანი გზების დასახვასა და განხორციელებას. მიზანშეწონილია საქართველოს ყველა რეგიონისათვის კლიმატის მიმდინარე და მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ მათი ეკოლოგიური სისტემების მოწყვლადობის შეფასება, დაზუსტება და შესატყვისი საადაპტაციო ღონისძიებების დაგეგმვა განხორციელება, ასევე კონკრეტული პროგრამებისა და პროექტების განხორციელებისათვის დაფინანსების

მოზიდვა.

კლიმატის ცვლილებით გამოწვეულმა პროცესებმა შესაძლოა მნიშვნელოვანი უარყოფითი ზემოქმედება მოახდინონ ადამიანის ჯანმრთელობაზე. საქართველოში უკვე შეიმჩნევა „სითბური ტალღების“ ინტენსივობისა და სიხშირის ზრდის ტენდენცია, რის მიმართაც განსაკუთრებით მაღალი რისკის ჯგუფს ხანდაზმული ადამიანები წარმოადგენენ. ეს საკითხები სერიოზულ შესწავლას და რეაგირებას მოითხოვს. ასევე შესწავლილია ტყის, როგორც ნახშირორქანის მშთანთქმელის, პოტენციური საქართველოში.

კლიმატის ცვლილებათა შესასწავლად არსებობს გრძელვადიანი და მოკლევადიანი მიზნები. გრძელვადიან პერსპექტივაში (20 წელი და მეტი) ქვეყნის ძირითადი მიზნებია: საქართველოს მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო ღონისძიებების გატარების გზით; სათბურის ეფექტის მქონე აირების ემისიების შემცირება, რომელთა მისაღწევად საჭიროა მოკლევადიანი (5 წლიანი) მიზნების დასახვა და შესაბამისი ქმედებების გატარება: საადაპტაციო ღონისძიებების განხორციელება კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლად რეგიონებში; კლიმატის ცვლილების გავლენის დადგენა სხვა რეგიონებსა და სექტორებზე; სათბურის აირების ემისიების შემცირების ხელშემწყობი გარემოს შექმნა [3].

კლიმატის შეცვლა იწვევს ნიადაგისა და მცენარეული საფარის შეცვლას, იცვლება მცენარეულობასთან დაკავშირებული ცხოველთა სამყარო, ჰიდროგრაფიული ქსელი, მიწის გამოფიტვის ტენდენციები, ტექნოგენური აგენტებით რელიეფის პროცესები, გარემოს დანაგვიანება, სხვადასხვა ავადმყოფობების გაჩენა და ა.შ. სისტემა, სადაც ყველა კომპონენტი და ელემენტი ერთიმეორეზე დამოკიდებული და ერთიმეორეზე ზეგავლენას ახდენს.

ლანდშაფტურ ეკოსისტემაში ისევე, როგორც ნებისმიერ სხვა სისტემაში, სხეულის ან სხეულთა ერთობლიობის განვითარების

მიზეზები არის ურთიერთდაპირისპირება, შინაგანი საპირისპირო ტენდენციების შეჯახება, მათში შინაგან სხვაობათა არსებობა; თითოეული კომპონენტთაგანი დამატებით ფლობს საკუთარ შინაგან წინააღმდეგობებს: სითბოს შთანთქმა და გაცემა, ეროზია და აკუმულაცია, აორთქლება და კონდენსაცია, სიცოცხლე და სიკვდილი და ა.შ. მთავარ წინააღმდეგობას კი შეადგენს, წინააღმდეგობა ენდოგენურ (ბიოლოგიურ) და ეგზოგენურ (სოციალურ) პროცესებს შორის, რომლებიც წარმოადგენს მთლიანად ლანდშაფტური ეკოსისტემის განუწყვეტელი ცვალებადობის გადამწყვეტ მიზეზს.

ლანდშაფტურ ეკოსისტემაში მთიან და მაღალმთიან ლანდშაფტებში მიწის მასების ეროზიის ორ სახეობას განასხვავებენ – პასიურ მეწყერებს და აქტიურ ჩამონახვავს. პასიური ეროზიული მეწყერები ხდება თანდათანობით მიწისქვეშა ან მიწისზედა წყლებისა და ატმოსფერული აგენტების (მზე, ქარი, ყინვა) ქმედებით. აქტიური ჩამონახვავი ეროზიები – მთის ქანების (ჰიდროდინამიკური სიმძიმის ძალით გამოწვეული) ჩამოცურებით, ზღვის ტალღების ან ადიდებული მდინარეების ქმედებით. საქართველოს მთიან და მაღალმთიან ლანდშაფტებში უცაბედი ღვარცოფები წარმოიქმნება დიდი შხაპუნა წვიმის ქმედებით ადვილად დაშლადი ზედაპირული ქანების პირობებში.

საქართველოს მთიანეთში, კავკასიის მაღალმთიან ლანდშაფტებში დიდთოვლობა ჩვეულებრივი მოვლენაა, მაგრამ გაზაფხულზე, როდესაც მოულოდნელად დათბება და მას მოჰყვება კოკისპირული წვიმები, ის იწვევს თოვლის დაჩქარებით დნობას და დიდ წყალდიდობებს. ამ დროს ადიდებული მდინარეები გადმოდის კალაპოტიდან და მიმდებარე ტერიტორიებზე წალეკვით ეშუქრება ყველაფერს. ანადგურებს შენობებს, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს, აზიანებს გზებს, ხიდებს, ჭაღის ტყეებს, რასაც დიდი მატერიალური ზარალი მოაქვს სოფლის მეურნეობისათვის და ხშირად

ეწირება მრავალი ადამიანის სიცოცხლე.

რესპუბლიკის ტერიტორიაზე ასეთ მდინარეებს მიეკუთვნება: რიონი, ენგური, კოდორი, ჭოროხი, მტკვარი, არაგვი, ალაზანი და მათი შენაკადები, რომლებიც გამოირჩევიან ხშირი წყალდიდობებითა და ზარალის მოტანით. განსაკუთრებით აღსანიშნავია წყალდიდობების მიერ გამოწვეული ზარალის საშიშროება ადიდებული მდინარეების ზღვისპირა შესართავებთან, სადაც წყლის ტალღების მოქმედება იწვევს შედარებით დიდი ტერიტორიების ინტენსიურ ჩამორეცხვასა და დატბორვას.

ცნობილია, რომ არსებობს ნიადაგის ორგვარი ეროზია: ნიადაგის დაშლა და ჩამორეცხვა წვიმისა და გამდნარი თოვლის წყლით (წყლისმიერი ეროზია) ან დაშლა და გადატანა ძლიერი ქარით (ქარისმიერი ეროზია), წყლის მიერ ეროზიას ხელს უწყობს მთაგორიანი რელიეფი და ხშირი კოკისპირული წვიმები, ხოლო ქარისმიერ ეროზიას – ძლიერი ქარი, ტყის გაჩეხვა, ნიადაგის არასწორი დამუშავება და სხვა.

საქართველოში წყლისმიერი ეროზია გავრცელებულია გორაკ-ბორცვიან და მთიან რაიონებში – ზემო იმერეთში, რაჭაში, აფხაზეთში, აჭარაში, სამხრეთ ოსეთში და სხვა. ქარისმიერი ეროზია – გარეკახეთში, შირაქისა და სამგორის ველზე, ქართლის ვაკეში და ა.შ. არასწორი რწყვის შედეგად ვითარდება ირიგაციული ეროზია, რასაც საქართველოში ვხვდებით უმთავრესად ზემო სამგორის, თეზი-ოკამისა და სხვა სარწყავი სისტემების ზონაში.

ნიადაგის ეროზიის წინააღმდეგ იყენებენ ბრძოლის ღონისძიებათა კომპლექსს, რომელიც მოიცავს ტერიტორიის სწორ ორგანიზაციას, ნიადაგდაცვის თესლბრუნვას, საძოვრებზე ნაკვეთმორიგეობით ძოვებას და სხვ. მცირე ქანობებზე დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე წყალამრიდი და წყალგამყვანი კვლებით ჩამონადენის რეგულირებას, ნიადაგის სწორ დამუშავებას. 12°-ზე მეტი დაქანების ფერდობებზე ეწყობა ხელოვნური ტერასები, აშენებენ ბაღენახებს.

საქართველოში ეროზიისაგან ნიადაგის დაცვისა და მისი ნაყოფიერების აღდგენა გაუმჯობესების მიზნით ტარდება აგროტექნიკური, აგრომელიორაციული და სატყეომელიორაციული ღონისძიებები.

არსებობს თავსხმა წვიმით გამოწვეული ეროზიის სიდიდის გამოსათვლელი ფორმულა

$$q = adv \left( \frac{\bar{v} - v'_0}{v'_0} \right) \text{ კმ/წმ} \quad (1)$$

სადაც  $a$  – პროპორციულობის კოეფიციენტი;  $d$  – წარეცხილი ნაწილაკების დიამეტრი მმ-ში;  $v$  – ნაკადის სიჩქარე მ/წმ-ში;  $\bar{v}$  – ენერგეტიკული პარამეტრი წვიმის წვეთის სიჩქარისა და წვიმის ჩამონადენის სიჩქარისა,  $v'_0$  – საწყისი მნიშვნელობა ენერგეტიკული პარამეტრისა, რომლის დროსაც იწყება გარკვეული სიმსხოს ნაწილაკების წარეცხვა.

$$q = 0.4i^{0.7} I^{2.2} T \left[ \frac{\text{ფუნტი}}{100 \text{ აკრი}} \right] \quad (2)$$

ი.გ. ნიილის ფორმულაა [4; 2], სადაც  $i$  – ფერდობის დაქანება პროცენტებში;  $I$  – ნალექის ინტენსივობა დიუმი/სთ-ში;  $T$  – ნალექის ხანგრძლივობა საათში.

ვ. მიუსგრეის მიერ შემოთავაზებულია ფორმულა [4; 2]

$$E = 0.00527 \Pi Ri^{1.35} L^{0.35} P_{30}^{1.75} \quad (3)$$

სადაც  $E$  – ნიადაგის დანაკარგია მმ/წელიწადში;  $\Pi$  – დანაკარგია ერთი წლის განმავლობაში 10% დახრილობის ნიადაგისა და სიგრძით 22 მ;  $R$  – მცენარეული საფარის ფაქტორია;  $i$  – დახრილობა %-ში;  $L$  – დახრილობის სიგრძეა მ-ში;  $P_{30}$  – ნალექების მაქსიმალური სიდიდეა მმ-ში 30 წუთის განმავლობაში.

ი.გ. კორნევის [4; 5] ფორმულაა

$$q = Ai^{0.75} X^{1.3} I^{1.5} \text{ კმ/წთ} \quad (4)$$

ვ.პ. ლიდოვის მიერ მიღებულია ფორმულა

$$q = Ai^2 x \text{ კმ/წთ} \quad (5)$$

(4) და (5) ფორმულებში  $I$  – ნალექების

ინტენსივობაა მმ/წთ-ში,  $i$  – ფერდობის დახრილობა,  $x$  – დახრილობის სიგრძე მ;  $A$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ეროზიის სხვა ფაქტორებს.

თავსხმა წვიმით ჩამორეცხილი ნიადაგის რაოდენობა გ.ი. შვებსის მიერ მოცემულია ფორმულით

$$q = adv \left( \frac{\bar{v} - v'_0}{v'_0} \right) \text{ კგ/წმ} \quad (6)$$

სადაც  $a$  – პროპორციულობის კოეფიციენტი;  $d$  – ჩამორეცხილი ნაწილაკების დიამეტრი მმ-ში;  $v$  – ნაკადის სიჩქარე მ/სთ-ში;  $\bar{v}$  – ენერგეტიკული პარამეტრი

ჩამოვარდნაზე მყოფი წვეთისა და წვიმის ჩამონადენისა;  $v'_0$  – საწყისი მნიშვნელობაა ენერგეტიკული პარამეტრისა, რომლის დროსაც იწყება გარკვეული სიმსხოს ნაწილაკების ჩამორეცხვა [2, 4].

გვეცოდინება რა ფორმულათა საშუალებით გამოთვლილი თავსხმა წვიმით გამოწვეული ეროზიის სიდიდე, მას შესაბამისად მიუხსნადაგებთ ეროზიისაგან ნიადაგის დაცვისა და მისი ნაყოფიერების აღდგენა-გაუმჯობესების მიზნით აგროტექნიკურ, აგრომელიორაციულ და სატყეო-მელიორაციულ ღონისძიებებს.

### დასკვნა

საადაპტაციო ღონისძიებების განხორციელება კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლად რეგიონებში საშუალებას მოგვცემს შევამციროთ კლიმატის ცვლილება და მისი უარყოფითი გავლენა ეკოსისტემებსა და ეკონომიკაზე – მიწის გამოფიტვის ტენდენციები ტექნოგენური აგენტებით (მზე, ქარი, ყინვა), გარემოს დანაგვიანება, ეროზიის პროცესებით გამოწვეული უარყოფითი შედეგები.

კლიმატის ცვლილების მიმართ განსაკუთრებით მოწყვლადია შავი ზღვის სანაპირო ზონა, სემიარიდული რეგიონები, კერძოდ კი – აქ არსებული სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები და საძოვრები, მაღალმთიანი რეგიონები.

ნიადაგის ეროზიის წინააღმდეგ ბრძო-

ლისათვის საჭიროა გატარდეს ღონისძიებათა კომპლექსი, რომელიც მოიცავს ტერიტორიის სწორ ორგანიზაციას, ნიადაგდაცვით თესლბრუნვას, საძოვრებზე ნაკვეთმორიგეობით ძოვებას და სხვა. მცირე ქანობებზე დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე წყალამრიდი და წყალგამყვანი კვლებით ჩამონადენის რეგულირებას, ნიადაგის სწორ დამუშავებას. 12<sup>0</sup>-ზე მეტი დაქანების ფერდობებზე სასურველია მოეწყოს ხელოვნური ტერასები, გაშენდეს ბაღ-ვენახები.

საქართველოში ეროზიისაგან ნიადაგის დაცვისა და მისი ნაყოფიერების აღდგენა-გაუმჯობესების მიზნით საჭიროა გატარდეს აგროტექნიკური, აგრომელიორაციული და სატყეო მელიორაციული ღონისძიებები.

### ლიტერატურა

1. Швец Г.И. О приемах изучения смыва почв. // „Почвоведение” №5; 1957.
2. Швец Г.И. Эмпирическая зависимость для количественной оценки поверхностного смыва. //Сб. Работ по гидрологии, №1, Гидрометеоиздат 1959.
3. საქართველოს გარემოს დაცვის მოქმედებათა მეორე ეროვნული პროგრამა (2012-2016) თბილისი, 2012 წ.
4. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии Издательство „Колос” Москва 1970.
5. Климат и жизнь. Ленинград 1971.

## ВОЗМОЖНОСТИ УРАН-ИЗОТОПНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ПРИХОДНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА В ОБЛАСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА БАСЕЙНА Р. КЫЗЫЛ-СУУ (ПАМИРОАЛАЙ)

Шатравин В.И.,<sup>1)</sup> Тузова Т.В.,<sup>1)</sup> Сатыбалдиев Б.С.,<sup>2)</sup> Уралбеков Б.М.<sup>2)</sup>

Email: [tv\\_tuzova@mail.ru](mailto:tv_tuzova@mail.ru); [bulat.ural@gmail.com](mailto:bulat.ural@gmail.com)

<sup>1)</sup> Институт водных проблем и гидроэнергетики  
Национальной Академии Наук Кыргызской Республики  
г. Бишкек, Кыргызстан

<sup>2)</sup> Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби  
г. Алматы, Казахстан

В связи с глобальным изменением климата, а также при новой системе водораспределения и водопользования в Центральной Азии возникла острая необходимость переоценки водных ресурсов трансграничных речных бассейнов. Одним из таковых является бассейн р. Кызыл-Суу, область питания которой находится в Алайской межгорной впадине между горными хребтами Заалайский (Памир) и Алайский (Тянь-Шань) на территории Кыргызской Республики, а на территории Республики Таджикистан она сливается с р. Муксу, образуя р. Вахш – бассейн р. Аму-Дарья.

На р. Кызыл-Суу нет ни одного надежного гидропоста, и для региона остается неизученным вопрос о генезисе отдельных составляющих водного баланса бассейна, в частности, о долях современного ледникового и подземного стока. Поэтому была предпринята попытка показать здесь возможности уран-изотопного метода,

хорошо зарекомендовавшего себя во многих регионах для решения подобных задач [1-14].

На кыргызской территории бассейна в сентябре 2012 г. были отобраны на изотопный состав урана 11 проб воды в местах формирования стока – в верховьях и среднем течении р. Кызыл-Суу при впадении крупных притоков (рис. 1).

Область истоков питания р. Кызыл-Суу в восточной части Алайской долины полностью родникового генезиса (пробы 1-4). Оледенение в этой части отсутствует (рис 2). Сток сформирован за счет длительного транзита вод по коренным породам и рыхлообломочным отложениям мощной толщи элювиальной коры выветривания на субстрате коренных пород, генезис которой тектонически стимулированный. Этот рыхлообломочный чехол другими исследователями ошибочно принимается за древнейшие морены Алайской долины [4, 5].



Рис.1 Схема уран-изотопного опробования вод бассейна р. Кызыл-Суу

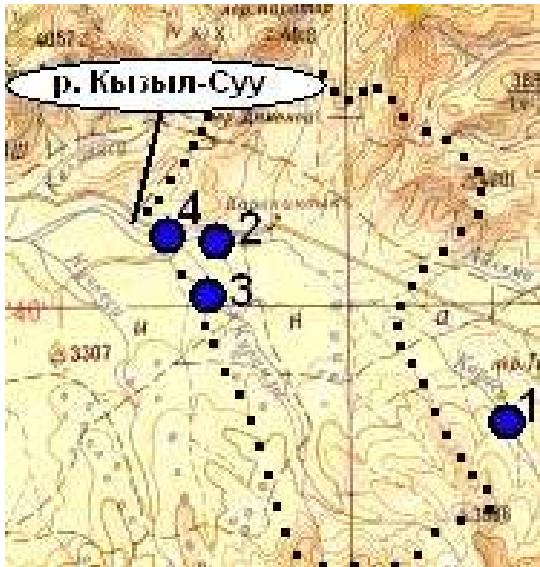


Рис. 2. Область истоков питания р. Кызыл-Суу

В местах отбора группы проб 5-7 в р. Кызыл-Суу впадают реки Сары-Могол и Ачик-Таш. Проба 6 отобрана на правом берегу р. Кызыл-Суу недалеко (не более чем в 150–200 м) от устья р. Сары-Могол и может характеризовать неполное перемешивание вод последней с водами р. Кызыл-Суу. Реки Сары-Могол и Ачик-Таш преимущественно ледникового питания, поскольку в их верховьях много крупных ледников (рис.3).



Рис 3. Область впадения реки Ачик-Таш

Пробы 8-11 отобраны в местах впадения в р. Кызыл-Суу крупных притоков Алтын-Дара и Кок-Суу. Р. Кок-Суу имеет преимущественно ледниковый сток, о чем можно судить по относительно большой площади оледенения в верховьях бассейна этой реки. Там самые большие высоты Алайского хребта (пик Скобелева – 5200 м) и самые крупные ледники. В бассейне р. Алтын-Дара площадь оледенения относительно небольшая (рис. 4), поэтому сток реки с незначительной ледниковой составляющей.



Рис.4 . Область впадения р. Алтын-Дара

Изотопный состав урана в опробованных водоисточниках определялся в лаборатории радиационной экологии им. М. Кюри Казахского национального университета им. аль-Фараби. После концентрирования урана соосаждением на гидроксиде железа из 1 л воды, радиохимической очистки от других излучателей трибутилфосфатом и осаждения бесконечно тонким слоем на стальные диски проводились альфаспектрометрические измерения на полупроводниковом спектрометре высокого разрешения [11, 12]. Результаты анализов приведены в табл. 1 и на уран-изотопной диаграмме зависимости избытка  $^{234}\text{U}$  от общего содержания урана (рис. 5).

Таблица 1

Изотопы урана в водах бассейна р. Кызыл-Суу

Номер пробы	Место опробования	$^{238}\text{U}$ Бк/л	$^{234}\text{U}$ Бк/л	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	C, $10^{-6}$ г/л	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U} \cdot \text{C}$ $10^{-6}$ г/л	Доля стока, %
01	Родник в истоке р. Кызыл-Суу	0.007±0.001	0.012±0.001	1,7±0,2	0,56	0,90	
02	р. Кызыл-Суу, верховья	0.017±0.002	0.046±0.003	2,7±0,1	1.37	3,70	25±15
03	Родник в истоке р. Кызыл-Суу	0.010±0.001	0.017±0.001	1,7±0,2	0.81	1,38	10±5
04	р. Кызыл-Суу, ниже родников 1 и 3	0.015±0.001	0.033±0.002	2,2±0,2	1.21	2,66	35±15
05	р. Ачик-Таш, устье	0.013±0.002	0.016±0.002	1,2±0,2	1,05	1,26	15±5
06	р. Кызыл-Суу при впадении р. Сары-Могол	0.013±0.002	0.020±0.002	1,5±0,2	1,05	1,58	
07	р. Кызыл-Суу после впадения рек Сары-Могол и Ачик-Таш	0.017±0.001	0.033±0.002	2,0±0,1	1,37	2,74	
08	р. Кызыл-Суу перед впадением р. Алтын-Дара Среднее для проб 7 и 8	0.009±0.002	0.016±0.003	1,9±0,5	0,73	1,39	50±20
09	р. Алтын-Дара, устье	0.021±0.004	0.031±0.004	1,4±0,3	1,70	2,38	50±20
10	р. Кызыл-Суу после впадения р. Алтын-Дара	0.017±0.002	0.030±0.003	1,8±0,2	1,37	2,47	100
11	р. Кок-Суу, устье	0.033±0.003	0.037±0.003	1,1±0,1	2,67	2,94	

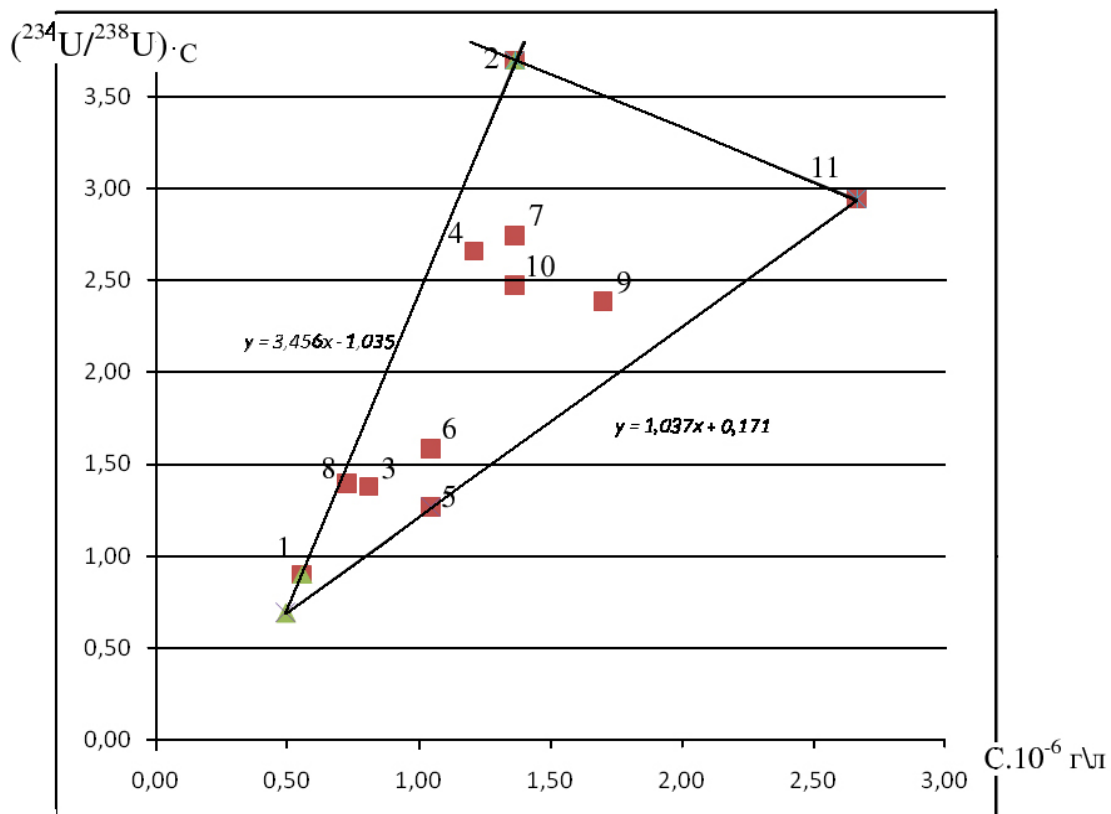


Рис.5. Уран-изотопная диаграмма вод бассейна р. Кызыл-Суу

Как видно из приведенных данных, воды разных источников бассейна контрастно отличаются как по общему содержанию урана, так и по величине избытка  $^{234}\text{U}$  в них.

Минимальная концентрация урана зафиксирована в родниках, питающих истоки р. Кызыл-Суу (пробы 1, 3). Значительный избыток  $^{234}\text{U}$  в них ( $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 1,6 - 1,7$ ) свидетельствует о том, что эти воды перед выходом на поверхность претерпели длительный контакт с коренными породами.

В водах истоков самой р. Кызыл-Суу обнаружен максимальный избыток  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 2,7$  при повышенном по сравнению с водами родников содержанию урана. Следовательно, эти воды сформированы в результате длительной глубинной циркуляции в зонах разломов и дробления горных пород [6-8]. Доля родникового притока в этой части бассейна, рассчитанная по формулам изотопного разбавления [6, 7], составляет не более 10-15%, если за 100% принять сток р. Кызыл-Суу в западной части исследованного района перед впадением р. Кок-Суу (табл. 2).

Воды р. Ачик-Таш как по космоснимкам и топокарте (рис. 3), так и по изотопам урана явно ледникового генезиса: в области питания этой реки находятся самый крупный ледниковый бассейн Заалайского хребта с пиком Ленина (высота – 7134 м) и ледником Ленина (длина – 17 км); в пределах погрешностей измерений в них равновесное соотношение изотопов и сравнительно низкое содержание урана.

К сожалению, нам не удалось опробовать на изотопный состав урана воды в устье р. Сары-Могол, были опробованы лишь воды р. Кызыл-Суу сразу после впадения р. Сары-Могол. Пониженное значение  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 1,5$  и общего содержания урана в пробе 6 по сравнению с отобранными выше (проба 4) водами р. Кызыл-Суу ( $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 2,2$ ) говорит о том, что в водах р. Сары-Могол, которая, как и р. Ачик-Таш, ледникового генезиса (рис. 3), должно быть равновесное соотношение изотопов урана. Тогда по тем же уравнениям изотопного разбавления доля стока этих двух притоков не превышает 20%.

Наиболее крупным притоком в изученной части бассейна является р. Алтын-Дара, воды которой по уран-изотопным показателям смешанного типа питания. Кроме ледниковых вод в ее питании принимают участие и подземные воды, увеличивающие степень неравновесия четных изотопов урана. Для оценки доли этих вод требуется дополнительное уран-изотопное опробование в ее бассейне. Принимая для вод р. Кызыл-Суу перед впадением р. Алтын-Дара средние значения по пробам 7 и 8 ( $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 2,0$ ;  $C = 1,05$ ), находим долю стока р. Алтын-Дара равной  $(50 \pm 20)\%$ .

Как следует из уран-изотопной диаграммы (рис. 5), опробованные воды бассейна р. Кызыл-Суу укладываются в треугольник, вершинами которого могут служить соотношения изотопов в основных источниках питания исследованных вод:

- I – ледниковые воды с минимальным содержанием урана (не более  $0,5 - 0,6 \cdot 10^{-6}$  г/л);
- II – воды коренных пород с наибольшими изотопными сдвигами ( $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 2,7$  – проба 2);
- III – воды, циркулирующие в зоне активного водообмена в разрушенных отложениях верхнего четвертичного горизонта с равновесным соотношением изотопов урана и повышенным его общим содержанием (проба 11).

Остальные опробованные источники представляют собой смесь этих трех типов вод в разных пропорциях (рис. 5, табл. 2).

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что уран-изотопный метод применим для изучения как генезиса отдельных источников бассейна р. Кызыл-Суу, так и оценки их доли в формировании речного стока. Данные по соотношению изотопов урана являются для этого региона первыми и предварительными. Они требуют продолжения с детальным уран-изотопным опробованием вод всех притоков, поверхностных и подземных. Это позволит оценить приточность в любой части бассейна и его годовой сток, если опираться на данные хотя бы одного гидропоста в бассейне.



Таблица 2

Генетические составляющие вод бассейна р. Кызыл-Суу (%)

Номер проб	Водоисточник	I Ледниковые воды ( $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ) <sub>1</sub> =1,3±0,3 C <sub>1</sub> =0,6·10 <sup>-6</sup> г/л %	II Воды коренных пород ( $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ) <sub>2</sub> =2,7±0,1 C <sub>2</sub> =1,3·10 <sup>-6</sup> г/л %	III Воды четвертичных отложений ( $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ) <sub>3</sub> =1,1±0,1 C <sub>3</sub> =2,7·10 <sup>-6</sup> г/л %
2	Исток р. Кызыл-Суу		100	
1,3	Родники в верховьях р. Кызыл-Суу	85	15	
4	Река Кызыл-Суу ниже родников 1,3			
5	Река Ачик-Таш	80		20
6	Река Кызыл-Суу при впадении реки Сыры-Могол	60	20	20
7,8	Река Кызыл-Суу перед впадением реки Алтын-Дара	60	35	5
9	Река Алтын-Дара	30	25	40
10	Река Кызыл-Суу после впадения реки Алтын-Дара	40	35	25
11	Река Кок-Суу			100

Работы по определению изотопного состава урана выполнены при финансовой поддержке МОН РК в рамках проекта «Оценка радионуклидного загрязнения окружающей среды в местах добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания». (№ госрегистрации 0112РК02582).

Л и т е р а т у р а

1. **Маматканов Д., Тузова Т.В., Ерохин С.А.** Оценка риска прорыва горных озер с использованием уран-изотопного метода. /Материалы Международной конференции "Проблемы радиоэкологии управления отходами уранового производства в Центральной Азии". Бишкек –Иссык-Куль, "Аврора", 6-9 июня 2011 г., стр. 88-92.
2. **Тузова Т.В., Романов В.В., Власова Л.В., Ерохин С.А., Жердев А.А., Шатравин В.И.** Уран и тритий в ледниковых озерах Северного Тянь-Шаня. //Водные ресурсы, 1994, т. 21, №2, стр. 236-239.
3. **Тузова Т.В., Шатравин В.И.** Особенности формирования изотопного состава урана во льдах и водах высокогорного литогенеза. //Изв. АН КР, 1994, №3, стр. 55-59.
4. **Шатравин В.И.** Фациально-литологическая типизация основных генетических генераций четвертичных отложений высокогорных зон. //Геология кайнозоя и сейсмоструктурология Тянь-Шаня, Бишкек, 1994, стр. 3-15.
5. **Шатравин В.И.** Палеогляциологическая основа долгосрочного прогнозирования оледенения и климата как факторов динамики криосферы высоких гор Евразии. /Отчет о научно-исследовательской работе Сектора гляциологии ТШВНЦ при ИВПиГЭ НАН КР, Бишкек, 2012 (в материалах <http://www.scorcher.ru/glaciology/review6.php>)
6. **Чалов П.И., Тузова Т.В., Меркулова К.И.** Неравновесный уран как количественный индикатор при изучении формирования стока рек. //Водные ресурсы, 1983, №4, стр.105-111.
7. **Чалов П.И., Тузова Т.В.** Уран-изотопный метод изучения распределения стока речных бассейнов. // Мелиорация и водное хозяйство, М.: Агропромиздат, 1990, № 2, стр. 44-46.
8. **Чалов П.И., Тузова Т.В., Тихонов А.И.** Проверка реальности исходных предпосылок

- использования неравновесного урана для решения гидрогеологических задач. //Доклады АН СССР, 1978, т. 242, № 6, стр. 1296-1298.
9. **Erohin, S.A., Tuzova, T.V.** Assessment of risk of mountain lakes outburst with the use of natural uranium-isotopic indicators //Radioactivity and radioactive elements in environment. Proceedings of III International Conference, Tomsk: SST, 2009. pp. 178-180.
10. **Tuzova T.V.** Investigations of waters of the Issyk-Kul Basin with use of uranium isotopic method. //Study of the Issyk-Kul lake hydrodynamics with the use of isotopic methods. Part II, 2006, Bishkek: Ilim, pp.102-107.
11. **Burkitbayev, M., Uralbekov, B., Nazarkulova, S., Matveyeva, I. and León Vitró.** Uranium series radionuclides in surface waters from the Shu River (Kazakhstan). //Journal of Environmental Monitoring, 2012, 4, pp. 1190-1995.
12. **Uralbekov B., B. Smodis and M. Burkitbayev.** Uranium in natural waters sampled within former uranium mining sites in Kazakhstan and Kyrgyzstan. //Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 289, Number 3, 805-810, DOI: 10.1007/s10967-011-1154-3.
13. **Valyaev, A.N., Erochin, S.A., Tuzova, T.V.** Assessments and decreasing of risks and damages from outbursts of Tien-Shan high mountains lakes. /In Book: Uranium, Mining and Hydrogeology. Published House: Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp. 819-826.
14. **Valyaev, A.N., Erochin, S.A., Tuzova, T.V.** Processes under outbursts of mountain lakes and model for risk assessment. /In Book: "Proceedings CHAOS2008. Editor: H. Skiadas, Published House: World Scientific, 2009, pp. 350-363.

კოლხეთის დაბლობის ჰარბთენიანი ბრუნტემისათვის  
დრენაჟის მფილტრავი ნაყარის შერჩევა

ვლადიმერ შურღაია, ივანე ზაქაიძე, ლენა კეკელიშვილი  
Email: vshurgaia@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

კოლხეთის დაბლობი (212 ათასი ჰა.) ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების მიხედვით რთული სამელიორაციო ობიექტია, როგორც დაშრობის, ასევე სასოფლო-სამეურნეო ათვისების მხრივ. დაბლობზე მეტწილად გავრცელებულია, მძიმე მექანიკური შედგენილობისა და მაღალი გაჯირჯვების უნარის მქონე თიხები, რომელშიც ფიზიკური თიხის (0,01 მმ-ზე ნაკლებ ფრაქციათა ერთობლიობა) შემცველობა აღემატება 90%-ს. ფიზიკური თიხის შედგენილობაში კი ჭარბობს ლამის ფრაქცია ( $< 0,001$  მმ). როგორც დამშრობი სისტემების მშენებლობამ და შემდგომ მათმა ექსპლუატაციამ, ასევე საკვლევ უბნებზე ჩატარებულმა ცდებმა ცხადყო, რომ კოლხეთის დაბლობზე დაშრობის მიღებულ ხერხებს (მიღვანი დრენაჟი კვალთან შეთანაწყოებაში, დრენირებული ტრანშეები და კომბინირე-

ბული დრენაჟი), დრენზე მფილტრავი ნაყარის – ინერტული ქონვადი ბალასტის მოწყობის გარეშე არ შეუძლია შექმნას სათანადო ჰიდროლოგიური რეჟიმი კულტურული მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის; ვითარდება მიწების დაღამვა და შემდგომში მათი დაცობა. რადგან ნაყარის მოსაწყობად ქვიშა, ქვიშა-ხრეშის და სხვა მფილტრავი მასალის გამოყენება მიღვან დრენზე მნიშვნელოვნად ზრდის მშენებლობის ღირებულებას, ამიტომ დრენაჟის ხანგრძლივი საექსპლუატაციო საიმედოობისათვის ინერტული მასალის კარიერის მოძიებისას დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს მფილტრავი ნაყარისათვის გრუნტის სუფოზურობის დადგენას, რადგან ინერტული მასალის ნაკლს წარმოადგენს მასში დიდი რაოდენობის მტერის ფრაქციის ( $< 0,05$  მმ) შემცველობა [1].

ძირითადი ნაწილი

თიხოვანი ნიადაგების მცირე წყალშედწევადობის გამო, ატმოსფერული ნალექების წყალი სახნავ ფენაში ფილტრაციისას, რომლის შეღწევადობა 100-ჯერ და მეტად აღემატება ქვედა გაღებებული ფენების შეღწევადობას, მათთან შესებისას წარმოქმნის წყალზეობას, რომელიც უხვი ატმოსფერული ნალექების დროს ამოდის მიწის ზედაპირზე და ვაკე რელიეფის პირობებში, დიდი ხნით დგას გუბედ, რომლის ბუნებრივი ხარჯვაც ხდება აორთქლებითა და

ტრანსპირაციით.  
კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ნაწილის (108 ათასი ჰა.) სუსტად წყალშედწევად ნიადაგებში დახურული დრენაჟის მოქმედებაზე საკვლე დაკვირვებებმა აჩვენა, რომ დრენებს შორის 10-15 მ. მანძილის შემთხვევაში ნორმებით მოთხოვნილი სახნავი ფენის დაშრობის ინტენსივობა არ არის უზრუნველყოფილი. წვიმის შემდეგ 0,5-1 დღის ნაცვლად წყალზეობა სახნავ ფენაში შეინიშნება 5 და მეტი დღე-ღამის

განმავლობაში.

დადგენილია რომ, როცა სახნავი და სახნავის ქვედა ფენების ფილტრაციის კოეფიციენტების თანაფარდობა 5-ის ტოლია, ქვედა ფენაში მოწყობილ დრენთან წყლის მოდინება მცირდება ორჯერ და მეტჯერ. ამასთან ზედა ფენიდან მოდინება შეადგენს 82%-ს, ხოლო ქვედა ფენიდან – 18%-ს. ე.ი. წყალი დრენში აღწევს ძირითადად ზედა სახნავი ფენიდან, ამიტომ დრენაჟის ეფექტური მოქმედებისათვის სახნავი ფენიდან დრენში წყლის თავისუფალი დინების უზრუნველსაყოფად და მათ შორის ჰიდროტექნიკური კავშირის შესაქმნელად მნიშვნელოვანია მაღალი წყალშედწევადობის მქონე ნაყარის მოწყობა [2, 3].

იმ შემთხვევაში, თუ ზედაპირული წყლების მნიშვნელოვანი ნაწილი გაიყვანება სახნავი ფენიდან, მაშინ დრენში მათი შეუფერხებელი შეღწევისათვის, მფილტრავი ნაყარის ფილტრაციის კოეფიციენტის  $K_{ფ}$  სიდიდე უნდა არანაკლები, შლისტერის ფორმულით გამოთვლილზე იყოს:

$$K_{ფ} \geq 1,48K_{ფგ} \frac{H_{ფგ}}{b}, \quad (1)$$

სადაც  $K_{ფგ}$  არის ზედა ფენის ფილტრაციის კოეფიციენტი, მ/დღ;

$H_{ფგ}$  – ზედა ფენის სისქე, მ;

$b$  – სადრენაჟო ტრანშეის სიგანე, მ.

ტრანშეის სიგანესთან დამოკიდებულებაში  $K_{ფ}$  და  $K_{ფგ}$  კოეფიციენტების თანაფარდობის ანალიზი აჩვენებს, რომ ტრანშეის სიგანის შემცირება და სახნავი ფენის სისქის მატებასთან ერთად დრენაჟის მფილტრავი ნაყარის აუცილებელი წყალშედწევადობა მატულობს 10-ჯერ და მეტჯერ. სადრენაჟო ტრანშეის საკმარისი სიგანისას  $K_{ფ}$  შეიძლება იყოს  $K_{ფგ}$ -ზე ნაკლებიც კი. სწორედ ამით შეიძლება აიხსნას დახურული დრენაჟით დაშრობის არსებული გამოცდილება, როცა 0,5 მ სიგანის ტრანშეას სადრენაჟო მილების ჩაწყობის შემდეგ ავსებდნენ გათხრისას ამოღებული და სახნავი ფენის გრუნტის ნარევი. ამ გამოცდილების შედეგები, რომლებიც მიღებული იყო რუსეთში (ჩრდილოეთ-ღმინგრადის ოლქი და არაშაგმიწა ნიადაგების ზონა) შევიდა საკავშირო სამშენებლო ნორმატივებში გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან. მეტწილად ეს განპირობებული იყო იმით, რომ სადრენაჟო ნაყარისათვის ინერტული მასალის კარიერები მდებარეობდა სამშენებლო ობიექტებიდან დიდი მანძილით დაშორებით (50 კმ-ზე მეტი) და სადრენაჟო ტრანშეებში ინერტული მფილტრავი მასალის ჩაყრის მექანიზმების არარსებობით.

ამ ნორმატივების თანახმად მიმდინარეობდა დახურული დრენაჟის მშენებლობა კოლხეთის დაბლობზე 90-იანი წლების დასაწყისის ჩათვლით. მაგრამ ამ მეთოდმა ჭარბტენიან მძიმე ნიადაგებზე არ გაამართლა არც რუსეთში, არც ბალტიისპირეთში და მით უმეტეს, არც კოლხეთის დაბლობზე, სადაც ატმოსფერული ნალექის საშუალო წლიური რაოდენობა (1800 მმ) 3-ჯერ აღემატება აღნიშნულ ქვეყნებში ნალექის საშუალო წლიურ რაოდენობას, რაც 3-ჯერ ზრდის დატვირთვას დრენაჟზე (600 მმ). დრენაჟის მოქმედების დაბალი ეფექტურობა უფრო ხშირად შეიმჩნეოდა სუსტად გაკულტურულ ნიადაგებზე, რომლებიც ხასიათდება მცირე სისქით და დაბალი ნაყოფიერებით; ის უფრო ღრმავდება სადრენაჟო პერფორირებული მილების სინთეტიკური მფილტრავი მასალის (მინატილო) კოლმატაჟით, მათი დატენიანებულ ნიადაგებში ჩაწყობის გამო, აგრეთვე მძიმე სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკით ფართობების დამუშავების დროს ნიადაგის გამკვრივებით. ამის შემდეგ გამოვიდა საკავშირო ბრძანება (წყალპროექტის ინსტიტუტებში, სამშენებლო ორგანიზაციებში) რომლის თანახმად იკრძალებოდა მძიმე ჭარბტენიან ნიადაგებზე დახურული დრენაჟის მშენებლობა მფილტრავი ნაყარის (ქვიშის და ხრეშის ნარევი, ღორღი, მსხვილმარცვლოვანი ქვიშა) გარეშე.

სახნავი ფენის ფილტრაციული თვისებების ლაბორატორიული და საველე გამოკვლევებიდან ცნობილია, რომ მისი ხანგრძლივი ყოფნისას წყალნაჯერ მდგომარეობაში, დროთა განმავლობაში მკვეთრად მცირდება ფილტრაციის კოეფიციენტი – ცალკეულ შემთხვევებში 2-ჯერ სამი დღე-ღამე გადამეტებულად დატენიანებულ მდგომარეობაში ყოფნისას. ერთი წლის შემდეგ კი მისი ფილტრაციის კოეფიციენტი არ განსხვავდება გარემომცველი გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტისაგან. ამიტომ თუ აუცილებლობა მოითხოვს გამოვიყენოთ დრენაჟის ნაყარი ჰუმუსოვანი ფენის და დამუშავებული გრუნტის ნარევის სახით, მიზანშეწონილია წინასწარ დრენზე დავაყაროთ მსხვილმარცვლოვანი ქვიშა ან ქვიშის და ხრეშის ნარევი სისქით, რომელიც აღემატება ამ ნაყარში კაპილარული წყლის აწევის სიმაღლეს, რომელიც გამოითვლება ფორმულით [3]

$$h = 408A\sigma \frac{\cos\theta}{d_0 \gamma_0} \quad (2)$$

სადაც  $A$  პარამეტრია, რომელიც ითვალისწინებს გრუნტის საწყისი ტენიანობის გაფლენას კაპილარულ დაწნევაზე და მასში მიჭირხნული ჰაერის შემცველობას.

$$A = \frac{(n - \gamma W)(1 - n)}{n(1 - n + \gamma W)} \quad (3)$$

$$n = n_0 - 0,04$$

$\sigma$  – წყლის ზედაპირული დაჭიმულობის კოეფიციენტი; მიიღება 0,00073H/სმ;

$\cos\theta$  - გრუნტის დასველების უნარიანობა;

$$\cos\theta = f(\gamma W + \beta);$$

სადაც  $\beta$  მიჭირხნული ჰაერის შემცველობაა, მიიღება 4%;

$\gamma_0$ ;  $\gamma$  – წყლის და ქვიშისა და ხრეშის ნარევის სიმკვრივე მშრალ მდგომარეობაში გ/სმ<sup>3</sup>;

$W$  – ქვიშისა და ხრეშის ნარევის ტენიანობა, მასში ფილტრაციის დაწყების წინ, წილი;

$n_0$  – ქვიშისა ან ქვიშის და ხრეშის ნარე-

ვის ფორიანობა, წილი;

$d_0$  – მფილტრავი ფორების საანგარიშო მნიშვნელობა, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$d_0 = \frac{0,57nd_{17}\eta^{1/6}}{(1-n)} \quad (4)$$

$\eta$  – მარცვლოვნობის არაერთგვაროვნობის

კოეფიციენტი:  $\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ , როცა  $\eta \leq 5$

ქვიშის სტრუქტურა თანაბარმარცვლოვანია, როცა  $\eta > 5$  – არათანაბარმარცვლოვანი;

$d_{17}$  – ნაწილაკების დიამეტრი, რომლის რაოდენობა ნაყარში 17%-ზე ნაკლებია;

დაბლობზე გავრცელებული მექანიკური შედგენილობითა და წყლოვანი თვისებებით განსხვავებული ნიადაგებისათვის ჩატარებული გამოთვლები აჩვენებენ, რომ ნაყარის სიმაღლე უნდა იყოს არანაკლები 10 სმ. როგორც ზემოთ იყო, აღნიშნული ხშირად ბუნებრივი ქვიშისა და ხრეშის ნარევის ნაკლს წარმოადგენს მათში მნიშვნელოვანი რაოდენობით მტვრისებრი ნაწილაკების (<0,05მმ) არსებობა. ცდებით დადგენილია, რომ 0,5 მმ-მდე დიამეტრის ნაწილაკები ნაყარისაგან გამოირეცხება, ამიტომ მის მოსაწყობად ფხვიერ მფილტრავ მასალაში  $d \leq 0,05$  მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის სუფოზური ნაწილაკების რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 3%-ს.

დამშრობი სისტემების მშენებლობისათვის სადრენაჟო ნაყარი გრუნტის კარიერის მოძიებისას ნიადაგი ითვლება პრაქტიკულად არასუფოზურად, თუ დაცულია შემდეგი პირობა [4]:

$$\frac{d_3}{d_{17}} \geq (0,3\eta + 0,16\eta)\sqrt{\eta} \frac{n}{1-n} \quad (5)$$

სადაც  $d_3$  ნაწილაკების დიამეტრია, რომელთა წონითი რაოდენობა ნიადაგში 3%-ზე ნაკლებია (განისაზღვრება გრანულომეტრული შედგენილობის ინტეგრალური მრუდით);  $n$  – ფორიანობა, წილი.

**კოლხეთის ღაბღობის ჯარბტენიანი ბრუნტებისათვის  
ღრენაშის მვილტრაჰი ნაყარის შერჩევა**

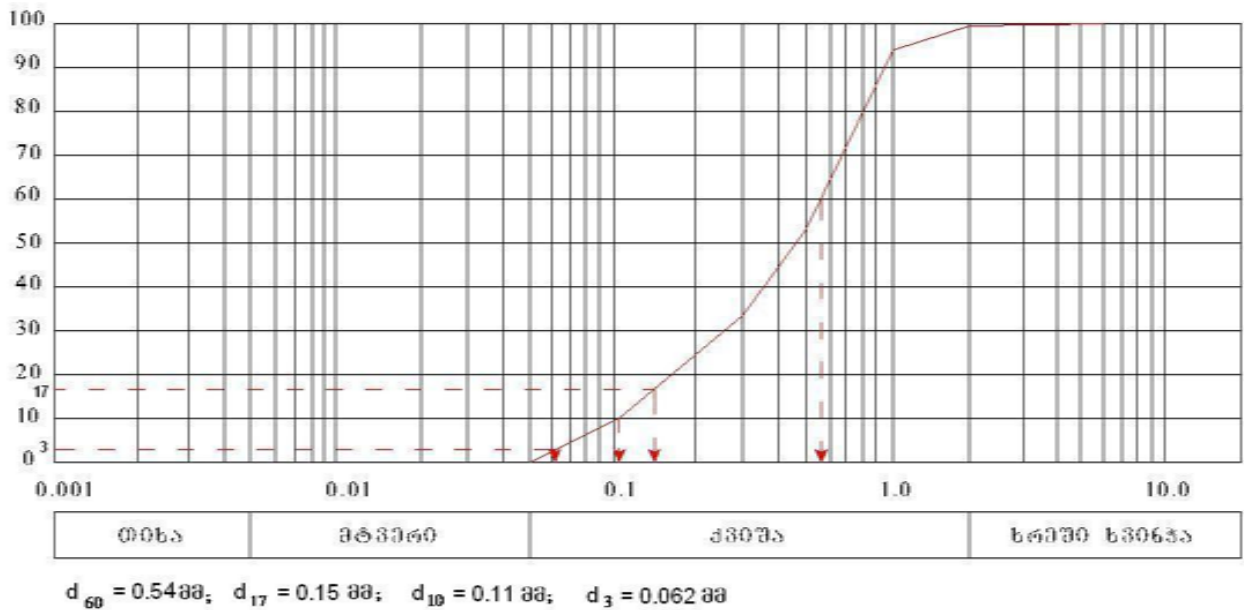
ქვიშოვანი გრუნტებისას პრაქტიკული მიზნებისათვის ფორიანობა  $n$  საკმარისი სიზუსტით შეიძლება გამოვითვალოთ ემპირიული ფორმულით

$$n = 0,40 - 0,11lg\eta \quad (6)$$

მაგალითისათვის, განვიხილოთ კოლხეთის დაბლობის ტრანზიტული დიდი მდინა-

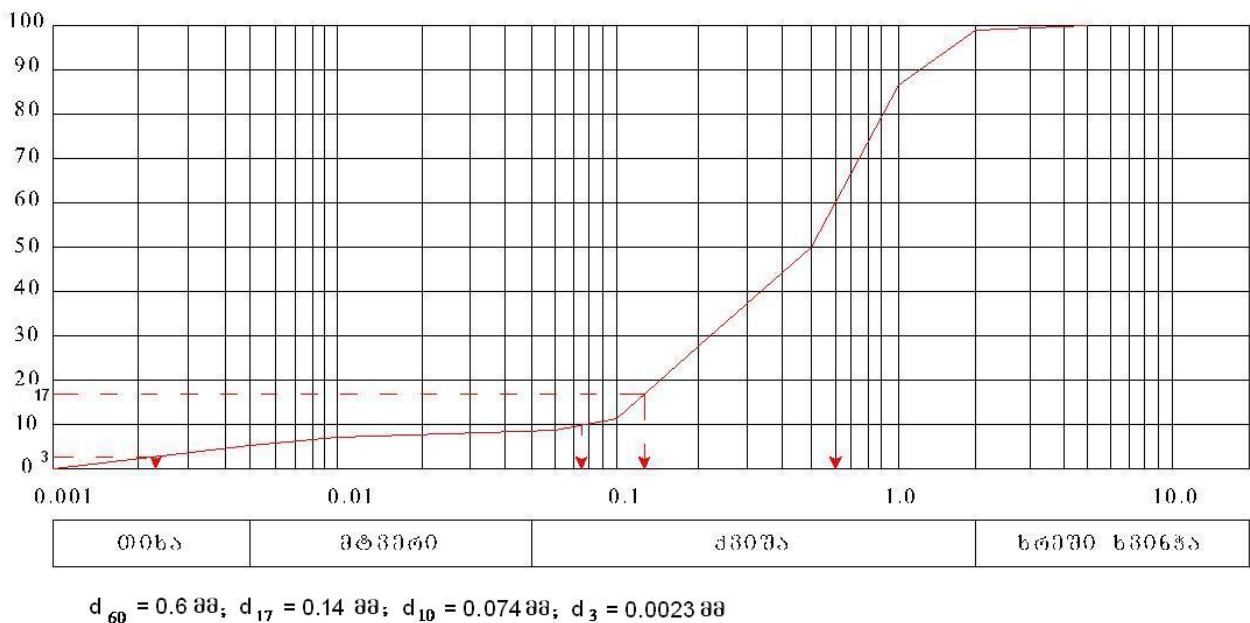
რეები - რიონი და ენგური, რომლებიც ხასიათდება ნატანის უხვი რაოდენობით. ცხრილში მოცემულია მათი ნატანის გრანულომეტრული შედგენილობა, რისი საშუალებითაც აგებულ იქნა ნახევრად ლოგარითმული მრუდები (ნახ. 1; 2; 3).

**ბრანულომეტრიული შემადგენლობის ნახევრად ლოგარითმული მრუდი (მლ. ენგური, კარბილი - კოხი)**



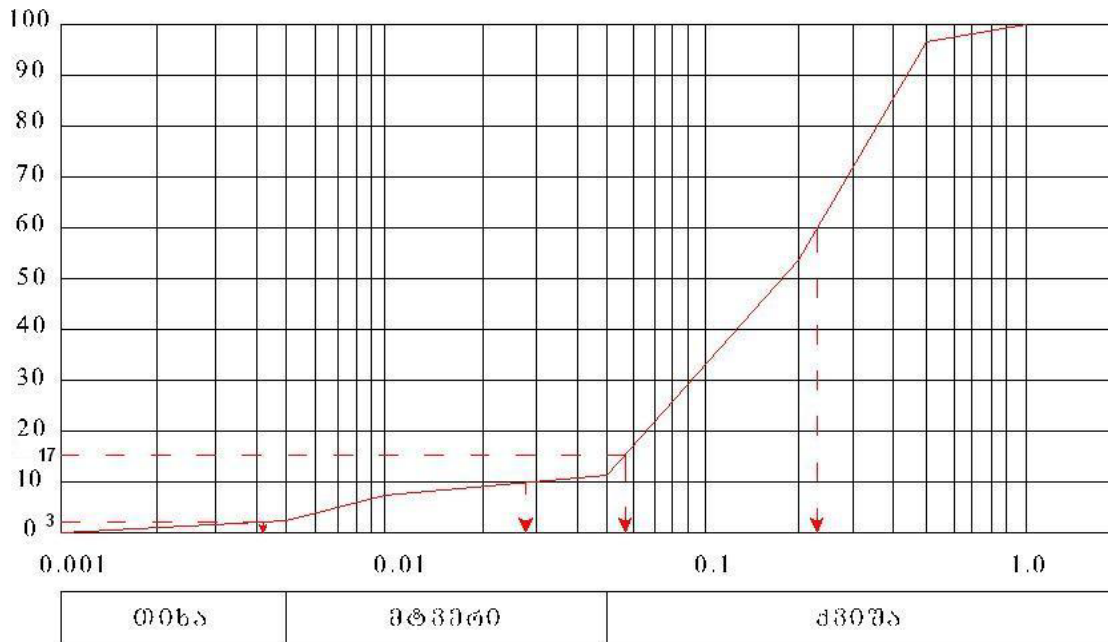
**ნახ. 1**

**ბრანულომეტრიული შემადგენლობის ნახევრად ლოგარითმული მრუდი (მლ. ენგური, სოფ. ღაბღობი)**



**ნახ. 2**

გრანულომეტრიული შემადგენლობის ნახევრად ლოგარითმული მრუდი (მდ. რიონი)



$d_{60} = 0.24$  მმ;  $d_{17} = 0.056$  მმ;  $d_{10} = 0.027$  მმ;  $d_3 = 0.0043$  მმ

ნახ. 3

ცხრილი 1

მყარი ნატანის გრანულომეტრული შედგენილობის შედარებითი მახასიათებლები

მდინარეების დასახელება	ნაწილაკების დიამეტრი, მმ										გრუნტის სუფოზურობა ფორმულა (5)
	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,2	0,2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	
მდ. რიონი (ჩრდილოეთის ტოტი)	–	–	3,8	42,7	18,0	22,6	5,8	3,5	2,6	1,0	$0,08 < 0,42$
მდ. ენგური (სოფ. დარჩელი)	1,8	11,6	36,9	22,0	15,7	4,0	0,9	1,7	5,4	–	$0,02 < 0,41$
მდ. ენგური (კარიერი კოკი)	0,6	4,4	41,2	22,2	22,2	9,4	–	–	–	–	$0,41 > 0,25$

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მდ. რიონისა და მდ. ენგურის (სოფ. დარჩელთან) ნატანში სუფოზური ნაწილაკების რაოდენობა 3%-ზე მეტია (შესაბამისად 12,9% და

8%), ამიტომ სადრენაჟო ნაყარის მოსაწყობად გამოსადეგია მხოლოდ მდ. ენგურის ნატანი კოკის კარიერიდან, რომლის სტრუქტურა თანაბარმარცვლოვანია.

### დასკვნა

კოლხეთის დაბლობის მძიმე თიხა ნიადაგ-გრუნტებში დახურული დრენაჟის მოქმედებაზე სავსებით დაკვირვებების ანალიზის

საფუძველზე დადგენილია რომ:

- დრენაჟის ეფექტური მუშაობა განპირობებულია სადრენაჟო ტრანშეის უკუჩაყრის

პარამეტრებით: მისი წყალშედწევადობით, დრენზე მფილტრავი ნაყარის სისქითა და სადრენაჟო ტრანშეის სიგანით;

- მილოვან დრენტან წყლის მაქსიმალური მოდინება უზრუნველყოფილია მაშინ, როცა ტრანშეაში მფილტრავი ნაყარის სისქე აღწევს სახნავ ფენას; დრენის ხარჯი მინიმალურია, როცა უკუჩაყრის სიმაღლის (იგულისხმება დრენზე მფილტრავი ნაყარის სიმაღლის გარეშე)

შეფარდება ტრანშეის სიგანესთან 2,5-ზე მეტია და მისი ფილტრაციის კოეფიციენტი  $k_{ფ} < 0,1$  მ/დღ-დ;

- არასუფოზური ინერტული მასალისაგან მოწყობილი მფილტრავი ნაყარი მკვეთრად აუმჯობესებს დრენაჟის მუშაობას, რადგან იზრდება დრენის ეფექტური დიამეტრი და შესაბამისად მატულობს მასთან წყლის მოდინება, იცავს სადრენაჟო მილებს დალამვისაგან.

### ლიტერატურა

1. **მოწერელია ა.** კულტურტექნიკა და აგრომელიორაცია კოლხეთის დაბლობის დაშრობილ მიწებზე. „საბჭოთა საქართველო“, თბილისი, 1986 წ., 184 გვ.
2. **Лебедев И.С.** Причины неудовлетворительного действия закрытого дренажа в глинистых и суглинистых грунтах. //Мелиорация и водное хозяйство. №3, 1993 г., стр. 25-27.
3. **Штыков В.И.** Подбор дренажных засыпок для слабопроницаемых грунтов. //Мелиорация и водное хозяйство, №5, 2001 г., стр. 32-33.
4. **Мурашко А.И., Сапожников Е.Г.** Защита дренажа от заиления. "Урожай", Минск, 1978 г., 167 стр.



**ბამჯოლი ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაბეზობის შეფასება**

**გოგა ჩახაია, ლევან წულუკიძე, ზურაბ ვარაზაშვილი, რობერტ დიაკონიძე,  
ირინა ხუბულავა, თამრიკო სუპატაშვილი, გიორგი ომსარაშვილი**

**Email: gogachaxaia@mail.ru**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, თბილისი, საქართველო

დედამიწაზე მიმდინარე კლიმატის ცვლილების გამო გახშირდა მაღალი ინტენსივობის ნალექების ფორმირება, რაც იწვევს ნიადაგის დეგრადაციას მთისა და მთისწინა უბნებში, სადაც ხდება ღვარცოფული და მეწყრული პროცესების პროვოცირება.

ღვარცოფული პროცესები დიდი სიხშირით ვლინდება საქართველოშიც [1] და ძლიერ ნეგატიურ ზეგავლენას (ხშირად კატასტროფული შედეგებით) ახდენს ასეულობით დასახლებული პუნქტის, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების, სატრანსპორტო და ენერგოდერეფნების, მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი ანძების, ჰიდროტექნიკურ-სამელიორაციო ობიექტებისა და სამთო-ტურისტული კომპლექსების ეკოლოგიურ უსაფრთხოებაზე. სტიქიის საშიშროების არეალში მოქცეულია თითქმის ყველა ლანდშაფტურ-გეოგრაფიული ზონა – შავი ზღვისპირეთიდან დაწყებული მაღალმთიან-ნივალურით დამთავრებული, სადაც გეოეკოლოგიური სიტუაცია უკიდურესად გართულებულია. აღნიშნულ რეგიონებში განვითარებული ღვარცოფებით გამოწვეული უარყოფითი სოციალურ-ეკონომიკური, დემოგრაფიული და ეკოლოგიური შედეგები მოიცავენ ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროს. განსაკუთრებულად მძიმე ვითარებაა შექმნილი მთიან რეგიონებში, სადაც სტიქიის ექსტრემალური გააქტიურების პირობებში არცთუ იშვიათად საჭირო ხდება მოსახლეობის აყრა ისტორიულად დამკვიდრებული საცხოვრე-

ბელი ადგილებიდან და გაყვანა სხვა რეგიონებში, რასაც XX საუკუნის მეორე ნახევარში მოჰყვა მთაში ათეულობით სოფლის დაცარიელება და მიწების გავერანება. ყველაზე საგანგაშო კი ის არის, რომ ამ მოვლენებს ხშირად თან სდევს ადამიანთა მსხვერპლიც. მარტო 1987 წლიდან დღემდე საქართველოში გეოლოგიურმა სტიქიამ შეიწირა 600-ზე მეტი ადამიანი, ხოლო ბოლო 35 წლის განმავლობაში მათმა რიცხვმა 1000-ს გადააჭარბა. ამავე პერიოდში სტიქიით დაზარალებული ადგილებიდან გადაყვანილ იქნა 60 ათასამდე ოჯახი. სტიქიის ფონური გააქტიურების პირობებში კი საერთო ეკონომიკური ზარალი ათეული მილიონი დოლარით განისაზღვრება, ხოლო მისი ექსტრემალური განვითარების შემთხვევაში ასეულ მილიონებს აჭარბებს.

საქართველოში თუ XX საუკუნის ბოლო ათწლეულებამდე მეწყრულ-ღვარცოფული პროცესების გააქტიურების ექსტრემუმები უმეტესწილად ემორჩილებოდა გარკვეულ ციკლურობას და ადგილის გეოლოგიურ-კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, მეორდებოდა საშუალოდ 3-5 და 8-11 წლის განმავლობაში ერთხელ, მე-20 ს-ის 90-იანი წლებიდან მოყოლებული პროცესების საშუალო ფონს ზემოთ გააქტიურება აღინიშნება თითქმის ყოველ წელს, ხოლო მათი ექსტრემალური გამოვლინების ინტერვალები მნიშვნელოვნად არის შემცირებული. აღნიშნული პროცესების უარყოფითი მოქმედების არეალში ექცევა სულ ახალი

და ახალი ტერიტორიები, დასახლებული პუნქტები, საინჟინრო-სამეურნეო ობიექტები და სხვ. უნდა აღინიშნოს, რომ ბოლო ათწლეულების განმავლობაში საქართველოს ტერიტორიაზე დაფიქსირდა დინამიკაში და საშიშროების რისკის ზონაში მყოფი 3000-მდე ღვარცოფტრანსფორმირებადი ეროზიული წყალსადინარი, რომელთა საშიშროების რისკის არეალში მოქცეულია 3000-მდე დასახლებული პუნქტი [1].

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, საქართველოში გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან მოყოლებული გეოდინამიკურად დაძაბულ რეგიონებში სტიქიური გეოლოგიური პროცესების გამოვლინება, როგორც წესი, თითქმის ყოველ წელს ინტენსიური ხდება და, შესაბამისად, მნიშვნელოვანია მათგან მიყენებული ეკონომიკური ზარალი [1] (ცხრილი 1).

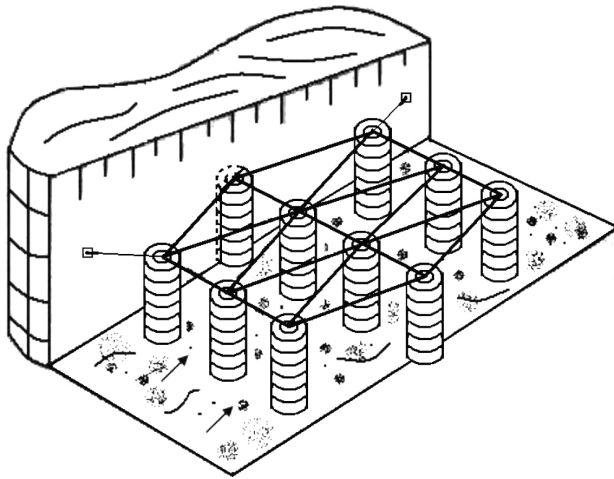
ზემოაღნიშნული მონაცემები ქმნის იმის აუცილებლობას, რომ მოსალოდნელი ეკოლოგიური პრობლემების აღსაკვეთად ქვეყანაში განხორციელდეს ფართომასშტაბიანი ეფექტური ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებები. სწორედ ამ მიზნით ჩვენ მიერ შემუშავებულ იქნა გარსდენის პრინციპზე

აგებული, რესურსმზოგი ბამჭოლი ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა, რომელიც შედგება ჭადრაკული სქემით შეკრული ცილინდრული ფორმის ელემენტებისაგან, რომლებიც თავის მხრივ შედგენილია ლითონის ღერძის მქონე, ქვით სავსე ლითონის მილზე წამოცმული საბურავებისაგან. ისინი ჩამაგრებულნი არიან რკინაბეტონის ფუძეზე (სურ. 1, 2, 3, 4). ჩვენ მიერ შექმნილი ბამჭოლი ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის სქემის შემადგენელი ელემენტებია: (1) ლითონის მილი, (2) საბურავები, (3) ლითონის ღერძი, (4) ლითონის ღერძისა და მილის შემაერთებელი ლითონის ირიბანები, (5) მდინარის კალაპოტის ფერდობებზე ცილინდრული ელემენტების დასამაგრებელი ტროსი, (6) ტროსის მომჭერი, (7) მდინარის კალაპოტის ფერდობებზე ტროსების მისამაგრებელი ანკერები, (8) მდინარის კალაპოტის ფერდობებზე ანკერების დასამაგრებელი ბეტონი, (9) ნაგებობის ცილინდრული ელემენტების ერთმანეთთან შემაკავშირებელი ლითონის ირიბანები, (10) მილში მოთავსებული ქვები, (11) მდინარის კალაპოტის ფერდობები, (12) ნაგებობის რკინაბეტონის საძირკველი.

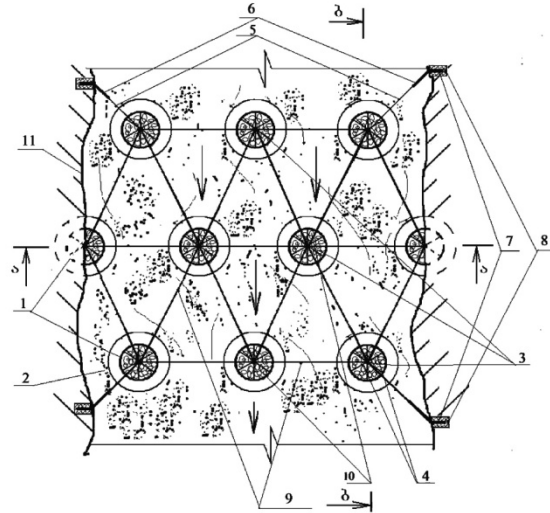
ცხრილი 1

1995-2009 წლებში საქართველოში აღრიცხული ღვარცოფები

წლები	ღვარცოფების წარმოშობის რაოდენობა	მიახლოებითი პირდაპირი ზარალი (მლნ. ლარი)	ადამიანთა მსხვერპლი	მთლიანი ზარალი (მლნ. ლარი)
1995	320	96	12	228
1996	162	27	5	107.3
1997	335	44	7	146
1998	173	20	6	87
1999	27	4.5	–	16.5
2000	23	3.0	–	16
2001	26	4.0	–	19
2002	23	2.5	2	16.3
2003	28	4.5	–	18.5
2004	258	28	2	175
2005	155	9.0	4	105
2006	63	9.0	–	79.5
2007	104	11.5	–	32
2008	126	15	8	63
2009	193	16.5	3	80

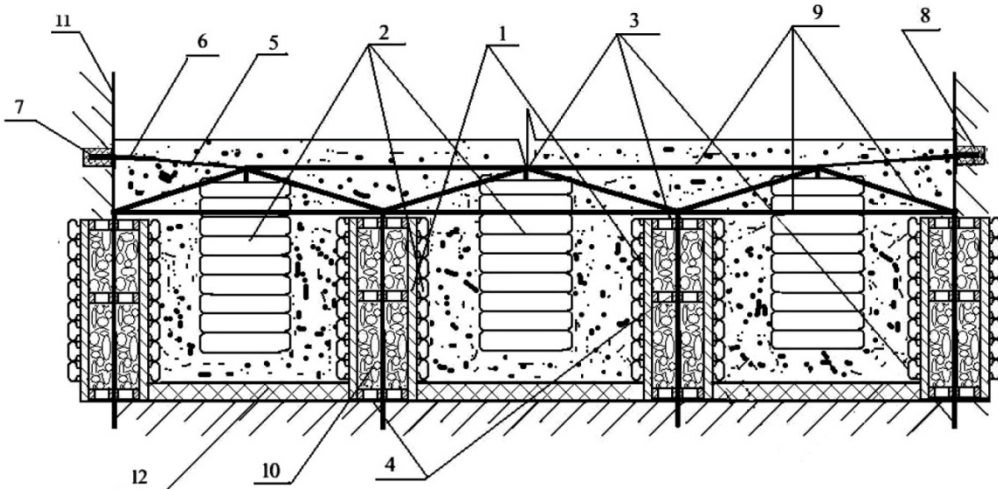


სურ. 1. ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის საერთო ხედი



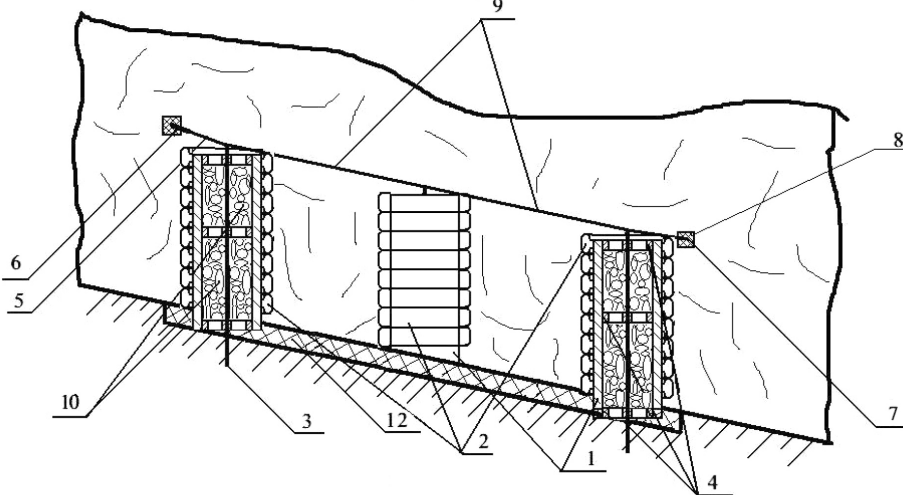
სურ. 2. ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის გეგმა

ჭრილი ა-ა



სურ. 3. ნაგებობის წინხედი (ქვედა ბიეფიდან)

ჭრილი ბ-ბ



სურ. 4. ნაგებობის გვერდხედი

ზემოაღნიშნული გამჭოლი ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის დადებით მხარეს წარმოადგენს შემდეგი:

1. ნაგებობის ცილინდრული ფორმის ელემენტები უზრუნველყოფენ ღვარცოფული ნაკადის გარსდენას და შესაბამისად ღვარცოფის ენერჯის ეტაპობრივად ჩაქრობას, რაც ხელს უწყობს ნაგებობის მუშაობის საიმედოობას;

2. ნაგებობის ტანში ღვარცოფის გავლის შემდეგ არ იქმნება ღვარცოფული გამონატანისაგან ნაგებობის გაწმენდის აუცილებლობა, რადგან ნაგებობის გამჭოლი სივრცის სიდიდის გამო შესაძლებელია მდინარის წყლის ნაკადმა გაწმინდოს იგი;

3. ლითონის მიღზე წამოცმული საბურავები იცავს ნაგებობის ელემენტებს ღვარცოფული ნაკადის პირდაპირი დარტყმისაგან;

4. ლითონის მიღში ჩაყრილი ქვები (ინერტული მასალა) აძლიერებს ნაგებობის გრავიტაციულ თვისებებს და ხელს უწყობს ნაგებობის მდგრადობას;

5. ნაგებობის ცილინდრული ელემენტების

შემაკავშირებელი ირიბანები და ტროსები უზრუნველყოფენ ელემენტების სიმყარესა და ღვარცოფული ნაკადის მიმართ ნაგებობის მდგრადობას.

აღსანიშნავია აგრეთვე ისიც, რომ აღნიშნულ ნაგებობას აქვს უარყოფითი მხარეც, კერძოდ, განსაკუთრებული კონცენტრაციის (მორები, დიდი დიამეტრის ქვები, ხის ტოტები) ღვარცოფის შემთხვევაში შესაძლებელია მდინარის ნაპირის ფერდობებსა და ნაგებობის განაპირა ელემენტებს შორის მოხდეს ღვარცოფული მასის დროებითი ჩასოფვა, რაც, ვფიქრობთ, დიდად არ იმოქმედებს ნაგებობის მდგრადობაზე.

ამრიგად, ჩვენ მიერ შემუშავებული გამჭოლი ტიპის ნაგებობის ზემოთ ჩამოთვლილი თვისებებიდან გამომდინარე შესაძლებელია მასზე განხორციელდეს ლაბორატორიული კვლევები მისი ეფექტურობის დასაზუსტებლად, რაც შემდგომში მოგვცემს საქართველოში არსებულ ღვარცოფული ხასიათის წყალსადინარებში მისი დანერგვის შესაძლებლობას.

### ლიტერატურა

1. [http://drm.cenn.org/Hazard\\_assessment\\_files/Landslides\\_mudflows\\_rockfalls.pdf](http://drm.cenn.org/Hazard_assessment_files/Landslides_mudflows_rockfalls.pdf)

## GEOLOGICAL CONDITIONS OF MUDFLOW FORMATION IN KAKHETI AND THEIR MANAGEMENT TECHNOLOGY

**Emil Tsereteli,<sup>1),2)</sup> Merab Gongadze,<sup>1)</sup> Nana Bolashvili,<sup>1)</sup> Giorgi Lominadze,<sup>1)</sup>  
Merab Gaprindashvili,<sup>2)</sup> George Gaprindashvili,<sup>1),2)</sup> Tinatin Nanobashvili<sup>3)</sup>**  
Email: *gaprinda13@yahoo.com; gaprinda1609@yahoo.com*

<sup>1)</sup> TSU, Vakhushti Bagrationi Institute of Geography

<sup>2)</sup> National Environmental Agency of Georgia

<sup>3)</sup> Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

Tbilisi, Georgia

### 1. INTRODUCTION

Kakheti region's unique climate – landscape environment create optimal conditions for the special Rural Development. At the same time, this region is the most complicated area in Georgia by the development scales of mudflow phenomena, recurrence rate, economic prejudice and risk of danger. More than a half of the territory is under the threat of the highest and high risk category (by ratios of 0.6-0.9).

Majority of the population is concentrated in the Caucasus foothills and Tsiv-Gombori bottom zones, they are in the high-risk areas of mudflows, including the cities of Sagarejo, Telavi, Kvareli, Signaghi, Lagodekhi and Gurjaani. Mudflows periodically damage the roads and melioration-irrigation communications. Hundreds of hectares of highly fertile lands and vineyards are covered by stone – muddy mass.

According to historical reports in the Kakheti region even in the past the mudflow processes were extensively developed and created certain problems to settlements, due to which sometimes there were human victims. A good example of this is the Duruji River, where the developed catastrophic floods (in 1899, 1906, 1947, 1949, 1963, 1967, 1975, 1978) took about 200 human lives from the Telavi city inhabitants; and in June of 1977 the mudflow, formed in the Telaviskhevi River in the Gombori range, made a direct economic loss to the infrastructure of Telavi city of about 30 million dollars.

At present in the Kakheti region the cadastre of about 250 mudflow river basins has been carried out, that pose a direct threat to the population, its infrastructure and engineering objects. Though, in fact, the total amount of mudflow transforming water pipes is five times more.

The rivers of mudflow character that are formed on the slopes of the Kakheti Caucasus and the Tsiv-Gombori range are of high risk potential for population. However, according to the formation of geological conditions, the mudflows, transformed within the areal of Kakheti Caucasus and the Tsiv-Gombori range, significantly differ from each other in terms of composition, structural – rheological features, volumes and repeatability in time.

Mudflows formed within the Caucasus, appear in the clay shale distribution areals and are characterized with high density of stone-muddy structural streams, large volumes and high-risk's medium repeatability once per 3-5 years.

Mudflows generated on the Tsiv-Gombori slopes are totally formed in the young molassic sediments (domination of loose conglomerates with the clay interlayer), which do not need any prior preparation. In case of heavy rains of more than 30-40 mm per day and night, transformation of the mudflow processes will take place and it will be repeated several times a year during the III-XI months. Their one-time volumes fluctuate in large range – from the several thousands of cubic meters

## GEOLOGICAL CONDITIONS OF MUDFLOW FORMATION IN KAKHETI AND THEIR MANAGEMENT TECHNOLOGY

to more than 300-500 thousands of cubic meters. However, their annual transformation, and often their multiple repetition a year makes a great discomfort to local population, farm lands, irrigation canals and highways, which pass through the rivers of mudflow character (Fig. 1, 2). In this regard, it can be stated that the mudflows formed in the Tsiv-Gombori range have no analogy.



**Fig. 1. Mudflow stone-muddy deposits of the Sagarejo River (2011)**

Given the fact that mudflows which are formed in the area of Caucasus and Tsiv-Gombori range is different from each other by the geological structure and structural-reological nature of formed transformed flows. Based on the above, approach to the decision of protection-mitigation measures from negative results of these mudflows, which are formed in two quite different conditions by morphological point of view and their adaptive effectiveness will be significantly different. Therefore, below we give a short description of the features of the mudflows, formed within the Kakheti Caucasus and Tsiv-Gombori ranges on the example of the Duruji and Telaviskhevi River gorges, as a representative of all other types of mudflow basins as well as the types of adaptive measures, which implementation will result in effective consequences.

The Duruji River mudflow basin, as well as all other mudflow rivers presented on the southern slope of Kakheti Caucasus, originates in the high mountainous alpine morphological zone. All they discharge in the Alazani River bed and they have developed a wide (30-100 sq. km), fully populated and utilized debris cones within its depression. The overall falling of the river beds exceeds 1900-2000 m,

the average inclination in the mountainous area is 130-135‰ and they have developed the deep narrow gorges, in the downstream, after leaving the canyon river-bed-grove – 23-25.6‰. All these rivers are characterized by the fan-like opened mudflow forming geological centers and catchment basin. The geological centers of all mudflow rivers of the Kakheti Caucasus are developed in the units of alternation of schistous and clay shale (80%) and sandstones (15-20%) – the terrigenous-metamorphic complex of Lower and Middle Jurassic age that are tectonically extremely mixed and intensely weathered. The mudflow forming geological centers are located above the forest upper belt and the complex of slope processes (rock slides, rock avalanches, landslides, snow avalanches, solifluctions and slope erosion) is involved in the formation of solid mineral mass.



**Fig. 2. Mudflow bed of Antoki River (2010)**

Special engineering studies and stationary observations of "Sakgeologia" conducted in the Duruji River basin identified that from the unstable slopes of the catchment basin due to denudation – gravitation and erosion processes annually from each hectare of the area on average 1000-3500 tons of the mineral mass is transited in the mudflow forming centers, and annually on average 1.0-1.5 million cubic meters is accumulated in the center and in total the predicted storage of the mineral mass exceeds 500 million cubic meters (2, 5).

In the Duruji River area and in general, in the Kakheti Caucasus region, stone-muddy structural rheological streams of high density (1.8-2.5 g/cm<sup>3</sup>) are formed mostly, particularly, in the conditions of

development of catastrophic mudflows. Due to this in the composition of stone-muddy mudflow streams often occur the grand-scale boulders (2-5 m or more in size) in the transit accumulation zone, and sometimes in the brought accumulation area. For example, in 1889 the catastrophic mudflow, transformed in the Duruji River, brought a dacite boulder of more than 200 tons in the accumulation zone of the area of the city of Kvareli, which is now included in the "Red Book" as a unique phenomenon for geotourism (Fig. 3, 4).

It is notable that in the Duruji River gorge for the last 120 years, passing of the catastrophic mudflows has been fixed 39 times: in 1888, 1889, 1903, 1906, 1922, 1934, 1940, 1941, 1943, 1946, 1947, 1949, 1956, 1957, 1958, 1961, 1963, 1967, 1968, 1970, 1972, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1982, 1984, 1986, 1987, 1991, 1997, 1998, 2001, 2003, 2007 and 2009. Their simultaneous output capacity ranges within the diapason of 0.7-1.2 1.6-3.0 million cubic meters (1), while the volume of fixed mass in the debris cone zone is fixed within the 300000–640000 m<sup>3</sup>. Duration of the mudflow processes is observed in the range of 1.2-11 hours; it takes 15-20 minutes to reach the debris cones of the mudflows streams. In the Duruji River gorge and in the similar mudflow forming gorges next to the catastrophic mudflows of large volume the streams of relatively low density (1.2-1.7 g/cm<sup>3</sup>) pass more frequently, during which the transit accumulation cones zone erosion mostly washing of their beds take place. Transformation of this type of mudflow water-deposits can occur each

year in the conditions of corresponding atmospheric precipitations. For example, in the years of 1961-1967 [Beruchashvili G. (1)]. In the Tetri Duruji River gorge fixed the passing of 150 mudflow streams with about 500 m<sup>3</sup> discharge. Though, most of them couldn't reach the debris fans. In general, the variation of mudflow river beds' bookmarks, difference between the mudflow streams of large volume and high density deposited in the zone of the transit accumulation and debris cone and the washed levels by water-deposit streams makes in average 3-4 meters.

Due to the fact that the mudflows occurred in the Duruji River puts the Kvareli population and its infrastructure under a great risk. Since the beginning of the 20<sup>th</sup> century the different types of measures are being carried out for protection and reduction of psychological stress of the city's population. Many ideas and the project decisions (2, 3) have been proposed including: Carrying out the phyto-melioration (i.e. bio-engineering) measures in the mudflow forming centers; Throwing the mudflow rivers into the neighboring river basins; River beds cleaning and their extending throughout the transit zone; Building of barrages, cascades, mudflow- holding through or holdback strong dams of different height of constructions (including construction of a net-like high dam); Arrangement of a barrage dam (of 15-20 meters height) in the debris cone zone along the whole length of the left bank of the river, periodical cleaning of its bed and placement of periodically removed mass on the barrage demand etc.



Fig. 3. The Kabali River mudflow



Fig. 4. Boulder brought by Duruji mudflow (Kvareli)

## GEOLOGICAL CONDITIONS OF MUDFLOW FORMATION IN KAKHETI AND THEIR MANAGEMENT TECHNOLOGY

From the above listed measures we consider impossible the implementation of the phyto-melioration (i.e. bio-engineering) measures in the mudflow forming centers due to the extremely complex relief conditions and the intense erosive-gravitation processes within the rocks of a strong and deep tectonic disorder; we consider without effect the implementation of the project on throwing the mudflow rivers into the neighboring basins. High dam construction project, which has been developed by the Institute of "Saktskalproekti", is so expensive that we consider its building unrealistic. Moreover, its maintenance and periodical cleaning will be even more difficult process. In late 70<sup>s</sup> of the 20<sup>th</sup> century the through mudflow-holding building (so-called "Kherkheulidze Construction") has been developed at the Institute of Hydro-meteorology and its experimental construction was constructed in the transit zone of the mudflow river. However, due to extremely high density and complex rheological properties of mudflow streams even during the first passage of the catastrophic mudflows the steel - concrete blocks of tens of cubic meters in volume have been removed from the construction and transited at 600-700 meters.

At present the most optimal and effective protection measure against mudflows for population of the city of Kvareli can be considered the 7 km length river-bank dam, which project included arrangement of 15-20 m high barrage, periodical cleaning of the river bed and raising the dam height by the removed materials. Dam construction was

going on gradually by removing 300-400 thousand cubic meters of materials annually from the river bed and stacking them on the dam. However, since 1990 no longer a regular cleaning of the river beds carried out, due to which for today its hypsometric level is located higher than the city's topography. At the same time, the pillar protective concrete wall is completely covered with mudflow streams and in the conditions of mudflows passing (especially during the water-deposit streams of low density) the intensive washing and deformation of dam takes place. For mudflow risks insurance purposes it is necessary to rehabilitate the erosion protective wall of the dam pillar, periodical cleaning of the river bed in the accumulation zone and storage of removal material on the top of the dam. Currently, to avoid the overflow of mudflow streams into the city's territory in the area of the river going out from the canyon, a stone gabion reach in the wire grid (the so-called "McCaffer" construction) was arranged on the top of the dam, which has played a positive role (Fig. 5, 6).

We believe that the arrangement of the bank dams and river-beds periodical cleaning can be considered one of the most effective means for the protection against the dangers of high structure stone-muddy mudflows formed within the Kakheti Caucasus area.

Mudflow forming processes in the Telavis-khevi River is typical to all transforming mudflow rivers on the slopes of Tsiv-Gombori range.



Fig. 5-6. The Duruji River mudflow material leaving the canyon area and a bank-protection gabion



Mudflow basin of the Telaviskhevi River begins on the north-eastern slope of the mentioned range at a height of 1800-1900 m and joins to the Alazani River from the right side at a height of 500 m. Though the Telaviskhevi River water flows into the Alazani River only in the spring snow melting and rainy periods and during the forming mudflows. Upper reaches of the Telaviskhevi River is developed along the 6 km in the Mio-Pliocene molassic conglomerates, where the gorge is cut up to a depth of 100-200 meters by "V"-like profile and the river bed of a large inclination. The debris cone zone along the 3.5-4 km, on which the city of Telavi is built with more than 30 thousand residents and a number of villages, is entirely built by the mudflow deposits. Upper flow of the Telaviskhevi River, where the active formation of mudflow processes take place, like other Tsiv-Gombori's mudflow rivers, is characterized with a fan-like spreading.

The mudflow processes are formed geologically in the extremely easily destroyed conglomerates and clays during each heavy rains and sometimes, during the snow melting period earlier in the spring. Accumulation of mineral products in the centers takes place under the influence of erosion and gravitation and landslide processes, important filling of which takes place in the transit zone during passing mudflow streams. We must foresee that in the catchment area of all water flows related to the molassic sediments, the mudflow transforming geological source is of unlimited amount, which does not require any preparatory stage. In case of each falling of mudflow forming rain, the occurrence of mudflow streams is inevitable, and the more is the precipitation in the form of rain, the more the risk of danger increases proportionally. A classic example is the case when the mudflows occurred in the Telaviskhevi River on 14<sup>th</sup> of July of 1977, the transformation of which was stipulated due to the falling of about 80 mm heavy rains for 3 hours. In the river basin the formation of mudflow processes took place in the 8 tributaries simultaneously and in the 5 of them occurred the landslide-breaking streams. In total, mudflows brought out about 1 million m<sup>3</sup> of stone-muddy mass, out of them 300000 m<sup>3</sup> (2,4) was deposited in the debris cone zone, where the city is located. Energy

extinction of the mudflows streams began in the plain relief zone of the Alazani depression, about 5 km from the confluence, after which the stone-muddy mass moved to the water-deposit and the intensive erosion washing of the river banks has begun (4, 5). Breakthrough of the landslide deposits in the river catchment basin was happening not at the same time, due to which the pulsation movement of the mudflow streams lasted for 4-5 hours.

In order to prevent a real danger of the recurrence of the mudflow processes in the Telaviskhevi River, it was decided to work out the cardinal mudflow control technologies, which included: 1) Phytomelioration (bio-engineering) measures in the zone of formation of mudflow processes in the areal of mudflow-forming geological centers; 2) At a very flow out of the Telaviskhevi River from the canyon and its throwing into the Matsantsaraskhevi River and of this latter – into the Vardisubniskhevi River (Changashvili G., 1978); 3) At the touching area of the flow out of the Telaviskhevi River from the canyon and the tip of the debris cone construction of the through stream-holding steel – concrete engineering construction of "Kherkheulidze Construction" and arrangement of concrete waterproof canal along the whole length of the debris cone. Idea of implementation of the first two measures was excluded at the beginning. As for the stream-holding through construction, it was built in 1978 and is still performing its function (Fig. 7, 8). And we think, as Paradigm model can be recommended for the Tsiv-Gombori similar geological environment to be protected from the dangers of transforming mudflows.



Fig. 7. Mudflow-holding through construction

**GEOLOGICAL CONDITIONS OF MUDFLOW FORMATION IN KAKHETI  
AND THEIR MANAGEMENT TECHNOLOGY**



**Fig. 8. Mudflow material accumulated in the head race of the mudflow-holding through construction in the Telaviskhevi River**

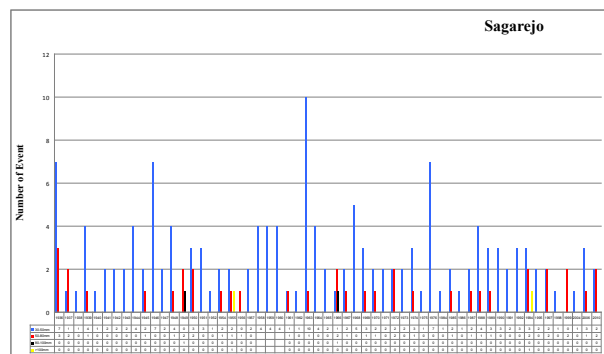
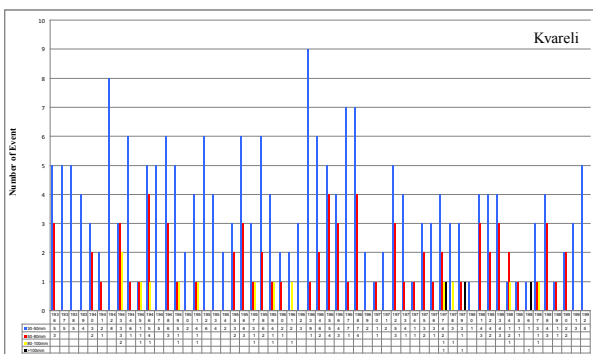
Such kind of engineering construction is quite expensive and its construction is justified for a large settlement such as the Telavi city. But, as there are plenty of mudflow water courses of such type on the both slopes of Tsvi-Gombori range that almost every year do significant harm to the rural population, farm lands and motor roads, it is necessary to adopt certain preventive measures. Such an acceptable measure we consider arrangement of hollows in the extended river-beds when the mudflow gorges going out of the canyon, which will receive the mudflow streams. Periodically a stony mass will be removed from the hollows, which, at the same time, is a great product for different construction purposes. On the other hand, the rivers running through the Tsvi-Gombori slopes, are main sources of water feed for the underground artesian waters of the Alazani and Iori Rivers; though, most of these rivers are functioning only periodically in the snow melting and the rain period. And in the conditions of mudflows passage, the waters

presented in the stone-muddy streams are not able to separate from them and move to the under-bed streams until the mudflow streams are extinguished, which usually occurs near the major rivers joining.

Therefore, by creation of the mudflow-holding hollows in the transit zone, it will be able not only to prevent the stone-muddy stream danger, but in this case the water mass will be released from the energy -extinguished low-density stone-muddy streams and flow into the under-bed streams, by which the water feed of underground artesian waters will be increased by at least 50-60%. This problem was developed in due time by the specialists of "Sakgeologia" and was recognized as a rational proposal.

In general, it should be noted that the activation degree and the hazard risk of the mudflows formed in the Kakheti Territory on the general background of extremely high sensitivity the geological environment, fully depends on the variation of the climate conditions and the maximum deviation values in time and space of intra-annual daily mudflow forming precipitations.

In this regard, the sum of daily precipitation of more than 50 mm will be necessary for the mudflows transformed within the Kakheti Caucasus areal, while for the mudflows formed on the Tsvi-Gombori range – more than 30-40 mm. At the same time, with the total amount of daily precipitation, the intensity of precipitation fallen in form of rain during a certain time interval, is of great importance, as well as the values of their deviation in the intra-annual section, which significantly increases the activation potential of landslide processes in the mudflow-forming areas of the rivers. The obvious example is the analytical picture of historical-statistical data of intra-annual and daily maximum deviations of Kakheti region's weather stations (Fig. 9).



**Fig. 9. Amount and return period of Daily Precipitation**

## References

1. **Beruchashvili G.** Some results of the research of mudflows. /Proceedings of Kaz. NIGMI, 1969, the quest. 33.
2. **Tsereteli E., Maguadze O., Chelidze T., Massue J.L., Tatashidze Z., Kherkheulidze G.** Peculiarities of formation of catastrophic mudflows in the Duruji River basin (eastern Georgia). //Journal of the Georgian Geographical Society. 2002, vol. 7, pp. 45-55.
3. **Tsereteli E.D., Berdzenishvili D.P., Tatashidze Z.K., Chelidze T.L., Tevzadze V.I., Kherkheulidze G.I.** Peculiarities of formation of catastrophic mudflows in the Duruji River basin and safety of the city of Kvareli. /Proceedings of the Institute of Water Resources of Georgia. ASG. Tbilisi, 2001, pp. 229-234.
4. **Tsereteli E.D., Tsereteli D.D., Kurdadze M.Z.** Analysis of the engineer-geological factors in the formation of mudflows in the Telaviskhevi River basin. /XV All-Union scientific and technical confederation for antimudflow measures. Moscow, 1978, pp. 172-176.
5. **Tsereteli E.D., Tsereteli D.D.** Geological conditions of development of mudflows in Georgia. "Metsniereba", Tbilisi, 1985.
6. **Changashvili G.Z.** Appearance of mudflow on June 14, 1977 in the region of the city of Telavi. /XV All-Union scientific and technical confederation for antimudflow measures. Moscow, 1978, pp. 176-179.

საბორი კვალსაჭრელის სრიალის კოეფიციენტის ბანსაზღვრა

თორნიკე ჯანელიძე, ვახტანგ სამხარაძე

Email: vsamxaradze@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, ქ. თბილისი, საქართველო

შუსაგალი

საქართველოში სოფლის მეურნეობის ფართობების 90% ირწყვება სარწყავი კვლებით, რომელიც იჭრება გაფხვიერებულ დათესილ ფართობებში გუთნისებური კვალსაჭრელებით, რომელიც გადაადგილდება თხრითა და თრევით. ამის გამო, მათ მიერ გაჭრილ კვალს გააჩნია დახლეჩილი გვერდები და ძირი, ეს კი იწვევს ფილტრაციის უზომო ზრდას და სარწყავი ფართობის დასაწყისშივე (5-10 მ-ში) წყლით დატბორ-

ვას, ფართობზე წყდება ნორმალური რწყვის პროცესი. ისმება კვალის მოქმედების სიგრძის, მდგრადობის და წყლისმიერი ეროზიის საკითხი. აღნიშნული პრობლემების გამოსარიცხად საჭირო გახდა სარწყავი კვალის დასაჭრელად დამუშავებულიყო კვალის დაჭრის ახალი ტექნოლოგია და სათანადო ახალი კონსტრუქციის კვალსაჭრელის შექმნა.

ძირითადი ნაწილი

სრიალის კოეფიციენტის განსაზღვრის მიზნით აღვრიცხავდით ცილინდრის ბრუნთა რიცხვს ( $n$ ) გარკვეული სიგრძის მონაკვეთზე ( $S$ ), შემდეგ გამოვარკვეით საგორავის ზედაპირის გარშემოწერილობა  $\Pi D$ ; ამ სიდიდეს ვამრავლებდით  $n$ -ზე და ვღებულობდით მანძილს, რომელსაც ფაქტობრივად გაივლიდა საგორავი. შემდეგ ცნობილი ფორმულით ვიანგარიშეთ სრიალის კოეფიციენტი:

$$\delta = \frac{S - S_1}{S} = \frac{S - \Pi D n}{S}, \quad (1)$$

- სადაც  $\delta$  – არის სრიალის კოეფიციენტი;
- $S$  – საგორავის სრიალით გავლილი მანძილი, მ;
- $S_1$  – საგორავის მიერ გავლილი მანძილი მისი  $n$ -ჯერ შემობრუნების დროს, მ.

გარდამავალრადიუსიანი მუშა ზედაპირის მქონე საგორი კვალსაჭრელის ბრუნთა რიცხვის დასადგენად საგორავის კონუსის კედელზე, ღერძიდან სამ სხვადასხვა რადიუსით დაშორებულ წერტილებზე, ჩავხრახინეთ ჭანჭიკები, რომელთა თავი გამოშვებული იყო. მისი კვალი გვაძლევდა ბრუნთა რიცხვის ათვლის საშუალებას. დიდი რადიუსის მქონე წრის წერტილზე ჩავხრახინილმა ჭანჭიკმა დატოვა წერტილოვანი კვალი. საშუალო რადიუსიანმა მცირე ხაზოვანი კვალი დატოვა არხის კედელზე, ხოლო მცირე რადიუსის მქონე წრის წერტილმა დატოვა შედარებით დიდი ხაზოვანი კვალი და არხის კედლების ზედა ნაწილი დასკდა. ამრიგად, წინასწარ გაზომილ 30 მ მანძილზე ვთვლიდით – რამდენ ბრუნს აკეთებდა საგორავი და ზემოთ აღნიშნული ფორმულით ვსაზღვრავდით სრიალის კოეფიციენტს (1).

მთლიანი დისკოსებრი მუშა ორგანოს

მიერ დაჭრილი კვალის კედლების დახლეჩვის მიზეზების დასადგენად, ნიადაგის გადაადგილების მიმართულებისა და დეფორმაციის გავრცელების ზონების შესასწავლად საველე პირობებში დავაყენეთ შემდეგი ცდა: 3 მ სიგრძის და 1 მ სიგანის მონაკვეთზე ყოველ 10 სმ -ში ფოლადის 5 მმ-იანი მავთულით 50 სმ-ის სიღრმეზე ჩავეშვიტეთ კაპრონის თეთრი ძაფები, რომელთა ბოლოები ზედაპირზე დარჩა, რის შემდეგაც გავატარეთ მთლიანი საგორი კვალსაჭრელი, გავაკეთეთ განივი და გრძივი ჭრილი, ძაფის გადაადგილებით ნიადაგთან ერთად დავადგინეთ ნიადაგის გადაადგილების მიმართულება, დეფორმაციის გავრცელების ზონა და, რაც მთავარია, გაჭრილი კვალის კედლებზე ნიადაგის ხლეჩვის კუთხე, რომელიც უდრიდა 25-28° (ასეთი ცვალებადობა ნიადაგის შიდა ხახუნის კუთხისა განპირობებული იყო ნიადაგის სხვადასხვა ტენიანობით, სიმკვრივით, მექანიკური შემადგენლობით). კვალსაჭრელი გაჭრილი გარდამავალრადიუსიანი მუშა ზედაპირის მქონე კვალის კედლის ზედა ნაწილში გადაადგილდებოდა ნაწილობრივი თრევით, რაც იწვევდა ნიადაგის ტრაქტორის მოძრაობის მიმართულებით გათრევას, რის შედეგადაც ჩნდებოდა ნახლეჩები,

ხოლო გახლეჩილი ნიადაგის ხახუნის შიდა კუთხე აღემატებოდა, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, 31°-ს, მაშინ როდესაც კოლხეთის დაბლობის მძიმე თიხების შიდა ხახუნის კუთხე უდრის 26-27°-ს, თუ ამ ზღვარს ასცილდა, ნიადაგი სკდება.

სრიალის კოეფიციენტის შემცირების მიზნით საგორი კვალსაჭრელი, რომელსაც აქვს გარდამავალრადიუსიანი მუშა ზედაპირი, დავყავით სამ შემადგენელ ნაწილად და ყოველ მათგანს მივეცით დერძე ერთიმეორისაგან დამოუკიდებლად ბრუნვის საშუალება.

ზემოაღწერილი ცდა გავიმეორეთ; ახლა გავატარეთ ერთიმეორისაგან დამოუკიდებლად მბრუნავი შედგენილი საგორი კვალსაჭრელი. აღმოჩნდა, რომ მუშა ორგანოს ცენტრიდან სხვადასხვა რადიუსით ჩახრახნილმა ჭანჭიკებმა დატოვეს წერტილოვანი კვალი, ძაფები და ნიადაგი გადაადგილებული იყო ვერტიკალური მდგომარეობიდან 7-12°-ით, ასეთი უმნიშვნელო გადაადგილება აღარ იწვევდა არხის კედლების დახეუქვას. ამ კონსტრუქციულმა გადაწყვეტამ საშუალება მოგვცა დაგვეჭრა სუფთა კედლებიანი (ნახლეჩების გარეშე) მდგრადი კვალი (იხ. სურ. 1).



სურ. 1.

ამრიგად, ზემოთ აღნიშნული მუშა ორგანოთი სახუნით გადაადგილება შეეცვალეთ გორვით გადაადგილებით, რითაც სრიალის კოეფიციენტი მნიშვნელოვნად შევამცირეთ, რამაც გამოიწვია წვეის ძალის წინაღობის მნიშვნელოვანი შემცირება.

საგორი კვალსაჭრელის ლაბორატორი-

ულმა, საველე და საწარმოო გამოცდებმა კოლხეთის დაბლობში გვიჩვენეს, რომ ზემოთ აღნიშნულ მუშა ორგანოს შეუძლია დაჭრას დროებითი დამშრობი კვლები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ზედაპირული წყლების მიღება-გატარებას.

### დასკვნა

1. დღემდე ჭარბტენიან ფართობებიდან ზედაპირული წყლის გასაყვანად იყენებენ გუთნისებურ კვალსაჭრელებს, რომლებიც გადაადგილდება ჭრითა და თრევით, რაც იწვევს კვალის კედლებისა და ძირის დახლეჩვას. ასეთი გზით გაჭრილი კვალი ვერ უზრუნველყოფს ზედაპირული წყლის მიღება-გატარებას;
2. ახალი კონიური ტიპის შემადგენელ ნაწილებიანი საგორი კვალსაჭრელი კვალს აყალიბებს ჭრითა და ტკეპნით, იგი გადაადგილდება გორვითა და ნაწილობრივი სრიალით, რის შედეგადაც გამოირიცხება გაჭრილი კვალის გვერდებზე და ძირზე ნახლეჩები, ეს კი უზრუნველყოფს კვალის მდგრადობასა და შემცირებულ ეროზიულ პროცესებს.

### ლიტერატურა

1. **Станкевич В.С., Рубин П.Р.** Осушение и освоение болот и заболоченных земель. Селхозгиз 1999 г.
2. **Самхарадзе В.И.** Конструкция рабочего органа для нарезки осушительных борозд. //Труды ГрузНИИГиМ, 1998 г.
3. **Самхарадзе В.И.** Исследование дискового конического бороздодела с независимо вращающимися элементами. //Труды ГрузНИИГиМ, 1998 г.

ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია

აჭარის შავი ზღვის სანაპირო ზოლის  
თანამედროვე პრობლემები მდინარე  
ჭოროხის ნატანის ჩამონადენის  
შემცირებასთან დაკავშირებით

მ. ალავერდაშვილი, დ. კიკნაძე, ნ. კოკაია,  
ნ. ხუფენია, ნ. ცინცაძე

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის  
სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

უკვე ათეული წლებია, რაც საქართველოს ფარგლებში შავი ზღვის სანაპირო ზოლი უკანდახევის პრობლემის წინაშე დგას, რაც დაკავშირებულია მდინარეთა მიერ ზღვაში შეტანილი ნატანი მასალის რაოდენობრივი მახასიათებლის მკვეთრ კლებასთან. ამ მიმართულებით განსაკუთრებით დიდი პრობლემების წინაშე დგას აფხაზეთისა და აჭარის სანაპიროები. აფხაზეთის სანაპიროს ინტენსიური გარეცხვა სულ უფრო და უფრო გაძლიერდა, რაც 2008 წლიდან მოყოლებული ხდება ინერტული მასალის გატანა რუსეთში, კერძოდ სოჭში, 2014 წლის ზამთრის ოლიმპიური თამაშების ინფრასტრუქტურის მშენებლობისათვის (დაახლოებით 11.3 მლნ. ტონა 6 წელში). აჭარის სანაპირო ზოლი უახლოეს წლებში დიდი კატასტროფის წინაშე დადგება, რადგან მდ. ჭოროხის აუზში, თურქეთის ტერიტორიაზე შენდება ჰესების 16 კასკადი და საქართველოს ტერიტორიაზე – მდ. აჭარის-წყალზე ოთხი და მდ. ჭოროხზე სამი ჰესი, რომელთა გავლენით მდ. ჭოროხის ნატანის ჩამონადენის ნორმა (11.2 მლნ. ტ.წლ.) მინიმუმამდე დავა (100 ათ. ტ. წლ.), რაც მიუხედავად მიმდინარე დიდი ნაპირდაცვითი სამუშაოებისა, კატასტროფულად იმოქმედებს აჭარის სანაპირო ზოლის დინამიკაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ნატანის ჩამონადენის ნორმა, ფილტრაციის ფაქტორი, სანაპირო ზოლის დინამიკა, მყარი ნატანის სარისკო უბნები.

წყალთა მეურნეობა

მდ. ჩუს აუზის წყლის ბალანსის  
მდგენელების მახასიათებლების და  
რადიოლოგიური მდგომარეობის  
შეფასება ურან-იზოტოპური მეთოდით

მ. ბურკიტბაევი,<sup>1)</sup> დ. მამატკანოვი,<sup>2)</sup>  
ტ. ტუზოვა,<sup>2)</sup> ბ. ურალბეგოვი<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> ალ-ფარაბის სახელობის ყაზახეთის  
ეროვნული უნივერსიტეტი  
ქ. ალმატი, ყაზახეთი

<sup>2)</sup> ყირგიზეთის რესპუბლიკის მეცნიერებათა  
ეროვნული აკადემიის წყლის პრობლემების  
და ჰიდროენერგეტიკის ინსტიტუტი  
ქ. ბიშკეკი, ყირგიზეთი

დაზუსტებულია მდ. ჩუს აუზის წყლის ბალანსის მდგენელები წყლებში ურანის ლეწი იზოტოპებთან შეფარდებით. ნახვენებია <sup>234</sup>U/<sup>238</sup>U ფარდობის სტაბილურობა დროში (1964–2011 წწ.) მცირე ჩამონადენის უბნებზე. ნახვენებია იზოტოპური გაზაფხების მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობა ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩამონადენის შესაფასებლად აუზის სხვადასხვა უბნებზე. აღმოჩენილია მდინარის წყლებში ურანის საერთო რაოდენობის გაზრდა დინების გასწვრივ, რაც დაკავშირებულია ურანით გამდიდრებულ მიწისქვეშა წყლებთან.

**საკვანძო სიტყვები:** ტრანსსასაზღვრო წყლები, ურანის ურანის იზოტოპები, ჩამონადენის შეფასება, მდ. ჩუს აუზი.

ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია  
მდინარის ძირითადი მახასიათებლების  
ბანსაზღვრა

ი. გაბრიჩიძე, ზ. გელენიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში მდინარის ძირითადი მახასიათებლების (სიღრმე, სიჩქარე, ხარჯი) დასადგენად რეკომენდებულია წყალსაზომი

ხელსაწყოზე მრავალბილიკიანი შკალა, რომელიც მიიღება საანგარიშო კვეთში თეორიულ-ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგად. სტატიაში რეკომენდებულია, აგრეთვე, ახალი კონსტრუქციის ჰიდრომეტრული ტრიადა, რომელსაც გააჩნია გარკვეული უპირატესობები არსებულთან შედარებით.

**საკვანძო სიტყვები:** საგუშაგო, ტახომეტრი, მრავალბილიკიანი, ჭიხრახნული, რედუქტორი.

**წყალთა მეურნეობა**

**მდინარე რიონზე არბონავთების მარშრუტის აღდგენა კალაპოტის სტაბილიზაციის გათვალისწინებით**

**ბ. გაგარდაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

მსოფლიოში ჯერ კიდევ ცოცხლობს ორი ლეგენდა საქართველოზე, რომელიც დაკავშირებულია წყალტუბოს (ანუ პრომეთეს) მღვიმესთან, და არგონავტებთან.

ნაშრომში საქართველოში ტურიზმის განვითარების მიზნით შემოთავაზებულია ზემოთ აღნიშნული ამ ორი ლეგენდის პრაქტიკაში განხორციელება.

აღნიშნული წინადადება ხორციელდება მდ. რიონის კალაპოტის სტაბილიზაციით, რომელიც პარალელურად მოსახლეობისა და რეგიონის ლანდშაფტის ბუნების სტიქიური მოვლენებისაგან დაცვის საიმედოობის გაზრდის საშუალებას იძლევა.

პროექტი ითვალისწინებს მდ. რიონზე ტურისტული მარშრუტისა და სამდინარე ტრანსპორტის აღდგენას, რომელიც მოიცავს ღონისძიებათა კომპლექსს, რომლის რეალიზაცია, გარდა ზემოაღნიშნულისა, ხელს შეუწყობს: ქ. ფოთის ნავსადგურის გამართულ მუშაობას, ქ. ფოთის განვითარებასა და შავი ზღვის ფოთის აკვატორიაში სანაპირო ზოლის დაცვას, მდ. რიონის ქუთაისი-ფოთის მონაკვეთზე სამდინარო-სამგზავრო გადაყვანებისა და სატვირთო გადაზიდვების განხორციელებას, სასოფლო-სამეურ-

ნეო სავარგულებისა და დასახლებული პუნქტების წყალმოვარდნებისა და წყალდიდობებისაგან დაცვას.

ორივე ორი ლეგენდის გამოყენება, არა მარტო დეტალურად გააცნობს მსოფლიოს საქართველოს წილს პლანეტის კულტურულ მემკვიდრეობის განვითარების საქმეში, ასევე ქვეყანას დიდ ეკონომიკურ სარგებელს მოუტანს.

**საკვანძო სიტყვები:** მდინარე რიონი, არგონავტები, შავი ზღვის აკვატორია.

**გარემოს დაცვა**

**ღუშეთის რაიონში მდინარე მღეთის ხევის კალაპოტში ფორმირებული ბუნების სტიქიური მოვლენების კვლევა და მათი გათვალისწინება გარემოსდამცავი სქემების დამუშავებისას**

**ნ. გაგარდაშვილი, ა. გაგარდაშვილი**

გარემოს დაცვის ეკოცენტრი  
ქ. თბილისი, საქართველო

ღუშეთის რაიონში მდინარე მღეთის ხევის წყალშემკრებ აუზში მიმდინარე ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების შეფასების მიზნით მდინარე მღეთის ხევის კალაპოტში 2012-2013 წლებში განხორციელდა სამეცნიერო საველე კვლევები. საველე სტატისტიკური რიგის დამუშავებით შეფასებულია მდინარე მღეთის ხევის ეროზიულ ღრანტეში დაგროვილი ღვარცოფული მასის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები აუზის მეტეო-კლიმატური, ჰიდროლოგიური და ჰიდრაგლიკური მახვენებლების გათვალისწინებით.

მღეთის ხევის კალაპოტში ფორმირებული ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების რეგულირებისათვის დამუშავებულია გარემოსდამცავი ნაგებობების ახალი სქემები, რომელთა ნოუ-ჰაუს პრიორიტეტები დამოწმებულია საქართველოს ორი საპატენტო მოწმობით.

**საკვანძო სიტყვები:** მღეთის ხევი, ეროზია, ღვარცოფი, გარემოს დაცვა.



**ჰიდროტექნიკური ნაგებობების  
საიმედოობა და რისკი**

**ზობიერთი შენიშვნა მდ. აჭარისწყალზე  
შუახევი ჰესის მშენებლობის და  
მსაპლშატაციის პროექტის მიმართ**

**თ. გველესიანი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

მოყვანილია აჭარაში მდინარე აჭარის-წყალზე შპს „აჭარისწყალი ჯორჯია“ და ნორვეგიული კომპანია „Clean Energy Invest“ მიერ დამუშავებული შუახევის ჰესის მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პროექტის (გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიშის) მოკლე დახასიათება. მშენებლობისთვის დაგეგმილი ჰესების კასკადის საერთო სიმძლავრე შეადგენს 400 მგვტ. საწყის ეტაპზე ნავარაუდევია ორი ბეტონის (დიდაჭარის და სხალთის) კაშხლის მშენებლობა, რომელთა სიმაღლეა 39 მ და 22 მ.

სტატიის ავტორი, როგორც საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტროს დამოუკიდებელი ექსპერტი, თავის შენიშვნებში ეხება გარემოზე ზემოქმედების შეფასების საკითხს კაშხლების გარღვევის რისკთან დაკავშირებით.

**საკვანძო სიტყვები:** შუახევის ჰესი, კაშხლების მშენებლობა, კაშხლების გარღვევის რისკი.

**ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია**

**კლიმატის ცვლილების ფონზე მდინარე  
ჭოროხის და აჭარისწყლის  
წყალდიდობების რისკების შეფასება**

**გ. გრიგოლია,<sup>1)</sup> დ. კერესელიძე,<sup>2)</sup>  
გ. ტრაპაიძე<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
<sup>2)</sup> ივ. ჯავახიშვილის სახ. თსუ-ს ზუსტ და  
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა  
ფაკულტეტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების სარისკო პერიოდების (თვეების) დასადგენად გამოყენებულ იქნა მდ. ჭოროხის და

აჭარისწყლის დაკვირვების მონაცემები და შეფასდა თვის საშუალო, მყისური და დღიური მაქსიმალური წყლის ხარჯები. ასევე შეფასდა დაკვირვებული პერიოდში ცალკეულ თვეში წლის მაქსიმალური ხარჯის მოხვედრის რაოდენობა. მდინარე ჭოროხის წყალსაცავებით დარეგულირება საგრძნობლად შეამცირებს წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების რისკებს. მაგრამ მას თან ახლავს, წყალსაცავებში ნატანი მასალის შეკავება, რაც მნიშვნელოვან უარყოფით ზეგავლენას მოახდენს მდინარე ჭოროხის დელტაში სანაპირო ზოლზე. ამ რეალობაში მდინარე აჭარის-წყლის წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების წვლილი საგრძნობლად გაიზრდება

მდინარე ჭოროხსა და აჭარისწყალზე წყლის მაქსიმალური რაოდენობის განსაკუთრებული სიდიდითა და სიხშირით გამოირჩევა აპრილ-მაისის და ოქტომბრის თვე და თუ ამას დამატება მყარი ნატანის დეფიციტი და შტორმული მოვლენები მდინარე ჭოროხის შესართავში, ეს კიდევ უფრო გაზრდის სანაპირო ზონის წარეცხვა-დატბორვის რისკს.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალდიდობა, წყალმოვარდნა, რისკი.

**მშენებლობა**

**სახარჯთაღრიცხვო ნორმირების  
სახელმწიფოებრივი რეგულირების  
პრობლემები სომხეთის რესპუბლიკაში**

**ა. გულიანი**

ერევნის არქიტექტურის და მშენებლობის  
სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქ. ერევანი, სომხეთი

განხილულია ეკონომიკის სახელმწიფოებრივი რეგულირების, კერძოდ. მშენებლობაში სახარჯთაღრიცხვო ნორმირების პრობლემები. მოყვანილია სომხეთის რესპუბლიკაში საკანონმდებლოდ მიღებული მშენებლობის სახელმწიფოებრივი რეგულირების მიმართულებები და დარგის განსაკუთრებით მწვავე პრობლემები, რომლებიც მოითხოვენ გადაუდებელ გადაწყვეტას, მათ შორის –

ნორმირების და სტანდარტიზაციის ეროვნული სისტემების შესაბამისობის უზრუნველყოფას საერთაშორისო მოთხოვნებთან. გამოყოფილია ობიექტური და სუბიექტური ფაქტორები, რომლებიც ხელს უშლის, არსებული საწარმოო ურთიერთობების ადეკვატური სახარჯთაღრიცხვო ნორმირების სისტემის ჩამოყალიბებას. აღნიშნულ დარგში საერთაშორისო გამოცდილების შესწავლის საფუძველზე შემოთავაზებულია სავარაუდო სქემა სახარჯთაღრიცხვო ნორმირების სისტემისათვის სომხეთის რესპუბლიკაში.

**საკვანძო სიტყვები:** სახელმწიფო, რეგულირება, ხარჯთაღრიცხვა, ნორმირება, მშენებლობა, სისტემა.

**გარემოს დაცვა**

**თბილისის ზღვის ეკოლოგიური პრობლემები და მათი პრევენციის ღონისძიებები**

რ. დიაკონიძე,<sup>1)</sup> გ. ჩახაია,<sup>1)</sup> ლ. წულუკიძე,<sup>1)</sup> ზ. ვარაზაშვილი,<sup>1)</sup> შ. კუპრეიშვილი,<sup>1)</sup> თ. სუპატაშვილი,<sup>1)</sup> ნ. მთიულიშვილი<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
<sup>2)</sup> შპს „მარჯანი“  
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში განხილულია თბილისის ზღვის ეკოლოგიური პრობლემები. განხორციელებულია წყლის ხარისხის თანამედროვე მდგომარეობის შეფასება. წარმოდგენილია მისი პრევენციის ღონისძიებები.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალსაცავი, ზღვა, წყლის ხარისხი.

**მშენებლობა**

**მოუხსნადი ყალიბები მონოლითურ სახლთმშენებლობაში**

ზ. ეზუგბაია<sup>1)</sup>, ი. ირემაშვილი<sup>2)</sup>, ლ. ჩალაძე<sup>1)</sup>, ა. ეზუგბაია<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
<sup>2)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

ნაშრომში განხილულია მონოლითურ

სახლთმშენებლობაში მაღალეფექტური მოუხსნადი საყალიბე სისტემების გამოყენების საკითხები. შემოთავაზებულია MANTO, FIRA, TISSEN, NOE, MEVA, VELOX და სხვა ფირმების მიერ თანამედროვე ტექნიკითა და ტექნოლოგიებით დამზადებული პროდუქცია, რომელთა გამოყენებაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მშენებლობის საერთო ღირებულებას, შრომის დანახარჯებსა და ვადებს.

**საკვანძო სიტყვები:** მონოლითური ბეტონი, რკინაბეტონი, საყალიბე სისტემები, მოუხსნადი ყალიბები.

**დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები**

**სევანის ტბის თავისუფალი ჩამონადენის დაზუსტება დგომის ღონის დამოკიდებულებიდან გამომდინარე, მისი პრობლემა და კლიმატის ცვლილებების ბავშვებით მოწყვლადობის შეფასება**

**ლ. ვარდანიანი**

აკადემიკოს ი.ვ. ეგიაზაროვის სახ. წყლის პრობლემებისა და ჰიდროტექნიკის ინსტიტუტი  
ქ. ერევანი, სომხეთი

გამოკვლევები უჩვენებს, რომ სევანის ტბის თავისუფალი ჩამონადენის სიდიდე დამოკიდებულია წყლის დგომის დონეზე და წლიდან წლამდე დიდ საზღვრებში მერყეობს.

სტატიაში მოყვანილია სევანის ტბის თავისუფალი ჩამონადენის ფაქტობრივი მოცულობის განსაზღვრის მეთოდოლოგია და დგომის დონეზე მისი დამოკიდებულების შეფასება.

შრომში გამოყენებულია ტბიდან მიწისქვეშა ჩამონადენის დაზუსტებული მოცულობები, რომლებიც წყლის დგომის დონეზეა დამოკიდებული.

მოყვანილია სევანის ტბიდან წყლის მიწისქვეშა ხარჯების მისი დგომის დონეზე დამოკიდებულების გრაფიკი და

სევანის ტბიდან თავისუფალი ჩამონადენის შეფასებითი სიდიდეები, რომლებიც ასევე დამოკიდებულია წყლის დგომის დონეზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ტბის ჩამონადენი, დგომის დონე, მოწყვლადობის შეფასება, კლიმატი.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია  
სამედიოროაციო სისტემების მმანინკური  
ნაწილის და ელექტროდინამიკის  
სამსახურსადაცო ნორმები**

**მ. ვართანოვი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი,  
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატია ეძღვნება მელიორაციისა და წყალთა მეურნეობის სფეროში საბაზრო ურთიერთობების სრულყოფას. განხილულია მელიორაციული სისტემების შენახვაზე გაწეული ხარჯების, მათ შორის მათი მექანიკური და ელექტრული ნაწილების ექსპლუატაციასთან დაკავშირებული ხარჯების დაგეგმვის პრობლემა. მოყვანილია გეგმიური რემონტების ნორმები, ასევე საკმაოდ დიდი ფიზიკური ცვეთის მქონე მელიორაციული ფონდების რემონტაშორისი პერიოდების სიდიდეები. განხილულია ზოგიერთი ნორმა, რომელთა გამოყენება საექსპლუატაციო ხარჯების შიდასაფირმო დაგეგმვის პრაქტიკაში, საშუალებას მოგვცემს საკმაოდ ზუსტად განისაზღვროს სარემონტო სამუშაოების მოცულობა და ვადები, რაც უზრუნველყოფს წყალსამეურნეო სისტემების ისეთი მნიშვნელოვანი ელემენტების ნორმალურ მდგომარეობას, როგორცაა სატუმბო სადგურები, ფარები, ელექტროტექნიკური მოწყობილობა.

**საკვანძო სიტყვები:** ძირითადი ფონდები, ექსპლუატაცია, ნორმები, მექანიკური და ელექტროტექნიკური ნაწილი.

გარემოს დაცვა

**კოროზონტალური ცვლის კოეფიციენტის  
განსაზღვრა ბაქოს მუხრეში  
ტურბულენტობის ნახევრად ემპირიული  
თეორიის საფუძველზე**

**ტ. თათარაევი, ნ. ჰასანოვა, ბ. აგარზაევა,  
ა. ველიევი, ს. ასკეროვა**

ნაციონალური აეროკოსმიური სააგენტო  
(ეკოლოგიის ინსტიტუტი)  
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატია ეძღვნება ბაქოს ყურეში ტურბულენტური ცვლის პროცესების ანალიზს დინებებზე ხანგრძლივი დაკვირვებების საფუძველზე. ცვლის მახასიათებლების შეფასებისთვის გამოყენებულია ტურბულენტობის ნახევრად ემპირიული თეორიის საფუძვლები. შეფასებულია ტურბულენტური ცვლის კოეფიციენტები და განსაზღვრულია მათი დამოკიდებულება გასაშუალოების პერიოდისაგან. აგებულია „ცვლის ელიფსები“ და შეფასებულია მათი ცვალებადობა მოვლენის მასშტაბისაგან. გარდა ამისა, განსაზღვრულია მეზოტურბულენტობის ენერჯის დამოკიდებულება ტურბულენტური პულსაციის გასაშუალოების პერიოდთან.

**საკვანძო სიტყვები:** ბაქოს ყურე, ტურბულენტობა, დინება, მაკროტურბულენტობის ენერჯია, ტურბულენტური დიფუზია, ტურბულენტობის ნახევრადემპირიული თეორია.

გარემოს დაცვა

**ეროზიული მოვლენებისაგან დამცავი  
ფიტობიოლოგიური ღონისძიებების  
ბეოტექნიკური ასაქტები**

**თ. თევზაძე, მ. შავლაყაძე, გ. ომსარაშივილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

მოყვანილია ბორჯომის რაიონის სოფ. წაღვერის ნახანძრავი ტერიტორიის გრუნტების სიმტკიცის მახასიათებლებზე ადგილობრივი მცენარეული ფესვთა სისტემის გავლენის შედეგები. წარმოდგენილია რეკომენდაციები ეროზიული მოვლენებისაგან

დამცავი ფიტოგენური ღონისძიებების შესახებ.

**საკვანძო სიტყვები:** ფესვთა სისტემა, ეროზია, გეოლოგიური პროცესი, დამცავი ღონისძიებები.

**წყალთა მეურნეობა**

**მდინარე კარასუს აუზის წყლის ბალანსის კვლევა ГИС-ის დახმარებით**

**ფ. იმანოვი, ჰ. ჰ. არანჩი**

ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატიაში შესრულებულია მდინარე კარასუს აუზის წყლის ბალანსის ძირითადი ელემენტების ანალიზი (ატმოსფერული ნალექები, აორთქლება და მდინარის ჩამონადენი). ჩამონადენის ფენა გათვლილია რაციონალური მეთოდის მიხედვით, რომელიც ფართოდ გამოიყენება დასავლეთის ქვეყნებში. ГИС ტექნოლოგიის დახმარებით აგებულია აღნიშნული აუზის წყლის ბალანსის ელემენტების რუკები.

**საკვანძო სიტყვები:** ГИС, წყალშემკრები, ჩამონადენის კოეფიციენტი, წყლის ბალანსი, ჩამონადენის ფენა.

**ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საიმედოობა და რისკი**

**წყალსაცავიანი სისტემების მოწყვლადობის შეფასება**

**ი. იორდანიშვილი, კ. იორდანიშვილი, ე. ხოსროშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში განხილულია საკითხები, რომლებიც ეხება წყალსაცავიანი სისტემების ინტენსივობის და რისკის შეფასებას. დადგენილია კონკრეტული წყალსაცავების ნორმალური (უმოწყვლადო) ფუნქციონირების პერიოდი საიმედოობის, რისკის და ფოსფორის დატვირთვის სიდიდის გათვალისწინებით. დასაბუთებულია წყალდამცავი ღონისძიებების ჩატარების აუცილებლობა

ბა შესაბამისი რისკის მნიშვნელობისას.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალსაცავიანი სისტემები, საიმედოობა, რისკი.

**დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები**

**აზერბაიჯანის კლიმატის რეკონსტრუქცია ადრეულ და შუა პლეისტოცენში**

**ნ. ისმაილოვა**

ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

აზერბაიჯანის კლიმატის რეკონსტრუქციისათვის ადრეულ და შუა პლეისტოცენში მნიშვნელოვანია მცენარეული საფარის შესწავლა, რომლის საფუძველზეც დადგინდა, რომ ადრეულ და შუა პლეისტოცენში მოხდა სამი აცივება (გამყინვარება) და ორი გამყინვარებათშორისი დათბობა. პირველი და მეორე აცივება მოხდა ადრეული პლეისტოცენის დასაწყისში და ბოლოში, ხოლო მესამე აცივება – შუა პლეისტოცენის მეორე ნახევარში. გამყინვარებათშორისი დათბობა შეესაბამება ადრეული პლეისტოცენის შუა პერიოდს და შუა პლეისტოცენის პირველ ნახევარს.

**საკვანძო სიტყვები:** კლიმატის რეკონსტრუქცია, პლეისტოცენი, გამყინვარება, დათბობა.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია**

**მაქსიმალური მოლეკულური წყალტევადობა როგორც ნიადაგბრუნტების მნიშვნელოვანი ფიზიკური კონსტანტა**

**ლ. იტრიაშვილი, მ. შაგლაცაძე, ე. ხოსროშვილი, ლ. მაისაია, ხ. კიკნაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

ენერგეტიკული თვალსაზრისით განხილულია ნიადაგბრუნტებში წყლის შებმულობის ხარისხი. დადგენილია მაქსიმალური მოლეკულური წყალტევადობა, როგორც ნიადაგბრუნტების თვისებების ცვლილებების კრიტიკული მახასიათებელი.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალი, გრუნტი, კრიტიკული ტენიანობა, მაქსიმალური მოლეკულური წყალტევადობა.

**გარემოს დაცვა**

**წყლის ციკლი და ექსტრემალური მოვლენები**

**ლ. იტრიაშვილი, ქ. დადიანი, ნ. ნიბლაძე**  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი,  
ქ. თბილისი, საქართველო

ნახევრებია, რომ ექსპონენციალური ოჯახის დროებითი ჰიდროლოგიური რიგების სტანდარტული დამუშავების გამოყენება, ვარაუდობს ჰიდროლოგიური სისტემის სტაბილურ მდგრადობას მისი პარამეტრების მთელ დიაპაზონში და არ ითვალისწინებს წყალშემკრებზე ჰიდროფიზიკური პროცესების სპეციფიურობას.

კეთდება დასკვნა, რომ მდინარის ჩამონადენის მრავალწლიანი რყევების აღწერა წრფივი განტოლებებით ფიზიკური თვალსაზრისით არ არის დამაკმაყოფილებელი, რადგანაც მცირე არა წრფივი მცირე კი დინამიკურ სისტემაში, არსებითად ცვლის კატასტროფების ალბათობის შეფასებას.

**საკვანძო სიტყვები:** მდინარის აუზი, ჩამონადენი, ჰიდროფიზიკური პროცესები, ავტორყევები, განაწილების კუდები, კატასტროფული წყალდიდობები.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია**

**ზედაპირული რწყვების ჰიდრაულიკა, პროცესის კომპიუტერული იმიტაცია, ოპტიმალური მართვის შესაძლებლობები**

**რ. კილაძე, ვ. შურღაია, ლ. კეკელიშვილი**  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში განხილულია ზედაპირული თვითდენითი რწყვების ოპტიმალური მართვის შესაძლებლობები მათემატიკური მოდელირების და მორწყვის კომპიუტერული იმიტაციის გზით.

**საკვანძო სიტყვები:** მორწყვა, მათემატიკური მოდელირება, კომპიუტერული იმიტაცია, მართვა

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია**  
**ბმული ღვარცოფის გამოტანის კონუსებზე მოძრაობის პირობების პრობლემა**

**ე. კუხალაშვილი,<sup>1)</sup> კ. ბზიავა,<sup>2)</sup>  
ი. ინაშვილი<sup>3)</sup>**

- 1) საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი
- 2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
- 3) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქ. თბილისი, საქართველო

ღვარცოფები, სხვა ბუნებრივი ხასიათის კატასტროფებისაგან განსხვავებით, გამოირჩევა დამანგრეველი ზემოქმედების და მოძრაობის პირობების განსაკუთრებულობით. ნაშრომში მოყვანილია თეორიული კვლევის შედეგები, რომელიც პრაქტიკულად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საპროექტო გადაწყვეტებში.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს კვლევის ის ნაწილი, რომელიც ეძღვნება ჰიპერკონცენტრირებულ ღვარცოფის მოძრაობის მოდელს, რომლის ამოხსნის საფუძველზე შემოთავაზებულია იმ მახასიათებლების საანგარიშო დამოკიდებულებები, რომლითაც შესაძლებელია გამოტანის კონუსზე ნაგებობათა განფენისა და ნაკადის გაჩერების პირობების შეფასება.

**საკვანძო სიტყვები:** ბმული ღვარცოფი, გამოტანის კონუსი, სიჩქარის კოეფიციენტი.

**მშენებლობა**

**მაღლივი საცხოვრებელი ნაბეზობის დინამიკური პარამეტრები სეისმური ზემოქმედებისას**

**შ. მამედოვი, ტ. ჰასანოვა**

აზერბაიჯანის არქიტექტურულ-სამშენებლო უნივერსიტეტი  
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

დარტყმის ძალისა და დამაგრებული ბოლოდან არეკლილი ტალღების ზემოქმედების კვლევებს სხვადასხვა მასალებისა და კონსტრუქციის ელემენტების დინამიურ თვისებებზე მიეძღვნა აზერბაიჯანელი მეცნიერების ბევრი სამეცნიერო ნაშრომი [1-8].

თუმცა შენობა-ნაგებობების რყევის დინამიური პარამეტრების ექსპერიმენტული განსაზღვრა ჯერ-ჯერობით ატარებს შეფასებით ხასიათს.

**საკვანძო სიტყვები:** სესმომიმდებები, აჩქარება, სეისმური ზემოქმედება, რყევები, სეისმური ტალღები.

**გარემოს დაცვა**

**მძიმე მატალეის ბავლენა მდინარე ოკის აუზის მცირე მდინარეების ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე**

**ი. მაჭაისკი, ტ. გუსევა**

ს.ს.დ. მედიორირებული მიწების სასოფლო-სამეურნეო გამოყენების რუსეთის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი  
ქ. რიაზანი, რუსეთი

მდ. ოკის აუზის ლანდშაფტის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტის – მცირე მდინარეზე ჩატარებული კომპლექსური კვლევები ცხადყოფენ მის ეკოსისტემაზე მნიშვნელოვან ანთროპოგენურ დატვირთვაზე, რომელიც განპირობებულია სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობით, რაზეც მეტყველებს ზედაპირულ და გრუნტის წყლებში TM-ის მომატებული შემცველობა და ჰიდრობიოლოგიური მაჩვენებლები.

**საკვანძო სიტყვები:** მძიმე მეტალები, ეკოლოგიური გარემო, ზედაპირული და გრუნტის წყლები, ჰიდრობიონტები, ფსკერული ნადებები, წყლის მიკროორგანიზმები.

**წყალთა მეურნეობა**

**წყლის რესურსების მიწოდების და მათზე მოთხოვნილობის ზოგიერთი პრობლემა**

**ა. მარკოსიანი, ტ. მარტიროსიანი**

ერევნის არქიტექტურის და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქ. ერევანი, სომხეთი

სტატიაში წარმოდგენილია წყლის რესურსების მიწოდებისა და მათზე მოთხოვნილობის მართვის ამოცანის საერთო შინაარსი. ამ პრობლემის განხილვა მოითხოვს წყლის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი

თავისებურებების კომპლექსური კვლევის აუცილებლობას.

დღესდღეობით სომხეთის წყლის რესურსების მართვის პრაქტიკის არაეფექტურობა განპირობებულია ძირითადად არსებული არაეფექტური სატარიფო პოლიტიკით.

**საკვანძო სიტყვები:** წყლის მიწოდება, მოთხოვნილება წყალზე, ჩამორჩენა წყლის რესურსების მიწოდებაში.

**წყალთა მეურნეობა**

**წყალმომარაგებისა და წყალარინების სფეროში მომსახურე ორბანიზაციის დაშტავრებალი არასაბრუნე მათმრიალური აქტივებისა და პირითადი საშუალებების გადაფასებისა და ინვენტარიზაციის პრობლემები**

**მ. მკრტუმიანი, გ. გრიგორიანი**

ერევნის არქიტექტურის და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ერევანი, სომხეთი

წყალთა მეურნეობის სფეროში ფინანსური გაჯანსაღებისა და მართვის ეფექტური განხორციელებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია, I რიგში, დავალიანებების რესტრუქტურირაცია და გასული წლის დატვირთვებისაგან განთავისუფლება.

წყალთა მეურნეობის სექტორში მნიშვნელოვანი რეფორმით ხასიათდება სომხეთის რესპუბლიკის კანონში შეტანილი ცვლილებები და დამატებები: „საგადასახადო პრივილეგიების დადგენა დავალიანებებზე სასმელი წყალმომარაგების, წყალარინების და სხვადასხვა წყლების გაწმენდის მომსახურების სფეროში“ და სომხეთის მთავრობის დადგენილება „წარმოდგენილი კანონის დანერგვის აუცილებელი ღონისძიებების უზრუნველყოფისათვის“.

სტატიაში განხილულია საკანონმდებლო ეკონომიკური მექანიზმები დებიტორული დავალიანებების დათმობის შესახებ, რომელიც იხილება, როგორც მნიშვნელოვანი ფაქტორი წყალთა მეურნეობის

სექტორის ეფექტური რეალიზაციის რეფორმაში.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალმომარაგება, წყალარინება, რეფორმა, წყალთა მეურნეობა, საკანონმდებლო ეკონომიკური მექანიზმი.

**წყალთა მეურნეობა**

**სევანის ტბის წყლის ბალანსის პრობლემების განსაზღვრა**

**მ. მკრტუმიანი, ვ. მოვსესიანი, ლ. ვარდანიანი, ტ. მარტიროსიანი**

ერევნის არქიტექტურის და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ერევანი, სომხეთი

სევანის ტბა არის მტკნარწყლიანი, მაღალ სიმაღლეზე მდებარე ტბა, რომელიც ახლო მომავალში გახდება რეგიონის სასამელო წყლით მომარაგების მთავარი წყარო. 1930 წლიდან 1960 წლამდე მდინარე რაზდანზე აშენდა სევან-რაზდანის ექვსი ჰიდროელექტროსადგურის კასკადი. წყლის რესურსებისა და ელექტროპოტენციალის ცუდად გამოყენების შედეგად ტბის დონე დაეცა და მისი ეკოლოგიური მდგომარეობა გაუარესდა: ტბის წყლის დაცვამ მთლიანად შეცვალა სევანის ტბის ეკოსისტემა. ტბამ დაკარგა თავისი წყლის რესურსების 40%, წყლის დონემ იკლო 13.5 მ-ით და წყალში შემცირდა ჟანგბადის შემცველობა. 2001 წლისთვის ტბის დონე დაეცა 19.2 მ-ით, მის ფსკერზე გაჩნდა ლურჯ-მწვანე მცენარეულობა. კატასტროფის თავიდან ასაცილებლად გადაწყდა შეჩერებულიყო ტბის წყლისგან დაცლა (დღეისთვის ხდება შეზღუდული წყლის რაოდენობის გაცემა მხოლოდ ირიგაციისთვის). სევანის ტბის დაცვისა და მისი წყლის რესურსების ეფექტურად გამოყენების მიზნით ვოროტან-არფა-სევანის ჰიდროტექნიკური კონსტრუქციის სტრუქტურას გააჩნია უპირველესი მნიშვნელობა. სევანის ტბაში წყლის მოცულობის შენარჩუნებისათვის არხის მეშვეობით გადმოედებულია მდინარეების – ვოროტანისა და არპას წყალი, დაგეგმილია

გაიზარდოს ტბის წყლის დონე 6.0 მ-ით 2001 წლის დონესთან შედარებით. საჭიროა ზუსტი, საიმედო მიდგომა ტბის წყლის ბალანსის და მისი შემადგენელი კომპონენტების განსასაზღვრად. პირველ რიგში, ეს ეხება მნიშვნელოვანი კომპონენტის – აორთქლების მნიშვნელობის განსაზღვრას.

სევანის ტბის წყლის ბალანსისა და მისი შემადგენელი კომპონენტების სიზუსტე და საიმედოობა შესაძლებელია მხოლოდ ჰიდროლოგიური მონიტორინგის განხორციელებით და ბალანსის ფორმირების მეთოდოლოგიის გაუმჯობესებით. ეს საშუალებას იძლევა:

- სევანის ტბისა და მის აუზში წყლის ობიექტების აღწერის სანდო ჰიდროლოგიური ინფორმაციის მიღების;
- მივიღოთ დასაბუთებული გადაწყვეტილება, რათა ნათელი გახდეს ტბის წყლის რესურსებისა და წყლის რეჟიმის ცვლილებები;
- წყლისა და წყალეკონომიკური ბალანსის შემუშავების, რომლებსაც შეუძლიათ ასახონ განზოგადებული კომპონენტების შემადგენლობის სიზუსტე და საიმედოობა.

**საკვანძო სიტყვები:** წყლის დაცლა, წყლის ბალანსი, წყლის პროდუქტიულობა, სადამკვირვებლო სადგური, აორთქლება.

**ჰიდროლოგია**

**ცვლადი ხარჯის მქონე ჰიპერ-კონცენტრირებული ნატანლატვირთული ღვარცოფის არათანაბარი მოძრაობის რიცხვითი ამოხსნები დინების მიმართულებით**

**ო. ნათიშვილი, ვ. თევზაძე, ზ. ჭარბაძე, ნ. ნიბლაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

შემოთავაზებულია ჰიპერკონცენტრირებული ღვარცოფული ნაკადის თავისუფალი ზედაპირის მრუდის საანგარიშო გამოსახულება, რომელშიც გათვალისწინებულია

ეროზიულ კერაში ღვარცოფის მდგრადობა, მისი მოძრაობის დაწყება და შემდეგ წყალ-სადინარში მისი დინამიკა.

**საკვანძო სიტყვები:** ღვარცოფი, ბმული, სტრუქტურული ქვალორდიანი ნაკადი, ჰიპერკონცენტრირებული ნაკადი.

**გარემოს დაცვა**

**ნავთობისა და ნავთობპროდუქტებისაგან წყლის ზედაპირის ბაზემენტის მშთანთქმელი**

**გ. ოვსებიანი, მ. კალანტარიანი**

ერევნის არქიტექტურისა და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქ. ერევანი, სომხეთი

გამოკვლეულია ნავთის, ტრანსფორმატორისა და მანქანის ზეთების ნარევის აფუებული ობსიდიანის სხვადასხვა ფრაქციების (2,5÷5,0; 5,0÷10,0; 10,0÷20,0 მმ) წყლის ზედაპირიდან მშთანთქმის უნარი. ნაჩვენებია, რომ აფუებული ობსიდიანის ნიმუშები ავლენენ მნიშვნელოვან მშთანთქმის უნარს, ამასთანავე მეტი მშთანთქმელობით გამოირჩევა ფრაქციები 2,5÷5,0 მმ და 5,0÷10,0 მმ, რომელიც მიიღწევა 30 წუთში. 2,5÷5,0 მმ ფრაქციისათვის უდიდესი მშთანთქმელობაა 0,84 გ/გ (გაწმენდის ხარისხი ≈96%), ხოლო 5,0÷10,0 მმ ფრაქციისათვის უდიდესი მშთანთქმელობაა 0,75 გ/გ (გაწმენდის ხარისხი ≈94%) და მიიღწევა 30 წუთში, ხოლო 10,0÷20,0 მმ ფრაქციისათვის უდიდესი მშთანთქმელობაა 0,39 გ/გ (გაწმენდის ხარისხი ≈ 82%) და მიიღწევა 60 წუთში.

აფუებული ობსიდიანი აკმაყოფილებს ნავთობმშთანთქმელების მოთხოვნებს და შეიძლება წარმატებით გამოყენებულ იქნეს ნავთობპროდუქტებისაგან, კერძოდ ნავთის, ტრანსფორმატორისა და მანქანის ზეთებისგან წყლის ზედაპირის გაწმენდისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** ნავთობპროდუქტები, წყალი, გაწმენდა, მშთანთქმელი, აფუებული ობსიდიანი, ფრაქციული შემადგენლობა.

**ჰიდროლოგია**

**ღია ცილინდრის ფორმის მქონე ფსკერზე ბლანტი სითხის მუღმივი მოძრაობა**

**ა. სარუხანიანი,<sup>1)</sup> ჰ. ტოქმაჯიანი,<sup>1)</sup>  
კ. ოჰანიანი <sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> ერევნის არქიტექტურის და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქ. ერევანი, სომხეთი

<sup>2)</sup> დ.ს.ს. „ერევან ჯურ“  
ქ. ერევანი, სომხეთი

ბლანტი სითხის ნაკადის მყარი მდგომარეობა ღია არხებში ლამინარულია როდესაც, სიჩქარის ნაკადი დაბალია ან სიბლანტის დონე მაღალი. ნაკადის მყარი მდგომარეობის შემთხვევაში ცილინდრული ფორმის არხებში, სითხის ნაწილაკების მხოლოდ გრძივად გადაადგილება იწვევს სითხის ერთფუძიან ნაკადს. ღია არხებში სითხე იმყოფება გრავიტაციის ძალის ზეგავლენის ქვეშ, რომლის კომპონენტიც მიმართულია სიგრძივ მოძრაობისკენ, რაც ხდება მიზეზი ნაკადის ძალის.

აღებულ იქნა ნავიერ-სტოკსის განტოლებები და მათი ინტეგრაციისთვის შეიქმნა სასახლვრო პირობები, რომლის მიხედვითაც ნაკადის კურსი ფიქსირებულ კედელთან და გრადიენტის კურსი, პერპენდიკულარულად მიმართული თავისუფალ ზედაპირზე, ნულის ტოლია.

ბლანტი სითხის ნაკადის რეგულატორები შემდეგი ორი ცილინდრული ფორმის არხების შემთხვევაში შეისწავლება:

- ბლანტი სითხის ნაკადის მყარი მდგომარეობა ღია, ნახევრად წრიულ განივ არხებში. განისაზღვრა სახლვრის პრობლემა, რომლის ინტეგრაციამ შედეგი გამოიღო სიჩქარის განაწილების ფუნქციაში, მაქსიმალურ სიჩქარეში, დინების ეფექტურ განივში, საშუალო სიჩქარის და ჭრის ფუნქციების გადანაწილებაში. ეს უკანასკნელი, განვითარებული ფიქსირებულ კედელთან, საშუალებას იძლევა დადგინდეს



ენერჯის დანაკარგების გაანგარიშების ფორმულის დიზაინი და ერთგვაროვანი ნაკადის განტოლება ღია არხებში.

- დადგინდა ბლანტი სითხის ნაკადის მყარი მდგომარეობა ღია, ნახევრად ელიფსურ არხებში.

სახლურის პრობლემა ჩამოყალიბდა და შეიქმნა სასახლურ პირობებში. გადაიჭრა ინტეგრაციის სახლურის პრობლემები, მიღებულ იქნა სინქარის და ხაზგასმით ჭრის ფუნქციების გადანაწილების დებულება, განისაზღვრა ნაკადის გავლის საშუალო სინქარე მუშა, ეფექტურ განივ სექციებში, დადგინდა ხაზგასმით ჭრა ფიქსირებულ კედლებზე, რაც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ენერჯის კარგვის გამოსაანგარიშებელი ფორმულის დიზაინი, რომლის მიხედვითაც ერთფუძიანი დინების განტოლება იქნება შემუშავებული ღია ელიფსურ არხებში.

მიღებული გადაწყვეტილებები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ცირკულარული და ელიფსური ღია არხების ზომები, სითხის ნაკადის მყარი მდგომარეობის შემთხვევაში

**საკვანძო სიტყვები:** ბლანტი სითხე, ენერჯის კარგვა, ცილინდრის ფორმის არხები, ლამინარული დინება.

**გარემოს დაცვა**

**ბამბისა და საფეხრო მრეწველობის საწარმოო ჩამონადენის ღრმა გაწმენდა ულტრაფილტრაციის მეთოდით**

**ა. სარუხანიანი; გ. შამიანი**

ერევნის არქიტექტურის და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქ. ერევანი, სომხეთი

მემბრანული ტექნოლოგია უფრო და უფრო დიდ მასშტაბებში იპყრობს წამყვან პოზიციებს ქალაქების წყალმომარაგებაში, საყოფაცხოვრებო და განსაკუთრებით, საწარმოო ჩამონადენი წყლების ღრმა გაწმენდაში, ავიწროვებს რა ტრადიციულ მეთოდებს – დაღეჟვა, ფილტრაცია, გაღიაგება, ფლოტაცია, სორბცია, ოზონირება.

საწარმოო ჩამონადენი წყლების გაწმენდას უფრო ხშირად მემბრანული ტექნოლოგია ავსებს სხვა მეთოდებს, როგორც ღრმა გაწმენდის დამამთავრებელი სტადია.

მოცემულ ნაშრომში პირველად არის მოცემული გოგირდოვანი დებვის გამდინარე წყლების სულფიდებისგან წვრილი, ფენოვანი დაყოვნებით გაწმენდისას გამოყენებული ორგანო-ინოვაციური რეინის სულფატის მინერალური კოაგულანტის დოზის დაწვეით 3.0-3.5გ/ლ-დან 400-700მგ/ლ-მდე შემდგომი ულტრაფილტრაციით გამარტივებული სქემით.

**საკვანძო სიტყვები:** ულტრაფილტრაცია, ფილტრატი, კონცენტრატი, ღრმა გაწმენდა, ნახევრადგამტარი მემბრანა.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია**

**საქართველოს მდინარეების ჰიდროტექნიკური კლასიფიკაცია კალაპოტების მასხასიათებლების მიხედვით**

**პ. სიჭინავა, ზ. ლობჯანიძე, შ. კუპრეიშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

კალაპოტში მიმდინარე პროცესები ინტენსიურ ხასიათს დებულობს, რაც გამოწვეულია მათი მრავალსაუკუნოვანი რეჟიმის დარღვევით და ბუნებაში მიმდინარე გლობალური პროცესებით. ბოლო ათწლეულში გახშირებული წვიმებისა და სხვადასხვა დანიშნულებით მდინარეების აქტიური ათვისების შედეგად დაირღვა ჰიდროლოგიური და ჰიდრაულიკური რეჟიმი, ფსკერული და შეტივანარებული ნატანის ტრანსპორტირების უნარი, რამაც გამოიწვია ჰიდროტექნიკური ნაგებობების, დამბების, ხიდების, ნაპირდამცავი ნაგებობების საპირკვლის და ნაპირების ინტენსიური გამორეცხვა.

სტატიაში შემოთავაზებულია მდინარეების უბნები კალაპოტებში მიმდინარე

პროცესების ძირითადი სახეების, ნატანის მოძრაობის ფორმების კალაპოტის ჰიდრაულიკური და მდგრადობის მახასიათებლების მიხედვით. დახასიათებულია მდინარეების კალაპოტების მიმდებარე ტერიტორიების მდგომარეობა.

**საკვანძო სიტყვები:** ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, კალაპოტი, ფსკერული ნატანი.

**მშენებლობა**

**სომხეთის რესპუბლიკის ტექნიკური უნივერსიტეტის წყლის საგანმანათლებლო სექტორის ბანვითარების პრესკამპტივები**

**ს. ტოკმაჯიანი**

ერევნის არქიტექტურის და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქ. ერევანი, სომხეთი

ბოლო წლებში უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებები იქცნენ ზოგად სუბიექტებად პროდუქტიული კვლევებისთვის, რამაც საზოგადოებისთვის შექმნა შესაძლებლობა მიიღონ სასურველი შედეგი და გაზარდონ სახელმწიფო ბიუჯეტი

სტატისტიკის ოფიციალური მონაცემებით, უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებები უზარმაზარი გადასახადების გადამხდელ ობიექტებს შორისაა სომხეთის რესპუბლიკაში. კერძოდ, მათ რიცხვში შეიძლება მოვიხსენიოთ ერევნის არქიტექტურისა და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტიც, რომელსაც აქვს წყლისა და საინჟინრო კვლევების მეცნიერებების ფაკულტეტი. უნივერსიტეტში ჩვენ გვაქვს „წყლის სისტემების კონსტრუქციის“, „ბუნებრივი წყლის რესურსების და მათი დაცვის“, „ეკოლოგიური ეკონომიკის“, „ეკოლოგიური ექსპერტიზის“ განყოფილებები, სადაც ჩვენ ვამზადებთ ბაკალავრის და მაგისტრის ხარისხის სპეციალისტებს. ცხადია, უნივერსიტეტისთვის აუცილებელია მაღალი დონის პროფესიონალების,

ლექტორების კადრის, თანამედროვე ტექნოლოგიებით აღჭურვილი ლაბორატორიების, სტაჟირების პროდუქტიული ბაზის არსებობა. ამ პროექტების განსახორციელებლად ჩვენ დავიწყეთ ინტენსიური მუშაობა ზემოთ აღნიშნულ საკითხებზე ერევნის არქიტექტურის და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტში.

დამტკიცებულია, რომ თანამედროვე ტექნოლოგიებით აღჭურვილი ლაბორატორიები უნივერსიტეტების მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია, განსაკუთრებით დღევანდელ დღეს. ეს არ არის მხოლოდ თანამედროვე განათლების გზის ფორმა, არამედ შესაძლებლობა სწავლის დონის პროგრესის ქვეყანაში. სტუდენტებს ექნებათ შესაძლებლობა ჩაერთონ სამეცნიერო პროექტებში. ეს არის მიზეზი, რატომაც გვსურს ჩამოვაყალიბოთ ამგვარი სახის საგანმანათლებლო და სამეცნიერო ცენტრები. ამჟამად, განიხილება ჰიდრაულიკური ლაბორატორიის მშენებლობის საკითხი და მიიჩნევა, რომ იგი იქნება ერთ-ერთი საუკეთესო სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორია რეგიონში.

**საკვანძო სიტყვები:** განათლება, ლექტორები, ლაბორატორიები, სამეცნიერო პროექტები, მშენებლობა.

**ჰიდროტექნიკა**

**ახალი ტიპის შტორმშემარბილებელი სისტემის მოტივტივე ჰიდროტექნიკურ ნაბეზოპათა კომპლექსი და მისი გამოყენების პრესკამპტივები**

**ა. ფრანგიშვილი, ზ. ციხელაშვილი, თ. გველესიანი, თ. ბაციკაძე, ნ. ჩხეიძე, გ. დოლიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

შემოთავაზებულია ახალი ტიპის შტორმშემარბილებელ საინჟინრო-ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსი რომლის

განთავსება, პირველ ეტაპზე, შესაძლებელია დაიგეგმოს ბათუმი-ბულვარისა და ადლია-აეროპორტის მიმდებარე ზღვის შეღწეში სანაპირო ზოლიდან დისტანციურად. კომპლექსის დანიშნულებაა პლაჟის ინტენსიური წარეცხვების შემცირება, შტორმულ პირობებში სანიაღვრე წყალარინების სისტემის ფუნქციონირებისა და საერთოდ რეკრეაციული კომფორტის გაუმჯობესება. ნაგებობათა კომპლექსის გამოყენებით პერსპექტივაში აგრეთვე შესაძლებელი იქნება პორტების აკვატორიის შტორდამცავი ზღუდარის აგება.

**საკვანძო სიტყვები:** სანაპირო ზოლი, ახალი ტიპის შტორმშემარბილებელი სისტემა, მოტივტივე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსი, პლაჟების ეკოლოგიური დაცვა, პორტების აკვატორიის შტორმული ტალღებისაგან დაცვა, სანიაღვრე წყალარინების სისტემის ეფექტური დაცვა.

**გარემოს დაცვა**

**სააღაპრაციო ღონისძიებების განხორციელება კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყობილ რეზერვებში**

**ლ. ფურცელაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

მოყვანილია კლიმატისა და მისი ძირითადი სახეობების განსაზღვრა.

განხილულია კლიმატის ცვლილებათა შესასწავლად არსებული გრძელვადიანი და მოკლევადიანი მიზნები, წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზია და თავსხმა წვიმით გამოწვეული ეროზიის სიდიდის გამოსათვლელი ფორმულები.

**საკვანძო სიტყვები:** კლიმატი, ატმოსფერო, ნალექები, ეროზია, მიზანი, ფაქტორი, პროგნოზი, ღონისძიებები.

**წყალთა მეურნეობა**

**მდინარე კიზილ-სუუს ჩამონადენის შორმირების არეში შემოთავალი წყლის ბალანსის შეფასების ურან-იზოტოპური მეთოდის შესაძლებლობები (პამიროალაი)**

**გ. შატრაფინი,<sup>1)</sup> ტ. ტუზოვა,<sup>1)</sup>  
ბ. სატიბალდიევი,<sup>2)</sup> ბ. ურალბეკოვი <sup>2)</sup>**

1) ყირგიზეთის რესპუბლიკის მეცნიერებათა ნაციონალური აკადემიის წყალთა პრობლემებისა და ჰიდროენერგეტიკის ინსტიტუტი

ბიშკეკი, ყირგიზეთი.

2) ყაზახეთის ალ-ფარაბის სახელობის ნაციონალური უნივერსიტეტი  
ალმა-ატა, ყაზახეთი

ნახვენებია მდინარე კიზილ-სუუს აუზში ჩამონადენის განაწილებისა და წყალთა გენეზისის შესწავლისათვის ურან-იზოტოპური მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობები.

**საკვანძო სიტყვები:** წყლის ბალანსი, ურან-იზოტოპური მეთოდი.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია**

**კოლხეთის დაბლობის ჰარბთენიანი ბრუნტაბისათვის დრენაჟის მფილტრავი ნაყარის შერჩევა**

**გ. შურღაია, ი. ზაქაიძე, ლ. კეკელიშვილი**

ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო.

კოლხეთის დაბლობის ცენტრალურ ნაწილში, რომლის მექანიკური შედგენილობის ნიადაგ-გრუნტებისა ფიზიკური თიხის შემცველობა აღემატება 90%-ს, მილოვანი დრენაჟის მშენებლობა აუცილებელია მასზე მფილტრავი ნაყარის მოწყობით. მის მოსაწყობად ინერტული მასალის კარიერის მოძიებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს გრუნტის სუფოზურობის დადგენას, რაზედაც დამოკიდებულია დრენაჟის ხანგრძლივი ეფექტური

მუშაობა.

სტატიაში განხილულია მილოვანი დრენაჟისათვის მფილტრავი ნაყარის სისქის კრიტერიუმების შერჩევა და მისი სუფოზურობის განსაზღვრა.

**საკვანძო სიტყვები:** დრენაჟი, მფილტრავი ნაყარი, სუფოზია, ფილტრაცია, დალამეა,

**გარემოს დაცვა**

**გამჭოლი ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის შიშასება**

**გ. ჩახაია, ლ. წულუკიძე,  
ზ. ვარაზაშვილი, რ. დიაკონიძე,  
ი. ხუბულავა, თ. სუპატაშვილი,  
გ. ომსარაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში წარმოდგენილია გამჭოლი ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის ახალი სქემა, რომელიც შედგება ცილინდრული ფორმის ელემენტებისაგან. აღნიშნული ნაგებობა შემუშავებულია გარსდენის პრინციპის საფუძველზე, რაც მნიშვნელოვნად განაპირობებს მის მდგრადობას ღვარცოფული ნაკადის დინამიკური დატვირთვების მიმართ. ნაგებობის დადებით მხარეს წარმოადგენს ის, რომ ღვარცოფის გავლის შემდგომ არ იქმნება ნაგებობის ღვარცოფული მასისაგან გაწმენდის საჭიროება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიერ შემუშავებული გამჭოლი ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის დადებითი მხარეების გათვალისწინებით, ამ ეტაპზე შესაძლებელია მასზე ლაბორატორიული კვლევების განხორციელება, რათა იგი შემდგომში გამოიყენოს სავსე პირობებში და შეიქმნას პირობები მის დასანერგად.

**საკვანძო სიტყვები:** ეროზია, ღვარცოფი.

**დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები**

**ღვარცოფული პროცესების ფორმირების გეოლოგიური პირობები კახეთში და მათი მართვის ზოგიერთი ტექნოლოგია**

**ე. წერეთელი,<sup>1)</sup> 2) მ. გონგაძე,<sup>1)</sup>  
ნ. ბოლაშვილი,<sup>1)</sup> გ. ლომინაძე,<sup>1)</sup>  
მ. გაფრინდაშვილი,<sup>2)</sup> გ. გაფრინდაშვილი,<sup>1)</sup>  
2) თ. ნანობაშვილი<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> თსუ, ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი

<sup>2)</sup> გარემოს დაცვის ეროვნული სააგენტო

<sup>3)</sup> ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი ქ.თბილისი, საქართველო

კახეთის რეგიონი, რომელიც საქართველოს ტერიტორიის 17.5% იკავებს, თავისი ბუნებრივი ლანდშაფტური პირობებიდან გამომდინარე, ერთ-ერთ წამყვან ადგილს იკავებს ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებაში, განსაკუთრებით სოფლის მეურნეობის მიმართულებაში. ამავე დროს, ეს რეგიონი ღვარცოფული მოვლენების განვითარების მასშტაბებით, განმეორებადობის სიხშირით, მიყენებული ეკონომიკური ზარალით და საშიშროების რისკით ერთ-ერთ ურთულეს მხარეს განეკუთვნება. ღვარცოფული პროცესების საშიშროების არეალში მოქცეულია რეგიონის ნახევარზე მეტი.

ისტორიული ცნობებით კახეთის რეგიონში ღვარცოფული პროცესები წარსულშიც ფართოდ ყოფილა განვითარებული და გარკვეულ პრობლემებს უქმნიდა მოსახლეობას, (მათ შორის ქალაქები – თელავი, ლაგოდეხი, საგარეჯო, ყვარელი) და ზოგჯერ მთავრდებოდა ადამიანთა მსხვერპლით.

თუ დავეყრდნობით კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებების ტრენდს, 2020-2050 წლების პერიოდისათვის, რომელიც

დამუშავებულია კავკასიის გარემოსდაცვითი არასამთავრობო ორგანიზაციის (CENN) მიერ საგარეჯოსა და დედოფლისწყაროს მეტეოსადგურის მონაცემების ბაზაზე, ნალექების ინდექსი გვიჩვენებს, რომ მომავალი 30 წლის პერიოდისათვის გაიზრდება როგორც ნალექების დღე-ღამური მაქსიმალური რაოდენობა, ასევე 90 დღის განმავლობაში მოსული ნალექების ჯამი. გაიზრდება აგრეთვე იმ დღეთა რიცხვი წელიწადში, როცა ნალექების დღე-ღამური ჯამი მეტია 10, 20 და 25-ზე. შესაბამისად იზრდება ნალექების წლიური ჯამი და მათ შორის 200 მმ-ზე მეტი, რაც მეწყერული პროცესების პროვოცირებას შეუწყობს ხელს და შესაბამისად გაზრდის ექსტრემალური ხასიათის ღვარცოფების ტრანსფორმაციის საშიშროების რისკს. ამრიგად, უნდა ვივარაუდოთ, რომ კახეთის რეგიონში მეწყერულ-ღვარცოფული და ეროზიული პროცესების გრძელვადიანი პროგნოზის მაღალი საშიშროების რისკი ისევ რჩება.

**საკვანძო სიტყვები:** ღვარცოფული მოვლენები, საშიშროების რისკი, კლიმატის ცვლილება, ტექნოლოგიურ-ადაპტაციური ღონისძიებები.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია  
საბორი კვალსაჭრელის სრიალის  
კოეფიციენტის განსაზღვრა**

**თ. ჯანელიძე, ვ. სამხარაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

სრიალის კოეფიციენტის შემცირების მიზნით საბორი კვალსაჭრელი, რომელსაც აქვს გარდამავალრადიუსიანი მუშა ზედაპირი, დაყვავით სამ შემადგენელ ნაწილად და მივეცით ღერძზე ერთიმეორისაგან დამოუკიდებლად ბრუნვის საშუალება.

ამრიგად, ზემოთ აღნიშნული მუშა ორგანოთი ხახუნით გადაადგილება, შევცვალებთ გორვით გადაადგილებით, რითაც სრიალის კოეფიციენტი შევამცირეთ, რამაც გამოიწვია წვევის ძალის წინაღობის მნიშვნელოვანი შემცირება.

საბორისებრი კვალსაჭრელის ლაბორატორიულმა, საველე და საწარმოო გამოცდებმა კოლხეთის დაბლობზე გვიჩვენა, რომ ზემოთ აღნიშნულ მუშა ორგანოს შეუძლია დაჭრას დროებითი დამშრობი კვლები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ზედაპირული წყლების მიღება-გატარებას.

**საკვანძო სიტყვები:** სრიალის კოეფიციენტი, ბრუნთა რიცხვი, საგორავი, ზედაპირული გარშემოწერილობა, კონუსური კედლები, ჩახრახნილი ჭანჭიკი, დახლეჩვის მიზეზი, შიდა ხახუნის კუთხე.

---

---

## ABSTRACTS

### Hydrology and Meteorology

#### MODERN PROBLEMS IN CONNECTION TO DECREASE OF THE RIVER CHOROKHI ACCRETION FLOW AT THE BLACK SEA SEASHORE IN ADZHARIA

M. Alaverdashvili, D. Kiknadze, N. Kokaia,  
N. Khupenia, N. Tsintsadze

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University  
Tbilisi, Georgia

It have been tenth of years that the Black Sea seashore faces the problems in the range of Georgia, which is connected to sharp decrease of quantitative characteristics of accretion material brought by the rivers to the sea. In this direction Abkhazia and Adzharia seashores face the big problems. Intensive washing off the seashore of Abkhazia has been strengthening, since 2008 the inert material is transported to Russia, particularly to Sochi for building of infrastructure of the Winter Olympic Games in 2014 – approximately 11,3 million. tones in 6 years. Adzharia seashore will face a great catastrophe in the nearest future, as in the River Charkha pool on the territory of Turkey are being built 16 cascades of hydropower stations, on the territory of Georgia – on the River Adzharistskali are four, and on the River Charkha are three hydropower stations, by influence of which the norm of the River Charkha accretion flow (11,2 melon. t. a year) will come to minimum (100 thousand t. a year), which despite great seashore protection works will catastrophically influence the dynamics of the seashore in Adzharia.

**Key words:** norm of accretion flow, factor of filtration, dynamics of seashore, hard accretion risk districts.

### Water Management

#### THE URANIUM ISOTOPE EVALUATION METHOD OF RADIOLOGICAL CONDITIONS AND WATER BALANCE CORROBORATIVE FEATURES OF THE RIVER CHU BASIN

M. Burkitbaev,<sup>1)</sup> D. Mamatkanov,<sup>2)</sup> T. Tuzova,<sup>2)</sup>  
B. Uralbekov<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Al-Farabi Kazakh National University  
Almaty, Kazakhstan

<sup>2)</sup> Institute of Water Problems and Hydro Power  
of the National Academy of Sciences  
of the Kyrgyz Republic  
Bishkek, Kyrgyzstan

Flow-in balance components of the Chu River basin are specified by the even uranium isotope Ratio in waters.  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  ratio shows stability over time (1964-2011 years) in the parts with no noticeable inflow. The possibility of using of the isotope dilution method to access surface and underground flows in different parts of the river basin is shown. An increase of the total uranium content in waters along the river downstream is found, which is associated with uranium-enriched underground waters in the areas with uranium anomaly occurrences.

**Keywords:** transboundary waters, uranium isotopes, assessment of flow, Chu River basin.

### Hydrology and Meteorology

#### THE MAIN CHARACTERISTICS OF THE RIVER

I. Gabrichidze, Z. Gedenidze

Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In this work, the scale of multi trail that is attached on the water measuring device, presents the highly recommended tool to determine the main characteristics of the river, which is actually obtained as a result of a theoretical and experimental observation in the design section. Also, the new

construction of hydrometrical rotator, that has the certain advantages over the existing tool, is suggested and recommended in this article.

**Key words:** post station, tachometry, multi trail, screw, reduction gear.

**Water Management**

**RESTORATION OF THE ARGONAUTS' ROUTE WITH CONSIDERING THE RIVERBED STABILIZATION ON THE RIVER RIONI**

**G. Gavardashvili**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The two main legends about Georgia still lives in the world, which is basically related to the Prometheus (Tskaltubo) Cavern and Argonauts.

In order to develop the tourism in Georgia, the given paper proposes a practical implementation of these two above mentioned legends.

The mentioned proposal is carried out with the stabilization of river Rioni canal, which at the same time provides an opportunity to increase the reliability of protection of local population and the region's landscape nature from natural disasters.

The project foresees the restoration of tourist routes and riverine transports on the river Rioni, which includes the complex of measures, and its realization, besides the above mentioned points will contribute to proper operation of the Port of city Poti; to development and protection of city Poti and its coast line in the Black Sea Waters (aquatoria) to implementation of the freight shipping and riverine-passengers transfer process on the Kutaisi-Poti area of river Rioni and to effective reliable protection of agricultural lands and settlements from floods and flash flood.

The use of these both legends will not only inform the world about the role of Georgia in the development process of the world's cultural heritage, but also it will bring the great economic benefit to the country.

**Keywords:** river Rioni, Argonauts, Black Sea waters.

**Environmental Protection**

**THE RESEARCH OF NATURAL DISASTERS FORMED IN THE RIVERBED OF THE RIVER MLETIS KHEVI IN DUSHETI REGION AND ITS CONSIDERATION IN THE DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL SCHEMES**

**N. Gavardashvili, A. Gavardashvili**

Ecocenter for Environmental Protection  
Tbilisi, Georgia

The Scientific field researches have been carried out in the riverbed of the river Mletis Khevi with the aim of assessment of erosion-debris flow processes taking place in the water catchments basin of the river Mtelis Khevi in Dusheti region in Y 2012-2013.

On the basis of field statistical range, the engineering-geological conditions of debris flow mass accumulated in erosion arch of the river Mletis Khevi taking into accounts Meteo-climate, hydrological and hydraulic characteristics of water basin have been assessed.

The new schemes of environmental constructions have been developed for the regulation of erosion-debris flow processes formed in the riverbed of the river Mletis Khevi. The priorities of their know-how are protected with two patents of Georgia.

**Keywords:** Mletis Khevi, erosion, debris-flow, environmental protection.

**Reliability and Risk of Hydraulic Structures**

**SOME COMMENTS ON THE PROJECT OF SHUAKHEVI HPP CONSTRUCTION AND OPERATION AT THE AJARISTSKALI RIVER**

**T. Gvelesiani**

Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The brief characteristics of the project (report of the environmental impact assessment) relative to construction and operation of Shuakhevi HPP in Ajara (Georgia) at the Ajaristskali river developed

by the "Ajaristskali Georgia" Ltd and the Norwegian Company "Clean Energy Invest" are presented. The planned hydraulic power system capacity is 400 Mw. At the start stage two concrete dams (Didajara and Skhalta dams) having the height 39 m and 22 m will be constructed.

The author of the article as an independent expert of the Ministry of Environment Protection of Georgia in his comments deals with the issue of the environmental impact assessment relative to the risk of dams break.

**Keywords:** Shuakhevi HPP, construction of dams, the risk of dams break.

#### Hydrology and Meteorology

### EVALUATION OF THE RISKS OF FLOODS AND FLASHFLOODS IN THE RIVERS CHOROKHI AND AJARISTSKALI ON THE BACKGROUND OF THE CLIMATE CHANGE

G. Grigolia,<sup>1)</sup> D. Kereselidze,<sup>2)</sup> V. Trapaidze<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University

<sup>2)</sup> Faculty of Exact and Natural Sciences of Iv. Javakishvili Tbilisi State University Tbilisi, Georgia

The risk-periods (months) of floods and flash-floods were fixed by using the observed data of the rivers Chorokhi and Ajaristskali and the average monthly, immediate and daily water peak discharges were assessed. In addition, the number of occurrences of water peak discharges in individual months of the observed period. Regulation of the river Chorokhi with water reservoir will significantly reduce the risks of floods and flashfloods, but this is followed by the retainement of the drift in the water reservoirs what will have a significant negative impact on the coastal line of the river Chorokhi delta. Under such circumstances, the contribution of the floods and flashfloods in the river Ajaristskali is increases significantly.

The months of April, May and October are distinguished for the highest values and frequency of the water peak discharge in the rivers Chorokhi and Ajaristskali, and in terms of the lack of solid drift and stormy phenomena in the mouth of the

river Chorokhi, the risk of washout and flooding of the coastal line increases further.

**Key words:** flood, flashflood, risk.

#### Construction

### PROBLEMS OF GOVERNMENT REGULATION OF BUDGETING RATIONING IN REPUBLIC OF ARMENIA

A. Gulyan

Yerevan State University of Architecture and Construction, Yerevan, Armenia

Problems of government regulated economy and particularly the budget rationing in the construction are studied. Areas of government regulation of construction accepted by legislation of Republic of Armenia and the most significant problems of the sector requiring immediate actions are addressed. Among those are assuring compliance of national rationing and standardization systems with international requirements.

Article addresses objective and visual factors impeding establishment of budget rationing system, which will comply with current industrial relations.

Based on the study of international experience an exemplary pattern of budget rationing system in RA is proposed.

**Keywords:** government, regulation, rationing, budget, construction, system.

#### Environmental Protection

### THE ECOLOGICAL PROBLEMS OF TBILISI SEA AND MEASURES OF THEIR PREVENTION

R. Diakonidze,<sup>1)</sup> G. Chakhaia,<sup>1)</sup> L. Tsulukidze,<sup>1)</sup> Z. Varazashvili,<sup>1)</sup> Sh. Kupreishvili,<sup>1)</sup> T. Supatashvili,<sup>1)</sup> N. Mtiulishvili<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Water Management Institute of Georgian Technical University

<sup>2)</sup> LTD „Mardjani” Tbilisi, Georgia

In article it is consider ecological problems of Tbilisi Sea. It is implemented evaluation of water



quality modern condition. It is presented measures for its prevention.

**Keywords:** water reservoirs, sea, water quality.

**Construction**

**THE IRREMOVABLE MOULDING SYSTEMS IN MONOLITHIC HOME CONSTRUCTION**

**Z. Ezugbaia,<sup>1)</sup> I. Iremashvili,<sup>2)</sup> L. Chaladze,<sup>1)</sup>  
A. Ezugbaia<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

<sup>2)</sup> Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The using issues of highly effective irremovable moulding systems in the monolithic home construction system are discussed in this work. The modern products produced by MANTO, FIRA, TISSEN, NOE, MEVA, VELOX and other various kind of companies of modern techniques and technologies are proposed, which may be used to significantly reduce the total cost of construction, labor cost and terms.

**Keywords:** monolithic concrete, ferroconcrete, moulding system, irremovable moldings.

**Earth Sciences**

**SPECIFICATION OF A FREE DRAIN OF LAKE SEVAN DEPENDING ON STANDING LEVEL OF LAKE, THE FORECAST AND VULNERABILITY ASSESSMENT UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES**

**L.Vardanyan**

Institute of water problems and hydraulic engineering after academician I.V.Yeghiazarov  
Yerevan, Armenia

Researches show that the size of a free drain of Lake Sevan depends on level of its standing and from year to year changes in big limits.

In the article are shown techniques definitions of annual actual size of a free drain of Lake Sevan, and also its assessment depending on level of standing of the lake.

In this work are used the specified sizes of an underground drain from the lake depending on standing level.

Here is provided the schedule of dependence of an underground consumption of water from Lake Sevan from level of its standing and the table of estimated annual sizes of free drain of Lake Sevan.

**Keywords:** free drain of lake, level of standing, vulnerability assessment, climate.

**Hydraulic Engineering and Reclamation**

**THE EXPLOITATION STANDARDS FOR MECHANIC PART AND ELECTRICAL MACHINES OF RECLAMATION SYSTEMS**

**M. Vartanov**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The article is devoted to the improvement of market relations in the field of land reclamation and water management. The problem of planning the operational costs of maintaining drainage systems, including costs associated with the operation of mechanical and electrical parts. Are normal scheduled maintenance, as well as the value of the turnaround time of reclamation funds that have a large enough physical deterioration. Discusses some rules whose application in practice, corporate planning operating costs, allow sufficient to accurately determine the size and timing of repair work and, ultimately, to ensure the normal content of the most important elements of water management systems, such as pumping stations, panels, electrical equipment.

**Keywords:** basic funds, exploitation, norms, mechanic and electro technical part.

**Environmental protection**

**DETERMINATION OF THE COEFFICIENTS OF HORIZONTAL EXCHANGE IN THE BAKU BAY ON THE BASIS OF SEMI-EMPIRICAL THEORY OF TURBULENCE**

**T. Tatarayev, N. Hasanova, B. Agarzayeva, A. Veliyev, S. Askerova**

National Aerospace Agency (Institute of Ecology)  
Baku, Azerbaijan

This article dedicated to analyzes of the processes of turbulent exchange in the Baku Bay on the basis of long-term observations of currents. For evaluation of the characteristics of exchange were used the basics of semi-empirical turbulence theory of. There were evaluated coefficients of turbulent exchange and were determined their dependences on the averaging period. And also we calculated "ellipses sharing" and estimated their variability on the scale of the phenomenon. As well was determined the dependence of the mezoturbulent energy on averaging period of turbulent fluctuations.

**Keywords:** Baku bay, turbulence, flow, energy scale turbulence, eddy diffusion, semi-empirical theory of turbulence.

**Environmental Protection**

**THE GEOTECHNICAL ASPECTS OF PHYTOGENIC MEASURES PROTECTABLE FROM EROSION PHENOMENA**

**T. Tevzadze, M. Shavlakadze, G. Omsarashvili**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

Presented the results of influence of local plants root systems on the characteristic of strength of village Tsagveri burnt territory ground. It is presented recommendations about phytogenic measures protectable of erosion phenomena.

**Keywords:** root system, erosion, geologic process, protectable measures.

**Water Management**

**RESEARCH OF GARASU (DARAYURD) WATERSHED WATER BALANCE WITH THE HELP OF GIS**

**F. Imanov, H. H. Aranchi**

Baku State University, Azerbaijan

The main water balance parameters: precipita-

tion, evaporation and river flow were analyzed in this article. Runoff depth has been calculated with rational formula which was tested and used in western countries. Geographic Information System has been used in investigations, designed the precipitation and widening map of river flow

**Keywords:** GIS, watershed, runoff coefficient, water balance, runoff depth.

**Reliability and Risk of Hydraulic Structures**

**VULNERABILITY ASSESSMENT OF WATER RESERVOIR SYSTEM**

**I. Iordanishvili, K. Iordanishvili, E. Khosroshvili**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The article discusses the issues about intensity and risk assessment of water reservoir systems. The actual normal (invulnerable) functional period of water reservoirs with the consideration of load magnitude reliability, jeopardy and phosphorus is determined. The necessity of water protective measures conducting is substantiated.

**Keywords:** water reservoir systems, reliability, jeopardy (risk).

**Earth Sciences**

**RECONSTRUCTION OF THE CLIMATE OF AZERBAIJAN IN THE EARLY AND MIDDLE PLEISTOCENE**

**N. Ismayilova**

Baku State University  
Baku, Azerbaijan

An important significance for reconstruction of the climate of early and middle Pleistocene in Azerbaijan has the study of vegetation on the basis of which was determined that during the early and middle Pleistocene had taken place three fall of temperatures (glaciations) and interglacial rise of temperatures. The first and second rise of temperatures took place at the beginning and end of early Pleistocene, but third fall of temperature in the second half of middle Pleistocene.

Interglacial rise of temperature corresponds with the middle of early and first half of middle Pleistocene.

**Keywords:** reconstruction of the climate, Pleistocene, glaciations, global warming.

**Hydraulic Engineering and Reclamation  
THE HIGHEST MOLECULAR WATER  
CAPACITY AS AN IMPORTANT PHYSICAL  
CONSTANT OF THE GROUNDS**

**L. Itriashvili, E. Khosroshvili,  
M. Shavlakadze, L. Maisaia, Kh. Kiknadze**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The joining quality of water in the grounds with the consideration of energy is discussed. The highest molecular water capacity as a critical feature of changes in soil properties is determined.

**Keywords:** water, ground (soil), critical moisture, highest molecular water capacity.

**Environmental Protection  
THE WATER CYCLE AND EXTREME  
EVENTS**

**L. Itriashvili, K. Dadiani, N. Nibladze**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

This paper shows that use of standard processing of hydrological time series of distributions from the exponential family presupposes uniform stability of the hydrological system over the entire range of its parameters, without taking into account the specificity of hydro-physical processes in the catchment area, which in definite conditions may lead to extreme phenomena. It is concluded that descriptions of multiyear fluctuations of river runoff by linear equations cannot be satisfactory from the physical point of view, as even small non-linear ties in a dynamic system substantially alter the tails of distributions, and hence the assessment

of the probability of catastrophes.

**Keywords:** catastrophic floods, river basin, river runoff, self-excited oscillations, tails of distribution.

**Hydraulic Engineering and Reclamation  
COMPUTER SIMULATION OF PROCESSES  
AND OPTIMAL MANAGEMENT  
CAPABILITIES**

**R. Kiladze, V. Shurghaia, L. Kekelishvili**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The article discusses the optimal management capabilities of surface self flowing irrigation systems through the mathematical modeling and computer simulating way of irrigation.

**Keywords:** irrigation, mathematical modeling, computer simulation, management

**Hydraulic Engineering and Reclamation  
FORECASTING THE CONDITIONS OF  
MOVEMENT OF ADHESIVE MUDFLOW ON  
THE CARRYING-OUT CONE**

**E. Kukhalashvili,<sup>1)</sup> K. Bziava,<sup>2)</sup> I. Inashvili<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Georgian Agrarian University

<sup>2)</sup>Water Management Institute  
of Georgian Technical University

<sup>3)</sup>Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The mudflows, along with typical processes at natural disasters, have the features of destructive influences that are often accompanied by considerable loss of property, and also loss of human life.

Assessment of the conditions of movement of adhesive mudflow on the carrying-out cone gets special importance, because in general, the settlements and considerable part of national economy are located within this area. According to this, the carrying-out cones is the place for attentive studying, where it is especially the subject of destructive influences by mudflow.

In the given article the calculated dependences

are received by means of which, forecasting the movement of the adhesive mudflow on the carrying-out cones, and also selection of the optimum options of construction schemes is possible.

**Keywords:** Adhesive mudflow, carrying-out cone, coefficient of velocity.

**Construction**

**DYNAMIC PARAMETERS OF MULTI-STOREY BUILDINGS AT VIBRATING SEISMIC LOADINGS**

**Sh. Mamedov, T. Hasanova**

Azerbaijan University  
of Architecture and Construction  
Baku, Azerbaijan

Research of dynamic properties of various materials and elements of structures at shock affecting and on the waves so many scientific works of the Azerbaijani scientists are devoted [1-8]. However, experimental definition of dynamic parameters of fluctuations of constructions and buildings while carries estimated character.

The purpose of the present experimental researches is definition of parameters of fluctuations of installation of observations, in this case, a mockup of four floor buildings and sixteen floor skeleton-type buildings built in the Baku with the stiffening diaphragm at natural vibrating seismic affectings.

**Keywords:** fluctuations, seismoreceivers, dynamic experiments, seismic loadings, acceleration, seismic waves.

**Environmental Protection**

**EFFECT OF HEAVY METALS ON ENVIRONMENTAL STATUS OF SMALL RIVERS, OKI RIVER BASIN**

**Iu. Majaiski, T. Guseva**

The state scientific institution the All-Russia scientific research institute of agricultural use of the reclaimed lands of Russian agricultural academies  
Ryazan, Russia

Carried out complex researches of the major component of landscape Oka river of pool – the

small river, testify to a significant anthropogenous load on it ecological system, the caused agricultural activity to what testify raised content heavy metals in superficial and subsoil waters and hydro biological parameters.

**Keywords:** heavy metals, ecological environment, surface and ground waters, hydrobiology, river bed, aquatic organisms.

**Water Management**

**SOME PROBLEMS OF THE OFFER AND DEMAND ON WATER RESOURCES**

**A. Markosyan, T. Martirosyan**

Yerevan State University  
of Architecture and Construction,  
Yerevan, Armenia

In the article is submitted the general maintenance of a problem of management by a supply and demand on water resources. As well as examined the consideration of problems of management by a supply and demand on water resources, also the results in need of complex research of quantitative and qualitative features of water.

The inefficiency of practice of water resources management of Armenia is more caused today by existing inefficient tariff policy.

**Keywords:** water offer, demand for water, residual offer of water.

**Water Management**

**PROBLEMS OF REVALUATION AND INVENTORY OF INCOMPLETE NON-CURRENT MATERIAL ASSETS AND FIXED ASSETS OF THE ORGANIZATION PROVIDING SERVICES IN THE WATER SUPPLY AND WATER DISPOSAL SPHERE**

**M. Mkrtumyan, G. Grigoryan**

Yerevan State University  
of Architecture and Construction,  
Yerevan, Armenia

For reforms in the sphere of a water management it is necessary to have correct ideas of the sphere, in particular information on the expressed

in physical and valuable form. For this purpose it is necessary to carry out revaluation and make an inventory of fixed assets of system.

In a development stage in the sphere of a water management great value revaluation and inventory of incomplete non-current material assets and fixed assets water supplying and protection of it had the organizations. Noted appeared for representation of a complete portrait of activity of the organization, and as, for a cover tax (depreciation charges) and financial (attraction of necessary investments) tasks. In realization of this process it is important the law RA adopted on November 15th, 2001.

In article are described tasks connected with revaluation and inventory. The author of this article directly participated in development of projects of the described mechanisms and laws.

**Keywords:** water supply, sewerage, reform, water management, legal economic mechanisms.

### Water Management

#### PROBLEMS OF LAKE SEVAN WATER BALANCE DETERMINATION

**M. Mkrtumyan, V. Movsisyan,  
L. Vardanyan, T. Martirosyan**

Yerevan State University  
of Architecture and Construction  
Yerevan, Armenia

Lake Sevan is a fresh-water high-altitude lake which pretends in the nearest future to become one of the main drinking water sources of the region. In the time period from 1930 to 1960 on the Hrazdan River the Sevan-Hrazdan cascade of six hydroelectric power plants was built. As a result of wasteful usage of water resources and power potential the level of the lake fell. However, such water discharge has dramatically changed the Lake Sevan ecosystem. The lake has lost 40 per cent of its age-old, the water level has fallen by 13.5 m, oxygen content in water decreased. To 2001 the lake level fell by 19.2 m. As a result of change of physico-chemical properties of water stagnation of the lake began, and on its bottom growing of bluish green

vegetation started. To prevent disaster it was decided to stop water discharge from the lake to produce energy (today a limited amount of water is charged for irrigation only). To protect Lake Sevan and raise effectiveness of its water resources construction of the Vorotan-Arpa-Sevan hydraulic structure was of prime importance. In an attempt to increase the volume of water in Lake Sevan and bring the level of water near to its natural level a part of the Vorotan and Arpa rivers is taken to the lake. It has been planned to raise the level of the lake by 6.0 m compared with the 2001 level. At present the problem of Lake Sevan has entered a new very important phase of hydro-economics based on minimal-optimal rise of the lake level. Therefore it is required accurate, reliable and integral approach in determination of the lake water balance and values of its components. First of all it concerns to the most important component – determination of vaporization value which strongly affects the most important component – water yield which forecasts rise of the lake level.

To increase Lake Sevan water balance and its components determination integrity, accuracy, and reliability can be provided only by implementation of hydrology monitoring and improvement of balance forming methodology. It will enable:

- to receive valuable and reliable hydrological information on Lake Sevan and its reservoir water bodies for designed intervals.
- to make grounded decisions on hydro-economics measures, for designed time interval, in order to get exact values of the lake water resource and water regime change,
- to draw up harmonized water and hydro-economics balances which can illustrate integrity of components of those balances, their accuracy and reliability.

A research project is suggested to carry out which can also be applicable for a number of other lakes.

**Keywords:** water discharge, water balance, water yield, observing station, evaporation.

Hydrology

**SEDIMENT LOADED MUDFLOW UNEVEN  
TRAFFIC FLOW WITH VARIABLE  
NUMERICAL OF THE FLOW**

**O. Natishvili, V. Tevzadze,  
Z. Charbadze, N. Nibladze**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The reference image of the free surface curve for hyper concentrated debris-flow is proposed, in which, the sustainability of mudflow toward erosion hub has been taken into consideration, as well as its motion and dynamics in water plumbing.

**Key words:** mudflow, sediment, loaded.

**Environmental Protection**

**ABSORBENT FOR CLEANING OF WATER  
SURFACE FROM OIL**

**G. Hovsepian, M. Kalantaryan**

Yerevan State University  
of Architecture and Construction  
Yerevan, Armenia

The absorption capacity of different fractions of bloated obsidian (2,5÷5,0; 5,0÷10,0; 10,0÷20,0 mm) for mixture kerosene, transformer oil and motor-car oil have been studied. The bloated obsidian exhibits oil absorption ability. The absorption capacity for 2,5÷5,0 mm is 0,84 g/g (degree of cleaning ≈ 96%), for 5÷10 mm fraction the absorption capacity is 0,75 g/g (degree of cleaning ≈ 94%) and effective absorption time is 30 min. The effective absorption time for fraction 10,0÷20,0 mm is 60 min, the absorption capacity is 0,39 g/g (degree of cleaning ≈ 82%).

The expanded obsidian meets the requirement of oil absorbers and can be successfully used for cleaning oil from water surfaces, particularly kerosene, transformer oil and motor-car oil.

**Key words:** oil, water, cleaning, absorber, expanded obsidian, fractional composition.

Hydrology

**VISCOUS LIQUID CONSTANT MOTION  
IN THE OPEN CYLINDRICAL BEDS**

**A. Sarukhanyan,<sup>1)</sup> H. Tokmajyan,<sup>1)</sup> K. Ohanyan**

<sup>1)</sup> Yerevan State University  
of Architecture and Construction,  
Yerevan, Armenia  
<sup>2)</sup> C.C "Yerevan Jur"  
Yerevan, Armenia

Steady-state flow of a viscous fluid in open canals is laminar, when a velocity of the flow is low or when viscosity is high. In case of a steady-state flow in cylindrical canals, particles of fluid travel only longitudinally causing unidirectional flow of the fluid. In open canals the fluid is under influence of the gravity force of which the component directed along the motion becomes the reason of the flow.

Navier-Stokes equations were set up and for their integration boundary conditions were formulated according to which the flow rate at the fixed wall and the rate gradient on the free surface in direction perpendicular to the flow is equal to zero.

The viscous fluid flow regularities in the following two cases of cylindrical canals are studied.

- Steady-state flow of the viscous fluid in open canals of semicircular cross-section is examined. A boundary problem has been defined, of which integration resulted in the velocity distribution function, maximum velocity, flow through effective cross-section, average velocity, distribution function of shearing stresses. The latter developed on the fixed wall enable to determine design formula for calculation of energy losses and an equation of uniform flow in an open canal has been derived.
- Steady-state flow of the viscous fluid in open canals of semielliptical cross-section is examined. A boundary problem has been formulated of which boundary conditions have been set up. Integration of the boundary problem was performed, velocity and shearing stresses distribution functions was obtained, average velocity at

effective cross-section and the flow passing through it have been determined. The shear stress on the fixed wall was determined which enabled to determine design formula for calculation of energy losses according to which equation of uniform flow in an open elliptic canal has been derived.

The obtained solutions enable to determine circular and elliptic open canals dimensions in case of the fluid steady-state flow.

**Keywords:** viscous fluid, energy losses, cylindrical canals, laminar flow.

#### Environmental Protection

### DEEP PURIFICATION OF WATER-BORNE WASTES OF SPINNING AND COTTON MANUFACTURING BY ULTRAFILTRATION METHOD

**A. Sarukhanyan, V. Shamyam**

Yerevan State University  
of Architecture and Construction,  
Yerevan, Armenia

Diaphragm technology more and more takes up leading positions in spheres of deep purification of residential water supply and especially of industrial waste waters forcing out such traditional methods as water clarification, filtration, floatation, sedimentation, adsorption, ozonization. In industrial waste waters treatment the diaphragm technology for the most part is a supplement to these methods and is used as the final stage of deep purification.

This paper for the first time suggests to purify sulfur dyeing waste waters from sulphides in thinlayer sedimentation reservoirs, reducing the portion of mineral coagulant bivalent iron sulphate from 3,0...3,5 g/l to 400...700mg/l and the final purification carry out by a ultra filtration equipment operating by a simplified procedure.

**Keywords:** ultra filtration, deep purification, translucent diaphragm, percolate, concentrate

#### Hydraulic Engineering and Reclamation

### THE HYDROTECHNICAL CLASSIFICATION OF GEORGIAN RIVERS ACCORDING TO THEIR BEDS CHARACTERISTICS

**P. Sichinava, Z. Lobjanidze, Sh. Kupreishvili**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The processes running in the beds receiving intensive, which is caused with violation their many century regime and global processes running in the nature. In the recent millenium as a result of often rains and active use of rivers for various purpose destroyed hydrological and hydraulic regime of rivers, ability of transportation of bottom sediment that caused intensive wash out of hydrotechnical buildings, bridges, dams, foundation of bank protectable constructions and banks.

In the article is presented sections of rivers according to basic processes running in the river beds, forms of sediment moving and river beds hydraulic and stability characteristics. It is characterised condition of river beds adjacent territory.

**Keywords:** hydraulic structures, stream, bed load.

#### Construction

### WATER SECTOR EDUCATION DEVELOPMENT PROSPECTS OF TECHNICAL UNIVERSITIES IN THE REPUBLIC OF ARMENIA

**S. Tokmajyan**

Yerevan State University  
of Architecture and Construction,  
Yerevan, Armenia

In recent years the high education institutions became the general subjects for productive researches, which make possibility for the society to get desirable result from the contributions and increase the state budget.

By the official reports of statistics, the high education institutions are among the huge tax payers in the Republic of Armenia. Particularly, in this account could be mentioned Yerevan State University

of Architecture and Construction, which has Engineering and Water spare research Departments. Here in the University we have “Water system construction”, “Natural water sources and their protection”, “Ecologic economy”, “Ecologic examination”, departments, where we prepare Bachelor and Master degrees professionals. It is obvious that it’s necessary for the university to have high level professionals, lecturers, contemporarily occupied laboratories, productive base for internships and well prepared applicants to apply for our University. To realize this projects we started intensively work on above mentioned issues in Yerevan State University of Architecture and Construction. It is approved that the contemporary laboratories are important part for the Universities, especially for nowadays. They will be not only the form of modern way of education, but also will support the progress of education in our country. The students will have an opportunity to be involved in scientific projects. This is the reason why we stand on establishment of this kind of educational and scientific centers. Now it’s under decision the construction of hydraulic laboratory, which is considered to be one of the best scientific experimental laboratories in the region.

**Keywords:** Education, lecturers, laboratories, scientific projects, construction.

#### Hydraulic Engineering

### NEW STORM MITIGATION SYSTEM'S COMPLEX OF FLOATING HIDRAULIC ENGINEERING STRUCTURES OF ITS APPLICATION

**A. Prangishvili, Z. Tsikhelashvili, T. Gvelesiani, T. Batsikadze, N. Chkheidze, G. Dolidze**

Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The complex of engineering structures of the effective see storm waves damping system is proposed. At first its location is planned in the see shelf in some distance from the shore zone (Batumi-Boulevard and Adlia-Airport). The purpose o the complex is both the decrease of the see shore (beach) scour intensity and the improvement of rain fall sewerage system function in the storm conditions.

Also, it is promising the usage of the complex for erection of the “walls” round the Batumi and poti ports as a defence against storm waves impact.

**Key words:** the coastal zone, storm mitigation system's, environmental protection beaches, protection of harbors from storm surges, effective protection of the storm sewer system.

#### Environmental Protection

### THE IMPLEMENTATION OF ADAPTATION MEASURES TOWARD THE CLIMATE CHANGE IN THE VULNERABLE REGIONS

**L. Purtseladze**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The determination of climate and its core types are cited and the explanations of symbols of meteorological (atmospheric) phenomenon are given.

The calculating formulas of magnitude of erosion caused by rainfall, wind erosion, water erosion and existing long term and short term goals are discussed in order to study the climate change.

**Keywords:** precipitations, climate, atmosphere, erosion, goal, factor, forecast, measures

#### Water Management

### URANIUM ISOTOPE METHOD'S OPPORTUNITY TO ESTIMATE THE RECEIPTS OF WATER BALANCE IN THE AREA OF RUNOFF BASIN OF R. KIZIL-CUU (PAMIROALAY)

**V. Shatravin,<sup>1)</sup> T. Tuzova,<sup>1)</sup> B. Satibaldiev,<sup>2)</sup> B. Uralbekov<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Institute of Water Problems and Hydropower of the National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan

<sup>2)</sup> Al-Farabi, Kazakh National University  
Almaty, Kazakhstan

In this study, uranium isotope ratios have been used to determine water source and flow distribution in the Kyzyl-Suu basin.

**Keywords:** water balance, uranium-isotope method



**Hydraulic Engineering  
and Reclamation**

**THE BULK SELECTING PROCESS OF  
DRAINAGE FILTERING SYSTEM FOR  
WETLAND GROUNDS OF COLCHIS  
LOWLAND**

**V. Shurghaia, I. Zaqaidze, L. Kekelishvili**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the central part of Colchis lowland, the tubular drainage construction is essential with the bulk filtering system arrangement as the physical clay content volume, specifically in its mechanical composition of grounds, is more than 90%, the particular attention should be paid to the determining of the ground suffusion purpose, during the inert materials finding process for its arrangement, on which the drainage long-term effective work is depend. Basically, the article discusses the selecting process of filtering bulk thickness criterions for the tubular drainage system and the determining process of its suffusion.

**Keywords:** drainage, filtering bulk, suffusion, filtration, silting (accumulation of mud)

**Environmental protection**

**THE EVALUATION OF DRAUGHT TYPE  
DEBRIS FLOW AGAINST CONSTRUCTION**

**G. Chakhaia, L. Tsulukidze, Z. Varazashvili,  
R. Diakonidze, I. Khubulava, T. Supatashvili,  
G. Omsarashvili**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the work is presented the new scheme of draught type debris flow against construction, which is contain of cylinder shape elements. Noted construction is worked on the base of run around principle, which condition its stability to dynamic load of debris flow. The positive site of construction is that after run debris flow is necessary its cleaning of debris flow materials.

Due to noted, taking into account positive sites of draught type debris flow against construction worked out by us, it is necessary to implement laboratory research on it, for further examination of it in the field condition and to create conditions for its examination.

**Key words:** erosion, debris flow.

**Earth Sciences**

**GEOLOGICAL CONDITIONS OF  
MUDFLOW FORMATION IN KAKHETI AND  
THEIR MANAGEMENT TECHNOLOGY**

**E. Tsereteli,<sup>1,2)</sup> M. Gongadze,<sup>1)</sup> N. Bolashvili,<sup>1)</sup>  
G. Lominadze,<sup>1)</sup> M. Gaprindashvili,<sup>2)</sup>  
G. Gaprindashvili,<sup>1,2)</sup> T. Nanobashvili<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> TSU, Vakhushti Bagrationi Institute  
of Geography

<sup>2)</sup> National Environmental Agency of Georgia

<sup>3)</sup> Ivane Javakhishvili Tbilisi State University  
Tbilisi, Georgia

Kakheti Region, which occupies 17.5% of Georgia's territory, occupies one of the leading places in the country's economic development, especially in the field of agriculture according to its natural landscape conditions. At the same time, the region is the most complicated area by the development scales of mudflow phenomena, recurrence rate, economic prejudice and risk of danger. More than a half of the territory is under the threat of the highest and high risk category.

According to historical reports in the Kakheti region even in the past the mudflow processes were extensively developed and created certain problems to settlements (including cities of Telavi, Lagodekhi, Sagarejo and Kvareli), due to which sometimes there were human victims.

If we rely on the expected trend of climate change for the period of 2020-2050, which has been developed by the Caucasus Environmental NGO (CENN) on the basis of the data of Sagarejo and Dedoplistskaro meteorological stations, the precipitation index indicates that for the next 30 years both the daily maximum amount of precipitation and the sum of 90-day precipitation will be increased. The number of the days per year

will be increased as well, when the sum of daily precipitation is more than 10, 20 and 25. Correspondingly the annual sum of precipitation, among them more than 200 mm, is increased, which will help to provoke the landslide processes and therefore, will increase the risk of danger of extreme mudflows transformation.

Thus, we should assume that according to the long-range forecast of landslide-mudflow processes a high risk of danger remains again in the region of Kakheti.

**Keywords:** mudflow phenomena, hazard risk, climate change, technology-adaptive measures.

### **Hydraulic Engineering and Reclamation**

#### **THE DETERMINATION OF GLIDING COEFFICIENT OF ROLLING FURROWER**

**T. Janelidze, V. Samkharadze**

Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The rolling furrower that has the functioning surface of transitional radius we have divided into three constituent parts in order to reduce the gliding coefficient. We gave to these three components the opportunity to rotate independently of one another

Consequently, we have replaced the frictional movement with rolling movement by the above mentioned working body, wherewith the gliding coefficient is significantly reduced, which caused the significant reduction of force resistance

The laboratory, field and industrial experiments of rolling furrower on Colchis lowland showed us that the above mentioned working body can cut the temporary drainage furrows, which will ensure to get and pass the surface waters.

**Keywords:** gliding coefficient, number of rotations, rolling, surface circumference, the walls of the cone, screwed bolt, the reasons for splitting, angel of internal friction.

---

---

## А Н Н О Т А Ц И И

Гидрология и метеорология

### СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ АДЖАРИИ В СВЯЗИ С УМЕНЬШЕНИЕМ СТОКА НАНОСОВ РЕКИ ЧОРОХИ

Алавердашвили М., Кикнадзе Д., Кокаи Н.,  
Хупения Н., Цинцадзе Н.

Тбилисский Государственный Университет  
им. Ив. Джавахишвили  
г. Тбилиси, Грузия

В последние десятилетия побережье Черного моря, в пределах Грузии, стоит перед большими проблемами, которые связаны с уменьшением количества материала наносов, выносимых реками в море. Особенно большие проблемы у побережья Абхазии и Аджарии.

Начиная с 2008 года до сегодняшнего дня в связи с зимними олимпийскими играми в Сочи 2014 года, российские строительные компании вынесли из территории Абхазии около 11,3 млн. тонн твердых материалов, что очень отрицательно повлияет на побережье Абхазии. Побережье Абхазии в ближайший период окажется перед большой катастрофой из-за того, что на территории Турции в бассейне реки Чорохи строится каскад из 16-24 ГЭС, а на территории Грузии на реке Аджарисцкали 4, на реке Чорохи 3 ГЭС, под влиянием которых норма стока наносов р. Чорохи (11,2 млн. т в год) уменьшится до 100 тыс. т в год, что, несмотря на огромные берегозащитные работы, катастрофически повлияет на динамику побережья Аджарии.

**Ключевые слова:** норма стока наносов, фактор фильтрации, динамика побережья, рискованные участки твердого стока

Водное хозяйство

### ОЦЕНКА ПРИХОДНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА И РАДИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БАССЕЙНА р. ЧУ УРАН-ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ

Буркитбаев М.М.,<sup>1)</sup> Маматканов Д.М.,<sup>2)</sup>  
Тузова Т.В.,<sup>2)</sup> Уралбеков Б.М.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Казахский Национальный Университет  
им. аль-Фараби  
г. Алматы, Казахстан

<sup>2)</sup> Институт водных проблем и  
гидроэнергетики Национальной  
академии наук Кыргызской Республики  
г. Бишкек, Кыргызстан

Уточнены составляющие приходного баланса бассейна р. Чу по соотношению четных изотопов урана в водах. Показана стабильность отношения  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  во времени (1964-2011 гг.) на участках отсутствия заметной приточности. Показана возможность использования метода изотопного разбавления для оценки поверхностного и подземного стока на разных участках бассейна. Обнаружено увеличение общего содержания урана в водах реки вдоль по течению, связанное с обогащенными ураном подземными водами на участках с проявлением урановых аномалий.

**Ключевые слова:** трансграничные воды, изотопы урана, оценка стока, бассейн реки Чу.

Гидрология и метеорология

### ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧНОГО СТОКА

Габричидзе Ю.Д., Геденидзе З.Ш.

Грузинский Технический Университет  
г. Тбилиси, Грузия

В работе даётся усовершенствованная экспериментально-теоретическая методика для определения основных параметров (глубина, скорость расход) речного стока. Получена новая

многопараметровая шкала отсчёта.

В статье представлена также новая модернизованная конструкция гидрометрической штанговой вертушки с горизонтальной осью вращения.

**Ключевые слова:** водомерные посты; водомерное устройство; гидрометрическая вертушка.

**Водное хозяйство**

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАРШРУТА  
АРГОНАВТОВ НА РЕКЕ РИОНИ  
С УЧЕТОМ СТАБИЛИЗАЦИИ РУСЛА**

**Гавардашвили Г.В.**

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

В мире еще живы две легенды Грузии, которые связаны с Цхалтубской пещерой (пещерой Прометея) и с аргонавтами.

В работе предлагается претворить в практику эти две легенды с целью развития туризма в Грузии.

Упомянутое предложение осуществляется стабилизацией русла р. Риони, что дает также возможность обеспечить увеличение надежности защиты населения и ландшафта региона от стихийных явлений природы.

Проект предусматривает восстановление туристского маршрута и речного транспорта на р. Риони, включая комплекс мероприятий, реализация которых кроме вышеупомянутого, будет способствовать: упорядоченной работе порта г. Поты, развитию г. Поты и защите прибрежной полосы Черного моря в акватории г. Поты, осуществлению речных пассажирских и грузовых перевозок на участке Кутаиси-Поты р. Риони, защите сельскохозяйственных угодий и населенных пунктов от паводков и наводнений.

Использование двух легенд не только детально ознакомит мир с вкладом Грузии в дело развития культурного наследия планеты, но и принесет большую экономическую пользу стране.

**Ключевые слова:** река Риони, аргонавты, акватория Черного моря.

**Охрана окружающей среды**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТИХИЙНЫХ  
ЯВЛЕНИЙ ПРИРОДЫ  
ФОРМИРУЮЩИХСЯ В РУСЛЕ РЕКИ  
МЛЕТИСХЕВИ ДУШЕТСКОГО РАЙОНА И  
ИХ УЧЕТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
ПРИРОДООХРАННЫХ СХЕМ**

**Гавардашвили Н.Г., Гавардашвили А.Г.**

Экоцентр охраны окружающей среды  
г. Тбилиси, Грузия

С целью анализа и оценки эрозионно-селевых процессов, происходящих на реке Млетисхеви в русле реки в 2012-2013 гг. были проведены научные полевые работы. При обработке полевых статистических рядов были оценены инженерно-геологические условия селевой массы накопившейся в эрозионных очагах реки Млетис хеви, с учетом метео-климатических, гидрологических и гидравлических показателей.

Для регулировки эрозионно-селевых процессов, формирующихся в русле р. Млетисхеви, разработаны новые схемы природоохранных конструкций, новизна которых подтверждено двумя патентными свидетельствами Грузии.

**Ключевые слова:** Млетис хеви, эрозия, сели, охрана природы.

**Надежность и риск  
гидротехнических сооружений**

**НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ  
ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА И  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ШУАХЕВИ ГЭС  
НА РЕКЕ АДЖАРИСЦКАЛИ**

**Гвелесиани Т.Л.**

Грузинский Технический Университет  
г. Тбилиси, Грузия

Приводится краткая характеристика проекта (отчета оценки воздействия на окружающую среду) строительства и эксплуатации Шуахеви ГЭС в Аджарии на р. Аджарисцкали выполненного ООО "Аджарисцкали Джорджия" и Норвежской компанией "Clean Energy Invest". Мощность планируемого для строительства каскада

ГЭС составит 400Мвт. На начальном этапе предполагается строительство двух бетонных плотин (Дидаджара и Схалта) высотой 39 м и 22 м.

Автор статьи, как независимый эксперт Министерства охраны окружающей среды Грузии, в своих замечаниях касается вопроса оценки воздействия на окружающую среду в контексте с риском разрыва плотин.

**Ключевые слова:** Шуахеви ГЭС, строительство бетонных плотин, риск разрыва плотин.

#### Гидрология и метеорология

### ОЦЕНКА РИСКОВ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКАХ ЧОРОХИ И АДЖАРИСЦКАЛИ НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Григолия Г.,<sup>1)</sup> Кереселидзе Д.,<sup>2)</sup> Трапаидзе В.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Институт гидрометеорологии  
Грузинского Технического Университета

<sup>2)</sup> Факультет Точных и Естественных наук  
Тбилисского Государственного  
Университета им. Ив. Джавахишвили  
г. Тбилиси, Грузия

С целью установления рисков периодов (месяцев) наводнений и приливов использованы данные наблюдений над реками Чорохи и Аджарисцкали и оценен среднемесячный, мгновенный и максимальный дневной водорасход. Кроме того, оценено распределение максимального годового расхода по отдельным месяцам в период наблюдения. Регулирование реки Чорохи с помощью водохранилищ значительно сократит риски наводнений и приливов. Однако этому будет сопутствовать отложение наносов в водохранилищах, что окажет значительное отрицательное влияние на прибрежную полосу дельты реки Чорохи. В этой ситуации значительно увеличится доля наводнений и приливов на реке Аджарисцкали.

Максимальным количеством воды и частотой его образования на реках Чорохи и Аджарисцкали выделяются апрель, май и октябрь. Если учесть дефицит твердых наносов и штормовые явления в устье реки Чорохи, то риск затопления прибрежной полосы значительно увеличится.

**Ключевые слова:** наводнения, паводки, риск.

#### Строительство

### ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СМЕТНОГО НОРМИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ

Гулян А.Б.

Ереванский Государственный Университет  
Архитектуры и Строительства  
г. Ереван, Армения

Рассмотрены проблемы государственного регулирования экономики, в частности сметного нормирования в строительстве. Приведены законодательно принятые в РА направления государственного регулирования строительства и наиболее острые проблемы отрасли, требующие безотлагательного решения, среди которых – обеспечение соответствия национальных систем нормирования и стандартизации международным требованиям. Выделены объективные и субъективные факторы, препятствующие становлению системы сметного нормирования, адекватной существующим производственным отношениям. На основе изучения международного опыта в данной области предлагается примерная схема для системы сметного нормирования в РА.

**Ключевые слова:** государство, регулирование, смета, нормирование, строительство, система.

#### Охрана окружающей среды

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТБИЛИССКОГО МОРЯ И МЕРОПРИЯТИЯ ИХ ПРЕВЕНЦИЙ

Диаконидзе Р.В.,<sup>1)</sup> Чахая Г.Г.,<sup>1)</sup>  
Цулукидзе Л.Н.,<sup>1)</sup> Варазашвили З.Н.,<sup>1)</sup>  
Купрейшвили Ш.З.,<sup>1)</sup> Супаташвили Т.Л.,<sup>1)</sup>  
Мтиулишвили Н.М.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
<sup>2)</sup> ООО «Марджани»  
г. Тбилиси, Грузия

В статье дается оценка экологических проблем Тбилисского моря. Осуществлена

оценка современного состояния качества вод. Представлены мероприятия их превенций.

**Ключевые слова:** водохранилище, море, качество вод.

**Строительство**

**НЕСЪЕМНЫЕ ОПАЛУБКИ В  
МОНОЛИТНОМ ДОМОСТРОЕНИИ**

**Езугбая З.А.,<sup>1)</sup> Иремашвили И.Р.,<sup>2)</sup>  
Чаладзе Л.Р.,<sup>1)</sup> Езугбая А.З.<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Грузинский Технический Университет  
г. Тбилиси, Грузия

<sup>2)</sup> Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

В работе рассмотрены вопросы использования в монолитном домостроении высокоэффективных систем несъемных опалубок.

Предложена продукция фирм MANTO, FIRA, TISSEN, NOE, MEVA, VELOX и других, приготовленная соответственно современной техники и технологий, применение которой значительно уменьшает общую стоимость строительства, затраты труда и сроки.

**Ключевые слова:** монолитный бетон, железобетон, системы опалубок, несъемные опалубки.

**Исследования по изучению Земли**

**УТОЧНЕНИЕ СВОБОДНОГО СТОКА  
ОЗЕРА СЕВАН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ  
УРОВНЯ СТОЯНИЯ, ЕГО ПРОГНОЗ И  
ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ  
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

**Варданян Л.Р.**

Институт водных проблем и гидротехники  
имени академика И.В.Егиазарова  
г. Ереван, Армения

Исследования показывают, что величина свободного стока озера Севан зависит от уровня его стояния и из года в год изменяется в больших пределах.

В статье приведены методики определения

годовой фактической величины свободного стока озера Севан, а также ее оценка в зависимости от уровня стояния озера.

В данной работе использованы уточненные величины подземного стока из озера в зависимости от уровня стояния.

Приведены графики зависимости подземного расхода воды из озера Севан от уровня его стояния и таблица оценочных годовых величин свободного стока озера Севан, в зависимости от уровня стояния.

**Ключевые слова:** сток озера, уровень стояния, оценка уязвимости, климат.

**Гидротехника и мелиорация**

**НОРМЫ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ  
МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

**Варганов М.В.**

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

Статья посвящена вопросам совершенствования рыночных отношений в области мелиорации и водного хозяйства. Рассматривается проблема планирования эксплуатационных затрат по содержанию мелиоративных систем, в том числе затрат, связанных с эксплуатацией их механической и электрической частей. Приведены нормы плановых ремонтов, а также величины межремонтных периодов мелиоративных фондов, имеющих достаточно большой физический износ. Рассматриваются некоторые нормы, применение которых в практике внутрифирменного планирования эксплуатационных затрат, позволит достаточно точно определять объемы и сроки ремонтных работ и, в конечном счете, обеспечить нормальное содержание таких важнейших элементов водохозяйственных систем, как насосные станции, щиты, электротехническое оборудование.

**Ключевые слова:** основные фонды, эксплуатация, нормы, механическая и электротехническая часть.

Охрана окружающей среды

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ  
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОБМЕНА В  
БАКИНСКОЙ БУХТЕ НА ОСНОВЕ  
ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ  
ТУРБУЛЕНТНОСТИ**

**Татараев Т.М., Гасанова Н.И.,  
Агарзаева Б.А., Велиев А.Р., Аскерова С.А.**

Национальное Аэрокосмическое Агентство  
(Институт Экологии)  
г. Баку, Азербайджан

Статья посвящена анализу процессов турбулентного обмена в Бакинской бухте на основе длительных наблюдений над течениями. Для оценки характеристик обмена использованы основы полуэмпирической теории турбулентности. Оценены коэффициенты турбулентного обмена и определена их зависимость от периода осреднения. Построены «эллипсы обмена» и оценена их изменчивость от масштаба явления. Кроме того, определена зависимость энергии мезотурбулентности от периода осреднения турбулентных пульсаций.

**Ключевые слова:** Бакинская бухта, турбулентность, течения, энергия макротурбулентности, турбулентная диффузия, полуэмпирическая теория турбулентности.

Охрана окружающей среды

**ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ЗАЩИТНЫХ ФИТОГЕННЫХ  
МЕРОПРИЯТИЙ ОТ ЭРОЗИОННЫХ  
ЯВЛЕНИЙ**

**Тевзадзе Т.В., Шавлакадзе М.Л.,  
Омсарашвили Г.Г.**

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

Представлены итоги влияния корневой системы растений на прочностные показатели грунтов территории, подвергшихся пожарам в с. Цагвери Боржомского района. Приводятся рекомендации защитных фитогенных меро-

приятия от эрозионных процессов.

**Ключевые слова:** корневая система, эрозия, геологический процесс, защитные мероприятия.

Водное хозяйство

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНОГО БАЛАНСА  
БАССЕЙНА РЕКИ КАРАСУ  
С ПОМОЩЬЮ ГИС**

**Иманов Ф., Аранчи Г.**

Бакинский Государственный Университет  
г. Баку, Азербайджан

В статье выполнен анализ основных элементов водного баланса (атмосферные осадки, испарение и речной сток) бассейна реки Карасу. Слой стока рассчитан по рациональному методу, который широко используется в западных странах. С помощью ГИС технологий построены карты элементов водного баланса изучаемого бассейна.

**Ключевые слова:** ГИС, водосбор, коэффициент стока, водный баланс, слой стока.

Надежность и риск  
гидротехнических сооружений

**ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ  
ВОДОХРАНИЛИЩНЫХ СИСТЕМ**

**Иорданишвили И.К., Иорданишвили К.Т.,  
Хосрошвили Е.З.**

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

В статье рассмотрены вопросы, касающиеся оценки интенсивности и риска водохранилищных систем. Установлен период нормального (безотказного) функционирования конкретных водохранилищ при заданном уровне надежности и риска от фосфорной нагрузки; обоснована необходимость проведения водоохраных мероприятий при соответствующих значениях риска.

**Ключевые слова:** водохранилищные системы, надежность, риск.

Исследования по изучению Земли

**РЕКОНСТРУКЦИЯ КЛИМАТА  
АЗЕРБАЙДЖАНА В РАННЕМ И СРЕДНЕМ  
ПЛЕЙСТОЦЕНЕ**

**Исмайлова Н.А.**

Бакинский Государственный Университет  
г. Баку, Азербайджан

Для реконструкции климата раннего и среднего плейстоцена Азербайджана важное значение имеет изучение растительности, на основании которой было установлено, что в течение раннего и среднего плейстоцена происходило три похолодания (оледенения) и два межледниковых потеплений. Первое и второе похолодания произошли в начале и конце раннего плейстоцена, а третье похолодание – во второй половине среднего плейстоцена. Межледниковое потепление соответствует середине раннего и первой половине среднего плейстоцена.

**Ключевые слова:** реконструкция климата, плейстоцен, оледенение, потепление

**Гидротехника и мелиорация**

**МАКСИМАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ  
ВЛАГОЕМКОСТЬ КАК ВАЖНЕЙШАЯ  
ФИЗИЧЕСКАЯ КОНСТАНТА  
ПОЧВОГРУНТОВ**

**Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З.,  
Шавлакадзе М.Л., Маисая Л.Д., Кикнадзе Х.Л.**

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

С энергетической точки зрения рассмотрен характер связи воды с почво-грунтами. Установлено, что максимальная молекулярная влагоемкость является критической характеристикой изменения свойств почвогрунтов.

**Ключевые слова:** вода, грунты, критическая влажность, максимальная молекулярная влагоемкость.

Охрана окружающей среды

**ВОДНЫЕ ЦИКЛЫ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ  
ЯВЛЕНИЯ**

**Итриашвили Л.А., Дадвани К.З.,  
Нибладзе Н.Ш.**

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

Показано, что использование стандартной обработки временных гидрологических рядов распределений из семейства экспоненциальных, предполагает стабильную устойчивость гидрологической системы во всем диапазоне ее параметров и не учитывает специфичность гидрофизических процессов на водосборе, в определенных условиях могущих привести к экстремальным явлениям.

Делается вывод, что описания многолетних колебаний речного стока линейными уравнениями с физической точки зрения не могут быть удовлетворительными, так как даже малые нелинейности в динамической системе существенно меняют именно хвосты распределений и, следовательно, оценку вероятности катастроф.

**Ключевые слова:** речной бассейн, речной сток, гидрофизические процессы, автоколебания, хвосты распределения, катастрофические наводнения.

**Гидротехника и мелиорация**

**ГИДРАВЛИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ПОЛИВОВ, КОМПЬЮТЕРНАЯ  
ИМИТАЦИЯ ПРОЦЕССА И  
ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМАЛЬНОГО  
УПРАВЛЕНИЯ**

**Киладзе Р.М., Шургая В.Ш.,  
Кекелишвили Л.Г.**

Институт Водного Хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

В статье рассмотрены возможности оптимального управления самотечных поверхностных поливов путём математического моделирования и компьютерной имитаций процесса полива.

**Ключевые слова:** полив, математическое моделирование, компьютерная имитация, управление.



**Гидротехника и мелиорация**

**ПРОГНОЗ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ  
СВЯЗНОГО СЕЛЕВОГО ПОТОКА НА  
КОНУСЕ ВЫНОСА**

Кухалашвили Э.,<sup>1)</sup> Бзиава К.,<sup>2)</sup> Инашвили И.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Грузинский Аграрный Университет

<sup>2)</sup> Институт Водного Хозяйства

Грузинского Технического Университета

<sup>3)</sup> Грузинский Технический Университет

г. Тбилиси, Грузия

Селевые потоки, наряду с типичными процессами при природных катастрофах имеют свои особенности разрушительных воздействий, что часто сопровождается значительными материальными убытками, а также человеческими жертвами.

Оценке условий движения селевого потока на конусе выноса придается особое значение с той точки зрения, что, в основном, там расположены населенные пункты и значительная часть объектов народного хозяйства. То есть, конусы выноса являются тем местом для внимательного изучения, где особенно разрушительно воздействует селевой поток.

В данной работе получены расчетные зависимости, с помощью которых возможно прогнозирование движения связного селевого потока на конусах выноса, а также выбор оптимальных вариантов схем расположения сооружений.

**Ключевые слова:** связной селевой поток, конус выноса, коэффициент скорости.

**Строительство**

**ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ  
ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПРИ  
СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

Мамедов Ш.А., Гасанова Т.Д.

Азербайджанский Архитектурно-Строительный

Университет

г. Баку, Азербайджан

Исследованию динамических свойств различных материалов и элементов конструкций при ударных воздействиях и по отраженным от

закрепленного конца волнам посвящены много научных работ азербайджанских ученых [1-8]. Однако, экспериментальное определение динамических параметров колебаний сооружений и зданий носит пока оценочный характер.

**Ключевые слова:** сейсмоприемники, ускорение, сейсмические воздействия, колебания, сейсмические волны.

**Охрана окружающей среды**

**ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ  
РЕК БАССЕЙНА РЕКИ ОКИ**

Мажайский Ю.А., Гусева Т.М.

Государственное научное учреждение

Всероссийский НИИ сельскохозяйственного  
использования мелиорированных земель

Россельхозакадемии

г. Рязань, Россия

Проведенные комплексные исследования важнейшего компонента ландшафта Окского бассейна – малой реки, свидетельствуют о значительной антропогенной нагрузке на ее экосистему, обусловленной сельскохозяйственной деятельностью, о чем свидетельствуют повышенное содержание ТМ в поверхностных и грунтовых водах и гидробиологические показатели.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, экологический полигон, поверхностные и грунтовые воды, гидробионты, донные отложения, водные микроорганизмы

**Водное хозяйство**

**НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ПРЕДЛОЖЕНИЯ И СПРОСА НА ВОДНЫЕ  
РЕСУРСЫ**

Маркосян А.Х., Мартиросян Т.С.

Ереванский Государственный Университет

Архитектуры и Строительства

г. Ереван, Армения

В рамках статьи представлено общее содержание задачи управления предложением и спросом на водные ресурсы. Рассмотрение

проблем управления предложением и спросом на водные ресурсы приводит к необходимости комплексного исследования количественных и качественных особенностей воды.

Неэффективность практики управления водными ресурсами Армении на сегодняшний день в большей степени обусловлена существующей неэффективной тарифной политикой.

**Ключевые слова:** предложение воды, спрос на воду, остаточное предложение воды.

**Водное хозяйство**

**ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕОЦЕНКИ И  
ИНВЕНТАРИЗАЦИИ НЕЗАВЕРШЕННЫХ  
ВНЕОБОРОТНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ  
АКТИВОВ И ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ  
ОРГАНИЗАЦИЙ, ПРЕДОСТАВЛЯЮЩИХ  
УСЛУГИ В СФЕРЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И  
ВОДООТВЕДЕНИЯ**

**Мкртумян М.М., Григорян Г.С.**

Ереванской Государственный Университет  
Архитектуры и Строительства  
г. Ереван, Армения

С точки зрения финансового выздоровления и осуществления эффективного финансового управления в сфере водного хозяйства особо важно, в первую очередь, реструктуризация задолженностей и освобождение от прошлогодних нагрузок, а также решение проблем накопленных дебиторских и кредиторских задолженностей.

Краеугольным камнем реформ в сфере водного хозяйства стал Закон РА, с внесенными изменениями и дополнениями "Об установлении платежных привилегий по задолженностям, предоставленных услуг в сфере питьевого водоснабжения, водоотведения, очистки сточных вод и ирригационных вод" и Решение правительства РА "Об обеспечении необходимых мероприятий по внедрению данного Закона".

В статье описаны законодательные экономические механизмы по уступкам дебиторских задолженностей, ставшие решающим фактором в эффективной реализации реформ в секторе водного хозяйства.

В разработках Проектов и Законов вышеуказанной сферы непосредственное участие принимал автор данной статьи.

**Ключевые слова:** водоснабжение, водоотведение, реформа, водное хозяйство, законодательные экономические механизмы.

**Водное хозяйство**

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ  
ВОДНОГО БАЛАНСА ОЗЕРА СЕВАН**

**Мкртумян М.М., Мовсисян В.М.,  
Варданян Л.Р., Мартиросян Т.С.**

Ереванской Государственный Университет  
Архитектуры и Строительства  
г. Ереван, Армения

Севан – пресное озеро на возвышенности, которое в ближайшем будущем станет одним из основных источников питьевой воды в регионе. С 1930-1960 гг. на реке Раздан был сооружен каскад из 6 гидроэлектростанций. Однако в период упущений воды из озера, выяснилось, что уровень воды снижается и его экологическое состояние ухудшается. Озеро лишилось 40% водных ресурсов, уровень озера снизился на 13,5 м, уменьшилось содержание кислорода в воде. К 2001г. уровень озера снизился на 19,25 м. На дне озера начала появляться голубовато-зеленая растительность. Для предотвращения стихийных бедствий было принято решение больше не выпускать из озера воду (ограниченное количество воды сейчас выпускается только для орошения).

Исключительное значение для сохранения озера Севан и эффективного использования ресурсов имел водно-технический комплекс Воротан-Арпа-Севан. Для сохранения естественного уровня озера водоканал переносит в озеро часть потоков рек Воротан и Арпа. Предполагается в ближайшие годы повысить уровень озера по сравнению с 2001 г. на 6 м [1]. Требуется более точным, надежным, достоверным способом определить водный баланс озера и стоимость каждого компонента. Это, в первую очередь, относится к наиболее вескому компоненту – испарению озера Севан.

Надежность и точность водного баланса и его компонентов возможна только при осуществлении гидрологического мониторинга и в усовершенствовании методов по составлению баланса. Все вышеуказанное даст возможность:

- получать полную и достоверную гидрологическую информацию озера Севан и описание водных объектов его бассейна в интервале времени;
- принять решения, с целью осуществления водно-экономических мероприятий, достоверно определить изменения значений водных ресурсов озера и режима воды в интервале времени;
- составить "созвучные" водный и водно-экономические балансы, которые дадут представление об определяющих надежность и достоверность составляющих их обобщающих компонентов.

**Ключевые слова:** расход воды, водный баланс, станции наблюдений, испарение.

**Гидрология**

**ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ  
НЕРАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ  
ГИПЕРКОНЦЕНТРИРОВАННОГО  
НАНОСАМИ (СВЯЗНОГО) СЕЛЯ С  
ПЕРЕМЕННЫМ РАСХОДОМ ВДОЛЬ  
ПУТИ**

Натишвили О.А., **Тевзадзе В.И.**,

Чарбадзе З.Д., Нибладзе Н.Ш.

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

Предложена зависимость, которая позволяет построить кривую свободной поверхности гиперконцентрированного наносами селевого потока за счет захвата селевых отложений в селеносной части связного селевого потока при легкодеформируемой поверхности русла.

**Ключевые слова:** связной сель, структурный каменнонесущий поток, гиперконцентрированный поток.

**Охрана окружающей среды  
ПОГЛОТИТЕЛЬ ОЧИСТКИ  
ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ОТ НЕФТИ И  
НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**Овсепян Г.Ш., Калантарян М.А.**

Ереванский Государственный Университет  
Архитектуры и Строительства  
г. Ереван, Армения

Исследована поглощательная способность разных фракцией (2,5÷5,0; 5,0÷10,0; 10,0÷20,0 мм) вспученного обсидиана смеси керосина, трансформаторного и машинного масел с поверхности воды. Показано, что образцы вспученного обсидиана проявляют значительную поглощаемость, при этом наибольшей поглощаемостью выделяется фракция 2,5÷5,0 мм и 5,0÷10,0 мм, которая достигается за 30 минут. Для фракций 2,5÷5,0 мм наибольшая поглощаемость 0,84 г/г (степень очистки ≈96%), а для фракции 5,0÷10,0 мм наибольшая поглощаемость 0,75 г/г (степень очистки ≈94%), и достигается за 30 минут, а для 10,0-20,0 мм наибольшая поглощаемость 0,39 г/г (степень очистки ≈82%) и достигается за 60 минут.

Вспученный обсидиан удовлетворяет требованиям нефтяных поглотителей и может успешно применяться для очистки водной поверхности от нефтепродуктов, в частности, керосина, трансформаторного и машинного масел.

**Ключевые слова:** нефтепродукты, вода, очистка, поглотитель, вспученный обсидиан, фракционный состав.

**Гидрология**

**СТАЦИОНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ВЯЗКОЙ  
ЖИДКОСТИ В ОТКРЫТЫХ  
ОСНОВАНИЯХ ЦИЛИНДРОВ**

**Саруханян А.,<sup>1)</sup> Токмаджян О.,<sup>1)</sup> Оганян К.<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Ереванский Государственный Университет  
Архитектуры и Строительства  
<sup>2)</sup> ЗАО "Ереван Джур"  
г. Ереван, Армения

Стационарное течение вязкой жидкости в открытых основаниях цилиндров происходит при низком течении ламинарных жидкостей или при условиях высокой вязкости. В открытом

основании цилиндра при стационарном течении, частицы жидкости движутся только вдоль цилиндра, в результате чего течение происходит только в одном направлении. Жидкость в открытом основании цилиндра подвергается действию только силы тяжести, составляющая которой по направлению течения – причина самого течения. Для этих условий применяется уравнение Навье-Стокса, для интеграции которого установлен предел, по которому течение жидкости к неподвижной стене и градиент свободной поверхности при вертикальном течении имеют скорость равной нулю. Рассматриваются закономерности движения вязкой жидкости в основании цилиндра в двух случаях:

- Стабильное течение вязкой жидкости в полукруглых открытых основаниях. Установлена крайняя причина, в результате интеграции которой, установлено: функция распределения скоростей, предельная скорость, действующий проходящий выход, средняя скорость и функция распределения касательного напряжения. На основании касательного напряжения неподвижной стены вычислена формула потери энергии и уравнение одинакового течения на открытых основаниях.
- Рассматривается стационарное течение вязкой жидкости на полу-эллипсовидных открытых основаниях. Сформирована краевая задача, для которой определены предельные условия. При интеграции краевой задачи получены функции распределения скоростей и касательного напряжения, установлена средняя скорость среза и проходящего по нему выхода. На неподвижной стене основания определено касательное напряжение, по которому вычислено дифференциальное уравнение потери энергии, на основании которого получено уравнение одинакового течения на открытых эллипсовидных основаниях цилиндров. Задуманные решения дают возможность определить размеры круглых и эллипсовидных открытых оснований, при стационарном течении вязкой жидкости.

**Ключевые слова:** вязкая жидкость, потеря энергии, цилиндрические каналы, ламинарный поток.

Охрана окружающей среды

**ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ И ХЛОПЧАБУМАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОКОВ МЕТОДОМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ**

**Саруханян А.А., Шамян В.Л.**

Ереванский Государственный Университет  
Архитектуры и Строительства  
г. Ереван, Армения

Мембранная технология все в больших масштабах завоевывает ключевые позиции в водоснабжении городов, глубокой очистки бытовых и особенно производственных сточных вод, вытесняя традиционные методы – отстаивание, фильтрование, осветление, флотацию, сорбцию, озонирование. При очистке производственных сточных вод чаще всего мембранная технология дополняет другие методы как завершающая стадия глубокой очистки.

В данной работе при очистке сточных вод сернистого крашения от сульфидов тонкослойным отстаиванием впервые предлагается снизить дозу используемого минерального коагулянта сульфата двухвалентного железа от 3,0...3,5 г/л до 400...700 мг/л с дальнейшей ультрафильтрацией по упрощенной схеме.

**Ключевые слова:** ультрафильтрация, фильтрат, концентрат, глубокая очистка, полупроницаемая мембрана.

Гидротехника и мелиорация

**ГИДРОТЕХНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РЕК ГРУЗИИ СОГЛАСНО ХАРАКТЕРИСТИК РУСЕЛ**

**Сичинава П.О., Лобжанидзе З.К.,  
Купреишвили Ш.З.**

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

Процессы, протекающие в русле принимают интенсивный характер, что вызвано многовековым нарушением их режима и протекающими в природе глобальными процессами. В

последние десятилетия, в результате участвовавших дождей и активного освоения разного назначения, нарушился гидрологический и гидравлический режим, способность транспортирования донных и взвешенных наносов, что вызвало интенсивный размыв оснований гидротехнических сооружений, дамб, мостов, берегозащитных сооружений и берегов.

В статье предложены основные виды протекающих процессов на участках русел рек, формы движения наносов согласно гидравлическим характеристикам русла и устойчивости. Дана характеристика состояния территории, прилегающей к руслам рек.

**Ключевые слова:** гидротехнические сооружения, русло, донные наносы.

#### Строительство

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИЙ СВЯЗАННЫХ С ОБЛАСТЬЮ ВОДЫ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

Токмаджян С.

Ереванской Государственный Университет  
Архитектуры и Строительства  
г. Ереван, Армения

В последнее время высшие учебные заведения Республики Армения являются эффективными объектами, где человек может получить значимый результат на основе вложенных государством средств и доходов. По статистическим данным высшие учебные заведения Республики Армения являются крупными налогоплательщиками. Ощутимых результатов добился Ереванский Государственный Университет архитектуры и строительства, в котором существуют инженерный факультет и ряд факультетов водного направления. Университет выпускает специалистов с высшим образованием (бакалавр, магистр) по специальностям: "Строительство и эксплуатация систем водоснабжения", "Охрана и рациональное использование природных (водных) ресурсов", "Экономика по использованию природных ресурсов",

"Экологические исследования" и др. Безусловно, для осуществления такого сложно-специального учебного процесса, необходим профессорско-преподавательский состав, совмещающий научно-педагогические и практические занятия. Предложенная программа в этом направлении успешно применяется в Ереванском Государственном Университете архитектуры и строительства. Установлено, что современные учебно-научные лабораторные базы целесообразно создавать в научных институтах и исследовательских центрах, которые должны быть передовыми и способствовать движению науки вперед. В этих центрах студенты будут проводить исследования не только по предусмотренной программе, но и вместе с исследователями будут участвовать в организованных научно-исследовательских работах. В этой связи очень важно создание общего научно-учебного центра совместно с научными институтами и научно-исследовательскими центрами. В статье анализируются возможности учебно-образовательной гидравлической лаборатории Института водных проблем и гидротехники, которая по своим возможностям и оборудованию стоит в ряду наилучших региональных научно-исследовательских лабораторий.

**Ключевые слова:** образование, преподаватели, лаборатории, научные проекты, строительство.

#### Гидротехника

### КОМПЛЕКС ПЛАВАЮЩИХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НОВОЙ ШТОРМОГАСЯЩЕЙ СИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Прангишвили А.И., Цхелашвили З.И.,  
Гвелесиани Т.Л., Бацакдзе Т.В.,  
Чхеидзе Н.В., Долидзе Г.О.

Грузинский Технический Университет  
г. Тбилиси, Грузия

Предложен комплекс инженерных сооружений системы эффективного гашения морских штормовых волн. На начальном этапе, размещение

его планируется в морском шельфе на некотором расстоянии от береговой зоны (Батуми-Бульвар и Адлия-Аэропорт). Назначением комплекса является, как уменьшение интенсивности размыва береговой (пляжевой) полосы, так и улучшение функционирования системы ливневой канализации и в целом, рекреационного комфорта в условиях шторма. Перспективным является также, создание с помощью указанного комплекса, ограждения вокруг портов г.г. Батуми и Поти, с целью их защиты от воздействия штормовых волн.

**Ключевые слова:** береговая зона, штормогасящая система, экологическая защита пляжа, защита портовых акваторий от штормовых волн, эффективная защита системы ливневой канализации.

#### Охрана окружающей среды

### ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОТНОШЕНИЮ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В УЯЗВИМЫХ РЕГИОНАХ

Пурцеладзе Л.Д.

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

Приведены определения климата и его основных видов.

Даны условные признаки наиболее значительных метеорологических (атмосферных) явлений.

Рассмотрены существующие долговременные и кратковременные методы для изучения изменения климата, водной, ветровой эрозии и формулы для расчёта эрозии, вызванной ливнями.

**Ключевые слова:** осадки, атмосфера, климат, эрозия, цель, фактор, прогноз, мероприятия.

#### Водное хозяйство

### ВОЗМОЖНОСТИ УРАН-ИЗОТОПНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ПРИХОДНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА В ОБЛАСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА БАССЕЙНА Р. КЫЗЫЛ-СУУ (ПАМИРОАЛАЙ)

Шатравин В.И.,<sup>1)</sup> Тузова Т.В.,<sup>1)</sup>  
Сатыбалдиев Б.С.,<sup>2)</sup> Уралбеков Б.М.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Институт водных проблем и гидроэнергетики  
Национальной Академии Наук Кыргызской  
Республики, Бишкек, Киргизия

<sup>2)</sup> Казахский Национальный Университет  
им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Показаны возможности применения уран-изотопного метода для изучения генезиса вод и распределения стока в бассейне р. Кызыл-Суу.

**Ключевые слова:** водный баланс, уран-изотопный метод

#### Гидротехника и мелиорация

### ПОДБОР ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЗАСЫПКИ ДРЕНАЖА ДЛЯ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ГРУНТОВ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Шургая В.Ш., Закаидзе И.Г., Кекелишвили Л.Г.

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

В тяжелых по механическому составу почво-грунтах в центральной части Колхидской низменности, в которых содержание физической глины более 90 %, строительство трубчатого дренажа обязательно с устройством фильтрующей засыпки. При выборе карьера инертных материалов особенно важно установление суффозионности грунта, от которой зависит длительность и эффективность работы дренажа.

В статье рассмотрены критерии подбора высоты слоя фильтрующей засыпки и определения ее суффозионности для трубчатого дренажа на Колхидской низменности.

**Ключевые слова:** дренаж, фильтрующая засыпка, суффозия, фильтрация, заиливание.

**Охрана окружающей среды**

**ОЦЕНКА ПРОТИВОСЕЛЕВОГО  
СООРУЖЕНИЯ СКВОЗНОГО ТИПА**

**Чахая Г.Г., Цулукидзе Л.Н., Варазашвили З.Н.,  
Диаконидзе Р.В., Хубулава И.В.,  
Супаташвили Т.Л., Омсарашвили Г.Г.**

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

В работе представлена новая схема противоселевого сооружения сквозного типа, которое состоит из элементов цилиндрической формы сквозного типа. Сооружение разработано на основе принципа обтекания, что в большей степени способствует его устойчивости против динамического воздействия селевого потока. Положительная сторона сооружения заключается в том, что после прохождения селевого потока не требуется очистки сооружения от селевой массы.

На этом этапе, с учетом положительных сторон разработанного нами противоселевого сооружения сквозного типа, возможны лабораторные исследования, чтобы в будущем были проведены полевые испытания и созданы условия для его внедрения.

**Ключевые слова:** эрозия, селевой поток.

**Исследования по изучению Земли**

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СЕЛЕВЫХ  
ПРОЦЕССОВ В КАХЕТИИ**

**Церетели Эм.,<sup>1,2)</sup> Гонгадзе М.,<sup>1)</sup>  
Болашвили Н.,<sup>1)</sup> Ломинадзе Г.,<sup>1)</sup>  
Гаприндашвили М.,<sup>2)</sup> Гаприндашвили Г.,<sup>1,2)</sup>  
Нанобашвили Т.<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> ТГУ, Институт географии им. В. Багратиони

<sup>2)</sup> Национальное агентство Грузии по охране окружающей среды

<sup>3)</sup> Тбилисский Государственный университет  
им. Ив. Джавахишвили  
г. Тбилиси, Грузия

Регион Кахетия, который занимает 17,5% территории страны, из-за оптимальных природных условий занимает в стране ведущее положение в развитии сельского хозяйства. Однако, в привнесение их потенциального действия значительно тормозит масштабное развитие селевых процессов. В регионе зафиксировано до 250

селетрансформирующие эрозионные водотоки, в опасности которых находится до 40% населенных пунктов (в том числе все города Кахетия), хотя их общее количество на два порядка больше.

В регионе эталонных условий развития гетерогенного характера создают геологические и климатические факторы. В пределах Кахетинской части Б. Кавказа в аспидно-глинистых сланцах Юрского периода трансформируются селевые потоки реологически весьма высокой плотности, а в пределах Цив-Гомборского хребта, сложенного рыхлым молассом миоплиоцена, вода-каменные и каменно-грязевые потоки низкой плотности исходя из этого технологически противоселевые мероприятия должны быть выбраны из структурно-реологических особенностей селевых потоков.

**Ключевые слова:** селевые явления, риск опасности, изменение климата, по технологически-адаптационные мероприятия.

**Гидротехника и мелиорация**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА  
СКОЛЬЖЕНИЯ КАТКОВОГО  
КАНАЛОКОПАТЕЛЯ**

**Джанелидзе Т., Самхарадзе В.**

Институт водного хозяйства  
Грузинского Технического Университета  
г. Тбилиси, Грузия

С целью уменьшения коэффициента трения каткового каналореза, рабочую поверхность, имеющую переходящий радиус, разделили на три части, которым дана возможность независимого друг от друга свободного вращения на оси.

Таким образом, при перемещении рабочего органа трение скольжения заменили трением качения. В результате, коэффициент скольжения значительно уменьшается, что, соответственно, уменьшает тяговое сопротивление.

Лабораторные, полевые и производственные испытания на Колхидской низменности показали, что вышеотмеченный рабочий орган может нарезать временные осушительные борозды, которые обеспечат прием отводимых поверхностных вод.

**Ключевые слова:** коэффициент скольжения, число оборотов, каток, окружная поверхность, конусные стены, завинченный болт, причина трещин, угол внутреннего трения.

**ინფორმაცია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის  
მოღვაწეობის შესახებ**

2013 წ.

ინსტიტუტში, რომელიც დაფუძნებულია 1929 წლიდან, ამჟამად მუშაობს 61 თანამშრომელი, აქედან 54% მეცნიერ-თანამშრომელია, მათ შორის: 1 – საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, აკადემიკოს-მდივანი და ამავე აკადემიის სოფლის მეურნეობის განყოფილების გამგე, 4 – საინჟინრო აკადემიის, 4 – ეკოლოგიის აკადემიის აკადემიკოსი, 6 – მეცნიერებათა დოქტორი, 16 – აკადემიური დოქტორი, 3 – დოქტორანტი და 4 – მაგისტრი.

**ინსტიტუტის სამეცნიერო კვლევითი  
საშემიანობა**

◆ ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლების მიერ 2013 წლის პერიოდულ გამოცემებში გამოქვეყნებულ იქნა 65-მდე სტატია და 1 მონოგრაფია;

◆ ინსტიტუტში მუშავდება 17 საბიუჯეტო თემა, რომლებიც აქტუალურია ქვეყანაში მიმდინარე გახშირებული ბუნებრივი კატასტროფებისა და გარემოს დაცვის ღონისძიებების მეცნიერულად დამუშავების თვალსაზრისით.

**ინსტიტუტის სამეცნიერო  
შრომითობები**

**საქართველო:**

◆ 2013 წლის 23 იანვარს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში ჩატარდა ამავე აკადემიასთან არსებული ბუნებრივი კატასტროფების სამეცნიერო პრობლემების შემსწავლელი კომისიის სხდომა თემაზე „შავი ზღვის გოგირდწყალბადის სიდრმისეულ ფენასთან დაკავშირებული ეკოლოგიური საფრთხისა და ამ ფენის შესაძლო რეაქტივაციასთან დაკავშირებული რისკების კვლევა“. სხდომას ხელმძღვა-

ნელობდა ამავე კომისიის თავმჯდომარე, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, აკადემიკოსი ო. ნათიშვილი და კომისიის სწავლული მდივანი, ამავე აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი გ. გაბრიჩიძე.

სხვა მომხსენებლებთან ერთად კომისიის წინაშე მოხსენებით წარსდგა ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გ. გავარდაშვილი თემაზე „ენგურის თაღოვანი კაშხლის საიმედოობა სეისმურ და სხვა სახის ზემოქმედებისას საგანგებო სიტუაციების სცენარით და მასზე რეაგირების გეგმა“. თანამომხსენებლები იყვნენ აკადემიის წევრ-კორესპონდენტები გ. გაბრიჩიძე და თ. ჭელიძე.

ამავე სხდომაზე მოხსენებით გამოვიდა ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. თ. გველესიანი თემაზე „შავ ზღვაში ცუნამის წარმოშობის მათემატიკური მოდელირების შესახებ“.

კომისიამ დაადგინა, რომ აღნიშნული პრობლემას კურირება და დაფინანსება ეთხოვოს ორგანიზაციას BSEC (Black Sea Economical Centre) ან მის სტრუქტურებს. პროგრამაში მონაწილეობის შეთავაზება განხორციელდება ამ გაერთიანებაში მონაწილე სახელმწიფოებზეც.

◆ 2013 წლის 11 თებერვალს სასტუმრო „შერატონ მეტეხი პალასში“ გაიმართა საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროს საინფორმაციო შეხვედრა, რომელიც შეეხებოდა სამინისტროს 2013 წლის საჯარო ინფრასტრუქტურის რეაბილიტაციის პროექტებს. მოხსენებით გამოვიდნენ მინისტრი დავით ნარმანია, მინისტრის I მოადგილე თენგიზ შერგელაშვილი და მინისტრის მოადგილე შოთა მურღულია.



სამუშაო შეხვედრებში აქტიური მონაწილეობა მიიღეს ინსტიტუტის დირექტორმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფესორმა გ. გავარდაშვილმა და ამავე ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელმა, ტექნ. აკად. დოქტორმა გოგა ჩახაიამ. შედგა პირადი აუდიენცია მინისტრ დავით ნარმანიასთან, სადაც საუბარი შეეხო სამინისტროსთან ინსტიტუტის თანამშრომლობას რეგი-

ონალურ და მუნიციპალურ პროექტების მომზადებაში (ფოტო 1, 2).

პროფესორმა გ. გავარდაშვილმა მინისტრი მოიწვია ინსტიტუტში ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის სამუშაო პროცესის ადგილზე შესასწავლად, მომავალში მისი მოდერნიზაციის მიზნით. შეთანხმდნენ, მომზადდეს ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმი სამინისტროსა და ინსტიტუტს შორის.



**ფოტო 1.** სამუშაო შეხვედრისას. მარჯვნიდან: მინისტრი დ. ნარმანია, გ. ჩახაია და გ. გავარდაშვილი  
**Image 1.** At working meeting. From right side: minister D. Narmania, G. Chakhaia and G. Gavardashvili  
**Фото 1.** Во время рабочей встречи. Справа налево: министр Д. Нармания, Г. Чахая и Г. Гавардашвили



**ფოტო 2.** ფორუმის მსვლელობისას.  
**Image 2.** During forum  
**Фото 2.** Заседание форума

◆ 2013 წლის 26 თებერვალს საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროში შედგა მუშა შეხვედრა სამინისტროს საქნაპირდაცვის დეპარტამენტის უფროსთან თ. კაპანაძესთან და მის მოადგილეებთან თ. მეტრეველთან და რ. საჯაიასთან. სხდომას ესწრებოდნენ ინსტიტუტის დირექტორი, ტ.მ.დ., პროფ. გ. გავარდაშვილი, ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნ. აკად. დოქტორი გოგა ჩახაია და უფროსი მეცნიერთანამშრომელი ლევან წულუკიძე. აგრეთვე საავტომობილო გზების დეპარტამენტის პირველი მოადგილე კ. გასვიანი. მინისტრის, დ. ნარმანიას დავალებით, საუბარი შეეხო სამინისტროსა და ინსტიტუტის თანამშრომლობას ბუნების სტიქიური მოვლენებისგან საინჟინრო ნაგებობების დაცვის მიზნით, კონსტრუქციების საიმედოობის უზრუნველყოფისათვის ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში მსხვილმასშტაბიანი მოდელირების ჩატარებას მათი მუშაობის საიმედოობისა და რისკის მხედველობაში მიღებით.

ასევე საუბარი შეეხო ამ ორ ორგანიზაციას შორის თანამშრომლობის მემორან-

დუმის მომზადებას.

◆ 2013 წლის 4 მარტს კომპანია „Trans Electrica“ Ltd-ის სათავე ოფისში შედგა მუშა შეხვედრა ხუდონის რკინაბეტონის თაღოვან-გუმბათოვანი კაშხლის მშენებლობასთან დაკავშირებით. შეხვედრას ესწრებოდნენ ხუდონჰესის მშენებელი კომპანიის „Trans Electrica“ Ltd პროექტის ტექნიკური მიმართულების ხელმძღვანელი, ტ.მ.დ., პროფ. დავით მირცხულავა, კომპანიის დირექტორი პაატა წერეთელი, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მსოფლიოში ცნობილი მშენებელი ინდოეთიდან – შარმა ვიმარ კუმარი, კომპანიის საინჟინრო-საინფორმაციო უზრუნველყოფის სამსახურის უფროსი – ქეიჩან დრანი (ინდოეთი), ინსტიტუტის დირექტორი, ტ.მ.დ., პროფ. გივი გავარდაშვილი, დირექტორის მოადგილე, ტექნ. აკად. დოქტორი, ინგა ირემაშვილი, დირექტორის თანამშემწე, ტექნ. აკად. დოქტორი, შორენა კუპრეიშვილი, ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნ. აკად. დოქტორი გოგა ჩახაია და ამავე განყოფილების უფრ. მეცნიერთანამშრომელი, ტექნ. აკად. დოქტორი ლევან წულუკიძე (ფოტო 3).

პრეზენტაცია გააკეთდა ზემოხსენებული



ფოტო 3. სამუშაო შეხვედრის მსვლელობისას

Image 3. During the meeting

Фото 3. Во время рабочей встречи

კაშხლის მშენებლობის ისტორიული და თანამედროვე მდგომარეობის შესახებ. აღნიშნა მისი ტექნიკური მახასიათებლები, მშენებლობის დადებითი და უარყოფითი მხარეები, მისი საქართველოსთვის პერსპექტიულობის ხარისხი, ადგილობრივი კადრის დასაქმების პერსპექტივა და ა.შ.

დაადგინეს, მომზადდეს მემორანდუმი ინსტიტუტის სამეცნიერო პოტენციალის გამოყენების მიზნით, რათა ზემოხსენებული პროექტის მშენებლობაში მონაწილეობა მიიღონ ინსტიტუტის მაღალკვალიფიციურმა მეცნიერ-სპეციალისტებმა

◆ 2013 წლის 30 მაისს კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტში შედგა საერთაშორისო პროგრამა „დურუჯის“ პრეზენტაცია, რომელსაც ესწრებოდნენ ჰელსინკის მოქალაქეთა ასამბლეის საქართველოს ეროვნული კომიტეტის კავკასიის რეგიონალური უსაფრთხოების ინსტიტუტის ადამიანის უფლებათა კვლევითი ცენტრის და მუნიციპალიტეტთაშორისო თანამშრომლობის კვლევითი ცენტრის, უკრაინის, შვეიცარიის, ჰოლანდიის საელჩოების წარმომადგენლები, ასევე ყვარლის მუნიციპალიტეტის თანამშრომლები, ინსტიტუტის დირექტორი, ტ.მ.დ., პროფ. გივი გავარდაშვილი და გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნ. აკად. დოქტორი, ასოც. პროფ. გოგა ჩახაია.

პრეზენტაციაზე სიტყვით გამოვიდა პროფ. გივი გავარდაშვილი, რომელმაც აღნიშნა ინსტიტუტის როლი და მრავალწლიანი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების აქტუალობა მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზში ფორმირებული ღვარცოფების შესწავლაში და მის მნიშვნელობაზე ქ. ყვარლის მოსახლეობის სტიქიისაგან დაცვის ეფექტური ღონისძიებების დასახვაში. ასევე სიტყვით გამოვიდა გოგა ჩახაია, რომელმაც აღნიშნა, რომ პირველად ღვარცოფების კვლევის ისტორიაში, გ. გავარდაშვილის მიერ 2003 წელს მომზადდა 116 გვერდიანი მონოგრაფია „მდ. დურუჯის აუზში ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების

პროგნოზირება და მათი საწინააღმდეგო ახალი საინჟინრო ღონისძიებები“ (გამომც. „მეცნიერება“, 2003), სადაც კომპლექსურად წარმოდგენილია როგორც სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები, ასევე, დურუჯის კვლევის ისტორიაში პირველად განხორციელებული, მდ. დურუჯის მთლიანი წყალშემკრები აუზის ვიდუო-ვიზუალური აგეგმვა (ფილმის ხანგრძლივობა 2 სთ და 30 წთ), რაც მდინარის წყალშემკრები აუზის თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობის დაზუსტებული პროგნოზირების საშუალებას იძლევა. აღნიშნული კვლევები ასევე აქტუალურია ამჟამადაც, ქ. ყვარლის მოსახლეობის ეფექტური დაცვის მიზნით.

◆ 2013 წლის 29 აგვისტოს ინსტიტუტის დირექტორი, ტ.მ.დ., პროფ. გივი გავარდაშვილი შეხვედრაზე იმყოფებოდა საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის მოადგილესთან, ტ.მ.დ., პროფ. თამაზ მარსაგიშილთან. საუბარი, რომელიც მიმდინარეობდა 2 საათის განმავლობაში, შეეხო საქართველოში მეცნიერების არსებულ მდგომარეობას და მისი განვითარების პერსპექტივებს, მათ შორის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მეცნიერული მიმართულებების განვითარებას ქვეყნის სტრატეგიული გეგმის მიხედვით.

ინფორმაციის მიზნით, ინსტიტუტის დირექტორმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა მინისტრის მოადგილეს მოკლედ გააცნო ინსტიტუტის სტრატეგიული მოქმედების გეგმა და მიმართულებები: სოფლის მეურნეობა (მელიორაცია), წყალთა მეურნეობა (კაშხლები და ჰიდროტექნიკური კვანძები შესაბამისი დამხმარე ნაგებობებით), გარემოს დაცვა (ბუნების სტიქიური მოვლენების პროგნოზირება და მათი საწინააღმდეგო ახალი საინჟინრო ეკოლოგიური ღონისძიებების დამუშავება). ასევე სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტზე 2012 წლიდან ახალი სასწავლო პროგრამების დამუშავება აგროინჟინერიის, კერძოდ, მელიორაციის მიმართულებით, ოთხივე საფეხურის: პროფესიული, ბაკალავრიატი, მაგისტრატურა და დოქტორანტურა, გათვალისწინებით, რაც

ამჟამად უკვე ფუნქციონირებს.

შეხვედრაზე ასევე ისაუბრეს ინსტიტუტის მომავალი საქმიანობის შესახებ, ქვეყნის სტრატეგიული მიმართულებების გათვალისწინებით ინსტიტუტის პერსპექტიული განვითარების 20-წლიანი გეგმის დამუშავების მსვლელობაში მიღებით (ფოტო 4).



**ფოტო 4. შეხვედრის მსვლელობისას**  
**Image 4. During the meeting**  
**Фото 4. Во время встречи**

◆ 2013 წლის 15 ნოემბერს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიის სხდომათა დარბაზში გაიმართა აკადემიასთან არსებული ბუნებრივი კატასტროფების სამეცნიერო პრობლემების შემსწავლელი კომისიის სხდომა, რომლის თავმჯდომარეც

იყო აკადემიკოსი ოთარ ნათიშვილი. სხდომაზე მოხსენება გააკეთა ინსტიტუტის დირექტორმა, ტ.მ.დ., პროფ. გივი გავარდაშვილმა თემაზე „მაღლივი კაშხლების ავარიის შედეგების მსოფლიო გამოცდილება და საქართველოში არსებული ვითარება“. მოხსენება გაკეთდა 2 ეტაპად: I ეტაპზე ყურადღება გამახვილდა 2013 წლის 8-10 ოქტომბერს ქ. პადუაში გამართულ საერთაშორისო კონფერენციაზე „ვაიონტი-2013“, რომელიც მიეძღვნა ვაიონტის კაშხლის კატასტროფის 50 წლისთავს და გააკეთა მოკლე ანალიზი კონფერენციაზე წარმოდგენილი მოხსენებების შესახებ, ხოლო II ეტაპზე წარმოადგინა თემა „სიონის მიწის კაშხლის ავარიის შემთხვევაში წარმოშობილი წყალდიდობის რისკის ანალიზი და შეფასება“ (ფოტო 5, 6).

◆ 2013 წლის 27 ნოემბერს სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში შედგა სამუშაო შეხვედრა, რომელსაც ესწრებოდნენ ინსტიტუტის დირექტორი, ტეკნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი, დირექტორის მოადგილე, ტეკნ. აკად. დოქტორი ინგა ირემაშვილი და გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ტეკნ. აკად. დოქტორი გოგა ჩახაია და მესტიის რაიონის სოფელ ნაკრას მცხოვრები, აგრონომ-ეკონომისტი





**ფოტო 5-6.** საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სსდომათა დარბაზში მოხსენებისას  
**Image 5÷6.** During the report in the Council-room of Georgian National Academy of Sciences  
**Фото 5÷6.** Во время доклада в зале заседаний в Национальной Академии Наук Грузии

კლიმენტი ცინდელიანი. საუბარი შეეხო სოფ. ნაკრას ტერიტორიულ ორგანოში მესტიის მუნიციპალიტეტის გამგეობის რწმუნებულის, ბატონ როდამ გვარამიანის წერილს, რომელსაც თან ერთვის სოფ. ნაკრას მოსახლეების 90-მდე ხელმოწერა. წერილში აღნიშნულია, რომ სოფ. ნაკრას, როგორც საზღვრისპირა სოფლის, მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა და მათი მიგრაციის შეჩერება დააკავშირე-

ბულია გარემოს დაცვის, ბუნებრივი კატასტროფების რეგულირების და მცირე ჰესების მოწყობის საჭიროების საკითხებთან. საუბრისას მიღწეულ იქნა შეთანხმება, რომ ინსტიტუტი ზემოაღნიშნულ პრობლემების გადასაწყვეტად, როგორც ქვეყნისათვის ერთ-ერთი სტრატეგიული ობიექტის – სასაზღვრო ზონის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საკითხს, დააყენებს საქართველოს მთავრობის წინაშე (ფოტო 7).



**ფოტო 7.** სამუშაო შეხვედრისას. მარჯვნიდან: ტექნ. აკად. დოქტორი, ასისტ. პროფ. ინგა ირემაშვილი, აგრონომ-ეკონომისტი კლიმენტი ცინდელიანი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი, ტექნ. აკად. დოქტორი, ასოც. პროფ. გოგა ჩახაია  
**Image 7.** At the working meeting. On the right side: tech. Ac. D. assistant Prof. I. Iremashvili, Agronomist-Economist K. Tsindeliანი, tech. D. Sc. Prof. G. Gavardashvili and tech. Ac. D Associate Prof. G. Chakhaia  
**Фото 7.** На рабочей встрече. Справа: тех. акад. доктор, ассистент-профессор Инга Иремашвили, агроном-экономист Климентий Цинделиани, доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили, тех. акад. доктор, ассоциированный профессор Гога Чахаия

◆ 2013 წლის 27 დეკემბერს ინსტიტუტის დირექტორმა, პროფ. გივი გავარდაშივილი ინსტიტუტის საერთო სხდომას წარუდგინა წლიური ანგარიში ბიუჯეტის შესრულების, 2013 წლის მეცნიერული მიღწევებისა და 2014 წლის სამომავლო პერსპექტიული გეგმის შესახებ. დირექტორის შემდეგ მოხსენებით გამოვიდნენ 2013 წლის 27 სექტემბერს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ გამოცხადებულ 2013-2014 წლების დოქტორანტურის საგან-

მანათლებლო პროგრამების საგრანტო კონკურსში გამარჯვებული პროფ. გივი გავარდაშივილის დოქტორანტები: ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელი თამრიკო სუპატაშვილი და სამშენებლო ფაკულტეტის აგროინჟინერიის მიმართულების სასოფლო-სამეურნეო მედიორაციის სპეციალობის დოქტორანტი მაკა გუგუჩია (*ფოტო 8, 9*).



**ფოტო 8** დოქტორანტ თამრიკო სუპატაშვილის პრეზენტაცია

**Image 8.** PhD student Tamriko Supatashvili's presentation  
**Фото 8.** Презентация докторанта Тамрико Супаташвили

**საზღვარგარეთი:**

◆ 2013 წლის 17 იანვარს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდნენ ერევნის არქიტექტურისა და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ადმინისტრაციის აპარატის უფროსი, ტექნ. მეცნ. კანდიდატი, დოცენტი ეგიაზარ ვარდანიანი და ამავე უნივერსიტეტის ასპირანტი არმენ ზაქარიანი.

საუბარი შეეხო საერთაშორისო ევროგრანტის „საქართველოს 6 ქალაქში მოსახლეობისათვის სასმელი წყლისა და კანალიზაციის მილსადენების დაპროექტება“ განხორციელებას. აღინიშნა, რომ ტენდერში გამარჯვებულ კომპანიას – CES-ს ესაჭიროება კვალიფიცირებული თანამშრომლები საქართველოსა და სომხეთის მხრიდან (*ფოტო 10*).

შემდეგ განიხილეს ინსტიტუტის 2013 წლის №68 სამეცნიერო შრომათა კრებულში ზემოაღნიშნული უნივერსიტეტის მეცნი-



**ფოტო 9.** დოქტორანტ მაკა გუგუჩიას პრეზენტაცია

**Image 9.** PhD student Maka Guguchia's presentation  
**Фото 9.** Презентация докторанта Мака Гугучия

ერ-სპეციალისტების მონაწილეობის და მე-3 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის „გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“ ჩატარების საორგანიზაციო საკითხები. გადაწყდა, რომ საერთაშორისო კონფერენცია ჩატარდება 2013 წლის 29 ივლისი – 4 აგვისტოს ქ. ბორჯომში.

◆ 2013 წლის 11 მაისს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა ქართველი მეცნიერი სანკტ-პეტერბურგში, შეიძლება ითქვას, ჰიდროლოგიის დარგის მეტრი, რუსეთის ჰიდროლოგიის სახელმწიფო ინსტიტუტის (ГГИ) კალაპოტური პროცესების ლაბორატორიის ხელმძღვანელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. ზურაბ კოპალიანი.

საუბარი შეეხო ყოფილ საბჭოთა სივრცეში ცნობილ წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტსა და რუსეთის ჰიდროლოგიის სახელმწიფო ინსტიტუტს (ГГИ) შორის მომავალ



ფოტო 10. სამუშაო შეხვედრისას. მარჯვნიდან: ტ.მ.დ., პროფ. გივი გავარდაშვილი, ერევნის უნივერსიტეტის ადმინისტრაციის აპარატის უფროსი, ტ.მ.კ., დოცენტი ეგიაზარ ვარდანიანი და ამავე უნივერსიტეტის ასპირანტი არმენ ზაქარიანი  
Image 10. During the meeting. From the right side: Prof. Givi Gavardashvili, the Head of Administrative Office of Yerevan State University the candidate of technical sciences, Docent Egiazar Vardanyan and the aspirant of the same University Armen Zaqaryan  
Фото 10. На рабочей встрече. Справа налево: д.т.н., проф. Гиви Гавардашвили, начальник административного аппарата Ереванского Университета, к.т.н., доцент Егиазар Варданян и аспирант этого университета Армен Захарян

თანამშრომლობას, ინსტიტუტის პიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში კალაპოტური პროცესების მსხვილმასშტაბიან პიდრაულიკურ მოდელირებას, რაც ხელს შეუწყობს წყალსამეურნეო ობიექტების, მათ შორის, მალღივი კაშხლების საიმედო მუშაობას, და რაც გამოიხატება საპროექტო რიცხვითი მნიშვნელობების გადამოწმებით და დაზუსტებით, კონსტრუქციების საიმედოობის გათვალისწინებით (ფოტო 11).



ფოტო 11. ინსტიტუტში სამუშაო შეხვედრისას  
Image 11. During the meeting at the Institute  
Фото 11. Во время рабочей встречи в институте

◆ 2013 წლის 25 ივნისს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა ნიდერლანდების ქ.ლეუვარდენის გამოყენებითი მეცნიერების

უნივერსიტეტის გარემოს დაცვის მეცნიერების დარგის პროფესორები, დოქტორები: ჯეინ ვან დერ ლუიტი და ტანია ვან ჰეუველენი, აგრეთვე საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის პროფესორები: ედუარდ კუხალაშვილი, თამაზ ოდილავაძე და კონსტანტინე ბზიავა (ფოტო 12).

საუბარი შეეხო საერთაშორისო გრანტის ერთობლივ მომზადებას ჰოლანდიის სახელმწიფოს დაფინანსებით.

◆ 2013 წლის 26 აგვისტოს ინსტიტუტში სამუშაო ვიზიტით იმყოფებოდა ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის პიდრომეტეოროლოგიის კათედრის ტექ. მეცნ. კანდ. ნაილა ჰასანოვა. ინსტიტუტის დირექტორთან, ტექნ. მეცნ. დოქტორთან, პროფ. გივი გავარდაშვილთან შეხვედრისას ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტსა და საქართველოს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტს შორის 2010 წლის 15 თებერვალს გაფორმებული ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმის თანახმად, საუბარი შეეხო მდ. მტკვარი-არაქსის წყალშემკრებ აუზში მიმდინარე წყლის დაბინძურების პრობლემებთან დაკავშირებულ და მდ. ალაზნისა და მდ. კიშჩაის წყალშემკრებ აუზში მთის ფერდობებზე მიმდინარე დესტრუქციული პროცესების პროგნოზირებისა და მათ წინააღმდეგ ბრძოლის



**ფოტო 12. ინსტიტუტში სამუშაო შეხვედრისას**  
**Image 12. During the meeting at the Institute**  
**Фото 12. Во время рабочей встречи в институте**

საინჟინრო-ეკოლოგიური ღონისძიებების დასახვასა და განხორციელებას. შეთანხმდნენ, რომ საერთაშორისო გრანტის მომზადებასთან დაკავშირებული ინფორმაცია გადაეცემა ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანს, გეოგრ. მეცნ. დოქტორს, პროფ. ფარდა იმანოვს, საერთაშორისო გრანტის მომზადებასთან დაკავშირებული საკითხების ერთობლივად მომზადებისათვის დაგეგმილ შემდგომ შეხვედრაზე, ქ. ბაქოში (ფოტო 13).

მთავარი სპეციალისტი ლევ კუჩევსკი. ინსტიტუტის დირექტორთან, ტექნ. მეცნ. დოქტორ, პროფ. გივი გავარდაშვილთან შეხვედრისას საუბარი შეეხო საქართველოში სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი სტრატეგიული დარგის – მელიორაციის განვითარებისათვის პროფესიული და სამეცნიერო კადრების სტაჟირებას აშშ-ში 2015 წლისათვის, თანამედროვე ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გათვალისწინებით. საუბარს ესწრებოდა საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მელიორაციის პოლიტიკის დეპარტამენტის უფროსი ვალერიან მჭედლიძე. ბატონ ლევ კუჩევსკის ინფორმაციის შემდეგ ინსტიტუტის დირექტორმა სთხოვა ვალერიან მჭედლიძეს, რომ საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტრომ დააყენოს საკითხი საქართველოს საგარეო საქმეთა სამინისტროს წინაშე, რათა მან შუამდგომლობა აღძრას აშშ-ს საელჩოში, საქართველოში 2014 წელს მელიორაციის დარგში პროფესიული პროგრამის განხორციელების შესახებ. საუბრის ბოლოს ინსტიტუტის დირექტორმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა სტუმრებს დაათვალიერებინა ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში დამონტაჟებული სტაციონარული წვეთოვანი მორწყვის სამეცნიერო სტენდი მუშა მდგომარეობაში (ფოტო 14, 15).



**ფოტო 13. სამუშაო შეხვედრისას**  
**Image 13. During the working meeting**  
**Фото 13. На рабочей встрече**

◆ 2013 წლის 29 აგვისტოს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა აშშ-ს აგრარული დეპარტამენტის კოსრანის სოფლის მეურნეობის საერთაშორისო ტრენინგის





**ფოტო 14.** აშშ-ს კოხრანის პროგრამაში მელიორაციის მიმართულებით ინსტიტუტის ჩართვის საკითხის განხილვა  
**Image 14.** Discussing the institutes involvement in the Cochran program of the USA in the direction of melioration  
**Фото 14.** Обсуждение вопроса включения института в программу Кохрана (США) в мелиоративном направлении



**ფოტო 15.** ინსტიტუტის ლაბორატორიაში წვეთოვანი მორწყვის სტენდის დათვალიერებისას  
**Image 15.** During the presentation of the drop-wise irrigation board in the Laboratory of the Institute  
**Фото 15.** Во время осмотра стенда капельного орошения в лаборатории института

◆ 2013 წლის 6 სექტემბერს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდნენ ქ. ჩესტოხოვას (პოლონეთი) ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორები,

ტექნ. მეცნ. დოქტორები იარეკ და მარლენა რაინიკები. ინსტიტუტის დირექტორთან, ტექნ. მეცნ. დოქტორ, პროფ. გივი გავარდაშვილთან საუბრისას ყურადღება გამახვილდა 2013 წლის დეკემბერში ქ. ჩესტოხოვას (პოლონეთი) ტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში დაგეგმილ X საიუბილეო საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაში (თემაზე „ოპტიმიზირებული ენერგეტიკული პოტენციალის მქონე ნაგებობების მშენებლობა“) ინსტიტუტის მონაწილეობაზე. ასევე დაიგეგმა ამ ორგანიზაციებს შორის თანამშრომლობის მემორანდუმის გაფორმება (ფოტო 16).



**ფოტო 16.** სამუშაო შეხვედრისას. მარჯვნივ – პროფ. ი. რაინიკი (პოლონეთი)  
**Image 16.** During the meeting.  
**From the right side: Prof. J. Rajczyk (Poland)**  
**Фото 16.** Во время рабочей встречи.  
**Справа: проф. И. Райчик (Польша)**

◆ 2013 წლის 12 ნოემბერს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა ჰესენის უნივერსიტეტის პროფესორი ლორენც კინგი. საუბარი შეეხო 2006 წლის 1 ივლისს ინსტიტუტსა და ჰესენის უნივერსიტეტის საერთაშორისო თანამშრომლობის ცენტრს შორის გაფორმებული ხელშეკრულების თანახმად საერთაშორისო გაცვლით პროგრამებსა და გრანტებზე ინტენსიურ მუშაობას (ფოტო 17).

შეთანხმდნენ, რომ 2014 წელს მომზადდეს რამდენიმე საერთაშორისო საგრანტო პროექტი გარემოს დაცვისა და სტიქიურად საშიში რისკების რეგიონებში მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის თემაზე. ინსტიტუტის დირექტორმა, პროფ.

გივი გავარდაშვილმა წინასწარ მიულოცა პროფ. ლორენც კინგს დაბადების 67 წლის იუბილე და წარმატებები უსურვა საზოგადოებრივ და სამეცნიერო მოღვაწეობაში.



**ფოტო 17.** გაცვლით პროგრამებზე მუშაობისას. მარცხნივ – პროფ. ლორენც კინგი (გერმანია)

**Image 17.** During the working on the exchange programs.

From the left side – Prof. Lorenz King (Germany)

**Фото 17.** Во время работы над обменными программами.

Слева: проф. Лоренц Кинг (Германия)

◆ 2013 წლის 15-21 ნოემბერს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა რუსეთის სოფლის მეურნეობის აკადემიის სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მელიორირებული მიწების ათვისების სრულიად რუსეთის

სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი, აგრეთვე მეშხერის სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრის გენერალური დირექტორი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. იური მაჟაისკი. ინსტიტუტის დირექტორთან, პროფ. გივი გავარდაშვილთან საუბრისას მან მოკითხვა გადმოსცა ზემოაღნიშნული ინსტიტუტის დირექტორისგან, პროფ. ნიკოლაი კოვალიოვისგან, განიხილეს ინსტიტუტებს შორის ურთიერთთანამშრომლობის საკითხი, რაც განხორციელდება 2013 წლის ბოლოს მემორანდუმის გაფორმებით (**ფოტო 18**).

ურთიერთშეთანხმების თანახმად, 2013 წლის 20 ნოემბერს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში შედგა პროფ. იური მაჟაისკის მოხსენება თემაზე „დაბინძურებული და დეგრადირებული სოფლის მეურნეობის სავარგულების რეკულტივაციის პრაქტიკა“.

◆ 2013 წლის 15-20 დეკემბერს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა ვროცლავის (პოლონეთი) უნივერსიტეტის სამშენებლო ინსტიტუტის დირექტორი, ტ.მ.დ., პროფ. ერჟი სობოტა. ინსტიტუტის დირექტორთან, პროფ. გივი გავარდაშვილთან შეხვედრისას საუბარი შეეხო ინსტიტუტსა და უნივერსიტეტს შორის 2010 წლის 30 მარტს ურთიერთ-თანამშრომლობის მემორანდუმის თანახმად



**ფოტო 18.** ინსტიტუტში პროფ. ი. მაჟაისკის პრეზენტაციისას

**Image 18.** During Prof. Iu. Majaiski's Presentation at the Institute

**Фото 18.** Во время презентации проф. Ю. Мажайского

2014 წელს საერთაშორისო პროექტის მომზადებასა და ერთობლივი სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის ჩატარებას, რომელიც მიეძღვნება ინსტიტუტის დაარსებიდან 85 წლის იუბილეს. კონფერენციის თემა იქნება – „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“ (ფოტო 19).

2013 წლის 17 დეკემბერს ის ასევე შეხვდა ქ. ვროცლავში სტაჟირების პროგ-

რამაში გამარჯვებულ, ინსტიტუტის ზღვეობისა და წყალსატევების განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელს, საინჟინრო მეცნიერებათა აკად. დოქტორს მარინე შავლაყაძეს და შეხვედრაზე განხილულ იქნა სტაჟირების პროგრამის ძირითადი საკითხები. კვლევის ძირითად მიმართულებად ჩამოყალიბდა ნიადაგის და წყლის კვლევის მეთოდის ათვისება თანამედროვე აპარატურის გამოყენებით (ფოტო 20).



**ფოტო 19.** სამუშაო შეხვედრისას. მარჯვნივ – ტ.მ.დ., პროფ. ერჟი სობოტა (პოლონეთი)

**Image 19.** During the meeting. From the right side: DE, Prof. Jerzy Sobota (Poland)

**Фото 19.** Во время рабочей встречи. Справа: доктор тех. наук, проф. Ержи Собота (Польша)



**ფოტო 20.** სტაჟირების პროგრამის მიმართულებების განხილვისას. მარჯვნივ – ტ.მ.დ., პროფ. ერჟი სობოტა, ტ.მ.დ., პროფ. გივი გავარდაშვილი და სტაჟიორი, საინჟინრო მეცნიერებათა აკად. დოქტორი მარინე შავლაყაძე

**Image 20.** During discussing the direction of the training program. From the right side: DE, Prof. Jerzy Sobota, Prof. Givi Gavardashvili and intern, Ac. D. of Engineering Sciences Marine Shavlakadze

**Фото 20.** Во время обсуждения направлений программы стажировки. Справа: доктор тех. наук, проф. Ержи Собота, проф. Гиви Гавардашвили и стажер, акад. доктор инженерных наук Марине Шавлакадзе

◆ 2013 წლის 30 დეკემბერს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა მოსკოვის ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის პროფესორი, დვარცოფების საერთაშორისო ასოციაციის სწავლული მდივანი სერგეი ჩერნო-

მორეცი. მის ვიზიტთან დაკავშირებით სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე საქართველოდან მოწვეულნი იყვნენ გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორები, პროფესორები ემილ წერეთელი და იგორ ბონდარევი და ტექნ. აკად. დოქტ. გიორგი ხერხეულიძე (ფოტო 21, 22).



ფოტო 21-22. სამეცნიერო საბჭოს მსვლელობისას  
*Image 21-22. During the Scientific Council*  
*Фото 21-22. На заседании ученого совета*

**ბარემოსღამცავი პროექტები**

◆ 2013 წლის 14 ნოემბერს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა მსოფლიოს ბუნების დაცვის ფონდის (WWF) საქართველოში გერმანიის ფილიალის პროექტის განმახორციელებელი რგოლის დირექტორი ნიკა მაღაზონია. ინსტიტუტის დირექტორთან, პროფ. გივი გავარდაშვილთან საუბრისას განიხილეს ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომელთა აქტიური ჩართვა ჯავახეთის ეროვნული პარკის დამხმარე ზონის სოფლებში წყლის ინფრასტრუქტურის რეაბილიტაციის პროექტების დამუშავებაში, კერძოდ: „ჯავახეთის ეროვნული პარკის დამხმარე ზონის სოფლებში სასმელი წყლის ინფრასტრუქტურის რეაბილიტაციის საპროექტო-სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაციის მომზადება“.

**საბანანათლებლო პროგრამების უზრუნველსაყოფად მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის რეაბილიტაცია**

◆ 2013 წლის 19 მარტს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდნენ მსოფლიო ბანკის, კერძოდ, მილენიუმის პროგრამისა და აიოვას უნივერსიტეტის წარმომადგენლები ამერიკიდან: რამეშ კანვარი, სტივენ მაიკელსონი, არდიტ მანი, სტივენ ფრიმენი და სტუ-დან მილენიუმის პროგრამის წარმომადგენლები: ნოდარ სურგულაძე და ალექო ზედელაშვილი. საუბარი შეეხო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ფარგლებში წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ბაზაზე აგროინჟინერიის მიმართულებით, კერძოდ სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის დარგში პროფესიული კადრების მომზადებისათვის სამეცნიერო-ტექნიკური ბაზის რეაბილიტაციას თანამედროვე ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით. სტუმრებმა დაათვალიერეს ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორია მუშა მდგომარეობაში და გამოთქვეს მოსაზრება მისი მომავალი რეაბილიტაციის აუცილებლობის შესახებ (ფოტო 23, 24).

◆ 2013 წლის 23 მაისს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდნენ ამერიკის აიოვას უნივერსიტეტის პროფესორები: ქ-ნი ემი

კალეიტა და სტივენ ფრიმენი, ხოლო საქართველოდან კი პროფ. სანდრო დავითაშვილი. სტუმრებმა დაათვალიერეს ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორია მუშა მდგომარეობაში და გამოთქვეს მოსაზრება მისი მომავალი რეაბილიტაციის აუცილებლობის შესახებ (ფოტო 25, 26).

**სახელმწიფო სტრატეგიული პროექტები**

◆ საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში 2013 წლის 28 თებერვალს ჩატარდა ამავე აკადემიასთან არსებული ბუნებრივი კატასტროფების სამეცნიერო პრობლემების შემსწავლელი კომისიის სხდომა, რომელიც მიეძღვნა ხულონის კაშხლის ზედა ბიეფის დალაშვის პროგნოზირების საკითხებს. მოხსენებით გამოვიდა ზემოაღნიშნული კომისიის თავმჯდომარე, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, აკადემიკოს-მდივანი ოთარ ნათიშვილი. ხულონის კაშხლის ზედა ბიეფის ფორმირების საველე-სამეცნიერო კვლევების საკითხებზე თანამომხსენებლად გამოვიდა ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტ., პროფ. გივი გავარდაშვილი. სხდომას ესწრებოდა კომისიის 10 წევრი.

◆ 2013 წლის 20 მარტს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდნენ საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის მინისტრი დავით ნარმანია, სამინისტროს ადმინისტრაციის ხელმძღვანელი შოთა მურღულია, სტუ-ს რექტორი, აკადემიკოსი არჩილ ფრანგიშვილი, პრორექტორი, პროფესორი ლევან კლიმიაშვილი და სხვ. საუბარი შეეხო ქვეყანაში ინფრასტრუქტურული პროექტების განხორციელების მიზნით ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში კონსტრუქციების მსხვილმასშტაბიანი მოდელირების გამოყენებას. სტუმრებმა დაათვალიერეს ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორია მუშა მდგომარეობაში და გამოთქვეს მოსაზრება ურთიერთთანამშრომლობის მექანიზმების გაფორმების საფუძველზე ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის მომავალში აქტიურად დატვირთვის შესახებ (ფოტო 27, 28, 29).



**ფოტო 23-24.** ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის დათვალიერებისას  
**Image 23-24.** During the examination of the Hydro Technical Laboratory of the Institute  
**Фото 23-24.** Во время осмотра гидротехнической лаборатории института



**ფოტო 25.** სამუშაო შეხვედრისას. **Image 25.** During the meeting  
**Фото 25.** Во время рабочей встречи



**ფოტო 26.** ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში  
**Image 26.** In the Hydro Technical Laboratory of the Institute  
**Фото 26.** В гидротехнической лаборатории института



**ფოტო 27.** მარჯვნიდან: აკადემიკოსი ა. ფრანგიშვილი, შ. მურღულია,  
დ. ნარმანია და პროფ. გ. გავარდაშვილი  
**Image 27.** From the right side: Ac. A. Phrangishvili, Sh. Murghulia, D. Narmania and prof. G. Gavardashvili  
**Фото 27.** Справа: академик А. Прангишвили, Ш. Мургулия, Д. Нармания и проф. Г. Гавардашвили



**ფოტო 28.** ინსტიტუტის დათვალიერებისას  
**Image 28.** During the meeting at the Institute  
**Фото 28.** Во время осмотра института



**ფოტო 29.** დირექტორის კაბინეტში სამუშაო შეხვედრისას  
**Image 29.** During the meeting in the directors room  
**Фото 29.** Во время встречи в кабинете директора

◆ 2013 წლის 17 სექტემბერს მესტიის რაიონის სოფ. ხაიშიში გაიმართა ადგილობრივ მოსახლეობასთან გაიმართა ხუდონის კაშხლის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების პროექტის განხილვა. პროექტი წარადგინა CENN-ის დირექტორმა ქ-მა ნანა ჯანაშიამ. განხილვას ესწრებოდნენ ჰიდრომშენებლობის დარგის ცნობილი სპეციალისტები: ხუდონჰესის მშენებელი კომპანიის „Trans Electrica“ Ltd პროექტის ტექნიკური

მიმართულების ხელმძღვანელი, ტექნ. მეცნ. დოქტ., პროფ. დავით მირცხულავა, კომპანიის დირექტორი პაატა წერეთელი, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მსოფლიოში ცნობილი მშენებელი ინდოეთიდან – შარმა ვიმარ კუმარი, კომპანიის საინჟინერო-კონსტრუქციული სამსახურის უფროსი – ქეიხან დრანი (ინდოეთი), ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი, ანზორ ჭითანავა,



სტუ-ს ენერგეტიკის ფაკულტეტის დეკანი, პროფ. ვია არაბიძე, სტუ-ს პროფ. ომარ ქუცნაშვილი პაატა ცინცაძე, კახა ბახტაძე და ადგილობრივი მაცხოვრებლები.

**სახელმწიფო მასშტაბის პროექტები**

◆ 2013 წლის 22 მარტს შიო-მღვიმის მამათა მონასტერში ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი შეხვდა მონასტრის წინამძღვარს, არქიმანდრიტ მამა მიქაელს. საუბარი შეეხო სამონასტრო ხევის კალაპოტში ღვარცოფების რეგულირებისათვის საპროექტო წინადადების მომზადებას (*ფოტო 30, 31*).

◆ 2013 წლის 5 აპრილს დუშეთის მუნიციპალიტეტის გამგეობაში შედგა შეხვედრა, რომელსაც ესწრებოდნენ დუშეთის გამგებელი ვაჟა ჩოხელი, ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი, დირექტორის მოადგილე, ტექნ. აკად. დოქტორი ინგა ირემაშვილი, ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი, ტექნ. აკად. დოქტორი, ვახტანგ სამხარაძე, მედიის წარმომადგენელი ირმა ჯანგირაშვილი და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი ზურაბ ფარესიშვილი.

საუბარი შეეხო ინსტიტუტისა და დუშეთის მუნიციპალიტეტის ურთიერთობის განვითარებასა და განმტკიცებას, სამეცნიერო-საინჟინრო თანამშრომლობაში ორმხრივ დაინტერესებას, რაც გამოიხატება ინსტიტუტის სამეცნიერო პოტენციალის სრულად გამოყენების შესაძლებლობაში საქართველოს სამხედრო გზის ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად და მუნიციპალური განვითარების პროექტებში მონაწილეობაში (*ფოტო 32*).

◆ 2013 წლის 16 მაისს საქართველოს რეგიონალური განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროს საქართველოს საავტომობილო გზების დეპარტამენტის ტექნიკური საბჭოს სხდომაზე მოხსენებით წარსდგნენ ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი და ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნ. აკად. დოქტორი გოგა ჩახაია. მოხსენება შეეხო საქართველოს სამხედრო გზის სოფ. მღეთის მონაკვეთზე, მდინარე თეთრი არაგვის კალაპოტში აშენებული რკინაბეტონის ხიდის უსაფრთხოების ღონისძიებებს, მდ. მღეთისხევიში ფორმირებული ღვარცოფების დამანგრეველი მოქმედებისაგან.



*ფოტო 30.* შეხვედრა შიო-მღვიმის მამათა მონასტრის წინამძღვართან, არქიმანდრიტ მამა მიქაელთან პროექტის განხილვისას

*Image 30.* During the meeting with the Prior, archimandrite father Michael of Shio-Mgvime Fathers monastery, while discussing the project

*Фото 30.* Во время обсуждения проекта с настоятелем мужского Шио-Мгвимского монастыря Архимандритом отцом Микаелом



**ფოტო 31.** სამონასტრო ხევის კალაპოტში ღვარცოფების რეგულირების საკითხის განხილვისას  
**Image 31.** During the discussion on the debris flows regulation issue in the monastery ravine channel  
**Фото 31.** При обсуждении вопроса регулирования селей в русле монастырского оврага



**ფოტო 32.** დუშეთის მუნიციპალიტეტში სამუშაო შეხვედრისას  
**Image 32.** During the working meeting in Dusheti municipality  
**Фото 32.** На рабочей встрече в Душетском муниципалитете

◆ 2013 წლის 16 მაისს საქართველოს რეგიონალური განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროს საქართველოს საავტომობილო გზების დეპარტამენტის ტექნიკური საბჭოს სხდომაზე მოხსენებით წარსდგნენ ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი და ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების

ხელმძღვანელი, ტექნ. აკად. დოქტორი გოგა ჩახაია. მოხსენება შეეხო საქართველოს სამხედრო გზის სოფ. მღეთის მონაკვეთზე, მდინარე თეთრი არაგვის კალაპოტში აშენებული რკინაბეტონის ხიდის უსაფრთხოების დონისძიებებს, მდ. მღეთისხევში ფორმირებული ღვარცოფების დამანგრეველი მოქმედებისაგან.

**ტრენინგები და სტაჟირება**

**საქართველო**

◆ 2013 წლის 18-21 თებერვალს ქ. ქობულეთში, სასტუმროში „GEORGIAN PALACE“ საქართველოში ევროკავშირის პროგრამის – „ხარისხის გაუმჯობესებისა და შესაძლებლობების ზრდის ხელშეწყობის პროგრამა საქართველოს პროფესიული განათლების სექტორში“ – ფარგლებში ჩატარდა პროფესიული სტანდარტების ტრენინგების მოსამზადებელი სემინარი (პროგრამის ჯგუფის ხელმძღვანელი თომას ბლეკი – შოტლანდია), რომელშიც მონაწილეობა მიიღო ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილემ, უფრ. მეცნ-თანამშრომელმა, ტეჟნ. აკად. დოქტორმა ინგა ირემაშვილმა (*ფოტო 33*).

სემინარის მიზანი იყო ევროკავშირის მიღწევებისა და ფასეულობების გაზიარება აღნიშნულ სფეროში, რაც ნიშნავს პროფესიული განათლების შესაბამისობის ზრდას, პროფესიული სტანდარტებისა და საგანმანათლებლო პროგრამების ხარისხის გაუმჯობესებას თანამიმდევრული და ნაცადი მეთოდოლოგიით (DACUM – development a curriculums – საგანმანათლებლო პროგრამის განვითარება), ასევე პროფესიული

განათლების ხარისხის უზრუნველყოფასა და შრომის ბაზრის სისტემაში სოციალურად დაუცველი ჯგუფების ჩართვას, კარიერის დაგეგმვისა და პროფესიული ორიენტაციის ეფექტური მეთოდების შემუშავებას.

◆ 2013 წლის 25-26 აპრილს სასტუმრო „ვერე-პალასში“ ჩატარდა ტრენინგი „უკეთესი ხარისხი და მეტი შესაძლებლობები საქართველოს პროფესიულ განათლებაში“, რომელშიც მონაწილეობა მიიღო ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილემ, ტეჟნ. აკად. დოქტორმა ინგა ირემაშვილმა. სემინარი ეხება საგანმანათლებლო პროფესიული სტანდარტებისა და პროგრამების შემუშავებას (*ფოტო 34*).

**საზღვარგარეთ**

◆ 2013 წლის დასაწყისში ინსტიტუტსა და ვროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა უნივერსიტეტს შორის გაფორმებული მემორანდუმის თანახმად ინსტიტუტის დირექტორმა ტეჟნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა სამეცნიერო სტაჟირების საგრანტო კონკურსში მონაწილეობის მისაღებად წარადგინა ინსტიტუტის ზღვებისა და წყალსატევების განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელი, საინჟინრო მეცნიერებათა აკად. დოქტორი მარინე შავლაყაძე,



*ფოტო 33. ქ. ქობულეთი – სემინარის მსვლელობისას*

*Image 32. During the Seminar, Qobuleti*

*Фото 32. Семинар в г. Кобулет*



**ფოტო 34. სემინარის მსვლელობისას**  
**Image 34. During the Seminar in „VERE-PALACE“**  
**Фото 34. Во время семинара в „VERE-PALACE“**

რომელმაც გაიმარჯვა კონკურსში (ვროც-ლავის უნივერსიტეტის პრორექტორის, პროფ. ალინა ვილიხკოს 2013 წლის 19 ივლისის წერილი №442, 11.07.2013) და 2014 წლის 7 იანვრიდან და 2014 წლის 7 აპრილამდე იგი განახორციელებს სამეცნიერო კვლევებს ქ. ვროცლაგში (პოლონეთი).

**ინსტიტუტის ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმები**

◆ 2013 წლის 5 ნოემბერს სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტსა და თბილისის სასწავლო უნივერსიტეტს შორის ხელი მოეწერა ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმს. ინსტიტუტის დირექტორს, პროფ. გივი გავარდაშვილსა და უნივერსიტეტის რექტორს, პროფ. სოლომონ პავლიაშვილს შორის შედგა შეთანხმება, თანამშრომლობის მიზანია უნივერსიტეტის ახალგაზრდა სამეცნიერო კადრების აღზრდაში ინსტიტუტის სამეცნიერო კადრების ჩართვა საგანმანათლებლო პროგრამების ოთხივე საფეხურზე, ხოლო უნივერსიტეტის სტუდენტები სასწავლო პროცესში გამოიყენებენ ინსტიტუტის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიას აგრონომიისა და გარემოს დაცვის განხორციელებით.

◆ 2013 წლის 15-21 ნოემბერს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა რუსეთის სოფლის მეურნეობის აკადემიის სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მედიორირებული მიწე-

ბის ათვისების სრულიად რუსეთის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი, აგრეთვე მეშჩერის სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრის გენერალური დირექტორი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. იური მაჟაისკი. ინსტიტუტის დირექტორთან, პროფ. გივი გავარდაშვილთან საუბრისას მან მოკითხვა გადმოსცა ზემოაღნიშნული ინსტიტუტის დირექტორისგან, პროფ. ნიკოლაი კოვალიოვისგან, განიხილეს ინსტიტუტებს შორის ურთიერთთანამშრომლობის საკითხი, რაც განხორციელდება 2013 წლის ბოლოს მემორანდუმის გაფორმებით.

2013 წლის 17 ნოემბერს ინსტიტუტის დირექტორმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა და პროფ. იური მაჟაისკიმ ხელი მოაწერეს ხელშეკრულებას ინსტიტუტსა და მეშჩერის სამეცნიერო-ტექნიკურ ცენტრს შორის ურთიერთთანამშრომლობის შესახებ. ხელშეკრულება ითვალისწინებს ახალგაზრდა სამეცნიერო კადრის გაცვლითი პროგრამების განხორციელებას, ერთობლივი საერთაშორისო გრანტების მომზადებასა და საპროექტო ღონისძიებების განხორციელებას (ფოტო 35).

◆ 2013 წლის 30 დეკემბერს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა მოსკოვის ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის პროფესორი, დვარცოფების საერთაშორისო ასოციაციის სწავლული მდივანი სერგეი



ფოტო 35. ინსტიტუტსა და მეშჩერის სამეცნიერო-ტექნიკურ ცენტრს შორის ურთიერთ-თანამშრომლობის ხელშეკრულების გაფორმება

**Image 35. Formalize the mutual cooperation memorandum between the Institute and the Scientific Technical Center of Meshcher**

**Фото 35. Оформление договора о сотрудничестве между Институтом и Мещерским научно-техническим центром**

ჩერნომორეცი. მასთან საუბრისას ინსტიტუტის დირექტორი, სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარე, პროფ. გივი გავარდაშივილი შემოვიდა წინადადებით მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტთან გაფორმებული ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმის ვადის გაგრძელებასთან დაკავშირებით, რასაც ოფიციალურად მოეწერა ხელი (ფოტო 36).

**კონფერენციებში და სიმპოზიუმებში მონაწილეობა**

**საქართველო**

◆ 2013 წლის 14-31 მაისს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ჩატარდა სტუდენტთა მე-80 ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია, რომელშიც მონაწილეობდა და I ადგილი აიღო ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელმა, დოქტორანტმა თამრიკო სუპატაშვილმა (ხელმძღვანელი ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშივილი).



ფოტო 36. ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმზე ხელის მოწერისას. მარჯვნივ – პროფ. ს. ჩერნომორეცი

**Image 36. During the signing of cooperation memorandum.**

**From the right side – Prof. S. Chernomorets**

**Фото 36. Подписание меморандума о сотрудничестве.**

**Справа – проф. С. Черноморец**

**საერთაშორისო**

◆ 2013 წლის 25-28 ივნისის სანკტ-პეტერბურგის არქიტექტურისა და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტში გაიმართა მე-5 საერთაშორისო კონფერენცია თემაზე „არქიტექტურისა და მშენებლობის აქტუალური პრობლემები“, რომელშიც მონაწილეობდნენ ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშივილი, გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნ. აკად. დოქტორი, ასოც. პროფ. გოგა ჩახაია და ამავე განყოფილების უფრ. მეცნ-თანამშრომელი ტექნ. აკად. დოქტორი, ლევან წულუკიძე.

◆ 2013 წლის 22-24 ივლისს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით ქ. თბილისსა (თსუ) და ფოთში (სასტუმრო „ანდამატი“) ჩატარდა საერთაშორისო კონფერენცია თემაზე „კოლხეთის დაბლობის წყლის ეკოსისტემები – დაცვა და რაციონალური გამოყენება“. კონფერენციაზე წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტიდან წარდგენილ იქნა 8 მოხსენება,

რომელშიც მონაწილეობდა ინსტიტუტის 22 მეცნიერ-თანამშრომელი (ფოტო 37).



**ფოტო 37. კონფერენციაზე მოხსენებისას. მარცხნიდან: კონფერენციის ორგანიზატორი, თსუ-ს პროფ. დავით კერესელიძე, მომხსენებელი - ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომელი ირინა ხუბულავა**

**Image 37. During the presentation in the conference: organizer of International Conference, professor of Tbilisi State University D. Kereselidze and scientific-worker of Water Management Institute I. Khubulava**

**Фото 37. Во время доклада на конференции. Слева: организатор конференции, профессор ТГУ Д. Кереселидзе и научный сотрудник института Ирина Хубулава**

◆ 2013 წლის 29 ივლისიდან 4 აგვისტომდე ქ. ბორჯომში ბორჯომ-ხარაგაულის ეროვნული პარკის დაცული ტერიტორიების სააგენტოს საკონფერენციო დარბაზში (ქ. ბორჯომი, მესხეთის ქ. №23) საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტისა და გარემოს დაცვის ეკოცენტრის ორგანიზატორობით ჩატარდა მე-3 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია თემაზე „გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“, რომელიც მიეძღვნა პროფესორ ვახტანგ თევზაძის ხსოვნას.

კონფერენცია გაიხსნა 2013 წლის 31 ივლისს 9.30 საათზე. მასში მონაწილეობდა 6 ქვეყნის: საქართველოს, სომხეთის, აზერბაიჯანის, თურქეთის, რუსეთის და ირანის მეცნიერები, დოქტორანტები და მაგისტრები და სულ წარდგენილი იყო 46 მოხსენე-

ბა: მათ შორის 21 – საქართველოდან, 15 – სომხეთიდან, 6 – აზერბაიჯანიდან, 2 – რუსეთიდან, 1 – ირანიდან და 1 – თურქეთიდან.

კონფერენცია გახსნა კონფერენციის საორგანიზაციო კომიტეტის ხელმძღვანელმა, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა. მან სიტყვით მიმართა კონფერენციის მონაწილეებს, შემდეგ წუთიერი დუმილით პატივი მიაგეს პროფესორ ვახტანგ თევზაძის ხსოვნას. მისასალმებელი სიტყვით გამოვიდნენ კონფერენციის საორგანიზაციო კომიტეტის თანახელმძღვანელები: სომხეთის მშენებლობისა და არქიტექტურის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რექტორი, პროფ. ოჰანეს ტოკმაჯიანი და ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანი, პროფ. ფარდა იმანოვი. კონფერენციაზე, გარდა საქმიანი ურთიერთობებისა, აღსანიშნავი იყო მეცნიერ-თანამშრომლების ის მეგობრული და თბილი დამოკიდებულება, რომელიც თან სდევდა ყოველ შეხვედრას. მათ აღნიშნეს მიმდინარე საერთაშორისო კონფერენციის როლი არა მარტო მეცნიერების განვითარებისა და გამოცდილების ურთიერთგაცვლის, არამედ კავკასიის რეგიონში მშვიდობის აღდგენის საქმეში.

კონფერენციის მსვლელობა გაშუქებულ იქნა სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის ტელევიზიითა (<http://borjomi.tv/?menuid=14&id=463&lang=1>) და ბეჭდური მედიით (გაზეთ „ბორჯომი“). საორგანიზაციო კომიტეტმა მიიღო გადაწყვეტილება მორიგი, მე-4 საერთაშორისო კონფერენცია თემაზე „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“ ჩატარდეს 2014 წლის სექტემბრის დასაწყისში და მიეძღვნას სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის 85 წლის იუბილეს (ფოტო 38, 39, 40).

◆ 2013 წლის 7-13 ოქტომბერს ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა ქალაქ პაღუაში (იტალია),

სადაც გაიმართა საერთაშორისო კონფერენცია „ვაიონტი-2013“, რომელიც მიეძღვნა ვაიონტის კაშხლის კატასტროფის 50 წლის-თავს (1963-2013). კონფერენციაზე წარსდგა მოხსენებით თემაზე „სიონის მიწის კაშხლის ავარიის შემთხვევაში წარმოშობილი წყალდიდობის პროგნოზირება“.

კონფერენციის პრეზენტაციების დასრულების შემდეგ შედგა საველე-პროფესიული ექსკურსია ვაიონტის კაშხალზე. კონფერენციის დასურვაზე მომხსენებელ მეცნიერ-სპეციალისტებს გადაეცათ შესაბამისი სერტიფიკატები.

გარდა პრეზენტაციებისა (საკონფერენციო დარბაზსა და ვაიონტის კაშხალზე), შედგა შეხვედრა სხვადასხვა ქვეყნის მეცნიერ-სპეციალისტებთან: პაღუას უნივერსიტეტის გეოლოგიის ფაკულტეტის დეკანთან, პროფესორ რინალდო ჩენევისთან (იტალია), ვენის ბუნებრივი რესურსებისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერების უნივერსიტეტის პროფესორ ჯანა შნაიდერთან (ავსტრია), კიოტოს უნივერსიტეტის პროფესორ ჯონდუი ვანგასთან (იაპონია), იაპონიის გარემოსა და ინფრასტრუქტურის განვითარების ნაციონალური

**ფოტო 38.** კონფერენციის საორგანიზაციო კომიტეტის მუშაობისას. მარჯვნიდან: პროფესორები ოჰანეს ტოკმაჯიანი, გივი გავარდაშვილი და ფარდა იმანოვი



**Image 38.** During the operation of Organizing committee of the Conference. From the right side: Professors Hovhannes Tokmajyan, Givi Gavardashvili and Farda Imanov  
**Фото 38.** Во время работы организационного комитета. Справа налево: профессора Оганес Томаджян, Гиви Гавардашвили и Фарда Иманов



**ფოტო 39.** კონფერენციის მსვლელობისას  
**Image 39.** During the Conference  
**Фото 39.** В ходе конференции



**ფოტო 40. ინტერვიუ ბორჯომის ტელევიზიასთან**  
**Image 40. Interview with Borjomi TV**  
**Фото 40. Интервью Боржомскому телевидению**

ინსტიტუტის პროფესორ ტარო უნიდასთან, რუსეთის სს „ჰიდროპროექტის ინსტიტუტის“ სეისმური დეპარტამენტის ხელმძღვანელთან, ტექნ. მეცნ. დოქტორ ალექსანდრე შტორმთან, ბენ-გურიონის უნივერსიტეტის გეოლოგიური და გარემოს დაცვის დეპარტამენტის პროფესორთან, ტექნ. მეცნ. დოქტორ იოზეფ ჰატზორთან, რომის უნივერსიტეტის სამოქალაქო მშენებლობის დეპარტამენტის ინჟინერ-ჰიდროტექნიკოსთან, ტექნ. მეცნ. დოქტორთან, პროფ. ფრანჩესკო ფედერიკოსთან, ფირმა „ლაიკას“ წარმომადგენელთან ელენა პიანტელთან და ფირმა „სის გეოს“ წარმომადგენელთან (ფოტო 41, 42, 43, 44, 45).

◆ 2013 წლის 19-21 ნოემბერს ქ. სანკტ-პეტერბურგში (რუსეთი) გაიმართა VII სრულიად რუსეთის ჰიდროლოგიური ყრილობა, რომელიც იმართება ყოველ 10 წელიწადში ერთხელ. საქართველოდან ყრილობის მუშაობაში მონაწილეობდა ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გაგარდაშვილი, რომელმაც გააკეთა მოხსენება თემაზე „ღვარცოფის ძირითადი ჰიდროლოგიური პარამეტრების კვლევა საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენე-

ბით“. ყრილობის მუშაობაში მონაწილეობას იღებდა 702 მეცნიერ-სპეციალისტი რუსეთისა და საზღვარგარეთის 14 ქვეყნის სამეცნიერო, საპროექტო და საზოგადოებრივი ორგანიზაციებიდან (ფოტო 46).



**ფოტო 41. კონფერენციაზე პოსტერ-პრეზენტაციისას**  
**Image 41. During the poster presentation at the conference**  
**Фото 41. Во время постер-презентации на конференции**





**ფოტო 42. საკონფერენციო დარბაზში**  
**Image 42. In the conference hall**  
**Фото 42. В конференц-зале**



**ფოტო 43. კონფერენციის მონაწილეებთან ერთად**  
**Image 43. With the conference participants**  
**Фото 43. Вместе с участниками конференции**



**ფოტო 44.** ვაიონტის კაშხალზე.  
მარჯვნივ პროფ. რ. პატონი (ვირჯინიის შტატი, აშშ)  
**Image 44.** At the Vajont Dam.  
On the right Prof. R. Paton (State of Virginia, USA)  
**Фото 44.** У плотины Вайонт.  
Справа – проф. Р. Патон (США, штат Вирджиния)



**ფოტო 45.** ვაიონტის კაშხლის მოდელებთან  
**Image 45.** At the Vajont dam model  
**Фото 45.** У модели плотины Вайонт



**ფოტო 46.** VII სრულიად რუსეთის ჰიდროლოგიური ყრილობის მსვლელობისას (სანკტ-პეტერბურგი, 19-21.11.2013)

**Image 46.** During the VII Russian hydrological conference (St. Petersburg, 19-21. 11. 2013)

**Фото 46.** На VII Всероссийском гидрологическом съезде (г. Санкт-Петербург, 19-21.11.2013)

◆ 2013 წლის 4-6 დეკემბერს ქ. ჩესტოხოვას (პოლონეთი) ტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში გაიმართა X საიუბილეო საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია თემაზე „ოპტიმიზირებული ენერგეტიკული პოტენციალის მქონე ნაგებობების მშენებლობა“, რომელიც ჩატარდა უნივერსიტეტის რექტორის, ტექნ. მეცნ. დოქტორის, მარია ნოვიცკა-სკოვრონის პატრონაჟით. ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი, რომელიც იმავდროულად იყო კონფერენციის საერთაშორისო-სამეცნიერო კომიტეტის წევრი, წარსდგა მოხსენებით თემაზე „ჰიდროენერგეტიკული და მელიორაციული დანიშნულების წყალსაცავების ექსპლუატაციის ვადის გაზრდის საკითხები“.

◆ 2013 წლის 20 დეკემბრიდან 24 დეკემბრამდე ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა ქალაქ ბაქოში (აზერბაიჯანი), სადაც გაიმართა ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის 70 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი აზერბაიჯანის V რესპუბლიკური კონფერენცია. კონფერენციაზე იგი წარსდგა მოხსენებით თემაზე „საქართველოს მაღლივი მიწის კაშხლების შესაძლო ავარიის შემთხვევაში ტერიტორიების დატბორვის პროგნოზირება“.

კონფერენციის პრეზენტაციების დასრულების შემდეგ პროფ. გივი გავარდაშვილმა სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის კოლექტივის სახელით ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანს, პროფ. ფარდა იმანოვს მიულოცა ფაკულტეტის იუბილე და გადასცა ოფიციალური ადრესი. ასევე გაიმართა შეხვედრები 2014 წლის სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოების დაგეგმვასთან დაკავშირებით (ფოტო 47, 48).



**ფოტო 47.** ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტში პრეზენტაციის მსვლელობისას

**Image 47.** During the presentation in the Baku State University

**Фото 47.** Во время презентации в Бакинском Государственном Университете



**ფოტო 48.** იუბილეს მილოცვისას. მარჯვნივ – ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანი, პროფ. ფარდა იმანოვი  
*Image 48.* Anniversary greetings.

**On the right-** dean of the geography department of the Baku State University, Prof. Farda Imanov  
**Фото 48.** Поздравление с юбилеем.  
**Справа –** декан факультета географии Бакинского Государственного Университета

**მიღებული ჯილდოები**

◆ 2013 წლის 19 ივლისს საქართველოს პრეზიდენტის 2013 წლის 21 ივნისის №21/06/01 განკარგულებით ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი დაჯილდოვდა დირსების ორდენით (*ფოტო 49*).



**ფოტო 49.** შეხვედრა საქართველოს პრეზიდენტ მ. სააკაშვილთან დაჯილდოებისას  
*Image 49.* During the awarding ceremonial meeting with the president of Georgia M. Saakashvili  
**Фото 49.** Встреча с президентом Грузии М. Саакашвили при награждении

◆ 2013 წლის 30 დეკემბერს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა მოსკოვის ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის პროფესორი, დვარცოფების საერთაშორისო ასოციაციის სწავლული მდივანი სერგეი ჩერნომორეცი. მის ვიზიტთან დაკავშირებით სამეცნიერო სხდომაზე საქართველოდან მოწვეულნი იყვნენ გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორები, პროფესორები ემილ წერეთელი და ივორ ბონდარევი და ტექნ. აკად. დოქტ. გიორგი ხერხეულიძე.

დვარცოფების საერთაშორისო ასოციაციის პრეზიდენტის, პროფ. კ. ნოსოვის ოფიციალური დავალებით, დვარცოფმცოდნეობისა და დვარცოფებისაგან დაცვის კვლევის დარგში გაწეული დამსახურებისათვის, დვარცოფული ნაკადების მკვლევარის, ლომონოსოვის უნივერსიტეტის პროფესორის, სიმონ ფლეიშმანის 100 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი დვარცოფების საერთაშორისო ასოციაციის 2013 წლის მედლით დაჯილდოვდნენ გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. ივორ ბონდარევი, ტექნ. აკად. დოქტ. გიორგი ხერხეულიძე და ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი (*ფოტო 50, 51*).



**ფოტო 50.** მედლით დაჯილდოებისას  
*Image 50.* During the awarding with medal  
**Фото 50.** Награждение медалью



**ფოტო 51.** სიმონ ფლეიშმანის 100 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი საერთაშორისო ასოციაციის მედალი

**Image 51.** The medal of debris flow International Association

**Фото 51.** Медаль международной селевой ассоциации, посвященная 100 - летнему юбилею С.М. Флейшмана

ინსტიტუტის 2013 წლის საქართველოს  
ეროვნული სამეცნიერო ფონდის  
ბამარჯვებული გრანტები

ბა“, 15.04.2013 – 15.04.2015 (ხელმძღვანელი  
– ტექნ. აკად. დოქტ. გ. ჩახაია);

**1. გრანტი №30/01**

„რუსეთის მიერ კურორტ ბორჯომის ხეობაში განხორციელებული ეკოციდის (2008 წელი) შედეგად წარმოქმნილი სენსიტიური უბნების მოწყვლადობის შეფასება და ნადაგის დეგრადაციის საწინააღმდეგო ეფექტური სტრატეგიის შემუშავება“

**2. გრანტი №31/72**

„მდინარეთა სანაპიროს მოწყვლადობის შეფასების მეთოდოლოგია წყალმოვარდნების რისკები გათვალისწინებით“, 15.04.2013 – 15.04.2015 (ხელმძღვანელი – ტექნ. აკად. დოქტ. გ. დოსნაძე).

**შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის პროზოდენტის ინდივიდუალური სამეცნიერო ბრანტების პროგრამაში „ახალგაზრდა მეცნიერთათვის“ გამარჯვებული ბრანტები**

1. „კურორტ წადვერის ნახანძრალ მთის ფერდობებზე მიმდინარე ეროზიული პროცესების ინტენსივობის შეფასება კლიმატური, ნიადაგ-გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური და ქიმიური მახასიათებლების დადგენის საფუძველზე“, 01.01.2013 – 31.12.2013 (ხელმძღვანელი – საინჟ. მეცნ. აკად. დოქტ. მ. შავლაყაძე);
2. „ქ. გურჯაანის წყალმომარაგების უზრუნველყოფისათვის ენერგოდამზოგი ტექნოლოგიის შემუშავება მთიან ალუვიურ სტრუქტურებში ზედაპირული ჩამონადენის აკუმულირების გზით“, 01.01.2013 – 31.12.2013 (ხელმძღვანელი – მაგისტრი გ. ომსარაშვილი).

**შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის 2013-2014 წლების დოქტორანტურის საბანანათლებლო პროგრამაში გამარჯვებული ბრანტები**

◆ 2013 წლის 27 სექტემბერს შოთა რუსთაველის ეროვნულმა სამეცნიერო ფონდმა გამოაცხადა 2013-2014 წლების დოქტორანტურის საბანანათლებლო პროგრამების საგრანტო კონკურსი, რომელშიც მონაწილეობა მიიღეს და გაიმარჯვეს ინსტიტუტის დირექტორის, პროფ. გივი გავარდაშვილის დოქტორანტებმა: სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტის აგროინჟინერიის მიმართულების სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის სპეციალობით – თამრიკო სუპატაშვილმა და მაკა გუგუჩიამ.

**შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საბრანტო კონკურსში – ინდივიდუალური სამოგზაურო ბრანტი ახალგაზრდა მეცნიერთათვის გამარჯვებული ბრანტები**

◆ ინსტიტუტის ზღვებისა და წყალსატევების განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელმა, საინჟინრო მეცნიერებათა აკად. დოქტორმა მარინე შავლაყაძემ გაიმარჯვა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ გამოცხადებულ კონკურსში

– ინდივიდუალური სამოგზაურო გრანტი ახალგაზრდა მეცნიერთათვის და 2013 წლის 18-21 ივნისს იმყოფებოდა თურქეთში, ქალაქ ურგუპში, „გარემოს დაცვისა და ტექნოლოგიების“ საერთაშორისო კონფერენციაზე (ზეპირი მომხსენებელი სექციის სხდომაზე) და გამოვიდა მოხსენებით „მიკროსასუქად გამოყენებადი ახალი შედგენილობის მანგანუმშემცველი მასალებისათვის განმსაზღვრელი თვისებების და ხსნადობის პროცესის შესწავლა“ (ფოტო 52).



**ფოტო 52.** თურქეთში, ქალაქ ურგუპში პრეზენტაციის მსვლელობისას

**Image 52.** During the presentation in Turkey, c. Urgup  
**Photo 52.** Во время презентации в Турции, г. Ургупе

◆ ინსტიტუტის ზღვებისა და წყალსატევების განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელმა, საინჟინრო მეცნიერებათა აკად. დოქტორმა მარინე შავლაყაძემ გაიმარჯვა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ გამოცხადებულ კონკურსში – ინდივიდუალური სამოგზაურო გრანტი ახალგაზრდა მეცნიერთათვის და 2013 წლის 14-15 ნოემბერს იმყოფებოდა იტალიაში, ქალაქ ვენეციაში ქიმიის, ბიოლოგიისა და გარემოს დაცვის საერთაშორისო კონფერენციაზე „ICBEC 2013“ (ზეპირი მომხსენებელი სექციის სხდომაზე) და გამოვიდა მოხსენებით „მანგანუმშემცველი ხელოვნური მინაკრისტალური მასალების საფუძველზე წყალხსნადი და უბალანსო მიკროსასუქების მიღების შესაძლებლობის შესწავლა“ (ფოტო 53).



**ფოტო 53.** იტალიაში, ქალაქ ვენეციაში პრეზენტაციის მსვლელობისას  
**Image 53.** During the presentation in Italy, C. Venice  
**Фото 53.** Во время презентации в Италии, г. Венеция

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მიერ დაფინანსებული 2013 წლის ბრანტაში**

1. ფერდობზე ინტენსიური წვიმების შედეგად ფორმირებული ზედაპირული ჩამონადენის კინეტიკური ენერჯის დამხშობი ახალი კონსტრუქციის არხისმჭრელი – (ხელმძღვანელი – ტექნ. აკად. დოქტორი ვ. სამხარაძე);
2. ტრასეკას სატრანსპორტო დერეფნის (სოფ. გლდანის მონაკვეთი) მიმდებარე დეგრადირებული ფერდობების მოწყვლადობის შეფასება და ნიადაგის დეგრადაციის საწინააღმდეგო თანამედროვე ტექნოლოგიის შემუშავება – (ხელმძღვანელი – ტექნ. აკად. დოქტორი ლ. წულუკიძე).

**ინტერვიუები**

◆ 2013 წლის 1 მარტს გაზეთს „საქართველოს რესპუბლიკა“ (№39) ინტერვიუ მისცა ინსტიტუტის დირექტორმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა.

სტატიაში სათაურით – „სტრატეგიული მნიშვნელობის ინსტიტუტი საიმედო ხელშია“, საუბარია ქვეყნისათვის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სტრატეგიულ მნიშვნელობაზე წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, ეკოლოგიური უსაფრთხოებისა და მეღიორაციის მიმართულებით.

◆ 2013 წლის 13 ივნისს საქართველოს ტელევიზიის I არხზე გადაცემა „აკვაჯორჯია“-ში (AquaGeorgia) ინტერვიუთი წარსდგა ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი. საუბარი შეეხო არგონავტების მარშრუტის განახლების მიზნით მდ. რიონზე საწყლოსნო ტრანსპორტის აღდგენას, კალაპოტის სტაბილიზაციის მხედველობაში მიღებით.

◆ 2013 წლის 16 ივნისს საქართველოს ტელევიზიის არხზე „მაესტრო“, გადაცემა „ჟურნალისტურ გამოძიება“-ში ინტერვიუთი წარსდგა ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი, როგორც სახელმწიფო კომისიის წევრი 2008 წლის აგვისტოში საომარი მოქმედებების შედეგად ბორჯომის გადამწვარი ტყეების ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის შეფასებასა და მთის ფერდობებზე ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიისაგან დაცვის ღონისძიებების შესახებ, რაც საფუძველი გახდა შემდგომში საქართველოში ფინეთის სახელმწიფოდან ინვესტიციის მოზიდვისა.

◆ 2013 წლის 20 დეკემბრიდან 25 დეკემბრამდე ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა ქალაქ ბაქოში (აზერბაიჯანი), სადაც გაიმართა ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის 70 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი აზერბაიჯანის V რესპუბლიკური კონფერენცია.

24 დეკემბერს გაიმართა შეხვედრები მასმედიასთან, სადაც ინსტიტუტის დირექტორს, პროფ. გივი გავარდაშვილს ინტერვიუ ჩამოართვეს გაზეთების „ექოს“ და „კასპიის“ ჟურნალისტებმა. აღნიშნული ინტერვიუები გამოქვეყნდა 2013 წლის 28 დეკემბრის ნომერებში.

**წიგნის პრეზენტაცია**

◆ 2013 წლის 18 დეკემბერს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის I კორპუსში, გალერეა „უნივერსში“, ჩატარდა წიგნის – „მეცნიერის საეტიკო ბარათი“ – პრეზენტაცია, რომელიც მიეძღვნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორის, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორ გივი გავარდაშვილის 55 წლის იუბილეს.

წიგნში განხილულია ინსტიტუტის დირექტორის, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორ გივი გავარდაშვილის ბოლო 5 წლის (2008-2012 წწ.) ადმინისტრაციული, სამეცნიერო-პრაქტიკული და პედაგოგიური საქმიანობა, აგრეთვე საერთაშორისო ურთიერთობები, რაც განახორციელა მსოფლიოს 16 ქვეყანასთან (ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე). ინფორმაცია განთავსებულია 466 გვერდზე, ილუსტრირებულია ფერადი სურათებით. წიგნში, რომელიც გამოიცა აკადემიკოს ოთარ ნათიშვილის რედაქტორობით, წარმოდგენილია გივი გავარდაშვილის მიერ ორგანიზებული – წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის 80 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი, იუნესკოს ეგიდით ჩატარებული საერთაშორისო სიმპოზიუმის მოკლე ანგარიში, ინფორმაცია ინსტიტუტის საქმიანობის შესახებ, გ. გავარდაშვილის ბიოგრაფიული და სამეცნიერო შრომების ბიბლიოგრაფიული მონაცემები, გამოგონებები, მონოგრაფიები და მისი ხელმძღვანელობითა და უშუალო მონაწილეობით 2006-2013 წლებში საქართველოში დაპროექტებული და განხორციელებული გარემოსდამცავი ღონისძიებების ჩამონათვალი.

პრეზენტაცია გახსნა სტუ-ს პერსპექტიული განვითარების სამსახურის უფროსმა, პროფ. თამაზ ბაციკაძემ. პრეზენტაციით წარსდგა ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე, ტექნ. აკად. დოქტორი ინგა ირემაშვილი, მისასალმებელი სიტყვით გამოვიდნენ: საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი ოთარ ნათიშვილი, სპეციალურად პრეზენტაციისთვის პოლონეთიდან ჩამოსული ვროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერებების უნივერსიტეტის სამშენებლო ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. ერეკლე სობოტა, სტუ-ს რექტორის მოადგილე მეცნიერების დარგში, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. ზურაბ გასიტაშვილი, საქართველოს ინფრასტრუქტურისა და რეგიონალური განვითარების სამინისტროს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანიის დირექტორის მოადგილე ფინანსურ საკითხებში ბატონი კახაბერ სოლოდაშვილი, კომპანიის „Trans Electrica“ Ltd პროექტის ტექნიკური მიმართულების ხელმძღვანელი, ტექნ. მეცნ. დოქტ., პროფ. დავით მირცხულავა, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი თენგიზ ურუშაძე; სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორები, ტექნ. მეცნ. დოქტორი შალვა გაგოშიძე და ტექნ. მეცნ. დოქტორი თეიმურაზ გველესიანი; წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ზღვებისა და წყალსატევების განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი ირინე იორდანიშვილი, ამავე ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი, სტუ-ს ასოცირებული პროფესორი, ტექნ. აკად. დოქტორი ზურაბ ლობჯანიძე და სხვ. (ფოტო 54-58).





ფოტო 54. პროფ თ. ბაციკაძე პრეზენტაციის გახსნისას

Image 54. Opening of Prof. T. Batsikadze's presentation

Фото 55. Проф. Т. Бацикадзе во время открытия презентации



ფოტო 55. ას. პროფ. ი. ირემაშვილი პრეზენტაციაზე მოხსენებისას

Image 55. Assistant Prof. I. Iremashvili during her public report on the presentation

Фото 55. Ас. профессор Инга Иремашвили во время презентации





**ფოტო 56-57-58. პრეზენტაციის მსვლელობისას**

**Image 57-58-59. During the presentation**

**Фото 57-58-59. Во время презентации**

**საექსპერტო საქმიანობა – 2013**

◆ სამსრეთ კავკასიური მილსადენის სისტემის გაფართოების პროექტი, საქართველო ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე ზემოქმედების შეფასება საბოლოო ანგარიში ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე ზემოქმედებები და შემარბილებელი ღონისძიებები (დაგეგმილი საქმიანობები), ეკოლოგიური ექსპერტიზა. **ექსპერტი, პროფ. გივი გავარდაშვილი;**

◆ სამსრეთ კავკასიური მილსადენის

სისტემის გაფართოების პროექტი, საქართველოს ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე ზემოქმედების შეფასება. საბოლოო ანგარიში. ეკოლოგიური ექსპერტიზა. **ექსპერტი, პროფ. გივი გავარდაშვილი;**

◆ შპს „GN ELECTRIC“-ის მდ. რაჩხაზე 10,25 მგვტ სიმძლავრის ჰიდროელექტროსადგურის (რაჩხა ჰესი) გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიშზე ეკოლოგიური ექსპერტიზა. **ექსპერტი, პროფ. გივი გავარდაშვილი.**

---

---

## CHRONICLE

### THE INFORMATION ABOUT THE ACTIVITIES OF THE WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

2013

The institute which exists since 1929 currently holds 61 employees, from which the 54% are scientists, among them are: 1 – the vice president of the Georgian National Academy of Science, academician-secretary and the head of the Agricultural department of the same Academy, 4 – academicians of Engineering Academy and 4 – Academy of Ecology, 6 – Scientific doctors and 16 – academic doctors, 3 – PhD students and 4 – Masters.

#### SCIENTIFIC RESEARCH ACTIVITIES OF THE INSTITUTE

◆ Approximately 65 Articles and 1 monograph were published in the periodic publications of the 2013 by the scientists of the institute;

◆ At least 17 budget themes are treated in the institute, which are the actual in terms of scientific processing of environmental protection measures and increasing number of natural disasters in the country.

#### SCIENTIFIC RELATIONS OF THE INSTITUTE

##### Georgia

◆ On 23 January 2013 in the Georgian science national academy carried out meeting of commission of natural disaster science problems studied on the theme „Research of risks about ecological danger connected to in-depth layer of hydrogen sulphide of Black Sea and his possibly reactivation”. The head of meeting was vice-president of Georgian science national academy, academician O. Natishvili and scientific secretary of commission, member correspondent of same academy G. Gabrichidze.

Together with other reporters appeared before commission director of institute, doctor technical science, Professor G. Gavardashvili on the theme "Reliability of Enguri arch dam during seismic and

other effect and response plan". Co-reporters were member correspondents of academy G. Gabrichidze and T. Chelidze.

On the same meeting reporter was head scientific worker of institute doctor of technical science, Professor T. Gvelesiani on the theme "About mathematical modelling about tsunami origin In the Black Sea".

The commission concluded that curating and finance of noted problem asked to BSEC (Black Sea Economical Centre) organization or its structure. The offer of participation in the program will carry out to countries which participating in this union.

◆ On 11 February 2013 in hotel "Sheraton Metekhi Palace" carried out information meeting of Ministry of Regional Development and Infrastructure of Georgia, there were speeches of Minister Davit Narmania, first Deputy of Minister Tengiz Shergelashvili and Deputy of Minister Shota Murgulia.

In the workshops actually participated Director of institute, doctor of technical sciences, Professor Givi Gavardashvili and Head of Department of Environmental Protection and Engineering Technology, PhD Goga Chakhaia. Held private audience to Minister Davit Narmania, where discussion focused on institute collaboration in the preparing of regional and municipality projects (*image 1, 2; p. 256*).

Professor G. Gavardashvili invited minister in the hydrotechnical laboratory of institute for study working process in site in order to its modernization. They agreed to prepare collaboration memorandum between ministry and institute.

◆ On the 26<sup>th</sup> of February in 2013, the productive meeting with the head of Coast Protection Department of Georgia (Saqnapirdacva) T. Kapanadze and his undersecretaries T. Metreveli and R. Sajaia was held in the Ministry of Regional

Development and Infrastructure of Georgia. The meeting was attended by the Director of the Institute, Doctor of Technical Sciences Prof. G. Gavardashvili, by the Ac. D. of technical Sciences G. Chakhaia and Senior Research Fellow L. Tsulukidze, also by the first Deputy Minister of Road Department K. Gasviani. As of the order of Minister D. Narmania the discussion was about the collaboration between the Institute and the Ministry to conduct the large-scale protective measures modeling system in the Hydro technical Laboratory of the Institute in order to protect the engineering structures from natural disasters, with considering the risks and reliability of their operational systems

The discussion also included the preparation issues of the Collaboration Memorandum between these two organizations.

◆ On the 4<sup>th</sup> of March in 2013, the productive meeting was held in headquarter of "Trans Electrica" Ltd company with regard to the construction of the Arch-shaped reinforced concrete of Khudoni dam. The meeting was attended by the technical project manager of Khudoni dam constructor company "Trans Electrica" Ltd and doctor of technical sciences, Prof. Davit Mirtskhulava, the Director of the company Paata Tsereteli, world prominent constructor of hydrotechnical constructions from India – Sharma Vimar Kumar, the chief of Information Assurance Service of the company – Qeichan Dran (India), the Director of the Institute, doctor of technical sciences prof. Givi Gavardashvili, Deputy Director Academic doctor of technical sciences Inga Iremashvili, assistant director academic doctor of technical sciences Shorena Kupreishvili, the head of the institute department of Engineering Ecology and Environmental Protection, academic doctor of sciences Goga Chakhaia and the Senior research fellow of the same department of the institute academic doctor of sciences Levan Tsulukidze

The presentation included the present and historical issues about the construction of above mentioned dam. The pros and cons, the technical characteristics of the dam construction, also the employment perspective of the local people and its perspective quality for Georgia have been determined (*image 3; p. 257*).

Identified the memorandum, according which the highly qualified scientists of the Institute will take participate in the project construction process of above mentioned dam in order to use the prospective of the institute.

◆ On the 30<sup>th</sup> of May in 2013, the presentation of "DURUJI" program was held in Caucasus University, it was attended by the officials from The Human Rights Research Center for Caucasus Institute of Regional Security of Georgia's National Committee of Helsinki Citizens' Assembly and the officials from the research center for Municipal Cooperation, also the presentation was attended by the Embassy officials of Ukraine, Switzerland and Holland, besides the officials the presentation was attended by the colleagues of Kvareli Municipality, the Director of the Institute doctor of technical sciences Prof. Givi Gavardashvili and the Head of Engineering Ecology Department of the Institute academic doctor, associated professor Goga Chakhaia.

Prof. Givi Gavardashvili made a speech on the presentation, he mentioned the role of the institute and scientific research works actuality of many years in the studying processes of the mudflows on the R. Duruji catchment basin, he drew attention to the importance of the Institute in the effective protection planning process of the population of Kvareli town from the disasters, Prof. Goga Chakhaia made a speech as well, who mentioned the scientific achievements of Prof. Givi Gavardashvili, for the first time in the research history of the landslides, an innovative 116 page monograph about "The forecasting the debris flow in the R. Duruji basin and the new engineering measures against them" have been prepared (publishing, "Science" 2003), where the complex scientific research works are presented, for the first time as well, in the research history of Duruji, Prof. G. Gavardashvili has implemented the video-visual mapping of whole catchment basin of the R. Duruji (movie length – 2 hours and 30 min.), basically, this mapping system gives us the opportunity to find out the accurate prediction of modern ecological status of the R. Duruji catchment basin. These studies are still relevant for the effective protection of the population of Kvareli town.

◆ On the 29<sup>th</sup> of August in 2013, the director of the institute, tech. D. Sc. Prof. Givi Gavardashvili discussed the specific issues at the meeting with the Deputy Minister of Education and Science of Georgia, tech. D.Sc. Prof. Tamaz Marsagishvili. The discussion focused on the current state of the science in Georgia and perspectives of its development. The development of the scientific direction of the institute according to the strategic plan of the country was also mentioned.

Prof. G. Gavardashvili introduced the Strategic Action Plan and Directions of the Institute for the purpose of providing the information, among them: the Agriculture (melioration), the Water Management (dams and hydro technical nodes with ancillary buildings), and the Environmental Protection (predict natural disasters and development the engineering ecological measures against them) are the main directions of the Institute. The Institute also takes participation in the creation and implementation process of Agricultural Engineering (particularly melioration) training program of GTU, with considering the full academic year for bachelors, masters and PhD students.

The special attention was paid to the future activities of the Institute with considering the creation and treatment of the 20-year perspective development plan for the Institute according to the strategic direction plan of the country (*image 4; p. 259*).

◆ On the 15<sup>th</sup> of November in 2013, the Commission Meeting of the Accidents Investigation Department of Scientific Problems in the council-room of Georgian National Academy of Science was held; the chairman of the Commission was Academician Otar Natishvili. The director of the Institute, tech. D. Sc, Prof. G. Gavardashvili made a report on the Commission about "The World Experience of the results of high dams breakdown and the existing situation in Georgia", the report was carried out in 2 stages: on the first stage the attention drew to the International Conference "Vajont 2013" which was held on the 8-10<sup>th</sup> October of 2013 in C. Padua, it was devoted to the 50 anniversary of the Vajont dam accident, Prof. G. Gavardashvili made a brief analysis of the presented reports at the Conference, on the second

stage he presented the theme about "The Evaluation and Analysis of arising flood risk in the case of Sioni Land dam accident" (*images 5, 6; p. 259-260*).

◆ On the 27<sup>th</sup> of November in 2013, the productive meeting was held in the Water Management Institute of Georgian Technical University, the meeting was attended by the Director of the Institute, tech. D.Sc. Prof. Givi Gavardashvili, Deputy Director, tech. D. Ac Inga Iremashvili, the Head of Engineering ecology Department of the Institute D.Ac. associated professor Goga Chakhaia and the resident of the vil. Nakra, agronomist-economist Klimenti Tsindeliani. The discussion focused on the official letter from the commissioner of Vil. Nakra (Mestia Region) Mr. Rodam Gvarmiani, the letter was sent with attached signature of almost 90 local residents, the letter stated as well the safety assurance of bordering population of Vil. Nakra as the request to bring to an end the migration process, which is directly connected to the Environmental Protection issues, to the Regulation of Natural Disasters and the issues of the necessity to arrange the small scale power plants. The agreement was reached; the institute would put the above mentioned issues into the Government of Georgia for problem resolving purpose, as far the securing the border zone is the priority of the Government (*image 7; p. 260*).

◆ On the 27<sup>th</sup> of December in 2013, the Director of the Institute, Prof. Givi Gavardashvili presented the annual budget fulfilling report, the Scientific achievements of 2013 and the perspective long term action plan for 2014 to the general meeting of the Institute, after the Director's presentation the Doctoral Programs Grant Winners, the PhD students of Prof. Givi Gavardashvili have delivered a speech at the meeting, among them were the colleague of Engineering Ecology Department of the Institute Tamriko Supatashvili and the PhD student of the Construction Faculty of Agro Engineering and Agricultural Melioration filed Maka Guguchia (*images 8, 9; p. 261*).

### Abroad

◆ On the 17<sup>th</sup> of January in 2013, the Head of Yerevan State University of Architecture and Construction office, the candidate of technical

sciences, Docent Egiazar Vardanyan and the aspirant of the same University Armen Zaqaryan visited the Institute.

The discussion focused on the implementation process of International Euro Grant on "Designing the sewer pipes and drinking water systems for the 6 City residents of Georgia", also stated that the Tender Winner Company – CES needs the qualified co executives from Georgia and Armenia (*image 10; p. 262*).

After all, they have discussed the main issues from the collected paper of the institute No68, 2013, and determined the role and participation of the Scientists and specialists of above mentioned Institute, particularly in the organizing issues of the 3<sup>rd</sup> International Scientific-Technical Conference on the "Environmental Protection and Modern problems of Architecture and Construction" – theme. It was decided that the International Conference will be held on the 29<sup>th</sup> – 4<sup>th</sup> of August in 2013, in Borjomi town.

◆ On the 11<sup>th</sup> of May in 2013, the Georgian scientist in St. Petersburg, the Head of the Channel Processes Laboratory of the Russian State Hydrological Institute, D.Tech.Sc. Prof. Zurab Kopaliani visited the Institute.

The discussion focused on the further collaboration between the Water Management Institute and the Russian State Hydrological Institute, the arrangement of the large-scale Hydraulic modeling construction in the Hydraulic Laboratory of the Institute which will support the reliable operations of the high dams and agricultural water facilities. The reliable operations will be reflected by the verification of the design numeric values and will be considered by the adjusted structural construction reliability (*image 11; p. 262*).

◆ On the 25<sup>th</sup> of June in 2013, the professors of the University of Applied Sciences of C. Leeuwarden, Netherlands, in the field of Environmental protection, the Doctors: Jane van der Luit and Tania van Heuvelen, also the professors from Georgian Agrarian University Edward Kukhalashvili, Tamaz Odilavadze and Constantin Bziava visited the Institute. The discussion was about the cooperative preparation of international grant with Dutch State funding (*image 12, p. 263*).

◆ On the 26<sup>th</sup> of August in 2013, PhD student of the Hydro-Meteorology Department of Geography faculty of Baku State University Naila Hasanova visited the Institute. According to the formalized an Interco operative Memorandum (15<sup>th</sup> of February, 2010) the discussion focused on the water contamination problems in the R. Mtkvari-Araqsi water catchment basin, and also the forecasting, implementation and development the engineering ecological measures against the destructive processes of the mountain slopes in the R. Alazani and R. Kish-Chai water catchment basin. They have agreed that the mentioned information will be delivered to the Dean of the Geography faculty of the Baku State University, Geogr. D. Sc. Prof. Farda Imanov, on the meeting for International Grant preparation issues in C. Baku (*image 13; p. 263*).

◆ On the 29<sup>th</sup> of August in 2013, the Head Specialist of the International Training Center of Cochran Agriculture associated with Agrarian Department of USA Lev Kuchevsky visited the institute. During the meeting with Director of the Institute tech. D. Sc. Prof G. Gavardashvili the discussion focused on the professional training of the scientists in the melioration filed in the USA for 2015, in order to develop the melioration, one of the most significant field of Agriculture in Georgia. The meeting was attended by the head of Melioration Policy Department of the Ministry of Agriculture of Georgia Valerian Mchedlidze. At the end of the meeting Prof. Givi Gavardashvili presented the stationary drop-wise irrigation scientific board, installed in the Hydraulic Laboratory of the Institute, in a functional condition (*images 14, 15; p. 264*).

◆ On September 6, 2013, professors of the Building faculty of Czestochowa Technological University (Poland), Doctors of Technical Sciences, Jaroslav and Marlene Rajczyks visited the Institute. During their dialogue with Prof. Givi Gavardashvili, Doctor of Technical Sciences, the Institute Director, an accent was made on the Institute's participation in the 10<sup>th</sup> Jubilee International Scientific-Technical Conference planned at Czestochowa Technological University (Poland) in December of 2013 (with the Conference topic "Construction of the structures with optimized power potential"). It

was also planned to conclude a memorandum of cooperation between these organizations (*image 16; p. 264*).

◆ On the 12<sup>th</sup> of November in 2013, Prof. of the Hessen University Lorenz King visited the Institute. The discussion focused on the international exchange programs and intensive works on grants according to the agreement between the Institute and International collaboration center of Giessen University on the 1<sup>st</sup> of July in 2006.

They agreed to prepare several international grant projects on the population safety insurance in Spontaneously Dangerous Risk Regions and Environmental Protection theme. The director of the Institute Prof. G. Gavardashvili congratulated to Prof. Lorenz King the 67 – year anniversary and wished him all the best in his scientific and social activities (*image 17; p. 265*).

◆ On the 15<sup>th</sup>-21<sup>st</sup> of November in 2013, the chief scientist of the scientific research institute for land reclamation mastering filed of Russia and the general director of the Scientific Technical Center of Meshcher, Dr of Agricultural sciences Prof. Yuri Mazhaiski visited the Institute. The discussion focused on the mutual collaboration between the Institutes, which will be put into practice at the end of 2013 by the memorandum. According to the mutual agreement, on the 20<sup>th</sup> of November in 2013, Prof. Yuri Mazhaiski presented his report on "The Recultivation practice of Polluted and Degraded Agricultural lands" at the Water Management Institute (*image 18; p. 265*).

◆ On the 15<sup>th</sup>-20<sup>th</sup> of December in 2013, the director of the Construction Institute of Wroclaw University (Poland) tech. D.Sc. Prof. Jerzy Sobota visited the Institute. During the meeting with the director of the Institute Prof. Givi Gavardashvili, the discussion focused on conducting the joint Scientific Technical Conference, which will be devoted to the 85-year anniversary of the Institute, the Conference theme will be about – "The modern problems of Construction, Architecture, Environmental Protection and Water Management". They had also mentioned the preparatory issues of the International grant project for 2014, according to the mutual collaborative memorandum of 30 March, 2010 (*image 19; p. 266*).

On the 17<sup>th</sup> of December in 2013, Prof. Jerzy Sobota had also met the Scientist of the Institute, the winner of the Scientific Training Course in Poland, Ac. D. of Engineering Sciences Prof. Marine Shavlakadze and they discussed the main issues of the training program. The soil and water research method has established as the main direction of the research with using the modern equipment (*image 20; p. 266*).

◆ On the 30<sup>th</sup> of December in 2013, the professor of Geography Department of Lomonosov Moscow State University, the Secretary of the International Association of Mudflows Sergey Chernomoretz visited the Institute. The doctors of Geographical Sciences from Georgia Prof. Emil Tsereteli, Prof. Igor Bondarev and tech. Ac. D. Giorgi Kherkheulidze were specially invited on the scientific session (*image 21, 22; p. 267*).

#### ENVIRONMENTAL PROTECTION PROJECTS

◆ On the 14<sup>th</sup> of November in 2013, the Director of Project Implementation Center for Wildlife Protection Fund of German Office in Georgia Nika Malazonia visited the Institute. During the meeting with the director of the Institute Prof. Givi Gavardashvili focused on the active involvement of the Institute Scientists in the Water Infrastructure Rehabilitation Projects for the surrounding sector villages of Javakheti National Park, Actually be prepared the Project – Budget Documents for drinking water infrastructure rehabilitation for surrounding villages of Javakheti National Park.

#### THE REHABILITATION OF MATERIAL AND TECHNICAL BASIS FOR GUARANTEEING THE EDUCATIONAL PROGRAMS

◆ On the 19<sup>th</sup> of March in 2013, the representatives from the World Bank Millennium Program and the University of Iowa (U.S.A.): Mr. Ramesh Kanvar, Stiven Michelson, Ardit Man and the representatives from the Millennium program from GTU, Mr. Nodar Surguladze and Aleko Zedelashvili visited the Institute. The discussion actually focused on the training of the professional

personnel in the agricultural melioration field on the existing Agro Engineering Base of the Water Management Institute within the Georgian Technical University scale and the rehabilitation of Scientific – Technical basis with using the modern equipment and technology. The visitors surveyed the Hydro technical Laboratory of the Institute in a functional condition and expressed the opinion about the necessity of its further rehabilitation (*images 23, 24; p. 269*).

◆ On the 23<sup>th</sup> of May in 2013, the representatives from the University of Iowa (U.S.A.): Mr. Steven Kanvar, Steven Freeman and Emmy Kaleyta visited in the Institute. The visitors surveyed the Hydrotechnical Laboratory of the Institute in a functional condition and expressed the opinion about the necessity of its further rehabilitation (*images 25, 26; pp. 269-270*).

#### NATIONAL STRATEGIC PROJECTS

◆ On the 28<sup>th</sup> of February 2013, a meeting was held concerning the study committee of the existing natural disasters scientific problems of the same academy in the Georgian National Academy of Sciences, which was dedicated to the silting forecast of the upper pool of Khudoni dam. The committee chairman, Vice-president of the Georgian National Academy of Sciences and academician-secretary Otar Natishvili made a public report. The issues of forming scientific-field researches of the upper pool of the Khudoni dam was co-addressed by the institute's director, technical-scientist Prof. Givi Gavardashvili; ten committee members were present at the meeting.

◆ On the 20<sup>th</sup> of March 2013, high-official visitors paid a visit to the institute, namely minister Davit Narmania of the Ministry of Infrastructure and Regional Development of Georgia, Head of the ministry administration Mr. Shota Murgulia, rector of GTU and academician Archil Phrangishvili, pro-rector and Prof. Levan Klimiashvili and others. The discussion was about the exploitation of large scale modeling of constructions in the institute's hydro technical laboratory by the means of implementing the infrastructural projects in the country. The visitors observed the institute's hydro technical laboratory in its functional state and expressed their

consideration in increasing its load-capacity in the future on the basis of endorsing an inter-cooperative memorandum (*images 27, 28, 29; pp. 270-271*).

◆ On September 17, 2013, in village Khaishi, Mestia region, a review of the draft EIA of Khudoni Dam with the locals was organized. The draft was presented by Ms. Nana Janashia, Director of CENN. The review was attended by famous hydraulic construction branch specialists: Prof. David Mirtskhoulava, Doctor of Technical Sciences, the head of the Project technical division at "Trans Electrica" Ltd, the Khudoni HPP building company, Mr. Paata Tsereteli, the Company Director, Mr. Sharma Vimar Cumar, a worldly famous hydraulic structure constructor of India, Keichan Dran (India), the head of the Company IT Department, Prof. Givi Gavardashvili, Doctor of Technical Sciences, the Institute Director, Mr. Anzor Chitanava, Dean of the Energy Department at TSU, Prof. Gia Arabidze, TSU professors: Mrs. Omar Kutsnashvili, Paata Tsintsadze and Kakha Bakhtadze, and local people.

#### GOVERNMENTAL LEVEL PROJECTS

◆ On 22<sup>nd</sup> of March 2013, the institute's director, technical-scientist Prof. Givi Gavardashvili met the Prior, archimandrite father Mikhael in Shio-Mgvime Fathers monastery. The conversation was about preparing a project proposal for regulating debris flows in the monastery's ravine canal (*images 30, 31; pp. 272-273*).

◆ In 5<sup>th</sup> of April 2013, a meeting was held in Dusheti municipality, on which the following persons were attending: head in charge of Dusheti Mr. Vazha Chokheli, the institute's director, Prof. Givi Gavardashvili, vice-director of Institute, PhD Inga Iremashvili, chief scientist and PhD of the institute Vakhtang Samkharadze, representative of the media Irma Jangirashvili and Prof. Zurab Pharesishvili of the Georgian Technical University.

The discussion enclosed the development and consolidation of the cooperation between the institute and Dusheti municipality and achieving bilateral vested interests in scientific-engineering as well, which is articulated by the possibility of fully using the institutes scientific potential for the means of providing the military road's ecological safety and participating in municipal developments



projects in Georgia (*image 32; p. 273*).

◆ The session of the Technical Council of the Roads Department of the Ministry of Regional Development and Infrastructure of Georgia held on May 16, 2013 was marked by the reports made by Director of the Institute, Doctor of Technical Sciences Prof. Givi Gavardashvili and head of the Department of Environment Protection and Engineering Ecology, PhD Goga Chakhaia. The reports considered the safety measures for the reinforced concrete bridge built in the river Tetri Aragvi bed in village Mleta of the Military Road of Georgia against the destructive action of the mudflows formed in the river Mletiskhevi.

### TRAININGS AND INTERNSHIP

#### Georgia

◆ In 18<sup>th</sup>-21<sup>st</sup> of February 2013, the professional standards training seminar for trainers within the range of "Supporting Program of Quality Improvement and opportunities for growth in Vocational Education Sector of Georgia" was held in the "Georgian Palace" Hotel in Qobuleti town. (Program Team Leader – Thomas Black, Scotland). In which, the Deputy Director of the Institute, tech. Ac. D. Inga Iremashvili took participate (*image 33; p. 274*).

The purpose of the Seminar was to share the achievements and values of EU in the mentioned field, that therefore means the corresponding increase of professional education, the improving of educational programs quality (with modern methodology of educational program development – DACUM – Development a curriculums) and the establishment of professional standards. The Seminar also included the inclusion of socially disadvantaged groups in the labor market system and the development of effective methods of professional orientation.

◆ In 25<sup>th</sup>-26<sup>th</sup> of April 2013, the Training "Better Quality and More Opportunities for Vocational Education in Georgia" was held in Vere Palace Hotel, in which the Deputy Director of the Institute Tech. Ac. D. Inga Iremashvili took participate. The Seminar focused on the development of professional standards and special programs for vocational education (*image 34; p. 275*).

#### Abroad

◆ At the beginning of 2013, the Director of the Institute, Tech. D. Sc. Prof. Givi Gavardashvili nominated the Scientist of Seas and Reservoirs Department of the Institute Ac. Doctor of Engineering Sciences Marine Shavlakadze to participate in the Grant Competition of Research Internship according to the memorandum between the Institute and the Wroclaw University of Environmental and life Sciences. Ac. D Marine Shavlakadze won the competition (the letter No442 of July 19, 2013, from Pro rector of Wroclaw University, Prof. Alina Vilichko 11.07.2013) and she will be enabling to implement the scientific researches in C. Wroclaw (Poland) from January 7, 2014 till April 7, 2014.

### MEMORANDUMS OF COOPERATION

◆ On 5<sup>th</sup> of November in 2013, the memorandum of mutual cooperation signed between the Water Management Institute of GTU and Tbilisi Teaching University. The agreement was reached between the director of the Institute Prof. Givi Gavardashvili and rector of the University Prof. Solomon Pavliashvili, according which the main goal of cooperation will be the involvement of scientific staff from the Institute in the training of young scientific cadres of the University on all four studying stages, and the students will be eligible to use the educational scientific laboratory of the Institute in Agro Engineering and Environmental Protection field.

◆ On the 15<sup>th</sup>-21<sup>st</sup> of November in 2013, the chief scientist of the scientific research institute for land reclamation mastering filed of Russia and the general director of the Scientific Technical Center of Meshcher, Dr of Agricultural sciences Prof. Yuri Mazhaisky visited the Institute. The discussion focused on the mutual collaboration between the Institutes, which will be put into practice at the end of 2013 by the memorandum.

On the 17<sup>th</sup> of November, the cooperation memorandum between the Scientific Technical Center of Meshcher and the Institute was signed by the Director of the Institute Prof. Givi Gavardashvili and Prof. Yuri Mazhaisky. The agreement provides for the implementation of the exchange programs for junior scientists, to prepare the mutual

international grant projects and the implementation of those projects (*image 35; p. 276*).

◆ On the 30<sup>th</sup> of December in 2013, the professor of Geography Department of Lomonosov Moscow State University, the Secretary of the International Association of Debris flows Sergey Chernomorets visited the Institute. The doctors of Geographical Sciences from Georgia Prof. Emil Tsereteli, Prof. Igor Bondarev and tech. Ac. D. Giorgi Kherkheulidze were specially invited on the scientific council. The Director of the Institute and the Chairman of the Scientific Council Prof. Givi Gavardashvili came with a proposal to extend the term of cooperation memorandum with the Moscow State University, which was officially signed (*image 36; p. 276*).

## CONFERENCES AND SYMPOSIUMS

### Georgia

◆ On the 14<sup>th</sup>-21<sup>st</sup> of May in 2013, the students 80<sup>th</sup> International open Scientific Conference was held at the Georgian Technical University, in which the scientist of Environmental Protection and Engineering Ecology department of the Institute, PhD student Tamriko Supatashvili had participated and took the First Place (Leader – Prof. Givi Gavardashvili).

### International

◆ On the 25<sup>th</sup>-28<sup>th</sup> of June in 2013, the 5<sup>th</sup> International Conference was held in the Saint – Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. The conference focused on the "Current Problems of Construction and Architecture" – theme, it was attended by the director of the Institute, Dr., Prof. Givi Gavardashvili, the head of Environmental Protection and Engineering Ecology Department of the Institute PhD, associated Prof. Goga Chakhaia, and the scientist of the same department PhD, associated Prof. Levan Tsulukidze.

◆ On the 22<sup>nd</sup>-24<sup>th</sup> of July in 2013, the International Conference about the 'Protection and Rational Use of Water eco systems of Colchis lowland' was held in C. Tbilisi (Tbilisi State University) and Poti town (in the hotel "Andamat"), it was attended by 22 scientists of the institute and the 8 reports from the Water Management Institute

were presented. The conference was funded by Shota Rustaveli National Science Foundation (*image 37; p. 277*).

◆ From July 29 till August 4 of 2013, the 3<sup>rd</sup> International Scientific and Technical Conference about the "Modern Problems of Environmental Protection, Construction and Architecture" was held in the Conference room of Agency of Protected Areas of Borjomi-Kharagauli National Park in Borjomi town (Meskheti Str. 23, Borjomi). The Conference was organized by the Ministry of Education and Science of Georgia and the EcoCenter for Environmental Protection, dedicated to memory of Prof. Vakhtang Tevzadze.

The Conference opened on the 31<sup>st</sup> of July in 2013, at 9.30 am. The conference was attended by the Scientists, PhD students and Master students from 6 countries – Georgia, Armenia, Azerbaijan, Turkey, Russia and Iran, among them 21 representatives were from Georgia, 15 from Armenia, 6 from Azerbaijan, 2 from Russia, 1 from Iran and 1 from Turkey. Total of 46 reports were presented at the Conference.

The Conference was opened by the chairman of the Organizing Committee and the Director of the Institute Dr., Prof. Givi Gavardashvili; he made a public report and then paid a respect to Prof. Vakhtang Tevzadze with a one minute silence in honour to his memory. The co-administrators of the conference organizing committee the rector of the Armenia State University of Construction and Architecture Dr., Prof. Hovhannes Tokmajyan and the Dean of Geography faculty of Baku State University Dr., Prof. Farda Imanov made a word of greeting. The conference members articulated the role of International Conference not only in scientific development and exchange of experiences but also in restoration of peace in Caucasus regions as well.

The Conference was highlighted by Samtskhe-Javakheti TV – (<http://borjomi.tv/?menuid=14&id=463&lang=1>) and by "Borjomi" newspaper. The organizing committee had decided that the following 4<sup>th</sup> International Conference about the "Modern Problems of Construction, Architecture and Environmental Protection" – will be held in the beginning of September of 2014 and will be

devoted to the 85 year anniversary of the Water Management Institute of GTU (*images 38, 39, 40; pp. 278-279*).

◆ On 7-13<sup>th</sup> of October 2013, institute's director and Dr., Prof. Givi Gavardashvili was on a business trip in C. Padua (Italy), where the "Vajont-2013" international conference was held of which was dedicated to the 50<sup>th</sup> anniversary of the Vajont dam catastrophe (1963-2013). "The forecast of the caused flood in the Sioni land dam accident" case was presented on the conference theme.

After the presentations had ended, a field trip was arranged to the Vajont dam. The scientific-specialists who made reports were awarded relevant certificates at the closing of the conference.

Other than the presentations (carried out at the conference hall and Vajont dam), meetings were held with scientific-specialists from various countries, namely: with the dean of the geology faculty of the Padua University, Prof. Rinaldo Chenevoi (Italy), natural resources and life supporting science university of Vienna, Prof. Jana Schneider (Austria), Kyoto University, Prof. Jongui Vanga (Japan), the National Institute of Environmental Protection and Infrastructure development of Japan, Prof. Taro Uchida, Russian "Hydro projects institute" seismic department director, tech. D. Sc Alexander Shtorm, geological and environmental department of Ben-Gurion university, Professor and tech. D. Sc Joseph Hatzor, Civil engineering department of Rome University, engineer-hydro technician tech. D. Sc. Prof. Francesco Federico, representative of firm "Laika", Helena Piantel and firm "Sis Geos" representatives (*images 41, 42, 43, 44, 45; pp. 279-281*).

◆ On 19<sup>th</sup>-21<sup>st</sup> of November 2013, the VII Russian hydrological conference was held in C. St. Petersburg (Russia), which is conducted once in a decade. The institute's director and tech. D. Sc. Prof. Givi Gavardashvili was attending the conference from Georgia, who presented a report on the theme of "Research on the general hydrological parameters of debris flow by using the reliability and risk theories". 702 scientific-specialists took participation in the conference process from scientific, project and social organizations from around 14 foreign countries and Russia (*image 46; p. 282*).

◆ On 4-6<sup>th</sup> of December 2013, the X anniver-

sary international scientific-technical conference was held in the technological university of C. Czestochowa (Poland) on the theme "Construction of facilities with an optimized energetic potential", which was initiated by the patronage of the university rector D. Sc Maria Novitska-Skovroni. The institute's director and tech. D. Sc Prof. Givi Gavardashvili, who was a committee member of the international conference at the same time, made a public report on the "Validity increasing issues on the exploitation of hydro energetic and melioration designated water reservoirs" theme.

◆ From 20<sup>th</sup> to the 25<sup>th</sup> of December 2013 the institute's director and Dr., Prof. Givi Gavardashvili was on a business trip in C. Baku (Azerbaijan), where the 5<sup>th</sup> republican conference in dedication to the 70<sup>th</sup> anniversary of the geography department of the Baku State University was held. He made a public speech at the conference on the "Territorial flooding prognosis in case of a feasible accident of the Georgian high-rise land dam" theme.

After the conference presentations had ended, Prof. Givi Gavardashvili, in the collective name of the Water Management Institute of GTU congratulated the anniversary of the geography department dean of the Baku State University, Prof. Farda Imanov and delivered an official address. In addition, meetings were held in relation to the scientific research works projecting (*images 47, 48; pp. 282-283*).

#### RECEIVED AWARDS

◆ On 19<sup>th</sup> of July 2013, by the decree No21/06/01 of the President of Georgia as of 21<sup>st</sup> of June 2013, the institute's director and tech. D. Sc. Prof. Givi Gavardashvili was awarded a Medal of Honor (*image 49; p. 283*).

◆ On the 30<sup>th</sup> of December in 2013, the professor of Geography Department of Lomonosov Moscow State University, the Secretary of the International Association of Debris flows Sergey Chernomorets visited the Institute. The doctors of Geographical Sciences from Georgia Prof. Emil Tsereteli, Prof. Igor Bondarev and tech. Ac. D. Giorgi Kherkheulidze were specially invited on the scientific council.

Doctor of Geographical sciences, Prof. Igor

Bondarev, Tech. Ac. D. Giorgi Kherkheulidze and Director of the Institute Prof. Givi Gavardashvili were awarded with the medal of 2013 of International Association, which was devoted to the 100 year anniversary of mudflows researcher and honored scientist of Lomonosov University Prof. Simon Fleishman. The award ceremony was conducted by the official decree of the president of International Association of Mudflows, Prof. K. Nosov (*images 50, 51; p. 283-284*).

**THE WINNER OF SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION GRANTS FROM THE INSTITUTE, 2013**

**1. Grant No30/01**

"The evaluation of vulnerability system of existing sensitive areas and the development of effective measures against soil degradation, arising as a result of ecocide implemented by Russia in the resort Borjomi valley", 15.04.2013 – 15.04.2015 (Project Manager – tech. Ac. D. Goga Chakhaia).

**2. Grant No31/72**

"The Assessment Methodology of River Banks vulnerability with the consideration of Flood risks", 15.04.2013 – 15.04.2015 (Project Manager – Tech. Ac. D. G. Dokhnadze).

**THE WINNER GRANTS OF SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION IN THE PRESIDENT'S INDIVIDUAL RESEARCH GRANT PROGRAM FOR "JUNIOR SCIENTISTS"**

1. "The Intensity estimation of erosive processes on the burnt mountain slopes of resort Tsagveri on the base of determination the Physical-Mechanical and Chemical characteristics" 01.01.2013 – 31.12.2013 (Project Manager – Ac. D. of Engineering Sciences M. Shavlakadze);
2. "The Development of energy saving technology for water supply of Gurjaani town through the accumulation of runoff in the alluvial structure of mountain slopes", 01.12.2013 – 31.12.2013 (Project Manager – PhD student Giorgi Omsarashvili).

**THE WINNER GRANTS OF SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION IN PHD EDUCATIONAL PROGRAMS, 2013-2014**

◆ On the 27<sup>th</sup> of September 2013, the Shota Rustaveli National Scientific Foundation announced the grant competition for PhD Educational Programs of 2013-2014, in which the PhD students of Prof. Givi Gavardashvili participated and got awarded: scientific-coworker of the institutes environmental protection and engineering ecology department Tamriko Supatashvili and PhD Maka Guguchia specializing in agricultural melioration of the construction faculty in the direction of agro-engineering.

**SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION GRANT COMPETITION – WINNER GRANTS OF INDIVIDUAL TRAVELING GRANTS FOR JUNIOR SCIENTISTS**

◆ The scientist-coworker of the seas and water tanks department of the institute, engineering D. Sc Academician Marine Shavlakadze was announced winner of the Shota Rustaveli National Science Foundation grant competition – individual traveling grants for junior scientists. In 18<sup>th</sup> – 21<sup>st</sup> of June 2013, she was attending on the International conference "Environmental protection and technology" (in a session of verbal speech giving section) in Turkey, C. Urgup where she made a public report on "The study of the determining traits and dissoluble processes for manganese encompassing materials usable for micro-fertilizers new composition" (*image 52; p. 285*).

◆ The scientist-coworker of the seas and water tanks department of the institute, engineering D. Sc Academician Marine Shavlakadze was announced winner of the Shota Rustaveli National Science Foundation grant competition – individual traveling grants for junior scientists. On 14-15<sup>th</sup> of November 2013, she was attending the International Conference on Biology, Environment Protection and Chemistry "ICBEC 2013" in Italy, C. Venice and made a public report on "The feasibility study of achieving a dissoluble and non-dead matter micro-fertilizers on the basis of the manganese encompassing crystal-glass materials" (*image 53; p. 286*).

**GRANT-PROJECTS SPONSORED  
BY THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY  
IN 2013**

1. The new construction channel cutter attenuator of kinetic energy of surface flow formed as a result of intensive rains on the slope (project director – PhD V. Samkharadze);
2. The vulnerability assessment of degraded slopes of TRACECA transport corridor (village Gldani section) and work out of modern technology against soil degrade (project director – PhD L. Tsulukidze).

**INTERVIEWS**

◆ On the 1<sup>st</sup> of March in 2013 the Director of the Institute, Prof. Givi Gavardashvili gave an interview to newspaper "Georgian Republic" – titled "Institute of Strategy Meaning is in Reliable hands". This implies that the Water Management Institute of Georgian technical University is strategic importance for the country in directions of water management, environmental protection, and ecological safety and reclamation areas.

◆ On the 13<sup>th</sup> of June in 2013, the Director of the Institute, Prof. Givi Gavardashvili gave an interview to TV show Aqua Georgia. The dialogue focused on the restoration of the naval transportation canal by the means of considering stabilization.

◆ On the 16<sup>th</sup> of June in 2013, the director of the Institute Prof. Givi Gavardashvili gave an interview to the TV show "Journalistic Investigation" on the Georgian channel "Maestro", as a State Committee member in assessing the ecological-economic losses of the burnt over forests of Borjomi as a result of the warfare in August 2008 and the water protection activities of the mountain slopes soil against erosion, which later on based investments from the government of Finland to Georgia.

◆ From 20<sup>th</sup> to the 25<sup>th</sup> of December 2013 the institute's director and tech. D. Sc. Prof. Givi Gavardashvili was on a business trip in C. Baku (Azerbaijan), where the 5<sup>th</sup> republican conference in dedication to the 70<sup>th</sup> anniversary of the geography department of the Baku State University was held. He made a public speech at the conference on the "Territorial flooding prognosis in case of a feasible

accident of the Georgian high-rise land dam" theme.

On 24<sup>th</sup> of December, meetings were held with the mass media, where an interview was taken from the institute's director Prof. Givi Gavardashvili by journalists of newspapers "Echo" and "Caspian". The indicated interviews were made public in 28<sup>th</sup> of December 2013 papers.

**BOOK PRESENTATION**

◆ On 18<sup>th</sup> of December 2013, a presentation on the book "Scientist's Business Card" was held in gallery "Universe" of the Georgian Technical University I block, which was dedicated to the 55<sup>th</sup> anniversary of director, doctor of technical sciences Prof. Givi Gavardashvili of the Water Management Institute.

The book overviews the last 5 years (2008-2012) of institute's director Prof. Givi Gavardashvili's work in administrative, practical-science and pedagogy, also international relations that he conducted with 16 different countries (in Georgian, Russian and English languages). The book comprises 466 pages and illustrates color photography. The book, which was published by the editorial of Otari Natishvili, is dedicated to the 80<sup>th</sup> anniversary of the Water Management Institute that was organized by Givi Gavardashvili and presents other following developments such as: a brief report on the International Symposium conducted under the auspices of UNESCO, information regarding the institutes activities, bibliographical data of the biographic and scientific works, inventions and monographs of G. Gavardashvili, of which (by his instructorship and direct participation in 2006-2013) the projected and implemented environmental protection activities in Georgia are listed.

The presentation was opened by the head of perspective development office of GTU, Prof. Tamaz Batsikadze. The Deputy Director of the Institute, tech. Ac. D. Inga Iremashvili introduced the presentation.

Academician of Georgian National Academy of Science Prof. Otari Natishvili, the director of the Construction Institute of Wroclaw University of Environmental and Life Science, tech. D. Sc. Prof. Jerzy Sobota, the Deputy Rector of GTU in the

Scientific field, tech. D. Sc. Prof. Zurab Gasitashvili, the Deputy Director of the United Water Supply Company of Ministry of Infrastructure and Regional Development of Georgia Mr. Kakhaber Sologhashvili, the Technical Project Manager of "Trans Electrica" Ltd company, Tech. D. Sc. Prof. Davit Mirtskhoulava, Academician of Georgian National Academy of Sciences Tengiz Urushadze, the tech. D. Sc. of Construction Faculty of GTU Prof. Shalva Gagoshidze, the tech. D. Sc. of Construction Faculty of GTU Prof. Teimuraz Gvelesiani, the Head of seas and reservoirs department of the Water Management Institute Tech. D. Sc. Irine Iordanishvili, the Scientist of the same Institute, associated professor of GTU Zurab Lobzhanidze made a word of greeting on the presentation (*images 54, 55, 56, 58; pp. 288-289*).

#### EXPERTISE ACITIVITIES – 2013

- ◆ The South Caucasus Pipeline Expansion Project, Georgia, the Social and Environmental Impact Assessment, the final report – the impacts on the social and natural environment and mitigation measures (planed activities), Ecological Expertise – **expert Prof. Givi Gavardashvili**;
- ◆ The South Caucasus Pipeline Expansion Project, Georgia, the Social and Environmental Impact Assessment, the final report – the impacts on the social and natural environment and mitigation measures (planed activities), Ecological Expertise – **expert Prof. Givi Gavardashvili**;
- ◆ The ecological expertise on the Environmental Impact Assessment Report of 10.25 mega watts Hydro Power Station on the R. Rachkha, organized by "GN ELECTRIC" – company – **expert Prof. Givi Gavardashvili**.

---

---

## ХРОНИКА

### ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ЗА 2013 ГОД

В институте, который основан в 1929 году, в настоящее время работает 61 сотрудник, из них 54 % - научные сотрудники, среди которых: 1 – вице-президент Национальной АН Грузии, академик-секретарь и зав. отделом сельского хозяйства той же академии, 1 – член-корреспондент Академии сельскохозяйственных наук Грузии, 4 – академика Экологической академии, 3 – докторанта и 4 – магистра.

#### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНСТИТУТА

- ◆ В периодических изданиях 2013 года опубликовано около 65 статей и 1 монография;
- ◆ В институте разрабатывается 17 бюджетных тем, которые актуальны с точки зрения участвовавших в стране природных катастроф и научной разработки мероприятий по охране окружающей среды.

#### НАУЧНЫЕ СВЯЗИ ИНСТИТУТА

##### Грузия

◆ 23-го января 2013 года в Национальной АН Грузии было проведено заседание Комиссии по изучению научных проблем природных катастроф на тему "Изучение рисков экологических опасностей глубинного слоя сероводорода Черного моря и возможной реактивации этого слоя". Заседанием руководил Председатель комиссии, вице-президент Национальной АН Грузии, академик О. Натишвили и Ученый секретарь комиссии, член-корреспондент Академии Г. Габричидзе.

Наряду с другими докладчиками выступил директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили с докладом на тему "Надежность арочной плотины Ингури при сейсмических и других воздействиях по сценарию чрезвычайных ситуаций и план реагирования на них". Содокладчиками были члены-корреспонденты Академии Г. Габричидзе и Т. Челидзе.

На том же заседании представил доклад ст. научн. сотрудник Института доктор тех. наук, проф. Т. Гвелесиани на тему "О математическом моделировании возникновения цунами в Черном море".

Комиссия постановила просить о курировании и финансировании указанной проблемы организацию BSEC (Black Sea Economical Centre) или ее структуры. Предлагается участие в программе государствам, состоящим в этом объединении.

◆ 11-го февраля 2013 года в гостинице "Шератон Метехи палас" прошла информационная встреча министерства инфраструктуры и регионального развития Грузии, которая касалась проектов Министерства реабилитации общественной инфраструктуры 2013 года. Докладывали министр Давид Нармания, первый заместитель министра Тенгиз Шергелашвили и заместитель министра Шота Мургулия.

В рабочих встречах приняли активное участие директор Института, доктор техн. наук, проф. Гиви Гавардашвили и руководитель отделения защиты окружающей среды и инженерной экологии, тех. акад. доктор Гога Чахая. Состоялась личная аудиенция с министром Давидом Нармания, где шел разговор о сотрудничестве института с министерством в подготовке региональных и муниципальных проектов.

Профессор Гиви Гавардашвили пригласил Министра в Институт для изучения рабочего процесса гидротехнической лаборатории на месте с целью ее модернизации. Договорились о подготовке меморандума о сотрудничестве между Министерством и Институтом (*фото 1, 2; стр. 256*).

◆ 26 февраля 2013 года в Министерстве инфраструктуры и регионального развития Грузии состоялась рабочая встреча с начальником департамента Грузберегозащиты министерства Т. Капанадзе и с его заместителями Т. Метрели и Р. Саджая. На встрече присутствовали

директор Института, доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили и руководитель отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии, акад. доктор тех. Гога Чахая и ст. научн. сотрудник Леван Цулукидзе, а также первый заместитель начальника департамента автомобильных дорог К. Гасвиани. По поручению министра Д. Нармания разговор коснулся сотрудничества Министерства и Института с целью защиты инженерных сооружений от природных стихийных явлений, проведения крупномасштабного моделирования в гидротехнической лаборатории Института для обеспечения надежности конструкций с учетом надежности их работы и риска.

Разговор коснулся также подготовке меморандума между Министерством и Институтам.

♦ 4 марта 2013 года в головном офисе Компании "Trans Electrica" Ltd состоялась рабочая встреча по поводу строительства железобетонной арочно-купольной плотины Худони. На встрече присутствовали руководитель технического направления проекта строительной Компании Худони ГЭС "Trans Electrica" Ltd докт. тех. наук, проф. Давид Мирцхулава, директор Компании Паата Церетели, известный в мире строитель гидротехнических сооружений из Индии – Шарма Вимар Кумар, руководитель службы информационного обеспечения – Кеичан Драни (Индия), директор Института докт. тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили, зам. директора Института, ст. н. сотрудник, акад. доктор тех. Инга Иремашвили, помощник директора, акад. доктор тех. Шорена Купреишвили, руководитель отдела защиты окружающей среды и инженерной экологии, акад. доктор тех. Гога Чахая и ст. н. сотрудник того же отдела Леван Цулукидзе (*фото 3; стр. 257*).

Презентация касалась исторического и современного состояния строительства плотины, ее технических показателей, положительных и отрицательных сторон строительства, перспективности ее качества для Грузии, перспективы занятости местных кадров и т.д.

С целью использования научного потенциала Института постановили подготовить меморандум, чтобы в строительстве вышеупомянуто-

го проекта приняли участие высококвалифицированные научные специалисты института.

♦ 30 мая 2013 года в Кавказском международном институте состоялась презентация Международной программы "Дуруджи", на которой присутствовали представители Кавказского института региональной безопасности, Грузинского национального комитета Хельсинской гражданской ассамблеи, сотрудники исследовательского центра межмуниципалитетных отношений, представители посольств Швейцарии, Голландии, Украины, а также сотрудники муниципалитета Кварели, директор Института докт. тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили, руководитель отдела защиты окружающей среды и инженерной экологии, акад. доктор тех. Гога Чахая.

На презентации выступил проф. Гиви Гавардашвили, который подчеркнул роль Института и актуальность научно-исследовательских работ в изучении формирования селей в водосборном бассейне реки Дуруджи и о его значении в разработке эффективных мероприятий с целью защиты населения г. Кварели от стихии. Также выступил Гога Чахая, который подчеркнул, что впервые в истории исследования селей Г. Гавардашвили в 2003 году подготовил и опубликовал монографию "Прогнозирование эрозионно-селевых процессов в бассейне реки Дуруджи и новые инженерные мероприятия по борьбе с ними" на 116 страниц. (изд. "Мецниереба", 2003), где комплексно представлены научно-исследовательские работы, а также впервые в истории исследований Дуруджи осуществлена видео-визуальная съемка всего водосборного бассейна реки Дуруджи (продолжительность фильма 2 ч. 30 мин.), которая дает возможность уточненного прогнозирования современного экологического положения водосборного бассейна реки. Упомянутые исследования актуальны и в настоящее время для эффективной защиты населения г. Кварели.

♦ 29 августа 2013 года доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили встретился с зам. Министра науки и образования доктором тех. наук, проф. Тамазом Марсагишвили. Разговор, который длился 2 часа, коснулся состояния



науки в Грузии и перспектив ее развития, среди них научного направления Института водного хозяйства согласно стратегическому плану развития страны.

С целью информации доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили коротко ознакомил зам. министра со стратегическим планом действия и направлениями Института: сельского хозяйства (мелиорация), водного хозяйства (плотины и гидротехнические узлы с соответствующими вспомогательными сооружениями), охраны окружающей среды (прогнозирование стихийных явлений природы и разработка новых инженерно-экологических мероприятий борьбы с ними). Разговор коснулся также разработки новой учебной программы агроинженерии с 2012 года на строительном факультете ГТУ, в частности, в области мелиорации с учетом четырех ступеней: профессиональная, бакалавриат, магистратура и докторантура, которая уже функционирует.

Наметили перспективы деятельности института на будущие 20 лет с учетом направлений стратегического развития страны (*фото 4; стр. 259*).

◆ 15 ноября 2013 года в Национальной АН Грузии прошло заседание комиссии, изучающей проблемы природных катастроф, под председательством академика Отара Натишвили. С докладом на тему "Мировой опыт последствий аварий высотных плотин и существующее положение в Грузии" выступил директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили. Доклад представлен в 2 этапа: на I этапе внимание было заострено на Международной конференции "Вайонт-2013", которая проходила 8-10 октября 2013 года в г. Падуя, в связи с 50-летием катастрофы на плотине Вайонт и был дан короткий анализ докладов представленных на конференции. На II этапе была представлена тема "Анализ и оценка риска наводнения, возникшего в случае аварии на Сионской земляной плотине" (*фото 5, 6; стр. 259-260*).

◆ 27 ноября 2013 года в Институте водного хозяйства ГТУ прошла рабочая встреча, на которой присутствовали директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили и

зам. директора Института, ст. научн. сотрудник, акад. доктор тех. Инга Иремашвили, руководитель отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии, акад. доктор тех. Гога Чахая и местный житель села Накра Местийского района, агроном-экономист Клименти Цинделиани. Разговор коснулся письма от представителя Местийского муниципалитета в территориальном органе села Накра господина Родама Гвармиани с подписями около 90 местных жителей села Накра. В письме говорится об обеспечении безопасности населения как жителей пограничного села, остановки миграции, что связано с вопросами охраны окружающей среды, регулирования природных катастроф и устройства малых ГЭС. В результате беседы достигнуто соглашение о том, что Институт поставит вопрос о решении вышеуказанных проблем перед правительством для обеспечения безопасности пограничной зоны одного из стратегических объектов страны (*фото 7; стр. 260*).

◆ 27 декабря 2013 года директор Института, проф. Гиви Гавардашвили представил общему собранию института годовой отчет выполнения бюджета, научных достижений 2013 года и перспективный план 2014 года. Позже с докладом выступили докторанты проф. Гиви Гавардашвили: научный сотрудник отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии Тамрико Супаташвили и – докторант специальности с/х мелиорация агроинженерного направления строительного факультета Мака Гугучия, выигравшие грант в конкурсе образовательной программы докторантов 2013-2014 г.г., объявленном Национальным научным фондом Шота Руставели (*фото 8, 9; стр. 261*).

### За рубежом

◆ 17-го января 2013 года в Институте гостили Председатель аппарата администрации Ереванского государственного университета архитектуры и строительства, кандидат тех. наук, доцент Егиазар Вагранович Варданян и аспирант того же университета Армен Раганович Закарян.

Разговор шел об осуществлении международного еврогранта "Проектирование

трубопроводов для питьевой воды и канализации для населения шести городов Грузии". Подчеркнули, что компании CES, победившей в тендере требуются квалифицированные соисполнители со стороны Грузии и Армении (*фото 10; стр. 262*).

Позже обсудили вопросы участия научных специалистов вышеуказанного университета в сборнике научных трудов № 68 Института за 2013 год и организационные вопросы проведения третьей международной научно-технической конференции "Современные проблемы защиты окружающей среды, архитектуры и строительства". Принято решение о проведении Международной конференция 29 июля – 4 августа 2013 года в г. Боржоми.

◆ 11 мая 2013 года Институт посетил грузинский ученый из Санкт-Петербурга, можно сказать мэтр гидрологии, руководитель лаборатории русловых процессов Российского государственного гидрологического института (ГГИ) доктор тех. наук проф. Зураб Копалиани.

Разговор коснулся будущего сотрудничества между Институтом водного хозяйства и Российским государственным гидрологическим институтом (ГГИ), крупномасштабного гидравлического моделирования русловых процессов в гидротехнической лаборатории института, которое будет способствовать надежной работе высоких плотин, и проявится в уточнении проектных значений с учетом уточненной надежности конструкций (*фото 11; стр. 262*).

◆ 25 июня 2013 года Институт посетили профессора Университета прикладных наук г. Леуварден (Нидерланды) в области охраны окружающей среды, доктора: Джейн Ван дер Луит и Тания Ван Хеувелен, также профессора Аграрного университета Грузии: Эдуард Кухалашвили, Тамаз Одиладзе и Константин Бзиава (*фото 12; стр. 263*).

Рассмотрели возможность подготовки совместного международного гранта при финансировании Голландии.

◆ 26 августа 2013 года в Институте с рабочим визитом находилась канд. тех. наук. кафедры гидрометеорологии географического факультета Бакинского государственного университета

Наила Гасанова. При встрече с директором Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили согласно меморандуму о сотрудничестве Бакинского государственного университета и Института водного хозяйства Грузии от 15 февраля 2010 года разговор касался проблем загрязнения воды в водосборном бассейне р.р. Кура–Аракси и прогнозирования деструктивных процессов, протекающих на горных склонах водосборного бассейна р. Алазани и р. Киш-чай и проведении инженерно-экологических мероприятий по борьбе с ними. Было принято соглашение о том, что госпожа Наила передаст указанную информацию о подготовке международного гранта декану географического факультета Бакинского государственного университета, доктору геогр. наук, проф. Фарда Иманову для совместной проработки и последующей встречи в г. Баку (*фото 13; стр. 263*).

◆ 29 августа 2013 года в Институте гостил главный специалист международного тренинга сельского хозяйства программы Кохран аграрного департамента США Лев Кучевский. При встрече с доктором тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили обсуждался вопрос развития в Грузии одной из стратегических отраслей сельского хозяйства – мелиорации и стажировки в США в 2015 году профессиональных и научных кадров для ее развития с учетом современной техники и технологий. При встрече присутствовал начальник департамента мелиорационной политики Министерства сельского хозяйства Грузии Валериан Мчедлидзе. Директор института обратился с просьбой к господину В. Мчедлидзе о посредничестве перед Министерством иностранных дел и посольством США об осуществлении в 2014 году профессиональной программы в области мелиорации. Директор института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили показал смонтированный в гидротехнической лаборатории научный стенд стационарного капельного орошения в рабочем состоянии (*фото 14, 15; стр. 264*).

◆ 6 сентября 2013 года в Институте с визитом находились профессора Ченстоховского технологического университета (Польша) доктора тех. наук Ярек и Марлена Райчик. Во время

встречи с директором Института доктором тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили разговор касался участия Института в запланированной в декабре 2013 года в Ченстоховском технологическом университете (Польша) X Юбилейной международной научно-технической конференции на тему: "Строительство сооружений, имеющих оптимизированный энергетический потенциал". Было запланировано оформление меморандума о сотрудничестве (*фото 16; стр. 264*).

◆ 12 ноября 2013 года Институт посетил профессор Гессенского университета Лоренц Кинг. Разговор касался международной обменной программы и интенсивной работы над грант-проектами согласно договору, оформленному 1 июля 2006 года между Институтом и Центром международного сотрудничества Гессенского университета. Было принято соглашение о подготовке нескольких грант-проектов на тему охраны окружающей среды и обеспечения безопасности населения в регионах риска стихийных бедствий. Директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили заранее поздравил проф. Лоренца Кинга с 67-летием и пожелал успехов в научной и общественной деятельности (*фото 17; стр. 265*).

◆ 15-21 ноября 2013 года в Институте находился главный н. с. Всероссийского НИИ сельскохозяйственного использования мелиорированных земель РАСХН, а также генеральный директор Мещерского научно-технического центра, докт. с/х наук проф. Ю.А. Мажайский. В разговоре с директором института он передал привет от директора вышеуказанного института профессора Н.Г. Ковалева. Был рассмотрен вопрос о сотрудничестве, что отразится в оформлении меморандума в конце 2013 года (*фото 18; стр. 265*).

Согласно договоренности 20 ноября 2013 г. проф. Ю.А. Мажайский сделал доклад в Институте водного хозяйства на тему "Практика рекультивации деградированных и загрязненных сельскохозяйственных угодий".

◆ 15-20 декабря 2013 года в Институте находился директор Строительного института Вроцлавского университета (Польша) доктор тех. наук, проф. Ержи Собота. Во время встречи

с директором Института доктором тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили разговор коснулся подготовки международного проекта и проведения совместной научно-технической конференции в 2014 году, согласно меморандуму о сотрудничестве между Институтом и Вроцлавским университетом от 30 марта 2010 года. Конференция будет посвящена 85-летию Института водного хозяйства ГТУ и темой будет "Современные проблемы водного хозяйства, защиты окружающей среды, архитектуры и строительства" (*фото 19; стр. 266*).

17 декабря 2013 года он также встретился с победительницей в программе стажировки в г. Вроцлаве с научным сотрудником отдела морей и водоемов Института, акад. докт. инж. наук Марине Шавлакадзе и на встрече были рассмотрены основные вопросы стажировки. Главное направление исследований было сформулировано следующим образом – освоение методики исследования воды и почвы с использованием современной аппаратуры (*фото 20; стр. 266*).

◆ 30 декабря 2013 года в Институте находился профессор географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Ученый секретарь Селевой ассоциации С. С. Черноморец. В связи с его визитом на Ученый совет с грузинской стороны были приглашены доктора географических наук, профессора Эмиль Церетели, Игорь Бондарев и акад. доктор Георгий Херхеулидзе (*фото 21, 22; стр. 267*).

#### ПРОЕКТЫ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

◆ 14 ноября 2013 года Институт посетил директор осуществляющего звена проекта немецкого филиала Всемирного фонда дикой природы (WWF) в Грузии Ника Малазония. В разговоре с директором Института доктором тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили был рассмотрен вопрос об активном участии научных сотрудников института в разработке проектов реабилитации инфраструктуры воды в селах вспомогательной зоны Джавахетского национального парка, в частности: "Подготовка проектно-сметной документации инфраструктуры

питьевой воды в селах вспомогательной зоны Джавахетского национального парка".

### РЕАБИЛИТАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

◆ 19 марта 2013 года в Институте побывали представители Всемирного банка, в частности программы Миллениум и Университета штата Айова из Америки: Рамеш Канвар, Стивен Майкельсон, Ардит Ман, Стивен Фримен и представители программы Миллениум ГТУ Нодар Сургуладзе и Алеко Зеделашвили. Разговор касался реабилитации научно-технической базы с использованием современной техники и технологий для подготовки профессиональных кадров в области с/х мелиорации и агроинженерного направления на базе Института водного хозяйства в пределах Грузинского технического университета. Гости осмотрели гидротехническую лабораторию Института в рабочем состоянии и высказали пожелания по поводу необходимости ее последующей реабилитации (*фото 23, 24; стр. 269*).

◆ 23 мая 2013 года в Институте находились профессора Университета штата Айова г-жа Эми Калейт и Стивен Фримен, со стороны Грузии – проф. Сандро Давиташвили. Гости осмотрели гидротехническую лабораторию Института в рабочем состоянии и высказали пожелания по поводу необходимости ее последующей реабилитации (*фото 25, 26; стр. 269-270*).

### ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ

◆ 28 февраля 2013 года в Национальной АН Грузии состоялось заседание Комиссии по изучению научных проблем природных катастроф, посвященное вопросам прогнозирования заиливания верхнего бьефа Худонской плотины. Председатель комиссии, вице-президент Национальной АН Грузии, академик-секретарь О.Г. Натишвили сделал доклад. Содокладчиком по вопросам научно-полевых исследований формирования верхнего бьефа Худонской плотины был директор Института доктор тех. наук,

проф. Гиви Гавардашвили. На заседании присутствовало десять членов комиссии.

◆ 20 марта 2013 года Институт посетили Министр регионального развития и инфраструктуры Грузии Давид Нармания, руководитель администрации Министерства Шота Мургулия, ректор ГТУ академик Арчил Прангишвили, проректор, проф. Леван Климиашвили и др. Обсудили применение крупномасштабного моделирования конструкций в гидротехнической лаборатории института с целью осуществления инфраструктурных проектов в стране. Гости осмотрели гидротехническую лабораторию института в рабочем состоянии и высказали мнение об активном использовании лаборатории в будущем на основе оформления меморандума о сотрудничестве (*фото 27, 28, 29; стр. 270-271*).

◆ 17 сентября 2013 года состоялось обсуждение проекта оценки влияния Худонской плотины на окружающую среду. Проект представила директор CENN г-жа Нана Джанашия. При рассмотрении проекта присутствовали известные специалисты в области гидростроительства: Руководитель технического направления строительной компании "Trans Electrica" Ltd Худони ГЭС доктор тех. наук, проф. Давид Мирцхулава, директор компании Паата Церетели, известный строитель гидротехнических сооружений из Индии Шарма Вимар Кумар, начальник информационного обеспечения компании Кеичан Драни (Индия), директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили, Анзор Читанава, декан энергетического факультета ГТУ проф. Гия Арабидзе, проф. ГТУ Омар Куцнашвили, Паата Цинцадзе, Каха Бахтадзе и местные жители.

### ПРОЕКТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО МАСШТАБА

◆ 22 марта 2013 года в Шио-Мгвимском монастыре директор Института, доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили встретился с настоятелем монастыря Архимандритом отцом Микаелом. Целью встречи была подготовка проектного предложения для регулирования селей в русле монастырского ущелья (*фото 30, 31; стр. 272-273*).

◆ 5 апреля 2013 года в совете муниципалитета Душети состоялась встреча, на которой присутствовали Глава муниципалитета Важа Чохели, директор Института, доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили, заместитель директора института, ст. н. сотрудник, акад. доктор тех. Инга Иремашвили, ст. научн. сотрудник института, акад. доктор техники Вахтанг Самхарадзе, представитель медиа Ирма Джангирашвили и проф. ГТУ Зураб Паресишвили.

Во время встречи говорили о развитии и укреплении связей между Институтом и Душетским муниципалитетом, о двухсторонней заинтересованности в научно-инженерном сотрудничестве, что проявится в возможности использовании научного потенциала Института в проектах обеспечения экологической безопасности Военно-Грузинской дороги и участия в проектах муниципального развития (*фото 32; стр. 273*).

◆ 16 мая 2013 года на заседании Технического совета департамента автомобильных дорог Министерства регионального развития и инфраструктуры Грузии сделали доклад директор Института, доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили и руководитель отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии Института акад. доктор тех. Гога Чахая. Доклад касался мероприятий по безопасности железобетонного моста, построенного в русле реки Тетри Арагви на участке с. Млети Военно-Грузинской дороги против разрушающего действия селевых потоков, формирующихся в русле р. Млетис-хеви.

## ТРЕНИНГИ И СТАЖИРОВКИ

### Грузия

◆ 18-21 февраля 2013 года в г. Кобулети, в гостинице "GEORGIAN PALACE" в рамках программы Евросоюза в Грузии "Программа улучшения качества и содействия росту возможностей в секторе профессионального образования Грузии" был проведен подготовительный семинар тренеров профессионального стандарта (руководитель группы программы Томас Блек, Шотландия) в котором приняла участие зам. директора института, ст. н. сотрудник, акад. доктор тех. Инга Иремашвили (*фото 33; стр. 274*).

Цель семинара совместное разделение достижений и ценностей Евросоюза в указанной сфере, что обозначает рост соответствия профессионального образования, улучшение качества профессиональных стандартов и образовательных программ испытанной и последовательной методологией (DACUM – development a curriculums – развитие образовательных программ), а также обеспечение качества профессионального образования и привлечение в систему рынка труда социально незащищенные группы, планирование карьеры и разработка эффективных методов профессиональной ориентации.

◆ 25-26 апреля 2013 года в гостинице Вере-палас был проведен тренинг "Лучшее качество и больше возможностей в профессиональном образовании Грузии", в котором приняла участие зам. директора института, ст. научн. сотрудник, акад. доктор тех. Инга Иремашвили. Семинар касался разработки образовательных профессиональных стандартов и программ (*фото 34; стр. 275*).

### За рубежом

◆ В начале 2013 года директор института, доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили представил научного сотрудника отдела морей и водоемов Института, акад. доктора инж. наук Марину Шавлакадзе для участия в грантовом конкурсе научной стажировки согласно меморандуму между Институтом и Вроцлавским университетом охраны окружающей среды и наук, изучающих жизнь, которая победила в конкурсе (письмо №442 от 19.07.2013 г. проректора Вроцлавского университета) и с 7 января до 7 апреля 2013 года будет заниматься научными исследованиями в г. Вроцлаве (Польша).

## МЕМОРАНДУМЫ ИНСТИТУТА О СОТРУДНИЧЕСТВЕ

◆ 5 ноября 2013 года Институт водного хозяйства ТГУ и Тбилисский учебный университет подписали меморандум о взаимосотрудничестве. Между директором Института доктором тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили и ректором Университета проф. Соломоном Павлиашвили было достигнуто соглашение о включении научных кадров института в обучение

молодых научных кадров Университета на четырех ступенях образовательных программ, а студенты Университета в учебном процессе воспользуются лабораторией института в направлении агроинженерии и охраны окружающей среды.

♦ 15-21 ноября 2013 года в Институте находился главный научный сотрудник Всероссийского НИИ сельскохозяйственного использования мелиорированных земель РАСХН, а также генеральный директор Мещерского научно-технического центра, докт. с/х наук проф. Ю.А. Мажайский. В беседе с директором Института он передал привет от директора вышеуказанного института профессора Н.Г. Ковалева. Был рассмотрен вопрос о сотрудничестве, что отразится в оформлении меморандума в конце 2013 года.

17 ноября 2013 года директор Института, доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили и проф. Ю.А. Мажайский подписали договор между Институтом и Мещерским научно-техническим центром о взаимосотрудничестве. Договор предусматривает осуществление обменных программ молодых научных кадров, подготовке совместных международных грантов и проведение проектных мероприятий (*фото 35; стр. 276*).

♦ 30 декабря 2013 года в Институте находился профессор географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Ученый секретарь Селевой ассоциации С.С. Черноморец. Директор Института, председатель ученого совета проф. Гиви Гавардашвили предложил продлить срок меморандума о взаимосотрудничестве с МГУ им. М.В. Ломоносова, что было официально заверено подписями (*фото 36; стр. 276*).

## УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИЯХ И СИМПОЗИУМАХ

### Грузия

♦ 14-31 мая 2013 года в ГГУ была проведена 80-я студенческая международная конференция, в которой приняла участие и заняла первое место научный сотрудник отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии, докторант Тамрико Супаташвили. (Руководитель доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили).

## Международные конференции

♦ 25-28 июня 2013 года в Санкт-Петербургском Государственном университете архитектуры и строительства была проведена 5-я международная конференция на тему "Актуальные проблемы архитектуры и строительства", в которой приняли участие директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили, руководитель отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии, акад. доктор тех. Гога Чахая и ст. н. сотрудник того же отдела Леван Цулукидзе.

♦ 22-24 июля 2013 года Национальный научный фонд им. Шота Руставели профинансировал в г. Тбилиси (ТГУ) и Поти (гостиница "Андамати") Международную конференцию на тему "Водные экосистемы Колхидской низменности – охрана и рациональное использование". На конференции от Института водного хозяйства было представлено 8 докладов, в которых участвовали 22 научных сотрудника института (*фото 37; стр. 277*).

♦ С 29 июля по 4 августа 2013 г. в г. Боржоми в зале агентства Национального парка Боржоми-Харагаули (г. Боржоми, Месхетская ул. №23) была проведена 3-я Международная научно-техническая конференция на тему "Современные проблемы охраны окружающей среды, архитектуры и строительства" организаторами которой были Министерство науки и образования, Институт водного хозяйства Грузинского технического университета и Экоцентр защиты окружающей среды. Конференция была посвящена памяти профессора В.И. Тевзадзе.

Конференция была открыта в 9<sup>30</sup> ч. 31 июля 2013 года. В ней принимали участие ученые, докторанты и магистры из 6 стран: Грузия, Азербайджан, Армения, Турция, Россия и Иран. Всего было представлено 46 докладов: среди них 21 – из Грузии, 15 – из Армении, 6 – из Азербайджана, 2 – из России, 1 – из Ирана, 1 – из Турции.

Конференцию открыл руководитель организационного комитета директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили, он обратился к участникам конференции, затем минутой молчания почтили память профессора В.И. Тевзадзе. С приветственными обращениями

выступили сопредседатели организационного комитета конференции: ректор Армянского государственного университета строительства и архитектуры, проф. Оганес Токмаджян и декан географического факультета Бакинского государственного университета, проф. Фарда Иманов. На конференции помимо деловых отношений, чувствовалась теплая и дружеская обстановка. Все участники подчеркнули, что конференция сыграет большую роль не только в развитии науки, но и в восстановлении мира в Кавказском регионе.

Конференция была освещена на телевидении региона Самцхе-Джавахетии (<http://borjomi.tv/menuid=14&id=463&lang=1>) и печатной медиа – газете "Боржоми". Организационный комитет принял решение следующую 4-ю конференцию на тему "Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства" провести в начале сентября 2014 года и посвятить 85-летию Института водного хозяйства ГТУ (*фото 38, 39, 40; стр. 278-279*).

♦ 7-13 октября 2013 г. директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили находился в командировке в г. Падуа (Италия), где проходила Международная конференции "Вайонт-2013", которая была посвящена 50-летию катастрофы на плотине Вайонт (1963-2013). Он сделал доклад на тему: "Прогнозирование наводнения, возникшего в случае аварии на Сионской земляной плотине".

После завершения презентаций конференции состоялась полевая профессиональная экскурсия на плотину Вайонт. Во время закрытия презентации докладчикам были вручены соответствующие сертификаты.

Помимо презентаций (в зале заседаний и на плотине Вайонт), состоялись встречи с учеными разных стран. С деканом геологического факультета Университета г. Падуа профессором Ринальдо Ченовойсом (Италия), с профессором Венского университета природных ресурсов и наук изучающих жизнь Дж. Шнайдер (Австрия), профессором Университета Киото Джонгуи Ванга (Австрия), профессором Национального института окружающей среды и развития инфраструктуры Японии Таро Урида, руководи-

телем сейсмического департамента Российского ОАО "Институт Гидропроект" доктором тех. наук Александром Штормом, профессором департамента геологии и окружающей среды Университета им. Давида Бен-Гуриона доктором тех. наук Йозефом Хатзором (Израиль), инженером-гидротехником департамента гражданского строительства Римского университета доктором тех. наук, профессором Франческо Федерико, представителями фирмы Лайка Еленой Пиантель и фирмы "СИСГЕО" (*фото 41, 42, 43, 44, 45; стр. 279-281*).

♦ 19-21 ноября 2013 года в г. Санкт-Петербурге состоялся VII Всероссийский гидрологический съезд, который проводится раз в десять лет. Из Грузии присутствовал директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили, который сделал доклад на тему "Исследование основных гидрологических параметров селевого потока с использованием теории надежности и риска". В работе съезда принимали участие 702 человека – представителей научных, проектных, общественных организаций из России и 14 зарубежных стран (*фото 46; стр. 282*).

♦ 4-6 декабря 2013 года в г. Ченстохова (Польша) в Технологическом университете состоялась X юбилейная международная научно-техническая конференция на тему: "Строительство сооружений имеющих оптимизированный энергетический потенциал», которая была проведена под руководством ректора Университета доктора тех. наук Марии Новицкой-Сковрон. Директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили, который был членом организационного комитета конференции, сделал доклад на тему "Вопросы увеличения срока эксплуатации водохранилищ гидротехнического и мелиоративного назначения".

♦ 20-24 декабря 2013 года директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили находился в командировке в г. Баку (Азербайджан), где состоялась V Республиканская конференция, которая была посвящена 70 летнему юбилею географического факультета Бакинского государственного университета. Он сделал доклад на тему "Прогнозирование затопления

территории во время возможной аварии высоких земляных плотин Грузии".

После завершения презентаций конференции проф. Гиви Гавардашвили от имени коллектива Института водного хозяйства ГТУ поздравил декана географического факультета Бакинского государственного университета Фарда Иманова с юбилеем и вручил ему официальный адрес. Также состоялись встречи в связи с планированием научно-исследовательских работ 2014 года (*фото 47, 48; стр. 282-283*).

### НАГРАДЫ

◆ 19 июля 2013 года по распоряжению президента Грузии № 21/06/01 от 21 июня 2013 года директора Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили был награжден Орденом Почета (*фото 49; стр. 283*).

◆ 30 декабря 2013 года в Институте находился профессор географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Ученый секретарь Селевой ассоциации С. С. Черноморец. В связи с его визитом на Ученый совет с грузинской стороны были приглашены доктора географических наук, профессора Эмиль Церетели, Игорь Бондарев и акад. доктор Георгий Херхеулидзе.

По официальному поручению президента международной Селевой ассоциации проф. К.Носова за заслуги в области селеведения и противоселевых исследований были награждены медалью международной Селевой ассоциации 2013 г., посвященной 100 летнему юбилею исследователя селевых потоков, профессора МГУ им. М.В. Ломоносова С.М. Флейшмана доктор географических наук, проф. Игорь Бондарев, акад. доктор техники Георгий Херхеулидзе и директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили (*фото 50, 51; стр. 283-284*).

### ГРАНТЫ ГРУЗИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО НАУЧНОГО ФОНДА ИМ. ШОТА РУСТАВЕЛИ ПОБЕДИВШИЕ В 2013 ГОДУ

#### 1. Грант № 30/01

"Оценка уязвимости чувствительных участков, образовавшихся в результате эроцида России

(2008 г.) в ущелье курорта Боржом и разработка эффективной стратегии против деградации почвы», 15.04.2013-15.04.2015 (Руководитель акад. доктор тех. Г. Чахая);

#### 2. Грант № 31/72

"Методология оценки уязвимости набережной реки с учетом риска паводков", 15.04.2013-15.04.2015 (Руководитель акад. доктор тех. Г. Дохнадзе).

### ГРАНТЫ ПРЕЗИДЕНТА ГРУЗИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО НАУЧНОГО ФОНДА ИМ. ШОТА РУСТАВЕЛИ ПОБЕДИВШИЕ В ИНДИВИДУАЛЬНОЙ НАУЧНОЙ ГРАНТОВОЙ ПРОГРАММЕ "ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ"

1. "Оценка интенсивности эрозионных процессов, протекающих на выжженном склоне горы курорта Цагвери на основании определения физико-механических и химических характеристик почво-грунтов", 01.01.2013-31.12.2013 (Руководитель акад. доктор инж. наук М. Шавлакадзе);
2. "Разработка энергосберегающей технологии для обеспечения водоснабжения г. Гурджаани путем аккумуляирования поверхностного стока в горных аллювиальных структурах», 01.01.2013-31.12.2013 (Руководитель магистр Г. Омсарашвили).

### ГРАНТЫ ГРУЗИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО НАУЧНОГО ФОНДА ИМ. ШОТА РУСТАВЕЛИ ПОБЕДИВШИЕ В КОНКУРСЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ДОКТОРАНТУРЫ В 2013-2014 г.г.

◆ 27 сентября 2013 года Грузинский национальный научный фонд им. Шота Руставели объявил грантовый конкурс по образовательной программе докторантуры 2013-2014 г.г., в котором приняли участие и победили докторанты директора Института, доктора тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили по специальности с/х мелиорация агроинженерного направления – Тамрико Супаташвили и Мака Гугучия.



**ГРАНТЫ ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
ГРУЗИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО  
НАУЧНОГО ФОНДА ИМ. ШОТА РУСТАВЕЛИ  
ПОБЕДИВШИЕ В КОНКУРСЕ  
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВЫЕЗДНЫХ ГРАНТОВ**

◆ Научный сотрудник отдела морей и водоемов Института акад. доктор инж. наук М. Шавлакадзе победила в конкурсе, объявленном Грузинским национальным научным фондом им. Шота Руставели – выиграла индивидуальный выездной грант для молодых ученых и 18-21 июня 2013 г. находилась в Турции, в г. Ургупе на Международной конференции "Охрана окружающей среды и технологии" (на заседании секции устных докладов) и сделала доклад "Изучение определяющих свойств для материалов нового состава, содержащих марганец и используемых как микроудобрение и процесса их растворимости" (*фото 52; стр. 285*).

◆ Научный сотрудник отдела морей и водоемов Института акад. доктор инж. наук М. Шавлакадзе победила в конкурсе, объявленном Грузинским национальным научным фондом им. Шота Руставели – выиграла индивидуальный выездной грант для молодых ученых и 14-15 ноября 2013 г. находилась в Италии, в г. Венеция на Международной конференции химии, биологии и охраны окружающей среды "ISBEC 2013" (на заседании секции устных докладов) и сделала доклад "Изучение возможности получения безбалластных и водорастворимых микроудобрений на основе искусственных стеклокристаллических материалов, содержащих марганец" (*фото 53; стр. 286*).

**ГРАНТЫ, ПРОФИНАНСИРОВАННЫЕ  
ГРУЗИНСКИМ ТЕХНИЧЕСКИМ  
УНИВЕРСИТЕТОМ В 2013 ГОДУ**

1. Каналокопатель новой конструкции, гасящий кинетическую энергию поверхностного стока, сформированного на склоне в результате интенсивных дождей. (Руководитель акад. доктор тех. В. Самхарадзе);
2. Оценка уязвимости деградированных склонов в транспортном коридоре ТРАСЕКА (участок с. Глдани) и разработка современных техно-

логий против деградации почвы. (Руководитель акад. доктор тех. Л. Цулукидзе).

**ИНТЕРВЬЮ**

◆ 1 марта 2013 года в газете "Сакартвелос республика" №39 опубликовано интервью с директором Института, доктором тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили под названием "Институт стратегического назначения в надежных руках", о стратегическом значении Института водного хозяйства для страны в области охраны окружающей среды, экологической безопасности и мелиорации.

◆ 13 июня 2013 года на I канале Грузинского телевидения в передаче "Акваджорджия" дал интервью директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили. Разговор касался возобновления водного транспорта на реке Риони с целью обновления маршрута аргонавтов с учетом стабилизации русла.

◆ 16 июня 2013 года на канале "Маэстро" Грузинского телевидения, в передаче "Журналистское расследование", дал интервью директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили, как член Государственной комиссии об оценке экологическо-экономического ущерба выжженных лесов Боржомского ущелья в результате военных действий в августе 2008 года и о защитных мероприятиях против водной эрозии почвы, что стало основанием для привлечения инвестиций в Грузию из Финляндии.

◆ 20-25 декабря 2013 года директор Института доктор тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили находился в командировке в г. Баку (Азербайджан), где состоялась V Республиканская конференция, которая была посвящена 70 летнему юбилею географического факультета Бакинского государственного университета. Он сделал доклад на тему "Прогнозирование затопления территории во время возможной аварии высоких земляных плотин Грузии".

24 декабря состоялась встреча с представителями масмедиа, на которой у директора Института доктора тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили взяли интервью журналисты газет "Эхо" и "Каспий". Упомянутые интервью опубликованы в номерах от 28 декабря 2013 года.

## ПРЕЗЕНТАЦИЯ КНИГИ

◆ 18 декабря 2013 года в I корпусе ГТУ в галерее "Универс" состоялась презентация книги "Визитная карточка ученого", которая посвящена 55 летнему юбилею директора Института водного хозяйства ГТУ доктора тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили.

В книге освещена административная, научно-практическая и педагогическая деятельность директора Института водного хозяйства ГТУ доктора тех. наук, проф. Гиви Гавардашвили за последние 5 лет (2008-2012 г.г.), а также международные связи с 16 странами (на грузинском, русском и английском языках). Информация помещена на 466 страницах с цветными иллюстрациями. В книге, которая издана под редакцией академика О.Г. Натишвили, представлены краткий отчет об организованном Международном симпозиуме, под эгидой ЮНЕСКО, посвященному 80 летнему юбилею Института водного хозяйства, информация о деятельности Института, биографические и библиографические данные о научных трудах проф. Гиви Гавардашвили, изобретения, монографии, перечень мероприятий по охране окружающей среды за проектированных и выполненных в 2006-2013 г.г. под его руководством и при его непосредственном участии.

Презентацию открыл начальник службы перспективного развития ГТУ проф. Тамаз Бацикадзе. Презентацию сделала зам. директора Института акад. доктор тех. Инга Иремашвили, с приветственным словом выступили академик Национальной АН Грузии О.Г. Натишвили, директор Строительного института Вроцлавского университета охраны окружающей среды и наук, изучающих жизнь доктор техн. наук, проф. Ержи Соббота специально, приехавший

из Польши на презентацию книги, зам. ректора ГТУ по науке, доктор техн. наук, проф. Зураб Гаситашвили, зам. директора по финансовым вопросам объединенной Компании водоснабжения Министерства регионального развития и инфраструктуры господин Кахабер Сологашвили, руководитель технического направления Компании "Trans Electrica" Ltd, доктор тех. наук. проф. Давид Мирцхулава, академик Национальной АН Грузии Тенгиз Урушадзе; доктор тех. наук. проф. строительного факультета ТГУ Шалва Гагошидзе, доктор тех. наук. проф. строительного факультета ТГУ Теймураз Гвелесиани, зав. отделом морей и водоемов Института водного хозяйства доктор тех. наук. проф. Ирина Иорданишвили, ст. н. сотрудник того же института, ассоциированный проф. ГТУ, акад. доктор тех. Зураб Лобжанидзе и др. *(фото 54, 55, 56, 57, 58; стр. 288-289).*

## ЭКСПЕРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – 2013

◆ Проект расширения системы Южно-Кавказского трубопровода, оценка влияния на природную и социальную среду Грузии. Итоговый отчет – "Влияние на природную и социальную среду и смягчающие мероприятия" (запланированная деятельность), экологическая экспертиза. **Эксперт, проф. Гиви Гавардашвили;**

◆ Проект расширения системы Южно-Кавказского трубопровода, Грузия. Оценка влияния на природную и социальную среду, экологическая экспертиза. **Эксперт, проф. Гиви Гавардашвили;**

◆ Экологическая экспертиза на отчет ООО "GN ELECTRIC" об оценке воздействия на окружающую среду гидроэлектростанции мощностью 10,25 МВт на реке Рачха (Рачха ГЭС). **Эксперт, проф. Гиви Гавардашвили.**

ავტორთა საძიებელი

აგარზაევა ბ.	84	კუხალაშვილი ე.	126
ალავერდაშვილი მ.	16	ლობჯანიძე ზ.	170
არანჩი კ.	94	ლომინაძე გ.	204
ასკეროვა ს.	84	მაისაია ლ.	114
ბაციაძე თ.	179	მამატკანოვი დ.	19
ბზიავა კ.	126	მამედოვი შ.	128
ბოლაშვილი ნ.	204	მაჟარაძე ი.	132
ბურკიტბაევი მ.	19	მარკოსიანი ა.	138
გაბრიჩიძე ი.	24	მარტიროსიანი ტ.	138, 150
გაგარდაშვილი ა.	33	მთიულეშვილი ნ.	57
გაგარდაშვილი გ.	27	მკრტუმიანი მ.	145, 150
გაგარდაშვილი ნ.	33	მოვსესიანი ვ.	150
გაფრიდაშვილი გ.	204	ნათიშვილი ო.	153
გაფრიდაშვილი მ.	204	ნანობაშვილი თ.	204
გედენიძე ზ.	24	ნიბლაძე ნ.	119, 153
გველეხიანი თ.	41, 179	ოვსეპიანი გ.	157
გონგაძე მ.	204	ომსარაშვილი გ.	89, 200
გრიგოლია გ.	48	ოჰანიანი კ.	160
გრიგორიანი გ.	145	სამხარაძე ვ.	211
გულიანი ა.	54	სარუხანიანი ა.	160, 165
გუსევა ტ.	132	სატიბაღდიევი ბ.	188
დადიანი ქ.	119	სიჭინავა პ.	170
ღიაკონიძე რ.	57, 200	სუპატაშვილი თ.	57, 200
დოლიძე გ.	179	ტოკმაჯიანი ს.	175
ეზუგბაია ა.	64	ტოკმაჯიანი პ.	160
ეზუგბაია ზ.	64	ტრაპიძე ვ.	48
ვარაზაშვილი ზ.	57, 200	ტუზოვა ტ.	19, 188
ვარდანანი ლ.	72, 150	ურალბეკოვი ბ.	19, 188
ვართანოვი მ.	78	ფრანგიშვილი ა.	179
ველიევი ა.	84	ფურცელაძე ლ.	183
ზაქაძე ი.	194	შაგლაყაძე მ.	89, 114
თათარაევი ტ.	84	შამიანი ვ.	165
<b>თევზაძე ვახტანგ</b>	153	შატრავენი ვ.	188
თევზაძე თარხან	89	შურღაია ვ.	122, 194
იმანოვი ფ.	94	ჩაღაძე ლ.	64
ინაშვილი ი.	126	ჩახაია გ.	57, 200
იორდანიშვილი ი.	103	ჩხეიძე ნ.	179
იორდანიშვილი კ.	103	ცინცაძე ნ.	16
ირემაშვილი ი.	64	ციხელაშვილი ზ.	179
ისმაილოვა ნ.	108	წერეთელი ე.	204
იტრიაშვილი ლ.	114, 119	წულუკიძე ლ.	57, 200
კალანტარიანი მ.	157	ჭარბაძე ზ.	153
კეკელიშვილი ლ.	122, 194	ხოსროშვილი ე.	103, 114
კერესელიძე დ.	48	ხუბულავა ი.	200
კიკნაძე დ.	16	ხუფენია ნ.	16
კიკნაძე ხ.	114	ჯანელიძე თ.	211
კილაძე რ.	122	ჰასანოვა ნ.	84
კოკაია ნ.	16	ჰასანოვა ტ.	128
კუპრეიშვილი შ.	57, 170		

---



---

## AUTHOR INDEX

Agarzaeva B.	84	Kiladze R.	122
Alaverdashvili M.	16	Kokaya N.	16
Aranchi H.	94	Kukhalashvili E.	126
Askerova S.	84	Kupreishvili Sh.	57, 170
Batsikadze T.	179	Lobjanidze Z.	170
Bolashvilivi N.	204	Lominadze G.	204
Burkitbaev M.	19	Maisaia L.	114
Bziava K.	126	Majaiski Iu.	132
Chakhaia G.	57, 200	Mamatkanov D.	19
Chaladze L.	64	Mamedov Sh.	128
Charbadze Z.	153	Markosyan A.	138
Chkheidze N.	179	Martirosyan T.	138, 150
Dadiani K.	119	Mkrtumyan M.	145, 150
Diakonidze R.	57, 200	Movsisyan V.	150
Dolidze G.	179	Mtiulishvili N.	57
Ezugbaia A.	64	Nanobashvili T.	204
Ezugbaia Z.	64	Natishvili O.	153
Gabrighidze I.	24	Nibladze N.	119, 153
Gaprindashvili G.	204	Ohanyan K.	160
Gaprindashvili M.	204	Omsarashvili G.	89, 200
Gavardashvili A.	33	Prangishvili A.	179
Gavardashvili G.	27	Purceladze L.	183
Gavardashvili N.	33	Samkharadze V.	211
Gedenidze Z.	24	Sarukhanyan A.	160, 165
Gongadze M.	204	Satibaldiev B.	188
Grigolia G.	48	Shamyan V.	165
Grigoryan G.	145	Shatravin V.	188
Gulyan A.	54	Shavlakadze M.	89, 114
Guseva T.	132	Shurghaia V.	122, 194
Gvelesiani T.	41, 179	Sichinava P.	170
Hasanova N.	84	Supatashvili T.	57, 200
Hasanova T.	128	Tatarayev M.	84
Hovsepyan G.	157	Tevzadze T.	89
Imanov F.	94	<b>Tevzadze V.</b>	153
Inashvili I.	126	Tokmajyan H.	160
Iordanishvili I.	103	Tokmajyan S.	175
Iordanishvili K.	103	Trapaidze V.	48
Iremashvili I.	64	Tsereteli E.	204
Ismailova N.	108	Tsikhelashvili Z.	179
Itriashvili L.	114, 119	Tsintsadze N.	16
Janelidze T.	211	Tsulukidze L.	57, 200
Kalantaryan M.	157	Tuzova T.	19, 188
Kekelishvili L.	122, 194	Uralbekov B.	19, 188
Kereselidze D.	48	Varazashvili Z.	57, 200
Khosroshvili E.	103, 114	Vardanyan L.	72, 150
Khubulava I.	200	Vartanov M.	78
Khupenya N.	16	Veliev A.	84
Kiknadze D.	16	Zaqaidze I.	194
Kiknadze Kh.	114		

---



---

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Агарзаева Б.А.	84	Кухалашвили Э.	126
Алавердашвили М.	16	Лобжанидзе З.К.	170
Аранчи Г.	94	Ломинадзе П.	204
Аскерова С.А.	84	Мажайский Ю.А.	132
Бацикадзе Т.В.	179	Маисая Л.Д.	114
Бзиава К.	126	Маматканов Д.М.	19
Болашвили Н.	204	Мамедов Ш.А.	128
Буркитбаев М.М.	19	Маркосян А.Х.	138
Варазашвили З.Н.	57, 200	Мартиросян Т.С.	138, 150
Варданян Л.Р.	72, 150	Мкртумян М.М.	145, 150
Вартанов М.В.	78	Мовсисян В.	150
Велиев А.Р.	84	Мтиулишвили Н.М.	57
Габричидзе Ю.Д.	24	Нанобашвиди Т.	204
Гавардашвили А.Г.	33	Натишвили О.А.	153
Гавардашвили Г.В.	27	Нибладзе Н.Ш.	119, 153
Гавардашвили Н.Г.	33	Оганян К.	160
Гаприндашвили Г.	204	Овсепян Г.Ш.	157
Гаприндашвили М.	204	Омсарашвили Г.Г.	89, 200
Гасанова Н.И.	84	Прангишвили А.И.	179
Гасанова Т.Д.	128	Пурцеладзе Л.Д.	183
Гвелесиани Т.Л.	41, 179	Самхарадзе В.	211
Геденидзе З.Ш.	24	Саруханян А.	160, 165
Гонгадзе М.	204	Сатыбалдиев Б.С.	188
Григолия Г.	48	Сичинава П.О.	170
Григорян Г.С.	145	Супаташвили Т.Л.	57, 200
Гулян А.Б.	54	Татараев Т.М.	84
Гусева Т.М.	132	<b>Тевзадзе В.И.</b>	153
Дадиани К.З.	119	Тевзадзе Т.В.	89
Джанелидзе Т.	211	Токмаджян О.	160
Диаконидзе Р.В.	57, 200	Токмаджян С.	175
Долидзе Г.О.	179	Трапаидзе В.	48
Езугбая А.З.	64	Тузова Т.В.	19, 188
Езугбая З.А.	64	Уралбеков Б.М.	19, 188
Закаидзе И.Г.	194	Хосрошвили Е.З.	103, 114
Иманов Ф.	94	Хубулава И.В.	200
Инашвили И.	126	Хупения Н.	16
Иорданишвили И.К.	103	Церетели Е.	204
Иорданишвили К.Т.	103	Цинцадзе Н.	16
Иремашвили И.Р.	64	Цихелашвили З.И.	179
Исмайлова Н.А.	108	Цулукидзе Л.Н.	57, 200
Итриашвили Л.А.	114, 119	Чаладзе Л.Р.	64
Калантарян М.А.	157	Чарбадзе З.Д.	153
Кекелишвили Л.Г.	122, 194	Чახая Г.Г.	57, 200
Кереселидзе Д.	48	Чхеидзе Н.В.	179
Кикнадзе Д.	16	Шавлакадзе М.Л.	89, 114
Кикнадзе Х.Л.	114	Шамян В.	165
Киладзе Р.М.	122	Шатравин В.И.	188
Кокая Н.	16	Шургая В.Ш.	122, 194
Купрейшвили Ш.З.	57, 170		

**შ ი ნ ა ა რ ს ი**

პროფესორ ბივი ბავარღაშვილის 55 წლის იუბილესადმი (ქართულ ენაზე).....	3
პროფესორ ბივი ბავარღაშვილის 55 წლის იუბილესადმი (ინგლისურ ენაზე).....	8
პროფესორ ბივი ბავარღაშვილის 55 წლის იუბილესადმი (რუსულ ენაზე).....	12
<b>ალავერდაშვილი მ., კიკნაძე დ., კოკია ნ., ხუფენია ნ., ცინცაძე ნ.</b> აჭარის შავი ზღვის სანაპირო ზოლის თანამედროვე პრობლემები მდინარე ჭოროხის ნათანის ჩამონადენის შემცირებასთან დაკავშირებით (საქართველო) .....	16
<b>ბურკიტბაევი მ., მამატკანოვი დ., ტუზოვა ტ., ურალბეგოვი ბ.</b> მდ. ჩუს აუზის წყლის ბალანსის მდებარეობის მახასიათებლების და რადიოლოგიური მდგომარეობის შეფასება ურან-იზოტოპური მეთოდით (ყაზახეთი, ყირგიზეთი) .....	19
<b>გაბრიჩიძე ი., გედენიძე ზ.</b> მდინარის პირითავე მახასიათებლების განსაზღვრისათვის (საქართველო) .....	24
<b>გაგარდაშვილი გ.</b> მდინარე რიონზე არბონავტების მარშრუტის აღდგენა კალაკოტის სტაბილიზაციის გათვალისწინებით (საქართველო) .....	27
<b>გაგარდაშვილი ნ., გაგარდაშვილი ა.</b> ღუშეთის რაიონში მდინარე მღვითის ხევის კალაკოტში ფორმირებული ბუნების სტიქიური მოვლენების კვლევა და მათი გათვალისწინება გარემოსდაცვითი სქემების დამუშავებისას (საქართველო) .....	33
<b>გველესიანი თ.</b> ზობიერთი შენიშვნა მდ. აჭარისწყალზე შუახევი ჰესის მშენებლობის და ექსპლუატაციის პროექტის მიმართ (საქართველო) .....	41
<b>გრიგოლია გ., კერესელიძე დ., ტრაპაძე გ.</b> კლიმატის ცვლილების ფონზე მდინარე ჭოროხის და აჭარისწყლის წყალდიდობების რისკების შეფასება (საქართველო) .....	48
<b>გულიანი ა.</b> სახარჯთაღრიცხვო ნორმირების სახელმწიფოებრივი რეგულირების პრობლემები სომხეთის რესპუბლიკაში (სომხეთი) .....	54
<b>დიაკონიძე რ., ჩახაია გ., წულუკიძე ლ., ვარაზაშვილი ზ., კუპრეიშვილი შ., სუპატაშვილი თ., მთიულიშვილი ნ.</b> თბილისის ზღვის ეკოლოგიური პრობლემები და მათი პრევენციის ღონისძიებები (საქართველო) .....	57
<b>ეზუგბაია ზ., ირემაშვილი ი., ჩალაძე ლ., ეზუგბაია ა.</b> მოუხსნადი ყალიბები მონოლითურ სახლთმშენებლობაში (საქართველო) .....	64
<b>ვარდანანი ლ.</b> სეპანის ტბის თავისუფალი ჩამონადენის დაზუსტება ღმრმის ღონის დამოკიდებულებიდან გამომდინარე, მისი პრობნოზი და კლიმატის ცვლილებების გავლენით მოწყვლადობის შეფასება (სომხეთი) .....	72
<b>ვართანოვი მ.</b> სამელიორაციო სისტემების მქანაძეობრივი ნაწილის და ელექტრო-დინამიკის სანაპირო სანაპირო ნორმები (საქართველო) .....	78
<b>თათარაევი ტ., ჭახანოვა ნ., აგარზაევა ბ., ველიევი ა., ასკეროვა ს.</b> კორიონტალური ცვლის კოეფიციენტის განსაზღვრა ბაქოს ყურეში ტურბულენტობის ნახევრად ემპირიული თეორიის საფუძველზე (აზერბაიჯანი) .....	84
<b>თევზაძე თ., შავლაყაძე მ., ომსარაშვილი გ.</b> ეროზიული მოვლენებისაგან დაცვაში ფიტობიოლოგიური ღონისძიებების გამოყენების შესახებ (საქართველო) .....	89
<b>იმანოვი ფ., არანჩი ჰ.</b> მდინარე კარასუს აუზის წყლის ბალანსის კვლევა ГИС-ის დახმარებით (აზერბაიჯანი) .....	94
<b>იორდანიშვილი ი., იორდანიშვილი კ., ხოსროშვილი ე.</b> წყალსაცავიანი სისტემების მოწყვლადობის შეფასება (საქართველო) .....	103

<b>ისმაილოვა ნ.</b> აზერბაიჯანის კლიმატის რეკონსტრუქცია აღრეულ და შუა პლენეტონში (აზერბაიჯანი) .....	108
<b>იტრიაშვილი ლ., ხოსროშვილი ე., შავლაყაძე მ., მაისაია ლ., კიკნაძე ხ.</b> მაქსიმალური მოლეკულური წყალტუვალობა რობორტ ნიადაგბრუნების მნიშვნელოვანი ფიზიკური კონსტანტა (საქართველო) .....	114
<b>იტრიაშვილი ლ., დადიანი ქ., ნიბლაძე ნ.</b> წყლის ციკლი და ექსტრემალური მოვლენები (საქართველო) .....	119
<b>კილაძე რ., შურღაია გ., კეკელიშვილი ლ.</b> ზედაპირული რწყების ჰიდრაგლიკა, პროცესის კომპიუტერული იმიტაცია, ოპტიმალური მართვის შესაძლებლობები (საქართველო) ....	122
<b>კუხალაშვილი ე., ბზიავა კ., ინაშვილი ი.</b> ბმული ღვარცოვის გამოტანის კონუსებზე მოძრაობის პირობების პრობლემა (საქართველო) .....	126
<b>მამედოვი შ., ჰასანოვა ტ.</b> მაღლივი საცხოვრებელი ნაგებობის დინამიკური პარამეტრები სემისური ზემოქმედებისას (აზერბაიჯანი) .....	128
<b>მაჭაისკი ი., გუგუა ტ.</b> მძიმე მეთალების გავლენა მდინარე ოკის აუზის მცირე მდინარეების ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე (რუსეთი) .....	132
<b>მარკოსიანი ა., მარტიროსიანი ტ.</b> წყლის რესურსების მიწოდების და გათხე მეთოდების სოფლის მეურნეობის პრობლემა (სომხეთი) .....	138
<b>მერტუმანი მ., გრიგორიანი გ.</b> წყალმომარაგებისა და წყალარინების სფეროში მოსახერხებელი ორბანიზაციის დაუმთავრებელი არასაბრუნე მატერიალური აქტივებისა და ძირითადი საშუალებების გადაფასებისა და ინვესტიციების პრობლემები (სომხეთი).....	145
<b>მერტუმანი მ., მოვსესიანი ვ., ვარდანიანი ლ., მარტიროსიანი ტ.</b> სეზონის ტბის წყლის ბალანსის პრობლემების განსაზღვრა (სომხეთი) .....	150
<b>ნათიშვილი ო., <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">თევზაძე ვ.</span>, ჭარბაძე ზ., ნიბლაძე ნ.</b> ცვლადი ხარჯის მქონე ჰიპერკონცენტრირებული ნატანდატვირთული ღვარცოვის არათანაბარი მოძრაობის რიცხვითი ამოხსნები დინების მიმართულებით (საქართველო) .....	153
<b>ოვსეიანი გ., კალანტარიანი მ.</b> ნავთობისა და ნავთობპროდუქტებისაგან წყლის ზედაპირის გაწმენდის მეთოდები (სომხეთი) .....	157
<b>სარუხანიანი ა., ტოკმაჯიანი ჰ., ოჰანიანი კ.</b> დია ცილინდრის ფორმის მქონე უსკერზე ბლანტი სითხის მუდმივი მოძრაობა (სომხეთი) .....	160
<b>სარუხანიანი ა., შამიანი ვ.</b> წყლისმიერი ნარჩენების ბრუნვის ღრმა წმენდა და ბაგის წარმოება ულტრა ფილტრაციის ტექნიკით (სომხეთი) .....	165
<b>სიჭინავა პ., ლობჯანიძე ზ., კუპრეიშვილი შ.</b> საქართველოს მდინარეების ჰიდროტექნიკური კლასიფიკაცია კალაპოტების მახასიათებლების მიხედვით (საქართველო) .....	170
<b>ტოკმაჯიანი ს.</b> სომხეთის რესპუბლიკის ტექნიკური უნივერსიტეტის წყლის საბანანათლებლო სექტორის განვითარების პერსპექტივები (სომხეთი) .....	175
<b>ფრანგიშვილი ა., ცინელაშვილი ზ., გველეხიანი თ., ბაციკაძე თ., ჩხეიძე ნ., დოლიძე გ.</b> ახალი ტიპის შტორმმარბილებელი სისტემის მოტივტივე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსი და მისი გამოყენების პერსპექტივები (საქართველო) .....	179
<b>ფურცელაძე ლ.</b> საადაპტაციო ღონისძიებების განხორციელება კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლად რეგიონებში (საქართველო) .....	183

<b>შატრაინი ვ., ტუზოვა ტ., სატიბაღდიევი ბ., ურალბეკოვი ბ.</b> მდინარე კიზილ-სუუს ჩამონადენის ფორმირების არეში შემომავალი წყლის ბალანსის შეფასების ურან-იზოტოპური მეთოდის შესაძლებლობები (პამირალაი) (ყაზახეთი, ყირგიზეთი) .....	188
<b>შურღაია ვ., ზაქაიძე ი., კეკელიშვილი ლ.</b> კოლხეთის ღაბღობის ჭარბტენიანი ბრუნტებისათვის ღრენაჟის მფილტრავი ნაჟარის შერჩევა (საქართველო) .....	194
<b>ჩახაია გ., წულუკიძე ლ., გარაზაშვილი ზ., დიაკონიძე რ., ხუბულავა ი., სუბატაშვილი თ., ომსარაშვილი გ.</b> ბამჭოლი ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაბეჭობის შეფასება	200
<b>წერეთელი ე., გონგაძე მ., ბოლაშვილი ნ., ლომინაძე გ., გაფრინდაშვილი მ., გაფრინდაშვილი გ., ნანობაშვილი თ.</b> ღვარცოფული პროცესების ფორმირების გეოლოგიური პირობები კახეთში და მათი მართვის ზოგიერთი ტექნოლოგია (საქართველო) .....	204
<b>ჯანელიძე თ., სამხარაძე ვ.</b> საბორი კვალსაჭრელის სრიალის კოეფიციენტის ბანსაზღვრა (საქართველო) .....	211
ანოტაციები (ქართულ ენაზე) .....	214
ანოტაციები (ინგლისურ ენაზე) .....	229
ანოტაციები (რუსულ ენაზე) .....	242
ძრონიკა (ქართულ ენაზე) .....	255
ძრონიკა (ინგლისურ ენაზე) .....	290
ძრონიკა (რუსულ ენაზე) .....	302
ავტორთა საძიებელი (ქართულ ენაზე) .....	314
ავტორთა საძიებელი (ინგლისურ ენაზე) .....	315
ავტორთა საძიებელი (რუსულ ენაზე) .....	316



---

---

## CONTENTS

<b>PROFESSOR GIVI GAVARDASHVILI'S 55<sup>th</sup> ANNIVERSARY</b> (in Georgian).....	3
<b>PROFESSOR GIVI GAVARDASHVILI'S 55<sup>th</sup> ANNIVERSARY</b> (in English).....	8
<b>PROFESSOR GIVI GAVARDASHVILI'S 55<sup>th</sup> ANNIVERSARY</b> (in Russian).....	12
<b>Alaverdashvili M., Kiknadze D., Kokaya N., Khupenya N., Tsintsadze N.</b> MODERN PROBLEMS IN CONNECTION TO DECREASE OF THE RIVER CHOROKHI ACCRETION FLOW AT THE BLACK SEA SEASHORE IN ADZHARIA (Georgia).....	16
<b>Burkitbaev M., Mamatkanov D., Tuzova T., Uralbekov B.</b> THE URANIUM ISOTOPE EVALUATION METHOD OF RADIOLOGICAL CONDITIONS AND WATER BALANCE CORROBORATIVE FEATURES OF THE RIVER CHU BASIN (Kazakhstan, Kyrgyzstan) .....	19
<b>Gabrighidze I., Gedenidze Z.</b> THE MAIN CHARACTERISTICS OF THE RIVER (Georgia).....	24
<b>Gavardashvili G.</b> RESTORATION OF THE ARGONAUTS' ROUTE WITH CONSIDERING THERIVERBED STABILIZATION ON THE RIVER RIONI (Georgia).....	27
<b>Gavardashvili N., Gavardashvili A.</b> THE RESEARCH OF NATURAL DISASTERS FORMED IN THE RIVERBED OF THE RIVER MLETIS KHEVI IN DUSHETI REGION AND ITS CONSIDERATION IN THE DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL SCHEMES (Georgia).....	33
<b>Gvelesiani T.</b> SOME COMMENTS ON THE PROJECT OF SHUAKHEVI HPP CONSTRUCTION AND OPERATION AT THE AJARISTSKALI RIVER (Georgia) .....	41
<b>Grigolia G., Kereselidze D., Trapaidze V.</b> EVALUATION OF THE RISKS OF FLOODS AND FLASHFLOODS IN THE RIVERS CHOROKHI AND AJARISTSKALI ON THE BACKGROUND OF THE CLIMATE CHANGE (Georgia) .....	48
<b>Gulyan A.</b> PROBLEMS OF GOVERNMENT REGULATION OF BUDGETING RATIONING IN REPUBLIC OF ARMENIA (Armenia) .....	54
<b>Diakonidze R., Chakhaia G., Tsulukidze L., Varazashvili Z., Kupreishvili Sh., Supatashvili T., Mtiulishvili N.</b> THE ECOLOGICAL PROBLEMS OF TBILISI SEA AND MEASURES OF THEIR PREVENTION (Georgia) .....	57
<b>Ezugbaia Z., Iremashvili I., Chaladze L., Ezugbaia A.</b> THE IRREMOVABLE MOULDING SYSTEMS IN MONOLITHIC HOME CONSTRUCTION (Georgia) .....	64
<b>Vardanyan L.</b> SPECIFICATION OF A FREE DRAIN OF LAKE SEVAN DEPENDING ON STANDING LEVEL OF LAKE, THE FORECAST AND VULNERABILITY ASSESSMENT UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES (Armenia) .....	72
<b>Vartanov M.</b> THE EXPLOITATION STANDARDS FOR MECHANIC PART AND ELECTRICAL MACHINES OF RECLAMATION SYSTEMS (Georgia) .....	78
<b>Tatarayev M., Hasanova N., Agarzaeva B., Veliev A., Askerova S.</b> DETERMINATION OF THE COEFFICIENTS OF HORIZONTAL EXCHANGE IN THE BAKU BAY ON THE BASIS OF SEMI-EMPIRICAL THEORY OF TURBULENCE (Azerbaijan) .....	84
<b>Tevzadze T., Shavlakadze M., Omsarashvili G.</b> THE GEOTECHNICAL ASPECTS OF PHYTOGENIC MEASURES PROTECTABLE FROM EROSION PHENOMENA (Georgia) .....	89
<b>Imanov F., Aranchi H. H.</b> RESEARCH OF GARASU (DARAYURD) WATERSHED WATER BALANCE WITH THE HELP OF GIS (Azerbaijan) .....	94

## CONTENTS

---

<b>Iordanishvili I., Iordanishvili K., Khosroshvili E.</b> VULNERABILITY ASSESSMENT OF WATER RESERVOIR SYSTEM (Georgia) .....	103
<b>Ismayilova N.</b> RECONSTRUCTION OF THE CLIMATE OF AZERBAIJAN IN THE EARLY AND MIDDLE PLEISTOCENE (Azerbaijan) .....	108
<b>Itriashvili L., Khosroshvili E., Shavlakadze M.L., Maisaia L., Kiknadze Kh.</b> THE HIGHEST MOLECULAR WATER CAPACITY AS AN IMPORTANT PHYSICAL CONSTANT OF THE GROUNDS (Georgia) .....	114
<b>Itriashvili L., Dadiani K., Nibladze N.</b> THE WATER CYCLE AND EXTREME EVENTS (Georgia)...	119
<b>Kiladze R., Shurghaia V., Kekelishvili L.</b> COMPUTER SIMULATION OF PROCESSES AND OPTIMAL MANAGEMENT CAPABILITIES (Georgia) .....	122
<b>Kukhalashvili E., Bziava K., Inashvili I.</b> FORECASTING THE CONDITIONS OF MOVEMENT OF ADHESIVE MUDFLOW ON THE CARRYING-OUT CONE (Georgia) .....	126
<b>Mamedov Sh., Hasanova T.</b> DYNAMIC PARAMETERS OF MULTI-STOREY BUILDINGS AT VIBRATING SEISMIC LOADINGS (Azerbaijan) .....	128
<b>Majaiski Iu., Guseva T.</b> EFFECT OF HEAVY METALS ON ENVIRONMENTAL STATUS OF SMALL RIVERS, OKI RIVER BASIN (Russia) .....	132
<b>Markosyan A., Martirosyan T.</b> SOME PROBLEMS OF THE OFFER AND DEMAND ON WATER RESOURCES (Armenia) .....	138
<b>Mkrumyan M., Grigoryan G.</b> PROBLEMS OF REVALUATION AND INVENTORY OF INCOMPLETE NON-CURRENT MATERIAL ASSETS AND FIXED ASSETS OF THE ORGANIZATION PROVIDING SERVICES IN THE WATER SUPPLY AND WATER DISPOSAL SPHERE (Armenia) .....	145
<b>Mkrumyan M., Movsisyan V., Vardanyan L., Martirosyan T.</b> PROBLEMS OF LAKE SEVAN WATER BALANCE DETERMINATION (Armenia) .....	150
<b>Natishvili O., <b>Tevzadze V.</b>, Charbadze Z., Nibladze N.</b> SEDIMENT LOADED MUDFLOW UNEVEN TRAFFIC FLOW WITH VARIABLE NUMERICAL OF THE FLOW (Georgia) .....	153
<b>Hovsepyan G., Kalantaryan M.</b> ABSORBENT FOR CLEANING OF WATER SURFACE FROM OIL (Armenia) .....	157
<b>Sarukhanyan A., Tokmajyan H., Ohanyan K.</b> VISCOUS LIQUID CONSTANT MOTION IN THE OPEN CYLINDRICAL BEDS (Armenia) .....	160
<b>Sarukhanyan A., Shamyanyan V.</b> DEEP PURIFICATION OF WATER-BORNE WASTES OF SPINNING AND COTTON MANUFACTURING BY ULTRAFILTRATION METHOD (Armenia) ..	165
<b>Sichinava P., Lobjanidze Z., Kupreishvili Sh.</b> THE HYDROTECHNICAL CLASSIFICATION OF GEORGIAN RIVERS ACCORDING TO THEIR BEDS CHARACTERISTICS (Georgia) .....	170
<b>Tokmajyan S.</b> WATER SECTOR EDUCATION DEVELOPMENT PROSPECTS OF TECHNICAL UNIVERSITIES IN THE REPUBLIC OF ARMENIA (Armenia) .....	175
<b>Prangishvili A., Tsikhelashvili Z., Gvelesiani T., Batsikadze T., Chkheidze N., Dolidze G.</b> NEW STORM MITIGATION SYSTEM'S COMPLEX OF FLOATING HIDRAULIC ENGINEERING STRUCTURES OF ITS APPLICATION (Georgia) .....	179
<b>Purtseladze L.</b> THE IMPLEMENTATION OF ADAPTATION MEASURES TOWARD THE CLIMATE CHANGE IN THE VULNERABLE REGIONS (Georgia) .....	183

---

## CONTENTS

---

<b>Shatravin V., Tuzova T., Satibaldiev B., Uralbekov B.</b> URANIUM ISOTOPE METHOD'S OPPORTUNITY TO ESTIMATE THE RECEIPTS OF WATER BALANCE IN THE AREA OF RUNOFF BASIN OF R. KIZIL-CUU (PAMIROALAY) (Kazakhstan, Kyrgyzstan) .....	188
<b>Shurghaia V., Zaqaide I., Kekelishvili L.</b> DRAINAGE FILTERING SYSTEM FOR WETLAND GROUNDS OF COLCHIS LOWLAND (Georgia) .....	194
<b>Chakhaia G., Tsulukidze L., Varazashvili Z., Diakonidze R., Khubulava I., Supatashvili T., Omsarashvili G.</b> THE EVALUATION OF DRAUGHT TYPE DEBRIS FLOW AGAINST CONSTRUCTION (Georgia) .....	200
<b>Tsereteli E., Gongadze M., BolashvilivN., Lominadze G., Gaprindashvili M., Gaprindashvili G., Nanobashvili T.</b> GEOLOGICAL CONDITIONS OF MUDFLOW FORMATION IN KAKHETI AND THEIR MANAGEMENT TECHNOLOGY (Georgia) .....	204
<b>Janelidze T., Samkharadze V.</b> THE DETERMINATION OF GLIDING COEFFICIENT OF ROLLING FURROWER (Georgia) .....	211
ABSTRACTS (in Georgian) .....	214
ABSTRACTS (in English) .....	229
ABSTRACTS (in Russian) .....	242
CHRONICLE (in Georgian) .....	255
CHRONICLE (in English) .....	290
CHRONICLE (in Russian) .....	302
AUTHOR INDEX (in Georgian) .....	314
AUTHOR INDEX (in English) .....	315
AUTHOR INDEX (in Russian) .....	316

---

---

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

ПРОФЕССОРУ ГИВИ ГАВАРДАШВИЛИ 55 ЛЕТ (на грузинском) .....	3
ПРОФЕССОРУ ГИВИ ГАВАРДАШВИЛИ 55 ЛЕТ (на английском) .....	8
ПРОФЕССОРУ ГИВИ ГАВАРДАШВИЛИ 55 ЛЕТ (на русском) .....	12
<b>Алавердашвили М., Кикнадзе Д., Кокая Н., Хуфения Н., Цинцадзе Н. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ АДЖАРИИ В СВЯЗИ С УМЕНЬШЕНИЕМ СТОКА НАНОСОВ РЕКИ ЧОРОХИ (Грузия).....</b>	<b>16</b>
<b>Буркитбаев М.М., Маматканов Д.М., Тузова Т.В., Уралбеков Б.М. ОЦЕНКА ПРИХОДНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА И РАДИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БАССЕЙНА р. ЧУ УРАН-ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ (Казахстан, Кыргызстан) .....</b>	<b>19</b>
<b>Габричидзе Ю.Д., Геденидзе З.Ш. ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧНОГО СТОКА (Грузия) .....</b>	<b>24</b>
<b>Гавардашвили Г.В. ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАРШРУТА АРГОНАВТОВ НА РЕКЕ РИОНИ С УЧЕТОМ СТАБИЛИЗАЦИИ РУСЛА (Грузия).....</b>	<b>27</b>
<b>Гавардашвили Н.Г., Гавардашвили А.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ СТИХИЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИРОДЫ ФОРМИРУЮЩИХСЯ В РУСЛЕ РЕКИ МЛЕТИСХЕВИ ДУШЕТСКОГО РАЙОНА И ИХ УЧЕТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРИРОДООХРАННЫХ СХЕМ (Грузия) .....</b>	<b>33</b>
<b>Гвелесиани Т.Л. НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ ПРОЕКТА СТОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ШУАХЕВИ ГЭС НА РЕКЕ АДЖАРИСЦКАЛИ (Грузия).....</b>	<b>41</b>
<b>Григолия Г., Кереселидзе Д., Трапаидзе В. ОЦЕНКА РИСКОВ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКАХ ЧОРОХИ И АДЖАРИСЦКАЛИ НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ (Грузия) .....</b>	<b>48</b>
<b>Гулян А.Б. ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СМЕТНОГО НОРМИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ (Армения) .....</b>	<b>54</b>
<b>Диаконидзе Р.В., Чахая Г.Г., Цулукидзе Л.Н., Варазашвили З.Н., Купреишвили Ш.З., Супаташвили Т.Л., Мтиулишвили Н.М. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТБИЛИССКОГО МОРЯ И МЕРОПРИЯТИЯ ИХ ПРЕВЕНЦИЙ (Грузия) .....</b>	<b>57</b>
<b>Езугбая З.А., Ирешашвили И.Р., Чаладзе Л.Р., Езугбая А.З. НЕСЪЕМНЫЕ ОПАЛУБКИ В МОНОЛИТНОМ ДОМОСТРОЕНИИ (Грузия) .....</b>	<b>64</b>
<b>Варданян Л.Р. УТОЧНЕНИЕ СВОБОДНОГО СТОКА ОЗЕРА СЕВАН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ СТОЯНИЯ, ЕГО ПРОГНОЗ И ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (Армения) .....</b>	<b>72</b>
<b>Вартанов М.В. НОРМЫ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ (Грузия) .....</b>	<b>78</b>
<b>Татараев Т.М., Гасанова Н.И., Агарзаева Б.А., Велиев А.Р., Аскерова С.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОБМЕНА В БАКИНСКОЙ БУХТЕ НА ОСНОВЕ ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ (Азербайджан) .....</b>	<b>84</b>
<b>Тевзадзе Т.В., Шавлакадзе М.Л., Омсарашвили Г.Г. ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТНЫХ ФИТОГЕННЫХ МЕРОПРИЯТИИ ОТ ЭРОЗИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ (Грузия) .....</b>	<b>89</b>
<b>Иманов Ф., Аранчи Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНОГО БАЛАНСА БАССЕЙНА РЕКИ КАРА-СУ С ПОМОЩЬЮ ГИС (Азербайджан) .....</b>	<b>94</b>

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

<b>Иорданишвили И.К., Иорданишвили К.Т., Хосрошвили Е.З.</b> ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩНЫХ СИСТЕМ (Грузия) .....	103
<b>Исмаилова Н.А.</b> РЕКОНСТРУКЦИЯ КЛИМАТА АЗЕРБАЙДЖАНА В РАННЕМ И СРЕДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ (Азербайджан) .....	108
<b>Итришвили Л.А., Хосрошвили Е.З., Мансая Л.Д., Кикнадзе Х.Л.</b> МАКСИМАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ВЛАГОЕМКАСТЬ КАК ВАЖНЕЙШАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КОНСТАНТА ПОЧВОГРУНТОВ (Грузия) .....	114
<b>Итришвили Л.А., Дадиани К.З., Нибладзе Н.Ш.</b> ВОДНЫЕ ЦИКЛЫ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ (Грузия) .....	119
<b>Киладзе Р.М., Шургая В.Ш., Кекелишвили Л.Г.</b> ГИДРАВЛИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОЛИВОВ, КОМПЬЮТЕРНАЯ ИМИТАЦИЯ ПРОЦЕССА И ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ (Грузия) .....	122
<b>Кухалашвили Э., Бзиава К., Инашвили И.</b> ПРОГНОЗ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ СВЯЗНОГО СЕЛЕВОГО ПОТОКА НА КОНУСЕ ВЫНОСА (Грузия) .....	126
<b>Мамедов Ш.А., Гасанова Т.Д.</b> ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ (Азербайджан) .....	128
<b>Мажайский Ю.А., Гусева Т.М.</b> ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК БАССЕЙНА РЕКИ ОКИ (Россия) .....	132
<b>Маркосян А.Х., Мартirosян Т.С.</b> НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕДЛОЖЕНИЯ И СПРОСА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ (Армения) .....	138
<b>Мкртумян М.М., Григорян Г.С.</b> ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕОЦЕНКИ И ИНВЕНТАРИЗАЦИИ НЕЗАВЕРШЕННЫХ ВНЕОБОРОТНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ И ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИЙ, ПРЕДОСТАВЛЯЮЩИХ УСЛУГИ В СФЕРЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ (Армения) .....	145
<b>Мкртумян М.М., Мовсисян В.М., Варданян Л.Р., Мартirosян Т.С.</b> РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ВОДНОГО БАЛАНСА ОЗЕРА СЕВАН (Армения) .....	150
<b>Натишвили О.А., <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Тевзадзе В.И.</span>, Чарбадзе З.Д., Нибладзе Н.Ш.</b> ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ ГИПЕРКОНЦЕНТРИРОВАННОГО НАНОСАМИ (СВЯЗНОГО) СЕЛЯ С ПЕРЕМЕННЫМ РАСХОДОМ ВДОЛЬ ПУТИ (Грузия) .....	153
<b>Овсепян Г.Ш., Калантарян М.А.</b> ПОГЛОТИТЕЛЬ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ (Армения) .....	157
<b>Саруханян А., Токмаджян О., Оганян К.</b> СТАЦИОНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В ОТКРЫТЫХ ОСНОВАНИЯХ ЦИЛИНДРОВ (Армения) .....	160
<b>Саруханян А., Шамян В.</b> ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ И ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОКОВ МЕТОДОМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ (Армения) .....	165
<b>Сичинава П.О., Лобжанидзе З.К., Купрейшвили Ш.З.</b> ГИДРОТЕХНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РЕК ГРУЗИИ СОГЛАСНО ХАРАКТЕРИСТИК РУСЕЛ (Грузия) .....	170
<b>Токмаджян С.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИЙ СВЯЗАННЫХ С ОБЛАСТЬЮ ВОДЫ В ТХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ (Армения) .....	175
<b>Прангишвили А.И., Цихелашвили З.И., Гвелесиани Т.Л., Бацикадзе Т.В., Чхеидзе Н.В., Долидзе Г.О.</b> КОМПЛЕКС ПЛАВАЮЩИХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НОВОЙ ШТОРМОГАСЯЩЕЙ СИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ (Грузия) .	179

## СОДЕРЖАНИЕ

---

<b>Пурцеладзе Л.Д.</b> ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОТНОШЕНИЮ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В УЯЗВИМЫХ РЕГИОНАХ (Грузия) .....	183
<b>Шатравин В.И., Тузова Т.В., Сатыбалдиев Б.С., Уралбеков Б.М.</b> ВОЗМОЖНОСТИ УРАН-ИЗОТОПНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ПРИХОДНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА В ОБЛАСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА БАССЕЙНА Р. КЫЗЫЛ-СУУ (ПАМИРОАЛАЙ) (Казахстан, Кыргызстан) .....	188
<b>Шургая В.Ш., Закаидзе И.Г., Кекелишвили Л.Г.</b> ПОДБОР ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЗАСЫПКИ ДРЕНАЖА ДЛЯ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ГРУНТОВ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (Грузия) .....	194
<b>Чаяя Г.Г., Цулукидзе Л.Н., Варазашвили З.Н., Диаконидзе Р.В., Хубулава И.В., Супаташвили Т.Л., Омсарашвили Г.Г.</b> ОЦЕНКА ПРОТИВОСЕЛЕВОГО СООРУЖЕНИЯ СКВОЗНОГО ТИПА (Грузия) .....	200
<b>Цертели Е., Гонгадзе М., Болашвили Н., Ломинадзе П., Гаприндашвили М., Гаприндашвили Г., Нанобашвиди Т.</b> ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СЕЛЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В КАХЕТИИ (Грузия) .....	204
<b>Джанелидзе Т., Самхарадзе В.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СКОЛЬЖЕНИЯ КАТКОВОГО КАНАЛОКОПАТЕЛЯ (Грузия) .....	211
АННОТАЦИИ (на грузинском языке) .....	214
АННОТАЦИИ (на английском языке) .....	229
АННОТАЦИИ (на русском языке) .....	242
ХРОНИКА (на грузинском языке) .....	255
ХРОНИКА (на английском языке) .....	290
ХРОНИКА (на русском языке) .....	302
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на грузинском языке) .....	314
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на английском языке) .....	315
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на русском языке) .....	316

---

---

**წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომების  
კრებულში სტატიების გამოქვეყნების პირობები**

კრებულის დანიშნულებაა მეცნიერების განვითარების ხელშეწყობა, მეცნიერთა და სპეციალისტთა მიერ მოპოვებული ახალი მიღწევების, გამოკვლევათა მასალებისა და შედეგების გამოქვეყნება.

კრებულში შესაძლებელია გამოქვეყნდეს შემდეგი სამეცნიერო მიმართულების სტატიები:

- წყალთა მეურნეობა;
- ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია;
- ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია;
- გარემოს დაცვა;
- ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საიმედოობა და რისკი;
- მშენებლობა;
- დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები.

კრებულში გამოსაქვეყნებელმა სტატიებმა უნდა დააკმაყოფილოს შემდეგი მოთხოვნები:

1. სტატია შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს ქართულ, რუსულ ან ინგლისურ ენებზე, არა უმეტეს 10 გვერდისა. სტატიას უნდა დაერთოს ანოტაციები (ქართულ ენაზე წარმოდგენილ სტატიას – ქართულ, რუსულ და ინგლისურენოვანი ანოტაციები; რუსულენოვან სტატიას – რუსული და ინგლისური ანოტაციები; ინგლისურენოვან სტატიას ინგლისური ანოტაცია). ერთ ავტორს შეუძლია წარმოადგინოს არა უმეტეს ორი სტატიისა.
2. ინსტიტუტში შემოსულ სტატიას უნდა დაერთოს იმ დაწესებულების მიმართვა, სადაც ნაშრომი იქნა შესრულებული;
3. სტატია მიიღება ელექტრონული ვერსიის სახით შემდეგ მისამართზე: **gwmi1929@gmail.com**. ფურცლის ფორმატი – A4, ინტერვალი – 1,5 და შრიფტი – 12, მინდორი 25 მმ ფურცლის ოთხივე მხარეზე; სტატია შესრულებული უნდა იყოს **DOC**

ფაილის სახით (MS Word), ჩაწერილი CD-R დისკზე. ქართული ტექსტისათვის გამოყენებულ უნდა იქნეს **AcadNusx** ან **Sylfaen** შრიფტი; ინგლისური და რუსული ტექსტებისათვის – **Times New Roman**; ნახაზების ან ფოტოების კომპიუტერული ვარიანტი – **JPG** ან **TIF** ფორმატში გარჩევადობით **200-300 dpi**;

4. სტატია შედგენილ უნდა იქნეს შემდეგი თანმიმდევრობით:
  - სამეცნიერო მიმართულება (მარჯვენა ზედა კუთხეში);
  - სტატიის სახელწოდება;
  - ავტორის (ან ავტორების) სახელი, მამის სახელი და გვარი, საკონტაქტო პირის E-mail-ის მითითებით;
  - ორგანიზაციის დასახელება, სადაც შესრულებულია ნაშრომი, საფოსტო მისამართის მითითებით;
  - შესავალი;
  - ძირითადი ნაწილი (კვლევის ობიექტი და მეთოდიკა);
  - დასკვნები და რეკომენდაციები;
  - გამოყენებული ლიტერატურა (არა უმეტეს 10-ისა);
  - საკვანძო სიტყვები (არა უმეტეს 6-ისა);
  - ანოტაცია (10–15 სტრიქონი).
5. გამოყენებული ლიტერატურა წარმოდგენილი უნდა იქნეს შემდეგი თანმიმდევრობით: ავტორის (ავტორების) გვარი და ინიციალები, შრომის დასახელება, კრებულის ან ჟურნალის დასახელება და ნომერი, გამოცემის ადგილი (ქალაქი), წელი, გვერდები. გამოყენებული ლიტერატურის თანმიმდევრობა უნდა შეესაბამებოდეს სტატიის ტექსტში მითითებულ ციტირებას;
6. გამოსაქვეყნებლად დაწუნებული სტატიები ავტორებს არ უბრუნდება.

---

---

## CONTRIBUTIONS TO THE COLLECTED SCIENTIFIC PAPERS OF THE INSTITUTE OF WATER MANAGEMENT

The main objective of collected papers is to favor the development of science and to publish the results and materials of studies and new achievements obtained by scientists and professionals.

The collected papers should include the following scientific directions:

- water industry;
- hydraulic engineering and irrigation;
- hydrology and meteorology;
- environmental protection;
- safety and risk of hydraulic structures;
- construction;
- Earth sciences.

Contributions to the collected scientific papers are as follows:

1. Papers can be submitted in Georgian, Russian or English languages, no more than 10 pages. Paper summaries must be attached to the papers (to the paper in Georgian language – Georgian, Russian and English Summaries; to the paper in Russian language – Russian and English Summaries; to the paper in English language – English Summary). One author can submit no more than two papers.
2. The paper submitted to the Institute must include the letter of reference from the organization, where the study took place;
3. The paper must be submitted electronically to the following e-mail:  
**gwmi1929@gmail.com.**

4. Sheet format – A4, interval – 1.5 and font size 12, margins 25 mm for four sides; the paper must be submitted in DOC format (MS Word), recorded on CD-R; for Georgian Text – **AcadNusx** or **Sylfaen**; for English and Russian Texts – **Times New Roman**; computer version of drawings and photos – in **JPG** or **TIF** format, 200 dpi;

5. The paper should include the following sequence:

- Direction (in the upper right corner);
- Paper Title;
- Author (or authors) name, surname and patronymic with e-mail of contact person;
- Organization, where the study took place, including post address;
- Preamble;
- General Part (object of study and methods);
- Conclusions and Recommendations;
- Bibliography (no more than 10);
- Key Words (no more than 6);
- Summary (10-15 lines).

5. Bibliographical references should include the following sequence: Author's (Authors') Name and Initials, Research Paper Title, Title and Number of Proceedings or Journal, Place of Publication (city), Year, Pages. The sequence of bibliographical references should be appropriate to the quotations given in the text;

6. Rejected papers will not be returned to authors.



---

---

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ В СБОРНИКЕ НАУЧНЫХ ТРУДОВ ИНСТИТУТА ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Назначение сборника – создание условий для развития науки, а также публикация материалов результатов научных новых достижений исследователей и специалистов.

В сборнике публикуются статьи следующих научных направлений:

- водное хозяйство;
- гидротехника и мелиорация;
- гидрология и метеорология;
- охрана окружающей среды;
- надёжность и риск гидротехнических сооружений;
- строительство;
- исследования по изучению Земли.

Статьи, опубликованные в сборнике, должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Статья может быть представлена на грузинском, русском или английском языке, объёмом не более 10 страниц. К статье прилагаются аннотации (к статье на грузинском языке – аннотации на грузинском, русском и английском языках; русском – аннотации на русском и английском языках; английском – аннотации на английском языке). Один автор может представить не более 2-х статей.
2. К статье прилагается направление организации, в которой выполнена работа.
3. Статьи направляются по электронной почте **gwmi1929@gmail.com**. Формат листа – А4; интервал – 1,5; шрифт – 12; поля – с четырех сторон по 25 мм; статья выполняется в виде **DOC** файла (MS Word). Статьи, представленные на

грузинском языке выполняются шрифтом **AcadNusx** или **SYLFAEN**; статьи, представленные на русском и английском языках – шрифтом **Times New Roman**; компьютерные варианты рисунков и фото – в формате **JPG** или **TIF**, с разрешением **200-300 dpi**;

4. Статья должна быть выполнена в следующей последовательности :

- направление исследования (в верхнем правом углу);
- название статьи;
- имя, фамилия, отчество автора (авторов) с указанием E-mail контактного лица;
- название организации, где выполнена работа с указанием ее почтового адреса;
- введение;
- основная часть (объект исследований и методика);
- выводы и рекомендации;
- использованная литература (не более 10);
- ключевые слова ( не более 6);
- аннотация (10-15 строк) .

5. Использованная литература должна быть представлена в следующем порядке: фамилия и инициалы автора (авторов), название работы, название сборника или журнала, номер, место издания (город), год, страницы. Список использованной литературы составляется в порядке цитирования в тексте.

6. Отклонённые статьи авторам не возвращаются.

